

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE
PINTURA PARA LOS TALLERES MULTIMARCA
MOSCOSO

PINTURA AUTOMOTRIZ

Recubrimiento o materiales que en estado liquido o solido se adhieren a la superficie de automotores



CABINAS DE PINTADO Y SECADO

- Son recintos cerrados, presurizados y herméticos, ofrecen un ambiente óptimo, limpio, libre de partículas perjudiciales y con la iluminación y temperatura adecuadas, lo suficientemente grandes como para albergar un automóvil con sus puertas abiertas

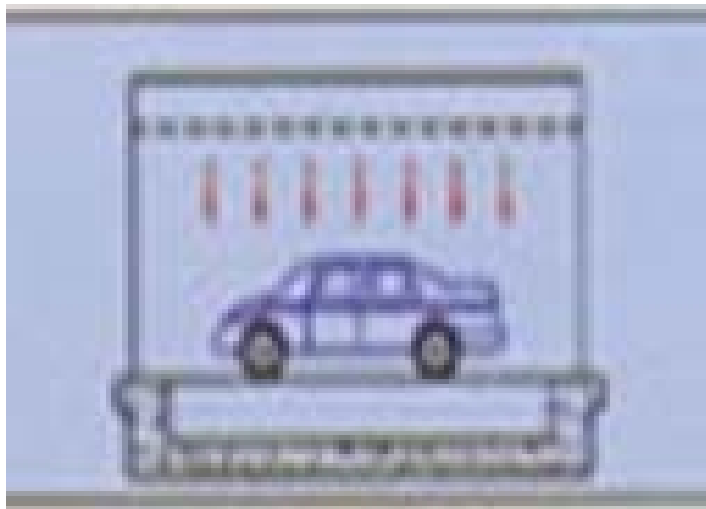


CARACTERÍSTICAS

- La velocidad de aire en el interior de la cabina no debe ser superior a 1 m/s para asegurar una correcta evacuación de gases.
- La ventilación de la cabina debe garantizar una sobre-presión constante y uniforme en el interior del habitáculo,
- El Sistema de calefacción y de regulación de temperatura deben garantizar una temperatura uniforme en el interior de la cabina de 40 °C
- El nivel de iluminación de una cabina de pintura debe ser uniforme y nunca inferior a 700 'lux' a la altura del piso.

CABINA A RAS DE PISO

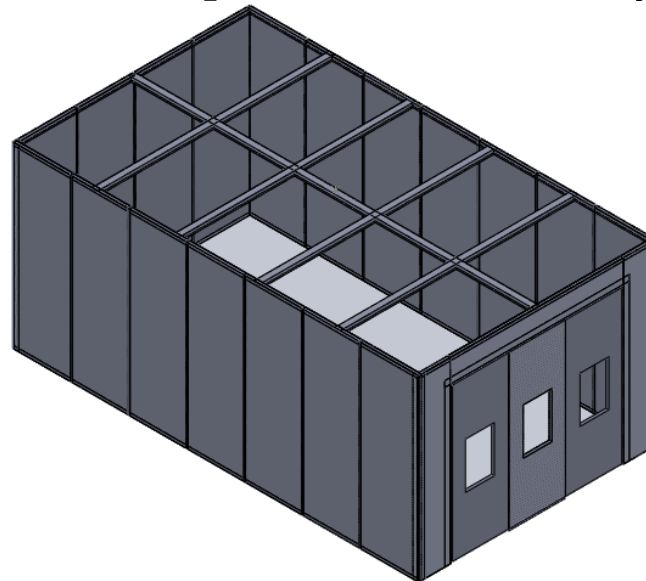
- Se construye una fosa de tal manera que los ductos de extracción queden por debajo del nivel del piso
- Su construcción es fija
- El piso se recubre de cerámica, facilidad de limpieza
- El flujo de aire es vertical y desendente



DISEÑO MECÁNICO DE LA CABINA CON PAREDES ENSAMBLADAS Y REFUERZOS

- PARÁMETROS DE DISEÑO
 - Tipo de Cabina: A ras de piso
 - Dimensiones: Ancho: 4 m,
Alto: 2.85 m,
Largo: 7 m.

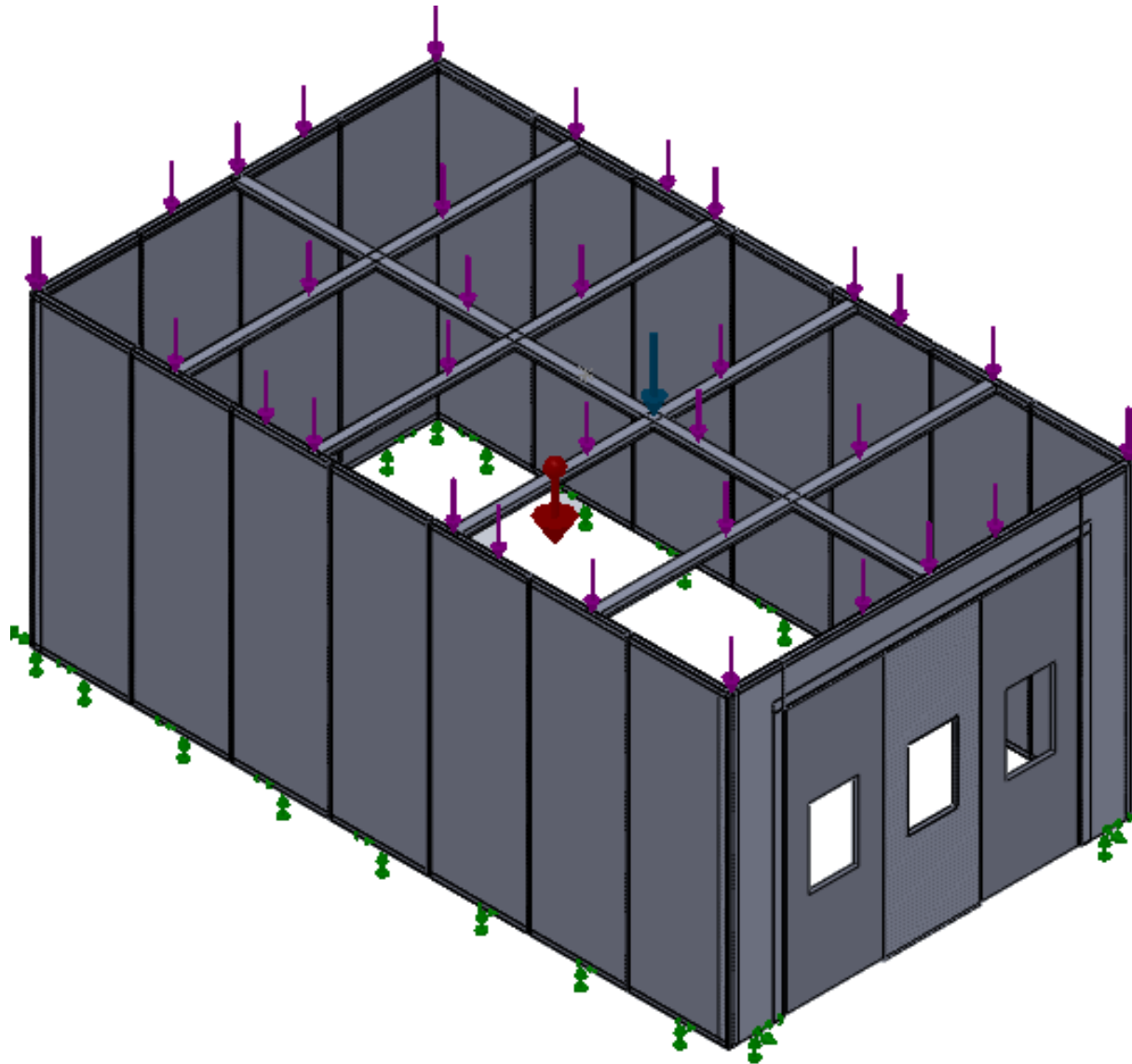
Para el estudio mecánico, utilizaremos un ensamblaje de los paneles con sus respectivos refuerzos y puertas



