

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/277178558>

# Diseño e implementación de una cabina de pintura automotriz controlada electrónicamente para los talleres multimarcas Moscoso.

Article · November 2010

CITATIONS

0

READS

474

2 authors, including:



**Milton Israel Quinga**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Análisis de las deformaciones provocadas en una junta tipo T de tubos cuadrados por efecto de la soldadura [View project](#)



III Congreso Nacional de Ingeniería Automotriz y Desagregación Tecnológica CONIADT2019 [View project](#)

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE  
PINTURA AUTOMOTRIZ CONTROLADA  
ELECTRÓNICAMENTE, PARA LOS TALLERES  
MULTIMARCAS MOSCOSO.”**

**ELABORADOR POR:**

**MOSCOSO ACOSTA DIEGO HERMEL  
QUINGA MORALES MILTON ISRAEL**

**DIRECTOR: ING. GUIDO TORRES**

**CODIRECTOR: ING. OSCAR ARTEAGA.**

**Latacunga, Noviembre del 2010**

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Los autores de esta tesis Srs. Moscoso Acosta Diego Hermel y Quinga Morales Milton Israel.

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE PINTURA AUTOMOTRIZ CONTROLADA ELECTRÓNICAMENTE, PARA LOS TALLERES MULTIMARCAS MOSCOSO.**” Cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Diciembre de 2010

---

Moscoso Acosta Diego Hermel

---

Quinga Morales Milton Israel

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Los autores de esta tesis Srs. Moscoso Acosta Diego Hermel y Quinga Morales Milton Israel.

#### DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE PINTURA AUTOMOTRIZ CONTROLADA ELECTRÓNICAMENTE, PARA LOS TALLERES MULTIMARCAS MOSCOSO.”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, su contenido, ideas, análisis, conclusiones y propuestas son auténticas y personales.

En tal virtud, los efectos legales y académicos que se desprenden del presente proyecto serán de nuestra exclusiva responsabilidad como autores, respetando los derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan a la bibliografía.

La restante información es soporte intelectual, principalmente adquirido en el transcurso de nuestra carrera universitaria.

Latacunga, Diciembre de 2010

---

Moscoso Acosta Diego Hermel

---

Quinga Morales Milton Israel

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

### CERTIFICACIÓN

En nuestra condición de Director y Codirector, certificamos que los Señores: Moscoso Acosta Diego Hermel y Quinga Morales Milton Israel han desarrollado el proyecto de tesis titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE PINTURA AUTOMOTRIZ CONTROLADA ELECTRÓNICAMENTE, PARA LOS TALLERES MULTIMARCAS MOSCOSO.”** observando las disposiciones, metodologías y técnicas que regulan esta actividad académica, por lo cual autorizamos a los mencionados Señores, reproduzcan el documento definitivo, presenten a las autoridades correspondientes y procedan a la exposición de su contenido.

Latacunga, Diciembre de 2010

---

Ing. Guido Torres

DIRECTOR

---

Ing. Oscar Arteaga

CODIRECTOR

## **AGRADECIMIENTO**

Durante todo el proceso de formación que he tenido en mi vida he sentido el apoyo incondicional de muchas personas muy queridas y ahora al culminar el presente proyecto no puedo dejar de expresarles mi eterna gratitud, en primer lugar a mis padres, ellos que me cuidaron y buscaron siempre los medios para ayudarme, por su inmenso sacrificio, su confianza y en especial porque me entregaron algo muy valioso e importante, todo su amor. A mis hermanos, mi hermana, mi cuñado y mis sobrinos, que cada semana al verlos me llenaban de fuerza, alegría y renovaban mis ganas de seguir adelante, a mis tíos, los mismos que me apoyaron en los momentos más difíciles, en especial a mi tío Rodrigo, a mis amigos, a los panas que estaban siempre en los momentos precisos, para apoyarnos y levantarnos.

Mi vida Politécnica me ha permitido aumentar mis conocimientos, visitar varios rincones del país, y conocer a una persona muy especial que fue mi compañera, mi amiga y me transformó, cambio mi vida y enamoró, hoy es mi esposa y muy pronto hará posible uno de mis más grandes sueños, el ser padre, gracias mi amor.

Finalmente, agradezco de corazón a todos mis profesores, directores de departamento y autoridades de esta prestigiosa Universidad, ya que todos ellos contribuyen en la formación de centenares de muchachos que al igual que yo necesitamos ser entes productivos, para empujar a nuestro país hacia un mejor mañana.

Milton Israel

## **AGRADECIMIENTO.**

Con un profundo sentimiento en mi corazón de gratitud a mi madre y a mi padre, quienes son el pilar fundamental del progreso de mi vida desde mi niñez, mi juventud y el paso principal ser un profesional en esta vida, les brindo mi más profundo agradecimiento ya que saben darme su apoyo continuo, me brindan las mejores palabras como consejos de gran sabiduría y así seguir formando mi vida como un fiel reflejo de ellos, con ello me sirvió para culminar mis estudios con mucha fuerza y entusiasmo de hacer bien las cosas cada día. Sin olvidar a toda mi familia, les agradezco, ya que siempre han sido el soporte de todos mis momentos y la mano que me ayuda constantemente.

A mis compañeros que como grandes colegas tuve el apoyo en los amplios proyectos realizados en nuestra vida universitaria, nunca se olvida la mano amiga de un gran amigo.

Diego Moscoso

## **DEDICATORIA.**

El presente proyecto de tesis les dedico a mis padres, ya que su entereza por el apoyo en todo el proceso continuo que fue levantar y hacer realidad este gran proyecto, fue de extraordinario refuerzo para culminar día a día el proyecto ya que personalmente siempre estuvieron ahí para darme el empuje y la mano para llegar al objetivo final, mi dedicatoria a mis padres, por todo lo brindado en este proyecto. A toda mi familia que siempre apporto con un granito de arena para el incentivo personal por realizar este gran proyecto.

Diego Moscoso



# CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD EXPRESADA	iii
CERTIFICACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv

## I.- CAPÍTULO MARCO TEÓRICO

1.1. PINTURA AUTOMOTRIZ.	1
1.2. REPINTE AUTOMOTRIZ.	6
1.3. CABINAS DE PINTADO Y SECADO.	11
1.4. INTERCAMBIADOR DE CALOR.	17
1.5. CÁMARA DE COMBUSTIÓN.	20
1.6. NORMAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL GAS DE COMBUSTIÓN.	21
1.7. TABLERO DE CONTROL.	11

## II.- CAPÍTULO. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA CABINA DE PINTURA

2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO.	24
2.2. DISEÑO GEOMÉTRICO Y DIMENSIONAMIENTO PREVIO DE LA CABINA.	25
2.3. SELECCIÓN DE LOS AISLANTES TÉRMICOS Y ACÚSTICOS DE LA CABINA.	26
2.4. MODELADO COMPUTACIONAL DE LA CABINA.	29
2.5. DISEÑO MECÁNICO Y ESTRUCTURAL DE LA CABINA MEDIANTE COSMOSWORKS.	33
2.6. DISEÑO MECÁNICO DE LA CABINA CON PAREDES ENSAMBLADAS Y REFUERZOS MEDIANTE COSMOSWORKS.	38
2.7. DISEÑO TÉRMICO Y DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LA CABINA MEDIANTE FLOWORKS	43
2.8. DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.	49
2.9. SELECCIÓN DEL MATERIAL FILTRANTE PARA TECHO Y PISO.	51
2.10. DISEÑO DEL DUCTO DE ENTRADA Y SALIDA DE AIRE.	52

### **III.- CAPÍTULO.**

#### **DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN**

<b>3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO.</b>	<b>56</b>
<b>3.2. CALCULO DE LA POTENCIA TÉRMICA REQUERIDA.</b>	<b>57</b>
<b>3.3. DIMENSIONAMIENTO Y MODELADO COMPUTACIONAL DEL INTERCAMBIADOR DEL CALOR.</b>	<b>58</b>
<b>3.4. DISEÑO TÉRMICO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR MEDIANTE FLOWWORKS.</b>	<b>60</b>

### **IV.- CAPÍTULO.**

#### **ESTUDIO FINANCIERO**

<b>4.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA</b>	<b>64</b>
<b>4.2. COMPETENCIA</b>	<b>65</b>
<b>4.3. PRODUCTO</b>	<b>66</b>
<b>4.4. PRESUPUESTO DE FABRICACIÓN CABINA DE PINTURA</b>	<b>66</b>
<b>4.5. COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>68</b>
<b>4.6. PROYECCIÓN DE INGRESOS</b>	<b>71</b>

### **V.- CAPÍTULO.**

#### **CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA DE PINTURA.**

<b>5.1. CABINA RAS DE PISO.</b>	<b>74</b>
<b>5.2. PANELES TÉRMICOS DE POLIURETANO.</b>	<b>76</b>
<b>5.3. MONTAJE DEL TECHO.</b>	<b>87</b>
<b>5.4. MONTAJE DEL PISO.</b>	<b>90</b>
<b>5.5. UBICACIÓN DE LA ILUMINACIÓN.</b>	<b>91</b>
<b>5.6. VENTILADORES.</b>	<b>92</b>
<b>5.7. CONSTRUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR.</b>	<b>95</b>
<b>5.8. CONSTRUCCIÓN DE LA CÁMARA DE GAS.</b>	<b>99</b>
<b>5.9. QUEMADOR.</b>	<b>102</b>

**VI.- CAPÍTULO.  
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CABINA DE  
PINTURA.**

<b>6.1. MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA INTERNA DE LA CABINA DE PINTURA EN SU FASE DE PINTADO.</b>	105
<b>6.2. CONTROLAR EL TIEMPO DE ENCENDIDO.</b>	108
<b>6.3. VERIFICAR QUE EXISTA EL FLUJO CORRECTO DE AIRE DURANTE Y DESPUÉS DEL PROCESO DE PINTURA.</b>	110
<b>6.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DURANTE EL PROCESO DE PINTADO.</b>	111
<b>6.5. CONTROL DE CALIDAD EN LOS RESULTADOS DE REPINTE, REALIZADOS EN LA CABINA DE PINTURA.</b>	116
<b>DIAGRAMAS DE FLUJO Y DE PROCESOS DE ELEMENTOS</b>	124

**VII. CAPÍTULO.  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>7.1.- CONCLUSIONES</b>	131
<b>7.2.- RECOMENDACIONES.</b>	131
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	132
<b>ANEXOS</b>	133

# **CAPITULO I**

## **1 MARCO TEÓRICO**

### **1.1 PINTURA AUTOMOTRIZ.**

#### **INTRODUCCIÓN**

Pintar un automóvil es en realidad una tarea muy difícil. Requiere personal con muchos conocimientos y experiencia en el oficio.

Además, el cliente espera que la reparación sea invisible, no quiere ver ninguna diferencia entre la pintura original y el parche reparado. Pero en ocasiones los errores son inevitables.

Cuando nos vemos en la obligación de reparar parte del sistema de pintura, esto se traduce en tiempo extraordinario, excesivamente caro. Así que tenemos que procurar evitar los errores actuando de manera correcta.

Esto se consigue efectuando el trabajo según el procedimiento apropiado y las técnicas adecuadas. También es importante comprender el comportamiento de la pintura durante el proceso de pintado.

#### **1.1.1 CONCEPTO.**

Se conoce como pintura automotriz al recubrimiento orgánico, o a la mezcla de materiales en estado líquido o sólido que se adhieren a la superficie de piezas, partes y carrocerías de automotores.

#### **1.1.2 TIPOS DE PINTURAS AUTOMOTRICES.**

Al aceite.- El medio que aglutina a sus componentes son aceites y resinas. Las resinas naturales son de secado lento y las resinas sintéticas de secado rápido.

Látex.- Es la pintura de imprimación (Fondo) que se utiliza antes de pintar la capa de pintura definitiva. Esta pintura es muy conveniente cuando tenemos superficies muy porosas o paredes nuevas, evitará el derroche de la pintura normal al sellar y dar un fondo a la pared.

Esmaltes acrílicos al agua.- Su mayor virtud es que contienen agua como disolvente. Son muy resistentes, duran mucho tiempo y se limpian con facilidad.

Esmaltes sintéticos.- Su componente más importante es resina alquímica. Como las pinturas al óleo necesitan tiempo de secado entre 5 y 10 horas entre mano y

mano. Su acabado es muy resistente y lavable. Encontramos para los opacos o mates para el interior y los brillantes para el exterior.

Vinílicas.- Las resinas vinílicas y resinas termoplásticas son los ligantes de este tipo de pintura. Secan muy rápidamente por simple evaporación. Son lavables. Hay que usar disolventes especiales.

Pinturas antioxidantes o poliuretanas.- Sus componente es el poliuretano, usadas principalmente en estructuras metálicas, cubren la superficie con pintura al mismo tiempo que protegen contra el oxido. Se comercializan en distintos colores, se aplica como los esmaltes previo lijado de la superficie sin diluir. Se puede lavar sin problemas.

Estructuradas.- Son las más espesas. Un solo pase de brocha o cepillo dejará la superficie prácticamente revestida. Existe en varios colores y texturas.

De emulsión reforzada.- Para exteriores. Soluble, con base de resina. Se puede reforzar con polvo de mica para conseguir un acabado texturado que soporta muy bien la intemperie.

### 1.1.3 FUNCIONES Y COMPONENTES DE LA PINTURA.

La finalidad de la pintura automotriz en un vehículo es para evitar que se oxiden los paneles de acero de la carrocería y para mejorar el acabado de su apariencia. Los métodos de pintado usados para mejorar la apariencia incluyen colores sólidos, colores metálicos y colores mica.

#### 1.1.3.1 COLORES SÓLIDOS

Esta pintura usa pigmentos de color para la coloración. Fig. 1.1. La apariencia del vehículo se determina por la luz reflejada desde la superficie de la película de pintura.

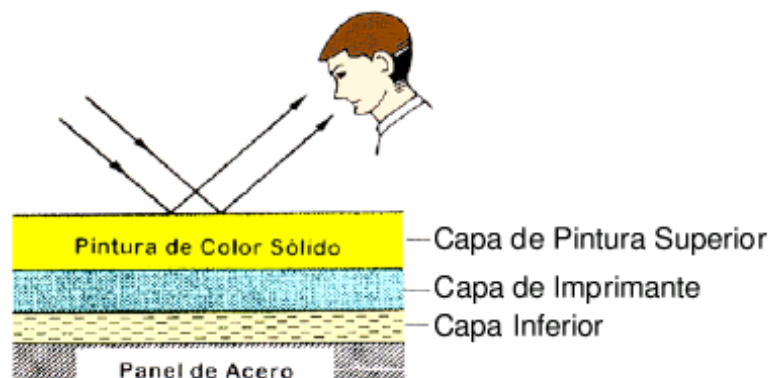


Fig. 1.1 Pintura de colores sólidos

### 1.1.3.2 COLORES METÁLICOS

De los métodos dados, los colores de pinturas incluyen pinturas que contienen pigmentos y partículas de aluminio y/o pinturas que incluyen solamente polvo de aluminio. Todas las pinturas semejantes son llamadas pinturas metálicas. (Fig. 1.2) Puesto que estas pinturas contienen polvo de aluminio, la pintura de acabado da un brillo adicional al color del pigmento que es único para colores metálicos. Generalmente, una capa transparente es aplicada a la capa superior.

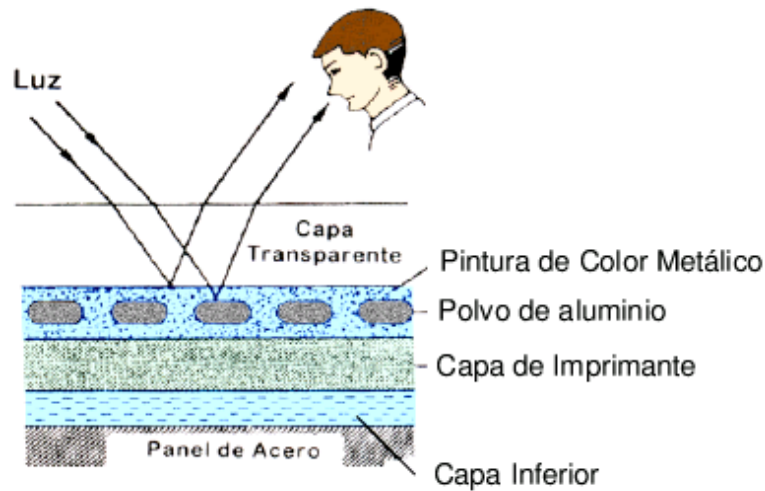


Fig. 1.2 Pintura de colores metálicos.

### 1.1.3.3 COLORES MICA

En estas pinturas, en lugar de añadir polvo de aluminio a las pinturas metálicas, se añaden finas escamas de mica coloreada como pigmento superficial. Fig. 1.3.

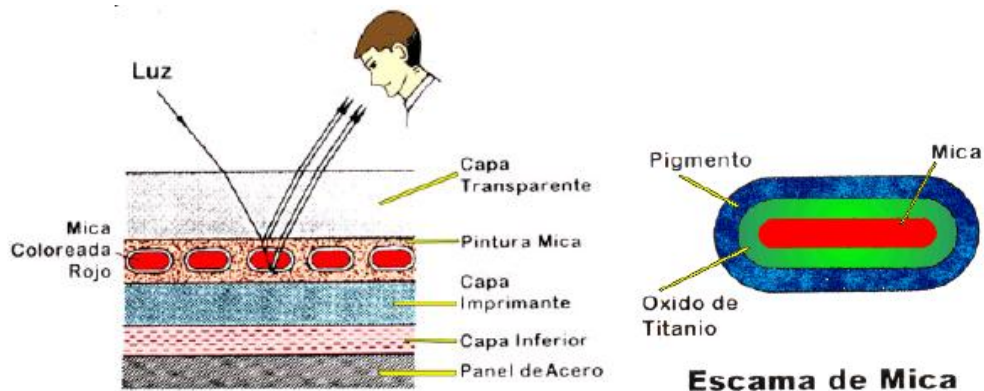


Fig. 1.3 Pintura de colores mica, representación de una escama de mica.

Este tipo de pintura es llamado pintura mica y retiene las características translucientes de la mica y da una sensación de claridad turbia y lustrosa no obtenible con las pinturas metálicas, así como también se asemejan a un color sólido cuando el nivel de luz es bajo. Con la fabricación de este tipo de pinturas, se obtienen pinturas de características múltiples.

#### 1.1.3.4 COLOR MICA PERLA

En este tipo de pinturas, en lugar de añadir polvo de aluminio a las pinturas metálicas, se añaden diminutas escamas de mica cubiertas con oxido de titanio y adicionalmente no se añade ningún pigmento. Fig. 1.4.

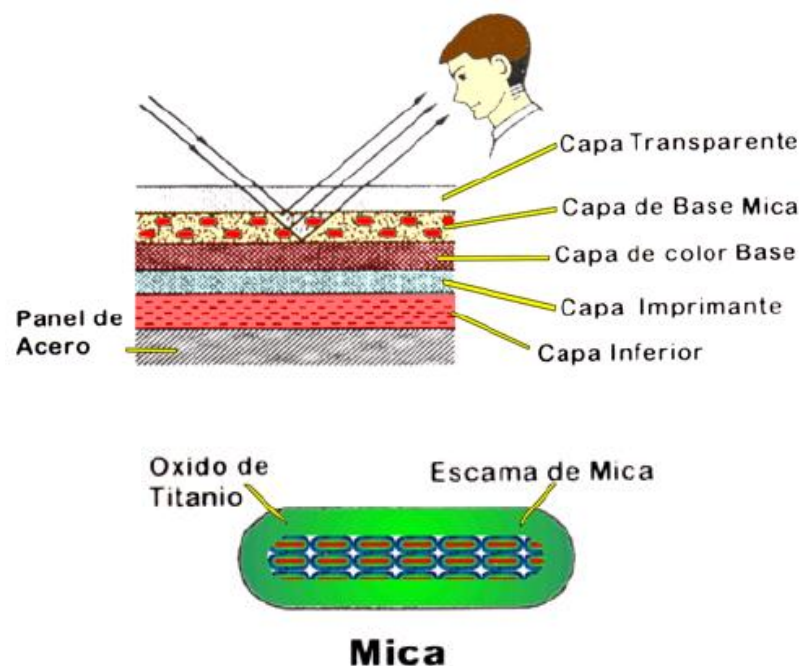


Fig. 1.4 Pintura de colores mica perla, representación de la escama de mica. Debido a que esta pintura no tiene otro pigmento excepto la mica, tiene un poder de cubrimiento que hace necesario adicionar una capa de pintura pigmentada debajo de esta, la cual es llamada capa de color base para dar el color deseado. La pintura mica perla se caracteriza por su lustre y claridad sin suciedad con la apariencia de una perla, de lo cual deriva su nombre. Si la película que cubre las escamas de mica es demasiado gruesa, cambia la luz reflejada y la luz transmitida, creándose una pintura mica perla diferente, con la apariencia de dos colores diferentes.

#### **1.1.4 ACABADOS AUTOMOTRICES**

El propósito original de la pintura de acabado del vehículo es darle a este una apariencia bella como también conservarla del polvo, lluvia u otros materiales extraños que puedan adherirse a la carrocería del vehículo el cual puede oxidarse fácilmente sino es protegido.

Sin embargo, una película de pintura puede dañarse en poco tiempo, debido a que está constantemente expuesta a los rayos solares, por un mantenimiento descuidado o bien por la total ausencia de este, con el pasar de los días la pintura gradualmente perderá su brillo, seguido finalmente por agrietamientos, decoloración y otros problemas.

El propósito final del mantenimiento es evitar los deterioros que puedan ocurrir y preservar la belleza del vehículo así como también alargar la vida de la película de pintura. Además, puesto que la composición de la película de pintura varía para los colores sólidos y colores metálicos, los métodos de mantenimiento y materiales también son diferentes.

Cuando un vehículo es lavado o encerado, la escobilla o trapo usado en el lavado hacen un gran número de rayas finas en la superficie de la película de pintura. Este es el resultado del rozamiento con la superficie mientras las pequeñas partículas de arena o polvo permanecen adheridas a la superficie del vehículo o del uso de una escobilla dura o trapo demasiado áspero.

Durante el transcurso del uso de un vehículo, hay muchas causas por las que se pueden producir rayaduras en la pintura de acabado, y es necesario tener un correcto conocimiento de que debemos hacer a fin de conservar el bello acabado de la pintura por mucho tiempo.

### **1.2 REPINTE AUTOMOTRIZ.**

#### **1.2.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE.**

Nuestro objetivo en la preparación de la superficie es dejar la carrocería como si fuera nueva. Pero primero debemos fijarnos en el estado que se encuentra la pintura que tiene actualmente nuestro automóvil, clasificándolo como sigue:

Agrietada.- Este tipo de pintura nos indica que el automóvil ha estado por un tiempo prolongado en el sol.



Descarapelada.- Generalmente provocadas por piedras en el camino en algunos casos por óxido de la lámina.

Decolorada.- Buena calidad de pintura pero el tiempo de exposición al sol y el constante desgaste de lavadas ha hecho efecto.

Abultada.- Éste tipo de pintura abultada. Nos indica que bajo ella existe óxido, indicador de que no se ha tratado bien la lámina.

Marca de agua.- Esto es cuando el automóvil ha sido previamente reparado si no se ha dado un terminado uniforme al rellenado automotriz utilizado. Se ve ondulada la pintura.

Preparación y consideraciones para comenzar con el trabajo.

Dependiendo del estado en el cual se encuentra nuestra pintura la primera decisión que debemos tomar es el pelado o el repintado del automóvil.

### **1.2.2 PROCESOS DE REPINTE AUTOMOTRIZ.**

Para garantizar un excelente acabado, brillo y durabilidad de la capa de pintura que se aplique, se deben seguir los siguientes pasos:

Lavar.

Desengrasar.

Masillar.

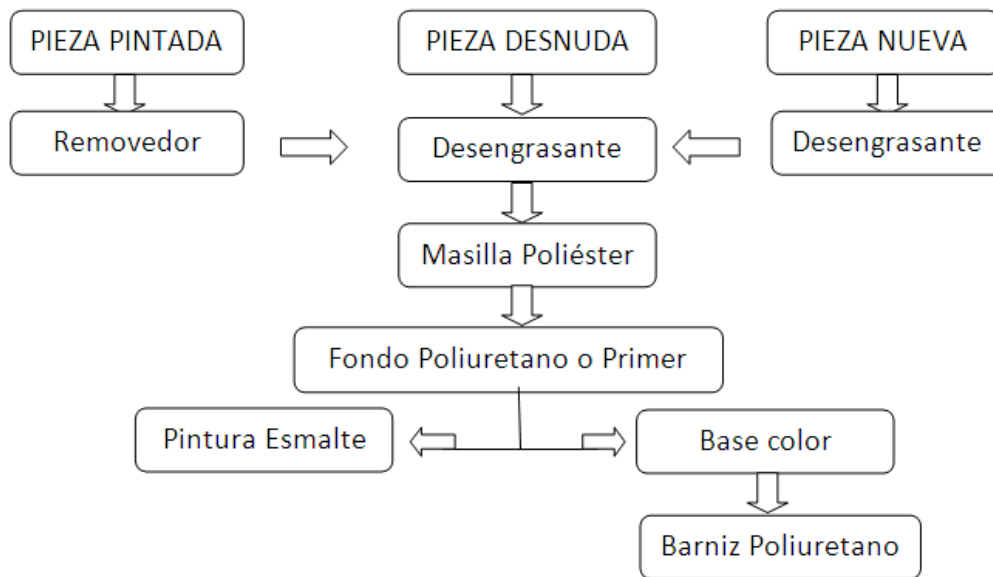
Lijar.

Desengrasar.

Aplicar el fondo.

Aplicar la capa de color.

Para fines prácticos, las fases del proceso del repinte automotriz se detallan de una manera muy simple en el siguiente diagrama.



### 1.2.3 DEFECTOS DURANTE LA APLICACIÓN DE LA PINTURA.

#### BLANQUEO

Una apariencia blanco-lechosa que se muestra en el acabado final. Fig. 1.5

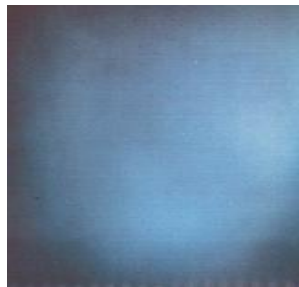


Fig. 1.5 Blanqueamiento de la pintura

#### CAUSAS:

Excesiva humedad con alta temperatura.

Thinner muy rápido a de baja calidad.

Presión de aire muy alta.

#### SOLUCIONES:

Blanqueo suave: Pulir con pasta pulidora.

Blanqueo fuerte: Dar una mano de thinner retardador.

Blanqueo severo: Lijar y dar otra mano.

#### PINHOLE

Pequeños orificios en la película. Fig. 1.6.

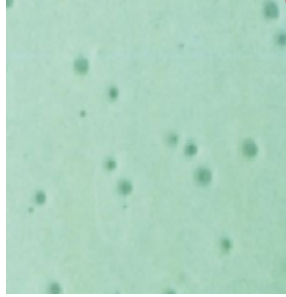


Fig. 1.6 Pinhole en la pintura.

**CAUSAS:**

Contaminación con silicona, cera, grasa, jabón o productos de pre-tratamiento.

Contaminación con aceite del compresor o pintura que se aplica en la vecindad.

Contaminación con agentes desmoldantes.

Contaminación atmosférica o con silicona de alguna pintura.

**SOLUCIÓN:**

Remover la pintura y aplicar nuevamente.

**CHORREO**

La pintura se cuelga durante y después de la aplicación. Fig. 1.7.

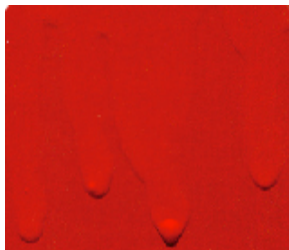


Fig. 1.7 Chorreo de la pintura.

**CAUSAS:**

Pistola muy cerca a la superficie o boquilla inadecuada.

Movimiento muy lento de la pistola.

Presión de aire muy baja.

Viscosidad muy alta o muy baja.

Excesivo espesor con insuficiente tiempo de aireo entre manos.

Exceso de thinner retardador o thinner incorrecto.

Temperatura muy baja en el taller.

**SOLUCIONES:**

Dejar secar, lijar con P1200 y dar pasta pulidora.

En casos severos, lijar y dar otra mano de pintura.

### **CASCARA DE NARANJA**

Mala nivelación, como efecto moteado. Fig.1.8.



Fig. 1.8 Cascara de naranja.

### **CAUSAS:**

Aplicación muy cerca o muy lejos.

Película muy delgada o muy gruesa.

Thinner muy rápido o de mala calidad.

Presión de aire incorrecta.

Temperatura muy alta o superficie muy caliente.

Tiempos incorrectos de secamiento entre manos.

### **SOLUCIONES:**

Dejar secar, lijar con P1200 y dar pasta pulidora.

En casos severos lijar con P400 y dar otra mano.

### **GRUMOS**

Película con partículas que dañan el acabado. Fig. 1.9.



Fig. 1.9 Grumos en la pintura

### **CAUSAS:**

Problemas de filtración de la cabina.

Acumulación de polvo en la cabina o en el piso.

Turbulencia de aire en la cabina.

Polvo en la superficie del vehículo.

Contaminación con la ropa de trabajo del aplicador.

**SOLUCIONES:**

Filtrar la pintura antes de aplicar.

Lijar con P1200 y usar pasta pulidora.

Para casos severos, lijar y dar otra mano.

**CAMBIO DE COLOR**

Decoloración de la superficie. Fig. 1.10



Fig. 1.10 Cambio de color en la pintura.

**CAUSAS:**

Mezcla no autorizadas.

Thinner no adecuado o de baja calidad.

Ambientes contaminados.

**SOLUCIONES:**

Dar pasta pulidora o pasta brilladora.

En casos severos, lijar y dar otra mano de acabado.

**CUARTEO FINO**

Grietas muy pequeñas que no se aprecian al tacto. Fig. 1.11.



Fig. 1.11 Cuarteo fino en la pintura.

**CAUSAS:**

Mala preparación de la superficie.

Uso de thinner incorrecto o de baja calidad.

Contaminación de la pintura.

**SOLUCIÓN:**

Lijar con P1200 y dar otra mano.

### **1.3 CABINAS DE PINTADO Y SECADO.**

Son recintos cerrados, presurizados y herméticos, lo suficientemente grandes como para albergar un automóvil con sus puertas abiertas y a los pintores, y son de gran importancia ya que ofrecen un ambiente óptimo, limpio, libre de partículas perjudiciales y a la iluminación y temperatura adecuadas.

Características y elementos básicos

Desde el punto de vista constructivo, tiene gran importancia el espacio y el diseño, tanto del foso como la salida de gases al exterior, de forma que se asegure la ausencia de turbulencias y de sobrepresiones. La construcción de la cabina debe ser modular, pero sólida.

A la hora de fabricar la cabina de pintura es fundamental el empleo de buenos aislantes térmicos y acústicos, tanto en los paneles que conforman el perímetro del recinto de pintura, como en los paneles que conforman el grupo impulsor. Además, la cabina debe tener un acabado que garantice inalteradas las características de funcionamiento a lo largo de su vida útil, (10 a 15 años)

El nivel de iluminación de una cabina de pintura debe ser uniforme y nunca inferior a 800 'lux' a la altura del piso.

La velocidad de aire en el interior de la cabina es una de las características fundamentales, y no debe ser superior a 1 m/s para asegurar una correcta evacuación de gases. Esta magnitud debe asegurar una renovación de aire alrededor de los 120-200 renovaciones/hora. O sea, la ventilación de la cabina debe garantizar una sobre-presión constante y uniforme en el interior del habitáculo, y además se tiene que ajustar al tipo de pintura que se use. Tampoco hay que olvidar que el caudal de aire debe estar de acuerdo al espacio.

El techo filtrante de la cabina de pintura debe ser suficientemente amplio para garantizar la ausencia de corrientes contrarias al flujo vertical existente, cuya presencia determinaría la creación de remolinos, que terminarían afectando al acabado final.

La cabina de pintura debe constar de un sistema de calefacción y de regulación que garantice una temperatura constante y uniforme en toda la superficie y a todas las alturas con una diferencia máxima inferior a 5°C.

Un buen sistema de control del nivel de saturación de los filtros del techo también es clave en una cabina de pintura.

La cabina de pintura tiene que contar con una adecuada superficie de filtros para pintura en expulsión, bien colocados en la zona de paso de aire, que garanticen una retención no inferior al 85/90% de las partículas de pintura 'over spray' que no se depositan.

### **ILUMINACIÓN EN CABINAS DE PINTURA**

Uno de los parámetros importantes de las cabinas de pintura es la iluminación, dado que se trata de un cuarto aislado, casi hermético, éstas cuentan por lo general con una fuente de luz artificial potente que asegura por parte del operario, un excelente control visual del proceso y de la pieza pintada, disminuyendo el agotamiento visual y aumentando la productividad laboral.

Se utilizaran lámparas fluorescentes de 40 W. de tubo recto cuyo flujo nominal es de 3000 lm.

#### **1.3.1 TIPOS DE CABINAS DE PINTURAS.**

**Tipo 1: SOBRE PISO.** Fig. 1.12. El piso se encuentra levantado por rejillas especiales resistentes al peso del vehículo con áreas de filtros especiales para la pintura. El sobre piso metálico es de un alto de 300mm con rampas exteriores. La cabina es de 'Flujo Vertical', cuya corriente de aire bajan desde el techo filtrante hacia el suelo en sentido vertical, saliendo hacia el exterior a través de lugares dejados abiertos expresamente.

**Tipo 2: RAMPA NEUMÁTICA INTERIOR.** Fig. 1.12. Este tipo de cabina se asemeja a la anterior, posee una variante y es que la rampa es interior y se acciona neumáticamente.

**Tipo 3: SOBRE PISO EMPOTRADA.** Fig. 1.12. Toda la cabina se empotra en una fosa con un perímetro igual a la cabina y que tiene una profundidad de 30 cm. Esta fosa debe ser fabricada con medidas adecuadas regidas por planos de construcción. El vehículo entra directamente a la cabina y no requiere rampa. Esta es la composición ideal para talleres en construcción cuando aún no se ha echado el piso. En este tipo de cabinas el flujo de aire es vertical, saliendo al exterior por conductos diseñados especialmente por debajo de este.

**Tipo 4: CABINA A RAS DE PISO.** Fig. 1.12. Cabina sin piso. El piso es fabricado por el cliente en cerámica, pintado etc. La cabina se entrega con doble área de rejillas para el pasaje del aire y soportes para los filtros de extracción. El cliente debe fabricar una fosa de acuerdo a planos entregados por el fabricante. Es el modelo más económico al cual hay que agregar el costo de la fosa.

