

Diseño de una cabina de pulido para el área de pintura de la empresa privada METALMEIDA CIA. LTDA.

Design of a polishing booth for the painting area of the private company METALMEIDA CIA. LTDA.

Freddy Narváez-Buestán^a, Oscar Ojeda-Ojeda^b Luis Nauta-Villa^b y Pablo Narváez-Guzñay^b

freddy.narvaezb@ucuenca.edu.ec, oscar.ojeda.est@tecazuay.edu.ec, luis.nauta@tecazuay.edu.ec,

pablo.narvaez@tecazuay.edu.ec

^a Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador

^b Instituto Superior Tecnológico del Azuay, Cuenca, Ecuador

DOI 10.36500/atenas.1.005

Resumen

El objetivo de este proyecto es realizar el diseño de una cabina de pulido para la empresa privada METALMEIDA CIA. LTDA. La función que cumple una cabina de pulido es aspirar el aire contaminado con partículas de polvo provenientes de las diversas tareas, en las que se destacan: pulido, esmerilado y lijado de las carcasas de máquinas alimenticias y elementos en general.

Para la ejecución del mencionado proyecto se realizó una investigación de campo con la finalidad de establecer las condiciones técnicas tanto para el diseño, para la construcción y como para la funcionalidad de la cabina.

En base a un análisis y estudio se determinó las medidas óptimas para el diseño de la cabina de pulido. Además, se establecieron los materiales para la construcción, entre ellos figuran: tubo cuadrado de 50x50x2 y tol de acero galvanizado de 2400x1200x1 mm de espesor.

El ventilador empleado para la extracción del aire contaminado de la cabina es de tipo axial, debido a las prestaciones técnicas como lo son: altos caudales y bajas presiones.

Mediante la utilización de un software para sólidos en 3D se realizó el diseño de la cabina de pulido, con el cual se ejecutó un análisis estático de la estructura metálica para determinar la zona con mayor desplazamiento, debido a la carga del tol galvanizado y el extractor axial que están sujetos en la parte superior de la cabina, además se determinó el valor máximo del límite elástico y finalmente se obtuvo el factor de seguridad que posee el presente diseño.

Abstract

The objective of this project is to carry out the design of a polishing booth for the private company METALMEIDA CIA. LTDA. The function of a polishing booth is to aspirate the air contaminated with dust particles from the various tasks, which include: polishing, grinding and sanding of the casings of food machines and elements in general.

For the execution of the mentioned project, a field investigation is carried out with the purpose of establishing the technical conditions both for the design, for the construction and for the functionality of the cabin.

Based on an analysis and study, the optimal measurements for the design of the polishing booth were determined, the construction materials were also established, including: 50x50x2 square tube and 2400x1200x1 mm thick galvanized steel tol.

The fan used to extract contaminated air from the cabin is of the axial type, due to technical features such as: high flow rates and low pressures.

The polishing booth was designed using 3D solids software, with which a static analysis of the metal structure was carried out to determine the area with the greatest displacement, due to the load of the galvanized tol and the extractor. axial that are fastened in the upper part of the cabin, in addition the maximum value of the elastic limit was determined and finally the safety factor of the present design was obtained.

Palabras Claves – cabina, extractor, filtro, presión.

Keywords– cabin, extractor, filter, pressure.

I. INTRODUCCIÓN

La empresa privada METALMEIDA CIA. LTDA., como parte de sus servicios de mantenimiento de máquinas del sector de alimentos, cuenta con un área de pintura en la cual se realizan trabajos de pulido y acabados superficiales a las diversas carcasas. En la actualidad dichos procesos se desarrollan en un ambiente cerrado y en el mismo espacio físico y conjuntamente se encuentra el área de soldadura, tal como se aprecia en la figura 1. Es por ello que, cuando se pule una estructura se produce una contaminación ambiental, de tal forma, que obliga al personal a desalojar por un determinado tiempo dichas áreas, hasta que se garantice óptimas condiciones de trabajo.

