



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA**

**INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA**

**INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE PINTURA PARA LAS  
CARROCERÍAS METÁLICAS IMAJ DE LA CIUDAD DE AMBATO**

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial,  
modalidad propuesta Metodológica

**Autor**

Altamirano Sánchez William Danilo

**Tutor**

Ing. Cruz Villacis Juan Serafín

AMBATO– ECUADOR

2022

## **AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo William Danilo Altamirano Sánchez, declaro ser autor del Trabajo de Integración

Curricular con el nombre IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE PINTURA PARA LAS CARROCERÍAS METÁLICAS IMAJ DE LA CIUDAD DE AMBATO, como requisito para optar al grado de ingeniero industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 28 días del mes de abril de 2022, firmo conforme:

Autor: William Danilo Altamirano Sánchez Firma:



Número de Cédula: 1804012308

Dirección: Tungurahua, Ambato, Santa Rosa, Miñarica San José.

Correo Electrónico: [william.wdas@gmail.com](mailto:william.wdas@gmail.com)

Teléfono: 0984308497

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE PINTURA PARA LAS CARROCERÍAS METÁLICAS IMAJ DE LA CIUDAD DE AMBATO” presentado por William Danilo Altamirano Sánchez, para optar por el Título de Ingeniero Industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 28 de abril del 2022

**Juan Cruz Villacis**  
Firmado digitalmente por Juan Cruz Villacis  
Fecha: 2022.09.08 14:27:13 -05'00'

.....

Ing. Juan Serafin Cruz Villacis

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 28 de abril del 2022



.....  
Altamirano Sánchez William Danilo

1804012308

## APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE PINTURA PARA LAS CARROCERÍAS METÁLICAS IMAJ DE LA CIUDAD DE AMBATO”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 28 de abril del 2022



MANUEL IGNACIO  
AYALA CHAUVIN

PhD. Manuel Ignacio Ayala Chauvin  
LECTOR



SARAVANA PRAKASH  
THIRUMURUGANANDHAM

PhD. Thirumuruganandham Saravana Prakash  
LECTOR

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico a mi hija Irina Altamirano que desde el día que me entere de su existencia fue el motivo que me impulsó para seguir adelante en mis estudios y culminarlos

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a la virgen de la Elevación que día a día son mi fortaleza para seguir adelante, a mis padres Justo y Susana que ellos fueron quienes hicieron todo lo posible para que culmine mis estudios, a mi esposa Pilar quien desde el inicio de mi carrera me apoyo, a mi hermano Alex que con sus consejos pude seguir adelante y mi hermana Daniela que fue la que me impulsaba a seguir estudiando.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE Imagenes.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE Anexos.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN.....	15
ANTECEDENTES.....	16
JUSTIFICACIÓN.....	17
OBJETIVOS.....	18
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
CAPÍTULO II.....	19



INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	19
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	19
PROBLEMAS DE LA ORGANIZACIÓN.....	19
ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA.....	20
DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO.....	36
VIII	
CAPÍTULO III.....	37
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....	37
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA CARROCEÍAS METÁLICAS IMAJ.....	37
ÁREA DE PINTURA.....	38
DIMENSIONES CÁMARA DE PINTURA.....	40
CONSTRUCCIÓN MODELO CABINA DE PINTURA.....	70
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	76
CAPITULO IV.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Inventario de maquinaria.....	7
Tabla 2: Preguntas de la encuesta a personal de carrocerías IMAJ .....	9
Tabla 3: Preguntas de la encuesta a personal de carrocerías IMAJ .....	15
Tabla 5: Cronograma de actividades .....	76
Tabla 6: Análisis de costos .....	77
Tabla 7: Preguntas de la encuesta a personal de carrocerías IMAJ .....	83
Tabla 8: Preguntas de la encuesta a personal de carrocerías IMAJ .....	84

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Partículas en la Pintura.....	20
Imagen 2: Distribución de planta de producción.....	37
Imagen 3 : Área de pintura .....	38
Imagen 4: Área de pintura.....	39
Imagen 5: Construcción fosas piso.....	71
Imagen 6: Construcción laterales y techo.....	71
Imagen 7: Construcción entrada de aire.....	72
Imagen 8: Construcción salida de aire.....	72
Imagen 9: Construcción salida de aire.....	73
Imagen 10: Construcción puertas.....	73
Imagen 11: Construcción piso cabina.....	74
Imagen 12: Pintura cabina.....	75
Imagen 13: Iluminación cabina.....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura administrativa carrocerías metálicas IMAJ .....	21
Figura 2: Resultados pregunta 1(tabla2) .....	24
Figura 3: Resultados pregunta 2 (tabla2) .....	24
Figura 4: Resultados pregunta 3 (tabla2) .....	25
Figura 5: Resultados pregunta 4 (tabla2) .....	25
Figura 6: Resultados pregunta 5 (tabla2) .....	26
Figura 7: Resultados pregunta 6 (tabla2) .....	27
Figura 8: Resultados pregunta 7 (tabla2) .....	27
Figura 9: Resultados pregunta 8 (tabla2) .....	28
Figura 10: Resultados pregunta 8 (tabla2) .....	28
Figura 11: Resultados pregunta 8 (tabla2) .....	29
Figura 12: Resultados pregunta 1 (tabla3) .....	30
Figura 13: Resultados pregunta 2 (tabla3) .....	30
Figura 14: Resultados pregunta 3 (tabla3) .....	31
Figura 15: Resultados pregunta 4 (tabla3) .....	31

Figura 16: Resultados pregunta 5 (tabla3) .....	32
Figura 17: Casa de la calidad .....	33
Figura 18: Modelo operativo .....	35
Figura 19: Dimensiones cabina de pintura .....	40
Figura 20: Dimensiones cabina de pintura .....	41
Figura 21: Estructura cabina de pintura .....	42
Figura 22: Estructura cabina de pintura .....	43
Figura 23: Estructura cabina de pintura .....	44
Figura 24: Ingreso de aire .....	50
Figura 25: Perdidas de presión para codos .....	54
Figura 26: Ventilador marca Sodeca .....	55
Figura 27: Perdidas de presión para codos .....	58
Figura 28: Perdidas de calor en ventanas presión .....	67
Figura 29: Perdidas de calor en ventanas presión .....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados y aplicación de encuesta realizada a toda la población de carrocerías metálicas IMAJ, .....	83
Anexo 2: Velocidades recomendadas para flujo de aire .....	85
Anexo 3: Planos de la cabina de pintura en el simulador solidword .....	87
Anexo 4 Resistencia de material en el diseño de la cabina de pintura .....	96
Anexo 5 Manual de uso cabina de pintura .....	106

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA**

**INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA**

**INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** “IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA DE PINTURA  
PARA LAS CARROCERÍAS METÁLICAS IMAJ DE LA CIUDAD DE AMBATO”

**AUTOR:** William Danilo Altamirano Sánchez

**TUTOR:** Ing. Juan Serafín Cruz Villacis

### **RESUMEN**

Este trabajo de investigación estudia como diseña, implantación de una cabina de pintura para la empresa carrocerías metálicas IMAJ, de Ambato, Ecuador. Se realizaron pruebas de usabilidad de la cabina para pintar buses con el objetivo de determinar los puntos febles del proceso y mejora del rendimiento. Esto es necesario porque cuando se pinta de forma artesanal existe un alto grado de impurezas de polvo adheridas en el ambiente (llamadas overspray), lo cual disminuye el rendimiento. Estos pasos se basan en un estudio de campo del proceso para pintado, donde se describen todas las tareas y se toman los tiempos de trabajo con el objetivo de optimizarlos. Los resultados indican que, con el uso de la cabina, se logra minimizar los tiempos de secado de la pintura que rodea entre 25 a 40 minutos según el producto utilizado, así como también al implementar una cabina de pintura ya no es necesario aplicar el proceso de pulido en sus capas. Se concluye el diseño propuesto cumple con los requisitos técnicos para brindar un sistema de calidad a la empresa, entre ellos posee un sistema de ventilación mecánico, calefacción e iluminación con 700 lumex. Se recomienda leer el instructivo de uso previa utilización del equipo.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA**

**INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA**

**INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SUBJECT: “IMPLEMENTATION OF A PAINT BOOTH FOR THE IMAJ METALLIC  
BODYWORKS OF THE CITY OF AMBATO”**

**AUTHOR:** William Danilo Altamirano Sánchez

**TUTOR:** Ing. Juan Serafin Cruz Villacis

**ABSTRACT**

This research work studies how to design, implement a paint booth for the IMAJ metal bodywork company, from Ambato, Ecuador. Usability tests were carried out on the cabin to paint buses with the aim of determining the weak points of the process and improving performance. This is necessary because when painting by hand there is a high degree of dust impurities adhering to the environment (called overspray), which decreases performance. The method is based on a field analysis of the painting process, where all the tasks are described and the work times are taken with the aim of optimizing them. The results indicate that, with the use of the cabin, it is possible to minimize the drying times of the paint that surrounds between 25 to 40 minutes depending on the product used, as well as when implementing a painting cabin it is no longer necessary to apply the process. polishing on its layers. The proposed design is concluded to meet the technical requirements to provide a quality system to the company, among them it has a mechanical ventilation, heating and lighting system with 700 lumex. It is recommended to read the instructions for use before using the equipmet



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial utilizar cabinas de pintura en los talleres de carrocerías metálicas es algo muy usual por los beneficios que esta brinda, el ahorro y el acabado final a la hora de aplicar la pintura (ACOSTA, 2016). Cabe mencionar que china y Brasil son países donde más construyen buses para exportar a Latinoamérica (CABANES, 2018). En Brasil tenemos empresas como Marcopolo y en china la fábrica de buses Yutong esta última es una de las más grandes a nivel mundial, el acabado de pintura de estas fábricas es de primera se nota la nitidez del tipo espejo en su pintura (CONTRERAS, 2013).

En el Ecuador existen empresas homologadas para la construcción de buses la provincia de Chimborazo y Guayas son de las provincias que ms sobre salen en la construcción de buses, Guayas tenemos a las carrocerías Buscar que es una de las más grandes en el país y en Riobamba tenemos a carrocerías Yaulema, que en los últimos años se ha convertido una de las carrocerías más importantes (EUROPEA, 2018). Cabe mencionar que estas dos carrocerías no cuentan con cabinas de pintura ellos pintan al aire libre, para lograr un acabado tipo espejo en el acabado final de la pintura ellos optan por pulir la pintura, esto atrae más gastos para los talleres antes mencionados (GUAMANQUISHPE, 2019).

En la provincia de Tungurahua se encuentra el 45% de talleres de construcción de carrocerías metálicas aquí se encuentra carrocerías Cepeda que no es una de las más grandes en su infraestructura, pero es la que más buses construye a nivel nacional, esta carrocería tampoco cuenta con una cabina de pintura para el proceso de pintado el acabado final aún se nota impurezas volátiles que se encuentran en el ambiente (HUGHES, 2017).

En las carrocerías metálicas IMAJ, el proceso de pintura se viene realizando en forma artesanal, el proceso repintado se hace la mayoría de veces al aire libre, Es decir, en condiciones que no garantizan lograr un trabajo que permita alcanzar acabados superficiales de alta calidad y durabilidad, debido principalmente a que no se provee al sitio de trabajo de las condiciones

Técnicas apropiadas para el efecto. Así, no se proveen de una atmósfera para el repintado, que permita eliminar las impurezas ambientales como partículas de polvo y suciedad (BUDYUNAS, 2008).

Que al mezclarse con el chorro de pintura ocasionan que la película de pintura sobre los vehículos no sea uniforme por el contrario presenten un aspecto poroso y poco liso a la observación visual y al tacto (MENDEZ, 2014).

### **Antecedentes**

El proceso de pintura en carrocerías metálicas IMAJ se realiza generalmente al aire libre y a temperatura ambiente, impidiendo un correcto y rápido secado y una alta adherencia de la pintura a la chapa metálica. Por otro lado, el pintado y repintado de buses al aire libre ocasiona serias afectaciones al medio ambiente (MENDEZ, 2012).

Debido que la difusión de pintura que sin control son lanzados a la atmósfera, contribuyendo a la contaminación de la misma y al deterioro a la salud de los obreros y de los individuos que viven en los sectores aledaños cercanías de la empresa (NOVILLOS, 2011).

En ese mismo ámbito, casi todos los productos que se utilizan en el trabajo de pintura son inflamables, frecuentemente tóxicos y, en algunas ocasiones, altamente reactivos o inestables (PEREZ, 2010).

Una cabina de pintura es una estancia diseñada para renovar el aire interior (ROUGERON, 2016). Lleva cada una de las partículas anteriores para mantener el ambiente adecuado para aplicar diferentes tipos de recubrimientos. En este proceso, algunos componentes requerían la instalación de una cabina de pintura en el taller para presurizar y ventilar la operación de pintura (Europa,2018).

Elija optimizar las condiciones del operador evitando entornos peligrosos o peligrosos y mejorando la calidad del producto. La cabina de pintura en este esquema funciona bajo presión a medida que el viento fluye a través de un ventilador centrífugo que coincide con la presión de la

cabina (Hughes, 2017). Se colocaron filtros aerodinámicos en el ducto del ventilador y el ducto de la cámara para retener las partículas que pudieran caer sobre el área pintada del bus (CONTRERAS, 2013). La cabina de pintura cuenta con un sistema de calefacción y generador de aire caliente, así como un ventilador que funciona de manera independiente para restaurar el viento en la cabina de pintura (GUAMANQUISHPE, 2019). Cada pared y techo están cubiertos con aislamiento para mantener el aire caliente, de modo que los operadores tengan una buena vista mientras pintan, y la cabina tendrá iluminación LED. En consecuencia, se optimiza el ambiente de trabajo del operador, se optimiza el proceso de recubrimiento y la calidad del producto, y se aprovecha el espacio físico de la planta de producción (CABANES, 2018). Sin embargo, se ha observado que la calidad de la pintura se optimiza al máximo cuando se somete a las condiciones específicas de secado correctas, que son esenciales en el proceso de pintura de IMAJ Metal Body.

### **Justificación**

La **importancia** de la implementar de una cabina de pintura viene dada por el acabado final, el ahorro y por los beneficios ambientales que esta brinda a la hora de pintar un bus. Generando un gran **impacto** en la empresa al contar con la cabina de pintura en las instalaciones se carrocerías metálicas IMAJ, ampliando su capacidad productiva de la empresa, evidenciando una **utilidad** importante en el proceso de pintura en la línea de pintado y repintado de buses en la provincia de Tungurahua, también ayuda a la salud de los operarios de toda la carrocera ya que esta no solo protegerá al personal del área de pintura sino a todos quienes se encuentran dentro del taller.

Siendo los operadores los **beneficiarios** más importantes debido a la reducción de contaminantes durante el proceso de pintura, así como también a la empresa al automatizar un proceso que genera mejores ingresos económicos y mayor calidad en el producto.

La **factibilidad** en la implementación en una cabina de pintura, es posible debido a que los recursos materiales accesorios y componentes se pueden conseguir dentro del mercado local

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Implementar una cabina de pintura en carrocerías metálicas IMAJ de la ciudad de Ambato

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la empresa
- Determinar las características técnicas de una cabina de pintura
- Diseñar la cabina de pintura, utilizando el simulador solidwork, aplicado a un modelo desarrollado a escala

## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

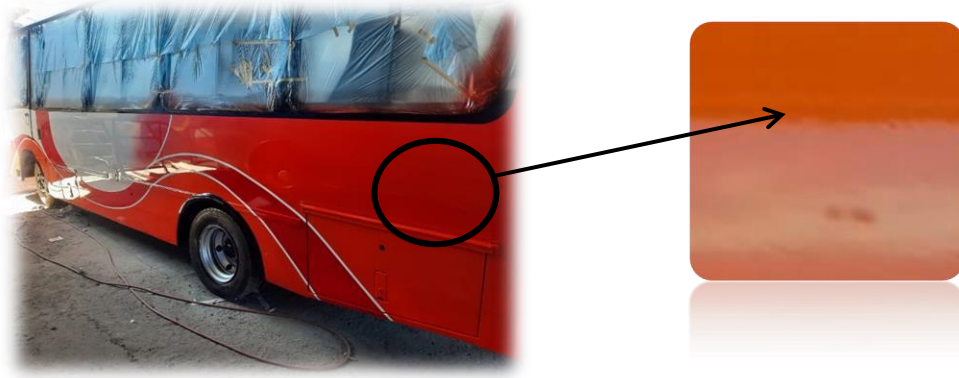
#### **Diagnóstico de la situación actual de la empresa**

Carrocerías Metálicas IMAJ es una carrocera de renombre a nivel de la provincia y del país. Su principal acción se centra en el trabajo de las asociaciones innovadoras de autobuses y la tranquilidad de las asociaciones nacionales y extranjeras de todo tipo. Con más de 20 años en el mercado, respaldados por esa experiencia, con una mano de obra calificada y procesos de fabricación bien diseñados, brindamos productos de calidad y nos convertimos en la primera opción de los transportistas a nivel nacional.

Las instalaciones de la compañía se hallan ubicadas en la urbe de Ambato en la parroquia Santa Rosa A partir de la cual contribuyen con el desarrollo de la matriz provechosa poniendo a disposición del transportista ecuatoriano un producto de admirable calidad para el transporte de pasajeros. Entre los consumidores primordiales se hallan, mayormente, las cooperativas de transporte público que renuevan toda o de forma parcial su flota vehicular, y otro segmento de consumidores son usuarios que especialmente necesitan el producto y servicio de la organización, en el que se observa que el enfoque benéfico parte a partir del comprador y termina en el mismo.

#### **Problemas de la organización**

El problema que más se identificó en la fábrica es que la pintura le falta brillo, la nitidez, partículas que se adhieren en el proceso de pintura, el movimiento de los operarios que existen en la instalaciones de la carrocera también es un motivo ya sea por el descuido o porque ellos no saben si ya está seca la pintura, topen o rosen antes que la pintura se seque, así también el peligro en la salud de los operadores por la facilidad de inhalar partículas tan pequeñas generando posibles enfermedades laborales



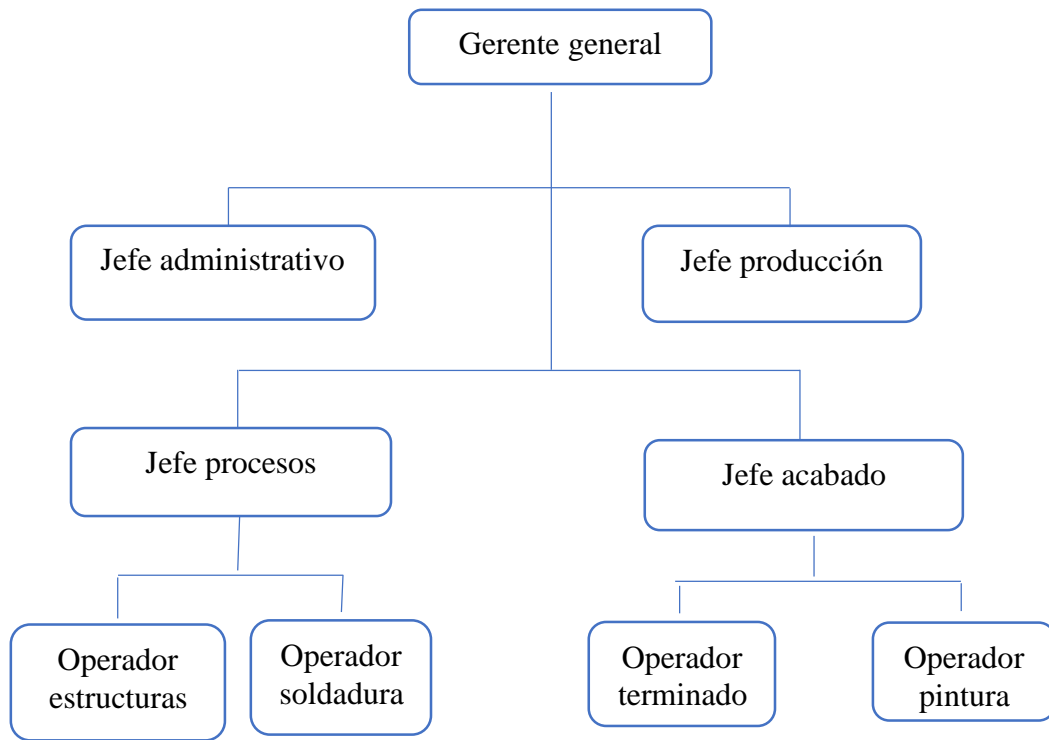
**Imagen 1: Partículas en la Pintura**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

En la imagen 1 podemos observar que en el terminado final del proceso de pintura en carrocerías metálicas IMAJ se encuentran partículas adheridas, para solucionar este desperfecto ellos optan por pulir la pintura para que dé un acabado final liso y sin partículas.

### **Estructura administrativa**

Carrocerías metálicas IMAJ tiene varias direcciones administrativas, las cuales están representadas en la figura N° 1, donde se observa de forma esquematizada el funcionamiento de dicha institución y las relaciones que existen entre ellas; así como las subdivisiones de cada área.



**Figura 1:** Estructura administrativa carrocerías metálicas IMAJ

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

### **Inventario carrocerías metálicas IMAJ**

Carrocerías metálicas IMAJ cuenta con 42 máquinas las que están distribuidas por las diferentes áreas de la empresa, las cuales se utilizan para desarrollar distintos proyectos, en las diferentes áreas ya sea en armado, terminados y pintura.