**Tipo 5: CABINA SOBRE PISO EXISTENTE.** Fig. 1.12. Este tipo de cabinas son las llamadas cabinas de 'Flujo Semivertical', caracterizadas porque la corriente de aire baja desde un restringido techo filtrante, colocado en una extremidad en la instalación, y sale al exterior a través de adecuadas aberturas ubicadas estratégicamente en la zona inferior de la pared opuesta al techo filtrante.

Dentro de este tipo, están las cabinas de pintura de 'Flujo Horizontal', que son aquellas cuya corriente aérea es horizontal al suelo, entrando el aire generalmente a través de marcos filtrantes, colocados en la estructura de las puertas, y saliendo a través de otros marcos también filtrantes ubicados estratégicamente en la pared opuesta. Para más señas, las cabinas de flujo semivertical y horizontal se suelen utilizar para el pintado de vehículos, fabricados industriales o para zonas de preparación.

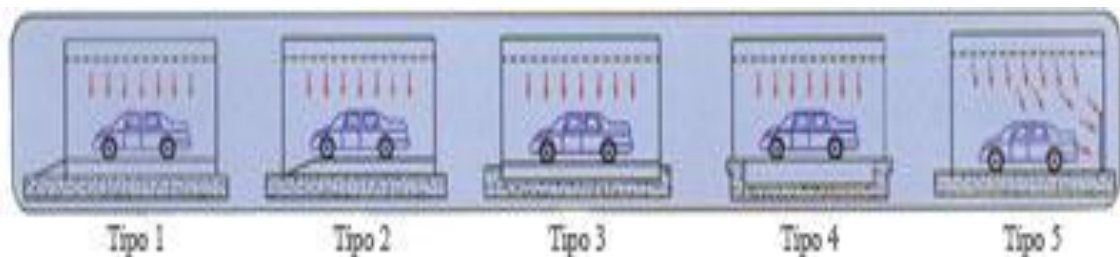


Fig. 1.12 Tipos de cabinas de pintura.

### 1.3.2 PREPARACIÓN DEL HORNO PARA EL PROCESO DE PINTURA.

El objetivo fundamental de un taller de chapa y pintura, no hay que olvidarlo, es dar un servicio satisfactorio al cliente. Por ello, los expertos coinciden en señalar que todo taller de chapa y pintura debe tener su cabina por tres razones, a saber: Garantizar un acabado perfecto en cada vehículo pintado.

Pintando en una cabina se respeta el medio ambiente, ya que la mayoría de las partículas de pintura, los humos y los gases se retienen por una serie de filtrados.



Ajustándose a la ley, y pensando en la prevención de riesgos laborales, una instalación de pintura, junto a otros medios, permite al pintor y a sus ayudantes trabajar en un ambiente exento de toxicidad y otros elementos contaminantes.

#### **ANTES DE PINTAR:**

- 1.- Lavar el automóvil anteriormente preparado e introducirlo en la Cabina-Horno. Encender las luces y poner en funcionamiento el ventilador de impulsión.
- 2.- Cubrir con papel protector y cinta adhesiva las partes que no se vayan a pintar. Recomendamos no usar periódicos, revistas u otros artículos similares.
- 3.- Proteger las ruedas; eliminación del barro, polvo...
- 4.- Desconectar la conducción de los rociadores limpiaparabrisas, pues en caso de cocción a 80º el vapor expulsado podría dañar el acabado.
- 5.- Repasar el coche con paños con desengrasante y la zona a pintar con paños antisilicona.
- 6.- Elevar los automóviles con neumáticos sin cámaras, ya que en el enfriamiento se podrían deformar.
- 7.- Quitar el tapón del depósito de combustible, y si fuera a gas butano, desconectar y sacar la bombona. Comprobar que no queden en el interior botellas de aerosoles, extintores, desodorantes, etc.
- 8.- Instalar un reductor de presión con filtro de la mejor calidad en el exterior.
- 9.- Vestir prendas de nylon para evitar la introducción de polvo, usando asimismo gorro para preservar la caída de cabello.

#### **1.3.3 PROCESO DE PINTURA AUTOMOTRIZ.**

##### **PREPARACIÓN**

- 1.- Seleccionar la pintura.
- 2.- Utilizar siempre un filtro de 2.000 mallas, filtrando el esmalte dos veces. Para los esmaltes metalizados, usar filtros de 5.000 mallas.
- 3.- Controlar la viscosidad según las recomendaciones de los fabricantes.

##### **PRE-PINTADO**

- 1.- Utilizar una pistola con boquilla de 1,2 y a presión no superior a 4 kg/cm<sup>2</sup>.
- 2.- Controlar la posición de la trampilla de by-pass en el generador: debe estar abierta.

3.- Encender el quemador y regular el índice del termostato a 20° si la temperatura ambiente fuese inferior.

4.- Mojar abundantemente el suelo de la cabina si es de obra.

## **PINTADO**

1.- Dar la primera mano de pintura con 1 ó 2 segundos de viscosidad superior.

2.- Diluir la pintura para la segunda y tercera mano.

3.- Esperar el tiempo necesario entre manos para evitar el corrugamiento.

4.- Poner el selector en 'Pintado'.

5.- Conectar el motor del grupo generador en caso de tener depuradora conectada previamente al generador, de lo contrario no arranca.

6.- Con la cabina en marcha, conectar el generador, que se pondrá en funcionamiento, o no, dependiendo de la temperatura seleccionada en el termostato digital de control.

7.-Conectar la iluminación. La máquina está lista para trabajar en la fase de Pintado. Al terminar de pintar, desconectar todos los elementos, incluida la iluminación.

### **1.3.4 PROCESO DE SECADO.**

Una vez aplicada la pintura de acabado, esta se puede secar a la temperatura ambiente, 20°C aproximadamente que tardaría horas en secar para iniciar el armado del vehículo, o acelerar el proceso de secado elevando la temperatura a unos 60-80 °C en una cabina de secado aparte o en la misma cabina en la que se ha aplicado la pintura durante unos 30 minutos, donde estará lista para continuar con su armado.

Por lo general, la propia cabina de pintura donde se ha aplicado la pintura actúa también como horno de secado, circulando el aire en su interior a una temperatura que oscila entre los 60 y los 80°C durante unos 45 minutos de secado. Por lo tanto, estas cabinas tienen dos fases de funcionamiento: una fase de pintado, con un determinado caudal de aporte de aire, a una velocidad determinada y calentando el aire introducido a unos 20 °C; y una segunda fase de secado en la que el caudal y la velocidad pueden ser menores, y se eleva la temperatura a unos 60-80 °C. En esta fase de secado, el aire aspirado del exterior

antes de ser impulsado al "plenum" de distribución, es recirculado a través del intercambiador de calor en una proporción aproximada del 65% para un mayor aprovechamiento energético.

En función del sistema utilizado para alcanzar la temperatura deseada en la fase de secado, se pueden distinguir cabinas con renovación total del aire de reciclado, o con renovación parcial del aire interior de la cabina (hay que dejar bien claro que es precisa una renovación mínima del 20% del aire). Pero, prácticamente, todos los modelos de cabina existentes en la actualidad tienen un mismo sistema de trabajo, y todos los pasos de la fase de secado son automatizados, de manera que la única preocupación del operario es pulsar un botón.

### **1.3.5 NORMAS PRÁCTICAS Y DE SEGURIDAD PARA EL PINTADO AUTOMOTRIZ EN HORNOS.**

Las operaciones de limpieza de pistolas y utensilios con disolvente y las de preparación de pinturas, mezclas y disoluciones, deben realizarse bajo la acción de un dispositivo de aspiración, normalmente frente a campanas verticales o en pequeñas cabinas abiertas.

Frecuentemente, aun a pesar de disponer de instalaciones y equipos en condiciones adecuadas, y debido a hábitos de trabajo desafortunados, se producen situaciones de riesgo higiénico fácilmente evitables. Por este motivo, es conveniente recordar la necesidad de:

Efectuar todas las operaciones de pintado a pistola en el interior de la cabina de pintura.

Utilizar guantes, máscaras, gafas, delantales, tapones auditivos, entre otros. Dependiendo del trabajo o producto a utilizar.

Mantener la ventilación conectada durante un tiempo razonable antes de penetrar en la cabina tras el secado de las aplicaciones.

Mantener siempre tapados los recipientes con disolventes utilizados en la limpieza de pistolas y utensilios.

Los trapos o desperdicios impregnados de pinturas deberán ser recogidos en recipientes metálicos, cerrados.

## 1.4 INTERCAMBIADOR DE CALOR.

### INTRODUCCIÓN

Un intercambiador de calor es un dispositivo diseñado para transferir calor de un fluido a otro, sea que estos estén separados por una barrera sólida o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico.

Un intercambiador típico es el radiador del motor de un automóvil, en el que el fluido refrigerante, calentado por la acción del motor, se refrigera por la corriente de aire que fluye sobre él y, a su vez, reduce la temperatura del motor volviendo a circular en el interior del mismo

### 1.4.1 TIPOS DE INTERCAMBIADOR DE CALOR

Las distintas aplicaciones de la transferencia de calor requieren diferentes tipos de accesorios y configuraciones del equipo para dicha transferencia.

El tipo más simple de intercambiador de calor consta de dos tubos concéntricos de diámetros diferentes, fig. 1.13 llamado intercambiador de calor de doble tubo.

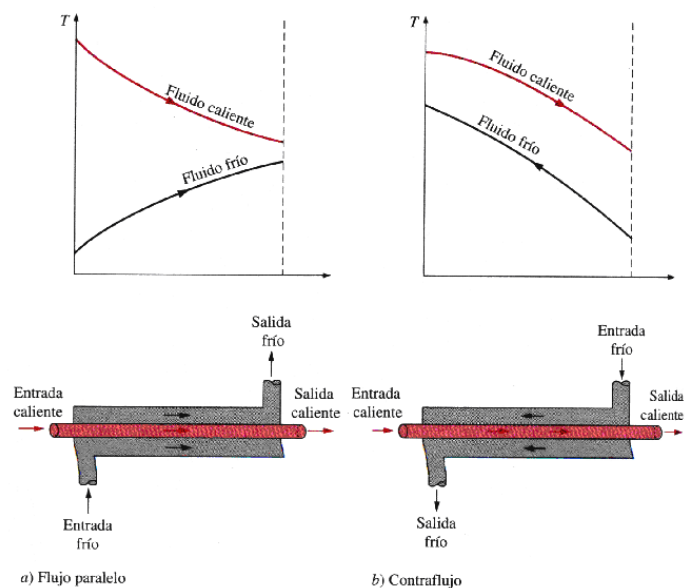


Fig. 1.13 Intercambiador de calor de doble tubo.

Otro tipo de intercambiador de calor, diseñado para lograr una gran área superficial de transferencia de calor por unidad de volumen, es el compacto. Fig. 1.14. Ejemplo de intercambiadores de calor compactos son los radiadores de automóviles. Este tipo de intercambiador permite lograr velocidades elevadas de transferencia de calor entre dos fluidos en un volumen pequeño.

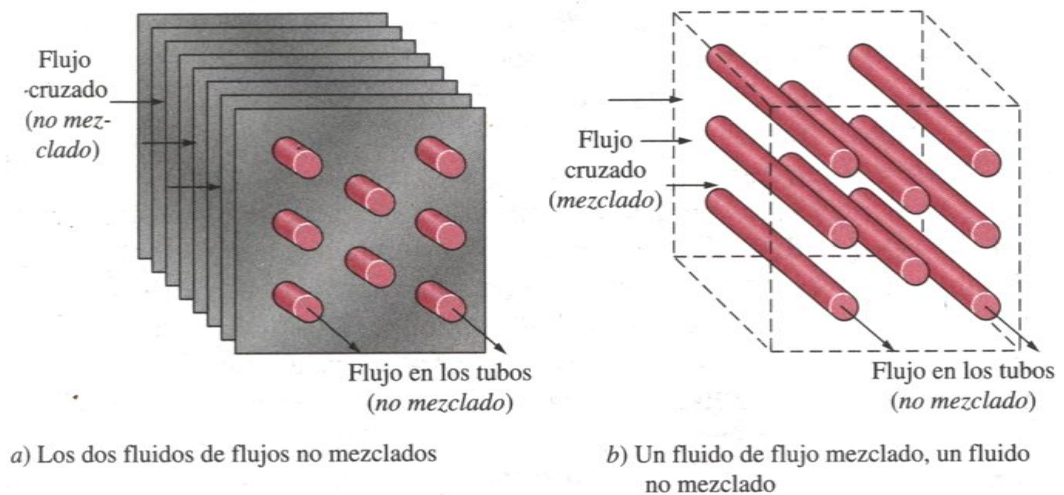


Fig. 1.14 Intercambiador de calor compacto

También tiene su aplicación en sistemas de calefacción de hogares y en un nivel industrial, este tipo de intercambiador es utilizado para cabinas de pintura. Quizá el tipo más común de intercambiador de calor en aplicaciones industriales sea el de casco y tubos. Fig.1.15. Que contienen un gran número de tubos (a veces varios cientos) empacados en un casco con sus ejes paralelos al de este, manteniendo un espacio uniforme entre los tubos.

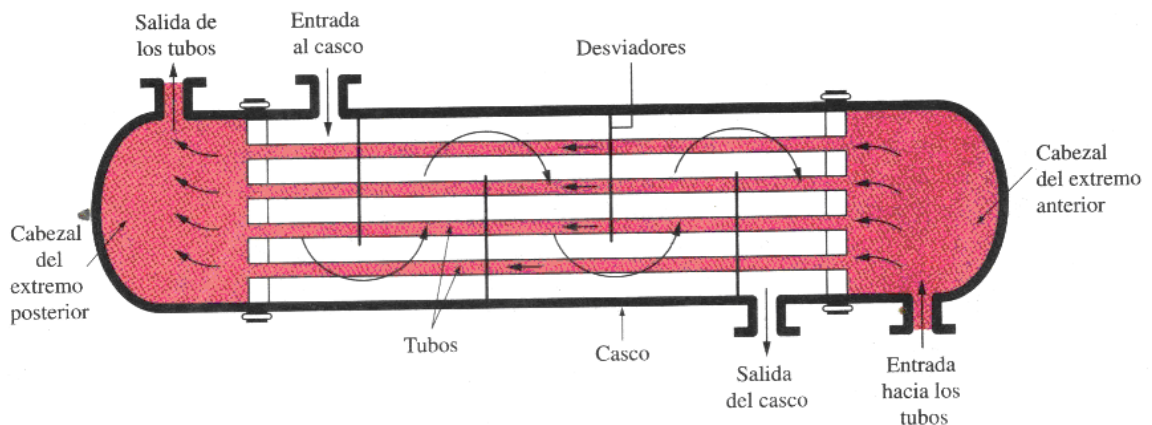


Fig. 1.15 Intercambiador de calor de casco y tubos.

#### 1.4.2 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR.

Por lo común un intercambiador de calor está relacionado con dos fluidos que fluyen separados por una pared sólida. En primer lugar, el calor se transfiere del

fluido caliente hacia la pared por convección, después a través de la pared por conducción y, por último, de la pared hacia el fluido frío de nuevo por convección.

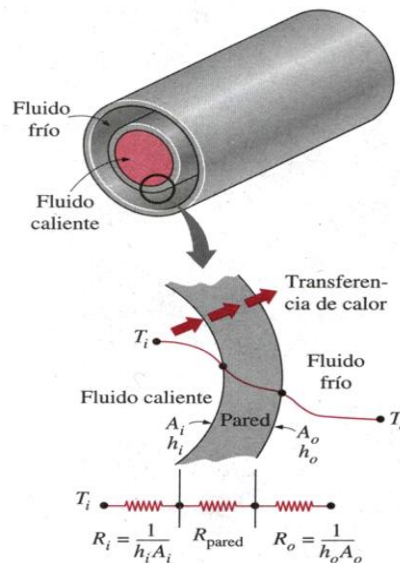


Fig. 1.16 Principio de funcionamiento de un intercambiador de calor.

### 1.4.3 MÉTODOS DE DISEÑO DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR.

Para el análisis y la selección de un intercambiador de calor, podemos basarnos en los siguientes métodos:

- Método de la diferencia media logarítmica de la temperatura.
- Método de la efectividad-NTU
- Diseño por elementos finitos mediante programas de computación.

## 1.5 CÁMARA DE COMBUSTIÓN.

Con el propósito de elevar la temperatura del aire que ha de ocupar el intercambiador de calor para la transferencia del mismo, se adiciona una cámara de combustión, donde se quemara el gas, con el objetivo de evitar el contacto directo de las llamas del quemador y los tubos del intercambiador, de esta manera se garantiza una larga vida útil de los elementos que estén inmersos a cambios constantes de temperatura.

La cámara de combustión del gas debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Liberación de la energía del combustible en el espacio más reducido posible.
- Caída mínima de la presión a lo largo de su funcionamiento.

- Operación estabilizada y eficiente a lo largo de una amplia gama de relaciones de combustible-aire.
- Capacidad para volver a encenderse bajo cualquier circunstancia.
- Distribución correcta de la temperatura (casi uniforme).

## **1.6 NORMAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL GAS DE COMBUSTIÓN.**

- Adquiera el servicio de gas únicamente de empresas distribuidoras responsables, se debe exigir una óptima calidad del cilindro.
- Verificar que el transporte vehicular de los cilindros se haga manteniéndolos únicamente en posición vertical, así mismo evite arrastrar, rodar, deslizar y golpear los cilindros, aun en distancias cortas.
- Asegúrese que en el cilindro, el cuello protector de la válvula y demás accesorios se encuentren en buen estado, cuide permanentemente de ellos.
- Al instalar su cilindro de gas verifique que este permanezca siempre en posición vertical, sobre una base firme, protegido y no sirva de apoyo de ningún objeto. Por ningún motivo instale cilindros en lugares confinados o muy encerrados, estos deben ser instalados en sitios frescos y bien ventilados.
- Al hacer la instalación del gas verifique la presencia de fugas, con agua jabonosa y nunca con una llama.
- Mantenga alejados a los niños de estas instalaciones. Asegúrese que todas las personas del lugar de trabajo que tienen contacto con el equipo conozcan las precauciones mínimas que se deben tener.
- Solo permita que personal calificado maneje y revise sus instalaciones de gas.
- Mantenga siempre cerrada la llave del cilindro cuando no este utilizando el equipo.
- La manguera que conecta el sistema con el cilindro de gas, debe ser especial para gas, esto es, debe ser específicamente de un material que no sea poroso (no debe ser un material plástico) no sufra corrosión y sea fácil

de manipular. Recuerde que es manguera para gas y no para aire. Evite calentarla y doblarla.

- Evite calentar el cilindro exponiéndolo directamente a los rayos solares, además por ningún motivo caliente el fondo del cilindro para hacer rendir los residuos del gas cuando se acabe su contenido.
- No instale el cilindro cerca de materiales inflamables y combustibles como telas, plásticos, gasolina, alcohol, grasas, aceites, etc.

## **1.7 TABLERO DE CONTROL.**

### **1.7.1 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN.**

Con la función de controlar y minimizar las operaciones, las posibilidades de errores en el proceso y ofrecer un sistema que anuncie a través de alarmas, fallas, paradas, saturaciones de filtros, además de accionar o apagar los elementos eléctricos, es que las cabinas incluyen el tablero de control eléctrico.

Esta unidad es fundamental cuando de procesos de pintura bien conducidos se trata, cuando no se cuenta con un equipo profesional para este trabajo, el tema de control se limita a una simple inspección del proceso que obviamente no garantiza al 100 por ciento, un resultado óptimo. Vale señalar en este sentido que entre más variable sea el proceso, mayor control demandará y en el caso de la aplicación de pintura existen al menos 15 variables distintas a supervisar y si cualquiera de ellas se altera, los resultados serán adversos

### **1.7.2 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES A CONTROLAR.**

Entre sus principales características podemos mencionar las siguientes:

- Ajustar la temperatura del horno.
- Incluir un medidor inteligente de la temperatura interna con apagado automático o manual.
- Apertura de compuerta para recirculación del aire.
- Indicadores de luces.
- Interruptor de parada de emergencia.



### **1.7.3 FUNCIONAMIENTO DEL TABLERO.**

Este funciona como un sistema de información que reporta el estado de las operaciones efectuadas por la cabina, según los indicadores que interesan en un momento del proceso: reportes de parada de línea, tiempo de operación de motores, además de otros indicadores como la velocidad, temperatura, calidad del aire y de la iluminación.

Fase de secado

- 1.- Colocar el selector de trabajo en la posición de secado. Esto hace que module la compuerta de aire para reducir el caudal y aumentar la temperatura.
- 2.- Establecer el tiempo de secado deseado en el temporizador, teniendo en cuenta que la cabina tardará 8/10 minutos en ponerse a temperatura. Conectar el quemador.
- 3.- Transcurrido el tiempo seleccionado, el generador y el ventilador se paran automáticamente.

## **CAPITULO II**

# **2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA CABINA DE PINTURA**

### **2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.**

#### **2.1.1 TIPO DE CABINA**

Es indispensable saber el tipo de cabina que se va a construir, debido a que cada una de ellas presenta distintas formas de diseño.

El taller Multimarcas Moscoso cuenta con un local propio, diseñado por completo como un taller de enderezada y pintura, así, la cabina tendrá un lugar fijo y único, por eso la cabina será a ras de piso. Fig. 1.12.

#### **2.1.2 TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO**

La cabina de pintura tiene dos fases de funcionamiento:

Durante la fase de aplicación la temperatura en el interior de la cabina debe estar cercana a los 20°C.

Durante la fase de secado la temperatura máxima será de 60 °C.

#### **2.1.3 RENOVACIÓN DEL AIRE EN EL INTERIOR DE LA CABINA**

En conformación con lo prescrito por la “National Fire Protection Association”, (NFPA) y las Guías publicadas por la “American Society of heating and Refrigerating and Air Conditioning Engineers”, ambas Asociaciones de Normalización de los Estados Unidos de América, para los ambientes en los que se realicen trabajos de pintura por rociado, habrá como mínimo un cambio completo del aire por minuto.

Para nuestro caso y tomando en cuenta las pérdidas que existirán, utilizaremos un factor de recambio de 1.3

#### **2.1.4 VELOCIDAD DEL FLUJO EN DUCTOS**

La velocidad del aire en los ductos de acuerdo a las normas americanas mencionadas en el apartado anterior, no debe exceder los 12 m/s, caso contrario se producirán niveles de ruido superiores a los admisibles.

En nuestro caso, para estar dentro de la norma y para bajar los niveles de ruido, para los cálculos usaremos una velocidad en los ductos de 10 m/s.

### 2.1.5 MATERIALES

**Piso.-** Es una obra civil que la realizaremos en concreto armado, y el acabado del piso será en Baldosa, por su elegancia y facilidad de limpieza.

**Estructura.-** Tubo cuadrado (2x2") y tubo rectangular (2x4"), de acero estructural ASTM A36.

**Paneles laterales y puertas.-** Para garantizar una larga vida útil de la cabina los paneles y las puertas se fabricaran en tol galvanizado, recubiertos por pintura de color blanco.

**Aislamiento térmico.-** Espuma de Poliuretano ( $k = 0,0382 \frac{w}{m \cdot ^\circ C}$ ; e = 5cm.), para las paredes y puertas, y Espuma de Poliuretano ( $k = 0,033 \frac{w}{m \cdot ^\circ C}$ ; e = 2.5cm.) para los ductos.

**Intercambiador de calor.-** Debido a que el intercambiador de calor estará expuesto a condiciones de funcionamiento severas, lo fabricaremos en acero inoxidable.

**Iluminación.-** Los niveles de iluminación necesarios para garantizar una buena visión dentro de la cabina de pintura están dentro del rango de los 700 y 1000 lux, en el plano de pulverización.

## 2.2 DISEÑO GEOMÉTRICO Y DIMENSIONAMIENTO PREVIO DE LA CABINA.

Una cabina de pintura, geoméricamente es de forma rectangular, como es el caso del modelo CM-150 de Ciarrapico Hnos. S.A.I.C. ilustrado en la Fig. 2.1 cuyas dimensiones exteriores son: Ancho 3,7; Alto 2,5; Profundidad 6,3 m.

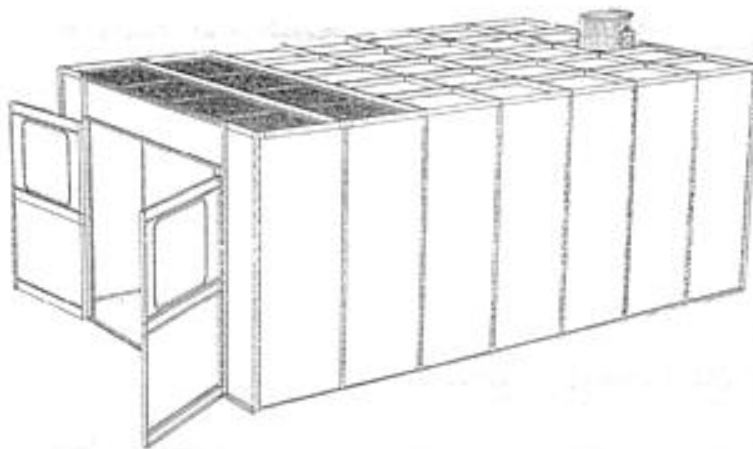


Fig. 2.1 Cabina de pintura modelo CM-150

En el taller de enderezada y pintura Moscoso, se atiende una gran variedad de marcas y modelos de vehículos, y a base de algunas mediciones tomadas a los modelos más grandes se pudo determinar que las dimensiones internas apropiadas de la cabina para este taller serán:

DIMENSIONES	MEDIDA EN METROS
Ancho	4.00
Profundidad	7.00
Altura	2.80

### 2.3 SELECCIÓN DE LOS AISLANTES TÉRMICOS Y ACÚSTICOS DE LA CABINA.

Para determinar el espesor ideal del aislamiento térmico, utilizaremos los conceptos de la transferencia de calor. Y determinaremos la temperatura interna de los paneles, la misma que no deberá ser muy baja, para evitar pérdidas de energía demasiado grandes.

Un aislante de menor espesor demandaría un menor costo de inversión, pero durante el lapso de algún tiempo, el gasto en dinero ocasionado por las pérdidas de energía superara el ahorro inicial obtenido.

Además, si ahorramos energía, evitamos quemar gas y así reducimos las emisiones perjudiciales para el medio ambiente.

#### Espuma de Poliuretano:

$$k = 0,0382 \frac{w}{m \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$e = 5\text{cm} = 0,05 \text{ m.}$$

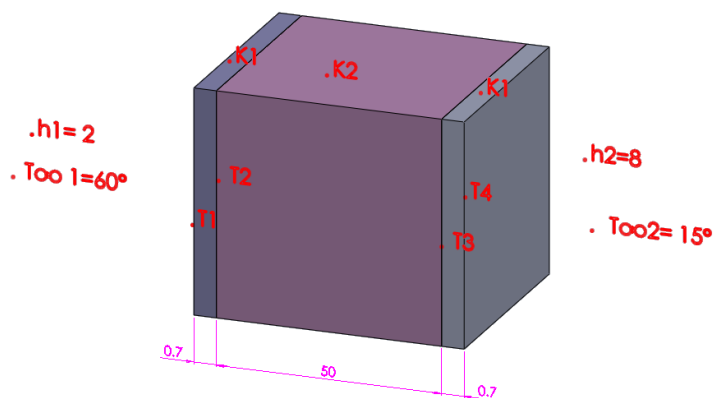
#### Tol galvanizado:

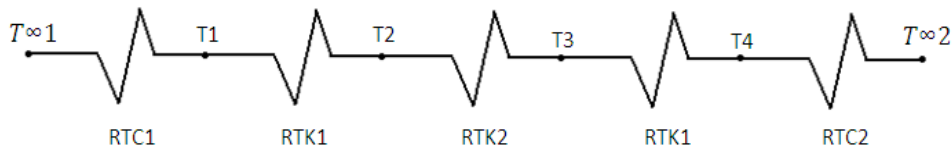
$$k = 16,3 \frac{w}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$e = 2\text{mm} = 0,002 \text{ m.}$$

#### Desarrollo:

Planteamiento de las resistencias termicas.





Determinación de cada una de las resistencias térmicas,

$$RTC1 = \frac{1}{h\infty1 A} = \frac{0,5 m^2\text{°C}}{A w}$$

$$RTK1 = \frac{e1}{K1 A} = \frac{0,0007 m}{16,3 \frac{w}{m\text{°C}} A} = \frac{0,0000429 m^2\text{°C}}{A w}$$

$$RTK2 = \frac{e2}{K2 A} = \frac{0,05 m}{0,0382 \frac{w}{m\text{°C}} A} = \frac{1,3089 m^2\text{°C}}{A w}$$

$$RTC2 = \frac{1}{h\infty2 A} = \frac{0,125 m^2\text{°C}}{A w}$$

Sumatoria de las resistencias térmicas,

$$\sum RT = RTC1 + 2RTK1 + RTK2 + RTC2 = \frac{1,933986 m^2\text{°C}}{A w}$$

$$q = \frac{T\infty1 - T\infty2}{\sum RT} = \frac{(60 - 15)\text{°C}}{\frac{1,933986 m^2\text{°C}}{A w}}$$

Determinación de la cantidad de calor que se transfiere por unidad de área,

$$\therefore \frac{q}{A} = 23,268 \frac{w}{m^2}$$

$$q = \frac{T\infty1 - T1}{RTC1} = \frac{(60 - T1)}{\frac{0,5}{A}}$$

De este modo hallamos la temperatura que se esperaría obtener en las paredes internas de la cabina.

$$T1 = 60 - 0,5 \frac{q}{A}$$

$$\mathbf{T1 = 48,36\text{°C}}$$

Como podemos apreciar, la temperatura de las paredes internas de la cabina esta tan solo 11,64°C por debajo de la temperatura de secado, este valor es muy aceptable en términos de pérdida de energía.

Con un aislamiento térmico de 2,5 cm de espesor, la temperatura de la pared interna de la cabina seria de 40 °C.

Flujo de calor perdido en las paredes de la cabina, lo calculamos en base a el área de las mismas.

El área de las paredes es igual al perímetro de la cabina por la altura, entonces:

$$A = h * (2l + 2a)$$

$$A = 2.95 * (2 * 7 + 2 * 4)$$

$$A = 64.9 \text{ m}^2$$

$$\therefore \frac{q}{A} = 23,268 \frac{w}{m^2}$$

$$q_c = 23.268 * 64.9$$

$$q_c = 1510.1 \text{ w}$$

## **2.4 MODELADO COMPUTACIONAL DE LA CABINA.**

Para modelar la cabina utilizamos el programa SolidWorks 2008.

**Fosa.-** La fosa es una obra civil y dará soporte a toda la estructura y a la rejilla de salida de los gases, de esta manera y con las dimensiones prescritas la fosa toma la forma de la fig. 2.2 y fig. 2.3.

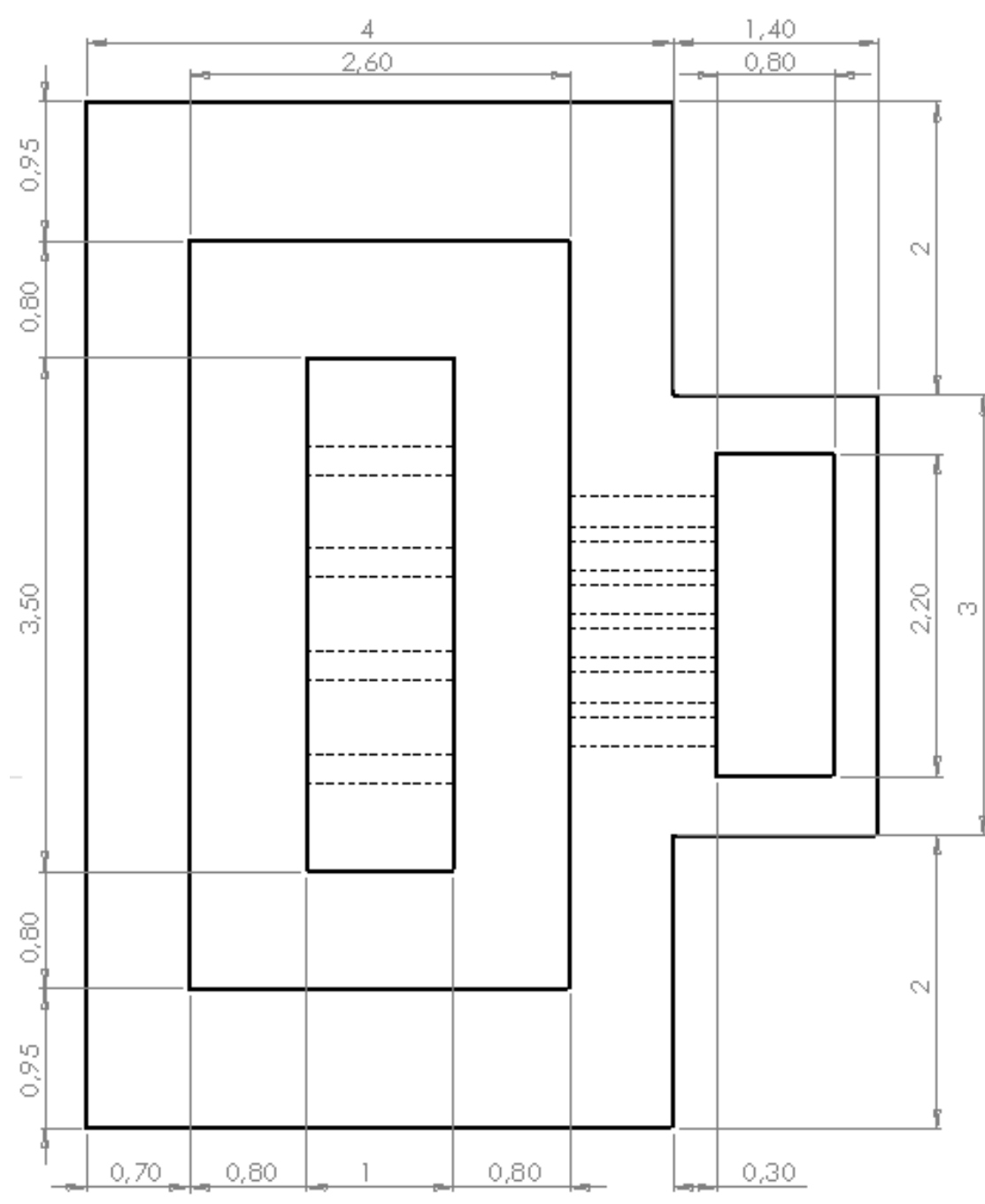


Fig. 2.2 Vista superior de la Fosa

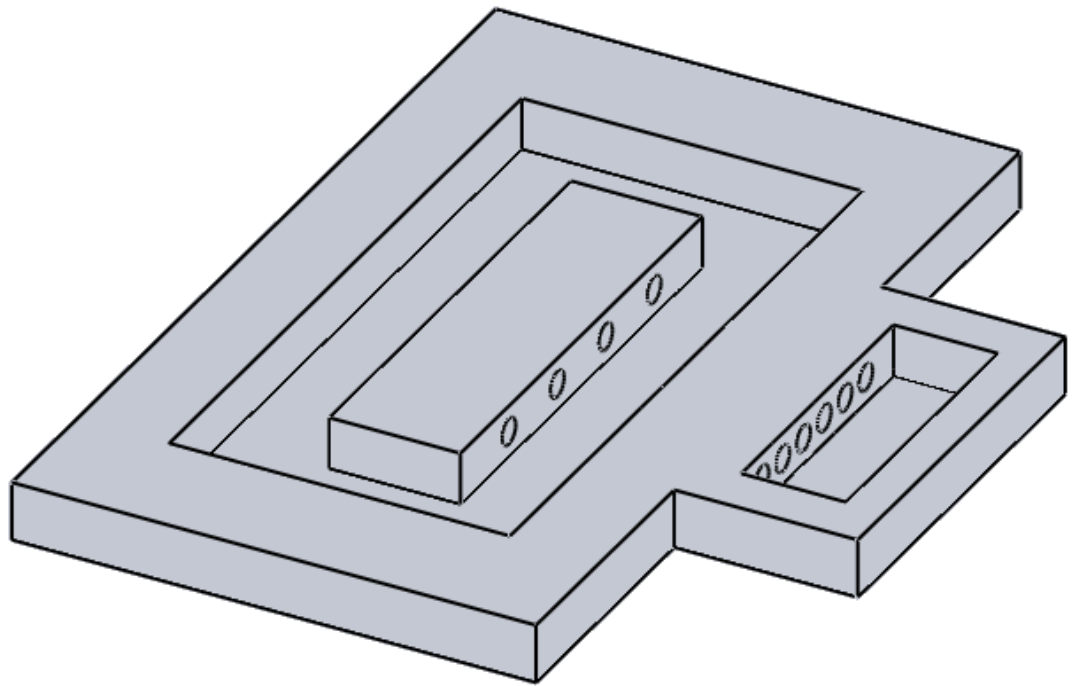


Fig. 2.3 Vista en 3D de la fosa.