Figura 1

Área de pintura de la empresa METALMEIDA.



Elaborado por: los autores.

En la empresa privada METALMEIDA CIA. LTDA. la ejecución de trabajos de pulido a las diversas carcasas de máquinas industriales ha provocado molestias a los trabajadores de las áreas de pintura y soldadura, debido a la contaminación del ambiente en la cual se desarrollan las labores, ya que

dichos procedimientos requieren del uso de aire comprimido, lo cual provoca una expulsión de polvo dentro de la sección de trabajo.

En consecuencia, la importancia de diseñar una cabina de pulido y la viable construcción de la misma, radica en el esfuerzo constante de preservar la seguridad y salud en el trabajo de todo el personal que desempeña funciones en el proceso de mantenimiento que brinda la empresa.

El beneficiario directo del diseño de una cabina de pulido para el área de pintura será la empresa privada METALMEIDA CIA. LTDA., la cual tendrá a disposición los planos establecidos en este documento para la viable construcción de la misma, con lo cual los procesos de pulido serán acordes a lo establecido en reglamentos de seguridad laboral e industrial.

Además, se precautelaré la integridad física del operador ya que el polvo será extraído constantemente en el proceso por medio de una turbina con filtro, la misma que generará una presión negativa para la absorción del aire contaminado.

Finalmente se tendrá un impacto positivo en la prestación de servicios de la empresa ya que los trabajos de mantenimiento se ejecutarán con mayor calidad y eficiencia.

II. MARCO TEÓRICO

La ejecución del mencionado proyecto se realiza en base a diferentes temas que se detallan a continuación:

Norma Reglamento Técnico Ecuatoriano, RTE- Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero: el RTE establece los requisitos que se deben cumplir en el diseño, fabricación y montaje de los distintos tipos de estructuras elaboradas a partir del acero.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 415(2016) Tubos de acero al carbono soldados para aplicaciones estructurales y usos generales. Requisitos

La norma establece los requisitos que deben cumplir los tubos de acero al carbono tanto negros como galvanizados, conformados en frío, soldados (con costura) de sección circular, cuadrada, rectangular o especial para aplicaciones estructurales, tales como: cargas de diseño para estructuras de edificios, galpones, naves industriales, coliseos y estructuras de acero, excepto puentes vehiculares. En el caso de que la información que se encuentra en dicho código sea insuficiente para determinar las cargas de diseño debe utilizar la información de la norma ASCE-7.

Tabla 1

La tabla establece la clasificación y el valor de las propiedades mecánicas que debe cumplir la tubería.

Grado	Descripción	Límite de fluencia mín. (MPa)	Resistencia a la tracción mín. (MPa)	Elongación % mín.		
				< a 1,6 mm de espesor	≥ 1,6 mm ≤ 2,5 mm de espesor	> 2,5 mm de espesor
A	Tubo Para usos generales	(170)	(270)	(25)	(25)	(25)
B	Tubos estructurales	180	270	25	25	25
C		205	340	21	24	25
D		250	365	17	21	22
E		345	450	11	16	17
() valores opcionales						

Fuente: INEN, 2016.

A. ¿Qué es una cabina de pulido?

Subsole (2018), menciona lo siguiente en su artículo sobre Sistemas de extracción para cabinas de pintura y pulido: “la cabina de aspiración es un recinto o área cerrada o semicerrada, tal como se puede apreciar en la figura 2 acondicionada con la iluminación, las condiciones ambientales y de trabajo, adecuado para el proceso óptimo del pulido de superficies.

Figura 2

Ejemplo de una cabina de aspiración



Fuente: Proveedor Cabypres.

B. Importancia de las cabinas de aspiración

Cárdenas (2014) menciona lo siguiente: las cabinas para aspiración y filtrado de polvo, están diseñadas para eliminar partículas residuales que se producen durante los trabajos de corte, lijado y pulido de estructuras metálicas, carcasas de hierro fundido, entre otros.