**Tabla 1: Inventario de maquinaria**

Nº	Máquinas – Equipos	Cantidad
1	Soldadora eléctrica	4

2	Soldadora mig	1
3	Cortadora de plasma	1
4	Amoladora <sup>6</sup>	4
5	Taladro 3/8"	3
6	Taladro 1/2"	1
7	Pistola de impacto 1/2"	1
8	Lagarto hidráulico 10Ton	1
9	Desarmador Eléctrico	3
10	Pistola de calor	1
11	Remachadora pop hidráulica	3
12	Lijadora eléctrica	5
13	Lijadora orbital	1
14	Soplete de gravedad	4
15	Soplete de tanque	1
16	Compresor	3
17	Entenalla	2
18	Guillotina	1
19	Amoladora lijadora	1

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)



**Tabla 2: Preguntas de la encuesta a personal de carrocerías IMAJ**

Ítem	Preguntas
1	¿Es necesario contar con una cabina de pintura en las instalaciones de carrocerías metálicas IMAJ?
2	¿Sabe que beneficios ofrece una cabina de pintura?
3	¿En las carrocerías metálicas IMAJ existe un espacio específico para el área de pintura?
4	¿Los buses pintados en carrocerías existen fallas como partículas pegadas en la pintura?
5	¿Cuántas veces pulen la pintura para dar un acabado final de primera?
6	¿El secado de la pintura en carrocerías metálicas IMAJ son los correctos?
7	¿Existe espacio específico en carrocerías metálicas IMAJ para implementar una cabina de pintura?
8	El terminado de pintura en carrocerías IMAJ es
9	¿Cuál es la forma que utilizan los operarios de carrocerías metálicas IMAJ para que no se levante el polvo del piso al momento de pintar?
10	¿Ha utilizado alguna vez una cabina de pintura?

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

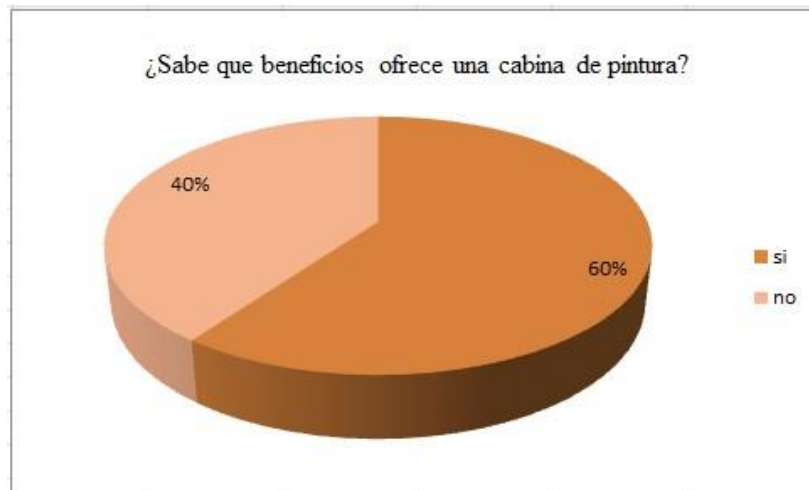
En base a la encuesta realizada a los empleados de carrocerías metálicas IMAJ se detalla en el **anexo 1**



**Figura 2: Resultados pregunta 1 (tabla2)**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

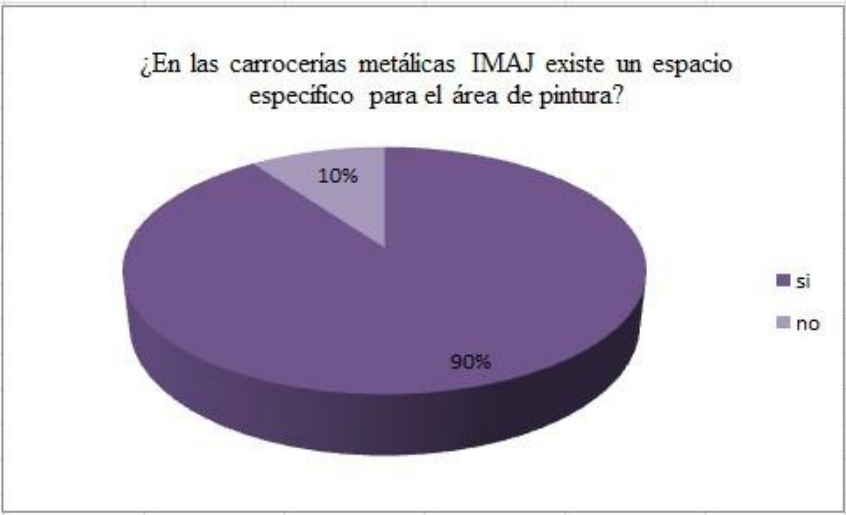
Como podemos ver en la figura 2, el 80% del personal creen que es necesario que la empresa cuente con una cabina de pintura por los beneficios que esta brinda a la hora de pintar un bus



**Figura 3: Resultados pregunta 2 (tabla2)**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022) 9

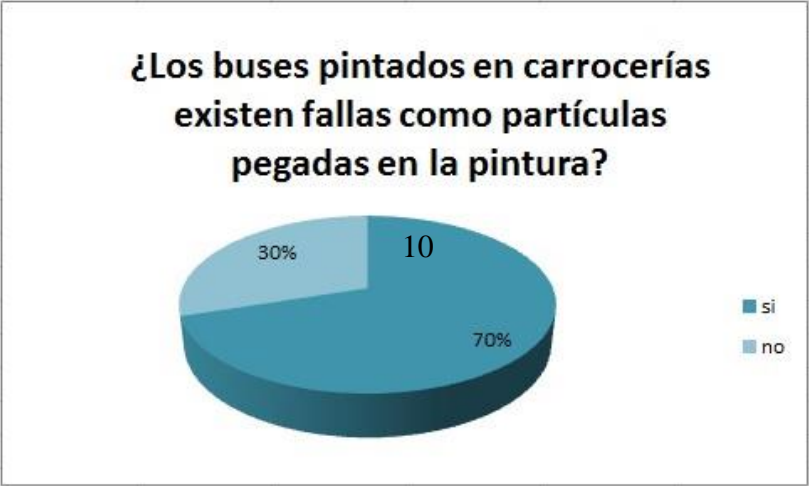
El 60% de los encuestados conocen que beneficios posee una cabina de pintura el 40% restante no saben de los beneficios, ellos están de acuerdo que los buses pintados en carrocerías IMAJ sea al aire libre.



**Figura 4: Resultados pregunta 3 (tabla2)**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

El 90% de los encuestados coinciden que en esta carrocera no tienen un espacio específico para el área de pintura sino ellos ocupan cualquier lugar para pintar sus buses



**Figura 5: Resultados pregunta 4 (tabla2)**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022) 10

Como se observar en la figura 5, el 70% de las personas encuestadas coinciden que los buses pintados en carrocerías metálicas IMAJ el acabado final queda con fallas de partículas de polvo adheridas a la superficie que fue pintada



**Figura 6: Resultados pregunta 5 (tabla2)**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

En la Figura 6, el 80% de los encuestados estuvo de acuerdo en que para que la pintura logre un acabado final de primera calidad sin partículas pegajosas, es necesario pulir todo el automóvil de pasajeros una vez para que la pintura alcance el nivel de pintura más alto. .

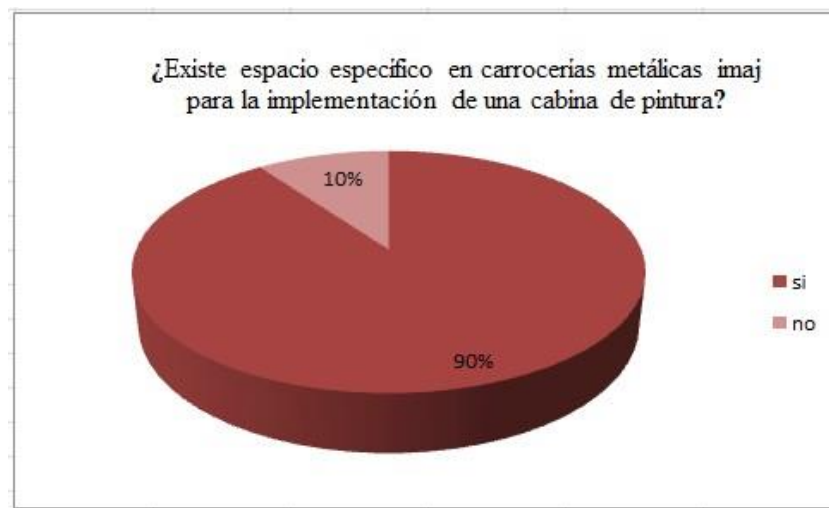


**Figura 7: Resultados pregunta 6 (tabla2)**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

El 50% de los encuestados está de acuerdo en que los tiempos de secado de la pintura son correctos y dice que las líneas de pintura de poliuretano tardan más

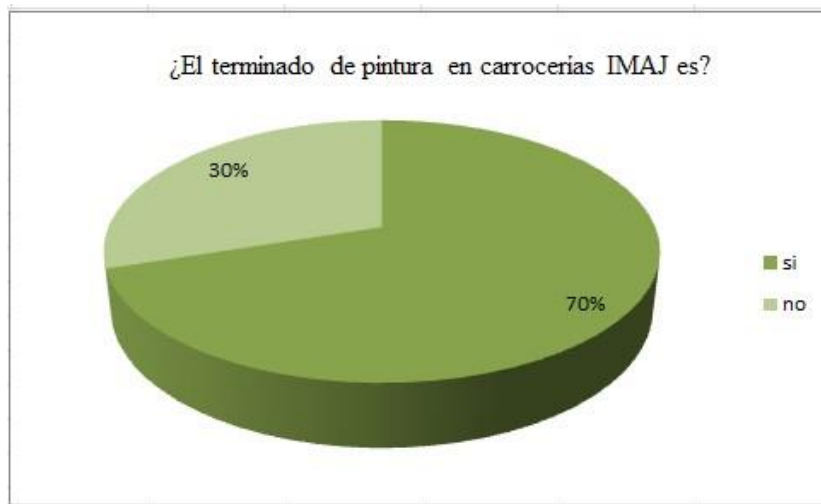
en secarse para permitir que se aplique más pintura a la superficie porque están pintadas con un catalizador de secado lento para lograr este efecto.



**Figura 8:** Resultados pregunta 7 (tabla2)

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

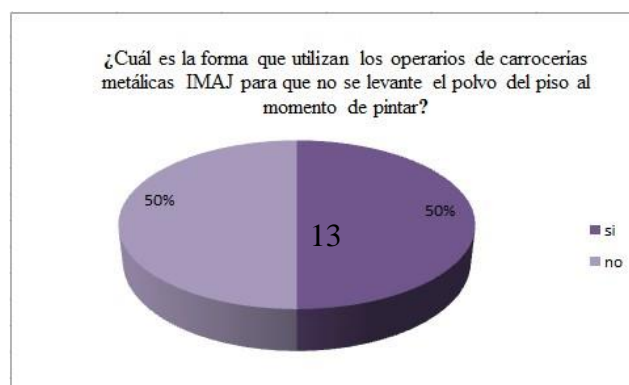
En la Figura 8, el 90% de los encuestados indicó que Carrocerías IMAJ es el lugar adecuado para instalar una cabina de pintura.



**Figura 9:** Resultados pregunta 8 (tabla2)

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

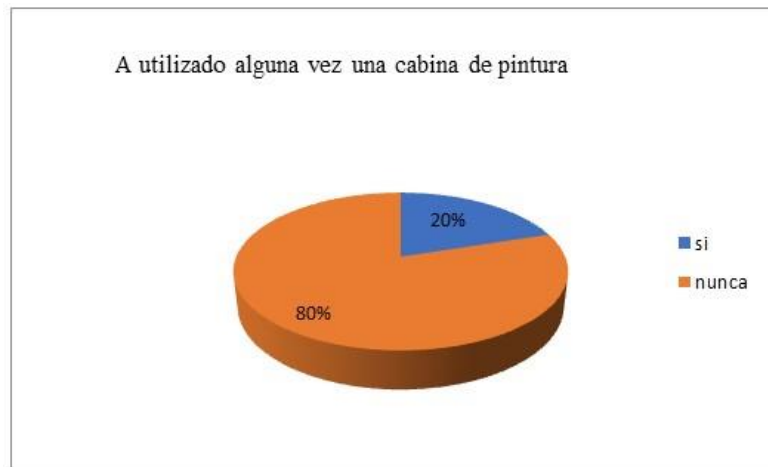
El 70% de los encuestados se mostró satisfecho con el acabado final de la pintura del autobús con carrocería metálica, comentando que la forma del operador no permite que se adhieran partículas a la pintura.



**Figura 10:** Resultados pregunta 8 (tabla2)

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

El 50% de los encuestados estuvo de acuerdo en que la mejor manera de evitar que el polvo se levante y se adhiera a la pintura es mojar el piso, mientras que otro 50% estuvo de acuerdo en que la mejor manera de evitar que el polvo se levante o que el personal de mantenimiento de la empresa toque o manche la pintura. , es el. por la noche Haga esto cuando la compañía esté vacía.



**Figura 11:** Resultados pregunta 8 (tabla2)

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

En la figura 11 podemos observar que el 80% de los encuestados nunca han utilizado una cabina de pintura, ellos han pintado buses siempre al aire libre

**Tabla 3: Preguntas de la encuesta a personal de carrocerías IMAJ**

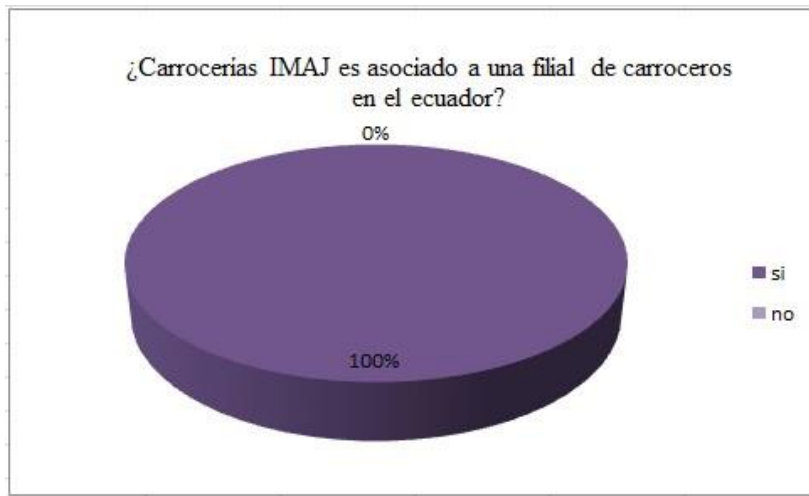
Ítem	Preguntas
1	¿Carrocerías IMAJ es asociado a una filial de carroceros en el ecuador?
2	¿Es buena la ubicación de la empresa14 ?
3	¿La empresa cuenta con un galpón?
4	¿La empresa cuenta con áreas específicas en la fabricación de carrocerías?

5	¿La empresa cuenta con mano de obra calificada?
---	---

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

15

En base a la encuesta realizada a los empleados de carrocerías metálicas IMAJ se detalla en el **anexo 2**

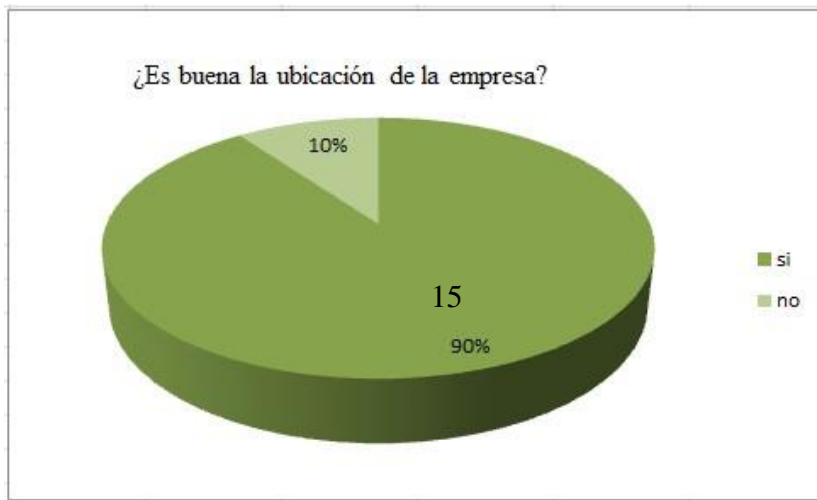


**Figura 12:** Resultados pregunta 1 (tabla3)

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Como se puede observar en la figura 12 carrocerías metálicas IMAJ es asociado a la de cámara de artesanos de Tungurahua

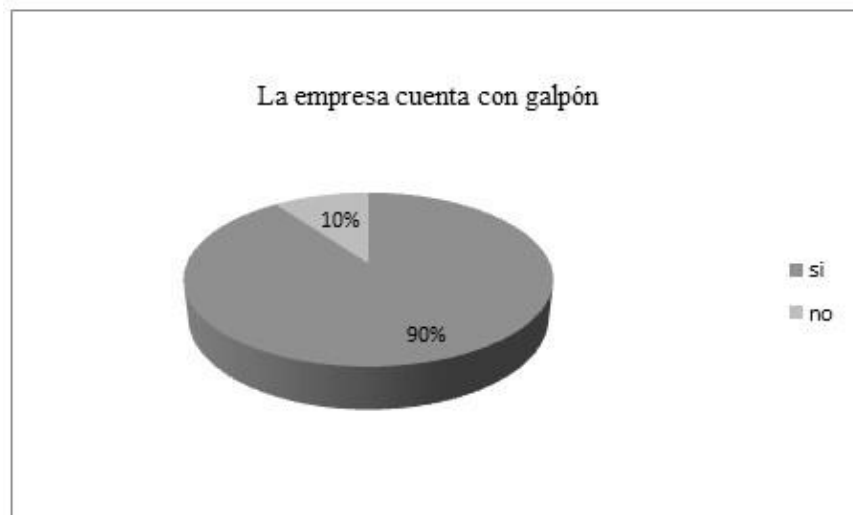




**Figura 13:** Resultados pregunta 2 (tabla3)17

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

13 muestra que el 90% de los encuestados está de acuerdo con la ubicación de la empresa, dicen que es bueno estar ubicado en la zona rural de Ambato, porque se considera la parroquia Santa Rosa, donde se encuentra la superestructura del IMAJ. un parque industrial



**Figura 14:** Resultados pregunta 3 (tabla3)

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Metal Body IMAJ cuenta con un galpón en sus instalaciones donde todo el trabajo se realiza en el interior, no se realiza ningún trabajo en el exterior

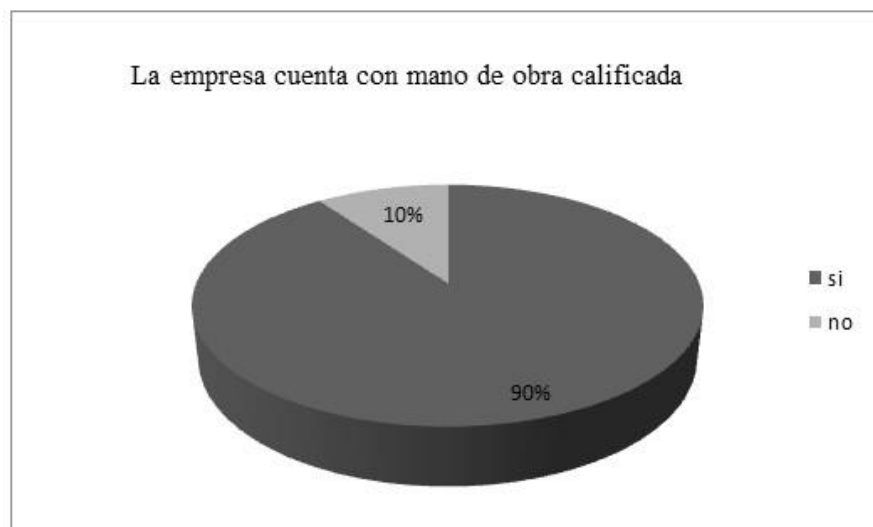


**Figura 15:** Resultados pregunta 4 (tabla3)

18

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

El 80% de los encuestados está de acuerdo en que las empresas no tienen un área designada para trabajar y la mayoría se ubica frente a los autobuses que ingresan.



**Figura 16:** Resultados pregunta 5 (tabla3)

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Como se puede observar en la Figura 16, el 90% de los encuestados cree que la empresa cuenta con mano de obra calificada, los gerentes son de alto nivel educativo, los operarios son técnicos metalmecánicos, cuentan con un ingeniero mecánico y un técnico en estructuras metálicas.