**Estructura.-** Es la columna vertebral de la cabina, dará soporte a los paneles laterales, las puertas, el techo, el ducto de entrada de aire y las luces.

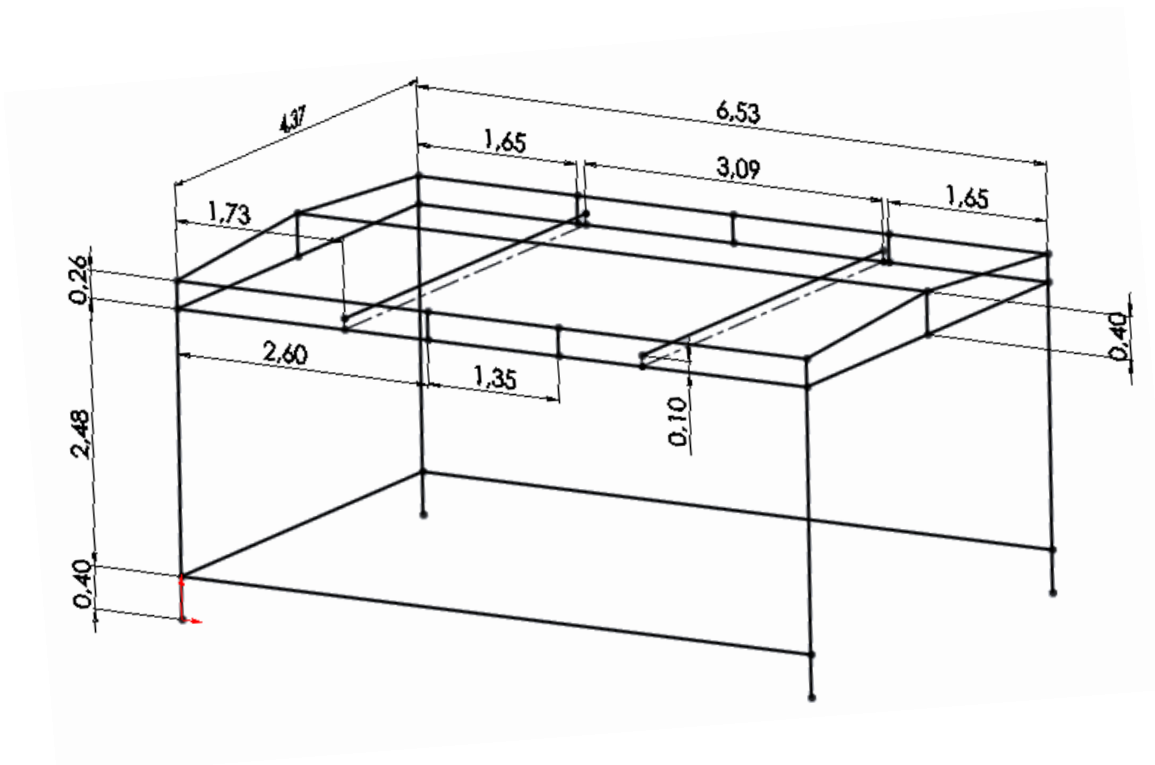


Fig. 2.4 Croquis 3D de la estructura



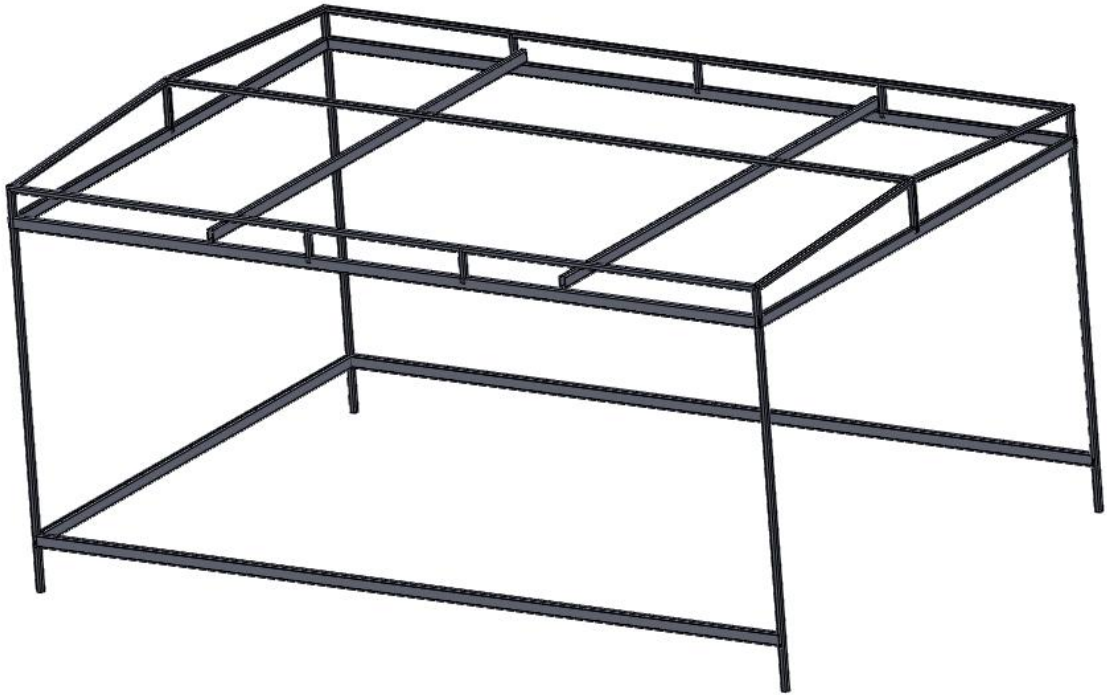


Fig. 2.5 Vista en 3D de la estructura.

**Paneles laterales.-** Serán las paredes de la cabina, permitirán un sello hermético, y además en su interior llevarán el material de aislamiento térmico. Los lados del panel permiten el ensamblaje entre paneles, para facilitar el montaje y la instalación,



Fig.2.6 Vista superior del panel

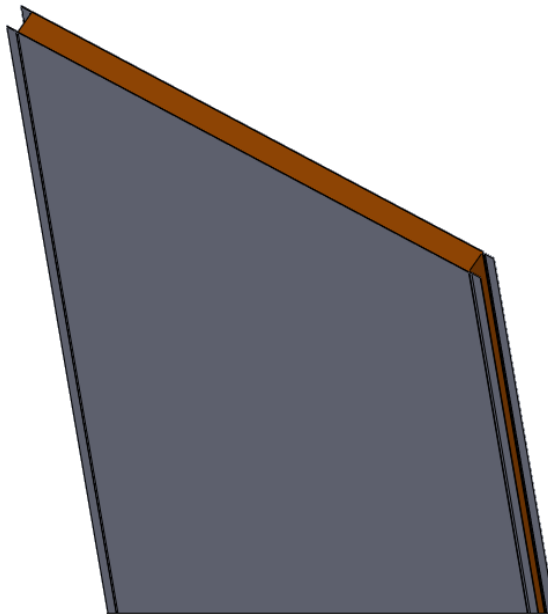


Fig. 2.7 Sección del panel lateral en 3D.

La estructura está diseñada de tal manera que cuatro paneles encajan exactamente a lo ancho, y de la misma manera seis paneles a lo largo.

Ducto de entrada de aire.- Esta diseñado de acuerdo a las necesidades del caudal de aire y de la velocidad permitida en el ducto.

Para determinar el área transversal mínima del ducto de entrada del aire, primero debemos calcular el caudal de aire inyectado al interior de la cabina, para lo cual empleamos las dimensiones internas de la cabina y las renovaciones de aire que deben efectuarse para garantizar un buen trabajo y brindar seguridad a los operarios.

**Datos:**

Dimensiones internas de la cabina:

Ancho: 4 m.

Largo: 7 m.

Alto: 2,85 m.

Renovación del aire: 1.3 veces por minuto.

Velocidad del aire máxima en ductos: 10 m/s

**Desarrollo:**

Calculamos el volumen de la cámara,

$$V = L \times A \times h = 7 \times 4 \times 2,85 = 80 \text{ m}^3$$

Hallamos el caudal, multiplicando el volumen por las renovaciones de aire,

$$Q = V \times \#r = 80 \text{ m}^3 \times 1.3 \frac{\text{veces}}{\text{min.}}$$

$$Q = 104 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 1.73 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 6240 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

De acuerdo a la fig. 2.26, para un Q de  $1,73 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$  y una velocidad de flujo de 10 m/s, el diámetro hidráulico es de 500 mm.

Por lo tanto el área del ducto hallada por cálculos sería  $0,2 \text{ m}^2$

Como el ducto es rectangular y conocido el ancho del mismo (1 m), podemos calcular la altura mínima que debe tener el ducto.

$$0,2 \text{ m}^2 = 1 \text{ m} \times h$$

$$h = \frac{0,2 \text{ m}^2}{1 \text{ m}} = 0,2 \text{ m}$$

## **2.5 DISEÑO MECÁNICO Y ESTRUCTURAL DE LA CABINA MEDIANTE COSMOSWORKS.**

Para el diseño estructural de la cabina, es de vital importancia tomar en cuenta todas y cada una de las cargas que esta va a soportar, incluido el peso de sí misma, por eso empezamos ubicando en la estructura el tipo de material, las restricciones de movimiento, y la fuerza de gravedad.

Ahora empezamos a colocar todas las cargas provocadas por los elementos y accesorios, así como el ducto de entrada del aire, el techo inferior y superior.

Para determinar el valor de la fuerza, calculamos el área total del ducto, que en nuestro caso es de  $13,55 \text{ m}^2$ , y nos da un peso de 108,4 kg. Y para el techo inferior se estima un peso total de 100 kg. Repartidos en un tramo total de 8.84 m de tubo.

La suma total de peso es 208,4 kg; que expresado en Newton nos da un total de 2044,4 N.

La Carga la expresaremos en función de los metros de tubo por lo que el valor que utilizaremos será 231,3 N/m.

El techo superior se reparte sobre toda la estructura, en total 29,04 m de tubo, y cubre una área de  $28,8 \text{ m}^2$  que resulta en un peso de 110 kg (1079,1 N).

La carga la expresamos en función de los metros de tubo por lo que el valor que utilizaremos será 37,16 N/m.

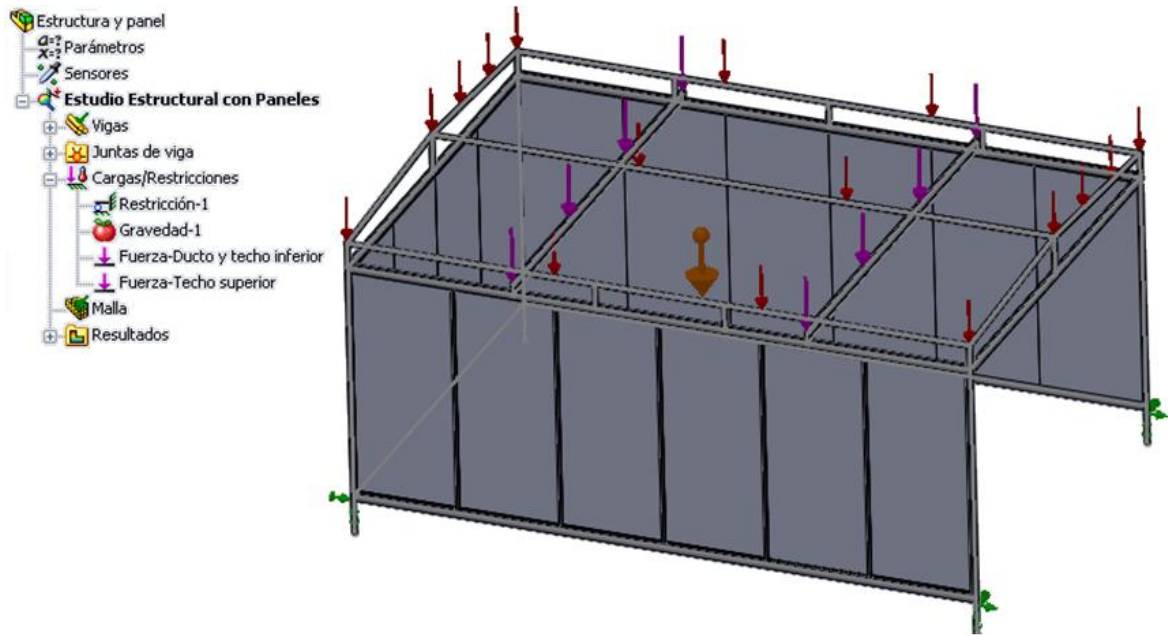


Fig. 2.8. Análisis estructural con los paneles ensamblados, aplicando todas las cargas.

**NOTA:** Los paneles laterales por la forma de diseño y de ensamblaje, serán paredes de soporte y por tal motivo no se consideran como cargas sino como parte estructural de la cabina.

## RESULTADOS:

Nombre de modelo: Estructura y panel  
Nombre de estudio: Estudio Estructural con Paneles  
Tipo de resultado: Tensión en el peor caso Tensiones1  
Escala de deformación: 143.646

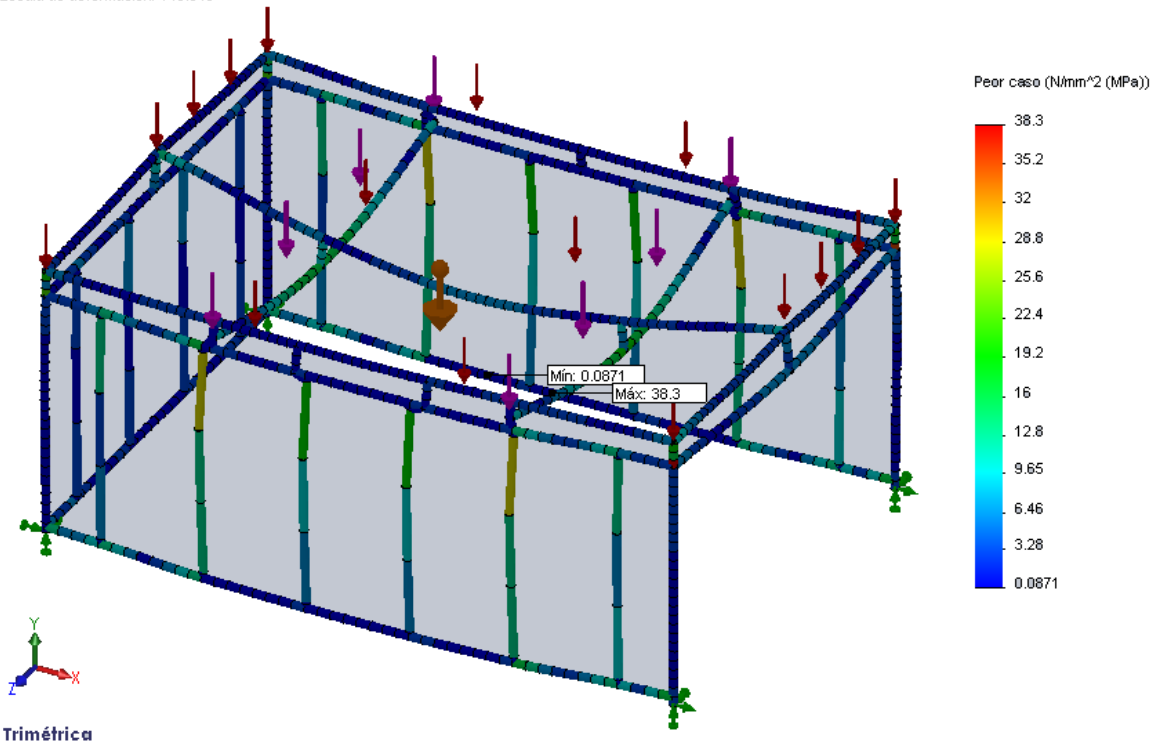


Fig. 2.9. Resultado de tensiones en el peor de los casos.

Utilizando como variable las tensiones provocadas por las cargas, en el peor de los casos como indica la figura 2.9; la tensión máxima es de 38.3 MPa.

El siguiente paso es determinar el factor de seguridad de nuestro diseño, y se obtiene el siguiente resultado.

Nombre de modelo: Estructura y panel  
 Nombre de estudio: Estudio Estructural con Paneles  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín. = 6.5

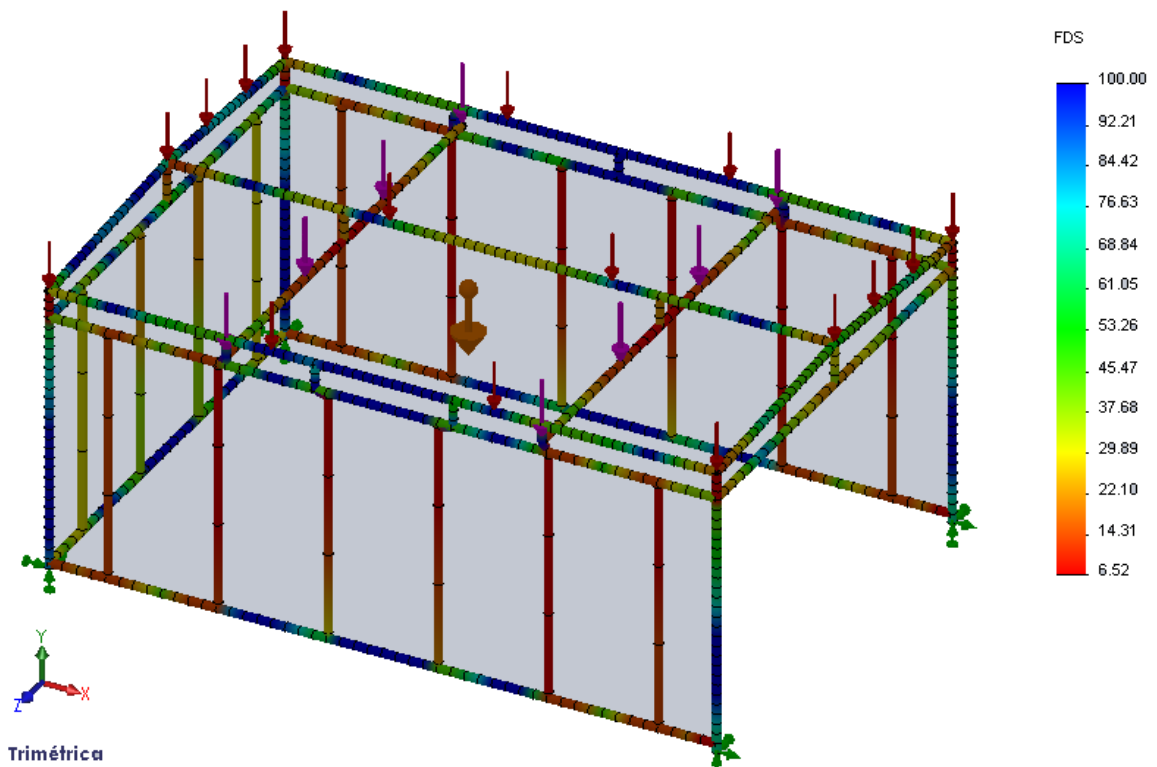


Fig. 2.10 Factor de seguridad

Material

Elija el origen del material

- Material de SolidWorks
- Personalizado
- Biblioteca Centor
- Desde archivos de biblioteca
  - cosmos materials
  - AISI 4340 Steel, nor
  - AISI Type 316L stai
  - AISI Type A2 Tool S
  - ASTM A36 Steel**
  - Alloy Steel (SS)
  - Cast Alloy Steel
  - Cast Carbon Steel (S
  - Cast Stainless Steel
  - Chrome Stainless St
  - Galvanized Steel
  - Plain Carbon Steel
  - Stainless Steel (ferrit
  - Wrought Stainless S
  - Aluminium Alloys (85
  - Copper Alloys (19)

Propiedades Tablas y curvas Curvas S-N de fatiga

Propiedades de material

Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal

Unidades: SI  N/mm<sup>2</sup>(MPa)

Categoría:

Nombre: ASTM A36 Steel

Descripción:

Propiedad	Descripción	Valor	Unidades	Dependencia de
EX	Módulo elástico	200000	N/mm <sup>2</sup>	Constante
NUXY	Coefficiente de Poissc	0.26	NA	Constante
GXY	Módulo cortante	79300	N/mm <sup>2</sup>	Constante
DENS	Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>	Constante
SIGXT	Límite de tracción	400	N/mm <sup>2</sup>	Constante
SIGXC	Límite de compresión		N/mm <sup>2</sup>	Constante
SIGYLD	Límite elástico	250	N/mm <sup>2</sup>	Constante
ALPX	Coefficiente de dilatac		/Kelvin	Constante
KX	Conductividad térmic.		W/(m.K)	Constante
C	Calor específico		J/(kg.K)	Constante

Fig. 2.11 Propiedades del acero ASTM A36

## ANÁLISIS DE LAS DEFORMACIONES.

Otro parámetro de diseño son las deformaciones máximas admisibles tal como lo muestra la figura 2.12, en este análisis podemos apreciar los desplazamientos provocados por todas las fuerzas aplicadas a la estructura de la cabina, y se muestra de color rojo el punto de mayor deformación.

Para el diseño adicionaremos dos eslabones más que den soporte al tubo superior.

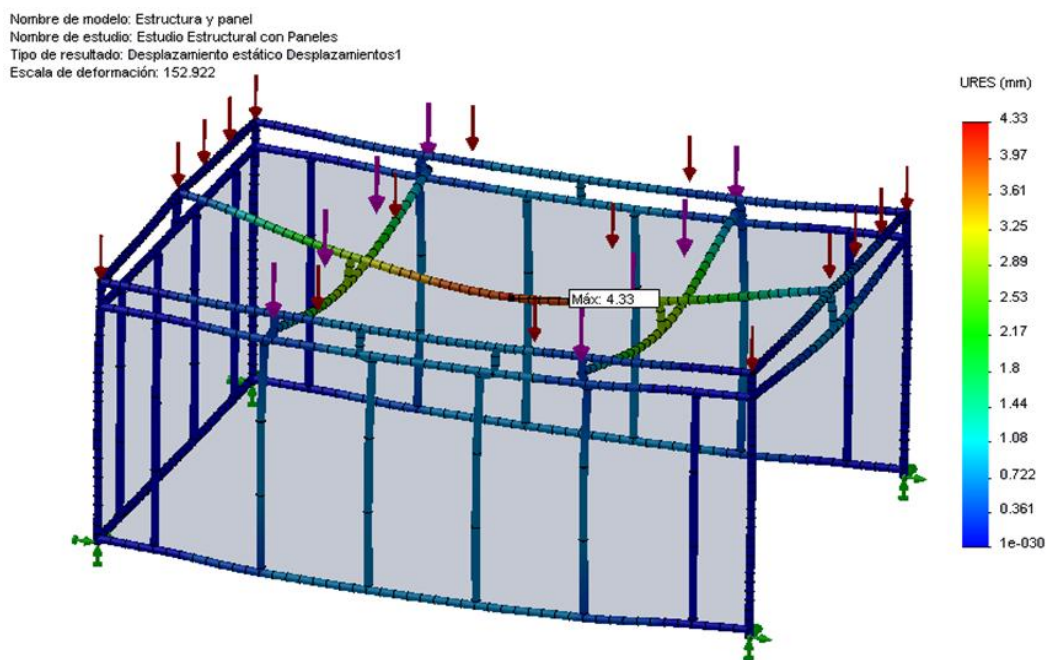


Fig. 2.12 Análisis de las deformaciones.

Tal como lo muestra la figura anterior, se obtiene un desplazamiento máximo de 4.33 mm. El mismo que podría ser despreciable, en un tubo de 7m. de largo, y además hay que tomar en cuenta que la cabina no soportara más peso de lo establecido, al estar debajo de una cubierta, no soportara los estragos del clima como lluvia, ceniza o granizo.

## ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD.

El factor de seguridad es un parámetro que indica, si un elemento estará en la capacidad de soportar todas las cargas que en él se apliquen, en un determinado grado de confiabilidad.

Un factor de seguridad muy bajo, indicaría que el diseño está al límite, a punto de colapsar, la estructura podría fallar en cualquier momento, y se crea una

incertidumbre. En este caso es imposible dar una garantía del diseño, y el mismo no se podría llevar a cabo.

Un elevado factor de seguridad, nos indica que el diseño está sobredimensionado, que en otras palabras significaría un gasto innecesario de recursos.

Para brindar una garantía del diseño, en términos del factor de seguridad, este debe ser mínimo de 2, y para no excedernos en los gastos, no debería ser mayor a 3.

Los resultados de los estudios en el apartado anterior nos da como resultado un factor de seguridad de 6.5, lo que nos indica que el diseño planteado de esta manera esta sobredimensionado.

Para no incurrir en gastos innecesarios, y para dar una solución técnica, probaremos otro diseño, en el cual formaremos el cuerpo estructural únicamente con los paneles laterales, y adicionalmente diseñaremos refuerzos para los mismos, con el propósito de aumentar la rigidez de toda la cabina.

## **2.6 DISEÑO MECÁNICO DE LA CABINA CON PAREDES ENSAMBLADAS Y REFUERZOS MEDIANTE COSMOSWORKS.**

Empezamos por modelar la cabina completa, ensamblando los paneles laterales, con sus respectivos refuerzos y las puertas.



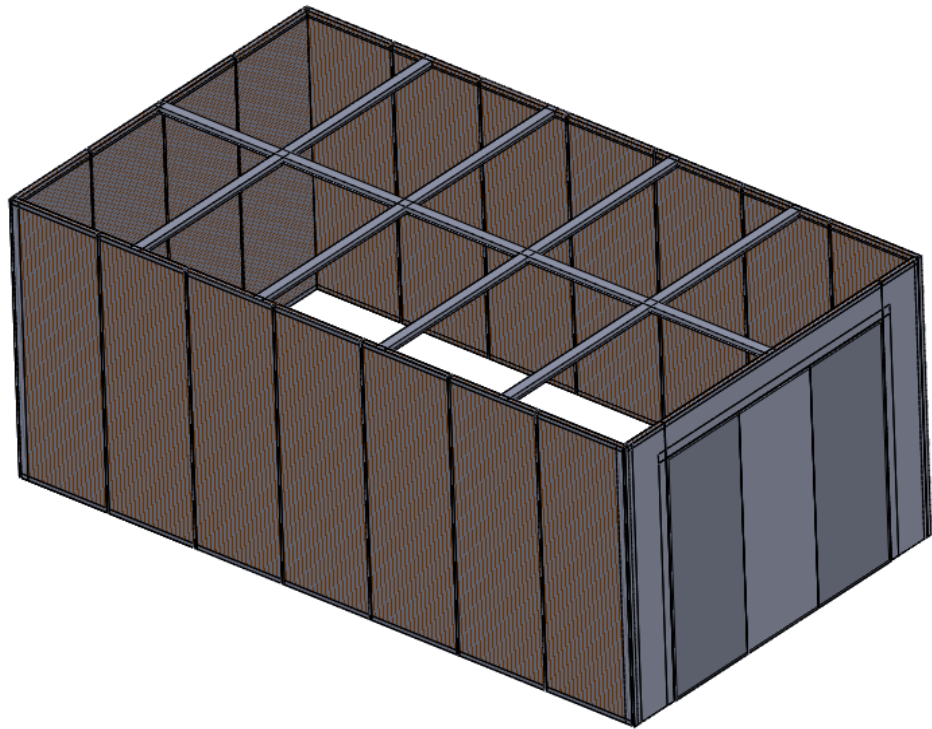


Fig. 2.13 Ensamblaje de la cabina usando únicamente paneles laterales, con sus puertas.

Ahora, determinamos el valor de todas las cargas aplicadas alrededor de toda la cabina, correspondientes a los techos superior e inferior, y le adicionamos el peso promedio de una persona (70 kg.) que se aplicaran en 45 metros de refuerzos.

Peso del techo superior: 250 kg = 2452.5 N.

Peso del techo inferior: 180 Kg = 1765.8 N.

Resultado: 500 kg = 4905 N.

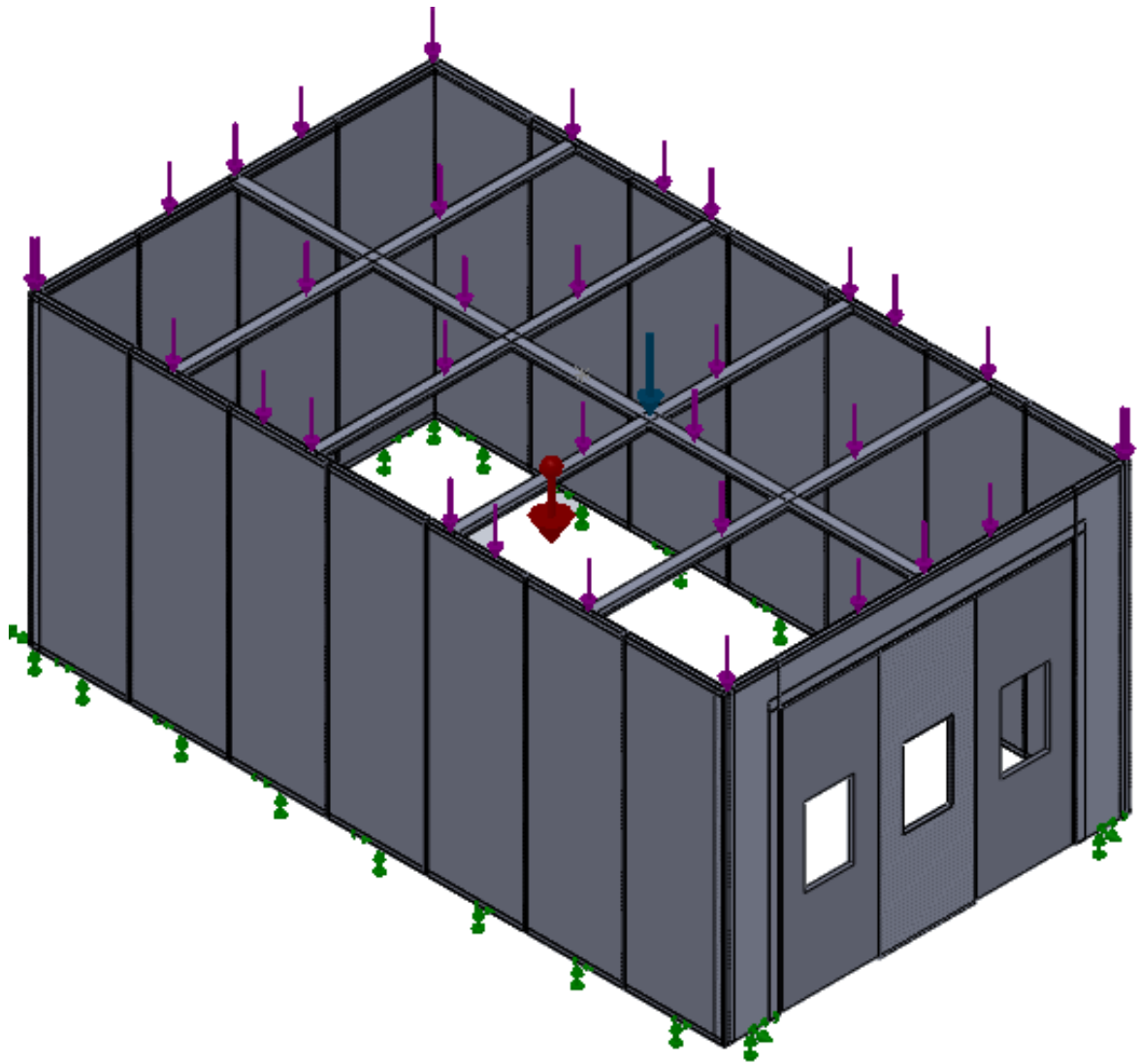


Fig. 2.14 Cargas aplicadas a la cabina

## RESULTADO:

Nombre de modelo: Ensamblaje de cabina con puertas  
Nombre de estudio: Estudio Mecanico Estatico  
Tipo de resultado: Tensión en el peor caso Tensiones1  
Escala de deformación: 63.5494

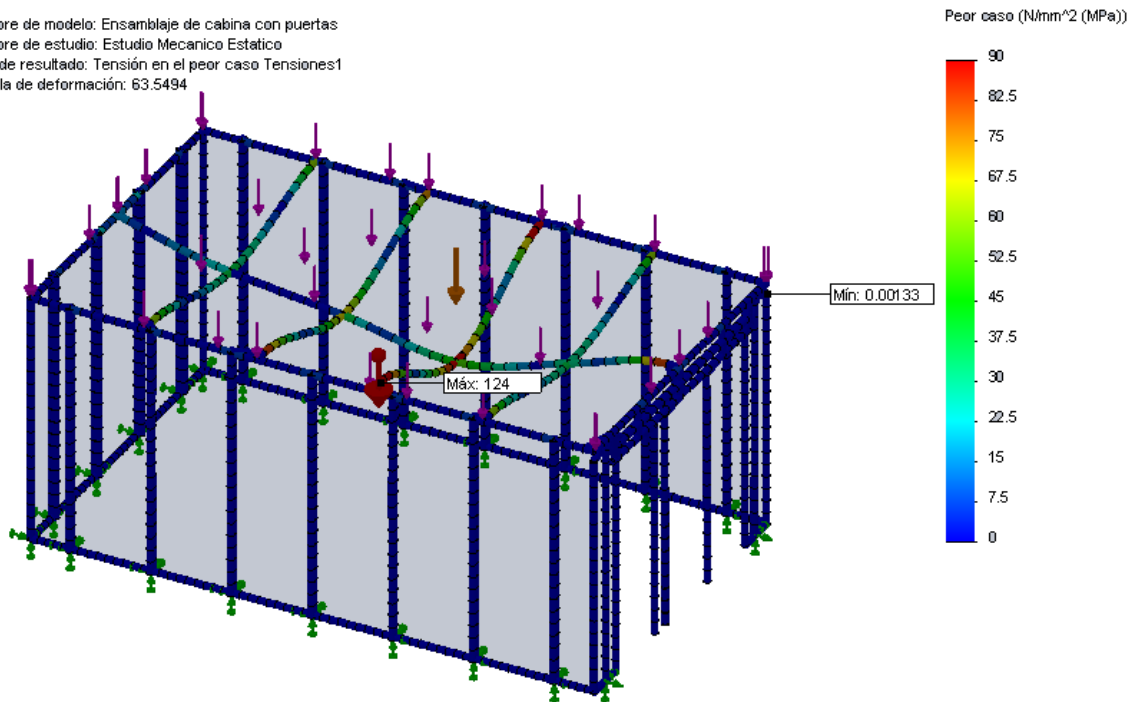


Fig. 2.15 Tensiones resultantes debido a las cargas existentes.