CARGAS APLICADAS AL ENSAMBLE DE LA CABINA

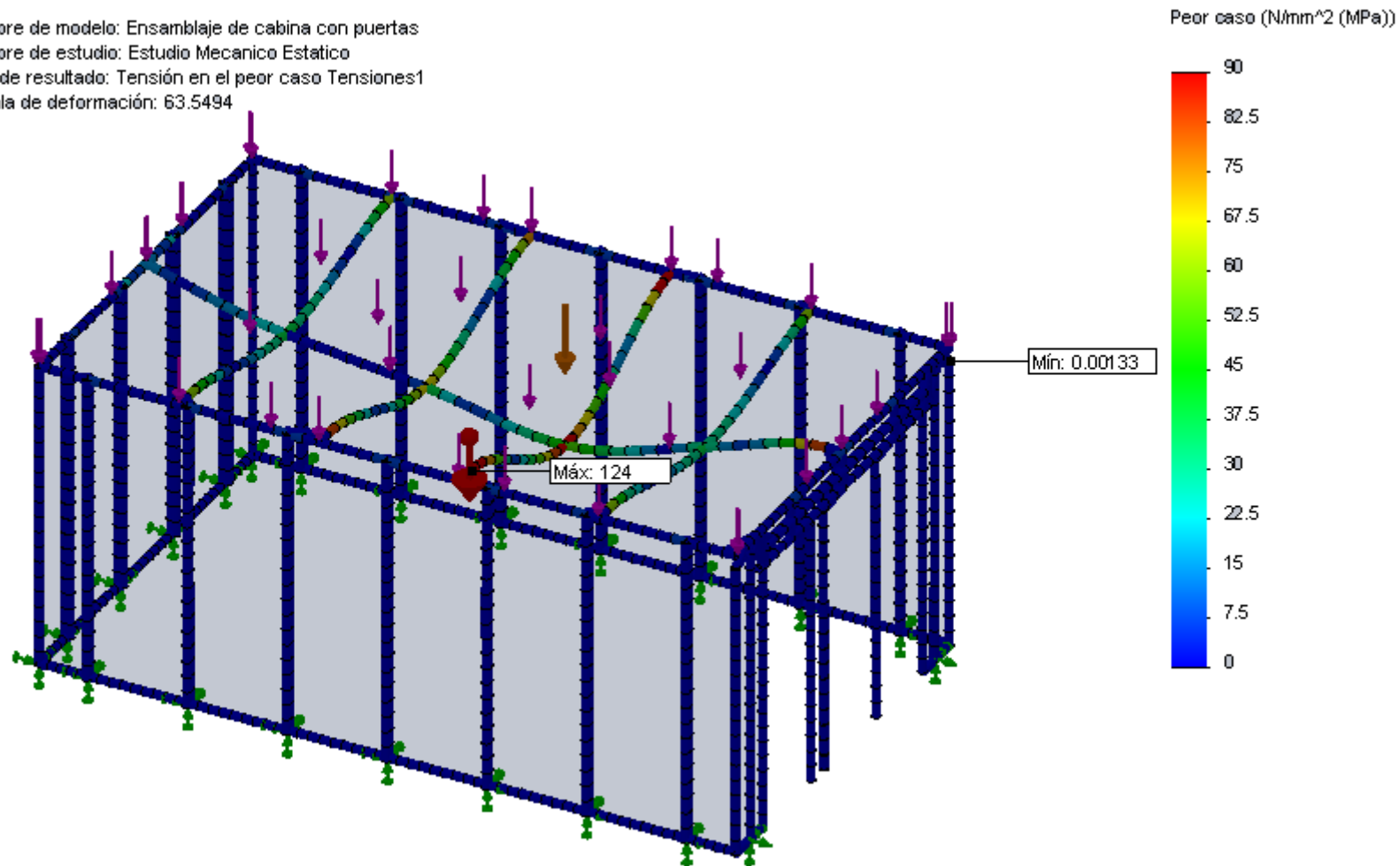
- Gravedad
- Peso del techo superior 250 kg. = 2452.5 N
- Peso del techo inferior 180 kg. = 1765.8 N
- Peso de una persona para dar mantenimiento 75 kg. = 735 N que hace referencia a un percentil 80 en nuestro país.

CARGAS APLICADAS AL ENSAMBLE DE LA CABINA



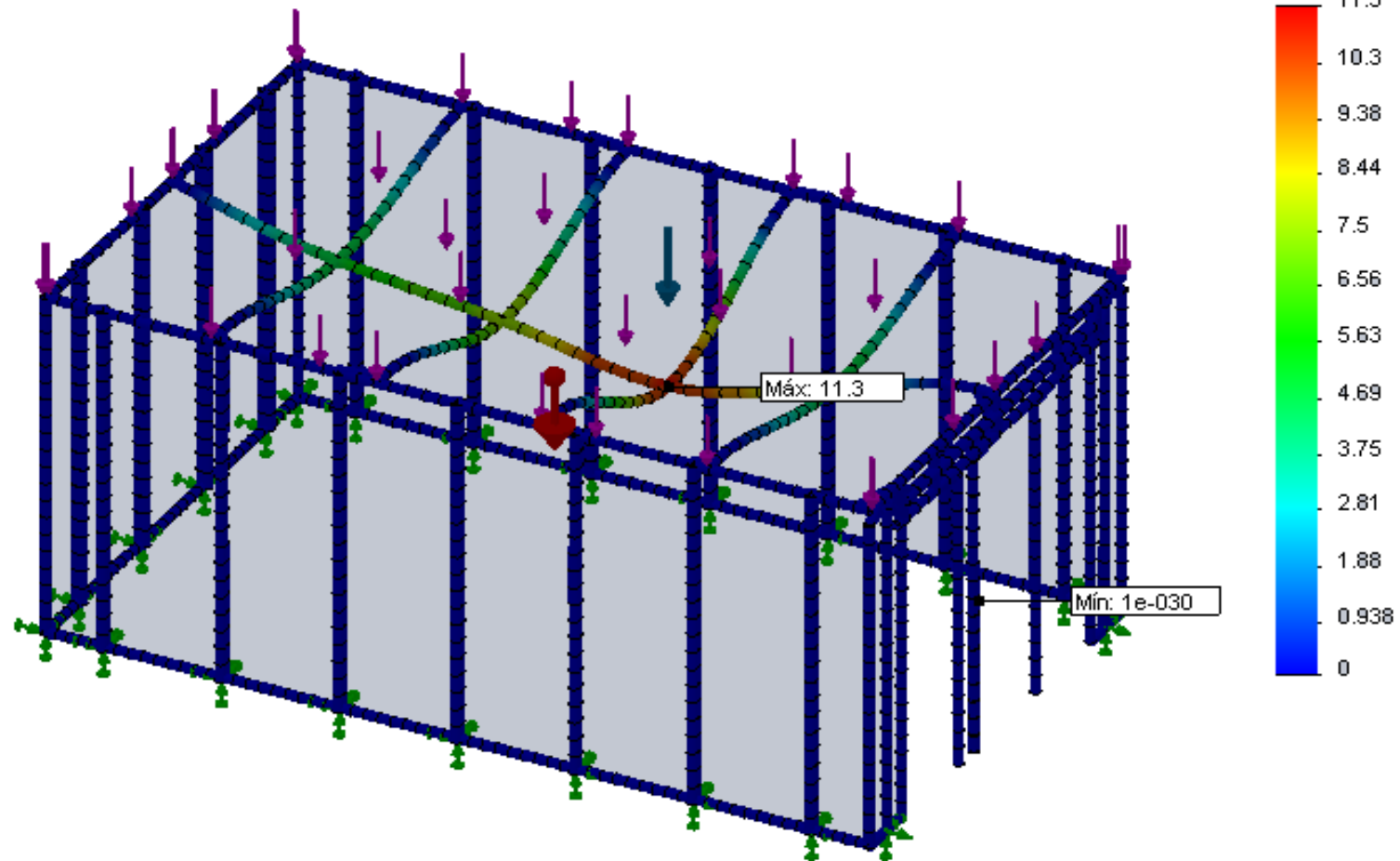
RESULTADOS DEL ESTUDIO MECÁNICO: $\sigma_{max}: 124 \text{ MPa}$ – $\sigma_{min}: 0.00133 \text{ MPa}$

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



ESTUDIO DE LOS DESPLAZAMIENTOS.