Title: Diseño de una cabina de pintura  
 Author: William Altamirano  
 Date: 25/07/2022  
 Notes:

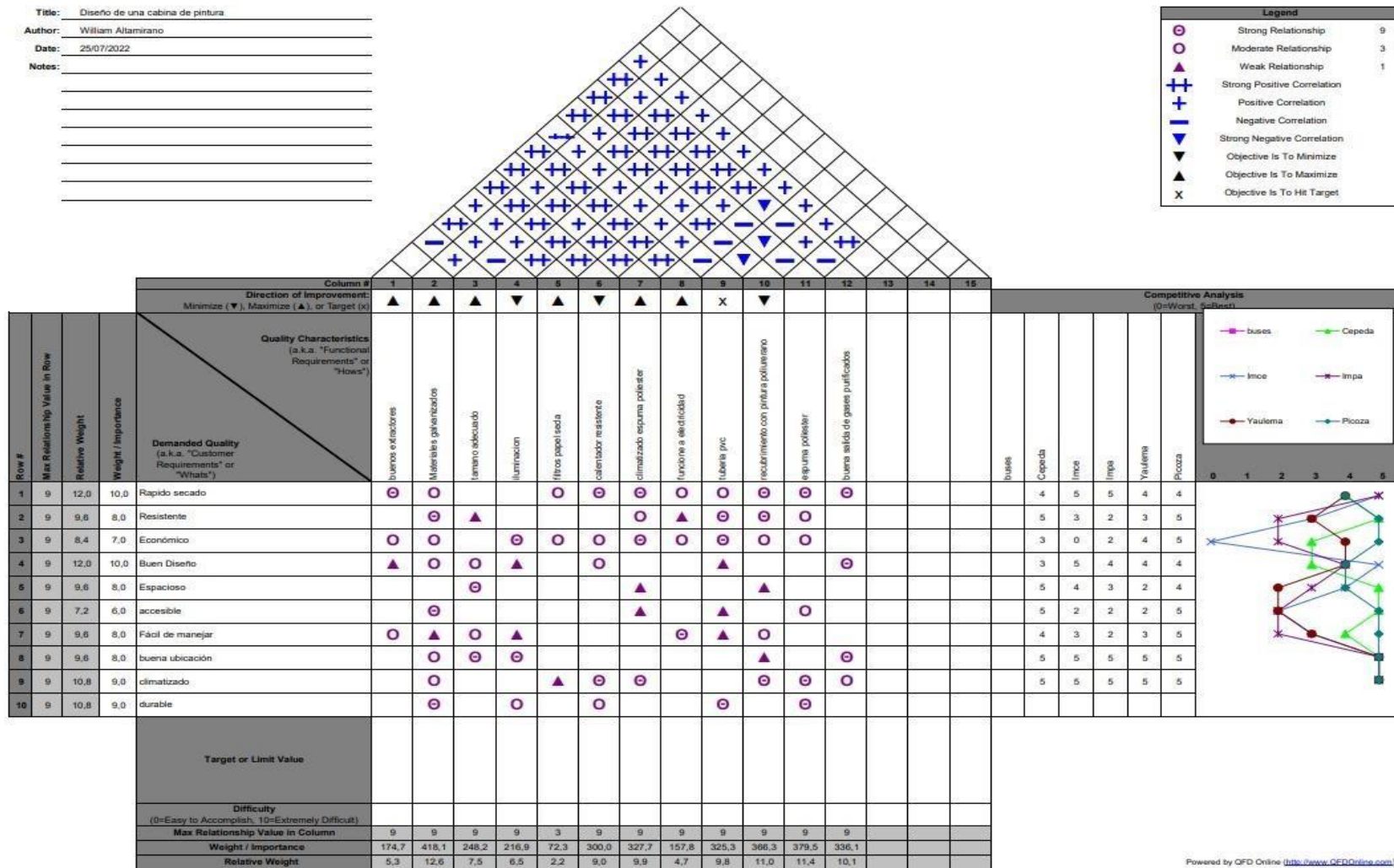


Figura 17: Casa de la calidad

Elaborado por: Altamirano, William (2022)

De acuerdo con la Figura 17, House of Quality, otra cosa a enfatizar al hacer una caja de pintura es el material, porque le dará a la caja de pintura buena resistencia y durabilidad.

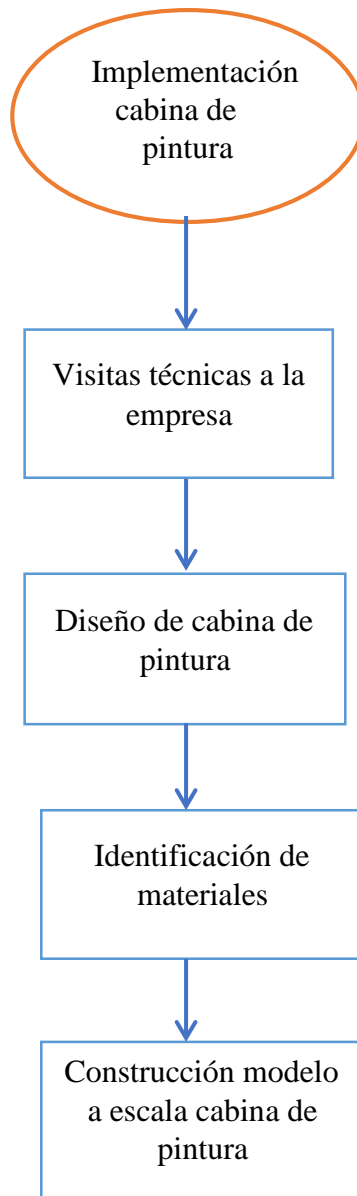
Otro aspecto que nos da el mayor porcentaje de la casa es que tiene una buena salida para el aire de la cabina, debido a que este paso de aire se contamina con partículas que se forman al pintar el bus, limpiar su exterior a través de filtros a base de carbón. Aire.

Finalmente, la cabina tenía que tener un revestimiento de espuma de poliéster que nos ayudara a mantenernos calientes para que cuando pintáramos el interior, el ambiente exterior no comprometiera la temperatura de secado ideal que buscábamos en la implementación de la cabina.

**Área de estudio:**

<b>Dominio:</b>	Sociedad y tecnología
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño e implementación
<b>Campo:</b>	Ingeniería Industrial.
<b>Área:</b>	Diseño Industrial
<b>Aspecto:</b>	Implementación de una cabina de pintura
<b>Objetivo del estudio:</b>	Implementar una cabina de pintura en carrocerías IMAJ de la ciudad de Ambato
<b>Periodo de análisis:</b>	abril 2022 – septiembre 2022.

Ubicación geográfica de carrocerías metálicas IMAJ. Se encuentra ubicada en el cantón Ambato en la parroquia Santa Rosa Km 6 vía a Guaranda, desvío a San Pablo.



**Figura 18:** Modelo operativo

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

## **Desarrollo del modelo operativo**

El desarrollo de esta tesis de grado es el siguiente:

Diversas visitas técnicas a empresas según los horarios disponibles en la Agencia del Metal IMAJ, para facilitar la recopilación de información básica sobre la implantación de la cabina de pintura en las instalaciones de la organización, con el fin de generar una matriz que muestre los costos de implementación de dicha cabina, detallando su funcionamiento, el estado y código de cada caso y cada ficha técnica y su correspondiente descripción.

Luego, como parte del proceso de pintura o repintado del autobús, se elabora una hoja de proceso de pintura para obtener información clara sobre sus subprocesos en la fase de pintura. En base a los datos obtenidos, se desarrollará un esquema técnico del estado actual del proceso y subprocesos de pintura de buses, se inspeccionará cada máquina, se registrarán las observaciones y se anotarán los recursos dañados o los defectos existentes. , se calculan todos los subprocesos, incluida la búsqueda de sus porcentajes de rendimiento. Como complemento a la investigación, hemos desarrollado fichas técnicas que contienen información técnica y especificaciones de la propia máquina para prevenir la salud de los operarios, no solo los que trabajan en el área de pintura, sino la salud de todos los operarios. Analizar y reunir al personal en las instalaciones de la organización puede proporcionar información sobre el uso de los cubículos. Durante la visita del comité IMAJ. Recopilar información para desarrollar un proyecto. Además de los procesos y subrutinas, es importante contar con un soporte de información que facilite la ejecución teniendo en cuenta la documentación del cuerpo existente para diversas operaciones, como el soporte de almacenamiento existente. - Proceso, se tiene en cuenta el área de pintura, lo que le permite crear fácilmente una matriz de historial de fallas que evalúa las muchas operaciones realizadas después de aplicar la pintura al autobús.

Es importante señalar que lo es. La carrocería no tiene registros de datos detallados para grupos de color. Para continuar, es importante realizar un seguimiento de la instalación de la cabina.

## CAPÍTULO III

### PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

#### Distribución, planta carrocerías metálicas IMAJ

Carrocerías metálicas IMAJ, aumenta la demanda, se contrata más trabajadores, también se implementará instalaciones son más amplias para realizar los procesos productivos, con un análisis en la planta de producción de carrocerías IMAJ.



Imagen 2: La distribución de planta de producción

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Inicialmente se puede decir que su proceso está relacionado con la disposición de máquinas y áreas de trabajo debido al desorden y desperdicio de espacio en la fábrica construida. El área total de la fábrica es de 442 metros cuadrados, de los cuales 102 metros cuadrados se



destinan al departamento de pintura y el 23% del área física total. De esta forma, como respuesta a esta necesidad, se ha desarrollado la redistribución de las instalaciones productivas en el espacio de la planta de producción, y acabado para incrementar la productividad que sea interna, tampoco se ha hecho cambios en el área de pintura. Cambiando la distribución del cuerpo metálico del IMAJ, que ha sido mejorado por su construcción en los últimos años año 1999, Se han realizado avances para reducir los tiempos de inactividad, la distancia recorrida y el trabajo innecesario, las superficies de trabajo están predeterminadas en relación con el trabajo a realizar, también se han movido las máquinas para acelerar el proceso de producción alrededor de la mesa de trabajo principal.

### **Área de pintura**

La imagen 3 muestra el autobús en el área de pintura. Por lo general, al pintar un autobús, el área de construcción es de 64 metros cuadrados, el área total de esta área es de 102 metros cuadrados y la tasa de utilización es solo del 15%. Para aplicar la pintura se utiliza un soplete a presión que trabaja con aire de un compresor, la función es rociar la pintura y distribuirla en una fina capa de pintura sobre el bus. Sin embargo, existen problemas con la pintura en aerosol ya que las partículas permanecen en el ambiente en todo donde se pinta, lo que impide otros trabajos y desperdicia el espacio disponible.



**Imagen 3: Área de pintura**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Las impurezas en suspensión o también llamadas overspray caen sobre toda la superficie pintada del bus la cual no ayuda que el acabado final sea perfecto, como se observa en la imagen 3.



**Imagen 4: Área de pintura**

Elaborado por: William Altamirano (2022)

El tiempo de secado controlado en el proceso de pintado es bastante largo, más que nada porque el autobús seco a temperatura ambiente. Según el proveedor de pintura, la aceleración del secado, se debe aumentar la temperatura en el área del autobús de 20 °C a 50 °C, lo que se logra a través de una cámara de pintura.

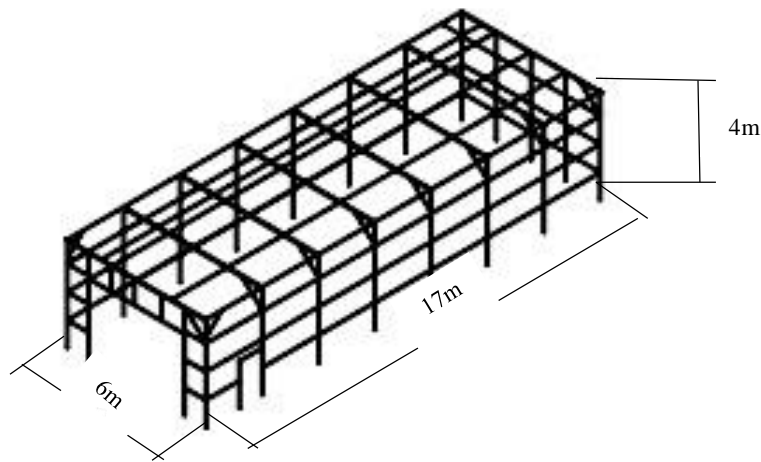
#### **Parámetros para diseñar una cabina de pintura**

Las cabinas para pintura funcionan con varias formas de parámetros del diseño. Ese el caso, se pasa por el proceso para la fabricación para introducir las dimensiones de la cabina de pintura, así como para la disposición en los conductos de renovación de aire para la cabina.

Como se mencionó, el área de trabajo es de 102 metros cuadrados, pero solo se utilizan 64 metros cuadrados, que es solo el 15% del área actual.

### Dimensiones de la cámara de pintura

Para implementar una cabina de pintura en las instalaciones de carrocerías metálicas IMAJ se propone construir una cabina de pintura con las siguientes medidas ancho; 6m, altura 4m, profundidad 17m, dando como resultado un área de 102 m<sup>2</sup>. Para la altura de la cámara se tomó en cuenta la capacidad máxima de los bus (4m)



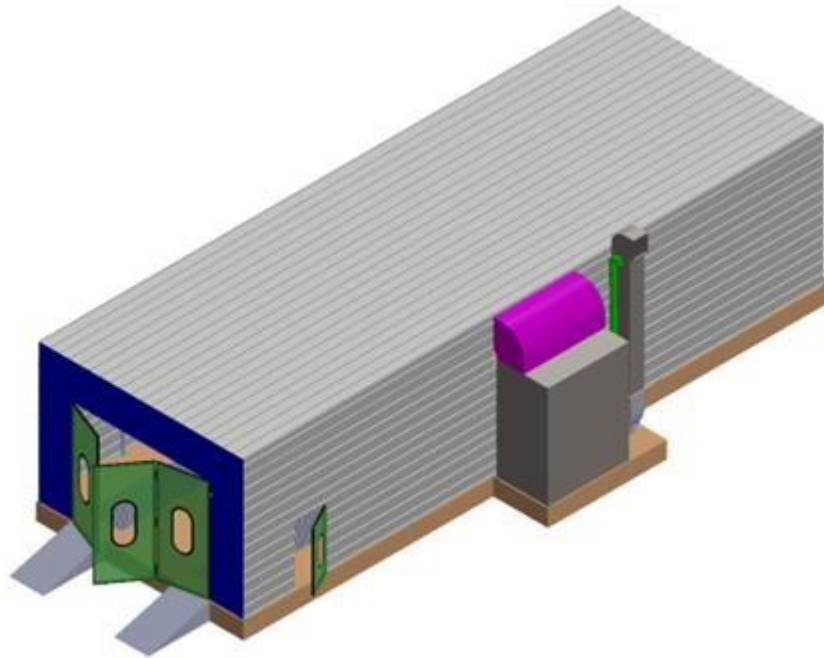
**Figura 19:** Dimensiones cabina de pintura

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Para más detalles ver **anexo 4** el plano número 5.

El espacio que se requiere para medir el área usada por una elevación de 4m para diseñar el espacio de pintura, se ha predeterminado con base a lo que se requiere y las medidas de un bus debido a que este cuenta con las próximas medidas: de elevado 3.3 metros, de ancho 2.60

y de extenso 12 metros, teniendo presente una mesa adicional para pintar toda el área del bus y para la movilidad del pintor



**Figura 20:** Dimensiones cabina de pintura

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

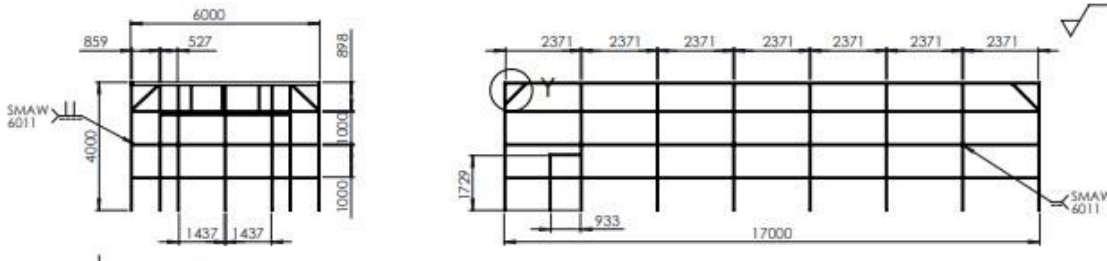
Con dichos valores, continuamos calculando la cantidad de espacio utilizado para implementar la cabina de pintura en las instalaciones de la empresa, lo que nos ayudará a calcular el flujo de aire requerido.

$$V_c = L \cdot A \cdot h$$

**Ecuación 1**

$$V_c = 408 \text{ m}^3.$$

## Diseño de la estructura de la cámara de pintura.



**Figura 21:** Estructura cabina de pintura

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Cuando se trabaja con el diseño de la cabina de pintura, se tiene en cuenta la carga de trabajo. Al darse cuenta de los requisitos del espacio, se crea la configuración de la construcción. Basado en el Apéndice 5

La sala de pintura constará de una estructura revestida interior y exteriormente con escamas de zinc, que se equipará con lana de vidrio como aislante. El material utilizado para el montaje de la estructura es un tubo galvanizado de 4"×4"×2mm. En el programa se definen las características de los tubos que forman la estructura, lo que permite observar los pesos provocados por el tamaño de las planchas de zinc, tenemos las siguientes características:

Placa de zinc: (3 m \* 0,82 m \* 0,20 mm 5,0 kg/m<sup>2</sup>)

Las cargas causadas por las placas de zinc se colocan únicamente en la parte superior de la cámara, las placas colocadas de zinc puestas en la pared lateral de la cámara consideran parte de la estructura, como apoyo, no más como cargas.

El área del techo de la cámara es la siguiente:

Hasta el techo = (17 \* 6)

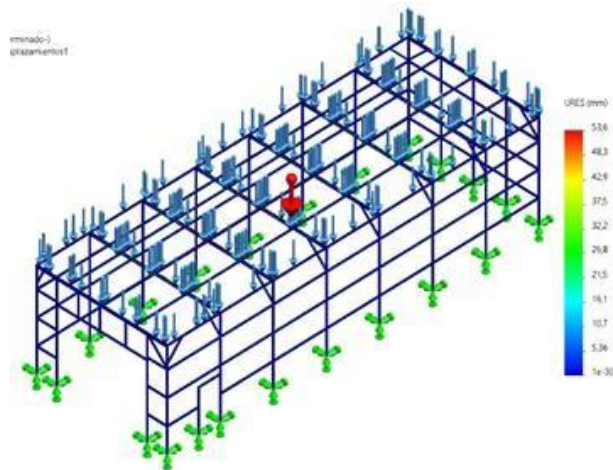
Hasta el techo = 102m<sup>2</sup>

A partir de esto podemos averiguar la masa de las placas Tor utilizadas en la sala de pintura para determinar el peso total. 30 En este caso está pintado por dentro y por fuera, por lo que el valor se multiplicará por 2.

$$A_{tc} = 26 \text{ m}^2$$

$$m_{tc} = A_{tc} * 5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$W_c = 130 \text{ kg}$$

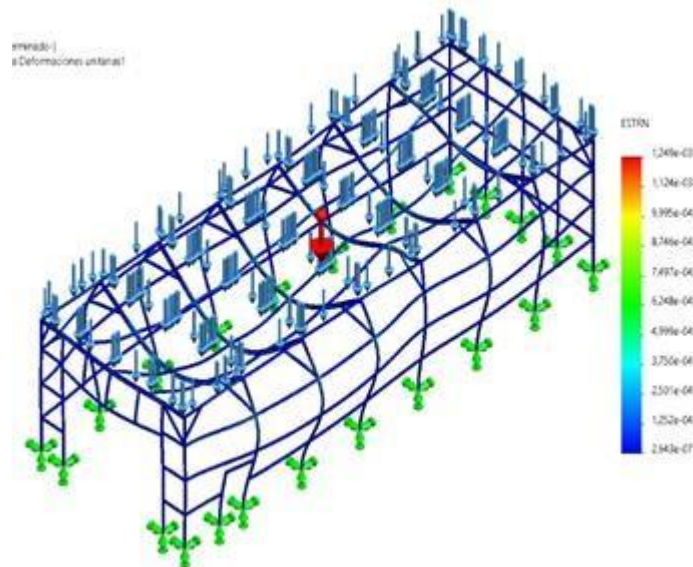


**Figura 22:** Estructura cabina de pintura

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

La fuerza debida al peso de la lana de vidrio es despreciable, por lo que la carga del palet se simula en solidwords. De esta forma, es posible determinar cómo se comporta la estructura que soportar los pesos a las que está sometida. La Figura 22 se ve el efecto de la fuerza debido al peso del palet distribuido uniformemente sobre el centro de gravedad del recurso estructura de techo y los recursos que componen el marco de la estructura. Consulte el Apéndice 5 para obtener más información.

Utilizando las cargas especificadas, se simulan las diversas fuerzas presentes en la estructura y se obtienen datos. El programa permite este tipo de análisis mediante nodos, lo que permite observar cómo se deforman los activos o el diseño tiene genes que deben crearse primero (Figura 23). Los resultados del análisis en estructura como e puede visualizar de cargas de techo, el programa permite visualizar los resultados sin cargas, para deshabilitarlos en los resultados obtenidos, ver Apéndice 5 para más detalles.



**Figura 23:** Estructura cabina de pintura

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

## Renovación de aire en el interior de la cámara de pintura

Para determinar el número de cambios de aire seguir las normas recomendadas en cabinas de pintura: Normativa española (UNE-EN 13355) que obliga a estos equipos a realizar al menos un cambio de aire por minuto. Actualmente, la cabina de pintura está diseñada para actualizarse 2 veces por minuto o 120 actualizaciones por hora para compensar las 72 pérdidas en los conductos de la cabina y el filtro de aire.