### ANÁLISIS DEL RESULTADO:

Como muestra la Figura 2.15 la tensión máxima que debe soportar el material de refuerzo es de 124 MPa.

En la figura 2.17 El límite elástico del tol galvanizado es de 203 MPa.

Con estos datos podemos determinar que el factor de seguridad es de 1,6, que como ya explicamos en el análisis del factor de seguridad, cumple los requerimientos que nos planteamos para el diseño.

Nombre de modelo: Ensamblaje de cabina con puertas  
 Nombre de estudio: Estudio Mecanico Estatico  
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
 Criterio: Automático  
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín. = 1.6

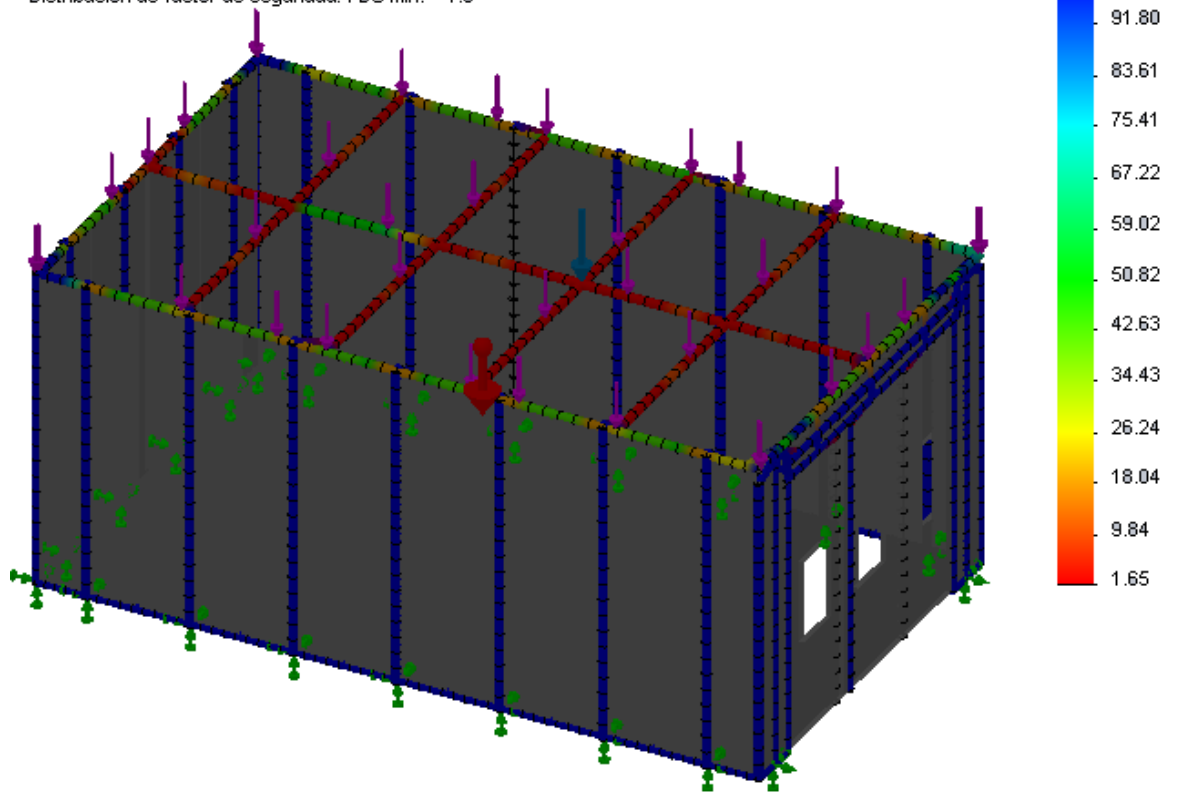


Fig. 2.16 Factor de seguridad

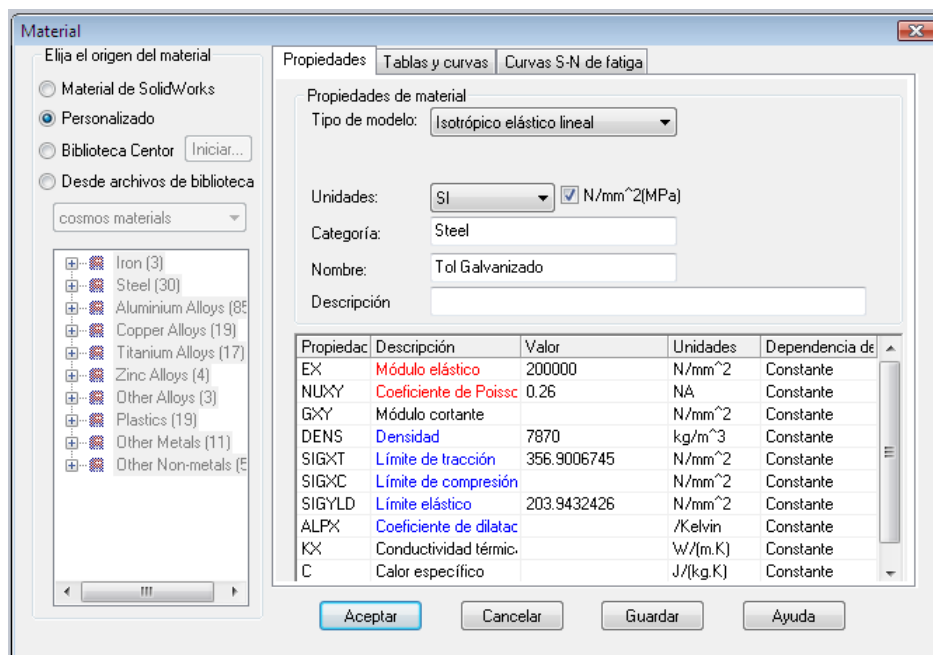


Fig. 2.17 Propiedades del Tol Galvanizado.

## ESTUDIO DE LOS DESPLAZAMIENTOS:

Nombre de modelo: Ensamblaje de cabina con puertas  
Nombre de estudio: Estudio Mecánico Estático  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1  
Escala de deformación: 63.5494

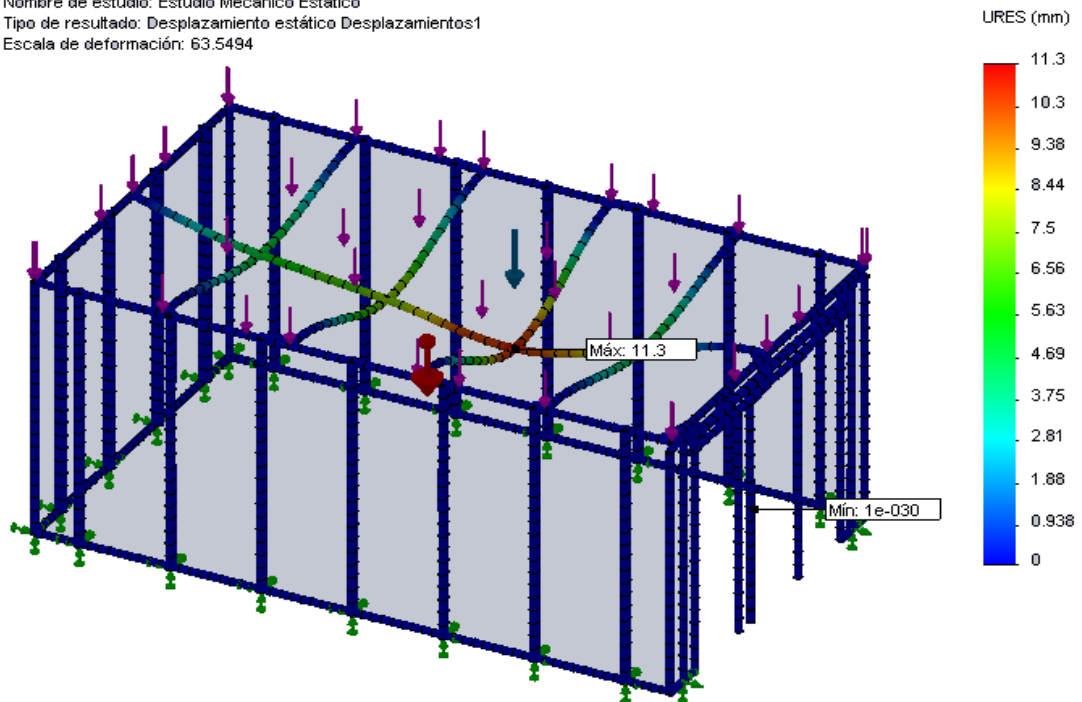


Fig. 2.18 Desplazamiento resultante debido a las cargas aplicadas.

### RESULTADO:

Como indica la figura 2.18 El desplazamiento resultante en el refuerzo principal es de 11,3 milímetros, que comparado a la altura total de la cabina de 3.10 metros, es un valor insignificante, además hay que tener en cuenta que para el estudio se estableció un peso extra, tanto en el techo como en las puertas.

## 2.7 DISEÑO TÉRMICO Y DE TRANSFERENCIA DE CALOR DE LA CABINA MEDIANTE FLOWORKS

Para el estudio térmico y de transferencia de calor, utilizamos un ensamblaje simplificado de la cabina, esto quiere decir que no ocuparemos los paneles laterales ni las puertas para formar las paredes de la cabina, sino que modelaremos las paredes como si fueran una sola pieza. Tal como se indica en la figura 2.19. Nótese también que se ha cambiado la transparencia de los elementos para visualizar los componentes internos y lo que sucederá dentro de la cabina.

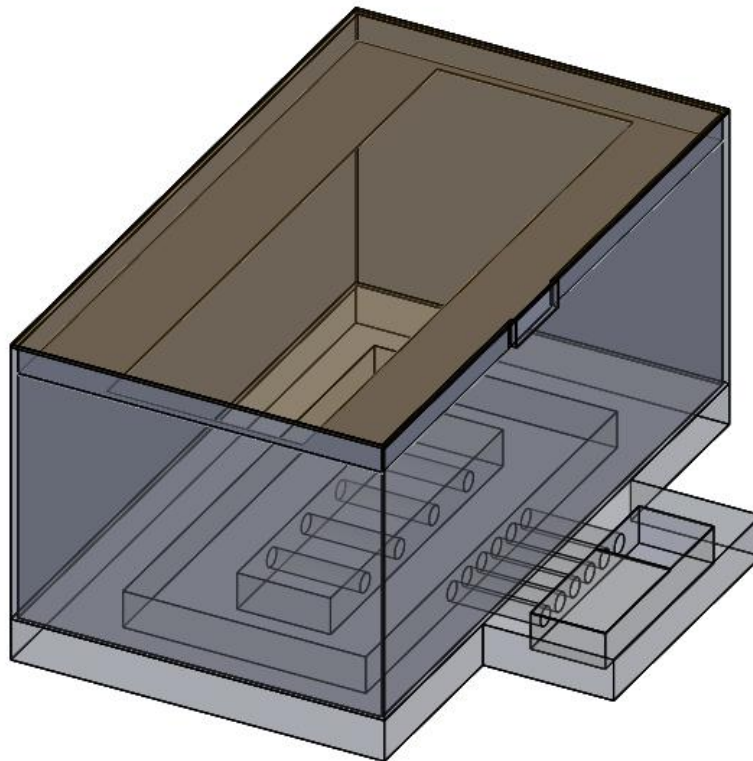


Fig. 2.19. Modelado simplificado de la cabina.

Una vez completado el modelado de la cabina, debemos crear un proyecto en Cosmos Floworks, donde indicaremos, el tipo de fluido que utilizaremos, en nuestro caso únicamente aire, el material solido que utilizaremos como predefinido, condiciones de frontera, entre otros.

**Las condiciones iniciales** serán las proporcionadas en la fase de secado, ya que en la fase de la aplicación de pintura la haremos a temperatura ambiente, donde habrá un flujo constante de aire pero no habrá transferencia de calor.

Temperatura de entrada: ambiental (15°C)

Renovación de aire en el interior de la cabina: 1.3 veces por minuto\*

Velocidad del aire máxima =10 m/s\*

### CÁLCULOS

Volumen de la cabina  $V = 80 \text{ m}^3$

Caudal  $Q = 104 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 1.73 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 6240 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

Perdidas de presión

En ducto  $HL = 2.5 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \times 8 \text{ m} = 20 \text{ Pa}$

En los filtros 100 Pa

Perdidas Dinámicas HL=75.83 Pa

Total  $HL = (20 + 100 + 75.83) \times 1.1 = 215.4 Pa$

\*Asociaciones de Normalización de los Estados Unidos de América

Tipo: Flujo volumétrico de entrada

Presión de entrada: 101500 Pa.

Tipo de flujo: Uniforme

De la misma manera, definimos los parámetros en la tapa de salida del aire caliente, que son las condiciones de presión y temperatura ambiental.

Definimos el material de los sólidos, creamos la malla, y ejecutamos, al cabo de 9 horas se presenta un cuadro de dialogo como el que muestra la figura 2.20 que nos indica que los cálculos han finalizado.

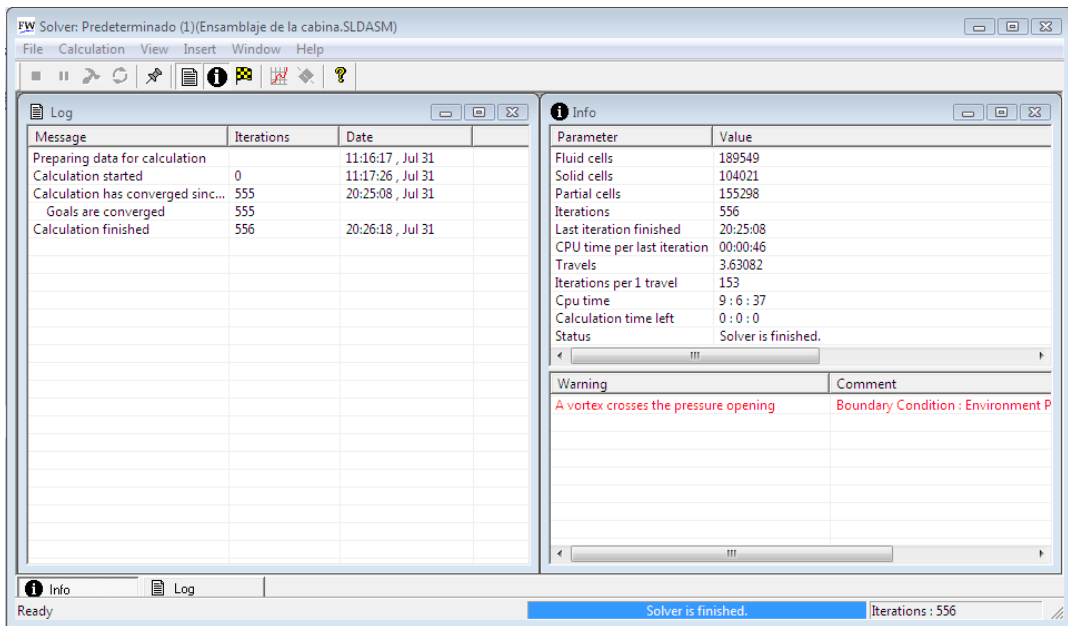


Fig. 2.20 Cuadro de estado, en el proceso de cálculo.

El estudio del fluido mediante floworks, nos permite analizar el comportamiento del aire desde diferentes perspectivas, y arroja resultados de temperatura, velocidad, presión, etc.

## Estudio de Velocidad del flujo.

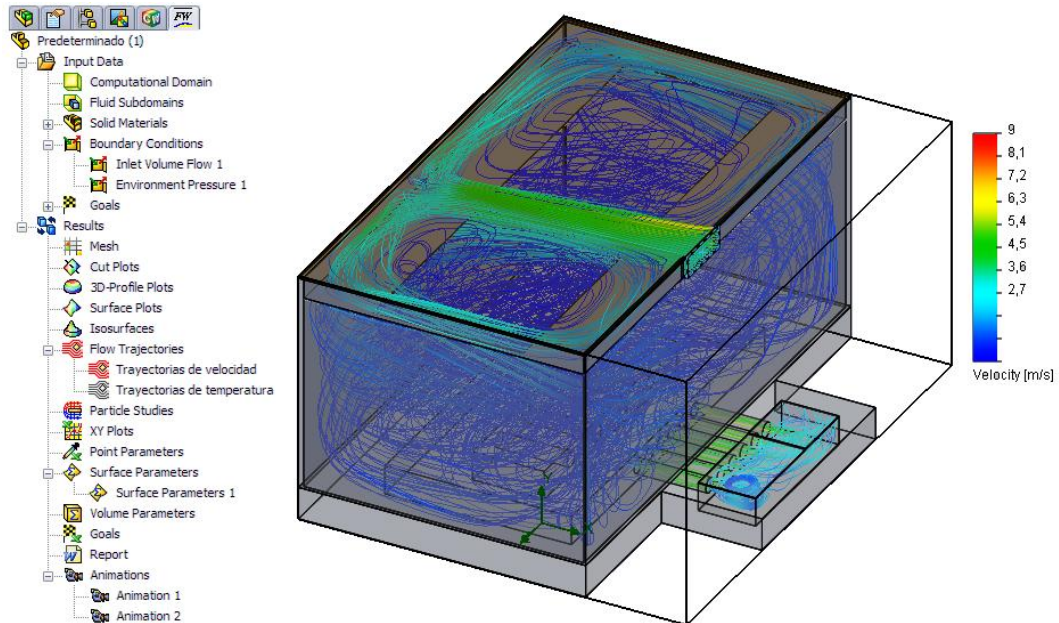


Fig. 2.21. Trayectorias de velocidad.

El presente estudio tiene por objetivo determinar si nuestro diseño cumple con las normas internacionales que fijan un valor máximo a la velocidad del flujo en ductos.

Las Normas internacionales determinan que la velocidad máxima en ductos es de 12 m/s, nuestro diseño cumple esta norma, ya que la velocidad máxima en los ductos es de 8.595 m/s, tal como se indica en la tabla de la figura 2.20.

Min/Max Table		
Parameter	Minimum	Maximum
Pressure [Pa]	101315	101393
Temperature [K]	293.197	338.005
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	1.04437	1.20371
Velocity [m/s]	0	8.59501
X-velocity [m/s]	-7.16938	6.41893
Y-velocity [m/s]	-3.65692	3.59788
Z-velocity [m/s]	-3.57447	7.45088
Mach Number [ ]	0	0.02334
Heat Transfer Coefficient [W/m <sup>2</sup> /K]	3.11297e-009	12.062
Shear Stress [Pa]	8.94274e-011	1.45338
Surface Heat Flux [W/m <sup>2</sup> ]	-143.915	254.671
Air Mass Fraction [ ]	1	1
Air Volume Fraction [ ]	1	1
Fluid Temperature [K]	293.197	338.005
Solid Temperature [K]	309.231	338.005

Fig. 2.22. Tabla de valores mínimos y máximos de algunos parámetros del fluido. El presente estudio nos permitió observar que el flujo de aire recorre innecesariamente el espacio posterior entre los techos superior e inferior, por lo



que decidimos cubrir ese espacio para que el flujo de aire pase directamente al área de los filtros.

Completando los cambios en el diseño, se deben repetir los cálculos, de esta manera las trayectorias de velocidad son las siguientes:

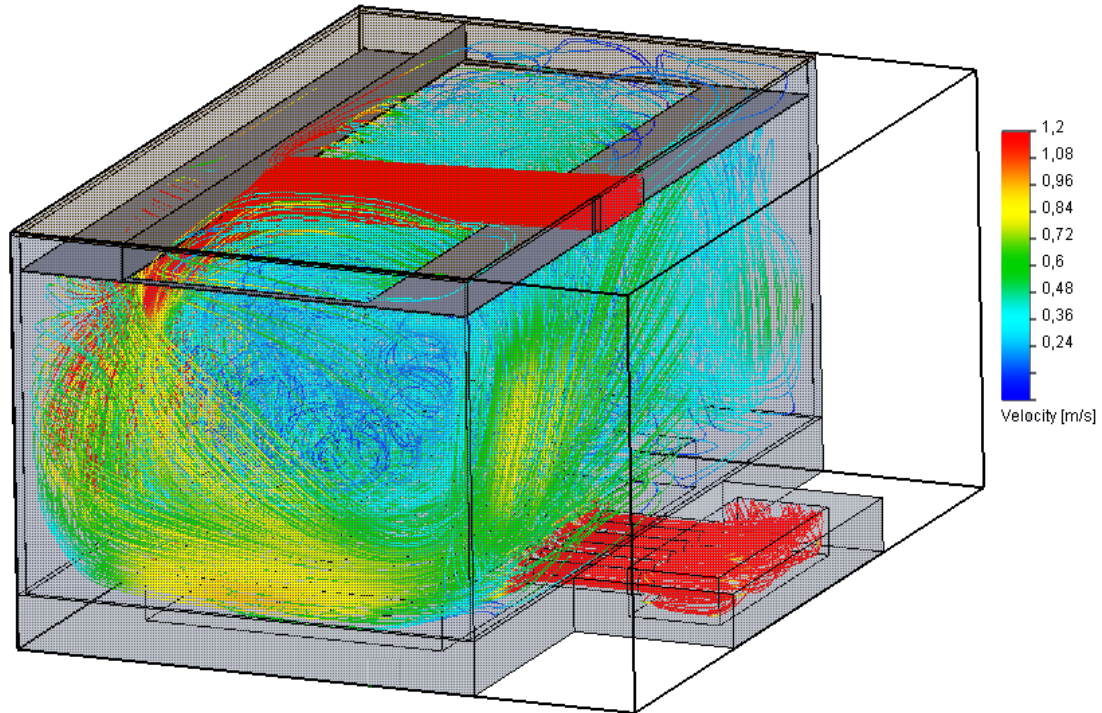


Fig. 2.23 Trayectorias de velocidad con la cubierta entre techos.

Para obtener la figura 2.23, se ha reducido la escala de velocidad, tomando como referencia una velocidad máxima de 1.2 m/s. de este modo cualquier velocidad superior se teñirá de un color rojo fuerte.

Tomando todos estos aspectos en cuenta se puede observar que la velocidad máxima se encuentra en la entrada y la salida de aire, mientras que en el área de trabajo la velocidad del aire estará por debajo de 1 m/s, que para la etapa de aplicación de la pintura es lo más óptimo.

### Estudio Térmico

El presente estudio nos permite observar la distribución de la temperatura en el interior de la cabina, en este punto verificaremos la eficiencia del aislamiento térmico seleccionado, en nuestro caso utilizamos polystyrene expandido de 5 cm. De espesor cubierto por dos laminas de tol, para así conformar los paneles laterales.

Parámetros de entrada del aire:

Tipo: Flujo volumétrico de entrada

Cantidad:  $0.9 \text{ m}^3/\text{s}$  ; La mitad del flujo en la fase de pintado, ya que se enciende un solo ventilador.

Temperatura de entrada: 323.1 K

Presión de entrada: 101500 Pa.

Tipo de flujo: Uniforme

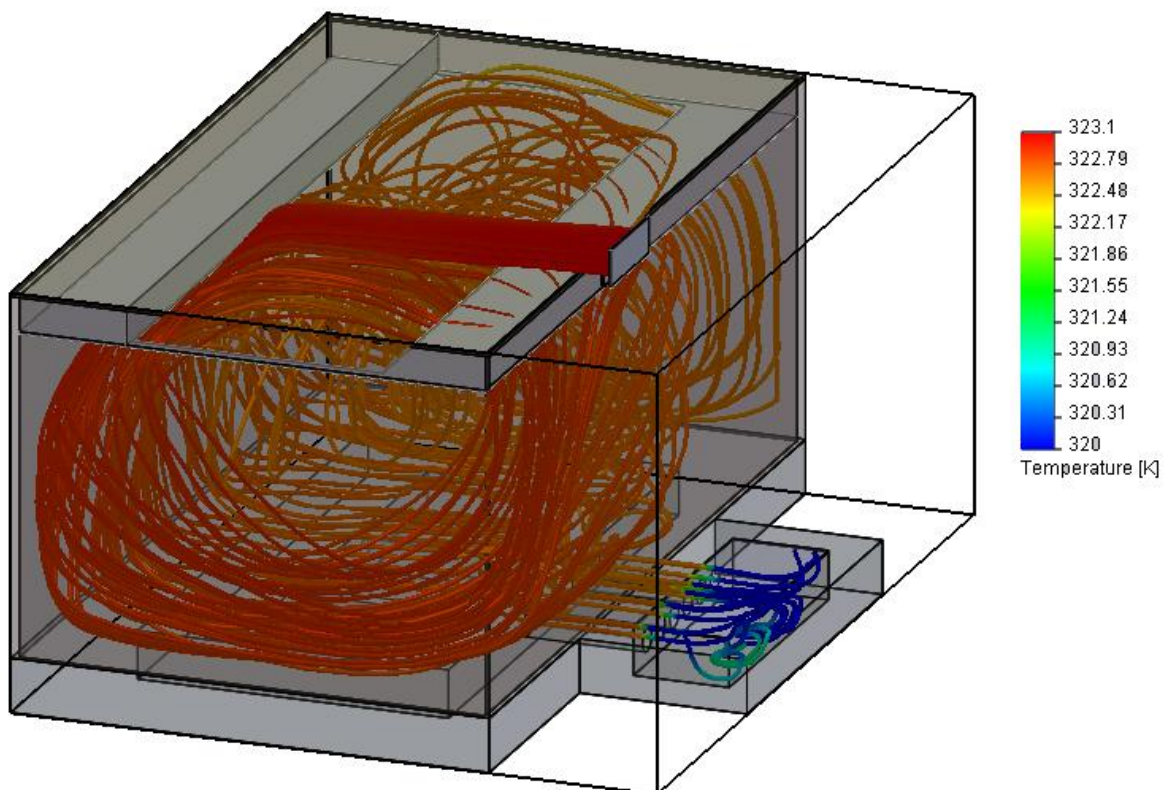


Fig. 2.24. Trayectorias de la distribución de la temperatura.

Para la determinación de las trayectorias de temperatura, se estableció un rango de temperatura de  $1^\circ\text{C}$ , tal como muestra la figura 2.24, donde, podemos observar que el fluido estará más caliente a la entrada, entre el espacio que se encuentra entre el techo superior e inferior, rondando los  $65^\circ\text{C}$ .

En el área útil de trabajo se observa que la temperatura tiene una variación de  $0.6^\circ\text{C}$ , de esta manera, la temperatura se estima se mantendrá uniforme alrededor de los  $64^\circ\text{C}$ .

## 2.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.

El sistema de ventilación debe garantizar un flujo constante de aire, cumplir con las renovaciones de aire especificadas, y evitar caídas de presión no programadas.

### Ducto de entrada

Debe ser de una forma muy compacta y funcional, para lo cual, formaremos un solo elemento con el intercambiador de calor y los ventiladores. Fig. 2.25

El ingreso de aire estará a una altura de 3 metros, para evitar la absorción del polvo que pueda asentarse sobre el piso, el soporte para los ventiladores estará en la parte baja, para facilitar la recirculación del aire, así como su instalación y revisión, y finalmente el intercambiador de calor estará en la parte media.

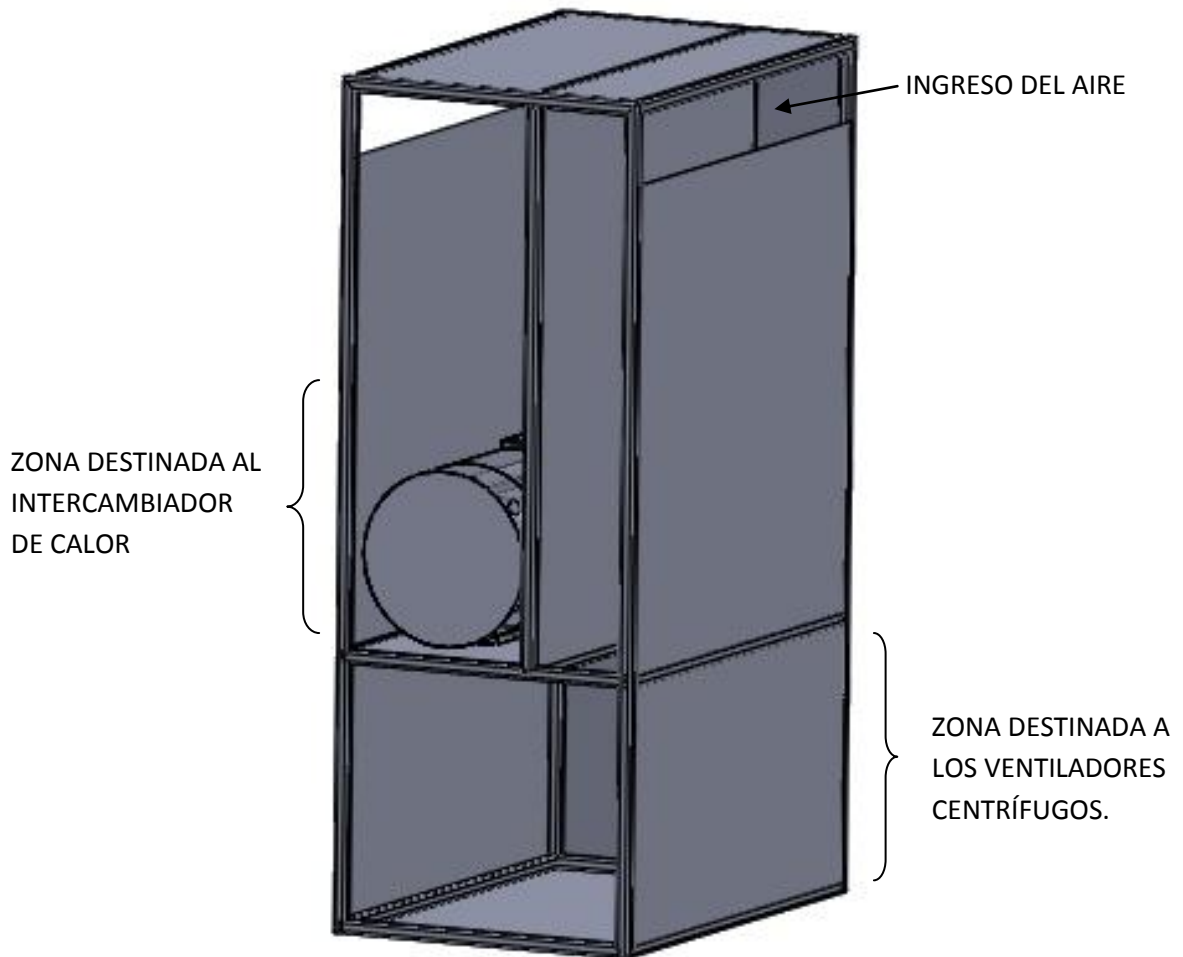


Fig. 2.25 Diseño del ducto de entrada de aire

Para garantizar durabilidad del cuerpo del ducto, este se fabricara en tol galvanizado, que ofrece gran resistencia a la corrosión, la suciedad y los diferentes factores que tendrá que soportar a la intemperie.