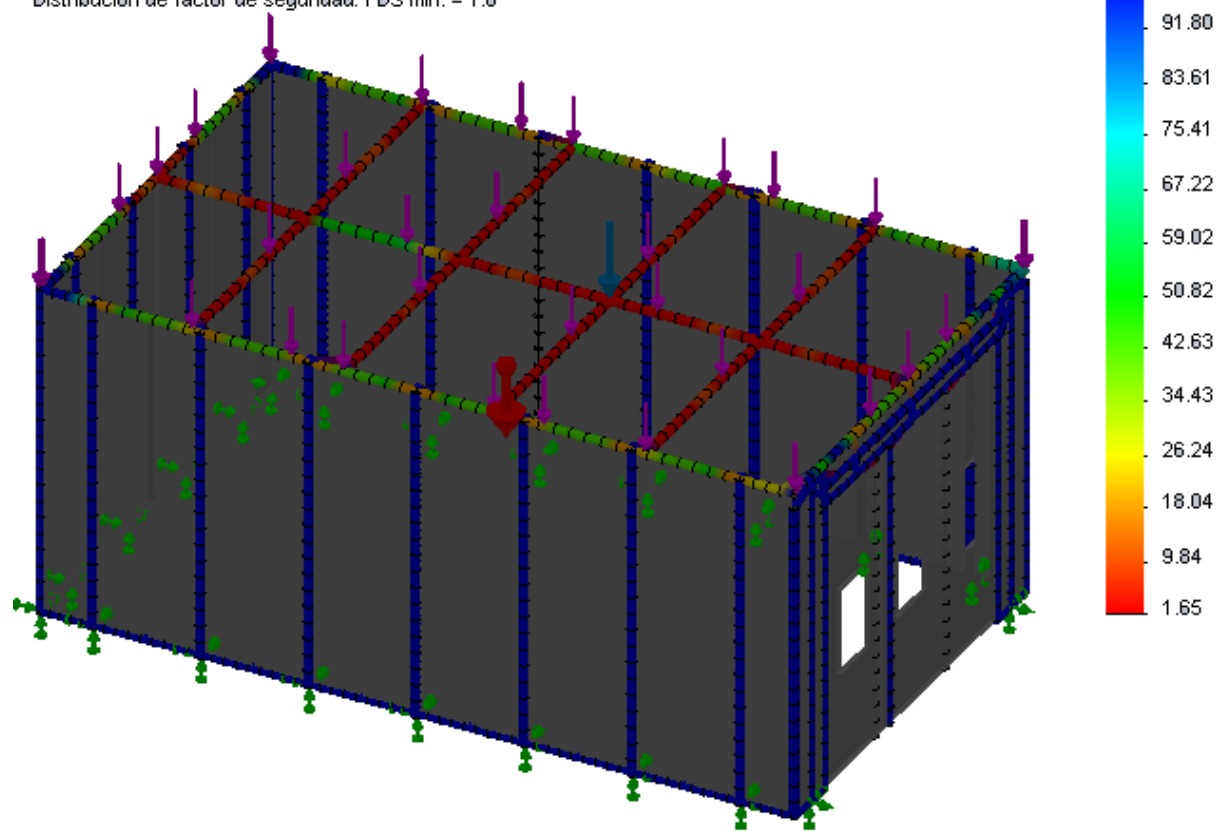
Nombre de modelo: Ensamblaje de cabina con puertas
Nombre de estudio: Estudio Mecanico Estatico
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 63.5494



Resultado: Dmax: 11.3 mm

FACTOR DE SEGURIDAD

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



El límite elástico del tol galvanizado es de 203 MPa.

El factor de seguridad es de 1.6

ESTUDIO DE VELOCIDAD DEL FLUJO.

FASE DE PINTADO.

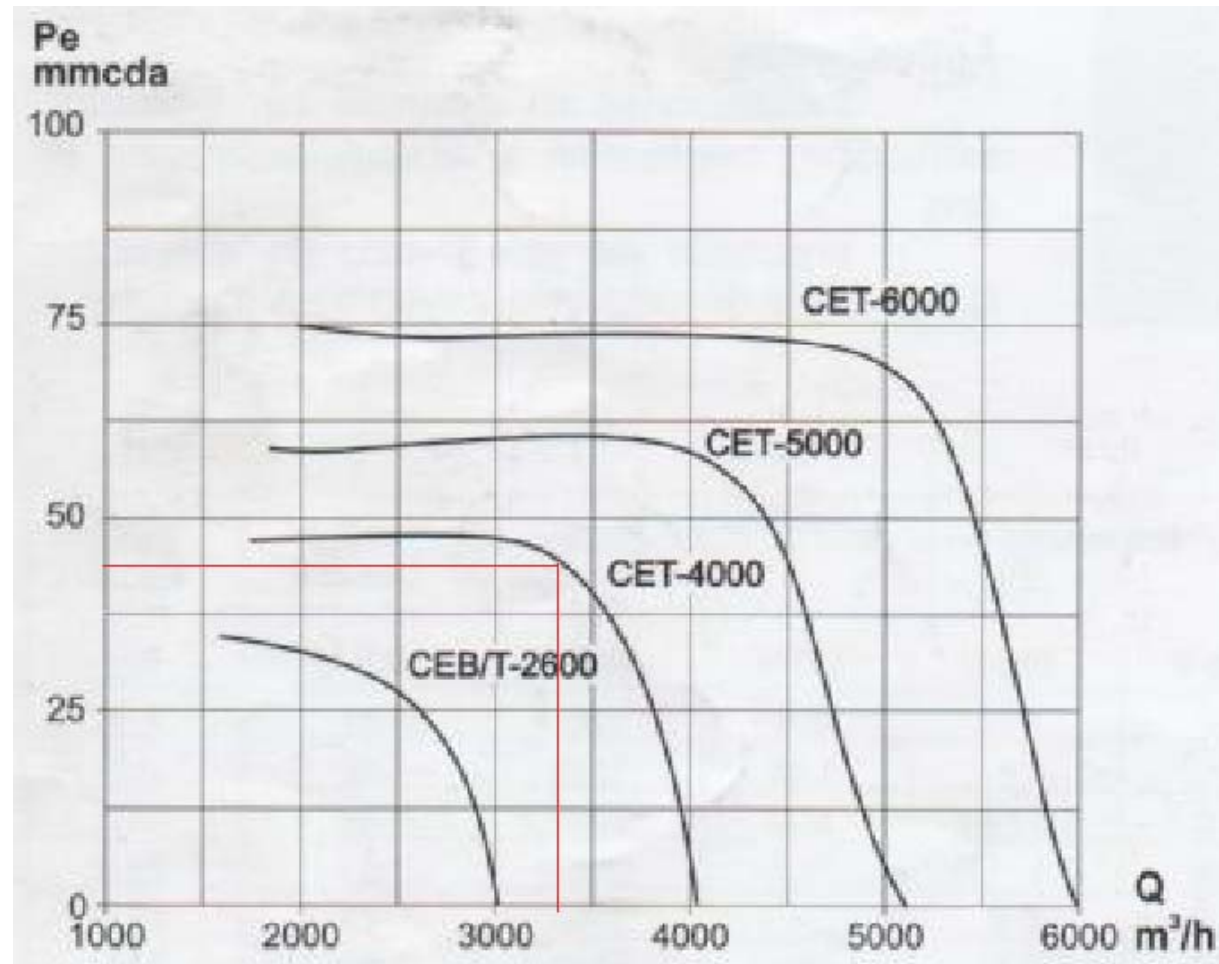
- Temperatura de entrada: ambiental (15°C)
- Renovación de aire en el interior de la cabina: 1.3 veces por minuto*
- Velocidad del aire máxima en ductos=10 m/s*

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

*Asociaciones de Normalización de los Estados Unidos de América

Curvas características para la selección de ventiladores



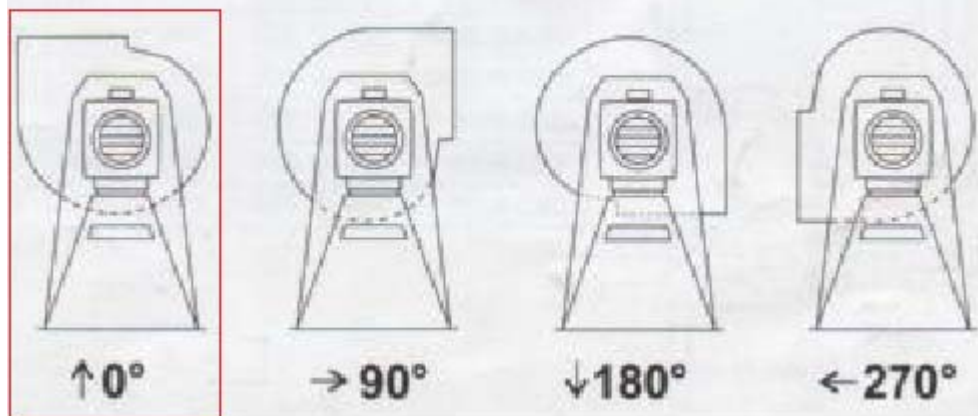
SELECCIÓN DEL VENTILADOR

CARACTERISTICAS TECNICAS

Modelo	Velocidad R.P.M.	Potencia H.P.	Intensidad máxima (A)			Caudal descarga libre m ³ /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.