## Velocidad de flujo del aire en ductos

Según las normativas anteriores, se recomienda una velocidad del viento de 8 a 12 m/s para evitar niveles elevados de ruido. El diseño actual decide operar a una velocidad de 8 m/s para que en los ventiladores puedan proporcionar que el flujo para el aire básico sin esfuerzo adicional, como se observa en la tabla del Anexo 3, que muestran las velocidades preferenciales para diferentes ventilaciones. Sistema Para recintos cerrados, la velocidad recomendada es de 8 m/s. Utilizando valores para la velocidad y volumen obtenidos, que debe estar relacionado con el espacio en la cámara o en una habitación separada. El valor del flujo se obtiene multiplicando el flujo por el número de actualizaciones por hora según la siguiente expresión:

Apéndice 5.

$$Q_i = V_i * N \quad \text{Ecuación 3} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$Q_c = V_c * N_c$$

$$Q_c = V_c * N_c$$

$$Q_c = (3.3 * 10^3) \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_c = (2.17) \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



Esta es la cantidad de aire del ventilador requerida para el conducto de entrada del ventilador, la cantidad de aire de escape requerida es un 10 % menor que la cantidad de aire del ventilador, es decir,

$$Q_j = 0.9 * Q_i \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde

$Q_j$  = caudal de aire de descarga  $Q_i$

=caudal de aire de inyección Así

se obtiene:

$$Q_{cj} = 0,9$$

$$Q_c = \frac{(7,02*103)m^3}{h}$$

Cuando estos valores de flujo se redujeron en un 10%, se esperaba una pequeña sobrepresión interna en la habitación, que se aprovechó para dimensionar el tubo de escape. tubería. En lo que se refiere al flujo de aire, los ductos son una parte importante de la estructura, ya que el aire interno o el contenido de las salas de cabinas y hornos son alimentados y retornados o expulsados a través de estos ductos dependiendo del flujo a procesar y el obtenido. flujo de aire. Además de usar accesorios de pérdida por fricción. Tamaño de la tubería. Para los tamaños de tubería de entrada y salida, se procede de la siguiente manera: el suministro de aire a la cabina de pintura es de 2167 m<sup>3</sup>/s, y la velocidad de ambas estaciones se elige de 8 m/s de acuerdo con el diámetro y la caída de presión correspondiente. en todas las condiciones

Esto da una medida equivalente de 550 mm y un desgaste por fricción (hfc) de 0,12 mmca/m (milímetros de agua por metro de longitud de tubería)

$$H_{fc} = 0.12 \text{ mmca}$$

Usa el diámetro equivalente para calcular el área del círculo, luego encuentra la sección del rectángulo y obtén los siguientes valores:

$$A = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 \quad \text{Ecuación 6}$$

$$A_c = \pi * \left(\frac{D_{ec}}{2}\right)^2$$

$$A_c = 0.238 \text{ m}^2$$

Con esta superficie, es posible determinar los requisitos para los canales de entrada y salidas de aire del modelo desarrollado

tubería de transporte

Los valores medidos de las tuberías de entrada y salida se pueden obtener calculando la raíz del área del círculo para obtener la longitud lateral del cuadrado.

$$L = \sqrt{A} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$L_c = \sqrt{0.238 \text{ m}^2}$$

$$L_c = 0.487$$

**Corrección del diámetro en los ductos**

Como hacer un estudio para encontrar la sección de la tubería en base a la tabla que muestra el diámetro del círculo y posteriormente definir una sección cuadrada o rectangular dependiendo de la situación y al mismo tiempo determinar la pérdida de carga ubicada en mmda, pero a usar los valores del diagrama es necesario expresar lo siguiente:

$$De = \frac{1.3 (L1 * L2)^{0.625}}{(LC + LC)^{0.25}} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$Dec = \frac{1.3 (0.487 * 0.487)^{0.625}}{(0.487_{35} + 0.487)^{0.25}}$$

$$Dec = 0.533$$

Por consideraciones de espacio, el tubo se cambió de circular a rectangular, por lo que esta modificación se hizo para evitar la pérdida de velocidad del viento. Use el nuevo valor del mismo diámetro calculado a partir del área del círculo y luego encuentre la parte rectangular o cuadrada:

$$Acc = \pi * \left(\frac{Dec}{2}\right)^2 \quad \text{Dec Ecuación 9}$$

$$Acc = \pi * \left(\frac{0.533}{2}\right)^2$$

$$Acc = 0.223 \text{ m}^2$$

Estos valores son, por supuesto, para el canal de suministro, mientras que una entrada de viento uniforme requiere el cálculo o diseño de la entrada y salida de viento con filtros en el interior para garantizar que no entren partículas en el proceso peligroso. se realiza sobre la superficie de trabajo.

**Tabla 4: Resumen ductos**

Cámara	Dimensiones (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Número renovaciones/hora	Velocidad aire (m/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Áreas ductos (m <sup>2</sup> )
Pintura	6 x 4 x 17	408	120	8	780	0.22

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

### **Entrada de aire por plenum**

La entrada de viento a las salas de pintura se realiza a través de los sistemas de ventilación, cuya funcionalidad es distribuir uniformemente la entrada al viento según las reglas o restricciones establecidas para una determinada tarea u operación. El caudal de viento para conseguir un buen acabado debe estar entre 0,4 y 1 m/s. La parte que compone el filtro de toma de aire se calcula en base a la necesidad de una velocidad de 0,5 m/s según el proyecto actual, por lo que se plantea el coste recomendado, que nos da para la cubierta:

$$Se = \frac{Q}{v} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$ve = 0.5 \frac{m}{s}$$

$$Sec = \frac{Qc}{ve}$$

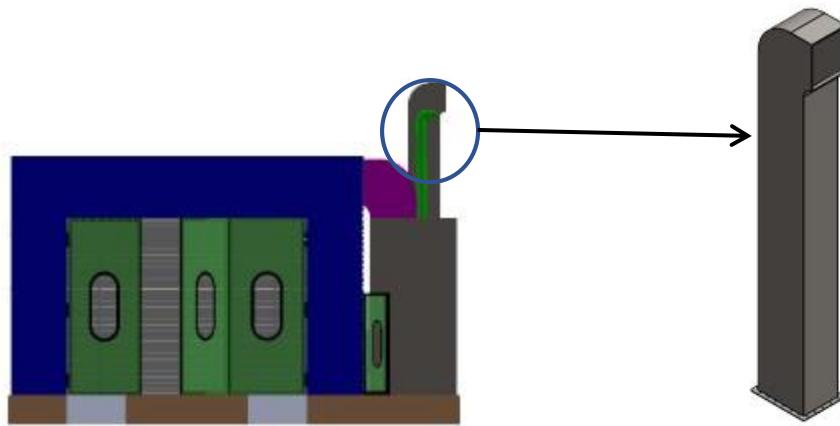
$$Sec = 4.33 \text{ m}^2$$

La cabina de pintura está diseñada para distribuir efectivamente el flujo de aire a todos los lados del autobús de pintura, establezca la longitud de la entrada de aire en 2 m para obtener el valor del otro lado.

$$Lecl = \frac{Sec}{2m} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$Lecl = 2.17 \text{ m}$$

El aire ingresa por la parte superior de la cámara de secado (Figura 24), por lo que puede ser extraído directamente del bus, mejorando el sistema de ventilación.



**Figura 24:** Ingreso de aire

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

### Salidas de aire

La salida de la cabina de pintura pasa a través de una ranura formada en el costado del autobús de pintura. Esta configuración se llama doble agujero. Para encontrar la toma de aire del pozo para las mediciones cartográficas posteriores, utilizamos el índice de flujo del 90 %

encontrado previamente para un bus de 13 metros de largo a 1 m/s y una ecuación que optimiza los efectos de sobre impulso. La presión de color en la cámara se calcula según la siguiente fórmula:

$$Lecl = \frac{Sec}{2m}$$

La optimización del efecto de sobrepresión en el interior del cuarto de pintura, teniendo lo siguiente:

$$vs = 1 \frac{m}{s}$$

$$Sfc = \frac{Qcj}{vs} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$Sfc = 38 \cdot 1.95m^2$$

Usando el valor que encuentre, encuentre el área a ventilar, luego divida el valor que encuentre por 5 para distribuirlo en las cuatro cajas pintadas a la vez.

$$Sfc \text{ Ecuación 13} \quad Sfc = \frac{1.95m^2}{5}$$

$$Sfc = \frac{1.95m^2}{5}$$

$$Sfc = 0.97m$$

## Pérdidas de carga en ductos

Analice la caída de presión y elija un ventilador que coincida con las características de diseño. Por esta razón, el desgaste por fricción al aire ocurre en secciones amortiguadas en curvas y secciones de tubería recta. Usando el diámetro de tubería equivalente corregido previamente, los valores de pérdida están disponibles para tuberías redondas (estos valores se convierten de mmca/m a Pa/m).

38

$$h_{fc} = 1.372 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

$$h_{fcs} = 1.96 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

Utilizar la altura alcanzada por la medida de longitud como la disminución de presión total multiplicada por las pérdidas de la tubería. El valor del coeficiente para la pérdida de la fricción ( $h_f$ ), . Se utiliza únicamente para determinar la llamada presión unitaria ( $\Delta P_u$ ) en un segmento de línea recta ( $L$ ), que se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta P_{uc} = L * h_{fc}$$

### Ecuación 14

$$L_c = 8\text{m}$$

$$\Delta P_{uc} = L * h_{fc}$$

$$\Delta P_{uc} = 8\text{m} * 1.372 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

$$\Delta P_{uc} = 10.97 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{ucs} = L * hfs$$

$$L_c = 4m$$

$$\Delta P_{uc} = L_c * hfs$$

$$\Delta P_{uc} = 4m * 1.96 \frac{Pa}{m}$$

$$\Delta P_{uc} = 7.84a$$

La pérdida de presión del codo, la descarga, la transformación, etc., también conocida como singularidad, se calcula encontrando la longitud equivalente utilizando una tabla que contiene el factor C.

Estos valores se obtienen mediante pruebas experimentales y los valores de longitud equivalente se encuentran a partir de la pérdida de carga en la singularidad o unión y se expresan como:

$$\Delta P = C * \frac{P}{2} v^2 \quad \text{Ecuación 15}$$

$$\Delta P = 0.6 * c * v^2$$

Donde:

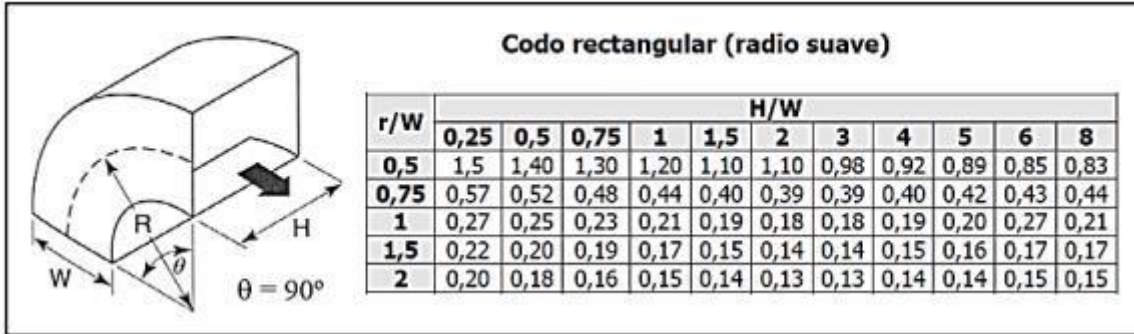
$\Delta P$  = caída de presión (Pa) a través de una singularidad o unión. C = factor de pérdida de singularidad dado en la tabla.



$P =$  la densidad del aire de Ambato es (0.9 kg/m<sup>3</sup>).

$V =$  la velocidad de entrada en singularidad o arrastre.

Este ejemplo, la cabina de pintura tiene 2 tubos rectangulares. Encuentre la relación entre  $r/W$  y  $H/W$ . Estas curvas son diferentes porque no son cuadradas y no van en la misma diagonal que existe en una cabina de pintura. No hay una curva de radio suave.



**Figura 25:** Perdidas de presión para codos

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

### Selección del ventilador

En base a los valores encontrados se determina la pérdida de presión total en los conductos y filtros del sistema para poder seleccionar el ventilador adecuado.

Sala de pintura:

$$P_{pc} = \Delta P_{uc} + \Delta P_{c1} + \Delta P_{c2} + \Delta P_{c3} + \Delta P_{c4} \quad \text{Ecuación 16}$$

$$P_{pc} = 504.726 \text{ Pa}$$

$$P_{pc} = 51.45 \text{ mmcd}$$

En este caso la marca Sodeca, para los ventiladores y la selección se utiliza con el software que facilita la misma empresa. En este programa hay que seleccionar opciones y filtrar los ventiladores en la cabina de pintura, estos son ventiladores centrífugos especialmente diseñados para cumplir con los requisitos de diseño, especialmente el flujo de pintura y la presión que se debe vencer durante la aplicación para un rendimiento óptimo.

41



**Figura 26:** Ventilador marca Sodeca

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Las características de geolocalización, como el valor del flujo, la caída de presión, la temperatura promedio, la altitud, etc., se colocan donde se calcula el rendimiento del ventilador para que coincida con los parámetros de diseño. Según nuestro diseño:

42

Caudal de la sala de pintura calculado

42

$$Q_c = 7800 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Pérdidas de presión calculadas

$$P_{pc} = 51.45 \text{ mmca}$$

Temperatura promedio de la ciudad de Ambato

$$T_{\text{prom}} = 14.6^\circ$$

Altura sobre el nivel del mar de la ciudad de Ambato

$$\text{Altura} = 2557 \text{ msnm}$$

Máxima temperatura del aire a ser transportado

$$T_{\text{max}} = 25^\circ$$

### **Diseño del sistema de calefacción**

Para evitar cambios de temperatura, el viento que ingresa a la cabina de pintura debe calentarse. Para ello se estudió la temperatura promedio de la ciudad de Ambato que según el registro climático es de 14.6°C, la temperatura de color recomendada es de 18°C a 22°C, y la temperatura requerida para el secado es de 30°C a 50°C. Habitación. Se eligió la lana de vidrio como material aislante debido a su baja conductividad térmica y alta capacidad aislante. La lana de vidrio es ignífuga (no inflamable), no se ve afectada por factores externos como el viento y el vapor de agua, es fácil de procesar, así como el aislamiento acústico de la sala de pintura. Por ejemplo, a la hora de elegir este tipo de aislamiento frente a otros como la espuma de poliuretano, los factores principales son su bajo coste y su facilidad de instalación.

$$K1 = 0.0375 \frac{\text{w}}{\text{mk}}$$

El espesor del material aislante de las paredes de las cámaras de pintura es:

$$\mathbf{Espesor = 5\ cm}$$

El espesor del aislante para los ductos de entrada de aire:

$$Espesor = 5\ cm$$

El espesor de la placa de acero galvanizado en la cabina de pintura es de 0,5 mm y su conductividad térmica es la siguiente:

$$e3 = 0.05\ cm$$
$$K2 = 47\ \frac{w}{mk}$$

Los datos para las ventanas de vidrio son las siguientes:

$$e4 = 0.5\ cm$$

$$K2 = 0.95\ \frac{w}{mk}$$

### **Balance térmico**

El balance térmico se realiza para determinar la proporción de energía, que es el calor primario, necesaria para calentar una determinada parte del viento en las cámaras de tintura y secado. Para obtener la temperatura correcta se deben tener en cuenta las pérdidas de las tuberías y paredes, en este caso de acero galvanizado y láminas de zinc, para lo cual se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q = Qa + Qp + Qc \quad \mathbf{Ecuación\ 17}$$

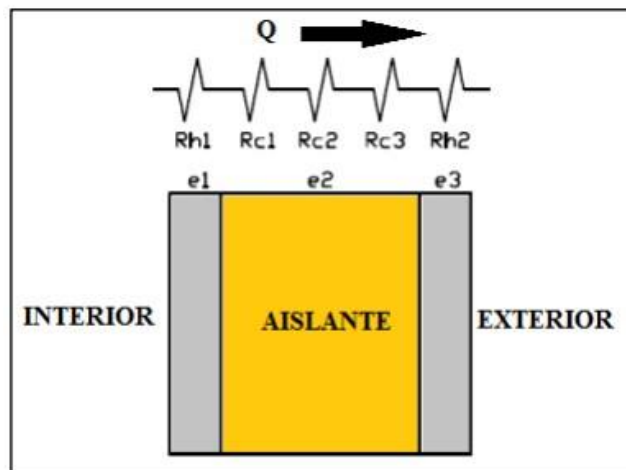
Donde:

$Q$  = calor requerido para ser producido por el calentador de aire.

$Q_a$  = cantidad de calor necesaria para calentar una determinada masa de aire.

$Q_p$  = pérdidas de calor por paredes, techos, puertas y suelos.

$Q_c$  = calor perdido por el tubo.



### Pérdidas de calor en paredes

La disposición de las láminas de tol y el aislante es de la siguiente forma:

**Figura 27:** Perdidas de presión para codos

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

La ecuación para la transferencia de calor, que ocurre cuando se intercambia calor entre un cuerpo a una temperatura más alta y un cuerpo a una temperatura más baja, es:

$\Delta T$

**Ecuación 18**

$$Q = \frac{\Delta T}{\sum R}$$

Donde:

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura

$\sum R$  = Sumatoria de resistencias térmicas individuales ( $^{\circ}C/W$ )

Con esto se ha establecido que la transferencia de calor para una pared plana es como sigue:

$$Q = k * \frac{A(T_i - T_e)}{e} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

$T_i$  = temperatura de la superficie de la pared interna ( $^{\circ}C$ ).

$T_e$  = temperatura de la superficie exterior de la pared ( $^{\circ}C$ ). Cuarenta y cinco

$k$  = coeficiente de expansión térmica del material de la pared ( $W/m^{\circ}C$ ).

$A$  = área de la pared perpendicular al flujo de calor ( $m^2$ ).  $e$  = espesor de pared (m).

La forma de transferencia de calor se puede dar de tres formas: por conducción, convección y radiación, también con valores de resistencia térmica por lo que se puede encontrar el valor de transferencia de calor para cada caso. La resistencia a la conducción de calor se obtiene:

$$R_c = \frac{e}{k * A}$$

Ecuación 20

Donde:

$R_c$  = Resistencia térmica por conducción (W/m°C).

Para determinar las dimensiones de la cabina de pintura y cuarto de secado, nos basamos en los siguientes planos:

área de vidrio

$$Ac1 := (1.4 * 0.5) m^2 * (2) = 1.4 m^2$$

Resistencia ventanas

$$R_{vc} = e4 K3 * Ac1$$

**Ecuación 21**

$$R_{vc} = 0.004 K W$$

Área paredes longitudinales

$$Ac2 = ((6.5 * 2.5) m^2) * (2) - Ac1$$





Área paredes transversales  $Ac2 = 31.1 \text{ m}^2$

$$Ac3 = ((4 * 2.5) \text{ m}^2) (2)$$

Área techo  $Ac3 = 20 \text{ m}^2$

$$Ac4 = (6.5 * 4) \text{ m}^2$$

Área solo láminas de tol  $Ac4 = 26 \text{ m}^2$

$$Ac5 = Ac2 + Ac3 + Ac4 \quad \text{Ecuación 22}$$

$$Ac5 = 77.1 \text{ m}^2$$

Resistencia láminas de tol  $R_{cc} = e \text{ 3 K2} * Ac5 \quad \text{Ecuación 23}$

$$R_{cc} = 1.38 * 10^{-7} \text{ K W}$$

Resistencia lana de vidrio Cámara de secado

**Ecuación 24**

$$R_{lc} = e_l * K_1 * A_{c5}$$

$$= 0.017 \text{ K W}$$

Área vidrios

$$A_{s1} := (1.3 * 0.5) \text{ m}^2 * (2) = 0.65 \text{ m}^2$$

Resistencia ventanas

**Ecuación 25**

$$R_{vc} = e_4 K_3 * A_{s1}$$

$$R_{vc} = 0.008 \text{ K W}$$

Área paredes longitudinales

$$A_{c2} = ((5.5 * 2.5)$$

$$A_{c2} = ((5.5 * 2.5) \text{ m}^2 * (2) - A_{c1}$$

$$A_{c2} = 26.85 \text{ m}^2$$

Área paredes transversales

$$A_{c3} = ((4 * 2.5) \text{ m}^2 * (2)$$

$$A_{c3} = 20 \text{ m}^2$$

Área techo

$$A_{c4} = (5.5 * 4) \text{ m}^2$$

$$Ac4 = 22 \text{ m}^2$$

Área solo láminas de tol

$$Ac5 = As2 + As3 + As4 \quad \text{Ecuación 26}$$

$$= 68.85 \text{ m}^2$$

Resistencia láminas de tol

$$R_{cc} = e^3 K2 * As5 \quad \text{Ecuación 27}$$

$$R_{cc} = 1.545 * 10^{-7} \text{ KW}$$

Resistencia lana de vidrio

$$R_{lc} = e1 K1 * As5 \quad \text{Ecuación 28}$$

$$R_{lc} = 0.019 \text{ K W}$$

La transferencia de calor por convección viene dada por:

$$Q = h * A ( Ts - T\alpha) \quad \text{Ecuación 29}$$

Donde:

$h$  = coeficiente de transferencia de calor de la unión ( $\text{W}/\text{m}^2\text{C}$ ).

$A$  = área de superficie.

Ts = temperatura superficial.

Ta = temperatura ambiente del fluido. La resistencia a la convección térmica se logra mediante:

$$Rh = \frac{1}{h * A} \quad \text{Ecuación 30}$$

49

Dónde:

Rh = resistencia térmica a la convección (°C/W).

Para determinar el coeficiente de convección interna hi, determine la temperatura del flujo de aire en la cámara de tintura y secado y determine las temperaturas externas e internas promedio para las dos ubicaciones instaladas. Esta temperatura promedio se denomina temperatura de la película (Tf) y es la temperatura promedio entre las temperaturas externa e interna.

$$Tf = \frac{tw + Te}{2} \quad \text{Ecuación 31}$$

Dónde:

Rh= resistencia térmica a la convección (°C/W).

Si tenemos que determinar el coeficiente de convección interna (hi), determine la temperatura de salida del aire en la cámara de tintura y secado y determine las temperaturas externas e internas promedio para las dos ubicaciones instaladas. Esta temperatura normalmente es llamada temperatura de la película (Tf) y es la temperatura promedio entre las temperaturas externa e interna.

$$T_f = \frac{t_w + T_e}{2} \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde:

$T_e$  = Temperatura exterior

$T_w$  = Temperatura de pared inicial

$T_f$  = Temperatura de película

$$T_{fc} = \frac{(295 + 283)k}{2}$$

$$T_{fc} = 15.85^\circ$$

Una vez obtenidos estos valores, se seleccionan las propiedades del aire a la temperatura media indicada según la tabla del Anexo nnn. Puede encontrar el número de Reynolds por el valor correspondiente en la tabla Respectivamente, considerando la velocidad de entrada del vehículo al plenum ( $u$ ) color. Para cabinas de pintura, la velocidad es de 0,5 m/s y se utiliza la viscosidad cinemática del aire.

$$Re = \frac{u * Dh}{\nu} \quad \text{Ecuación 32}$$

En donde:

$u$  = es la velocidad máxima de aplicación de la pintura  
 $D_h$  = diámetro que equivale  $\nu$  = viscosidad cinemática del aire.