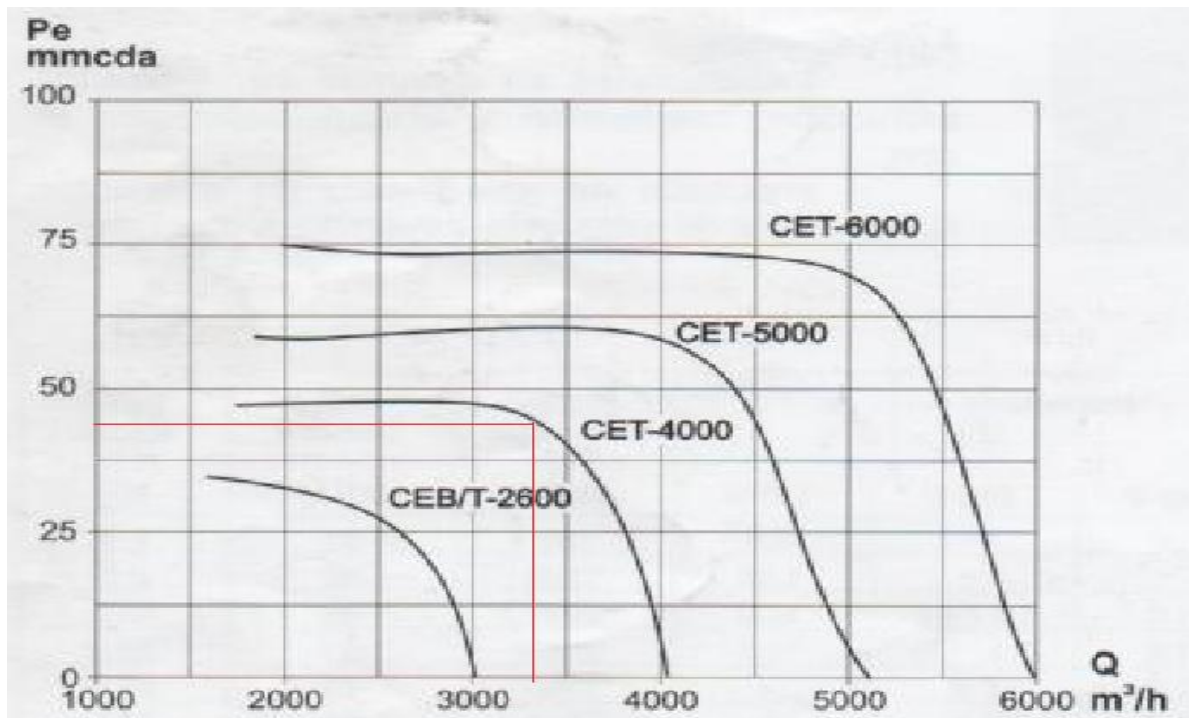
Después que el aire atraviese el ducto de entrada, y gracias a la caída de presión que generarán los filtros, este se distribuirá entre los techos de la cabina de una manera uniforme antes de pasar al área útil de trabajo, fig. 2.27, y la salida como ya pudimos observar en estudios anteriores será por la fosa, que será construida con anterioridad.

### **SELECCIÓN DE VENTILADORES**

Para seleccionar el ventilador adecuado para nuestra cabina utilizamos como dato el caudal mínimo que debemos obtener  $Q=6240 \text{ m}^3/\text{s}$  y las caída de presión máxima en ductos y filtros  $HL=215.4 \text{ Pa}$ . De esta manera podemos determinar con la ayuda de curvas características Fig. 2.27, que para nuestro proyecto utilizaremos 2 ventiladores CET-4000

Caudal para la fase de pintado con 2 ventiladores CET-4000 es de  $QT=6500 \text{ m}^3/\text{h}$

Caudal para la fase de secado con un ventilador CET-4000 es de  $Q1=3250 \text{ m}^3/\text{h} = 0.90 \text{ m}^3/\text{s}$



**CARACTERISTICAS TECNICAS**

Modelo	Velocidad R.P.M.	Potencia H.P.	Intensidad máxima (A)			Caudal descarga libre m³/hr	Nivel Sonoro dB(A)*	Peso aprox. Kg
			440 V	220 V	127 V			
CEB-800	1550	1/20	-	-	0.9	800	53	5.5
CEB-1200	1625	1/10	-	-	1.35	1200	56	6.0
CET-B 2000	1725	1/2	1.0	2.0 / 5.0	11.0	1900	60	10.5
CET-B 2600	1725	3/4	1.6	3.3 / 6.3	13.1	2600	63	25.0
CET-4000	1725	1 1/2	2.9	5.8	-	3950	72	28.0
CET-5000	1725	2	3.7	7.4	-	5200	75	32.0
CET-6000	1725	3	5.1	10.2	-	6500	80	33.5

\*Nivel sonoro medido de acuerdo a norma 300/96 AMCA y 301/96.

Fig. 2.26 Curvas características para la selección de ventiladores

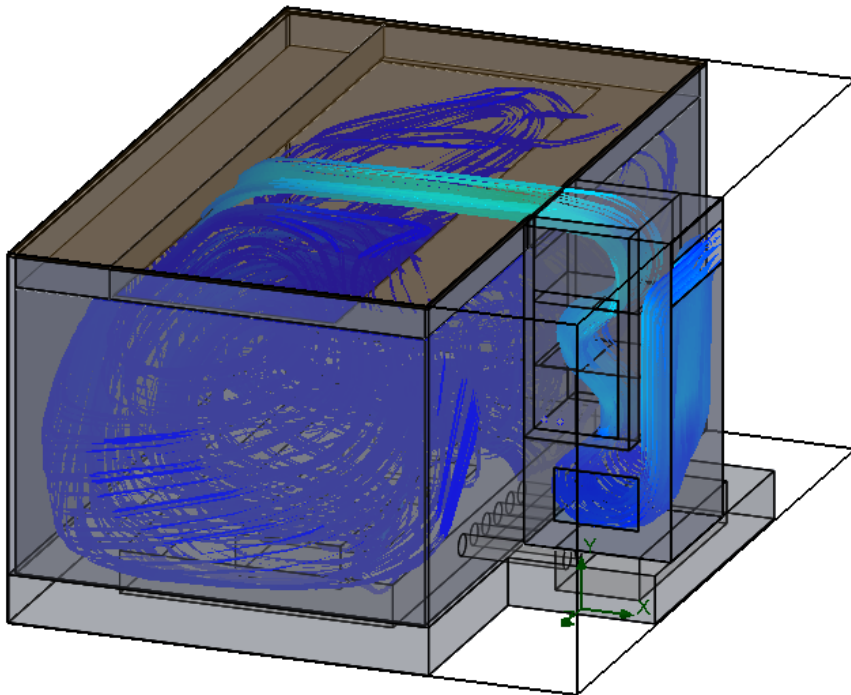


Fig. 2.27 Sistema de ventilación

## 2.9 SELECCIÓN DEL MATERIAL FILTRANTE PARA TECHO Y PISO.

Para garantizar un ambiente limpio y libre de partículas que puedan influenciar en el perfecto acabado de la pintura, los filtros son de vital importancia.

**Prefiltro.-** Se lo utiliza en la entrada del ducto principal, su eficiencia se establece entre el 75% y 95%, su función principal es retener partículas de gran tamaño, para prolongar la vida útil del filtro principal, y proteger los componentes del sistema de ventilación.

**Filtro principal en el techo.-** Son filtros de manta, elaborados con fibras sintéticas no tejidas, de densidad progresiva, simple o doble capa, con poder de filtración adaptado a su aplicación, con eficacia gravimétrica del 95 al 98%

Una rejilla tejida, en el lado de la salida del aire, mejora la resistencia y el aspecto visual e impide la dispersión de fibras.

Para mejorar aún la captación de polvo y la eficacia global, las fibras reciben un tratamiento sellante en profundidad.

**Filtro para el piso.-** Son filtros de cartón para captar la niebla de pintura en cabinas secas, son desechables y con un alto poder de captación y de retención del overspray sin deformación y hasta cinco veces más vida útil.

La protección del medio ambiente ha favorecido el desarrollo de las cabinas secas (o de filtrado en seco) como alternativa a las cabinas de cortina de agua. El uso de filtros de cartón a base de papel reciclado, al mismo tiempo que reduce la contaminación global, facilita la manipulación, el tratamiento y la eliminación de los residuos secos contaminantes.

## 2.10 DISEÑO DEL DUCTO DE ENTRADA Y SALIDA DE AIRE.

### Calculo de las pérdidas de energía:

**Perdidas por fricción en ductos.-** Este tipo de perdidas la calculamos mediante la figura 2.29, y como se puede apreciar, las perdidas están muy cercanas a  $2.5 \text{ Pa/m}$ , que es el valor que utilizaremos para el análisis.

Para el caso de la cabina de pintura se estima una longitud total del ducto en 8 m.

$$HL = 2.5 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \times 8 \text{ m} = 20 \text{ Pa}$$

Las pérdidas ocasionadas por los diferentes tipos de filtros que se van a emplear se estiman en 100 Pa.

**Perdidas dinámicas.-** Existen perdidas de energía ocasionadas por accesorios y acoplamientos a lo largo de todo el ducto, y se calculan con

$$HL = C(H_v)$$

Donde C es el coeficiente de perdida dinámica fig. 2.28, y  $H_v$  es la presión de velocidad o carga de velocidad.

$$H_v = \frac{\gamma_a v^2}{2g}$$

Si la velocidad se expresa en m/s y se manejan las condiciones estándar del aire, entonces:

$$H_v = \left( \frac{v}{1,289} \right)^2$$
$$H_v = \left( \frac{10}{1,289} \right)^2 = 60,186 \text{ Pa}$$

En el ducto tanto de entrada como de salida, no hay accesorios montados, por lo que solo hay que tomar en cuenta los cambios de dirección, en nuestro caso tres.

$$HL = 3(0,42)(60,186) = 75,83 \text{ Pa}$$

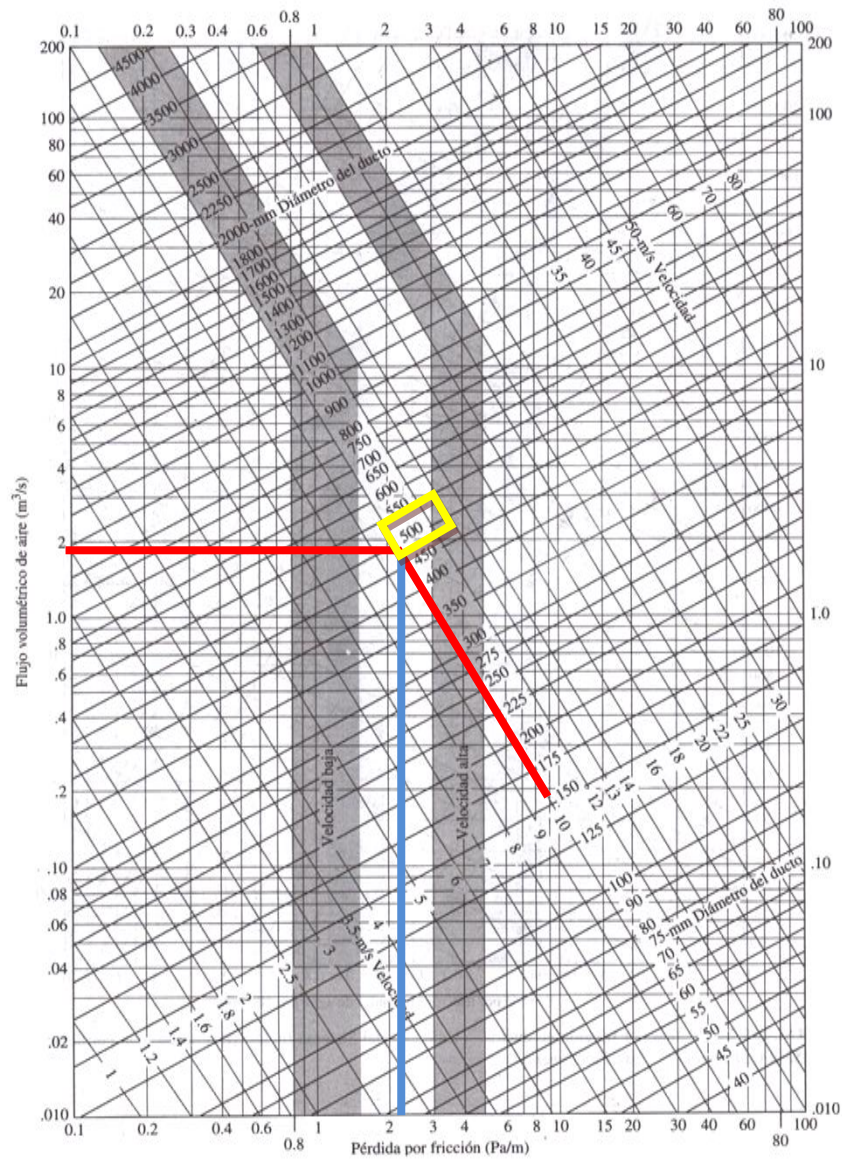


Fig. 2.28 Pérdidas por fricción en ductos, Unidades del SI. (Fuente Mecánica de fluidos, Robert L. Mott)



Coeficiente C de pérdida dinámica						
Codos a 90°						
	Liso, redondeado					0.22
	5 piezas, redondeado					0.33
	4 piezas, redondeado					0.37
	3 piezas, redondeado					0.42
	Biselado, redondeado					1.20
	Liso, rectangular					0.18
	Te, rama					1.00
	Te, flujo a través del tramo principal					0.10
	Y simétrica					0.30
Posición del regulador	0°	10°	20°	30°	40°	50°
	(completamente abierto)					
C	0.20	0.52	1.50	4.5	11.0	29
Rejilla de salida: Suponga una caída total de presión a través de la rejilla, de 0.06 pulgH <sub>2</sub> O (15 Pa).						
Persianas de la entrada: Suponga una caída total de presión a través de las persianas, de 0.07 pulgH <sub>2</sub> O (17 Pa).						

Fig. 2.29 Coeficiente de pérdida dinámica C.

**Pérdida total.**- sumamos todas las pérdidas de energía existentes y le agregamos 10% más al total, por motivo de pérdidas mecánicas y para aumentar el factor de seguridad.

$$HL = (20 + 100 + 75.83) \times 1.1 = 215.4 \text{ Pa}$$

Para el análisis utilizaremos:  $HL = 243 \text{ Pa} \cong 1 \text{ pulgH}_2\text{O}$ .

Flujo de calor perdido en el ducto de estrada se calcula con un espesor de ducto de 2.5 cm. De aislante térmico y una diferencia de temperaturas de 45°C. De donde

$$\frac{q}{A} = 35.17 \frac{w}{m^2} ; \text{ Si el área total del ducto de entrada de aire es de } 8.20 m^2$$

$$\text{Entonces: } q_D = 288.5 w$$

### **FLUJO DE AIRE A LA CABINA EN LA FASE DE PINTADO.**

En la fase de aplicación de la pintura no existe recirculación de los gases, los dos ventiladores se mantienen encendidos, y el aire en su totalidad es expulsado a través del ducto de salida de aire tal como se indica en la fig.2.30

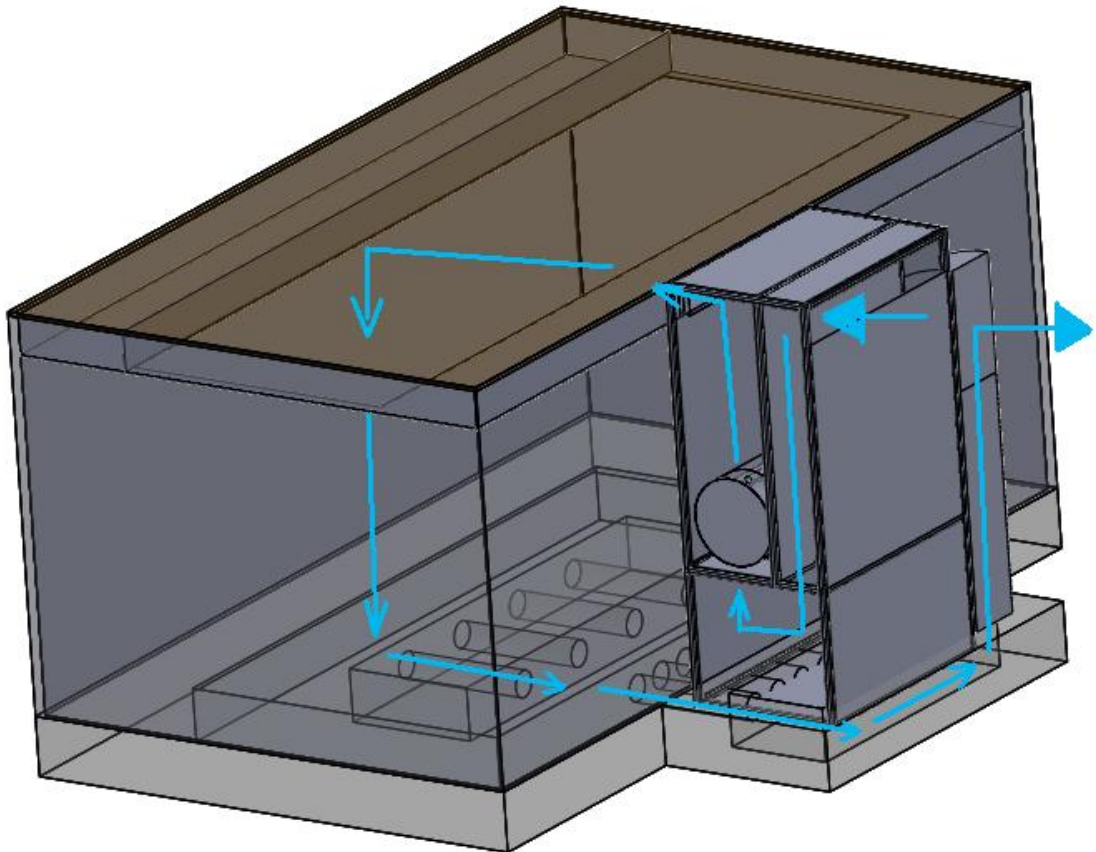


Fig. 2.30 flujo de aire en la cabina en fase de pintado

### **FLUJO DE AIRE A LA CABINA EN LA FASE DE SECADO.**

En la fase de secado se abre una compuerta ubicada en la parte baja del ducto de entrada de aire, para permitir la recirculación de una parte del aire caliente que ya ingreso a la cabina, con la finalidad de mejorar el rendimiento del quemador y reducir el consumo del gas. Fig. 2.31

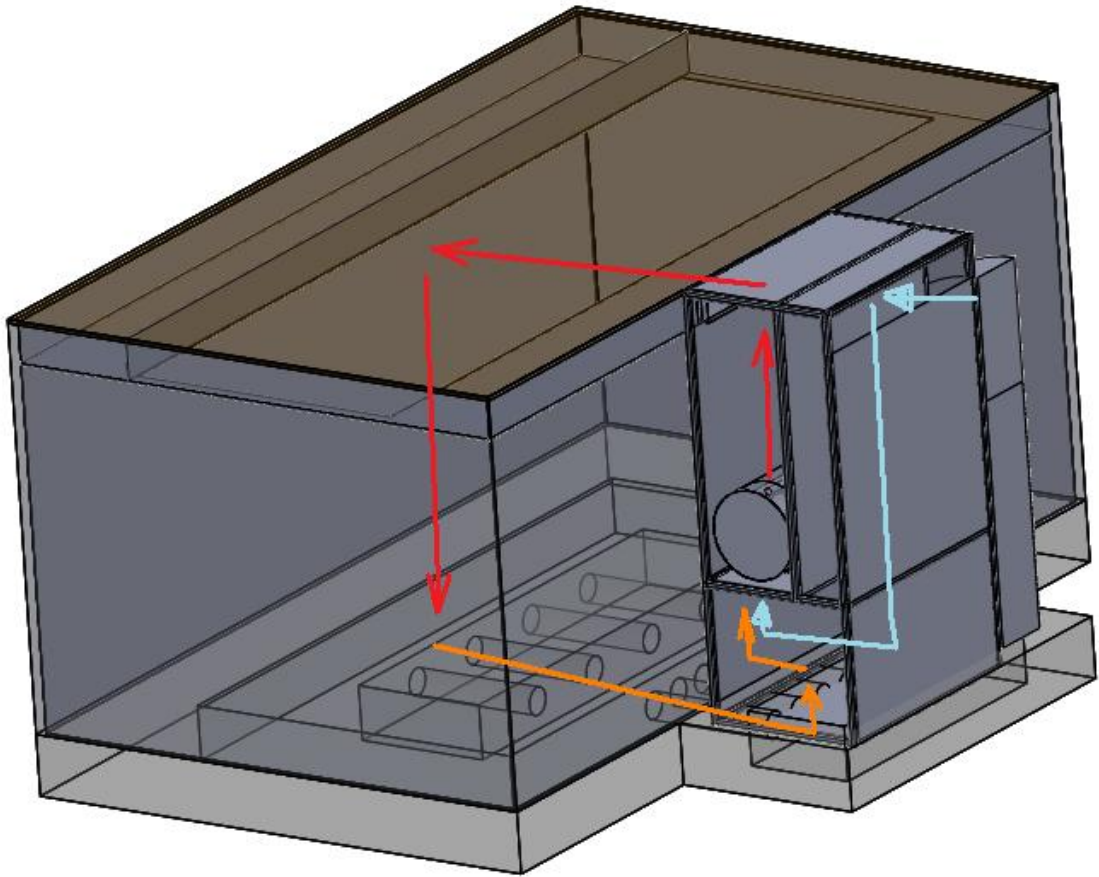


Fig. 2.31 flujo de aire en la cabina en fase de secado.

## **CAPITULO III**

### **3 DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN**

#### **3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.**

##### **3.1.1 TIPO DE INTERCAMBIADOR**

El intercambiador de calor que emplearemos en la cabina es de tipo compacto, de flujo cruzado con un fluido de flujo mezclado y otro sin mezclar, se puede apreciar una ilustración en el apartado 1.4.1, fig. 1.14.

Básicamente el intercambiador constara de una serie de tubos ordenados que tendrán contacto en su interior de aire caliente que provendrá del quemador y la cámara de combustión, y por su exterior el flujo de aire frio que ingresará a la cabina.

##### **3.1.2 TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO.**

La temperatura en los tubos deberá mantenerse por encima de la temperatura del aire que ingrese a la cabina en la fase de secado, de esta manera, la temperatura que alcancen los tubos en trabajo será de unos 80°C, pero también hay que tener presente que los elementos que van a estar en contacto directo con la llama que se genere en el quemador, alcanzarán temperaturas muy elevadas, alrededor de los 400°C, que es un factor muy importante al momento de seleccionar el material con el que se construirán dichos elementos.

##### **3.1.3 MATERIALES**

Debido a que el intercambiador va a estar sometido a constantes cambios de temperatura, y a los productos de la combustión del gas, dos de los factores que ayudan a la oxidación y corrosión de los metales comunes, utilizaremos para construir el intercambiador tubos y láminas de acero inoxidable.

Si bien la utilización de acero inoxidable en nuestro proyecto representara una fuerte inversión económica, este garantizara un buen funcionamiento y una larga vida útil.

### 3.2 CALCULO DE LA POTENCIA TÉRMICA REQUERIDA.

Aplicando el postulado de la conservación de energía, la potencia térmica requerida por el calentador será igual al calor absorbido por el aire frío, así de esta manera aplicaremos el siguiente modelo matemático.

$$q = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T, \text{ donde}$$

$\dot{m}$ , es el flujo másico del aire que ingresa a la cabina,

$\Delta T$ , es la diferencia de temperatura, entre el aire de entrada y salida del intercambiador,  $T_{min} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T_{max} = 65 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Para obtener  $q$ , necesitamos ciertos datos de caudal y propiedades del aire tomadas a 300 K:

$$Q = 6500 \frac{m^3}{h}, \text{ en la fase de pintado, y}$$

$$Q = 3250 \frac{m^3}{h}, \text{ en la fase se secado.}$$

$$\rho = 0.911 \frac{Kg}{m^3}$$

$$Cp = 1.0057 \frac{KJ}{Kg \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\dot{m} = 3250 \frac{m^3}{h} * 0.911 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\dot{m} = 3485.99 \frac{Kg}{h}$$

$$q_{max} = 3485.99 \frac{Kg}{h} * 1.0057 \frac{KJ}{Kg \text{ }^\circ\text{C}} * 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$q_{max} = 175292.86 \frac{KJ}{h}$$

$$q_{max} = 41867.74 \frac{KCal}{h}$$

Ahora podemos seleccionar un quemador que más se ajuste a nuestras necesidades, utilizando el siguiente modelo matemático:

$$q_{total} = q_c + q_D + q_{max}$$

$$q_{total} = 1298.45 + 248.1 + 41867.74$$

$$q_{total} = 43414.23 \frac{Kcal}{h} = 50.49 \frac{Kw}{h}$$

### SELECCIÓN DEL QUEMADOR

Características del quemador:

Modelo: Blue Angel Plus gas burner HSG400.

Capacidad mínima - 200 MBtu / 56,62 kw/h

Capacidad máxima - 400 MBtu / 117,23 kw/h

### 3.3 DIMENSIONAMIENTO Y MODELADO COMPUTACIONAL DEL INTERCAMBIADOR DEL CALOR.

El intercambiador de calor será parte del ducto de entrada, y se debe tomar en cuenta las dimensiones de la fosa y cabina para empezar el dimensionamiento.

#### Cámara de combustión

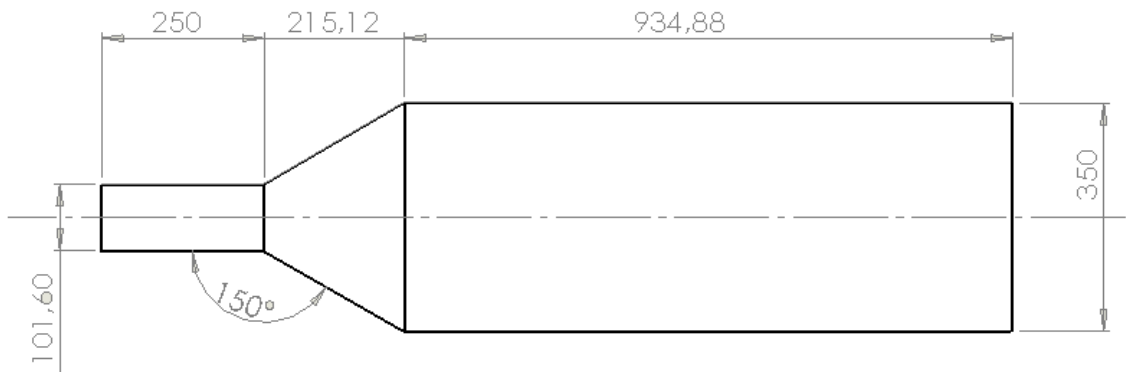


Fig. 3.1 Croquis de la cámara de combustión

En la cámara de combustión se quemara el gas, para producir el calor necesario para elevar la temperatura del aire que ingrese a la cabina en la fase de secado, debe soportar altas temperaturas, por lo que es de vital importancia que el material del que se fabrique resista cambios bruscos de temperatura, nosotros elegimos el acero inoxidable, que por sus características y propiedades, nos brindará mucha confianza en el diseño.

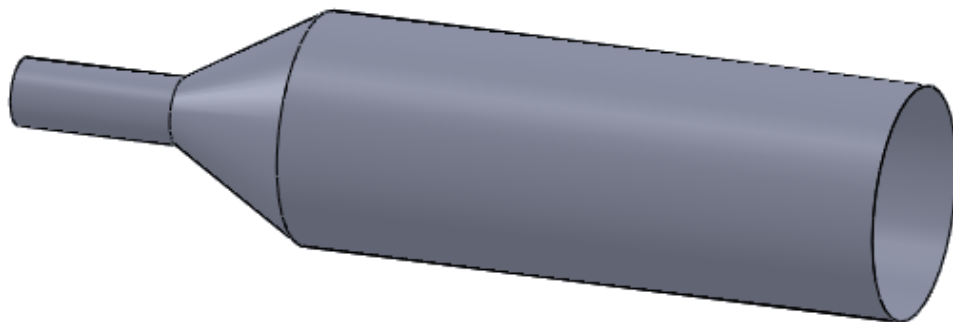


Fig. 3.2 Croquis en 3D de la cámara de combustión.

## Carcasa

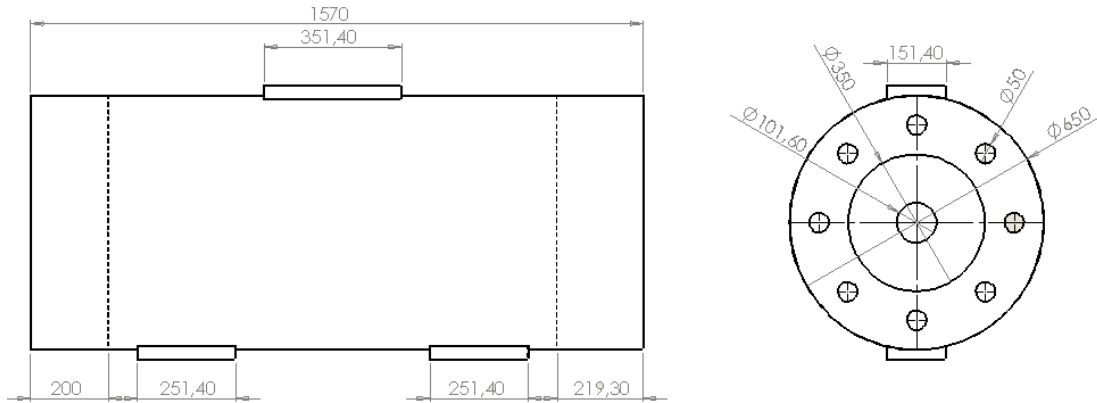


Fig. 3.3 Croquis de la carcasa del intercambiador de calor.

La carcasa del intercambiador, será el soporte de la cámara de combustión, del quemador, de la chimenea y de los tubos que lo rodean, también la fabricaremos en acero inoxidable, ya que estará expuesta a altas temperaturas.

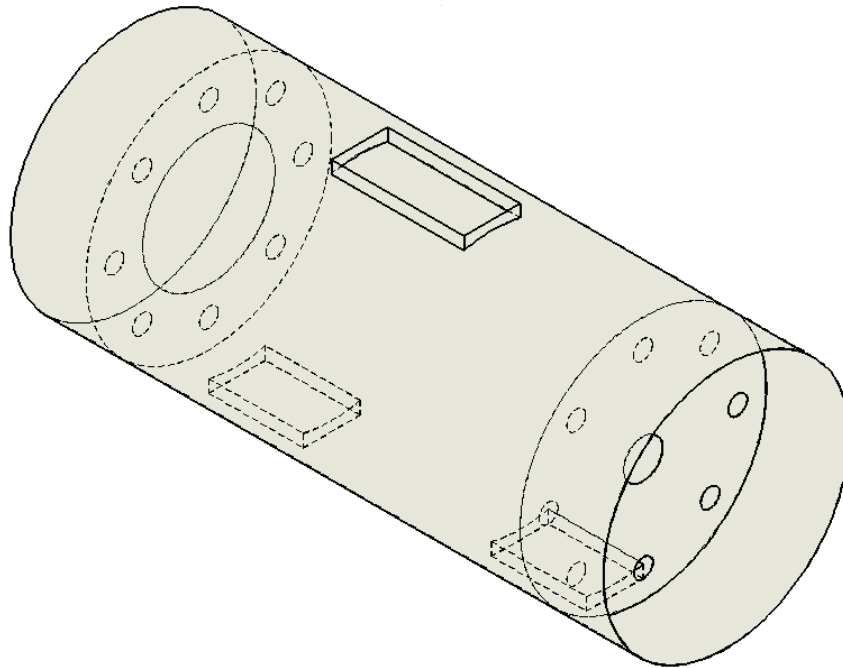


Fig. 3.4 Carcasa del intercambiador de calor.

## Ensamble del intercambiador de calor

Una vez completado el ensamble procedemos a identificar las entradas y salidas de los fluidos, tal como se indica en la siguiente figura, así de esta manera nos será mucho más fácil asignar a cada entrada y salida, los parámetros necesarios para el estudio.

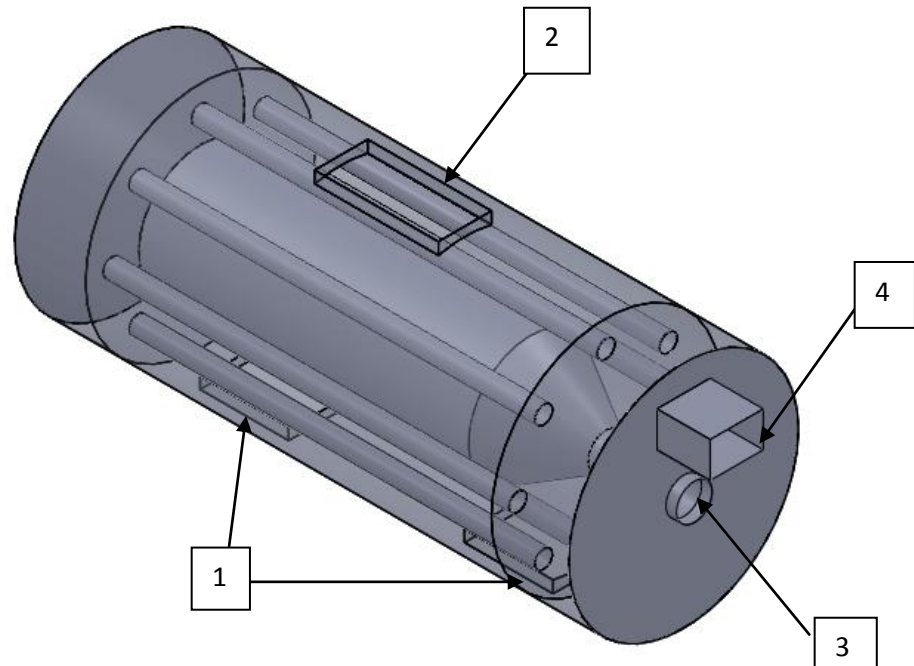


Fig. 3.5 Ensamble del intercambiador de calor. 1.- Entradas del aire frío impulsado por los ventiladores a la cabina, 2.- Salida del aire a la cabina, 3.- Entrada para el quemador 4.- Salida de los gases quemados (chimenea)

### 3.4 DISEÑO TÉRMICO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR MEDIANTE FLOWWORKS.

Para el presente diseño utilizaremos un modelo simplificado del intercambiador de calor, con el propósito de determinar el número de tubos necesarios para cumplir con nuestros requerimientos de temperatura.

En primer lugar analizaremos un modelo con cuatro tubos de 2 pulgadas de diámetro, el flujo de aire lo proporciona un solo ventilador, de esta manera, los datos de entrada son los siguientes:

Por 1 ingresará un caudal de aire igual a:  $Q = 0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ , la temperatura se fija en  $15^\circ\text{C}$ , mientras que la presión de entrada en  $101500 \text{ Pa}$ .

Material: Todo el intercambiador se fabricara en acero inoxidable.