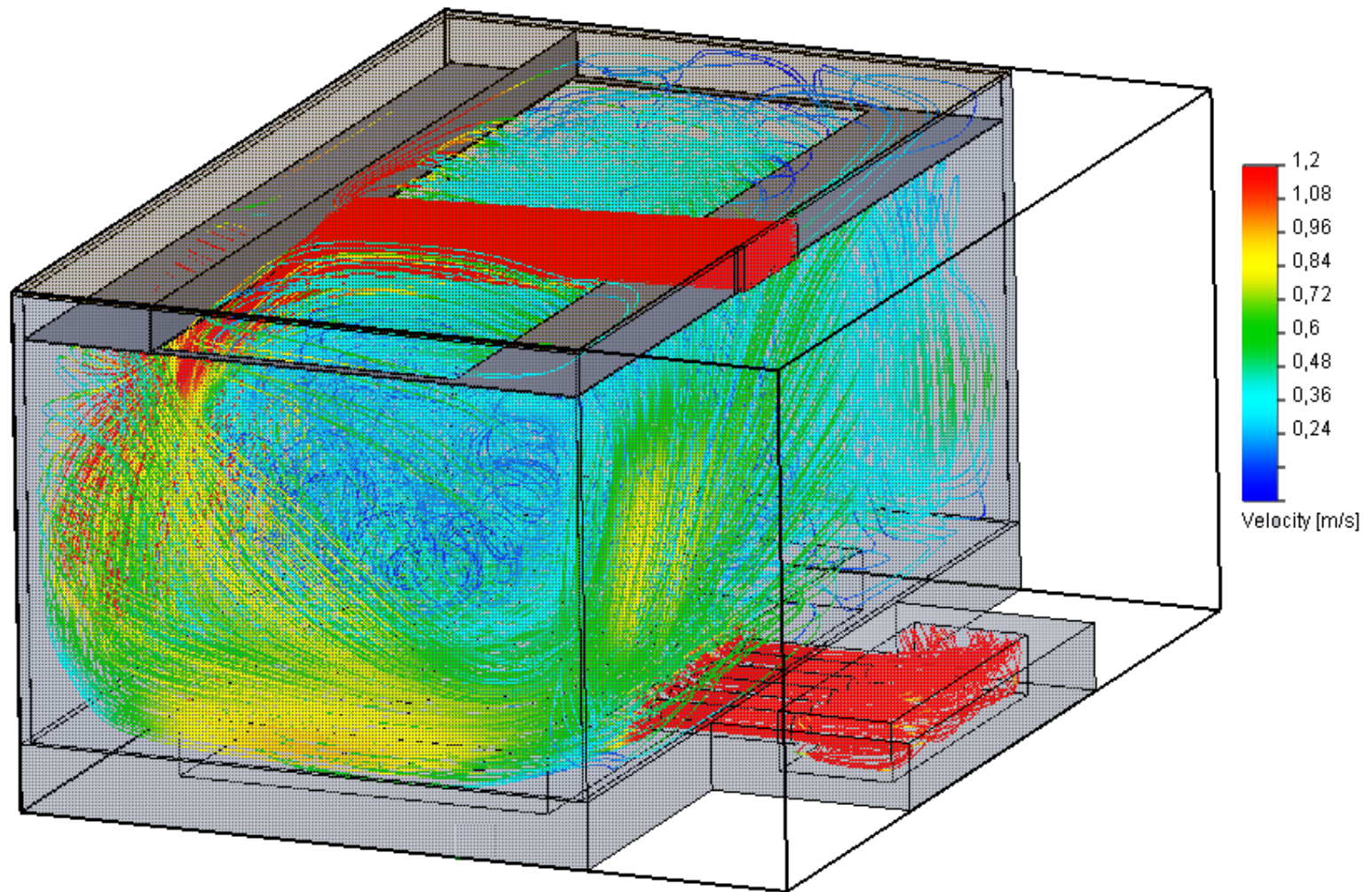
ORIENTACIÓN BOCA DE DESCARGA (CW)



CAUDALES DE ENTRADA DE AIRE

- Caudal para la fase de pintado con 2 ventiladores CET-4000 es de $Q_T = 6500 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal para la fase de secado con un ventilador CET-4000 es de $Q_1 = 3250 \text{ m}^3/\text{h} = 0.90 \text{ m}^3/\text{s}$

ESTUDIO DE VELOCIDAD DEL FLUJO.



Resultado:

Velocidad del aire en el interior

0,24 – 0,96 m/s

Velocidad máxima en ductos

8,56 m/s

CALCULO DE LA POTENCIA TÉRMICA REQUERIDA PARA EL QUEMADOR

- Cantidad de calor que se transfiere por unidad de área

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

Calor perdido por la cabina $q_c = 23.268 * 64.9$ $q_c = 1510.1 w$

Calor perdido por el ducto $q_D = 288.5 w$

Calor absorbido por el aire frio $q = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T$ donde;

$$\rho = 0.911 \frac{Kg}{m^3} \quad C_p = 1.0057 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ C} \quad \dot{m} = 3250 \frac{m^3}{h} * 0.911 \frac{Kg}{m^3} \quad \dot{m} = 3485.99 \frac{Kg}{h}$$

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

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

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

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

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

$$q_{total} = 43414,23 \frac{Kcal}{h} = 50,49 kw/h$$

SELECCIÓN DEL QUEMADOR

- Potencia térmica requerida: $q_{total} = 43414,23 \frac{Kcal}{h} = 50,49 \text{ kw/h}$

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



DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

- Tipo: Carcasa y tubos
- Material: Acero Inoxidable AISI 405
- Ventajas:
 - Soporta altas temperaturas de 700° a 1040°C
 - Permite mantener separados los fluidos frío y caliente.
 - Nos proporciona de una cámara de combustión, para evitar el contacto directo de la llama con los tubos del intercambiador.

INTERCAMBIADOR DE CALOR

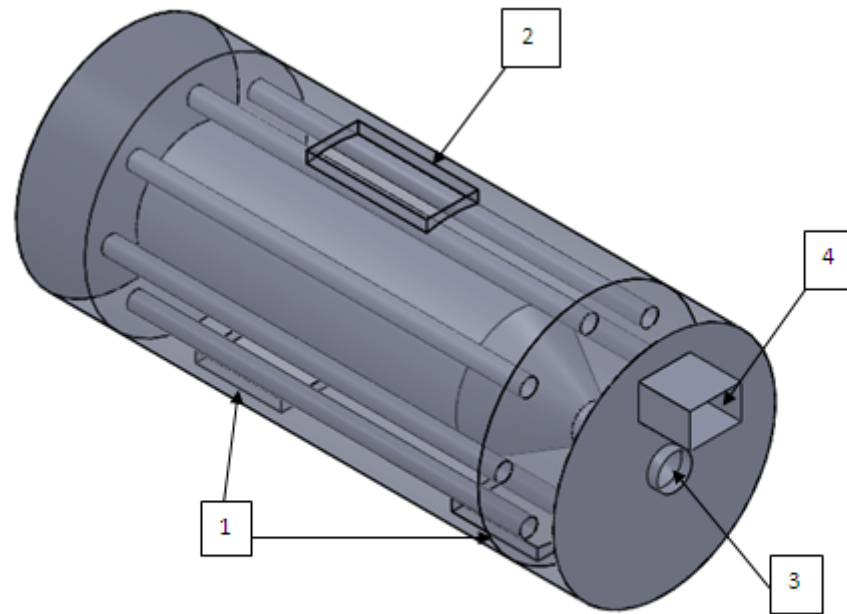
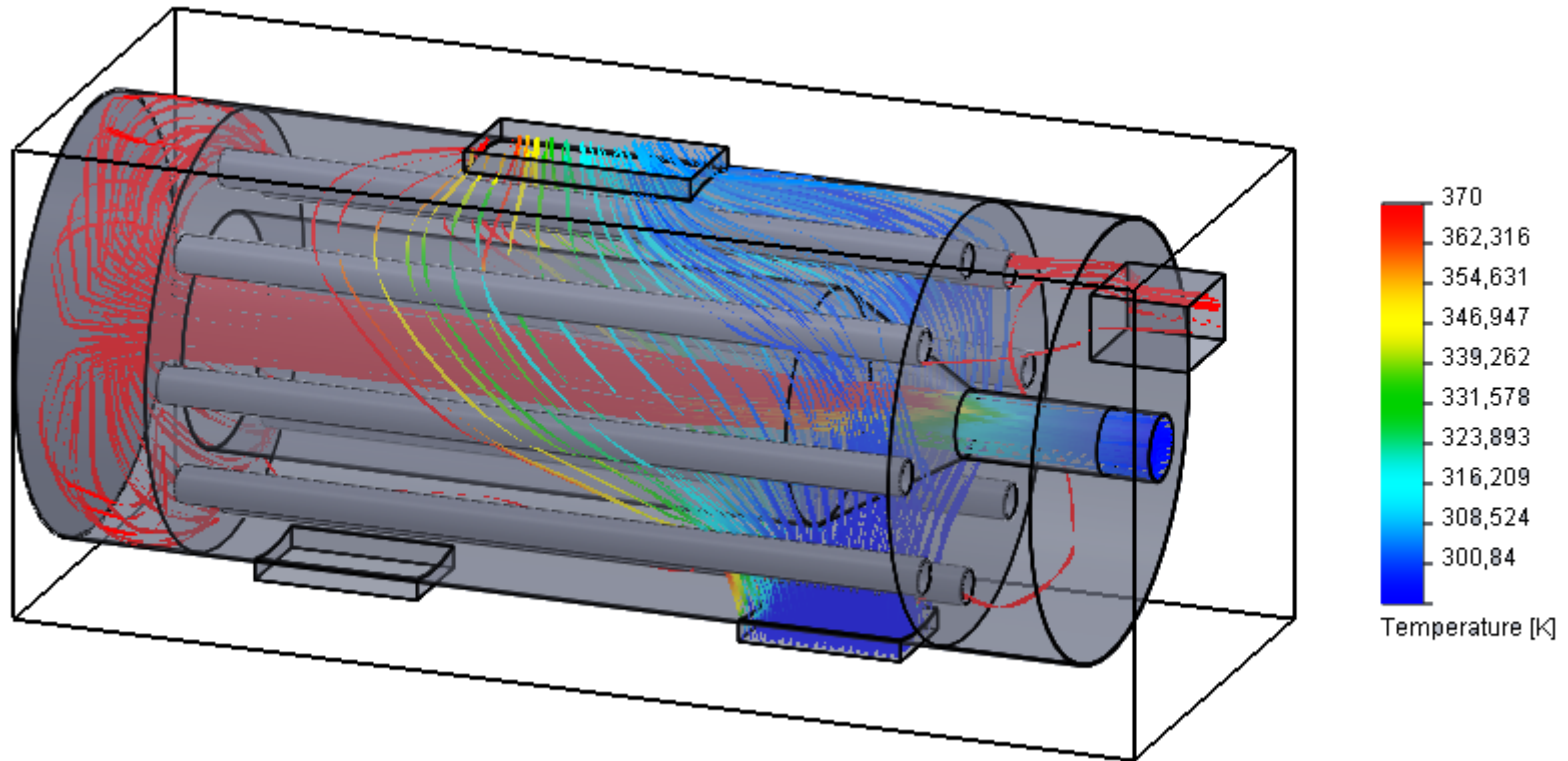