Para poder determinar el diámetro equivalente necesitamos realizar lo siguiente:

$$Dh = \frac{\quad}{p}$$

4 \* Ad Ecuación 33

En donde:

Ad = Área ducto

P = Perímetro ducto

Área ducto

$$Adc = 0.223m^2 \quad \text{Perímetro}$$

ducto

$$Pc = 2(0.64 + 0.35)$$

$$Pc = 1.98m$$

51 Diámetro

equivalente

4 \* Adc

Ecuación 34

$$Dhc = \frac{\quad}{Pc}$$

$$Dhc = 0.451 m$$

Velocidad máxima del aire

$$uc = 0.5 \frac{m}{s}$$

Viscosidad cinemática del aire

$$vc = 14.71 * 10^{-6} m^2$$

Número de Prandtl

$$Pr = 0.7323$$

Número de Reynolds

$uc * Dh_c$  **Ecuación 35**

$$Rec = \frac{uc * Dh_c}{vc}$$

$$Rec = \frac{0.5 \frac{m}{s} * 0.451 m}{14.71 * 10^{-6} m^2}$$

$$Rec = 1.531 * 10^4$$

Con base en los datos encontrados, el valor del llamado número de Nusselt puede usarse para determinar si la transferencia de calor ocurre solo por convección o por conducción y radiación.

$f * Re * Pr$  **Ecuación 36**

$$NUD = \frac{8}{1.07 + 12.75 \left(\frac{f}{8}\right)^{\frac{1}{2}} \left((Pr)^{\frac{2}{3}} - 1\right)}$$



Si:  $0.5 \leq Pr \leq 200$

Si:  $1E4 \leq Re \leq 5 E 6$

Aquí el caso del factor de fricción (f) que se está expresando en la ecuación se determina por:

$$f = 0.316 * Re^{-\frac{1}{4}} \quad \text{Ecuación 37}$$

Si:  $Re \leq 2E4$

Cámara de Pintura

$$f_c = 0.316 * Re^{-\frac{1}{4}}$$

52

$$f_c = 0.316 * 1.531 * 10^4^{-\frac{1}{4}}$$

$$f_c = 0.028$$

$$Nud = \frac{\frac{f}{8} * Re * Pr}{1.07 + 12.7 \left( \left( \frac{f}{8} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \left( (Pr^{\frac{2}{3}})^{-1} \right)}$$

$$Nud = \frac{\frac{0.028}{8} * 1.531 * 10^4 * 0.7323 m}{1.07 + 12.7 \left( \left( \frac{0.028}{8} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \left( (0.7323^{\frac{2}{3}})^{-1} \right)}$$

$Nud = 19.894$  Con los valores de la Tabla nn del Apéndice, tenemos ya variables necesarias para poder encontrar este coeficiente  $:(h_i)$ , de la resistencia de convección interna:  $(R_h)$  para la cabina.

Cabina de pintura

53

$$k_c = 24.76 * 10^{-3} \frac{W}{mK}$$

$$h_{ic} = \frac{N_{udc} * k_c}{D_{hc}}$$

$$h_{ic} = \frac{19.894 * 24.76 * 10^{-3} \frac{W}{mK}}{0.451 m}$$

$$h_{ic} = 1.093 \frac{W}{m^2K}$$

$$R_{hc} = \frac{1}{h_{ic} * A_{c5}}$$

$$R_{hc} = \frac{1}{1.093 \frac{W}{m^2K} * 68.85 m^2}$$

$$R_{hc} = 0.012 \frac{K}{W}$$

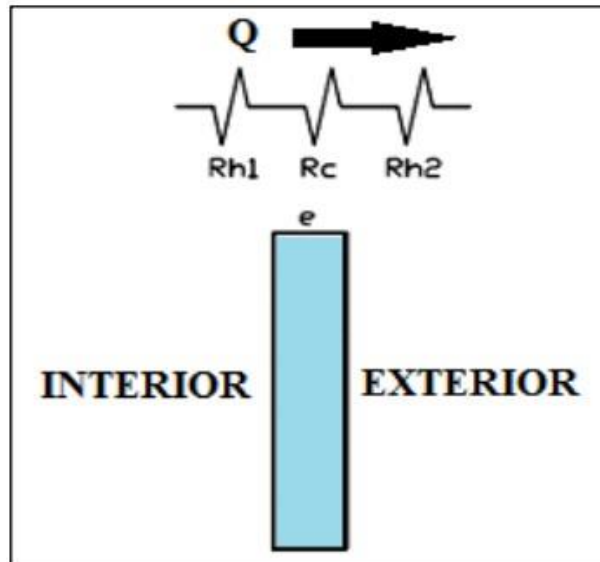
$$Q_c = \frac{T_{fc}}{2R_{hc} + R_{cc} + R_{clc}}$$

$$Q_c = \frac{15.85^\circ}{2(0.012 \frac{K}{W}) + 1.38 * 10^{-7} K W + 0.017 K W}$$

$$Q_c = 7.046 * 10^3 W$$

### **Extravío de calor en las ventanas**

Para poder calcular esta pérdida tenemos que realizar lo siguiente:



**Figura 28:** Perdidas de calor en ventanas presión **Elaborado por:** Altamirano, William (2022) Anteriormente se calcula

$$Rec = \frac{uc * Dhc}{vc}$$

En este caso se utiliza el valor hi antes encontrado para cada caso.

Cámara de Pintura

$$Rhc = \frac{1}{hic * ac} \quad 1 \quad \text{Ecuación 38}$$

$$Rhc = \frac{1}{1.093 \frac{W}{m^2K} * 26.85 m^2}$$

$$Rhc = 0.653 \frac{K}{55W}$$

$$Q_{vc} = \frac{T_{fc}}{2 R_{hc1} + R_{vc}}$$

$$Q_{vc} = \frac{15.85^\circ}{0.653 \frac{k}{W} + 0.008 K W}$$

$$Q_{vc} = 220.559 W$$

### **Control de temperatura**

Para las cabinas de pintura, es ideal elegir un regulador que satisfaga la necesidad de mantener una temperatura estable. La unidad de control seleccionada (Figura 29) es una unidad de control electrónica con salidas de relé y salidas de alarma para que se pueda mantener esta temperatura, mediante algún sistema de conmutación. El éste se puede conectar a varios sensores

### **Iluminación cámara de pintura**

El centro de la cabina de pintura requiere una buena iluminación de al menos 700 lux, proporcionada por muchas lámparas fluorescentes. Su potencia suele estar entre 1 y 2 kW. Una iluminación inadecuada afectará negativamente el rendimiento y la calidad, aumentando el riesgo de errores de trabajo debido a la falta de percepción o percepción errónea. Para ahorrar energía lumínica, es posible programar la iluminación de la cabina para que se encienda y se apague cuando no haya nadie durante mucho tiempo. También es recomendable reemplazar periódicamente las lámparas fluorescentes que han perdido su brillo por el uso y uso, e incluso antes de que dejen de funcionar, limpiar el vidrio que protege las lámparas de las salpicaduras para preservar el haz y mantener las paredes de la cabina en un estado luminoso. Color. Límpielos o píntelos regularmente para que no absorban la luz existente

### **Sistema de compresión de aire**

Para la pulverización se requiere aire comprimido, se utilizan varias marcas de herramientas para obtener compresores de aire, cuyo control se basa en la acción de los

pistones en la cámara. Movimientos variables y regulados por una serie de válvulas que comprimen el viento que se les antoja del exterior. El compresor debe tener las siguientes especificaciones: volumen del tanque 230 litros, presión nominal, 145 psi / 10 bar, volumen de aire, 300 l/min, transmisión por correa, potencia 4hp / 2250w, voltaje 120 voltios.

Pistón o pistón de recursos del compresor Para lograr una compresión perfecta, el pistón o pistón debe ajustarse de acuerdo con el cuerpo humano o la cámara de compresión y confirmar su funcionamiento, lubricado con aceite lubricante, la causa del viento de compresión es el aceite agregado al aceite recibido, porque el pistón está en su El lubricante es aspirado por el movimiento periódico de la compresión en la cámara. sistemas de compresión. Como regla general, se recomienda limpiar el filtro cada mañana y después de comenzar a trabajar, mientras que para los filtros de carbón u otros recursos, la carga debe retirarse y reemplazarse cada 15/30 días. Además, hay que tener mucho cuidado de no utilizar lubricantes, a los que llamamos agentes de limpieza, porque estos forman una emulsión de agua y aceite con el viento, no son atrapados por el filtro y entran en la pistola con el viento para mezclarse con la pintura. . La calidad del aceite utilizado en el compresor se debe reconsiderar constantemente cuando se producen problemas con la pintura, ya que a veces se afirma que la culpa es de la pintura cuando se produjo por primera vez por un trabajo de lubricante. En caso contrario, sobre todo teniendo en cuenta la importancia fundamental de este ingrediente en la pintura, se debe tener cuidado de despejar el viento, de lo contrario se pueden producir perforaciones o cráteres en la zona pintada.

## **CONSTRUCCIÓN MODELO CABINA DE PINTURA**

### **Construcción piso y canaletas**

En la imagen 5 podemos observar la construcción del piso con canaletas para la absorción de partículas que se puedan encontrar dentro de la cabina de pintura, las canaletas serán forradas por rejillas que estarán soldadas entre sí para que pueda resistir un peso, las medidas son tomas según el anexo 5



**Imagen 5: Construcción fosas piso**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

### **Construcción paneles laterales y techo**

En la imagen 6 observamos la construcción de los laterales y techo, están contruidos por un acero A36 de espesor 0,5 mm, Según las medidas en el anexo 5



**Imagen 6: Construcción laterales y techo**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

### **Construcción entrada de aire**

Según la imagen 7 se observa la construcción de la toma de aire la que se encargara de ingresar aire a la cabina, en este encontramos un ventilador que se encargara de calentar el interior de la cabina



**Imagen 7: Construcción entrada de aire**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

### **Construcción salida de aire**

Según la imagen 8 se observa la construcción de la salida aire esta debe ser lo más alto posible que a través de este se filtrara el aire que está contaminado en el interior, que a través de este el aire ya limpio salga al exterior



### **Imagen 8: Construcción salida de aire**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

#### **Construcción ranfla**

Según la imagen 9 se observa la construcción de dos ranflas las que servirán para el ingreso de un bus al interior de la cama de pintura, se construyó en un metal de 0,5 mm de espesor



### **Imagen 9: Construcción salida de aire**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

#### **Construcción de puertas**

Según la imagen 10 podemos observar que la cabina de pintura consta de 3 puerta tipo <sup>60</sup> acordeón las que están adheridas a la cabina por medio de bisagras, dos puertas están adheridas entre sí para que las puertas no sean muy grandes y con el tiempo se cuelguen o dañen las bisagras por ese peso que estas tienen





**Imagen 10: Construcción puertas**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

### **Construcción piso de cabina**

Según la imagen 11 se observa la construcción del piso en cual está construida por un acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, para que resista el peso de la cabina y las entradas y salidas de aire que están anclados encima de esta



**Imagen 11: Construcción piso cabina**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

## **Pintura modelo de cabina**

Para este proceso lijamos con una lija en seco numero 80 toda la superficie para que tenga una buena adherencia a la lámina de acero, masillar las uniones para que tenga un buen aspecto, fondeamos toda la cabina de pintura, pintura total de toda la superficie con pintura poliuretano de color blanco, azul y color platead



**Imagen 12: Pintura cabina**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

## **Conexión parte eléctrica**

Según la imagen 13 se observa la conexión de todas las partes eléctricas de la cabina de pintura con un voltaje de 12 voltios a través de un convertido de 110 voltios a 12 voltios



**Imagen 13: Iluminación cabina**

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

## Cronograma de actividades

Tabla 5: Cronograma de actividades

Actividad	Duración	Inicio	Final
Presentación de la propuesta a gerencia	1 dia	27 de junio 2022	27 de junio 2022
Revisión de la propuesta por de gerencia	1 dia	28 de junio 2022	28 de junio 2022
Socialización de la propuesta al personal de pintura	1 dia	29 de junio 2022	29 de junio 2022
Entrega de formatos de registros a área de pintura	1 dia	30 de junio 2022	30 de junio 2022
Capacitación al personal.	1 dia	01 de julio 2022	01 de julio 2022
Diseño de cabina de pintura	5 días	04 de julio 2022	08 de julio 2022
Estructura cabina de pintura	15 días	11 de julio 2022	29 de julio 2022
Climatizado	1 dia	01 de agosto 2022	01 de agosto 2022
Forrado interior y exterior	10 días	02 de agosto 2022	12 de agosto 2022
Colocación de filtro de aire	3 días	15 de agosto 2022	18 de agosto 2022
Estufa calentar el aire	2 días	19 de agosto 2022	20 de agosto 2022

Colocación ventiladores de aire	2 días	23 de agosto 2022	24 de agosto 2022
Iluminación	1 día	25 de agosto 2022	25 de agosto 2022
Colocación de puertas	1 día	26 de agosto 2022	26 de agosto 2022
Pintura de cabina	2 días	29 de agosto 2022	30 de agosto 2022
Colocación de mangueras para aire	1 día	4 31 de agosto 2022	31 de agosto 2022
Entrega final	1 día	1 de septiembre 2022	1 de septiembre 2022

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Para implementar una cabina de pintura en las carrocerías metálicas IMAJ tenemos desde el 27 de junio y finalizamos el primero de septiembre, donde más tiempo nos llevo es en el diseño de la cabina de pintura

### **Análisis de costos**

**Tabla 6: Análisis de costos**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Presentación de la propuesta a gerencia	1	\$ 20	\$ 20
Entrega de formatos de registros a área de pintura	1	\$ 20	\$ 20
Capacitación al personal.	1	\$ 20	\$ 20
Diseño de cabina de pintura	1	\$20	\$ 20

Estructura cabina de pintura	1	\$ 1000	\$ 1000
Climatizado	1	\$ 250	\$ 250
Forrado interior y exterior	2	\$ 250	\$ 500
Colocación de filtro de aire	2	\$ 100	\$ 200
Estufa calentar el aire	1	\$ 100	\$ 100
Colocación ventiladores de aire	2	\$ 150	\$ 300
Iluminación	1	\$ 50	\$ 50
Colocación de puertas	2	\$ 100	\$ 200
Pintura de cabina	1	\$ 200	\$ 200
Colocación de mangueras para aire	1	\$ 150	\$ 150
Entrega final	1	\$ 10	\$ 10
		Total	\$ 3760

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

Para las carrocerías metálicas IMAJ resulta fundamental en invertir esta proporción de dinero para la implementación de una cabina de pintura, ya que por medio de esta el resultado final de la pintura de buses es el esperado ya que a través de la cabina la pintura ya no necesita de pulir, la superficie de bus que fue pintado, que por medio de esta ayuda a prevenir enfermedades en los operarios.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

- Durante la investigación realizada en carrocerías metálicas IMAJ se encontró que el proceso de pintura se realiza de manera manual, generando posibles defectos en el terminado final de pintura, además se observó que los tiempos de secado eran muy extensos, haciendo que la empresa pierda productividad durante el proceso de pintura. otro aspecto importante encontrado es que la empresa invierte mucho tiempo en pulir la pintura debido a que no cuenta los equipos necesarios para tener un espesor de pintura de calidad
- El estudio permitió identificar las características más apropiadas para la cabina de pintura, entre ellas que la temperatura óptima para un correcto secado se encuentra en un rango de 40°C a 60°C. también se identificó que en el interior de la cabina existe un caudal de aire de 2.17 metros cúbicos sobre segundo, con una entrada de aire por los conductos de 4,3 metros cuadrados. Con respecto a la iluminación la cabina de tener un mínimo de 700 lux de capacidad de sus iluminarias. Las medidas apropiadas para el equipo son 17 metros de profundidad, 7 metros de ancho y 4 metros de alto.
- Una vez realizado el diseño de la cabina de pintura para carrocerías metálicas IMAJ se encontró que debe ser fabricado en un acero A36 con recubrimiento galvanizado necesario para evitar corrosión en el proceso, con un espesor de 2mm. El suministro de aire se

utilizará un compresor de las siguientes características: tamaño de tanque 230 litros, presión nominal, 145 psi / 10 bar, caudal de aire, 300 l/min, el accionamiento a través de una banda, potencia 4hp / 2250w, voltaje 120 voltios. Los ventiladores de aire tendrán un caudal de 7800 metros cúbicos por hora. los esfuerzos mecánicos encontrados en el estudio de análisis por elementos finitos (FEM) fueron de nnn, mismos que no superan las propiedades mecánicas del material propuesto

## **Recomendaciones**

La cámara de pintura debe limpiarse diariamente después del trabajo para evitar que las partículas de pintura formen una capa gruesa en el piso.

No almacene latas de pintura y solventes en el lecho de pintura. Se estipula que estos materiales deben mantenerse a 6 metros de distancia de la cabina de pintura. Mantenga la puerta cerrada cuando la cabina de pintura no esté en uso para evitar la entrada de polvo de otros procesos que se ejecutan dentro del cuerpo metálico IMAJ. - Puede llenar el fondo del pozo con agua para evitar que las partículas suban o entren en la cabina de pintura.

- Los tubos del intercambiador de calor deben limpiarse al menos una vez al año. Se recomienda realizar operaciones de mantenimiento dos veces al año para eliminar las partículas, también conocidas como hollín, producidas durante la combustión. - Se debe cambiar el filtro en los días recomendados por el fabricante para evitar sobre presurizar la cámara de pintura ya que el aire no puede circular fácilmente por el filtro.

## LITERATURA CITADA:

- Czekaj, Daniel. 2017. Aplicaciones de la ingeniería: Maquinaria hidráulica en 68 embarcaciones pesqueras pequeñas. Roma : FAO, 2017. ISBN 92-5-302698-7.
- I. S. A., LIBRO BLANCO PARA LA MINIMIZACION DE RESIDUOS Y EMISIONES, Bilbao: IHOBE S. A., 2001.
- L. H. Fuquene Acosta, «EVOLUCIÓN EN LA APLICACIÓN DE PINTURA - CABINAS,» El Mueble y la Madera, nº 52, pp. 107-114, 2006.
- Rougeron, AISLAMIENTO ACÚSTICO Y TÉRMICO EN LA CONSTRUCCIÓN, Barcelona: Editores Técnicos Asociados S. A., 1977.
- N. Europea, «ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO,» AENOR, Génova, 2003.
- R. Goberna y R. Hughes, VENTILACIÓN INDUSTRIAL, Valencia: ISBN, 1988. - G. Contreras, «AIRE RESPIRABLE Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD LABORAL,» HSEG MAGAZINE, Santiago, 2013.
- J. Guamanquispe, «Diseño y construcción de un extractor de polvo y viruta para los Talleres de los Socios del Gremio de Artesanos Profesionales de la Madera y Afines de Tungurahua 8 de julio del Cantón Ambato.,» Repositorio de la UTA, Ambato, 2012. 130 [ - S. Huertas, «Ventilación y extracción localizada,» Mundo HVCA&R, Barcelona, 2013.
- D. R. A. Filter, «Air filters & products,» Dayton Reliable Air Filter, [En línea]. Available: [http://www.reliablefilter.com/paint\\_booth\\_filters.htm](http://www.reliablefilter.com/paint_booth_filters.htm). [Último acceso: 14 Agosto 2014].
- N. Castilla Cabanes, V. Blanca Giménez, A. Martínez Antón y R. M. Pastor Villa, «LUMINOTECNIA, CÁLCULO SEGÚN EL MÉTODO DE LOS LÚMENES,» UPV, Valencia, 2000.
- Mator, «Equipos y soluciones Mator S. L.,» [En línea]. Available: <http://www.mator.es/index.php/maquinaria-clima/generador-de-aire-calientegrandesvolumenes/generadores-calefaccion-madera-Mator%20Industrial.html>. [Último acceso: 10 Junio 2014].
- J. E. Castells, LOS RESIDUOS COMO COMBUSTIBLES, Madrid: Ediciones Díaz de



Santos, 2012.

- R. Mott, MECÁNICA DE FLUIDOS, México: PEARSON EDUCATION, 2006. - J. F. Coronel Toro, «COLECCIÓN DE TABLAS, GRÁFICAS Y ECUACIONES DE 69 TRANSMISIÓN DE CALOR,» Universidad de Sevilla, Sevilla, 2014.
- P. A. Proaño Cadena, M. N. Cajas Montalvo y B. P. Leiva Zambrano, «DISEÑO, SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN A GAS PARA LA CABINA DE PINTURA DE LA FACULTAD DE MECANICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR,» UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, Quito, 2010.
- F. J. Maza Montenegro y D. E. Merchán Urquiza, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CABINA-HORNO A BASE DE UN QUEMADOR GLP PARA PINTURA AL HORNO DE CARROCERÍAS METALICAS PARA LA 131 EMPRESA SOLUCIONES MECÁNICAS INTEGRADAS SOLMEC,» ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, Sangolquí, 2008.
- R. X. Bohórquez Andrade y R. H. Fiallos Manzano, «DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA CABINA-HORNO PARA EL ACABADO Y SECADO DE LA PINTURA APLICADA EN LA CARROCERIA DE VEHÍCULOS PARA EL “CENTRO MECÁNICO DE SERVICIOS NAVAS INGENIERÍA AUTOMOTRIZ,» ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO, Sangolqui, 2005.
- D. P. Ochoa Herrera, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CABINA DE PINTADO
- SECADO DE VEHÍCULOS,» ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil, 2006. - P. A. Proaño Cadena, M. N. Cajas Montalvo y B. P. Leiva Zambrano, «DISEÑO, SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN A GAS PARA LA CABINA DE PINTURA DE LA FACULTAD DE MECANICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR,» UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, Quito, 2010.