Calor proporcionado por el quemador:  $q_{total} = 56,62 \text{ kw/h}$  siendo este el valor mínimo que debe proporcionar el quemador, para que cumpla con los requerimientos del diseño. En este primer intento se asume que el calor es proporcionado por la cámara de combustión y los tubos por igual y de manera constante



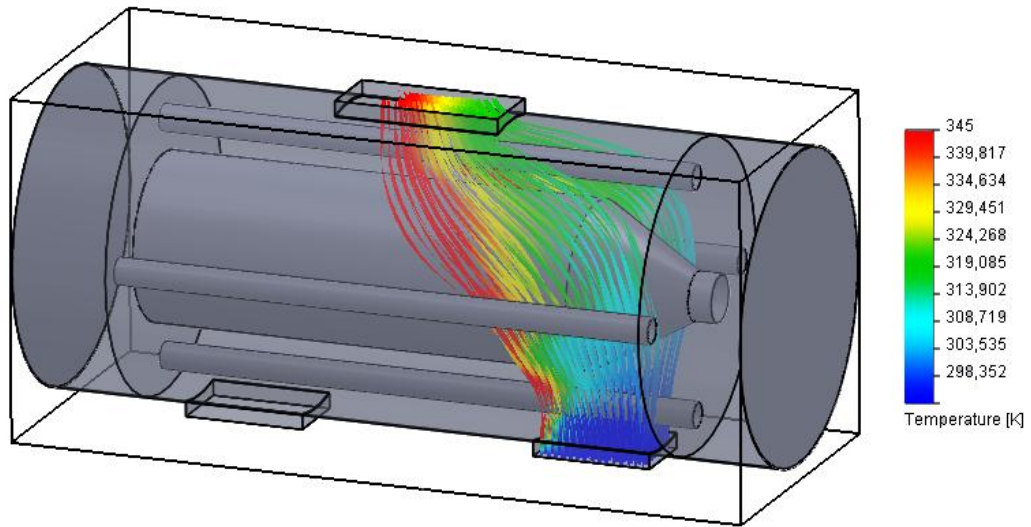


Fig. 3.6 Intercambiador de calor con 4 tubos

Después de concluido el estudio, podemos evaluar los distintos parámetros locales en la tapa de salida que es el punto de nuestro interés, y obtenemos una temperatura del fluido promedio de 343.058 K, alrededor de 70°C, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface area [m <sup>2</sup> ]
Pressure [Pa]	101269	101325	101325	101325	0,0540352
Temperature [K]	293,177	421,325	343,058	343,213	0,0540352
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	0,837631	1,20371	1,03532	1,03398	0,0540352
Velocity [m/s]	2,13495	29,2256	21,7897	24,101	0,0540352
X-component of Velocity [m/s]	-12,8023	6,23087	-4,71312	-4,89906	0,0540352
Y-component of Velocity [m/s]	-9,65143	28,7219	20,0241	22,5209	0,0540352
Z-component of Velocity [m/s]	-5,97175	5,92664	0,0100428	0,00433113	0,0540352
Fluid Temperature [K]	293,177	421,325	343,058	343,213	0,0540352
Solid Temperature [K]	359,78	712,472	506,017	513,627	0,00686881

Tabla 3.1 Parámetros en la salida del intercambiador de 4 tubos

En este intento, se asume que la temperatura de los tubos y la cámara de combustión son constantes, algo que en la práctica no sucede, es decir, en este caso se están sobreestimando los resultados, dicho en otras palabras, los 70°C que obtuvimos en el estudio anterior no son suficientes, y debido a que las condiciones de entrada no pueden variar, realizaremos un modelo con el doble de tubos.

Para el siguiente análisis no solo emplearemos un modelo de 8 tubos, también tomaremos en cuenta el flujo de aire caliente que circula dentro de la cámara de combustión, que es el que calentara los 8 tubos, es decir de esta forma no asignaremos una temperatura constante a los tubos, acercándonos así a un diseño más apegado a la realidad.

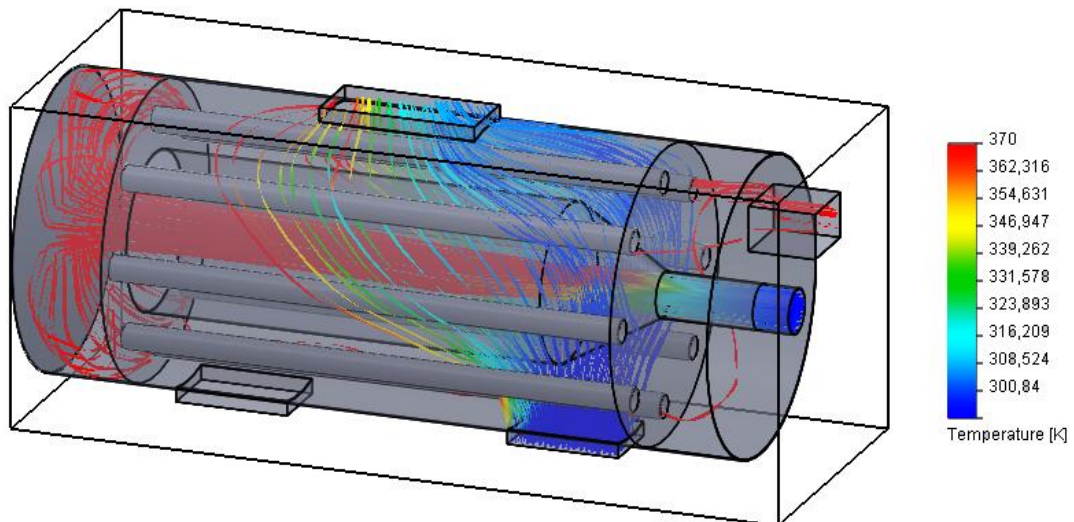


Fig. 3.7 Intercambiador de calor de 8 tubos.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, en la salida del intercambiador obtenemos una temperatura de 323.117K (50°C), es decir, con nuestro intercambiador de calor logramos elevar la temperatura del aire en 30°C, tomando en cuenta que en la fase de secado se hará recircular el aire de la cabina, será muy fácil para nosotros poder alcanzar los una temperatura entre 40° y 60°C necesarios para un correcto secado de la pintura.

Parameter	Minimum	Maximum	Average	Bulk Average	Surface area [m <sup>2</sup> ]
Pressure [Pa]	101325	101325	101325	101325	0,0544
Temperature [K]	299,299	381,766	323,117	323,259	0,0544
Density [kg/m <sup>3</sup> ]	0,92512	1,17917	1,09786	1,09718	0,0544
Velocity [m/s]	3,69739	25,7156	20,246	21,5678	0,0544
X-component of Velocity [m/s]	-10,8648	7,12163	-3,24063	-3,28773	0,0544
Y-component of Velocity [m/s]	0,431262	25,1295	19,0002	20,3776	0,0544
Z-component of Velocity [m/s]	-4,77506	4,55493	0,182508	0,18782	0,0544
Mach Number [ ]	0,0106645	0,0682034	0,0562466	0,0599115	0,0544
Fluid Temperature [K]	299,299	381,766	323,117	323,259	0,0544
Solid Temperature [K]	309,6	347,198	324,476	324,601	0,0544

Tabla 3.2 Parámetros en la salida del intercambiador de 8 tubos

## CAPITULO IV

### 4 ESTUDIO FINANCIERO

#### 4.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

##### MERCADO INTERNO

El mercado interno está constituido por el parque automotor de la provincia de Tungurahua, específicamente por al menos 90 %.

##### PARQUE AUTOMOTOR PROVINCIA DE TUNGURAHUA

PROVINCIA	CANTIDAD DE AUTOMÓVILES
Tungurahua	295000

##### MERCADO EXTERNO

Se considera como mercado externo a los automotores de las provincias de Cotopaxi, Pastaza y Chimborazo, estimando un ingreso de estas provincias del 10%.

Para realizar la estimación de clientes que accederían a nuestro servicio, se toma en cuenta la cantidad de accidentes que ocurren en las provincias tanto del mercado interno y externo.

PROVINCIA	ACCIDENTES PROMEDIO ANUAL
Tungurahua	951
Cotopaxi	420
Pastaza	62
Chimborazo	459
TOTAL	1892

FUENTE: INEC - ESTADÍSTICAS DE TRANSPORTE

De esta cantidad de accidentes se estima que la menos el 1% asistirán al taller.

**CLIENTES POTENCIALES: 18 VEHÍCULOS**

#### 4.2 COMPETENCIA

Se considera como principales competidores a empresas que mantienen un posicionamiento primordial en el área de pintura, entre estos se determinó las

dos principales empresas y el promedio de pequeños talleres dedicados a esta misma rama.

EMPRESA	CANTIDAD DE VEHÍCULOS RECIBIDOS
ASSA	110
VIHAL	80
PEQUEÑOS TALLERES	40

### **4.3 PRODUCTO**

Un producto es cualquier cosa que se puede ofrecer a un mercado para satisfacer un deseo o una necesidad.

Se entiende por producto

Bienes o productos físicos: son todos los elementos tangibles.

Servicios: son intangibles, son inseparables (se producen y consumen al mismo tiempo), son variables y son imperdurables.

Personas: se aplica a los profesionales de distintas áreas, por ej: actores.

Lugares: como ciudades, países; parques o determinadas áreas geográficas.

Instituciones: por ejemplo universidades, fundaciones, empresas (no sus bienes o servicios), etc.

Ideas: abarca a proyectos de negocios, proyectos sociales, hasta proyectos internos dentro de una organización, también se comunican y venden.

#### **IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO**

Son recintos cerrados, presurizados y herméticos, lo suficientemente grandes como para albergar un automóvil con sus puertas abiertas y a los pintores, y son de gran importancia ya que ofrecen un ambiente óptimo, limpio, libre de partículas perjudiciales y a la iluminación y temperatura adecuadas.

### **4.4 PRESUPUESTO DE FABRICACIÓN CABINA DE PINTURA**

Se le llama presupuesto al cálculo anticipado de los ingresos y gastos de una actividad económica (personal, familiar, un negocio, una empresa, una oficina)

durante un período, por lo general en forma anual. Es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas, este concepto se aplica a cada centro de responsabilidad de la organización. El presupuesto es el instrumento de desarrollo anual de las empresas o instituciones cuyos planes y programas se formulan por término de un año.

A continuación se detalla el listado de materiales utilizados en la fabricación de la cabina de pintura, este costo constituye el rubro principal de inversión y será el punto de partida para proyectar el período de recuperación.

## PRESUPUESTO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MEDIDA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Paneles térmicos	22	Metros	140	3080
Planchas de tol galvanizado	20	Unidad	19	380
Remaches	2	Cajas	40	80
Cerámica	20	Metros	12	240
Silicón	5	Tubos	8	40
Cable	50	Metros	0,3	15
Ventilador centrífugo	2	Unidad	400	800
Quemador	1	Unidad	1200	1200
Planchas de MDF	8	Unidad	40	320
Lámparas	10	Unidad	20	200
Varilla	5	Quintales	65	325
Planchas de acero inoxidable	8	Unidad	64	512
Tubos de Acero Inoxidable 2"	10	metros	20	200
Temporizador	1	Unidad	50	50
Filtros	20	Metros	25	500
Mano de obra	90	Días	20	1800
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>				<b>9742</b>

Monto total de inversión \$ 9742,00

## 4.5 COSTO DE PRODUCCIÓN

La Calidad satisfactoria del producto y servicio va de la mano con costos satisfactorios de calidad y servicio. Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.

Los tres elementos del costo de fabricación son:

**Materias primas:** Todos aquellos elementos físicos que es imprescindible consumir durante el proceso de elaboración de un producto, de sus accesorios y de su envase. Esto con la condición de que el consumo del insumo debe guardar relación proporcional con la cantidad de unidades producidas.

La estimación de este rubro podrá llevarse a cabo mediante el conocimiento de los siguientes elementos de juicio:

- Cantidades de materia primas requeridas para elaborar una unidad de producto.
- Precios unitarios de las materias primas puestas en fábrica.

**Mano de obra directa:** Valor del trabajo realizado por los operarios que contribuyen al proceso productivo.

Incluye los sueldos de los obreros y/o empleados cuyos esfuerzos están directamente asociados al producto elaborado.

**Carga fabril:** Son todos los costos en que necesita incurrir un centro para el logro de sus fines; costos que, salvo casos de excepción, son de asignación indirecta, por lo tanto precisa de bases de distribución.

La suma de las materias primas y la mano de obra directa constituyen el costo primo.

La combinación de la mano de obra directa y la carga fabril constituye el costo de conversión, llamado así porque es el costo de convertir las materias primas en productos terminados.



## COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA PINTAR 1 VEHÍCULO

COSTO DE PRODUCCIÓN	VALOR
Materia Prima	156,00
Equipo de seguridad	37,80
Mano de Obra directa	167,50
Mano de Obra indirecta	63,50
Gastos administrativos	4,87
<b>TOTAL</b>	<b>432,32</b>

MATERIA PRIMA				
RUBRO	CANTIDA D	UNIDA D	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
WYPE COLOR	0,06	G	0,19	0,0114
CERA IMPERIAL HANDGLAZE/6000/	0,08	G	0,99	0,0792
DESENGRASANTE MUSTANG/122/	0,15	G	0,68	0,102
THINNER LACA 101 SM	0,20	L	0,22	0,044
MASILLA POLIFILL/6026-1 KG	0,75	KG	2,96	2,22
PULIMENTO FINES 3M/5973GR/AUTO	0,18	KG	3,6	0,648
PRIMER LIJABLE	0,57	ML	10,41	5,9337
LIJA ESTEREATO FAN600/LF600	0,25	UN	0,07	0,0175
LIJA ESTEREATO FAN80/LF80	0,50	UN	0,16	0,08
LIJA ESTEREATO FAN150/LF150	0,50	UN	0,14	0,07
LIJA ESTEREATO FAN320/LF320	0,50	UN	0,14	0,07
MASKING 3/4 VERDE 3M 55M	1,00	UN	1,6	1,6
PAÑOS PARA DESEGRASAR	1,00	UN	0,15	0,15
LIJA ESTEREATO FAN400/LF400	1,00	UN	0,27	0,27
LIJA VELCRO DISCO240/LH961-3M	1,00	UN	0,54	0,54
LIJA VELCRO DISCO400/LH957.3M	1,00	UN	0,47	0,47
ROTABOND MS BLANCO (SELLANTE)	1,00	UN	8,95	8,95
LIJA VELCRO DISCO600/LH955-3M	4,00	UN	2,12	8,48
LIJA VELCRO DISCO1200/LH952-3M	4,00	UN	1,96	7,84
WYPE COLOR	0,04	G	0,13	0,0052

THINNER LACA 101 SM	0,10	L	0,11	0,011
BARNIZ	2,20	ML	31,37	69,014
AUTOBASE PLUS	3,00	ML	88,37	265,11
CONOS PARA CERNIR/T6380/AUTO	2,00	UN	0,4	0,8
TOTAL			156,00	372,516

EQUIPO DE SEGURIDAD			
RUBRO	CANTIDAD	VALOR	valor total
Mascarillas	2	0,25	0,5
Guantes	2	0,15	0,3
Tapones de oidos	2	0,5	1
Gafas	2	3	6
Overoles	2	15	30
TOTAL			37,8

MANO DE OBRA DIRECTA			
DENOMINACIÓN	TIEMPO HORAS	VALOR HORA	VALOR
Enderezador	24	2,50	60,00
Preparador	40	2,19	87,50
Pintor	8	2,50	20,00
TOTAL			167,5

#### CALCULO POR HORA MOD

CARGO	SUELDO MENSUAL	VALOR HORA
Enderezador	400	2,50
Preparador	350	2,19
Pintor	400	2,50
TOTAL		7,19

MANO DE OBRA INDIRECTA			
DENOMINACIÓN	TIEMPO	VALOR HORA	VALOR
Jefe de taller	8	4,69	37,50
Colorista	8	2,50	20,00
Personal de limpieza	4	1,50	6,00
TOTAL			63,50

#### CALCULO POR HORA MOI

CARGO	SUELDO MENSUAL	VALOR HORA
Jefe de taller	750	4,69
Colorista	400	2,50
Personal de limpieza	240	1,50
TOTAL		8,69

GASTOS ADMINISTRATIVOS	
RUBRO	VALOR
Suministros de oficina	1,75
Personal administrativo	3,12
TOTAL	4,87

#### PROYECCIÓN DE INGRESOS

Una vez determinando el costo de producción se establece un margen de utilidad del 30%, siendo este el precio de venta por el servicio.

COSTO DE PRODUCCIÓN	432,32
MARGEN DE UTILIDAD 30%	129,70

En base a la proyección de clientes potenciales los ingresos mensuales serían:

PROYECCIÓN DE INGRESOS	
# DE AUTOMÓVILES	18

COSTO DE PRODUCCIÓN	432,32
MARGEN DE UTILIDAD 30%	129,70
PRECIO DEL SERVICIO O PRODUCTO	562,02
INGRESO MENSUAL	10116,36

El período de recuperación de la inversión inicial es:

INGRESO MENSUAL	10116,36
COSTO DE PRODUCCIÓN	7781,76
UTILIDAD NETA	2334,60
INVERSIÓN INICIAL	9742
PERÍODO DE RECUPERACIÓN 100% UTILIDAD (MESES)	4,18

## CAPITULO V

### 5 CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA DE PINTURA.

El diseño de la cabina fue seleccionado conforme a diferentes tipos de cabinas ya estudiadas anteriormente, con sus distintas características que presentaron cada una de ellas, sus ventajas y las condiciones del lugar donde se ubica la cabina de pintura automotriz.

Para efecto de la construcción de la cabina de pintura en nuestro proyecto, realizamos la selección del tipo de cabina ras de piso, fig. 5.1, este tipo de cabina nos ofrece diferentes variantes al resto de diseños presentados. El cual consta como plataforma principal una obra civil.

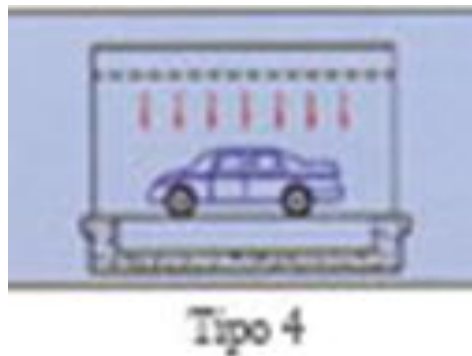


Fig. 5.1 Tipo de cabina ras de piso.

La ubicación de este tipo de cabina debe seleccionarse adecuadamente ya que no se podrá trasladar ni mover de su sitio una vez iniciada la construcción debido a que formaremos una fosa como base de toda la estructura que fijara a la cabina de pintura, en donde se asentarán los paneles térmicos de poliuretano y el conjunto de calefacción de la cabina.

En cuanto a las unidades de extracción e inyección, se ubican a un lado de la cabina de pintura ya que la fosa se encuentra diseñada para brindar un lugar esencial para que el aire ingrese y salga sin ofrecer resistencia de ninguna forma y así poder dirigir la salida adecuada para los gases de pintura que se producirán dentro de la cabina cuando esté en funcionamiento.

## 5.1 CABINA RAS DE PISO.

Este tipo de diseño nos proporciona ventajas en cuanto a la construcción y durabilidad, una de estas ventajas son que la obra civil se la realiza con la guía de un plano previamente diseñado en el cual la construcción de la fosa se realiza de una manera ágil y rápida, el diseño del plano se basa en el tamaño principal de la cabina en su ancho y largo de acuerdo a las especificaciones de construcción de la cabina de pintura, el plano civil de la obra lleva igualmente la ubicación de los conductos de salida de aire de extracción por el piso, plano de la fosa anexo 1, en la construcción se logra aprovechar factores como tiempo, espacio y dinero en la cimentación de la cabina, a diferencia de los demás diseños de cabinas donde nos muestran fosas de cabinas de bases estructurales en las que se emplean muchos factores como tiempo y dinero en su construcción ya que dichos tipos deben presentar una estructura sólida y con un alto factor de seguridad para poder soportar toda la fuerza descendente del peso del vehículo, tomando en cuenta también los factores de constante exposición a humedad y temperaturas del aire. Fig. 5.2



Fig. 5.2 Construcción civil de la fosa de pintura automotriz.

La finalidad de este tipo de cabina ras de piso es conducir el aire de una manera ligera hacia los ductos de extracción, donde logramos obtener un mayor flujo, el cual nos servirá para las renovaciones de aire que buscamos, evitando así adquirir una sobre presión de aire dentro de la cabina de pintura que nos impediría el flujo normal del aire el cual traslada el exceso de pintura que no es utilizado en el repinte de la superficie, consiguiendo asimismo se nos produzca nubes de pintura indeseables dentro de la cabina que nos lleven a un acabado de baja calidad, sin brillo y estéticamente rugoso.



Fig.5.3. Ductos y forma principal.

La fosa está diseñada de tal manera que consta como parte principal un rectángulo central de hormigón macizo, fig. 5.3, en su interior están ubicados los conductos de salida de aire, los cuales nos sirven para guiar las nubes de pintura que se crean en el instante que realizamos el repinte automotriz, los cuales son dirigidos a los conductos de extracción de aire y su evacuación que se la realiza por la fosa construida adyacente al conjunto principal de la cabina de pintura, en la cual va montada el sistema de calefacción de la cabina de pintura que consta del quemador e impulsores de aire, que se utilizara para el repinte automotriz.

El rectángulo que se encuentra ubicado en la parte central está provisto en su construcción de un filo en todo su perímetro, el cual nos permite sostener las rejillas para el soporte del vehículo que realizaremos el repinte automotriz.

El piso de nuestra cabina es recubierto de cerámica, seleccionamos dicho material de construcción ya que nos proporciona facilidad de limpieza y durabilidad, así también impide que la pintura se adhiera con dureza al piso y su remoción sea ágil y rápida.



Fig.5.4. Fosa terminada.

En la fig.5.4, podemos observar ya la fosa de la cabina termina, donde nos servirá como base para los paneles térmicos que montaremos en todo su perímetro con la ayuda de estructuras metálicas diseñadas específicamente para el soporte de los paneles térmicos.

## **5.2 PANELES TÉRMICOS DE POLIURETANO.**

### **5.2.1 ACERCA DE LOS AISLANTES.**

Un aislante térmico es un material usado en la construcción y caracterizado por su alta resistencia térmica. Establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura. El mejor aislante térmico es el vacío, pero debido a la gran dificultad para obtener y mantener condiciones de vacío, éste se emplea en muy pocas ocasiones.



En la práctica se utiliza aire, que gracias a su baja conductividad térmica y un bajo coeficiente de absorción de la radiación, constituye un elemento muy resistente al paso de calor. Sin embargo, el fenómeno de convección que se origina en las cámaras de aire aumenta sensiblemente su capacidad de transferencia térmica. Por esta razón se utilizan como aislamiento térmico materiales porosos o fibrosos, capaces de inmovilizar el aire seco y confinarlo en el interior de celdillas más o menos estancas. Aunque en la mayoría de los casos el gas encerrado es aire común, en aislantes de celda cerrada, formados por burbujas no comunicadas entre sí, como en el caso del poliuretano proyectado, el gas utilizado como agente espumante es el que queda finalmente encerrado. También es posible utilizar otras combinaciones de gases distintas, pero su empleo está muy poco extendido. Se suelen utilizar como aislantes térmicos: lana de roca, fibra de vidrio, vidrio celular, poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano.

### **Espuma de poliuretano.**

La espuma de poliuretano, Fig. 5.6, es conocida por ser un material aislante de muy buen rendimiento. Su aplicación se puede realizar desde la parte inferior o bien desde la parte superior. Genera a partir del "punto de humeo" ácido cianhídrico: extraordinariamente tóxico para humanos.



Fig. 5.6. Espuma de poliuretano.

### **Propiedades:**

Densidad: 45-60 kg/m<sup>3</sup>

Resistencia a compresión: 200 N/mm<sup>2</sup>

Conductividad térmica: 0,021 W/m·K

Retardo de llama: B1\*

Coefficiente de fricción:  $\mu=0,0135$

Temperatura de trabajo: -50 a 80 °C

Humedad: 0 % a 100%

Presión dentro del conducto: -2000 a +2000

Ensayo con norma DIN4102: difícilmente inflamable.

Retardo de llama.

Capacidad de resistir a la combustión. Se considera que un plástico tiene "retardo de llama" cuando no sigue ardiendo una vez eliminada la fuente de ignición. El retardo de llama es la propiedad de un material, ya sea inherente o resultante de una sustancia añadida o un tratamiento aplicado. El término "con retardante de llama" se refiere a un material que es tratado con un retardante de llama. Retardante de fuego corresponde a la sustancia añadida, o tratamiento aplicado, a un material con el propósito de suprimir, reducir significativamente o demorar la combustión del material.

Es por esto que los paneles empleados para la construcción de la cabina, poseen un retardante especial de su fabricación, para evitar que los mismos se quemen debido a un fallo del sistema o a una producción de llama dentro de la cabina, con lo cual obtenemos que los paneles no se quemen y así evitar problemas mayores de combustión.

Ventajas:

Las razones que confirman que la proyección de poliuretano es lo más adecuado para aislar térmicamente e impermeabilizar cualquier construcción son las siguientes:

A- Es posible aplicarlo sobre cualquier tipo de material, bien sea ladrillo, cemento, chapa, uralita, etc. y lo más importante, elimina todos los puentes térmicos que pueda haber con el exterior, es decir, sella todos los agujeros que tenga un techo, pared, etc. impidiendo así, la penetración de frío, agua, insectos, etc.

B- El poliuretano proyectado, forma una capa del espesor deseado por el cliente (mínimo 2 cm), que se convierte en un auténtico bloque aislante e impermeable que protege su construcción o edificio (nave, vivienda...) de todos los agentes meteorológicos que se puedan producir en las distintas épocas del año.

C- La aplicación de este material, supone un importante ahorro en calefacción o aire acondicionado, debido a que mantiene la temperatura de su edificio durante un mayor periodo de tiempo.

Características y usos.

La espuma de poliuretano es un material muy versátil ya que, según los aditivos y los sistemas de fabricación utilizados, se pueden conseguir características muy distintas y espumas destinadas a usos muy diferentes.

Para comparar las distintas espumas se suele utilizar mucho la densidad, pero sólo sirve como elemento comparativo cuando se habla de espumas con la misma composición, ya que distintas fórmulas dan características diferentes. En unas espumas se busca la mayor duración posible, en otras el precio más económico, en otras la transpirabilidad, la capacidad aislante, la facilidad de perfilar o dar forma, la ligereza, etc.

La espuma de poliuretano tiene múltiples usos en el mundo actual. Algunos de ellos son:

en colchones como relleno principal o como integrante de los acolchados

en muebles en asientos de sofás y sillas, relleno de acolchados, etc.

en la construcción, como aislante térmico o como relleno

en automoción como elemento principal de salpicaderos, asientos, etc.

### **Estructura.**

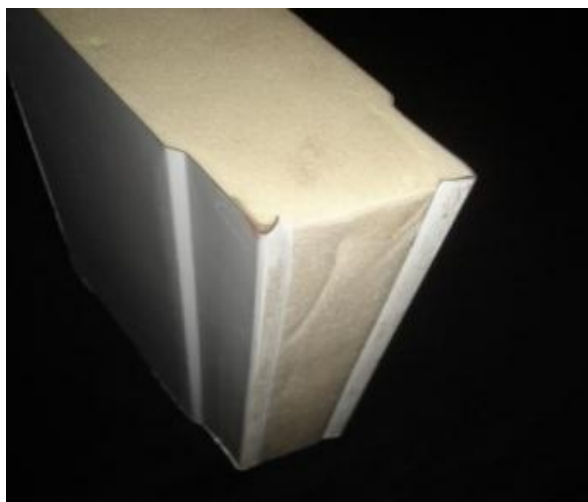


Fig. 5.7. Estilo de la espuma.

La espuma de poliuretano es un material plástico poroso formado por una agregación de burbujas. Se forma básicamente por la reacción química de dos compuestos, un polioliol y un isocianato, aunque su formulación necesita y admite múltiples variantes y aditivos. Dicha reacción libera dióxido de carbono, gas que va formando las burbujas y de esta manera formar el estilo final de la estructura de los paneles térmicos como se muestra en la fig. 5.7.

Básicamente, y según el sistema de fabricación, se pueden dividir los tipos de espumas de poliuretano en dos tipos:

Espumas en caliente: son las espumas que liberan calor durante su reacción, fabricadas en piezas de gran tamaño, destinadas a ser cortadas posteriormente. Se fabrican en un proceso continuo, mediante un dispositivo llamado espumadora, que básicamente es la unión de varias máquinas, de las cuales la primera es un mezclador, que aporta y mezcla los diferentes compuestos de la mezcla; la segunda es un sistema de cintas sin fin, que arrastra la espuma durante su crecimiento, limitando su crecimiento para darle al bloque la forma deseada; y la parte final de la espumadora es un dispositivo de corte, para cortar el bloque a la longitud deseada. Generalmente son las más baratas, las más utilizadas y conocidas por el público.

Espumas en frío: son aquellas que apenas liberan calor en la reacción, se utilizan para crear piezas a partir de moldes; como rellenos de otros artículos; como aislantes, etc. Se fabrican mediante una espumadora sencilla, que consiste en un dispositivo mezclador. Normalmente suelen ser de mayor calidad y duración que las espumas en caliente, aunque su coste es bastante mayor.



Fig. 5.8. Estructura interna.

El detalle en la fig. 5.8, se muestra la estructura interna de las láminas de poliuretano:

- 1.- Plancha metálica pre pintada.
- 2.- Espuma de poliuretano inyectado.
- 3.- Gancho Oscilock (ranura para el ensamblaje).



Fig.5.9. Paneles Térmicos.

Así se muestran en la fig. 5.9, los paneles térmicos de poliuretano que nos servirán para la construcción de la cabina de pintura automotriz.

Estas planchas térmicas de poliuretano tienen las siguientes medidas:

Ancho 1.02 m.

Alto 3.10 m.

Espesor de 5cm.

### **5.2.2 MONTAJE DE LOS PANELES DE POLIURETANO.**

Para la ubicación de los paneles térmicos en la base de la cabina, utilizamos laminas de tol galvanizado que se encuentran con un dobles en forma de u el

mismo que nos sirve como guía para ubicar los paneles térmicos en todo el perímetro de la fosa, estos canales de tol galvanizado están empotrados en la cerámica de la fosa de la cabina.



Fig.5.10. Ubicación de los canales.

Como podemos observa en la fig. 5.10. Iniciamos la correcta ubicación de los canales tipo u, en todo el perímetro de la cabina los cuales están sujetos con pernos incrustados en la cerámica del piso. Distribuyendo los canales adecuadamente a las medidas que tendrá toda la cabina al final de la construcción, ancho de 4.10 metros y largo de 7.10 metros, ya que en los canales asentaremos cada panel de poliuretano que formaran las paredes aislantes.

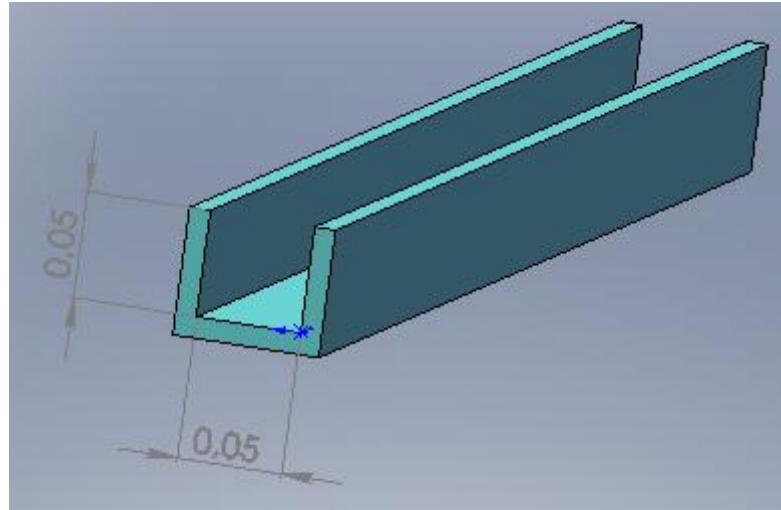


Fig. 5.11. Dibujo de la estructura en u.

El canal, Fig. 5.11. Está diseñado de tal manera que pueda mantener a los paneles térmicos fijos y totalmente verticales juntos uno tras el otro, manteniendo así una estructura fuerte y solida desde su base.



Fig. 5.12. Diseño de los paneles térmicos.

La forma del montaje de los paneles térmicos se encuentran ubicados uno tras de otro ya que cada uno de los paneles están provistos en cada extremo por un diseño especial realizado desde su fabricación, por un lado tenemos un canal tipo U dirigido dentro del material de poliuretano y por el otro la misma forma pero con una saliente que encaja directo al extremo contrario, con esta forma adecuada de los paneles conseguimos un ensamblaje rápido, seguro con lo cual cada panel encaja directo por detrás del otro que tiene una forma similar obteniendo así un cierre hermético entre cada plancha y el ajuste adecuado, para evitar fugas de aire o contaminación del área de pintura automotriz por agentes externos.

Con ello consiguen que no se puedan soltar o aflojarse de alguna forma, dando a las planchas una sujeción fuerte entre ellas, además proporcionando la rigidez necesaria para mantener a todas las planchas juntas y que no se puedan caer. Con el montaje de las planchas de poliuretano nuestro objetivo es buscar la máxima hermeticidad entre paneles, evitando se cree espacios por donde pudiere filtrarse aire del ambiente dentro de la cabina, contaminado con polvo u otros agentes perjudiciales para el repinte automotriz.



Fig.5.13. Ensamblaje de los paneles

Es gracias a los biseles para el montaje que traen contruidos los paneles térmicos que nos permitió una construcción solida, como muestra la fig. 5.13. Esta estructura posee una alta fiabilidad en impermeabilidad completa de la cabina, lo cual nos llevara a un excelente funcionamiento de la cabina de pintura automotriz. Con la ayuda de un marco metálico en la parte superior de los paneles logramos mayor seguridad al momento del montaje y así conseguir su posición fija en la base metálica construida. El refuerzo metálico nos ayuda a mantener los paneles térmicos juntos uno de otro obteniendo una pared térmica lo bastante fuerte en su



estructura y un cierre hermético excelente entre ellas, con ello logramos cumplir con los objetivos planteados desde un inicio para un buen desempeño de la cabina de pintura automotriz.

La secuencia de todos los procesos seguidos durante la instalación de los paneles térmicos y un estricto alcance de las normas de seguridad para formar el cuerpo de la cabina de pintura, da consigo que todos los parámetros seguidos en el montaje de los paneles térmicos son fundamentales para obtener los resultados estudiados en base a presión, hermeticidad y conservación de calor, los cuales son primordiales en el funcionamiento de la cabina evitando el consumo de energía innecesaria al tratar de mantener la temperatura adecuada en el área de pintado por mayor tiempo, conservar siempre la presión entre las paredes para desalojar la niebla de pintura que se produce durante el proceso de repinte, consiguiendo un buen desempeño de la cabina y un uso adecuado de los recursos energéticos de la cabina de pintura automotriz.



Fig. 5.14 Paneles térmicos formando ya la estructura completa de lo que será nuestra cabina de pintura, con sus refuerzos laterales los cuales fijan las paredes de lado y lado.