El funcionamiento se basa en crear un habitáculo de trabajo formado por unos laterales y techo, producir un flujo de aire mediante un electro ventilador a transmisión, que arrastre el polvo residual hacia la zona de aspiración, donde un sistema de filtrado retiene las partículas.

C. Tipos de cabinas de aspiración

Esta categoría puede ser de cuatro tipos en función de las necesidades finales industriales. A continuación, se detallan cada una:

Cabina de aspiración y filtración de polvo con módulo filtrantes: La filtración se realiza mediante filtros clase G4. Dotada de paneles laterales de avance que delimitan el espacio de trabajo y permiten trabajar con elementos en su interior. En la figura 3 se puede observar este tipo de cabinas y el filtro que utiliza.

Características principales:

- Aspiración frontal: a través de rejillas metálicas.

- Filtración frontal: con filtros extraíbles clase G4-EN 779.
- Fácil sistema de acceso a los filtros para su sustitución.
- Construcción: techo y contorno lateral de avance con paneles tipo sandwich prelacado y aislante con poliuretano. Perfilería estructural de unión y soporte.
- Extracción de aire: mediante ventiladores centrífugos.
- Cajones para recogida del polvo residual.
- Provista de Armario eléctrico de control e iluminación.

Figura 3.

Cabina de aspiración y filtración de polvo con módulos filtrantes.



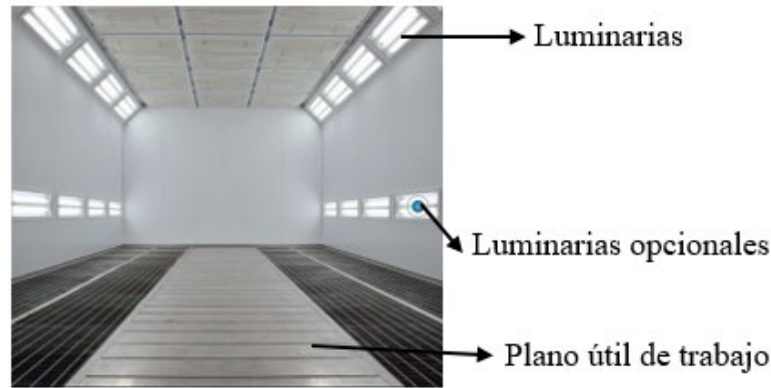
Fuente: Proveedor Tecnicabina (España).

D. Iluminación de la cabina

La iluminación del habitáculo es uno de los aspectos más importantes debido a que de esto depende la calidad visual de los productos y la seguridad de los operarios. En los espacios de pulido se utiliza un tipo de iluminación directa y el nivel de iluminación debe ser uniforme y aproximadamente de 750 a 1000 luxes de acuerdo al método de los lúmenes. En la figura 4 se tiene un ejemplo de cómo van ubicadas las luminarias.

Figura 4

Ubicación de luminarias en una cabina.



Fuente: Proveedor Metron (Empresa Internacional).