## ANEXOS

**Anexo 1: Resultados y aplicación de encuesta realizada a toda la población de carrocerías metálicas IMAJ,**

**Tabla 7: Preguntas de la encuesta a personal de carrocerías IMAJ**

Ítem	Preguntas	Valoración		
1	¿Es necesario contar con una cabina de pintura en el taller de carrocerías metálicas IMAJ?	8	2	10
2	Sabe que beneficios ofrece una cabina de pintura	6	4	10
3	En las carrocerías metálicas IMAJ existe un espacio específico para el área de pintura	9	1	10
4	Los buses pintados en carrocerías existen fallas como partículas pegadas en la pintura	7	3	10
5	Cuántas veces pulen la pintura para dar un acabado final de primera	8	2	10
6	Los tiempos de secado de la pintura en carrocerías metálicas IMAJ son los correctos	5	5	10
7	Existe espacio específico en carrocerías metálicas IMAJ para la implementación de una cabina de pintura	9	1	10
8	El terminado de pintura en carrocerías IMAJ es	7	3	10
9	Cuál es la forma que utilizan los operarios de carrocerías metálicas IMAJ para que no se levante el polvo del piso al momento de pintar	5	5	10
10	A utilizado alguna vez una cabina de pintura	2	8	10

**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

**Anexo 2: Resultados y aplicación de encuesta realizada a toda la población de carrocerías metálicas IMAJ,**

**Tabla 8: Preguntas de la encuesta a personal de carrocerías IMAJ**

Ítem	Preguntas	Valoración		
1	¿Carrocerías IMAJ es asociado a una filial de carroceros en el Ecuador?	10	0	10

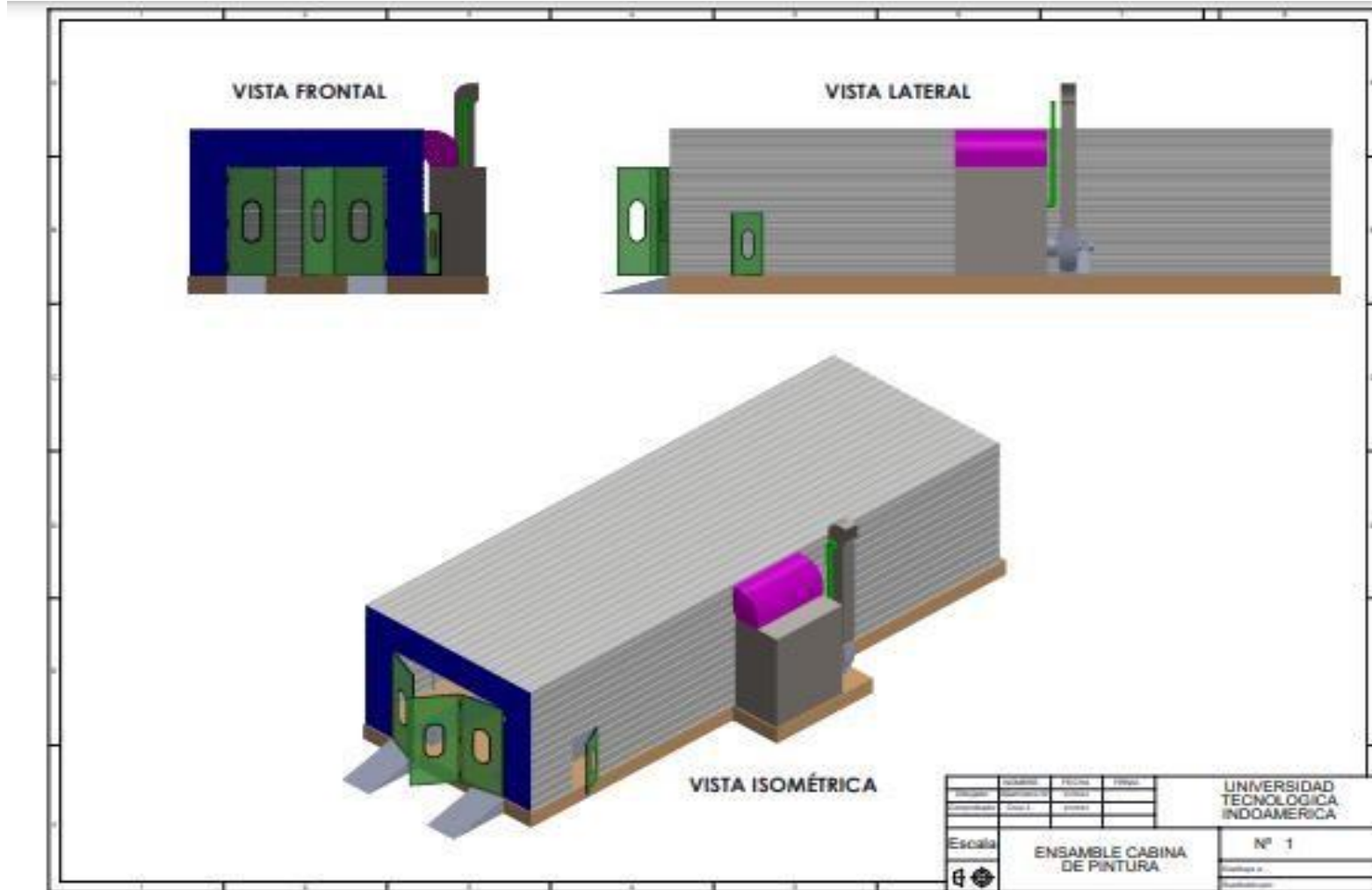
2	¿Es buena la ubicación de la empresa?	9	1	10
3	¿La empresa cuenta con un galpón? 70	1	9	10
4	¿La empresa cuenta con áreas específicas en la fabricación de carrocerías?	2	8	10
5	¿La empresa cuenta con mano de obra calificada?	9	1	10

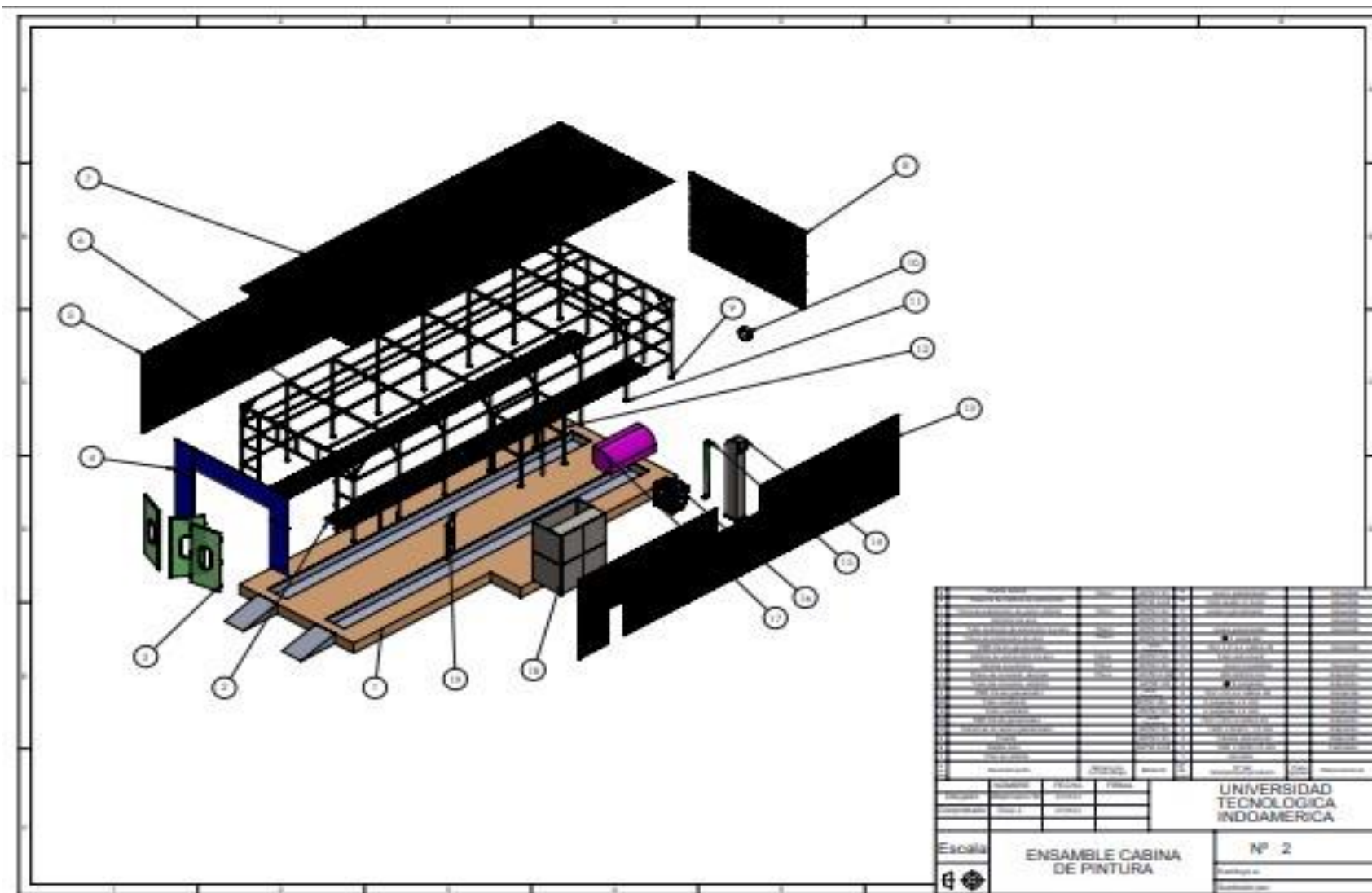
**Elaborado por:** Altamirano, William (2022)

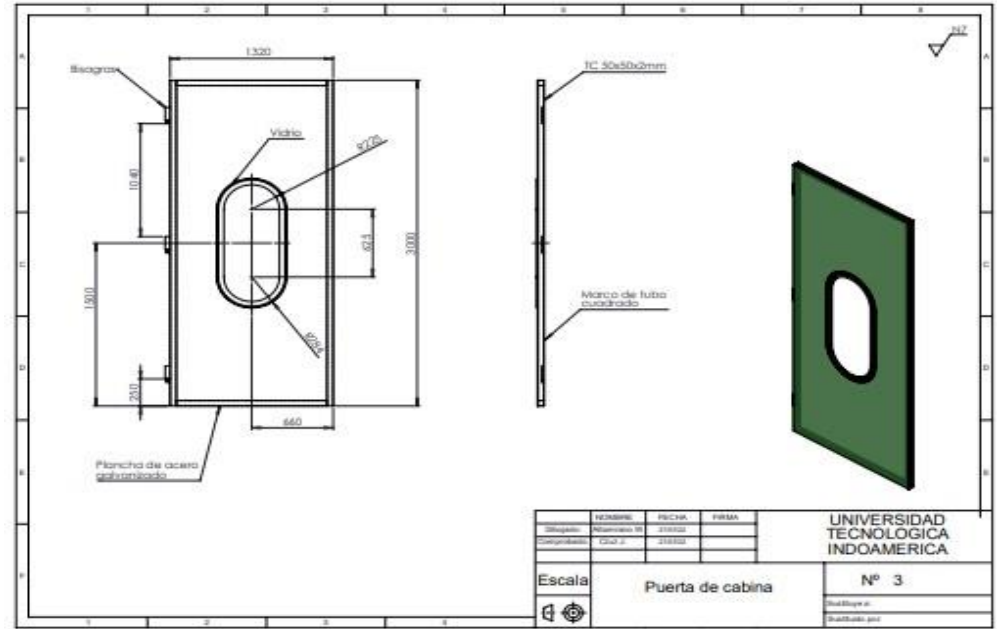
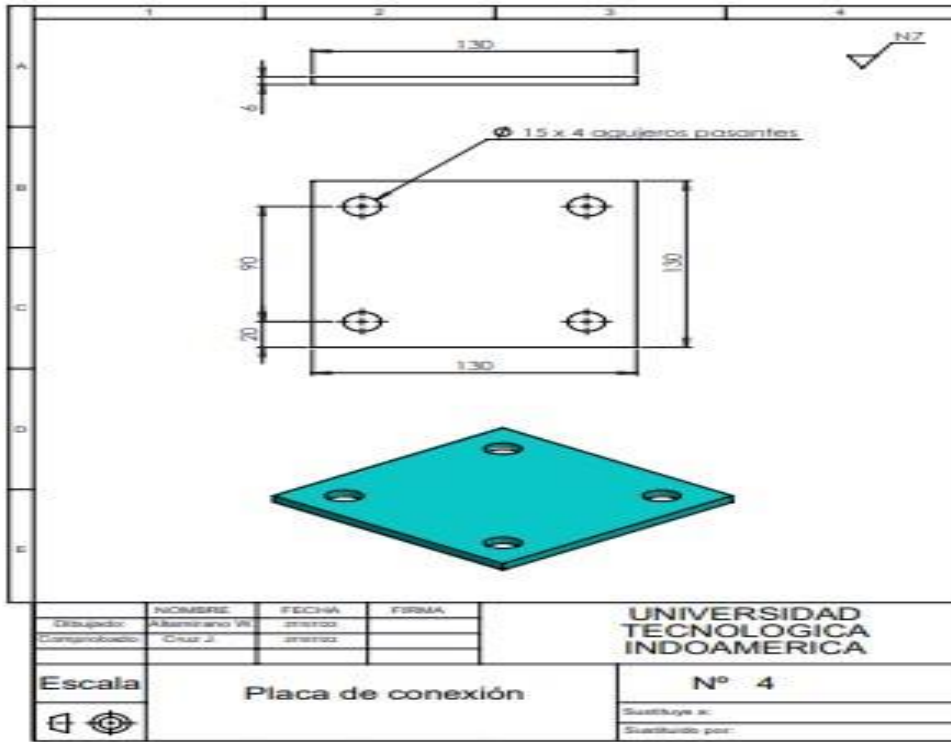
**Anexo 2:** Velocidades recomendadas para flujo de aire

Aplicación	Factor de control del nivel de ruido (conductos principales)	Factor de control de rozamiento en conductos			
		Conductos principales		Conductos derivados	
		Suministro	Retorno	Suministro	Retorno
Residencias	600 - 3	1000 - 5	800 - 4	600 - 3	600 - 3
Apartamentos Dormitorios de hotel, hospitales	1000 - 5	1500 - 7,5	1300 - 6.5	1200 - 6	1000 - 5
Oficinas particulares. Despacho de directores. Bibliotecas	1200 - 6	2000 - 10	1500 - 7.5	1600 - 8	1200 - 6
Cine, teatro Auditorios	800 - 4	1300 - 6,5	1100 - 5.5	1000 - 5	800 - 4
Oficinas públicas Restaurantes Comercios de primera Bancos	1500 - 7.5	2000 - 10	1500 - 7.5	1600 - 8	1200 - 6
Comercios de categoría media Cafeterías	1800 - 9	2000 - 10	1500 - 7.5	1600 - 8	1200 - 6
Locales industriales	2500 - 12,5	3000 - 15	1800 - 9	2200 - 11	1500 - 7.5

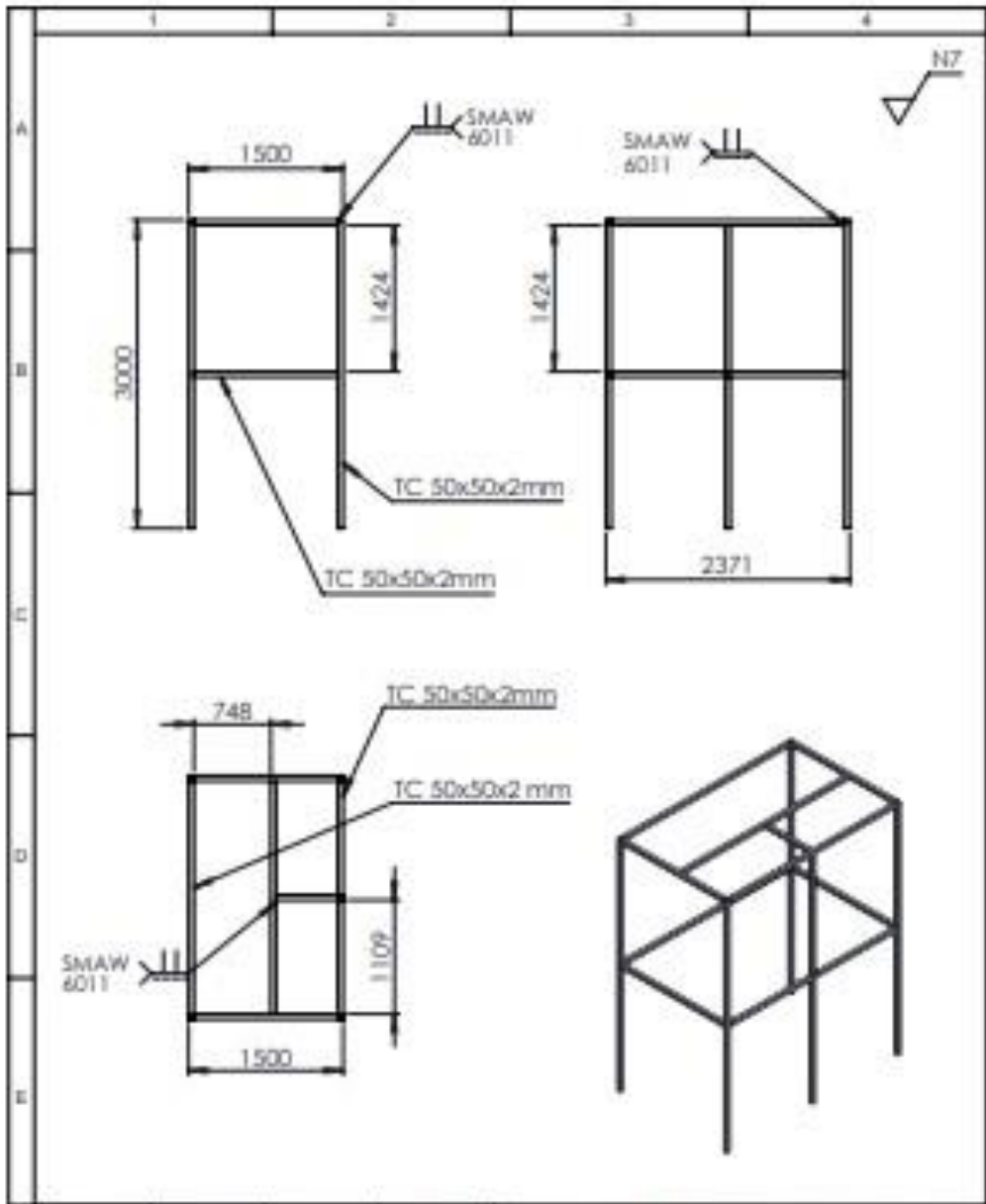
Anexo 3: Planos de la cabina de pintura en el simulador solidword



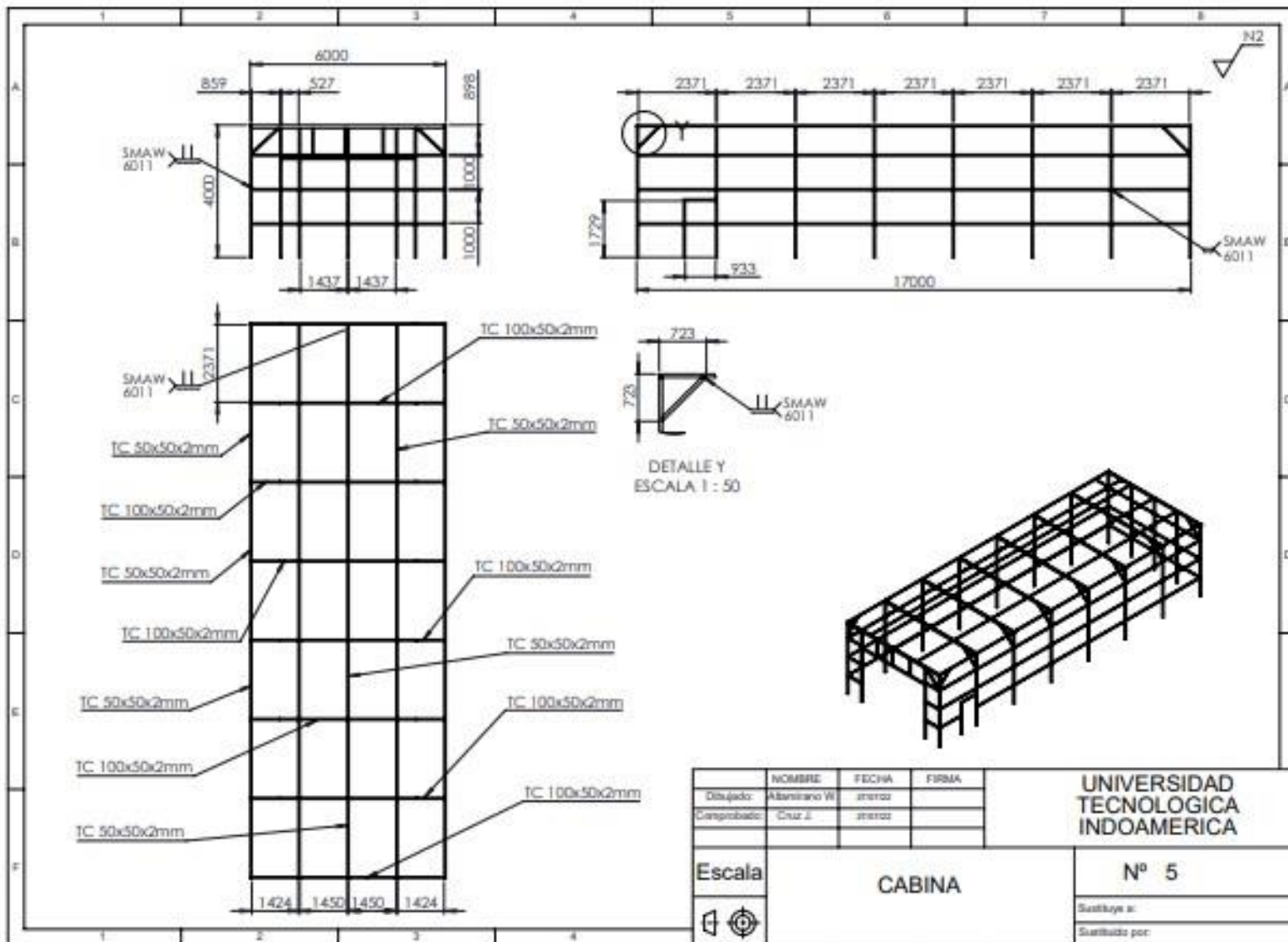









	NOMBRE	FECHA	FIRMA	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA INDOAMERICA
Dibujado:	Albarrano W	201001		
Comprobado:	Chaz J	201001		
Escala	CABINA ESTRATOR DE AIRE			Nº 6
				Sustituye a:
				Sustituido por:

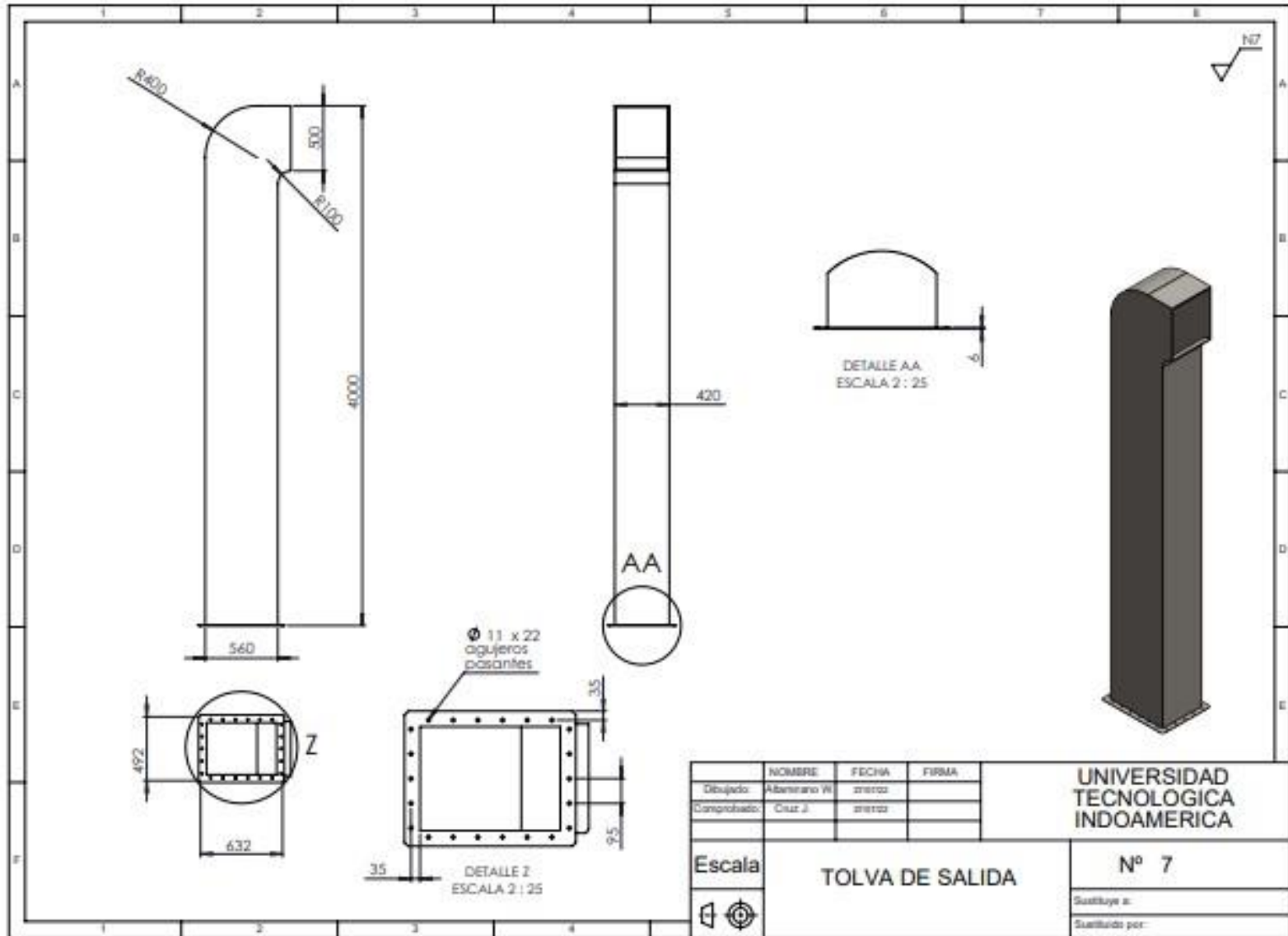


	NOMBRE	FECHA	FIRMA
Dibujado:	Alfonso W	2020	
Comprobado:	Cruz J	2020	

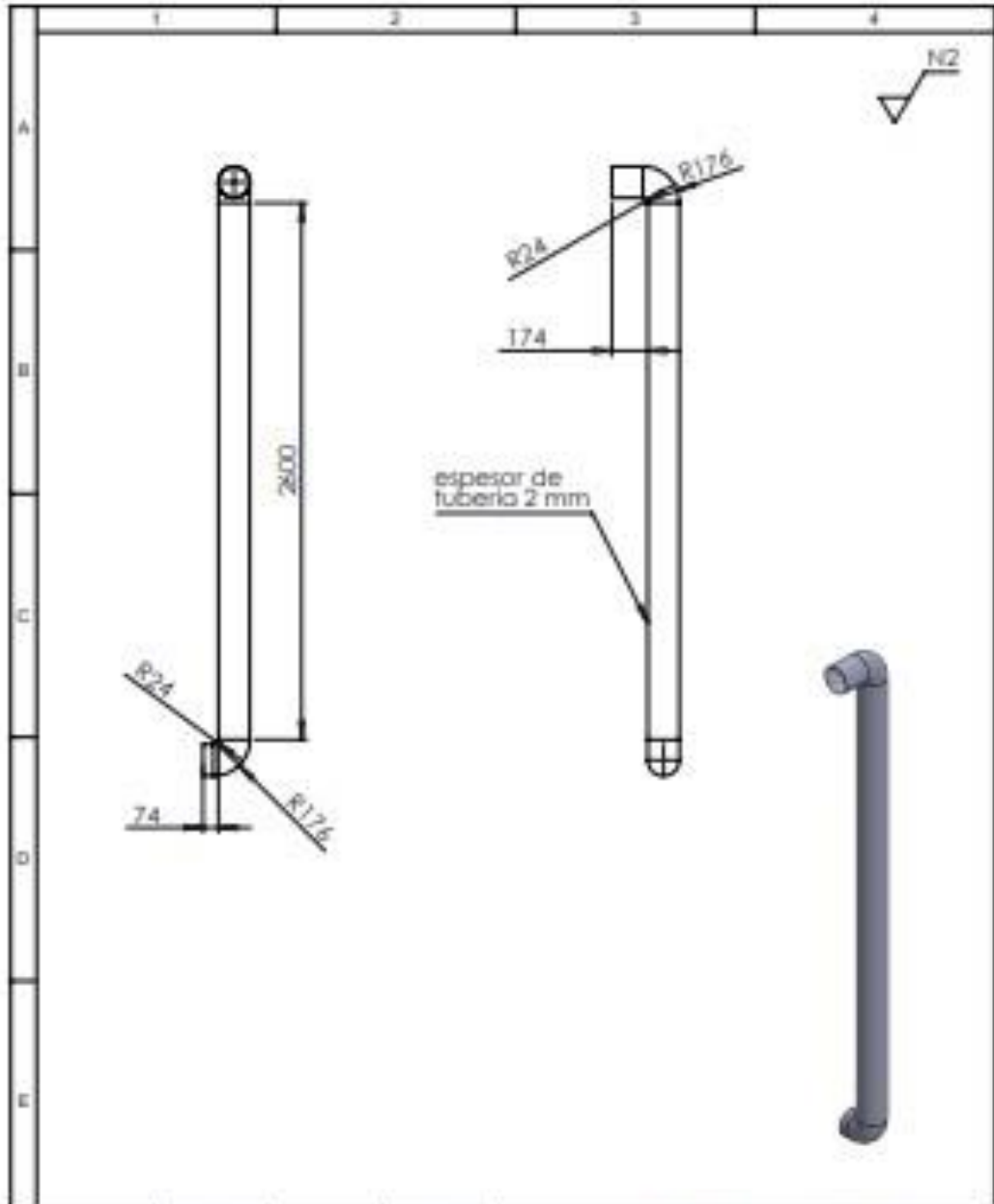
UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA  
INDOAMERICA

Escala	CABINA
	

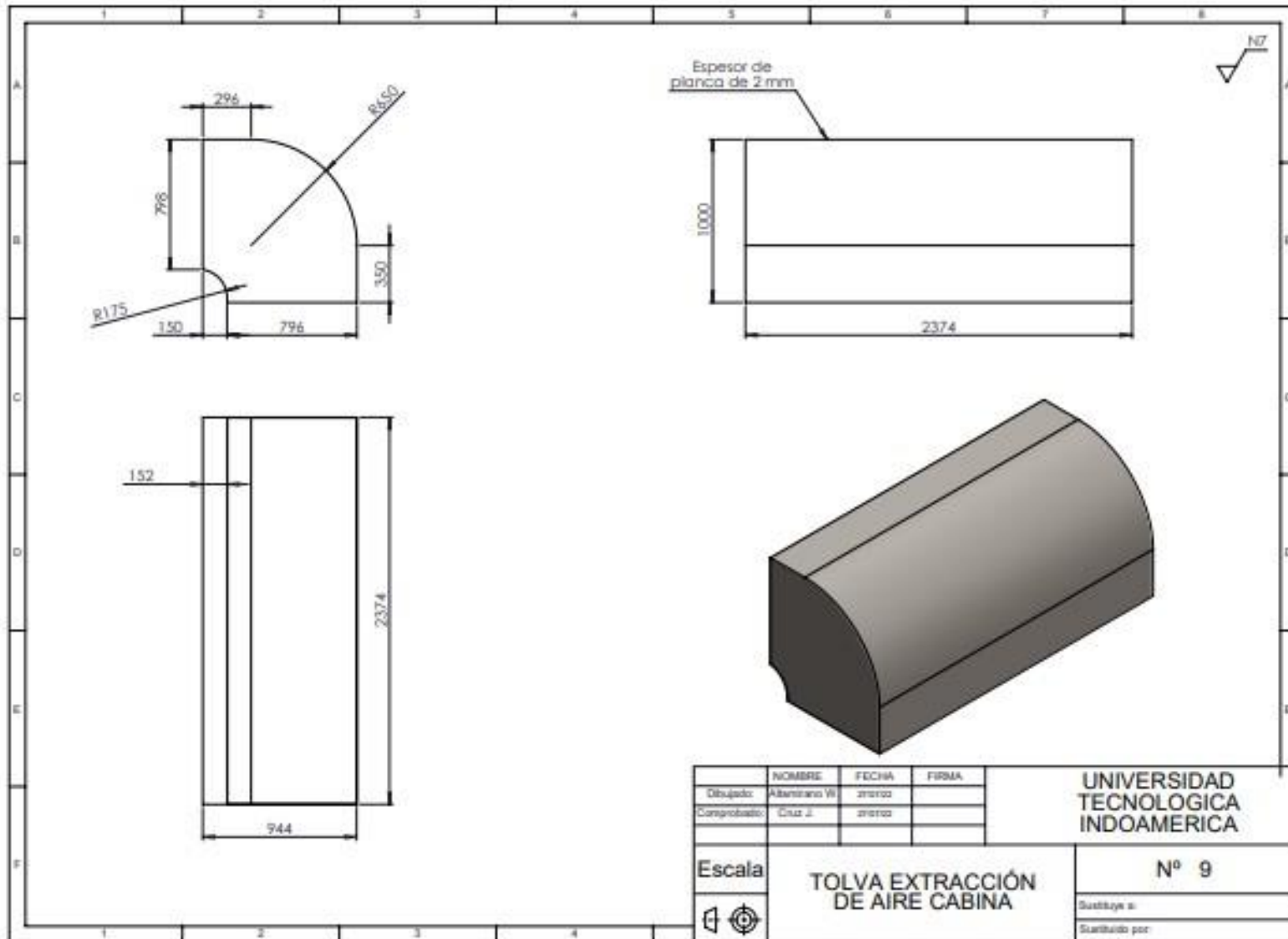
Nº 5
Revisado por:
Revisado por:

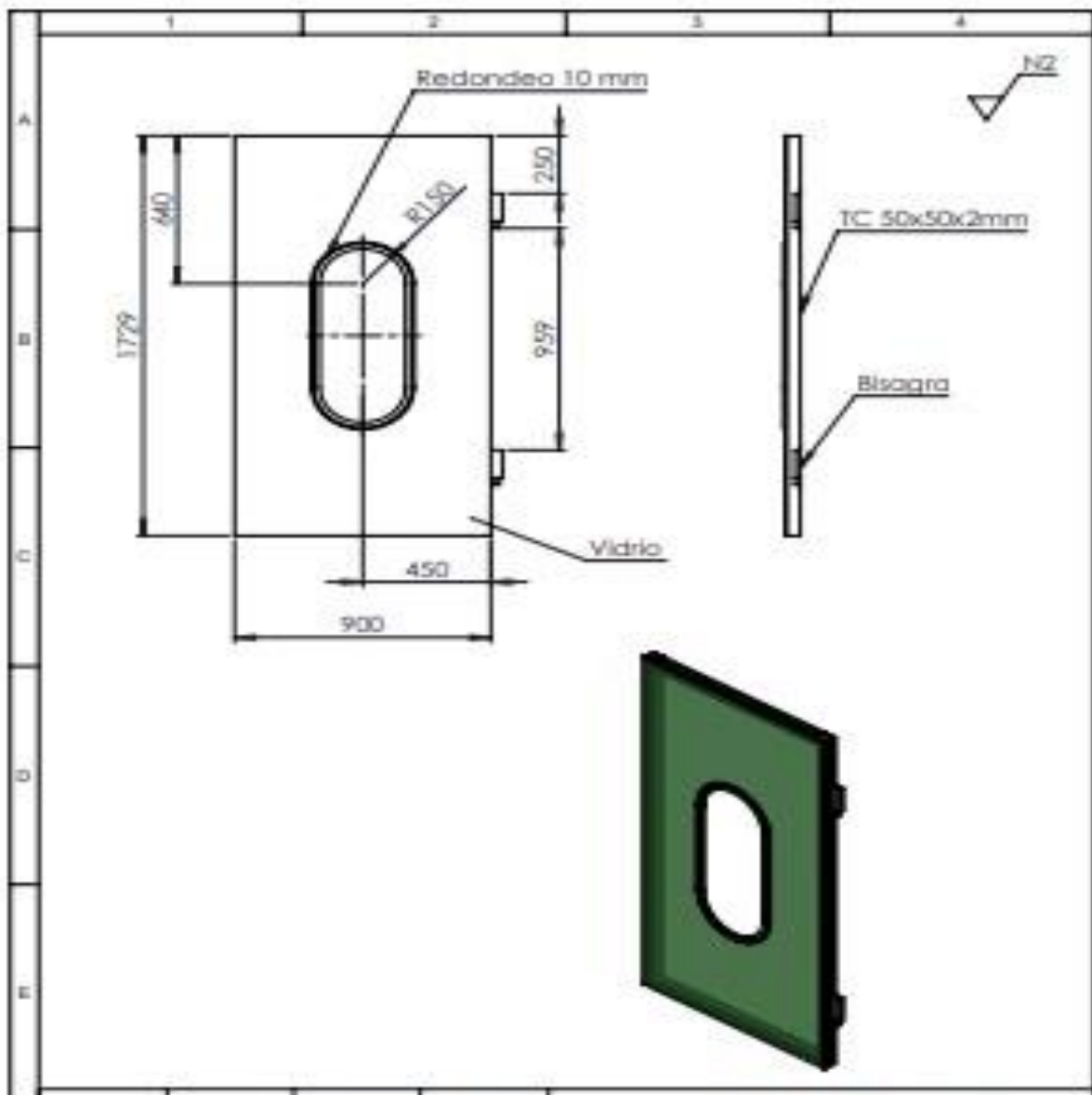






		NOMBRE	FECHA	FIRMA	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA INDOAMERICA
Dibujado:		Alvariano W	2010/01		
Comprobado:		Osar J.	2010/01		
Escala		TUBERIA DE EXPULSION			Nº 8
					Sustituye a:
					Sustituido por:





	NOMBRE	FECHA	FIRMA	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA INDOAMERICA
Dibujado:	Albarrano V.	21/02/22		
Comprobado:	Cruz J.	21/02/22		
<b>Escala</b>	<b>PUERTA LATERAL</b>			<b>Nº 10</b>
				Sustituye a:
				Sustituido por:

## Anexo 4 Resistencia de material en el diseño de la cabina de pintura

### Asignación del material

The screenshot shows the 'Material' dialog box in SolidWorks, specifically the 'Propiedades' (Properties) tab. The left pane lists various materials, with 'Acero galvanizado' (Galvanized Steel) selected. The right pane displays the material's properties and a table of mechanical and physical characteristics.

**Propiedades de material**  
No se pueden editar los materiales en la biblioteca predeterminada. Para editar un material, cópielo primero a una biblioteca personalizada.

Tipo de modelo: **Isotrópico elástico lineal**  Guardar tipo de modelo en la biblio

Unidades: **SI - N/m<sup>2</sup> (Pa)**

Categoría: **Acero**

Nombre: **Acero galvanizado**

Criterio de fallos predeterminado: **Tensión de von Mises máx.**

Descripción:

Origen:

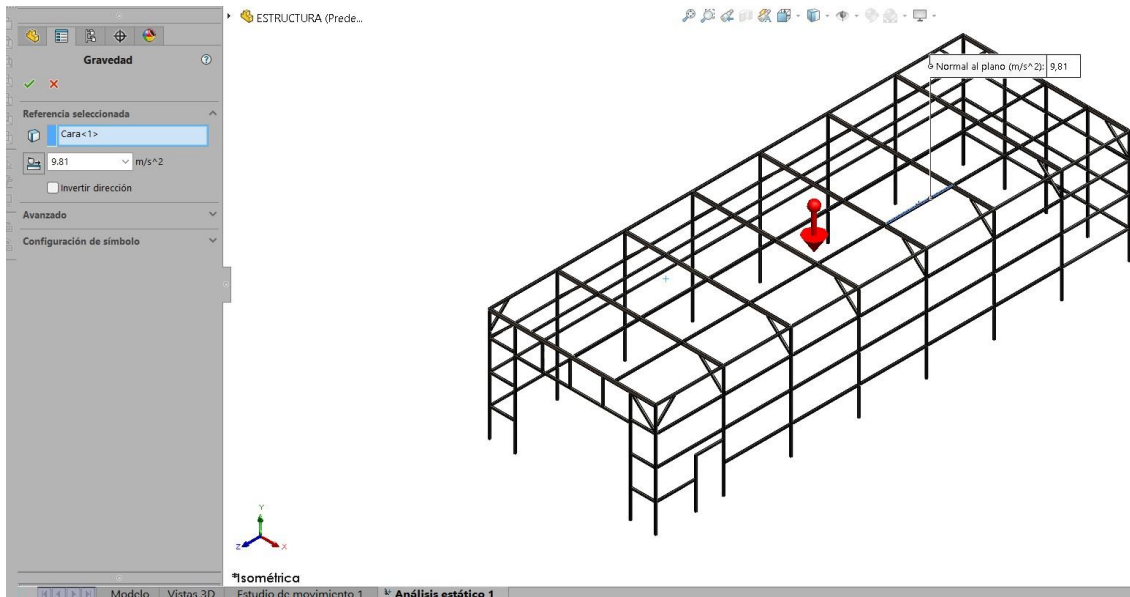
Sostenibilidad: **Definido**

Propiedad	Valor	Unidades
<b>Módulo elástico</b>	2e+11	N/m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de Poisson</b>	0.29	N/D
<b>Módulo cortante</b>		N/m <sup>2</sup>
<b>Densidad de masa</b>	7870	kg/m <sup>3</sup>
<b>Límite de tracción</b>	356900674.5	N/m <sup>2</sup>
<b>Límite de compresión</b>		N/m <sup>2</sup>
<b>Límite elástico</b>	203943242.6	N/m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de expansión térmica</b>		/K
<b>Conductividad térmica</b>		W/(m·K)

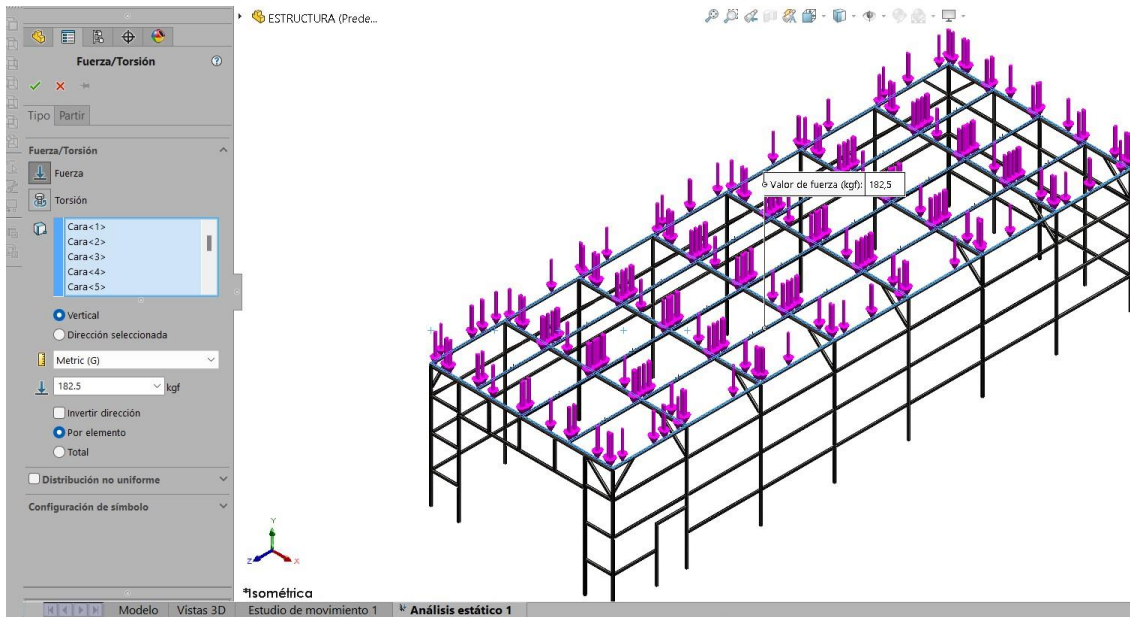
Acceder a más materiales desde el [portal web de materiales de SOLIDWORKS](#)