### 5.3 MONTAJE DEL TECHO.

Continuando con la construcción de la cabina, ubicamos las estructuras que soportaran el techo de la cabina de pintura, estas estructuras son de tol con un dobles adecuado para sostener las planchas de aglomerado, que nos servirán como techo.

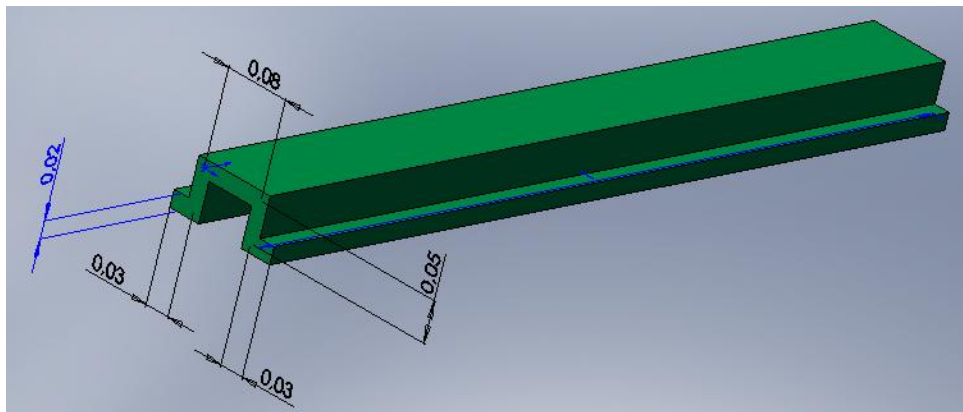


Fig. 5.15. Tol utilizado es de 3 milímetros de espesor el cual es doblado de acuerdo a lo planteado anteriormente, con esta forma obtenemos un riel firme y tan sólido como para poder soportar todo el peso de las planchas de material aglomerado que utilizamos para el techo.



Fig. 5.16. Distribución de las estructuras.

Todas las estructuras van distribuidas, Fig. 5.16, en el techo de la cabina de pintura, estas estructuras tiene este diseño especial como refuerzo para poder

ubicar posteriormente el aglomerado por encima de las estructuras, consiguiendo un techo con alta seguridad y un lugar fijo donde sujetar las planchas una junto a la otra.



Fig. 5.17. Planchas de aglomerado.

Como se muestra en la fig. 5.17, podemos observar la distribución de cada una de las estructuras a lo largo de la cabina, con lo cual podemos sujetar las planchas de aglomerado, obteniendo un ajuste adecuado entre estas, con remaches de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y un cierre hermético con la ayuda de silicón que es ubicado entre las juntas de cada una de las planchas de aglomerado que tenemos en el techo, evitando el ingreso de polvo y de cualquier tipo de impurezas al interior de la cabina, manteniendo la durabilidad de nuestros filtros por mucho más tiempo lo cual nos brinda un aire limpio en cada operación de la cabina.

#### 5.4 MONTAJE DEL PISO.



Fig. 5.18. Rejillas del piso.

Las rejillas de soporte central están elaboradas de varilla de 0.5 pulgada las cuales están soldadas a un soporte tipo ángulo de 90°, que se encuentran distribuidas por el perímetro del bloque central, las rejillas están construidas con la finalidad de soportar todo el peso del vehículo y brindar el espacio suficiente para que la neblina de pintura creada en el instante del repinte automotriz tenga un lugar por donde salir y evacuar rápidamente fuera del recinto de la aplicación de la pintura.

Las rejilla están diseñadas especialmente para durar y soportar todo vehículo mediano promedio que se van a pintar. Las rejillas se encuentran diseñadas por partes, no una pieza total, son 6 piezas separadas en total, las cuales constan de 2 transversales y 4 piezas ubicadas longitudinalmente, están diseñadas con el objetivo de poder removerlas con mayor facilidad y sin mucho esfuerzo si decidimos limpiar los conductos o a su vez cambiar los filtros de aire cuando ya lo ameriten.

## 5.5 UBICACIÓN DE LA ILUMINACIÓN.

Para facilitar el trabajo de detalle que se realiza en su interior es necesaria una buena iluminación (mínimo 700 lux), que se consigue mediante numerosas lámparas fluorescentes. Su potencia, en conjunto, está entre 1 y 2 Kw.

Una iluminación insuficiente repercutirá negativamente en el rendimiento y en la calidad, aumentando el riesgo de trabajos defectuosos por falta de percepción o una percepción incorrecta. Para conseguir ahorros energéticos en la iluminación, se puede planificar el encendido y apagado de la iluminación de la cabina, fig. 5.19, cuando existan periodos de tiempo prolongados en los que no haya nadie en su interior. Además, conviene sustituir periódicamente los fluorescentes que, por desgaste, pierdan luminosidad, incluso antes de que hayan dejado de funcionar, limpiar los cristales que protegen las luminarias de pulverizaciones para mantener el haz de luz y preservar las paredes de la cabina de un color claro, limpiándolas o pintándolas con regularidad, para que no absorban parte de la luminosidad existente.



fig. 5.19. Iluminación.

El conjunto de luces están ubicadas alrededor de toda la cabina, la distribución de las lámparas fluorescentes son de 5 lámparas por un lado y 5 más por la pared del lado contrario, fig. 5.20, consiguiendo la máxima luminosidad del recinto de pintura automotriz, ayudando al técnico pintor una apreciación lo más clara posible al realizar el trabajo.



fig. 5.20. Distribución de la Iluminación.

## 5.6 VENTILADORES.

La renovación del aire de la cabina es posible gracias a una turbina de impulsión, que son movidas por motores eléctricos, con potencias en total de 6hp.



Fig. 5.21. Turbina de impulsión de aire.

Los motores que mueven las turbinas de impulsión de aire de la cabina son del tipo espiral. Fig. 5.21. Durante el arranque clásico de estos motores se consume mucha energía, del orden de 4 veces la corriente que se utiliza durante su funcionamiento. Además, su velocidad y, por consiguiente, el caudal de aire que

circula en la cabina, no puede ser regulada con facilidad, por lo que funcionan a plena potencia para sustentar la cantidad de aire requerida.



Fig. 5.22. Sistema de ventilación.

El sistema de ventilación consta de dos motores eléctricos, que en conjunto suman 3 hp, de potencia, Fig. 5.22. Los cuales se encuentran acoplados mediante poleas y bandas a los ventiladores tipo espiral los cuales están fijados por un eje a una chumacera de tipo industrial, los ventiladores se encuentran equilibrados estática y dinámicamente.



Fig. 5.23. Tapas del ventilador.

Estos ventiladores proporcionaran el aire necesario de 7000 m<sup>3</sup>/h que se necesita en el área de pintura y que fueron construidos para suministrar tal cantidad de aire, la estructura de la construcción inicial de los ventiladores tiene una modificación extra realizada, fig. 5.23, luego de probar los ventiladores optamos por construir dos tapas con un orificio centrado a las aspas del ventilador, con ello conseguimos que el aire se direcciona de manera que todo el aire absorbido por los mismo ingresen directamente, a la boca del intercambiador que tenemos en la parte superior, sin pérdidas por turbulencia que se crea en el contorno de los ventiladores y que hace que el aire se disperse por toda el área de las puntas de las aspas del ventilador hacia afuera, evitando que el caudal necesario de aire se esparza y se pierda su efectividad. La cantidad de aire deberá ser calentada por el intercambiador de calor al cual se dirige todo el aire absorbido por los ventiladores.

Sí, en el programa de pintado, la velocidad del aire en la cabina es la mayor, girando los motores a su máxima capacidad.

En secado, se reduce el caudal de aire ya que entra en funcionamiento una sola turbina de impulsión, con lo que el calentamiento es muy rápido y el consumo de electricidad y gas disminuye, este tipo de funcionamiento es requerido para un secado completo de toda el área por igual que se realiza el pintado, dando como resultado un acabado fino. El enfriamiento de la cabina, al finalizar el ciclo de secado, es progresivo, va disminuyendo la temperatura interna paulatinamente ya que no necesita enfriar el lugar donde se realiza el repinte automotriz.

Todas estas mejoras consiguen interesantes ahorros energéticos, que, al fin y al cabo, se traducen en un ahorro de los costes de la producción y la rentabilidad del proyecto. El objetivo del área de pintura no sólo se ha de buscar en una reducción del consumo de materiales y de tiempo, sino también mediante un uso eficiente de los equipos del taller.

## **5.7 CONSTRUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR.**

El tipo de intercambiador de calor por carcasa y tubos nos permite obtener los mayores beneficios en construcción y tamaño, ya que son dos factores primordiales en el diseño, con lo cual obtendremos un mayor uso de los materiales empleados en su construcción, minimizando el costo y mejorando el



espacio utilizado para la ubicación del intercambiador de calor dentro del sistema de calefacción de la cabina de pintura automotriz.

En la selección adecuada es del tipo de intercambiador de calor por carcasa y tubos, la construcción general del intercambiador consiste en un haz de tubos paralelos dentro de una carcasa o coraza, fig.5.24. La coraza es el cilindro de diámetro mayor construido con una lámina de acero inoxidable de 2 mm de espesor cuyo diámetro es de 650 mm, ver anexo 1 planos de construcción, y en su interior podemos observar un cilindro de diámetro menor que nos servirá como la cámara de combustión para la llama del quemador.

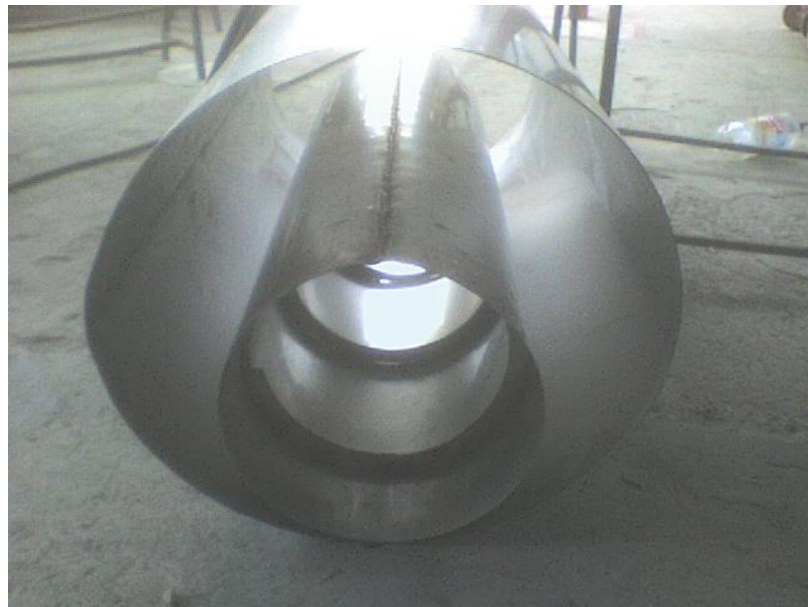


Fig.5.24. Coraza de tubos.



Fig. 5.25. Ranuras de entrada y salida del aire.

La carcasa consta de tres ranuras cuadradas ubicadas, fig. 5.25 Dos de ellas que se encuentran en la parte inferior, están destinadas al ingreso de la cantidad de aire frío que generan los ventiladores. La tercera de las ranuras se encuentra localizada en la parte superior de la coraza, dicha ranura está destinada a la salida del aire caliente que se produjo al intercambiar la temperatura de los tubos con la del aire de ingreso, todo la cantidad de aire caliente se dirigirá al interior de la cabina, para cumplir con los objetivos de funcionamiento de la cabina, las dos ranuras inferiores se encuentran ubicadas para que el aire que los ventiladores impulsan se dirija directamente a los tubos que se encuentran paralelos a la cámara de combustión y a la coraza de tubos con ello logramos que el aire no cruce directamente a la salida, sino se produzca un camino desigual para la conducción del aire caliente a la salida del intercambiador y con ello lograr que el aire llegue a la temperatura deseada con mayor rapidez que es de 60 °C y se produzca el intercambio de temperaturas.

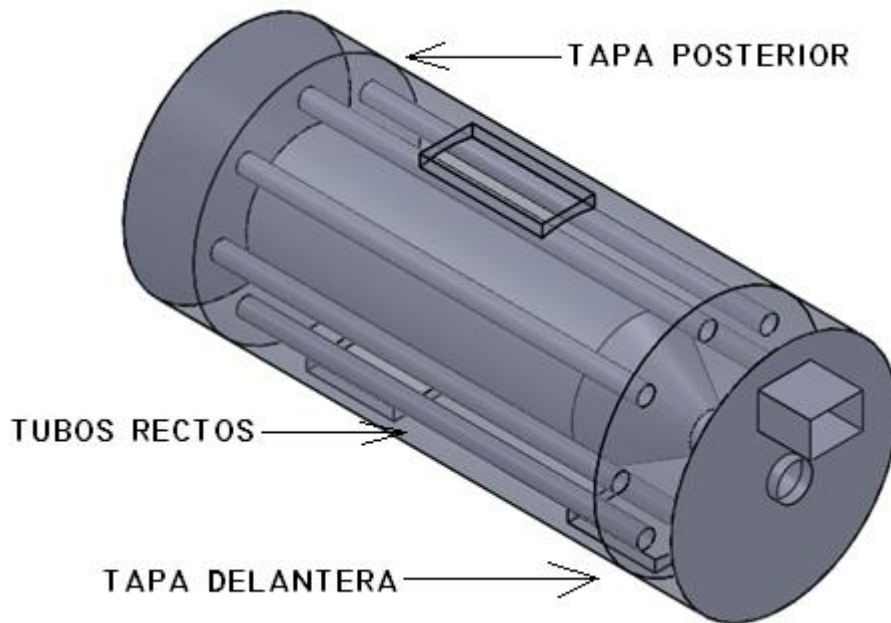


Fig. 5.26. Intercambiador de calor.

El diseño del intercambiador, fig. 5.26. Con los tubos dentro de la coraza, distribuidos en todo su diámetro los cuales están soldados a unas tapas ubicadas tanto en la parte delantera como en la posterior, las mismas tapas están soldadas a la coraza de tubos realizando el cierre hermético del conjunto en las dos partes, para evitar la contaminación del aire para la cabina con los gases quemados que se dirigen por dentro de los tubos rectos. Los equipos de carcasa y tubos son compactos y eficientes. Sus altas velocidades mejoran la velocidad de transferencia de calor.



Fig. 5.27. Tubos rectos.

En la fig. 5.27. Se muestran los detalles generales de la construcción de los tubos que están soldados a las tapas del intercambiador de carcasa y tubos. El intercambiador está construido por un haz de tubos que está constituido por un número determinado de tubos rectos, 8 en total, los cuales se distribuyen en todo el diámetro de la coraza, los tubos son de acero inoxidable de 1.150 mm de largo x 50 mm de diámetro con un espesor de 2 mm, cuyos extremos se expanden en forma recta al entrar en dos tapas, situadas una en cada extremo.



CHIMENA DE GASES

Fig. 5.28. Chimenea.

Durante el calentamiento de los tubos dentro del intercambiador se producen gases de la combustión, que genera el quemador de llama directa, permitiéndonos construir un área para desalojar todos estos gases, esta sección, fig. 5.28, se encuentra ubicada a un costado de la coraza del intercambiador y que termina con una chimenea de gases quemados que va a dar al exterior del conjunto de calefacción.

## 5.8 CONSTRUCCIÓN DE LA CÁMARA DE GAS.

El reemplazo del gasoil, diluyentes y mezclas de derivados de petróleo por el gas, tiene tres ventajas incuestionables, además de otras que se mencionan después:

1. Su menor costo.
2. La menor contaminación de los gases.

3. La modulación infinitamente variable del quemador, a diferencia de la mayor dificultad para hacerlo con los quemadores a combustible diesel.

La cabina y el sistema de calefacción, se caracterizan por el ahorro energético, gracias a la introducción de sistemas de combustión por llama directa.

Una ventaja adicional del gas es, justamente, encontrarse en estado gaseoso lo que permite una adecuada mezcla con el aire. Por esta razón, la regulación es más fácil, rápida y limpia, decreciendo los problemas de balanceo de cantidad de aire frío, de presión de combustible y temperatura existentes en los quemadores de gasoil.

Otra ventaja del gas es que no origina compuestos de azufre, como lo hacen los combustibles tipo gasoil, evitando así la corrosión de las partes metálicas del intercambiador.

En definitiva, la combustión es, entonces, más limpia, por lo tanto puede hacerse combustión, siempre que los quemadores trabajen bien.

Una cámara de combustión se requiere normalmente para proteger a las superficies de los metales que componen el intercambiador de calor, y para proporcionar una cámara radiante para la transferencia rápida de calor a la primera de las superficies del intercambiador de calor. La cámara de combustión es el cilindro ubicado en el interior de la coraza de tubos, fig. 5.29, es de acero inoxidable de 140 mm de largo con 2 mm de espesor y un diámetro de 350 mm, véase plano en el anexo 1. Su diseño es amplio para la propagación de la llama directa, debiendo por lo tanto, usarse alta presión de aire y gas el cual es regulable en el quemador. Todo ello obliga a controlar el buen funcionamiento de las bombas de presión que constan en los quemadores.



Fig. 5.29. Cámara de combustión.

Los deflectores metálicos de acero inoxidable, colocados en el interior de la cámara de combustión, nos permiten transferir y distribuir todo el calor a lo largo de la cámara de combustión, logrando así calentar a su vez los tubos que se encuentran alrededor del diámetro de la coraza de tubos y optimizar el rendimiento del intercambiador de calor.

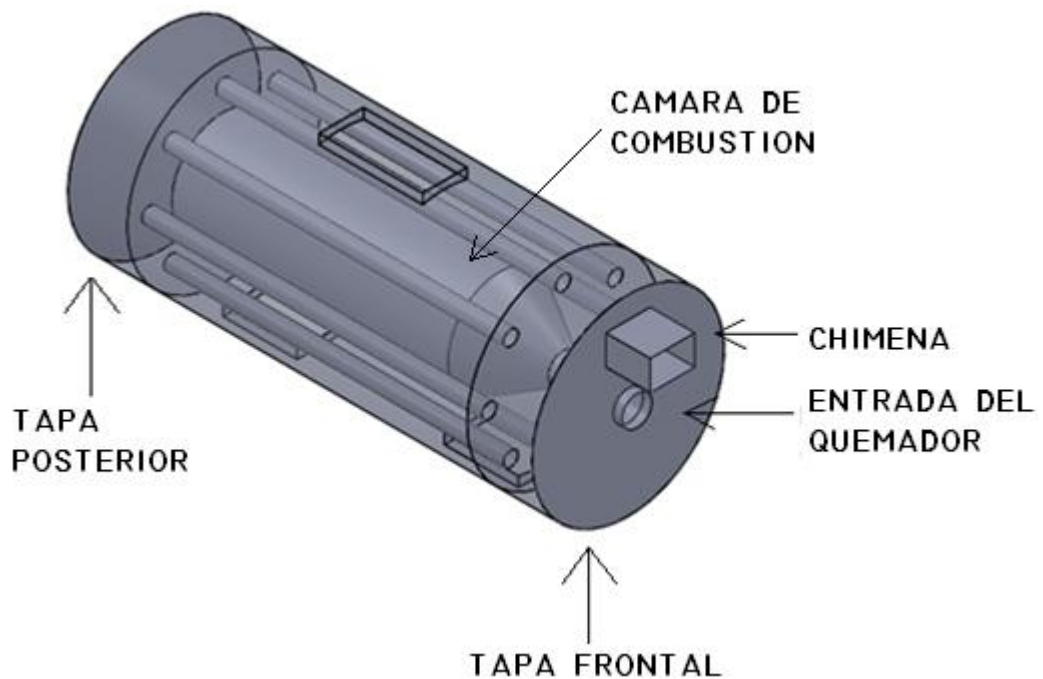


Fig. 5.30. Distribución del intercambiador.

La llama del quemador entra por un lado del intercambiador, Fig. 5.30. (Entrada del quemador), directamente a la cámara de combustión, la cual se transmite directamente los gases de la combustión a la tapa posterior para que a su vez se re direcciona a los tubos rectos que se encuentran soldados a la tapa delantera y estos salga por la chimenea de gases ubicada en la parte superior de la coraza de tubos.

La temperatura de una llama directa que produce el quemador, se encuentra en torno a los 450°C, mientras que los gases de esa combustión están entre 325F (162.78C) y 550F (287.78C) para quemadores de conversión interna de gas. Estos gases generados en la combustión, son direccionados a la tapa posterior de los tubos que están ubicados dentro de la coraza, fluyendo por el interior de los tubos y calentando los mismos, hasta alcanzar la temperatura óptima para producir el intercambio de calor al aire de ingreso que envían los ventiladores del exterior. Como sabemos la transmisión de este calor al aire de secado se hace por intermedio de un intercambiador.

En los conjuntos de calefacción, los quemadores y las cámaras de combustión están situados en forma horizontal. Trabajando por impulsión de aire producido por los ventiladores ubicados en la parte inferior.

Esta disposición tiene la ventaja de reducir considerablemente las pérdidas de calor y de disminuir el ruido producido por los ventiladores.

## **5.9 QUEMADOR.**

Muchos quemadores son del tipo de dos fases o de dos llamas, en los cuales la segunda llama entra en funcionamiento mediante la intervención de un termostato cuando la primera es insuficiente para mantener una temperatura prefijada de aire caliente.

También, se observa una tendencia a quemadores anchos, es decir, que produzcan una llama ancha en vez de larga. Una llama ancha tiene más superficie para contacto con el aire, y es más corta, lo que la hace más segura. Los quemadores de este tipo pueden tener forma de grilla y se usan sólo para combustibles gaseosos.



Fig. 5.31. Quemador.

El quemador que funciona para la unidad de calefacción de la cabina de pintura es un quemador Fabricado por:

Wayne Combustion Systems,

Tipo Blue Angel Plus gas burner HSG400.

Las Características del quemador son:

Capacidad máxima de entrada - 400 MBtu / 117,23 kw/h

Capacidad mínima de entrada - 200 MBtu / 56,62 kw/h

Diámetro del tubo de aire: 4 pulgadas (101,6 mm)

Tensión normal: 110 v.

Seguridad de llama, para el motor de aire instalado: 24 VAC Electrónico.

Encendido de chispa: 7300 VAC. chispa directa.

Válvulas de gas: 3 / 4 x 3 / 4 (19,05 mm x 19,05 mm).

Para iniciar la llama se aplica 24 v al relé del motor de llama de seguridad, el cual sopla aire, que ingresa a la cámara de combustión. Después de que el motor alcanza la velocidad, la energía al interruptor del soplador del aire se cierra. Un temporizador instalado cuenta 30 segundos para permitir la apertura del control de gas principal para la ignición.

El control de gas principal para la ignición, se mantiene activado 8 segundos, permitiendo que ingrese el gas necesario para la ignición primaria del quemador,



después de los 8 segundos que se toma para la verificación del crecimiento de la llama con seguridad dentro de la cámara de combustión, una vez logrado esto, el control de gas principal activa la válvula del gas que permite el flujo de éste a la cabeza del quemador y al mismo tiempo, el control de la energía del quemador produce aproximadamente alrededor de 7.300 voltios a la tierra en el cabezal del quemador produciendo la chispa, que dura 4 segundos y la cual es necesaria para producir la ignición de todo el gas y dar comienzo al ciclo de calor que se formará dentro de la cámara de combustión.

Una vez establecida la llama, el control de gas se encargará de mantener el ciclo adecuado de llama y controlar el cerrado de la misma para apagar el sistema, reiniciarlo si fuese necesario por una parada de emergencia o una falta de aire por parte del soplador en la cabeza del quemador.

Una buena llama del quemador tiene un color amarillento-anaranjado, lo que representa un funcionamiento correcto. Si se observan llamaradas rojas y lenguas de humo se deduce que la combustión tiene un exceso de gas, por trabajo del control de gas defectuoso con lo cual tenemos una válvula demasiado abierta, con ello una parada del sistema para lograr una recalibración del control de gas al sistema.

## **CAPITULO VI**

### **6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CABINA DE PINTURA.**

#### **6.1 MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA INTERNA DE LA CABINA DE PINTURA EN SU FASE DE PINTADO.**

La medición de la temperatura interna de la cabina de pintura se la realiza mediante un pirómetro con sensor de temperatura termocupla.

Un pirómetro, es un dispositivo capaz de medir la temperatura de una sustancia sin necesidad de estar en contacto con ella. El término se suele aplicar a aquellos instrumentos capaces de medir temperaturas superiores a los 600 grados Celsius. El rango de temperatura de un pirómetro se encuentra entre -50 grados Celsius hasta +4000 grados Celsius. Gracias a su mecanismo óptico, estos pirómetros son una herramienta segura para medir temperaturas con precisión. Los pirómetros infrarrojos están especialmente indicados para aplicaciones en las que no se pueden utilizar los sensores convencionales. Este es el caso de objetos en movimiento o lugares de medición donde se requiere una medición sin contacto debido a posibles contaminaciones u otras influencias negativas.

El pirómetro con sensor de temperatura de tipo termocupla está ubicado en el panel de control de la cabina. La termocupla ubicada en el interior de la cabina en una de las paredes térmicas, mide la temperatura ambiente dentro de la cabina de pintura, dicho elemento envía la señal tomada en su extremo mediante un fino cable galvanizado a un pirómetro electrónico que se encuentra ubicado en el tablero de control el cual muestra digitalmente en una pantalla la temperatura interna de la cabina

En el pirómetro digital nos muestra en su pantalla, fig. 6.2. Dos mediciones una con rojo, la que pertenece a la temperatura del interior de la cabina, la cual está señalada como PV en el instrumento de medición, y la medida con verde nos muestra la máxima temperatura calibrada a la que debe estar el interior, la cual está señalada como SV en el pirómetro, el valor que se muestra como SV es modificable mediante los botones set y las flechas para subir o bajar, con los

cuales se cambia la cantidad y así establecer la temperatura deseada para el interior de la cabina.



6.2. Pantalla del pirómetro.

Una vez censada la temperatura interna PV por la termocupla y la temperatura máxima que se calibro en el pirómetro antes del proceso de pintado, ya sean 25 °C para el proceso de pintado a 60°C máxima para proceso de secado, dichos valores se muestran en la pantalla como SV indicados anteriormente, limites de temperatura, ahora bien el pirómetro entra en funcionamiento y compara estas dos medidas tomadas. La medida de temperatura PV debe de llegar al valor de SV que muestra el pirómetro como máxima temperatura, si la medida de temperatura PV es menor a SV, el pirómetro envía una señal eléctrica a un contactor, que es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, dicho contactor activa la corriente que energiza el sistema de encendido del quemador para proporcionar la chispa y activar la llama la cual se encarga de elevar la temperatura a la máxima indicada por el pirómetro SV, una vez obtenida la temperatura interna deseada,  $PV = SV$ , fig. 6.3, el pirómetro se encarga de cortar la señal al contactor el cual interrumpe la corriente a todo el sistema de alimentación de energía al quemador y se apaga la llama.



Fig. 6.3. Pirómetro PV=SV.

El pirómetro se encuentra calibrado de tal forma que si la temperatura interna baja en 2°C en comparación a la temperatura deseada SV, el pirómetro nuevamente envía la señal para encender el quemador y subir los grados centígrados perdidos de diferencia.

Se realizó una prueba con un pirómetro óptico, fig. 6.4. En la cual se muestra la temperatura del elemento que se ha pintado y que se encuentra en su fase de secado por lo que la temperatura está bajando progresivamente en el interior de la cabina de pintura, como se muestra en la figura 42°C.



Fig. 6.4. Pruebas con el pirómetro óptico.

## 6.2 CONTROLAR EL TIEMPO DE ENCENDIDO.

Los temporizadores así como su nombre lo dice son mecanismos que funcionan o hacen una operación por cierto tiempo donde el tiempo es ajustado de acuerdo del uso dado.

El instrumento utilizado para el funcionamiento de nuestra cabina de pintura mediante un determinado tiempo calibrado, es el temporizador de motor (48 x 48) de tamaño DIN con rangos de tiempo variables.

Este temporizador fig. 6.5 de motor proporciona numerosas funciones, como retardo a ON, indicador de tiempo, puntero móvil y motor sincrónico. Además, el indicador LED muestra la operación de tiempo, el rango de tiempo y la tensión nominal,



Fig. 6.5. Temporizador.

Tamaño DIN 48 x 48 mm.

Panel frontal/enchufable/carril DIN.

Disponibles todas las tensiones de alimentación.

Rango de funcionamiento de 0,2 s a 30 h

6 A a 250 Vc.a.

El temporizador se encuentra ubicado en la parte interior del panel de instrumentos de la cabina de pintura, como se muestra en la fig. 6.6. Esta ubicación del temporizador se fundamenta en que el tiempo de funcionamiento de la cabina no debe ser manipulado por ningún otro operario ajeno al que se encuentre pintando y manipulando toda la cabina de pintura, para que así se

evite alteraciones de tiempo indeseadas por personas extrañas, ya que como sabemos la cabina se encuentra ubicada en el centro de todo el taller y por ende está expuesta a mucho personal ya sea del mismo taller o como ajeno al mismo clientes y por lo tanto por accidente pueden cometer el error de manipular y cambiar el tiempo de funcionamiento de la cabina de pintura en cualquier etapa de funcionamiento de la misma, produciendo pérdidas de tiempo de producción.



Fig. 6.6. Temporizador de la cabina de pintura.

El funcionamiento del temporizador de basa en mover la perilla frontal donde se encuentra el puntero móvil fijador de tiempo, a la hora que nosotros creamos la adecuada para determinar el tiempo deseado de funcionamiento de todo el sistema, en la figura podemos ver que se encuentra calibrado para una hora de funcionamiento de todo el sistema de la cabina de pintura automotriz..

### **6.3 VERIFICAR QUE EXISTA EL FLUJO CORRECTO DE AIRE DURANTE Y DESPUÉS DEL PROCESO DE PINTURA.**

Con el fin de controlar el flujo correcto de aire durante el proceso de repinte automotriz y a su vez en el proceso final de secado de la pintura, optamos por la utilización de un instrumento especial para medir flujos de aire este es un anemómetro de rueda alada. Fig. 6.7.



Fig. 6.7. Anemómetro.

El anemómetro es de fácil manejo para efectuar en cualquier momento una medición precisa de flujo de aire. Este anemómetro es ideal para los sistemas de calefacción y para efectuar mediciones en conductos de aire, canales y salidas de aire. La cabeza del anemómetro de rueda alada permite una lectura tanto de entrada como de salida de aire en conductos. El anemómetro de rueda alada destaca por su alta precisión.

Las pruebas de flujo de aire realizadas en la cabina de pintura automotriz, se las realizo con el anemómetro tipo de rueda alada modelo cs-810, Fig. 6.7, el cual nos muestra el valor de la velocidad del aire en metros por segundo, con ello y la sección transversal podemos obtener el caudal de aire que se tiene en los diferentes puntos de la cabina.

#### **6.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DURANTE EL PROCESO DE PINTADO.**

La primera prueba se la realizo en el conducto de entrada de aire del exterior, que es absorbido por los dos ventiladores en funcionamiento en el proceso de pintado y que es dirigido al conjunto de calefacción de la cabina. Fig. 6.8.



Figura 6.8. Conduto de entrada y su medición.

Dando como resultado una velocidad de: 1.0 m/s.

Con una sección transversal de: 0.35 m x 1.68 m.

Con lo cual tenemos un caudal de: 0.588 m<sup>3</sup>/s.

Esta cantidad de aire es la adecuada para ingresar al intercambiador, calentarse y dirigirse al interior a la cabina para cumplir su función en el proceso de repinte.

La segunda muestra tomada en la cabina, es a la salida del aire caliente proveniente del conjunto de calefacción el cual ingresa por la parte superior del techo. Para tomar esta muestra abrimos una parte del filtro del techo y así tomar la muestra directamente del ducto de salida de aire caliente, fig. 6.9.



Fig. 6.9. Filtro en el techo.

La figura que se muestra a continuación, fig. 6.10. Nos permite ver la medida de la velocidad del aire tomado en el anemómetro que se presentó en el ducto de salida de aire caliente durante todo el proceso de pintado del elemento, con los dos ventiladores en funcionamiento.





Fig. 6.10. Velocidad de aire caliente. Durante el pintado.

Dando como resultado una velocidad de: 1.4 m/s.

Con una sección transversal de: 0.25 m x 1.70 m.

Dando como resultado un caudal de aire de: 0.595 m<sup>3</sup>/s.

Tal cantidad de aire caliente que ingresa a la cabina es el necesario para conseguir el flujo correcto de todo el caudal que se encuentra en el interior de la cabina y con ello conseguir se evite nubes de pintura dentro de la misma por falta de caudal de aire y su flujo adecuado.

La siguiente medición con el anemómetro es la tercera y se toma después del proceso de pintado, con lo cual estamos hablando que la muestra se tomo en el tiempo de secado de la pintura luego del repinte total y con un solo ventilador en funcionamiento para este proceso, fig. 6.11.



Fig. 6.11. Velocidad de aire caliente. Después del pintado.

Dando como resultado una velocidad de: 0.5 m/s.

El resultado presentado por el instrumento de medición nos muestra que la velocidad de aire suministrado para el proceso de secado de la pintura es casi la mitad de la velocidad de aire entregado durante el proceso de pintado, por consiguiente la velocidad de aire de 0.5 m/s es la adecuada para que la pintura se vaya secando de forma progresiva, y es por esto que ya no necesita de mucha ventilación en este proceso de secado, hay que añadir también que se encuentra re circulando el aire que se encuentra en el interior de la cabina a una temperatura de 60°C y que va disminuyendo su temperatura gradualmente hasta que la pintura quede totalmente seca, esto se puede lograr gracias al sistema de re circulación de aire que habíamos mencionado antes, este sistema que posee la cabina, consta de una puerta metálica que se abre y se cierra mediante un pistón neumático que es accionado en el tablero de mando al exterior de la cabina, fig.6.12, este pistón hace que la puerta conduzca el aire hacia el exterior de la cabina en el proceso de pintado con lo cual la puerta se encuentra cerrada, o a su vez conduzca y permita el paso nuevamente del aire caliente que se encuentra en el interior de la cabina y pueda ser re circulado reiteradamente hacia la cabina para lo cual la puerta permanece abierta el tiempo que tome este proceso.



Fig. 6.12. Puerta de re circulación de aire

La cuarta medición se realizó a la salida de los gases por los ductos de desfogue del aire interno de la cabina al exterior, como se muestra en la fig. 6.12.



fig. 6.1 2. Área de salida de gases.

Como muestra la lectura del anemómetro la velocidad en este punto es mucho menor ya que la cantidad de aire ingresado inicialmente está siendo ocupando por toda el área de la cabina y esta evacuando una cierta cantidad de aire al exterior la cual es la adecuada para no crear nubes de pintura en el interior de la cabina.