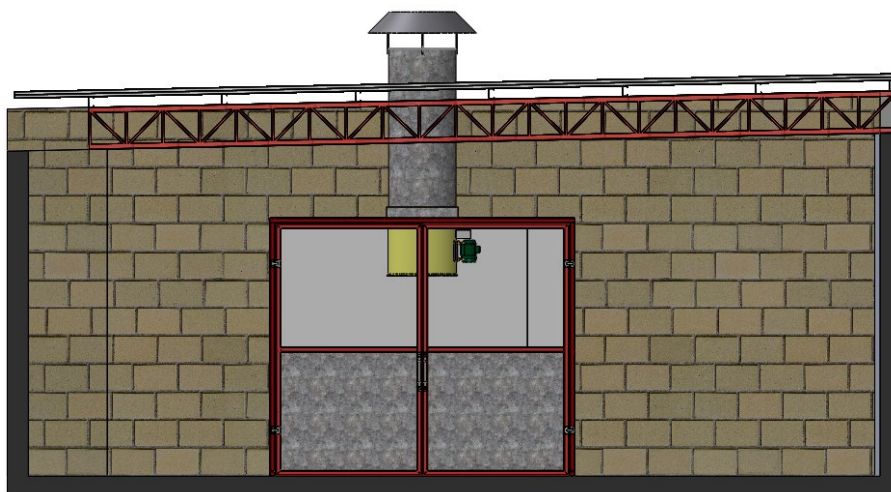
E. Simulación en software

Cárdenas (2014) en su estudio menciona que: “la simulación permite someter los diseños a condiciones reales para mejorar las características técnicas previo a la construcción del producto, al tiempo que se reduce los costes de la creación de prototipos y las pruebas físicas.

El software SOLIDWORKS Simulation es un conjunto de herramientas de ingeniería en 3D con el que los diseñadores de productos de cualquier sector podrán configurar entornos virtuales del mundo real para probar el comportamiento, rendimiento y calidad del producto durante el proceso de desarrollo. A manera de ejemplo, en la figura 5 y figura 6 se aprecian capturas de pantalla de la simulación de la cabina de pulido para el área de pintura. En las cuales se puede apreciar la calidad visual del software empleado.

Figura 5

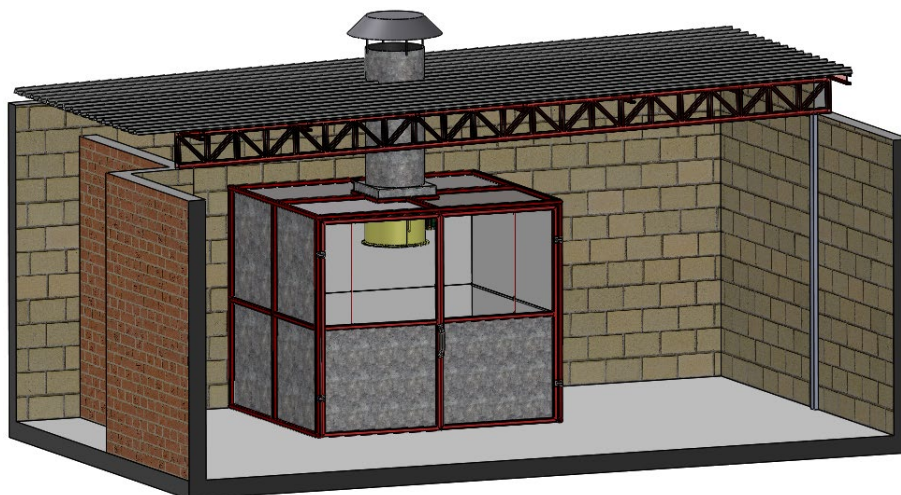
Vista frontal del ensamble de cabina de pulido.



Elaborado por: los Autores

Figura 6.

Vista en perspectiva del ensamble de cabina de pulido.



Elaborado por: los Autores

III. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

Para la ejecución del mencionado proyecto se recurrió al método analítico, el cual permite separar cada una de las partes para estudiar y analizarlas por separado. La cabina de pulido está provista de varias

áreas o partes como lo son: perfil estructural y recubrimiento, sistema de extracción del polvo, sistema de iluminación de acuerdo a los niveles de luxes definidos en la normativa.

Además, se empleó una investigación de tipo cuantitativos con relación a las medidas mínimas para el diseño, carga admisible para la estructura metálica y renovaciones de aire en el interior de la cabina.

En primera instancia se realizó una investigación bibliográfica de tipo documental de acuerdo a las exigencias de desarrollo y avances en el tema enfocadas a mejorar el proceso de pulido a través de una cabina, con el propósito de detectar, ampliar y profundizar diferentes caminos, teorías, conceptualizaciones de diferentes autores.