Fig. 3.5 Ensamble del intercambiador de calor. 1.- Entradas del aire frío impulsado por los ventiladores a la cabina, 2.- Salida del aire a la cabina, 3.- Entrada para el quemador 4.- Salida de los gases quemados (chimenea)

ESTUDIO TÉRMICO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

- Caudal de entrada proporcionado por un ventilador en la fase de secado: $Q = 0.9 \text{ m}^3/\text{s}$
- Temperatura = 15°C .
- Presión: $P = 101500 \text{ Pa}$.
- El calor suministrado por el quemador será $56,62 \text{ Kw/h}$.

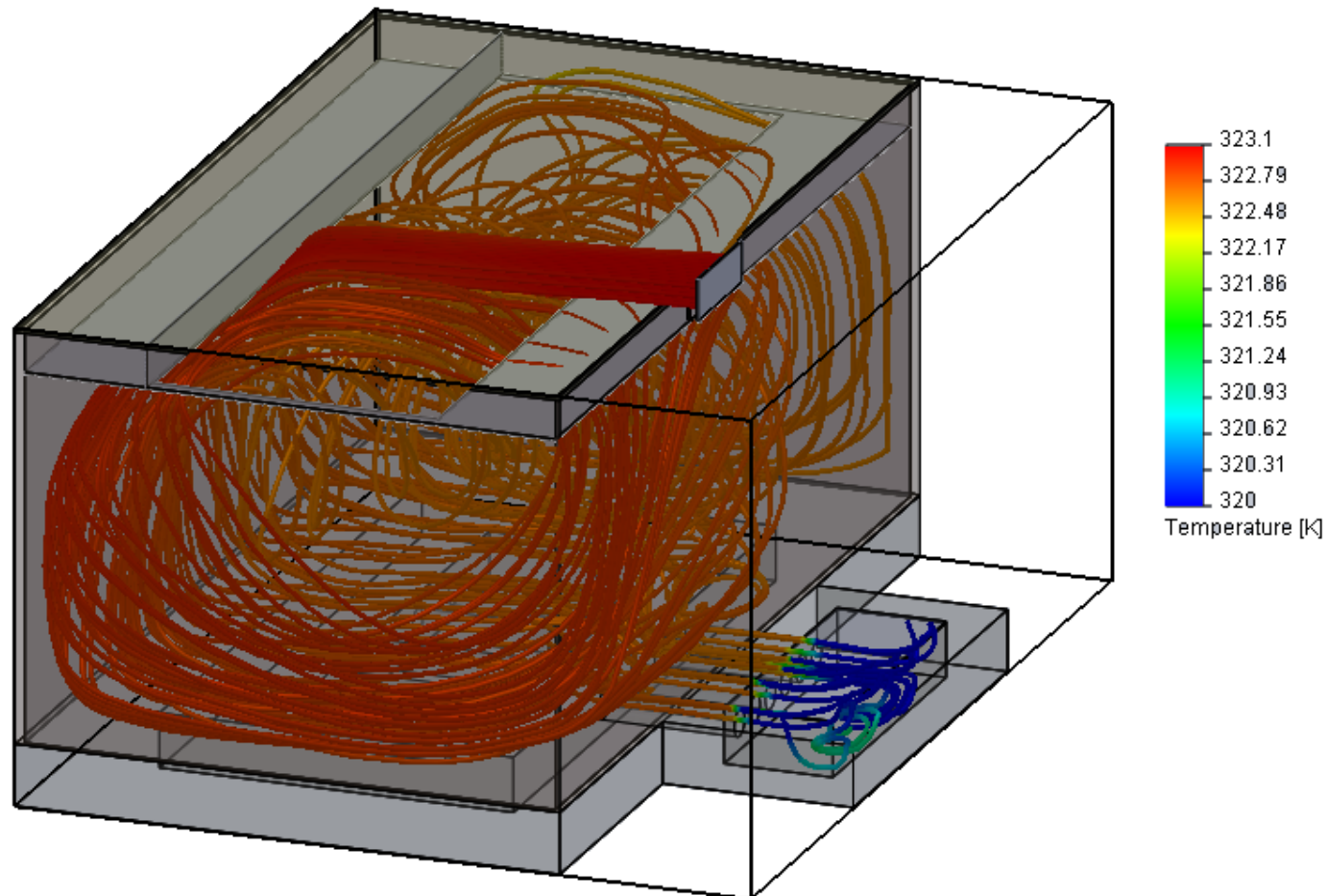
RESULTADOS:



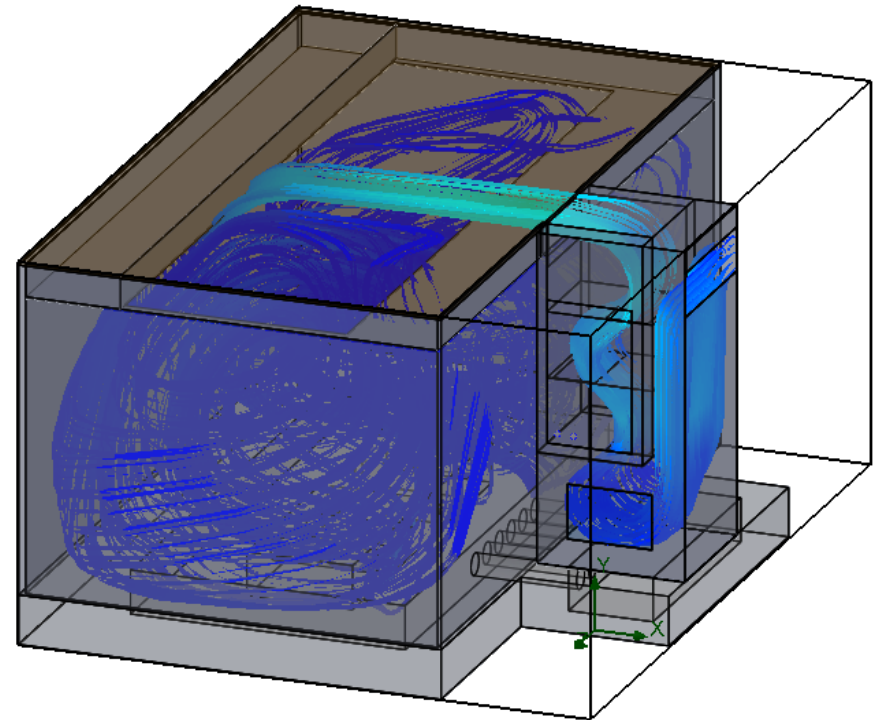
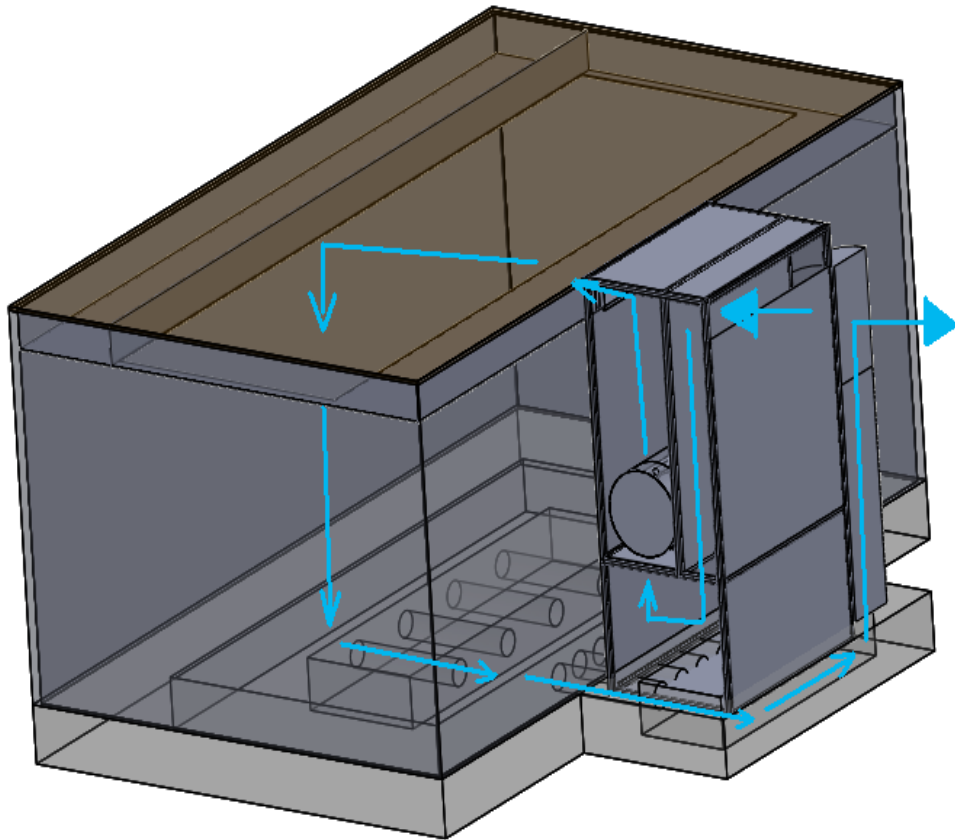
Temperatura a la salida del intercambiador de calor: 50,1 °C.

ESTUDIO TÉRMICO INTERIOR DE LA CABINA

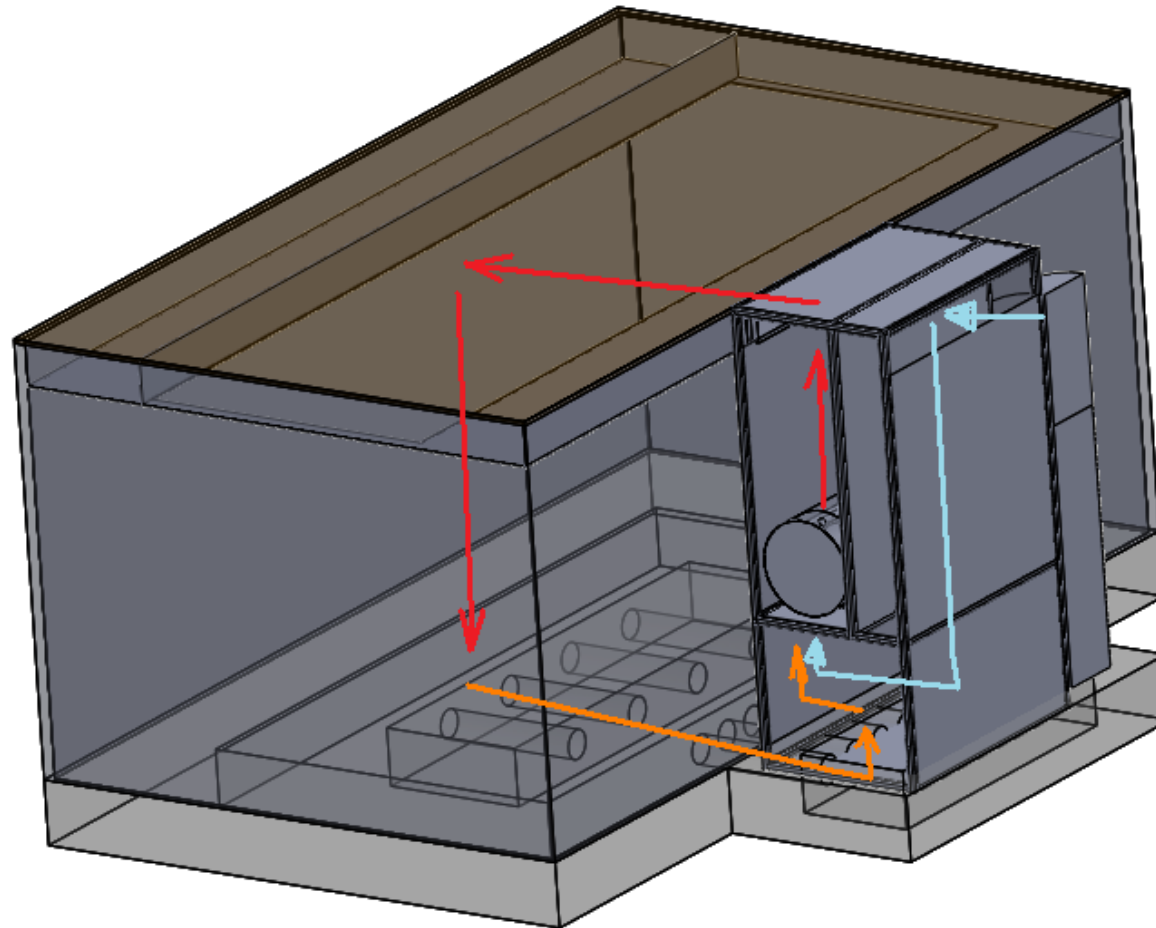
- Temperatura de entrada: $T = 50,1^{\circ}\text{C}$
- Caudal de entrada: $Q = 0,9 \text{ m}^3/\text{s}$



SISTEMA DE VENTILACIÓN EN FASE DE PINTADO



SISTEMA DE VENTILACIÓN EN FASE DE SECADO



CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA DE PINTURA

- Fosa.
- Estructura de soporte.
- Paneles.
- Techo.
- Rejillas de piso.
- Iluminación.
- Conjunto de calefacción.