Fig. 6.13.



Fig. 6.13. Velocidad de aire a la salida.

Dando como resultado una velocidad de: 0.9 m/s.

Con una sección transversal de: 0.30 m x 1.70 m.

Dando como resultado un caudal de aire de: 0.458 m<sup>3</sup>/s.

## **6.5 CONTROL DE CALIDAD EN LOS RESULTADOS DE REPINTE, REALIZADOS EN LA CABINA DE PINTURA.**

Para realizar el control de calidad del repinte de un auto en la cabina de pintura debe tomarse en cuenta los procesos antes durante y después de la pintura que se va a dar en el vehículo, ya que debe reunir parámetros de gran importancia que influirán en el resultado final del repinte automotriz, como es el uso de materiales de calidad y con una mano de obra con experiencia, al juntar todo esto se podrá conseguir resultados buenos y con un aspecto de la pintura excelentes esperados con el repinte en una cabina de pintura.

Para realizar la prueba del buen funcionamiento y control de resultados de la cabina de pintura automotriz, realizamos el repinte de un vehículo Suzuki fuerza 2, el cual fue preparado en su totalidad para un repinte completo del vehículo.

Como primer paso y prácticamente el fundamental se realizó el seguimiento y la ubicación de fallas del vehículo para posteriormente someterlas a una preparación con elementos de corrección de fallas como son las masillas plásticas o poliuretanos ya que estas últimas son las más recientes y con las cuales se han tenido buenos resultados en el proceso de preparar el vehículo para la pintura final, luego de haber culminado con el proceso de preparación de las superficies a pintar se aplica un fondo de recubrimiento al auto antes de pintarlo, este fondo es el llamado fondo gris de poliuretano que es el más utilizado en el proceso de repinte automotriz fig. 6.14, el fondo nos sirve como último elemento en el proceso de preparación de las piezas a pintar ya que cubre las fallas más pequeñas que se pudieron haber quedado como rayas de lijado que se pudieron haber quedado en la preparación y con el fondo automotriz se consigue minimizar todos estos inconvenientes, para luego volver a lijar el fondo con lo cual quedara la superficie apta para el agarre de la pintura final y su perduración con el pasar del tiempo, manteniendo una pintura de calidad con excelente terminado y brillo óptimo.



Fig. 6.14. Vehículo aplicado el fondo.

Durante el proceso de pintado del auto, la cabina de pintura estuvo encendida calentado el vehículo a una temperatura de 35°C, con lo cual se asegura que todas las superficies estén aptas para recibir la pintura final y se pueda adherir con mayor facilidad, la pintura fue aplicada a una temperatura de 20°C con el operario en actividad dentro de la cabina. Para luego que después de haber terminado de pintar todo el vehículo se eleve la temperatura interna a 60°C y con esto inicie el proceso de secado de toda la pintura por un periodo de tiempo de aproximadamente 45 minutos con lo cual la temperatura interna vaya progresivamente disminuyendo hasta acercase a los 20°C y así haber terminado de secarse en su totalidad, fig. 6.15.



Fig. 6.15. Vehículo pintado.

La figura 6.16, se puede apreciar el terminado de una de las partes del vehículo específicamente su guardafango, donde podemos apreciar el brillo y la uniformidad de toda la pintura aplicada.



Figura 6.16. Terminado de calidad.

La calidad del repinte automotriz en una cabina de pintura es muy notoria a un repinte en un ambiente abierto donde constantemente está expuesta el área a

pintarse a contaminaciones como suciedad polvo y otros agentes que pueden provocar que la pintura final sea un desastre además a esto hay que añadir la parte más fundamental de todo el proceso de pintura siendo esta la temperatura a la cual va hacer aplicada influyendo en gran parte en el resultado de calidad final. Para poder apreciar las diferencias y ventajas de pintar un elemento en la cabina de pintura y fuera de ella realizamos un repinte de una pieza como es un guardafango de un vehículo, fig.6.17. En el cual vamos aplicar la misma pintura pero la diferencia está en que la mitad del guardafango va hacer pintado en la cabina de pintura y la otra mitad se va a realizar la pintura fuera del recinto de repintado en un ambiente abierto como usualmente lo pintan.



Fig.6.17. Guardafango de repinte.

Realizamos en la siguiente figura 6.1 8, un acercamiento de la parte que se pinto fuera de la cabina de pintura, en donde se puede apreciar pequeñas impurezas producto de realizar el repinte en un lugar completamente abierto y sin protección de contaminantes que pueden afectar a la calidad de la pintura, por consiguiente aumentar los tiempos de entrega ya que al guardafango se tendrá que someter a un lijado fino para tratar de eliminar algo de las impurezas y conseguir igualar toda la superficie para luego proceder a dar un pulido de profundidad y lograr que la pintura tenga un buen aspecto, adicionalmente se puede mencionar que en el pulido se esta eliminando una capa de brillo que tiene la pintura como protección.

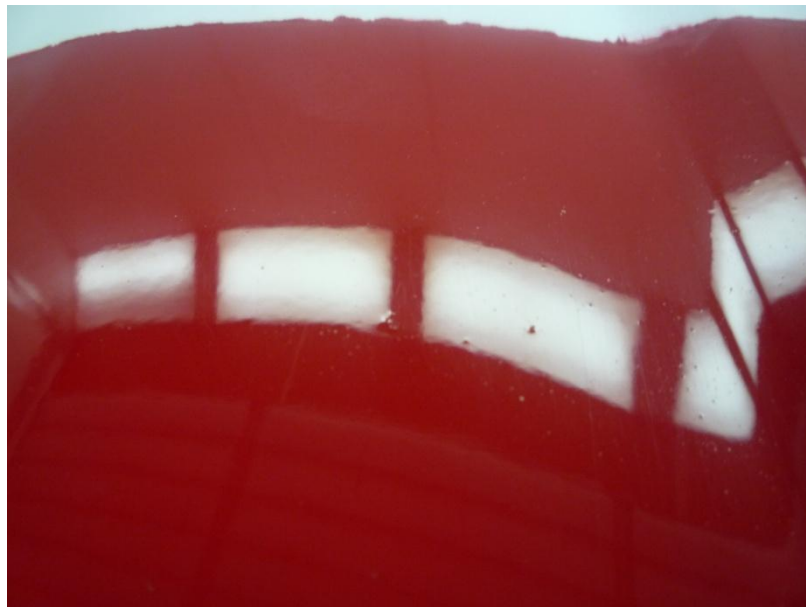


Figura 6.18. Repinte fuera de la cabina.

Mostraremos la contraparte de utilizar un sistema completo para un repinte automotriz, como es la cabina de pintura automotriz donde tenemos presente muchos factores primordiales entre estos podemos mencionar que tenemos un área delimitada por paneles térmicos con los cuales nos ayuda a mantener un ambiente limpio y libre de impurezas como polvo y otros factores que afectan al trabajo terminado, hay que mencionar también que mantenemos la temperatura interna de la cabina sido la adecuada para repintar y obtener un terminado de calidad.

Para presentar la diferencia de un repinte automotriz mostraremos la parte del guardafango que se pinto en la cabina de pintura, en la siguiente figura 6.19,



podemos apreciar la calidad del terminado en la cabina con la temperatura adecuada y realizando un proceso correcto de repinte, se puede apreciar un brillo alto y una textura de la pintura uniforme sin piel de naranja como se produce cuando se pinta en un ambiente abierto.



Figura. 6.19. Repinte en la cabina de pintura.

Con la calidad en el terminado se acorta mucho los tiempos de entrega ya que la pieza que se realizo el repinte automotriz, no tiene que ser sometida a un pulido profundo ya que el brillo ya esta obtenido por el proceso de secado, con lo que solo quedaría pasar una cera de poliuretano para proteger la pintura desde su inicio conservando su brillo y la calidad por mucho tiempo. Fig. 6.20.



Figura. 6.20. Calidad en el terminado.

## DIAGRAMAS DE FLUJO Y DE PROCESOS DE ELEMENTOS

Diagrama de flujo de la fosa.

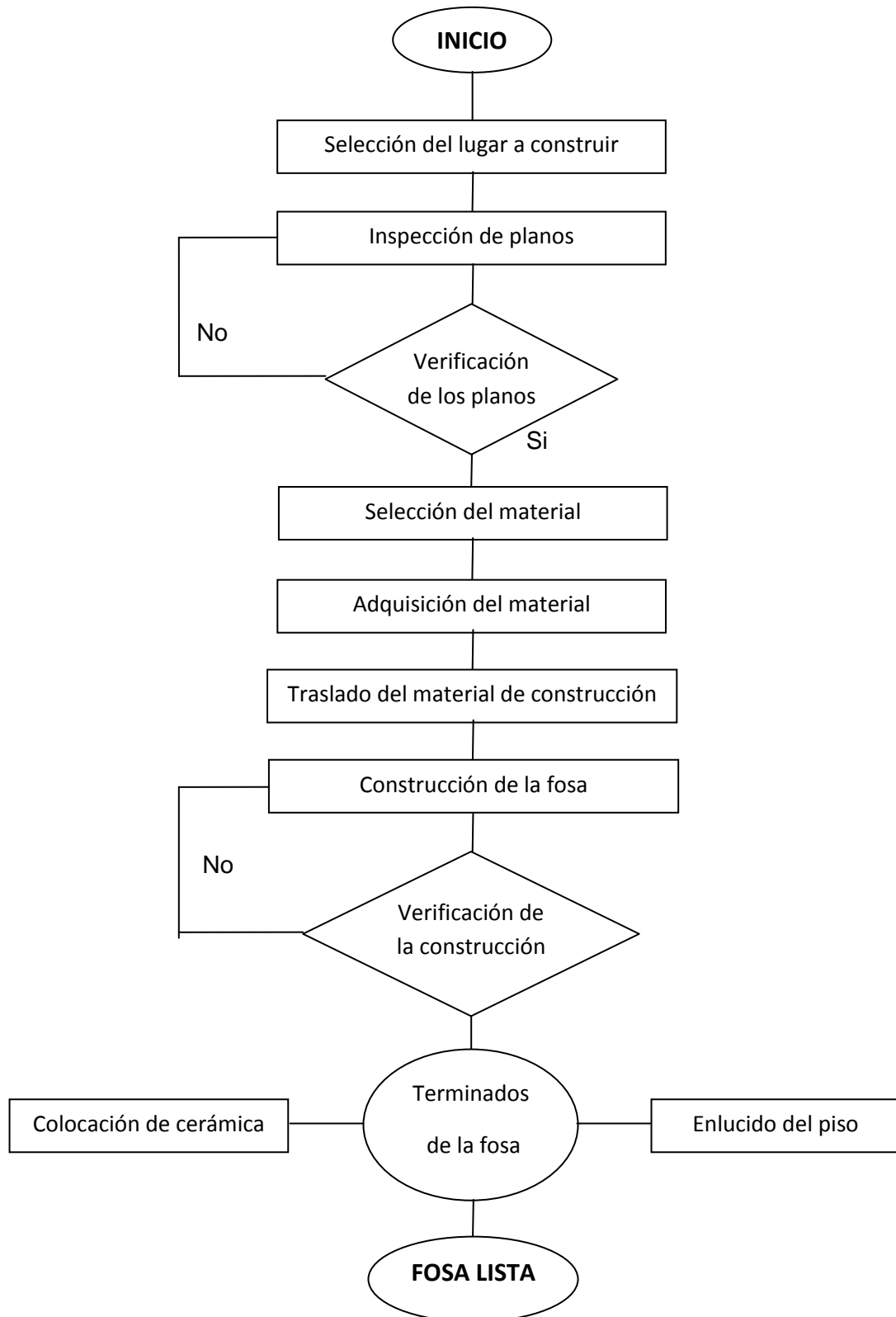


Diagrama de flujo de los paneles térmicos.

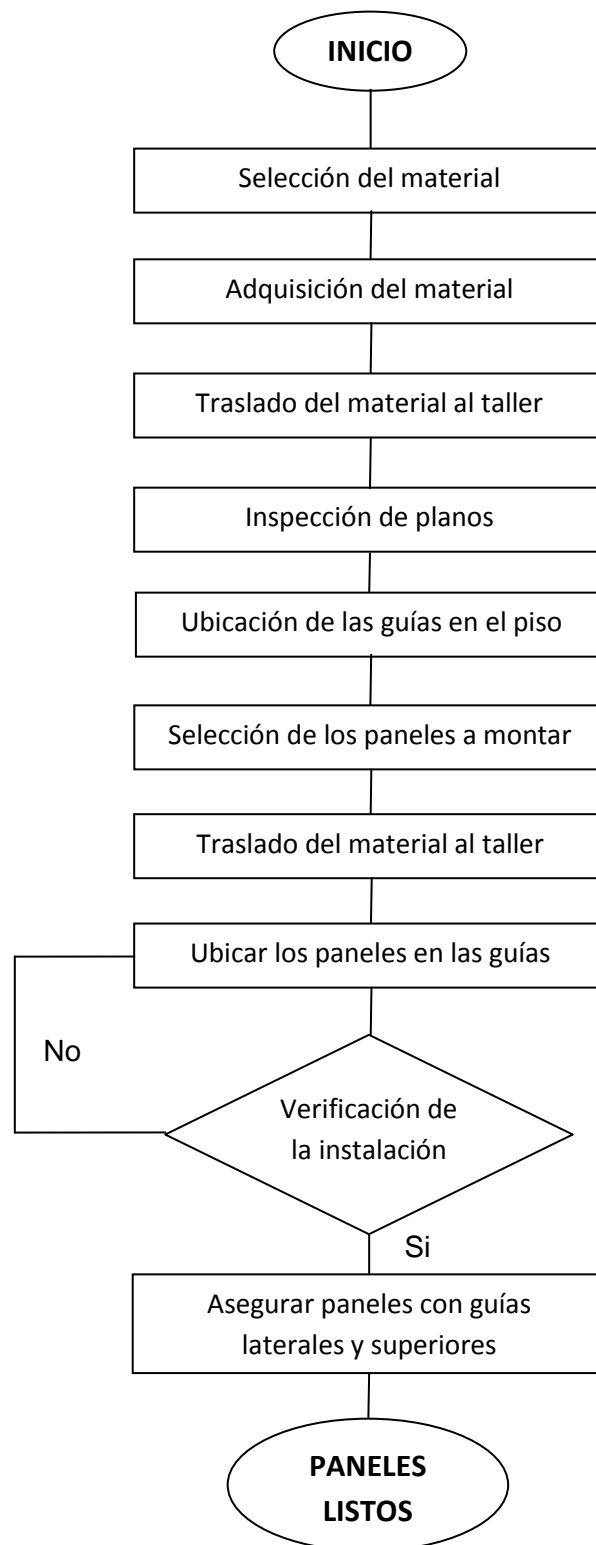


Diagrama de flujo del techo.

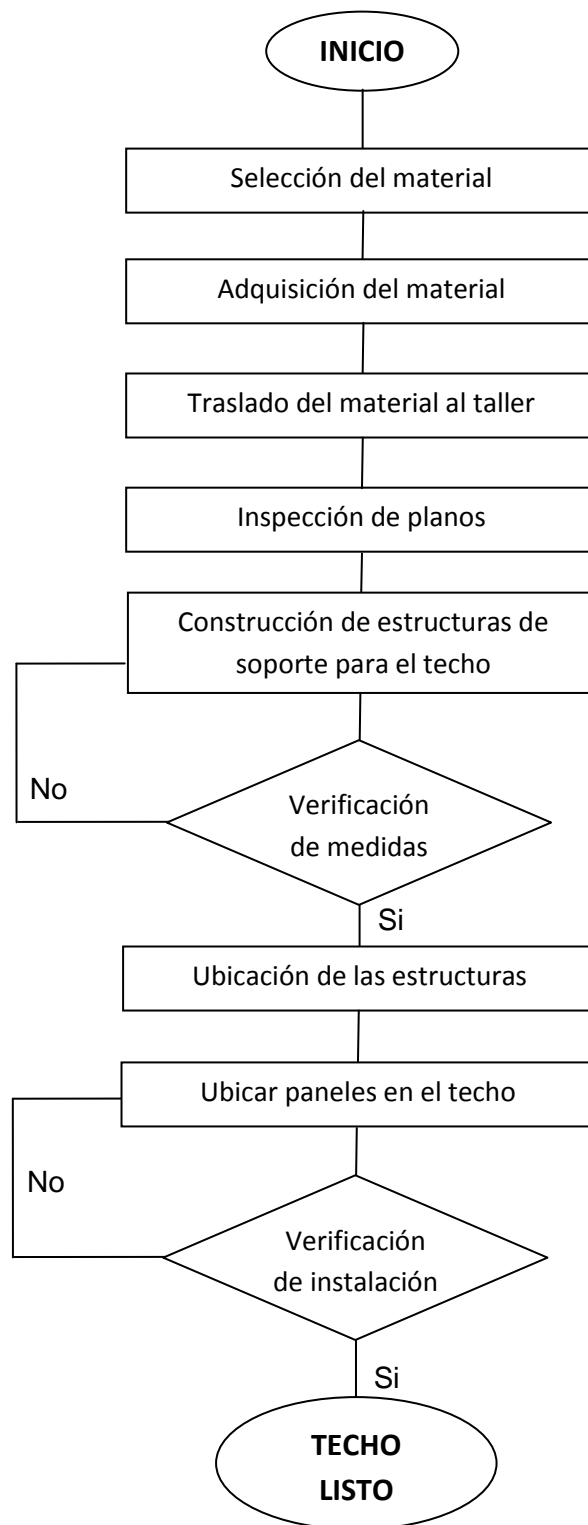
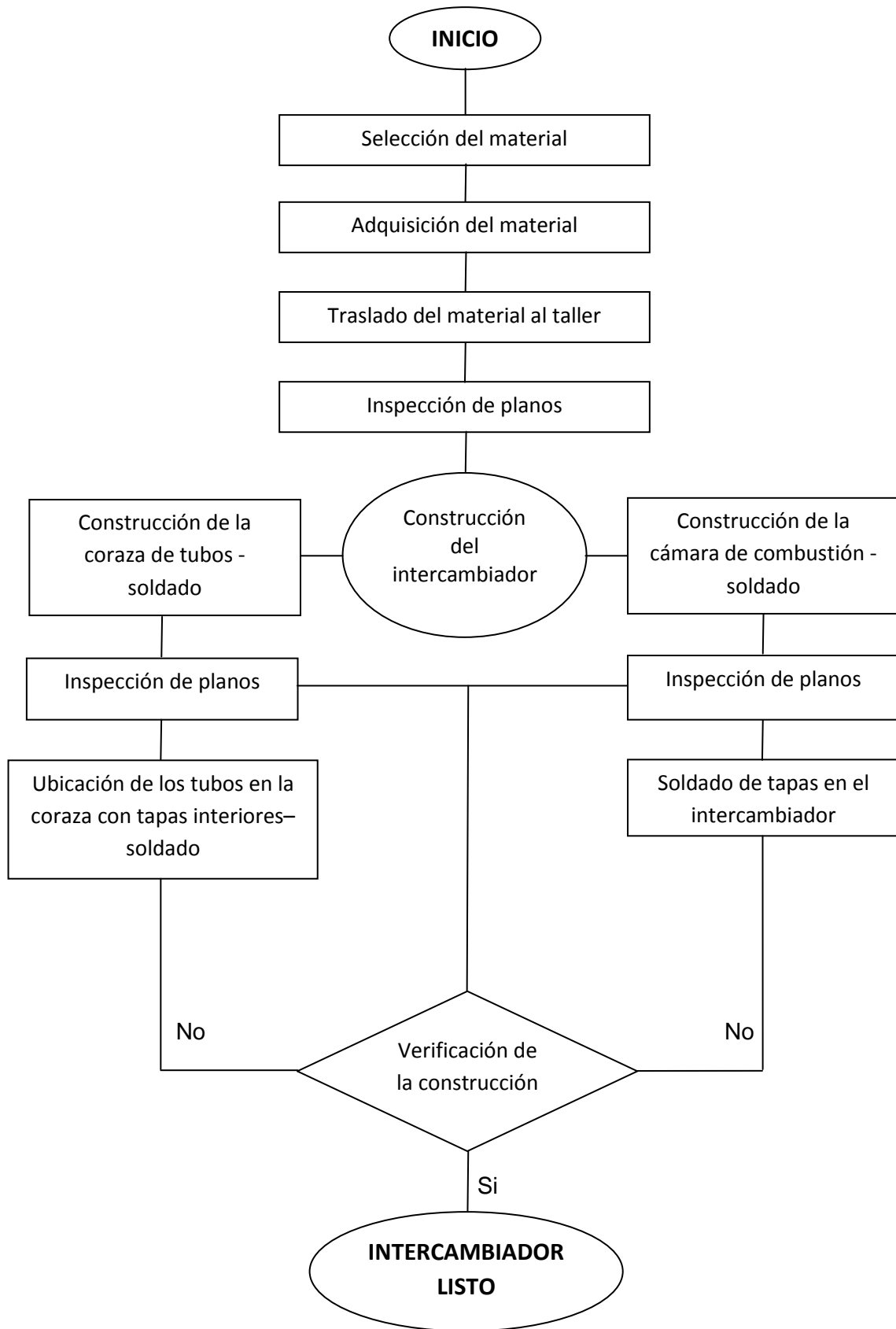


Diagrama de flujo del intercambiador de calor.



**DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LA FOSA**

METODO ACTUAL     METODO PROPUESTO    N° 01

**DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: CONSTRUCCION DE LA FOSA.**

RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en:			ESPE
	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.				
<input type="radio"/> Operación	9	25					Selección del lugar			
<input type="checkbox"/> Inspección	6	36,5					Termina en:			
<input type="checkbox"/> Transporte	2	2					Fosa terminada			
<input type="checkbox"/> Almacenamiento	1									
<input type="checkbox"/> Retraso							ELABORADO POR:			
DISTANCIA RECORRIDA	400,5						Moscoso D. / Quinga M.			

PASOS	DETALLES DEL PROCESO	operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dist. (m)	cambiad	tiempo (H)	NOTAS
1	Selección del lugar a construir	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D	▽		1	5	En los Talleres Moscoso
2	Inspeccion de los planos	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D	▽		1	3	Verificar medidas
3	Traslado al almacen para adquisición.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽	200		1	
4	Adquisicion del material	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽			2	
5	Trasaldo del material al lugar de construccion	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽	200		1	
6	Inspeccion de los planos	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D	▽		1	1	Verificar medidas
7	Toma de medidas al area a ser construida	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D	▽			3	
8	Extraccion de la tierra, para dar la profundidad a la fosa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽	0,5		7	Cuadro de extraccion de aire
9	Ubicación de conductos de aire en el piso	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽		11	2	
10	Colocar tablas de madera, para dividir el area de extraccion	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽		16	2	
11	Distribucion de piedra fina en el area a fundir	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽			1	
12	Ubicación de malla metalica en toda el area a fundir	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽			1	Malla cuadrada
13	Verificar la construcción antes de fundir	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D	▽			0,5	
14	Fundición de la fosa	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽			4	
15	Secado de la fundición	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D	▽			24	
16	Extracción de las tablas de madera divisorias	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽			1	
17	Enluido y ubicación de la ceramica del piso	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▽			5	
18	Fosa terminada	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D	▼				

DIAGRAMA DE PROCESOS PARA LOS PANELES TERMICOS											
■ METODO ACTUAL		METODO PROPUESTO				N° 01					
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: ENSAMBLAJE DE LOS PANELES TERMICOS											
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en:			ESPE	
	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.					
○ Operación	5	20 HORAS					Selección del material				
□ Inspección	3	2 MES Y 1 HORA					Termina en:				
⇨ Transporte	2	16 HORAS					Paneles armados				
▼ Almacenamiento	1										
D Retraso	1	6 MESES					ELABORADO POR:				
DISTANCIA RECORRIDA		1360						Moscoso D. / Quinga M.			
PASOS	DETALLES DEL PROCESO										NOTAS
			operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dist. (Km)	cantidad	tiempo (HORAS/MESES)	
1	Selección del material	○	⇨	■	D	▼		24	2 MES	Esponja de poliuretano	
2	Traslado al almacen para adquisición.	○	⇨	□	D	▼	680	8 HORAS		Guayaquil	
3	Adquisición del material	○	⇨	□	D	▼		6 MESES		Retraso en la elaboración	
4	Traslado del material a la cabina	○	⇨	□	D	▼	680	24	8 HORAS		
5	Inspección de los planos	○	⇨	■	D	▼		1	1 HORA		
6	Toma de medidas para ubicar las guías en el piso	●	⇨	□	D	▼			1 HORA		
7	Ubicar las guías en el piso	●	⇨	□	D	▼		3	4 HORAS		
8	Asegurar las guías	●	⇨	□	D	▼		3	1 HORA	Usar pernos	
9	Ubicar los paneles termicos en las guías	●	⇨	□	D	▼		19	10 HORAS	Verificar guía de ensamblaje	
10	Verificar instalación para asegurar fijación de paneles	○	⇨	■	D	▼		19	2 HORAS	Inspeccionar union entre paneles	
11	Asegurar paneles con guías superiores y laterales	●	⇨	□	D	▼		19	4 HORAS	utilizar remaches y silicon	
12	Paneles armados	○	⇨	□	D	▼					



DIAGRAMA DE PROCESOS PARA EL TECHO											
■ METODO ACTUAL		□ METODO PROPUESTO		N° 01							
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: CONSTRUCCION DEL TECHO											
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en:				ESPE
	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.					
○ Operación	6	16					Selección del material				
□ Inspección	4	6					Termina en:				
→ Transporte	3	5,5					techo listo				
▼ Almacenamiento	1										
D Retraso							ELABORADO POR:				
DISTANCIA RECORRIDA	#REF!						Moscoso D. / Quinga M.				
PASOS	DETALLES DEL PROCESO		operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dist. (m)	cantidad	tiempo (H)	NOTAS
1	Selección del material		○	→	■	D	▼			2	tol galvanizado de 3mm
2	Traslado al almacén para adquisición.		○	→	□	D	▼	50		3	
3	Adquisición del material		●	→	□	D	▼			1	
4	Traslado del material a la cabina		○	→	□	D	▼	50		2	
6	Inspección de los planos		○	→	■	D	▼		1	1	Verificar medidas
7	Toma de medidas para realizar las estructuras		●	→	□	D	▼			3	
8	Traslado del material a la dobladora		○	→	□	D	▼	50		0,5	
9	Realizar los dobleces para formar las		●	→	□	D	▼		5	3	
10	Verificación de los dobleces		○	→	■	D	▼		5	1	
11	Colocación de las estructuras en el techo		●	→	□	D	▼		5	3	distribuir todas las estructura
12	Asegurar estructuras		●	→	□	D	▼			2	utilizar remaches
13	Ubicar paneles en el techo		●	→	□	D	▼		6	4	
14	Verificar instalación y fijación		○	→	■	D	▼			2	utilizar remaches y silicon
15	Techo terminado		○	→	□	D	▼				

DIAGRAMA DE PROCESOS DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR											
■ METODO ACTUAL			METODO PROPUESTO				N° 01				
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: CONSTRUCCION DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR											
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en:			ESPE	
	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.					
○ Operación	8	280 HORAS					Selección del materia				
□ Inspección	5	1 MES Y 12 HORA					Termina en:				
⇒ Transporte	2	6 HORAS					Intercambiador Listo				
▽ Almacenamien	3	1MES Y 48HORA									
D Retraso	1	1 MESES					ELABORADO POR:				
DISTANCIA RECORRIDA		800					Moscoso D. / Quinga M.				
PASOS	DETALLES DEL PROCESO		operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dist. (Km)	cantidad	tiempo (HORAS/MESES)	NOTAS
1	Selección del material		○	⇒	■	D	▽		3	1MES	Planchas de acero inoxidable AISI 405
2	Traslado al almacen para adquisición.		○	⇒	□	D	▽	400		3 HORAS	Quito
3	Adquisicion del material		○	⇒	□	D	▽			1MES	Realizar el pedido
4	Traslado del material al taller		○	⇒	□	D	▽	400		3 HORAS	
5	Inspeccion de los planos		○	⇒	■	D	▽		1	2 HORAS	
6	Toma de medidas para la construccion de la coraza de		●	⇒	□	D	▽		1	4 HORAS	Cortar material
7	Construcción de la coraza de tubos SOLDADO		●	⇒	□	D	▽		1	1MES	Utilizar suelda MIC
8	Ubicar en bodega la coraza.		○	⇒	□	D	▽			1MES	
9	Inspeccion de los planos		○	⇒	■	D	▽		1	2 HORAS	

10	Toma de medidas para corte de tubos de la coraza	●	⇒	□	D	▽		8	5 HORAS	
11	Soldado de tubos en las tapas interiores de la coraza	●	⇒	□	D	▽		8	48 HORAS	Utilizar suelda MIC
12	Verificación de la construcción	○	⇒	■	D	▽			3 HORAS	
13	Ubicar en bodega la coraza de tubos	○	⇒	□	D	▼			48 HORAS	
14	Toma de medidas para la construcción de la cámara de combustión	●	⇒	□	D	▽		1	24 HORAS	
15	Soldado y construcción de la cámara de combustión	●	⇒	□	D	▽		1	72 HORAS	Utilizar suelda MIC
16	Ensamblar la cámara de combustión con la coraza de tubos	●	⇒	□	D	▽		2	96 HORAS	Utilizar suelda MIC
17	Verificación de la construcción	○	⇒	■	D	▽			3 HORAS	
18	Inspección de los planos	○	⇒	■	D	▽		1	2 HORAS	
19	Soldado de tapas exteriores en el intercambiador	●	⇒	□	D	▽		2	48 HORAS	Utilizar suelda MIC
20	Intercambiador Listo	○	⇒	□	D	▼				

## CAPITULO VII

### 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 CONCLUSIONES.

- Se determinó que la temperatura óptima para un correcto secado de la pintura de un vehículo con nuestra cabina es de 40°C, pero también se puede llegar a los 60°C si el proceso así lo requiere.
- De acuerdo a los cálculos realizados la velocidad del aire en los ductos será de 8.5 m/s, lo cual evitará que se produzca un ruido excesivo por causa de la circulación del aire, así se garantiza que nuestro diseño cumpla con las normas internacionales de ruido y el empleado podrá sentirse a gusto en el interior de la cabina y realizar su trabajo eficientemente.
- La distribución de la temperatura en el interior de la cabina se mantiene prácticamente uniforme gracias al espesor de los paneles térmicos y al control electrónico de la temperatura produciéndose una variación máxima de temperatura de 5° C.
- El intercambiador de calor junto con el quemador, están diseñados de tal manera que proporcionen el flujo de calor mínimo necesario de 54792 w para mantener una temperatura constante y óptima dentro de la cabina de pintura.
- La recirculación del aire dentro de la cabina en la fase de secado, disminuye el consumo de gas y se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>, de esta manera se logra reducir los gastos destinados a la compra de gas de combustión y también se aporta a la conservación del medio ambiente.

## **7.2 RECOMENDACIONES.**

- El aire que proporcionan los ventiladores además de forzar el aire al interior de la cabina, también enfrían los tubos y la cámara de combustión del intercambiador de calor, por tal motivo se diseñó el tablero de control para que el quemador se encienda únicamente si los ventiladores ya están prendidos, pero siempre hay que tener mucho cuidado y revisar que el sistema funcione correctamente.
- El piso de la fosa se puede llenar con unos 5 cm. de agua con el propósito de que las partículas de pintura que no se adhieran a la pieza a pintarse producto del rociado sean retenidas y no expulsadas al medio ambiente.
- El vehículo que ingrese a la cabina de pintura debe ser limpiado y forrado antes de empezar el rociado de la pintura, para evitar que los filtros se contaminen con partículas que puedan después provocar un acabado defectuoso en la pintura.
- Tener siempre una reserva de gas, para prevenir que el sistema se quede sin gas por mucho tiempo, y así evitar retrasos en el trabajo.



## **BIBLIOGRAFÍA:**

- DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA, Joseph E. Shingley - Charles R. Mischke. Sexta edición.
- DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS, Robert L Mott, Cuarta edición.
- MECÁNICA DE FLUIDOS. Robert L Mott, Sexta edición.
- TRANSFERENCIA DE CALOR. J. P. Holman, Octava edición.
- TERMODINÁMICA. Virgil Moring Faires, Segunda edición.
- TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA. Yunus A. Cengel, Tercera Edición

**ANEXOS**



## COSTO DEL USO DE CABINA POR HORA

$$\text{Energía eléctrica} = 3\text{HP} \frac{1 \text{ Kw/h}}{1,341 \text{ HP}} = \frac{2,237\text{Kw}}{h} * \frac{0,08\text{USD}}{\frac{1\text{Kw}}{h}} = 0.18 \frac{\text{USD}}{h}$$

Consumo de gas al mes de 45 Kg a un costo de 45 USD, en un total de 160 horas

$$\text{gas} = \frac{45 \text{ USD}}{160 \text{ h}} = 0.28 \frac{\text{USD}}{h}$$

Pintor tiene un sueldo mensual de 400 USD en 160 horas laborables

$$\text{Pintor} = \frac{400 \text{ USD}}{160 \text{ h}} = 2.50 \frac{\text{USD}}{h}$$

Filtros de piso tiene una vida útil de 480 horas (3 meses) a un costo de 150 USD

Filtros del techo tienen una vida útil de 960 horas (6 meses) a un costo de 500 USD

$$\text{Filtro piso} = \frac{150 \text{ USD}}{480 \text{ h}} = 0,32 \frac{\text{USD}}{h}$$

$$\text{Filtro de techo} = \frac{500 \text{ USD}}{960 \text{ h}} = 0,52 \frac{\text{USD}}{h}$$

Depreciación de la cabina a 5 años, con una inversión de 9742 USD, se laborara cada año 52 semanas, 40 horas a la semana total de 2080 horas

$$\text{Depreciación de la cabina} = \frac{9742 \text{ USD} * 0,2}{2080 \text{ h}} = 0.94 \frac{\text{USD}}{h}$$

Gastos administrativos, con un sueldo de 800 USD para el jefe de taller y un sueldo de 240 USD para la secretaria.

$$\text{Gastos administrativos} = \frac{1040 \text{ USD}}{160 \text{ h}} = 6.50 \frac{\text{USD}}{h}$$

Costo total por uso de la cabina por hora es de  $11,24 \frac{\text{USD}}{h}$

Latacunga, diciembre de 2010

Los autores:

---

Moscoso Acosta Diego Hermel

---

Quinga Morales Milton Israel

El Director de Carrera de Ingeniería Automotriz:

---

Ing. Juan Castro Clavijo

Unidad de Admisión y Registro:

---

Dr. Eduardo Vásquez