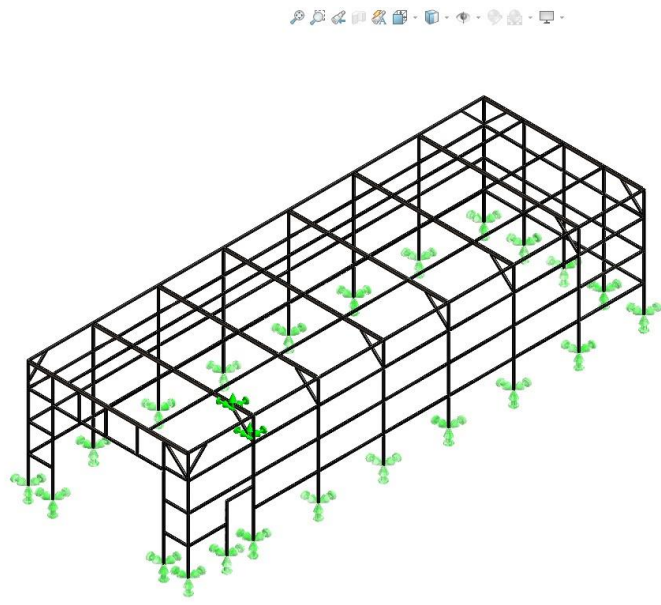
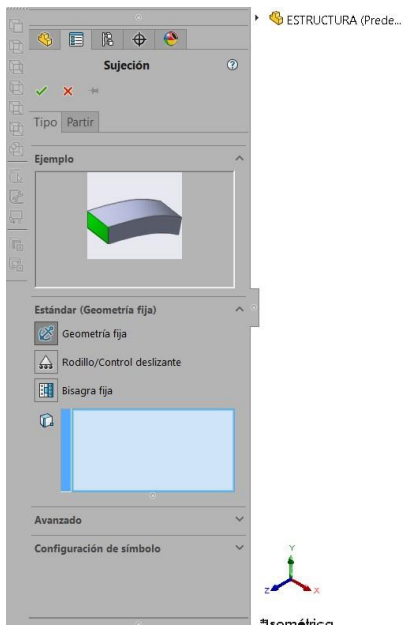
# Gravedad

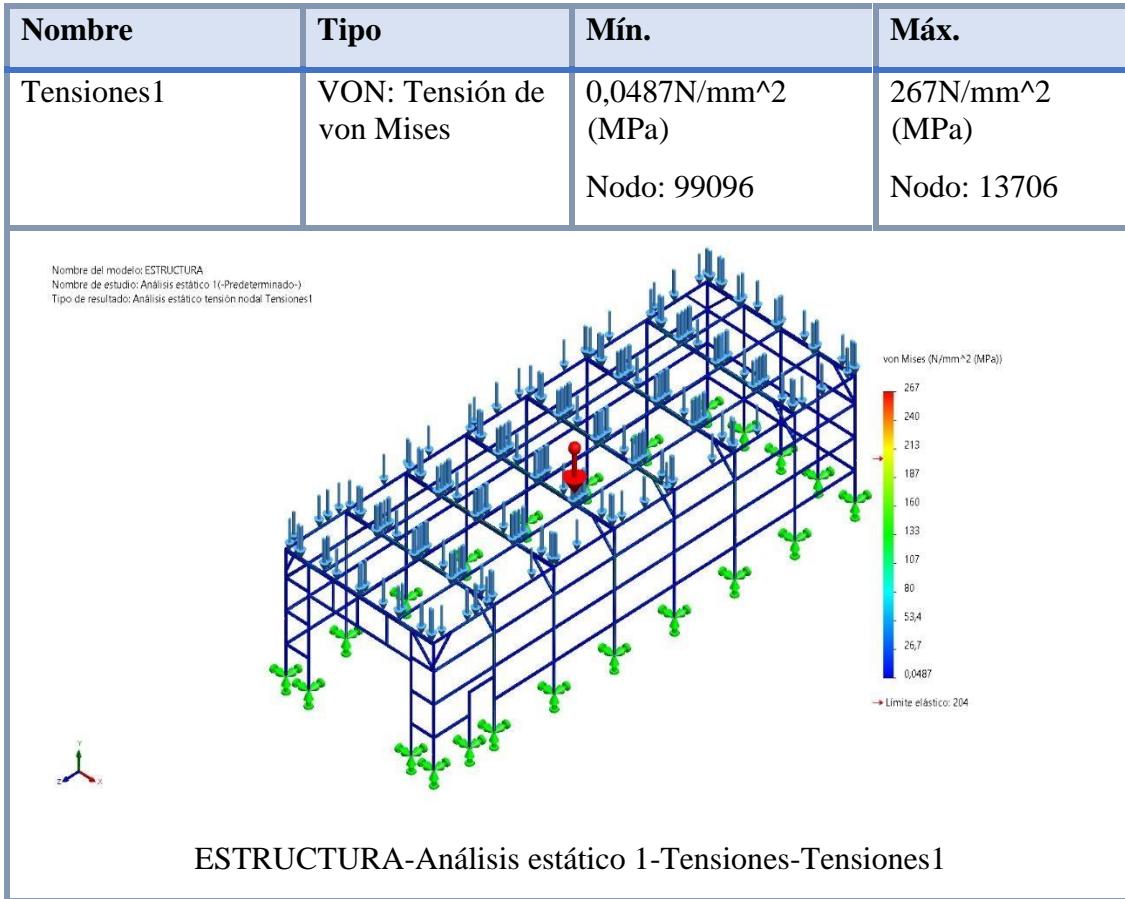


# Cargas



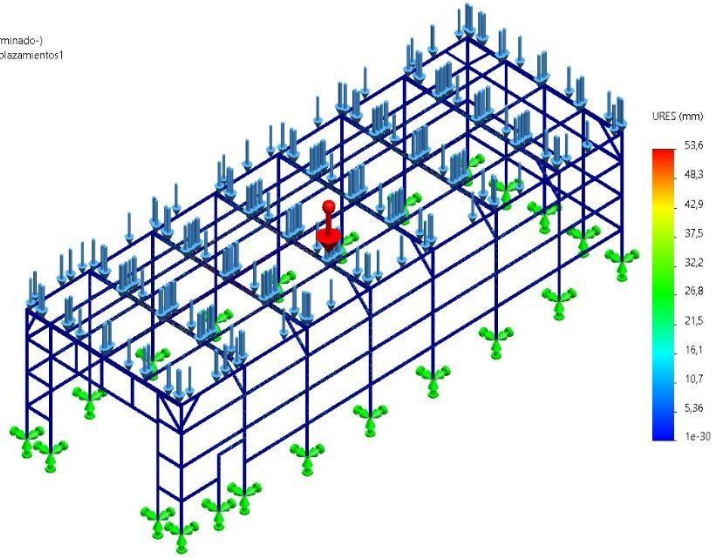
# Geometría fija





Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0mm Nodo: 855	53,6mm Nodo: 20112

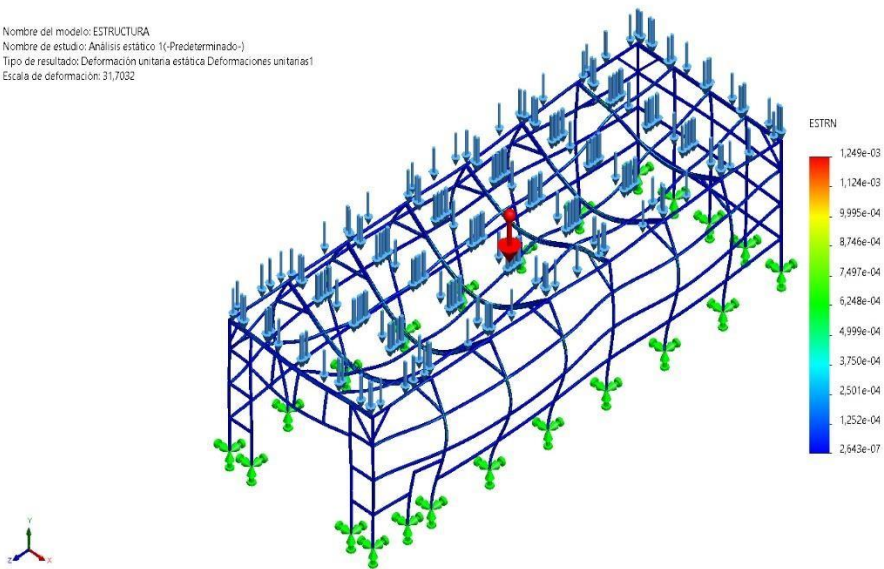
Nombre del modelo: ESTRUCTURA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1



ESTRUCTURA-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformation unitaria equivalente	2,643e-07 Elemento: 49607	1,249e-03 Elemento: 6865

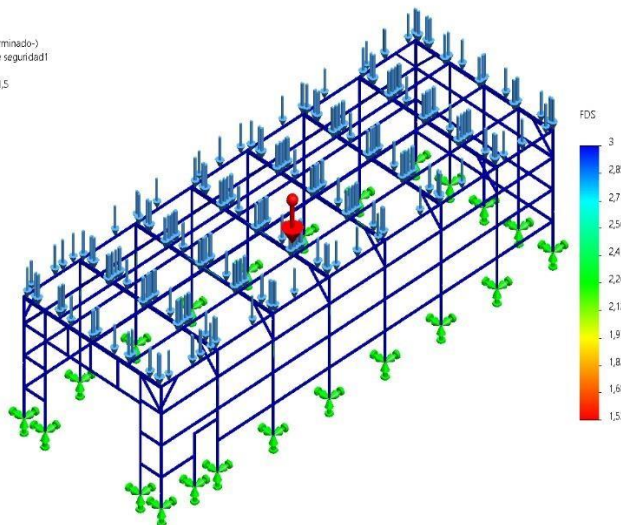
Nombre del modelo: ESTRUCTURA  
Nombre de estudio: Analisis estático 1-(Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1  
Escala de deformación: 31,7032



ESTRUCTURA-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

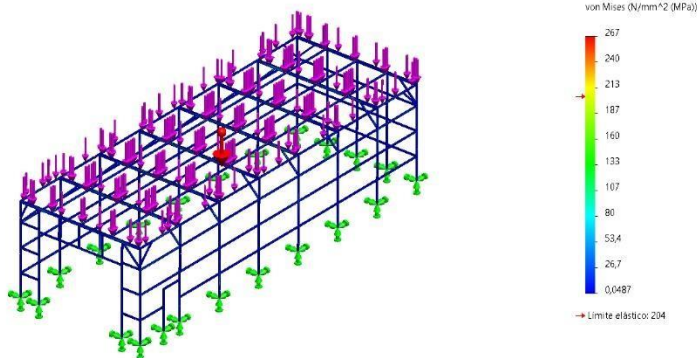
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	1,53	3
		Nodo: 13706	Nodo: 1

Nombre del modelo: ESTRUCTURA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS min = 1,5



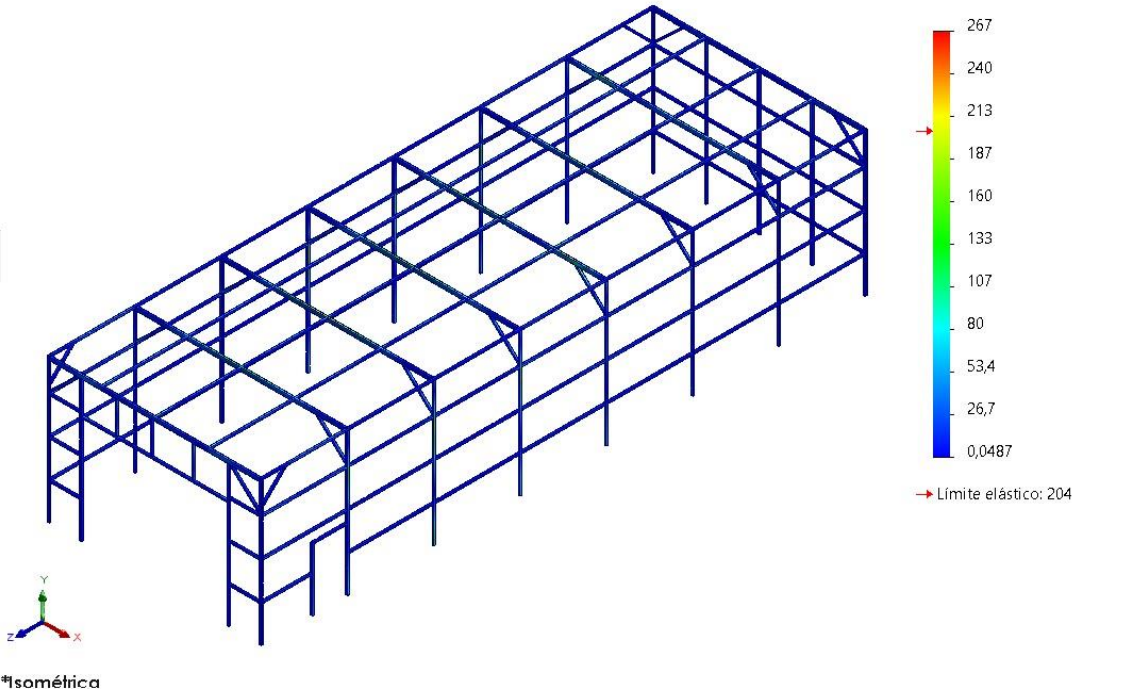
ESTRUCTURA-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Nombre del modelo: ESTRUCTURA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Análisis estático tensión modal Tensiones1



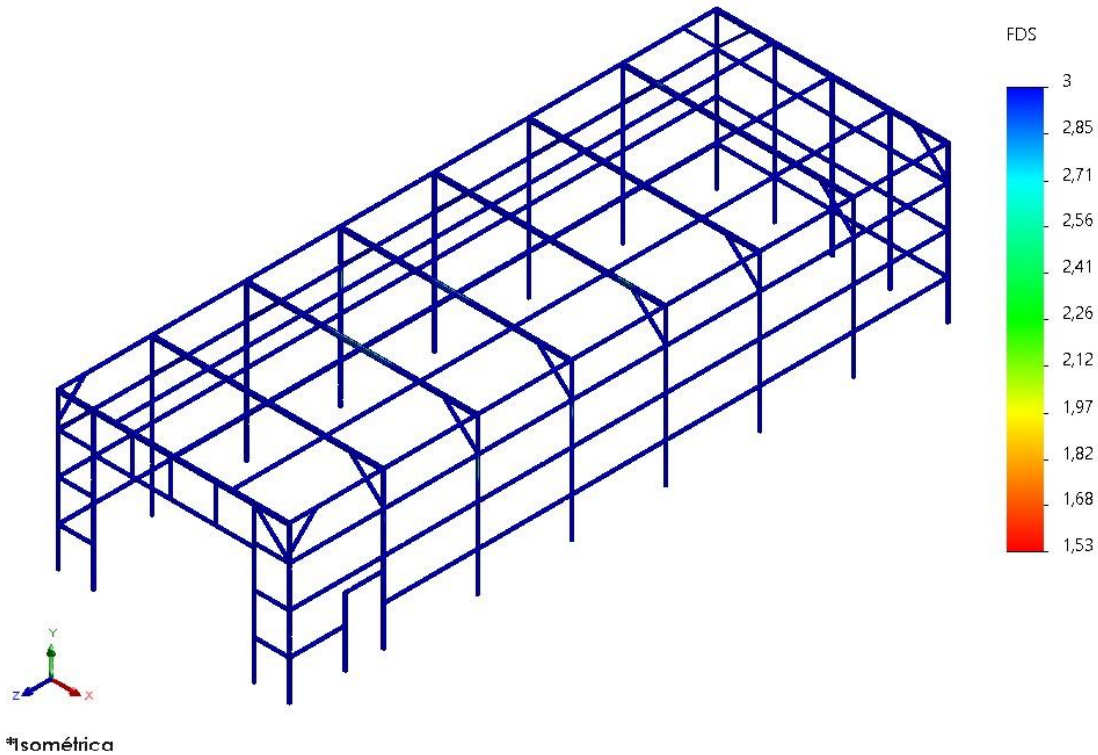
# VON MISSES

Nombre del modelo: ESTRUCTURA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1



## FACTOR DE SEGURIDAD

Nombre del modelo: ESTRUCTURA  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)  
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1  
Criterio: Automático  
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1,5



$$FS = \frac{\text{ESFUERZO CALCULADO}}{\text{ESFUERZO ADMISIBLE}}$$

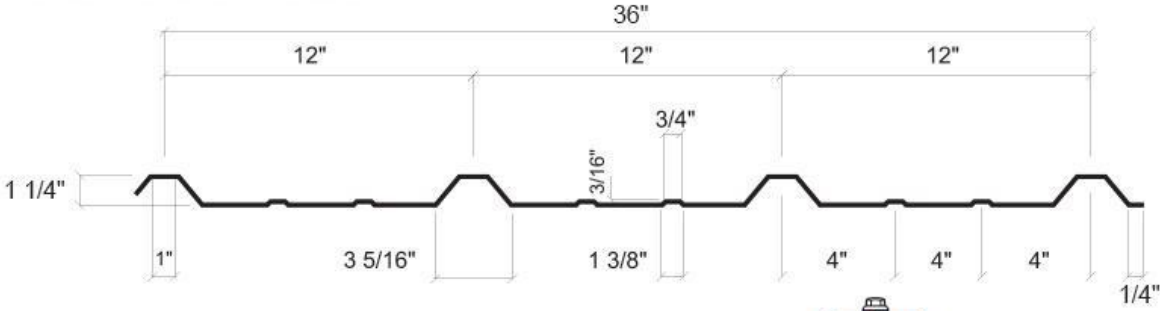
$$FS = \frac{267}{204}$$

$$FS = 1.30$$

DE ACUERDO CON LOS DATOS OBTENIDOS DE VON MISES Y EL ESFUERZO ADMISIBLE DEL ACERO GALVANIZADO EL VALOR ES DE 1,30 SUPERIOR A 1 QUE ES EL VALOR MINIMO PARA EL DISEÑO POR LO QUE LA ESTRUCTURA SOPORTA LAS CARGAS DEL PEOS PROPIO DEL MATERIAL Y DEL ZINC  
**MEDIDAS DEL ZINC**



# PBR PANEL



LAP DETAIL  
DETALLE DE TRASLAPE



## **Anexo 5 Manual de uso cabina de pintura**

La cabina de pintura fue proyectada y construida para ser usada como ambiente de pintura y para hacer el secado de la pintura para los vehículos. La cabina debería funcionar en los parámetros descritos en el presente manual y según las indicaciones especificadas en el mismo. La cabina es dedicada solo al uso para el cual fue proyectada, un uso diverso se debería tener en cuenta extraño y por consiguiente no apropiada.

El funcionamiento de la cabina de pintura es un ambiente cerrado en el que se hace circular un flujo de aire en porción y temperatura dadas en funcionalidad del modo de manejo. Los métodos de desempeño son 2, uno para realizar la etapa de pintura / oreo y uno para la etapa de secado. La presión en el interior de la cabina es mantenida sutilmente por arriba de la presión atmosférica (60 mm H<sub>2</sub>O)

Etapa de pintura la porción de viento, aspirado del ambiente externo a través del ventilador del generador, es pre filtrada pasando por filtros de bolsas, calentada hasta la temperatura deseada (20° C aproximadamente.), e introducida en el plenum. Aquí se recibe una repartición uniforme y una segunda filtración por medio de los filtros del cielo. A partir del filtrado el viento recorre la cabina a partir de arriba hacia debajo recolectando los pigmentos de pintado y los solventes debidos al pintado, es después aspirado por el extractor pasando de esta forma por los filtros colocados abajo de las rejillas del hueco central y por filtros colocados en el depurador. oreo, que rígida aproximadamente. 10 min y en la cual se necesita conservar las condiciones de la etapa de pintura para poder hacer que la pintura se expanda uniformemente y se genera en modo automático.

### **Operaciones preliminares al uso**

Antes de la puesta en servicio de la cabina se necesita hacer los próximos controles a lo largo de los cuales personas externas no deberán detenerse en el centro de la cabina. Verificar el apretado de los tornillos de los múltiples elementos que a lo largo de la instalación se podrían haber aflojado. Verificar la fijación a tierra de la cabina. Verificar que los cables y las relativas conexiones eléctricas permanecen instaladas de manera correcta según lo citado en el manual eléctrico que debería ser adjuntado al presente-

Aseverarse, controlando el contador de las horas de manejo, que haya sido efectuado el mantenimiento ordinario del quemador de la cámara de combustión. Aseverarse que los sistemas de control y de estabilidad no hayan sido modificado

# CARROCERIAS METALICAS



Ambato, 05 de Agosto del 2022

Sra.

**Ing. María Belén Rúales Martínez, MGcp.**

*Decana De La Facultad De Ingeniería Y Tecnologías De La Información Y La Comunicación.*

Presente. –

De mi consideración:

Yo, **JUSTO ANIBAL ALTAMIRANO ZURITA**, portador de la cédula de ciudadanía N° **180173516-6**, en mi calidad de Gerente Propietario de la empresa **CARROCERIAS METALICAS "IMAJ"** con ruc **1801735166001**, de la Provincia de TUNGURAHUA, Cantón AMBATO, vía a Guaranda, pongo en manifiesto que, la empresa se encuentra **CONFORME** con el proyecto de titulación realizado, con el tema: “IMPLEMENTACION DE UNA CABINA DE INTURA EN CARROCERIAS IMAJ DE LA CIUDAD DE AMBATO”, realizado por el **Sr. ALTAMIRANO SANCHEZ WILLIAM DANILO**, portador de la cédula de ciudadanía N° **1804012308**, en su calidad de estudiante de la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

---

**Justo Aníbal Altamirano Zurita**

**C.I: 180173516-6**

**Gerente**