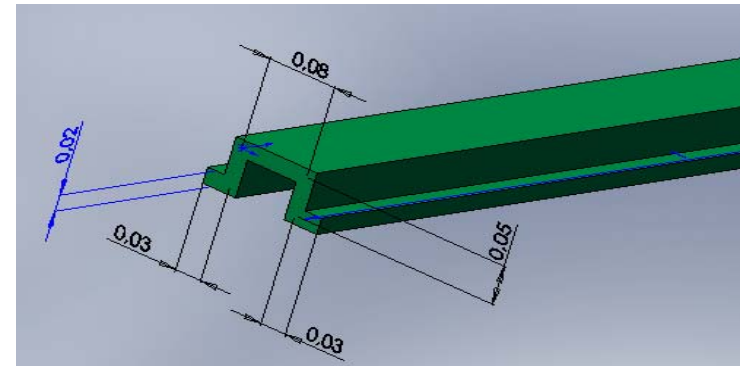
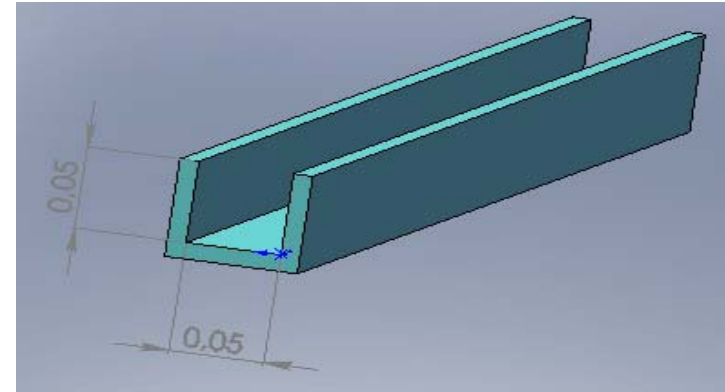
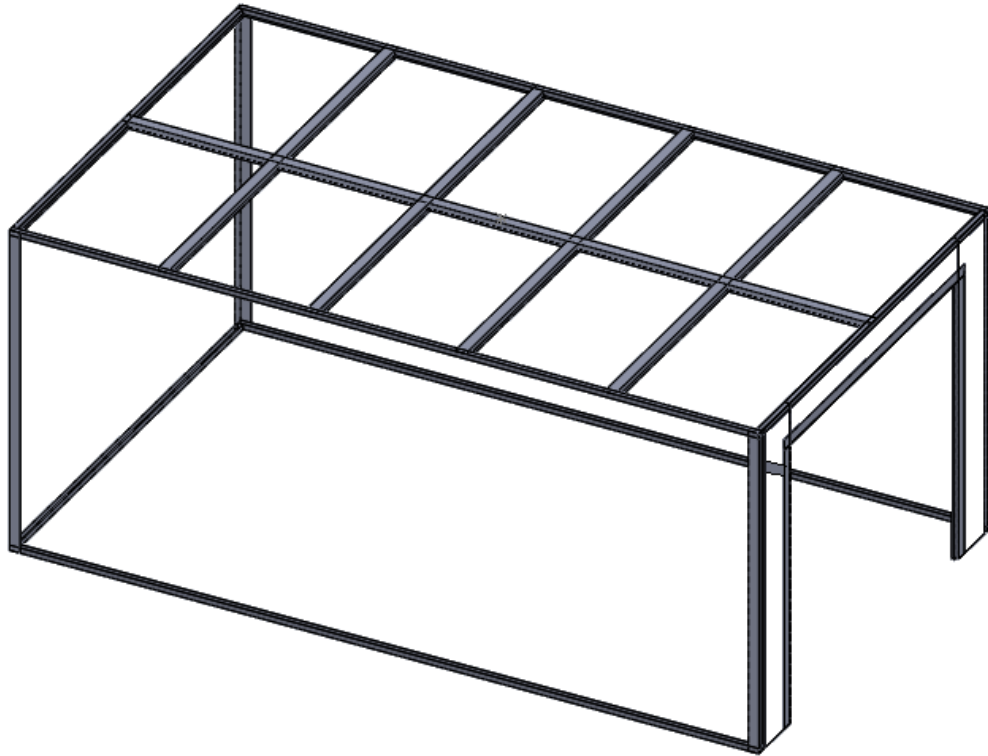




CONSTRUCCIÓN DE LA FOSA

- Fundida en hormigón.
- Piso de cerámica.
- 11 tubos de concreto de 20cm, para guiar aire al exterior.
- Da soporte a las rejillas del piso y los paneles térmicos.
- Brinda un lugar para el conjunto de calefacción.

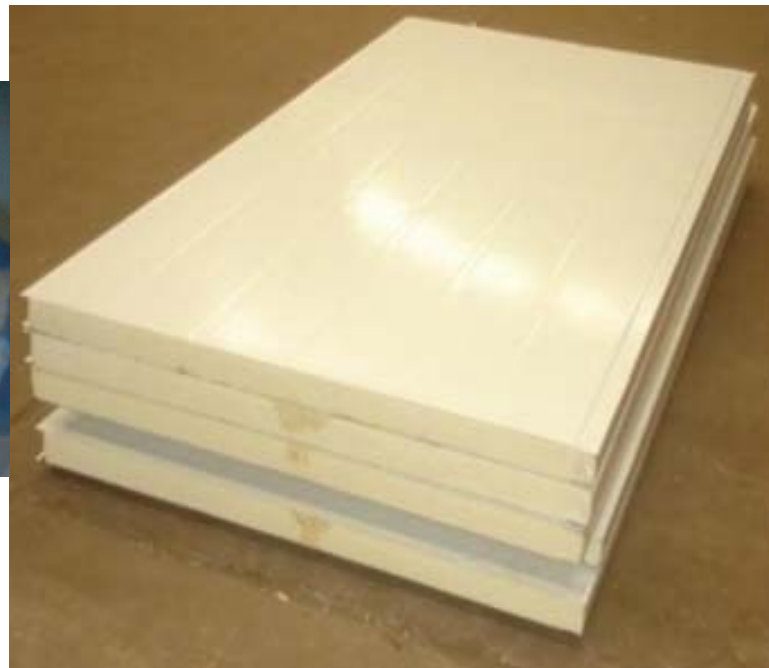
Estructura de soporte



- Tol galvanizado de 1/16"
- La estructura tipo U, da soporte en la base de los paneles de poliuretano.
- La estructura tipo omega nos sirve de soporte para el techo.

Paneles de poliuretano

- Se fabrican de espuma de poliuretano recubierta por dos planchas metálicas.
- Poseen ranuras en sus extremos, con la finalidad de formar una pared fuerte e impermeable.
- La espuma de poliuretano posee retardante de llama.



Techo de la cabina.



Las planchas de aglomerado se sujetan a los refuerzos fabricados de tol galvanizado

Se utilizan remaches de $\frac{3}{4}$ de pulgada y silicón para obtener un cierre hermético entre las juntas de cada una de las planchas de aglomerado, evitando así el ingreso de polvo y de cualquier tipo de impurezas

Rejillas de piso.



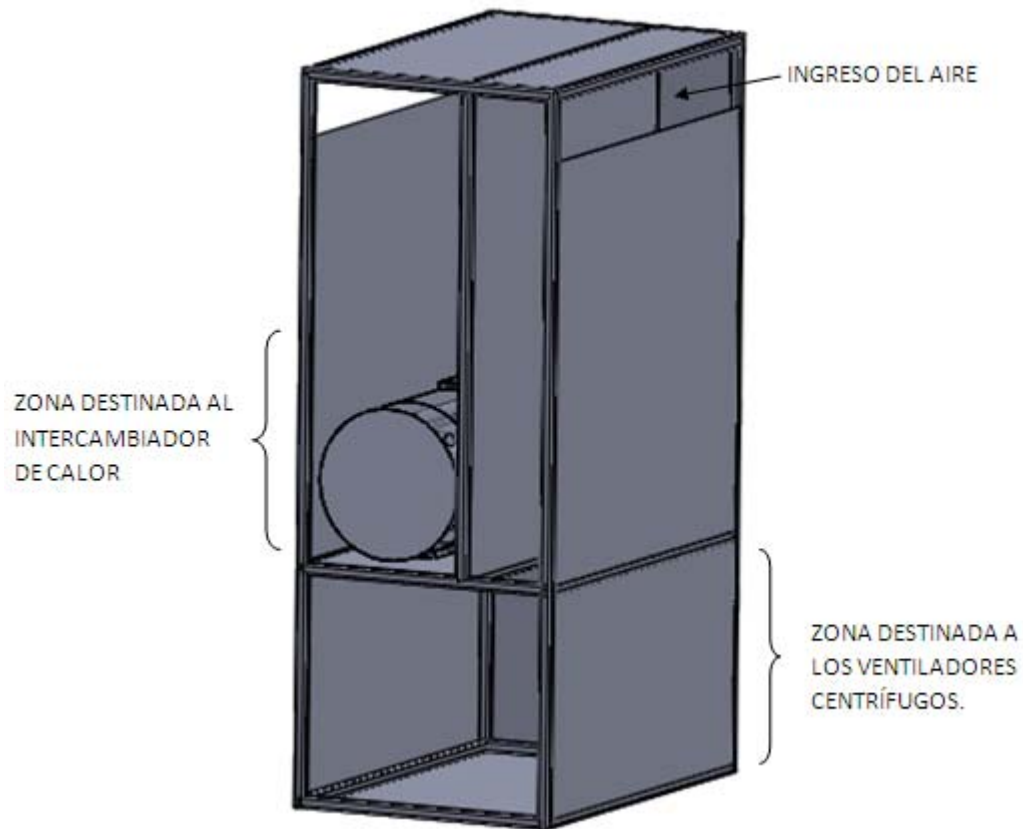
- Las rejillas de soporte central están elaboradas de varilla de 0.5 pulgada soldadas a un soporte tipo ángulo de 90°,
- Están construidas con la finalidad de soportar todo el peso del vehículo y brindar el espacio suficiente para que la neblina de pintura creada en el instante del repinte automotriz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

UBICACIÓN DE LA ILUMINACIÓN



- Iluminación se compone por dos filas de 5 lámparas por lado.
- Cada lámpara consta de 4 tubos fluorescentes de 40 watt
- Se obtiene una luminosidad de 720 lux. Medidos a la altura del piso.

Conjunto de calefacción



Ducto de entrada de aire

- Da soporte al intercambiador de calor y el quemador.
- Brinda una base fija para ubicar los ventiladores.
- Esta fabricado de Tol con una estructura de tubo cuadrado de acero estructural de 2x2" x 1/16,

CONSTRUCCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

- Elaborado en acero inoxidable AISI 405.
- Posee dos entradas de aire frío impulsado por los ventiladores en su parte inferior y una salida de aire caliente en la parte superior.
- Soporta altas temperaturas de 700° a 1040°C.
- Constan de 8 tubos de 2" de diámetro y una cámara de combustión que da el alojamiento al quemador.





Cámara de combustión



Tubos del intercambiador

MONTAJE DE LA CABINA

Ensamblaje de los paneles
térmicos



MONTAJE DEL TECHO

Ubicación de los refuerzos



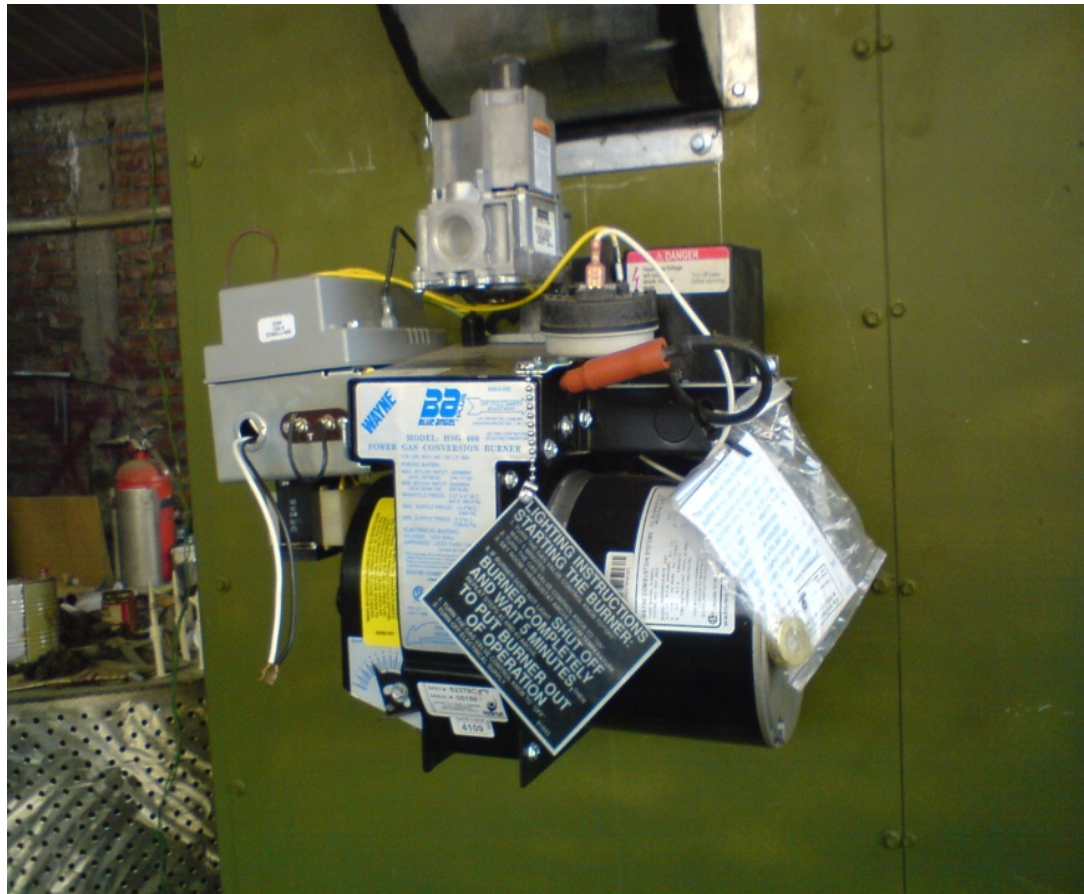
Ubicación de las planchas de aglomerado



MONTAJE DE LOS VENTILADORES



MONTAJE DEL QUEMADOR



CABINA DE PINTURA



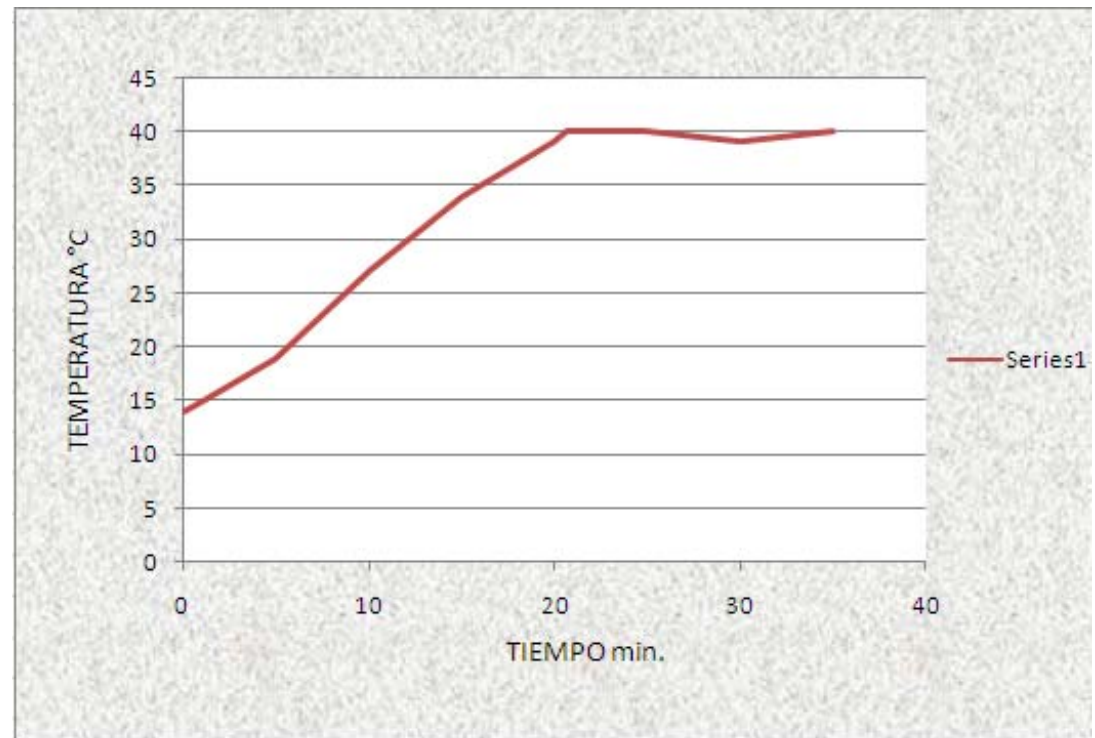
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CABINA DE PINTURA

- Pirómetro óptico
- PV: Temperatura interna de la cabina
- SV: Temperatura a la que se desea llegar



DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CABINA TIEMPO VS TEMPERATURA

DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CABINA		
TIEMPO(MIN)	TEMPERATURA(°C)	# DE RENOVACIONES
0	14	0
1	15	1,3
5	19	6,5
10	27	13
15	34	19,5
20	39	26
20,6	40	26,78
25	40	32,5
30	39	39
35	40	45,5



CONTROL DE CALIDAD EN LOS RESULTADOS DE REPINTE, REALIZADOS EN LA CABINA DE PINTURA





LADO DEL REPINTE FUERA DE LA CABINA

LADO DE REPINTE EN LA CABINA



ANÁLISIS FINANCIERO

- 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

$$\text{Depreciación de la cabina} = \frac{9742 \text{ USD} * 0,2}{2080 \text{ h}} = 0,94 \frac{\text{USD}}{\text{h}}$$

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

$$\text{Gastos administrativos} = \frac{1040 \text{ USD}}{160 \text{ h}} = 6,50 \frac{\text{USD}}{\text{h}}$$

- Costo total por uso de la cabina por hora es de

$$11,24 \frac{\text{USD}}{\text{h}}$$

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

PARQUE AUTOMOTOR PROVINCIA DE TUNGURAHUA

PROVINCIA	CANTIDAD DE AUTOMÓVILES
Tungurahua	295000

- 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, Regional 3

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

● COMPETENCIA

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

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
TOTAL INVERSIÓN				9742

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
TOTAL	432,32

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

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 1°C .
- El intercambiador de calor junto con el quemador, están diseñados de tal manera que proporcionen el flujo de calor mínimo necesario de $56,62\text{ Kw/h}$ 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 CO₂, 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.

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.

FIN