Además, para el desarrollo del proyecto se utilizó como guía el libro Mecánica de Fluidos – Sexta Edición del autor Robert Mott (2006), en el cual se detallan fórmulas para su desarrollo. También se maneja la investigación de campo que consiste en obtener toda la información directa de la empresa realizando inspecciones visuales del área de pintura, para conocer ampliamente las características técnicas de diseño que debe poseer la cabina de pulido como lo son: dimensión disponible en el área de pintura donde se pretende emplazar la cabina.

Para obtener una adecuada selección de alternativas sobre diseños de cabinas se debe tener en cuenta varios factores como: la resistencia del material, disponibilidad de adquisición ya sea fabricación nacional o internacional, la maquinabilidad de los materiales en las diversas máquinas herramientas y el espacio disponible para la implementación de la cabina para todo ello se realizó una investigación de campo.

La revisión de diseños similares pertenecientes a proveedores de cabinas de pintura sirve como referencia para analizar el funcionamiento de diversos sistemas que conforman una cabina, entre ellos están: el sistema de extracción, de filtrado de polvo y de la estructura. De este modo, se define la propuesta de diseño más adecuada para los requerimientos de la empresa METALMEIDA CIA. LTDA.

Posterior a la revisión de diseños se realiza un dimensionamiento preliminar en bocetos, con la finalidad de tener una visión general de la cabina de pulido. Una vez definido el esquema de la cabina se emplea el software SolidWorks, el cual brinda la opción de simulación en tres dimensiones e interacción con los distintos componentes.

La fase de ejecución del proyecto culmina con la elaboración del diseño final de la cabina de pulido para el área de pintura de la empresa privada METALMEIDA CIA. LTDA., en base a las consideraciones necesarias para que el diseño sea adaptable a los diversos procesos de pulido.

A. Cálculos técnicos

Los cálculos se realizaron de acuerdo a las medidas del diseño propuesto, desarrollado por las necesidades de la empresa, como se detallan a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2

Dimensiones de la cámara de pulido.

Dimensiones de la cámara de pulido	
Ítem	Medida [m]
Profundidad	2,45
Ancho	2,92
Altura	2,45

Elaborado por: los Autores

De acuerdo, a estos valores indicados se procede a calcular el volumen del espacio utilizado para el proceso de pulido, que será referencia para el cálculo del caudal necesario de aire, para ello se aplica la ecuación que se muestra en (1).

$$V_c = P \times A \times H \quad (1)$$

dónde:

V_c es el volumen de la cabina en m³

Pc es la profundidad en m.

Ac es el ancho en m.

Hc es la altura en m.

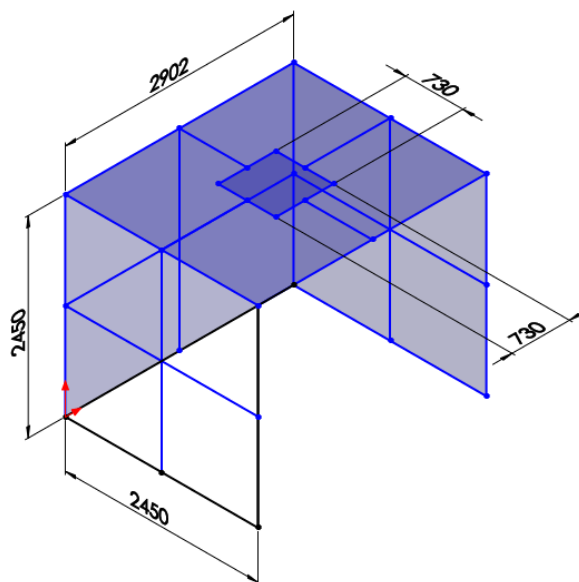
$$\square\square = 2,45 \times 2,92 \times 2,45 = 17,52 \square^3$$

B. *Diseño de la cabina de pulido*

Para el diseño estructural de la cabina, se ha tomado en cuenta las cargas que actúan sobre la misma. En base a los requerimientos de espacio, se realizó la configuración adecuada. En el software de SolidWorks se diseña la estructura inicialmente con un boceto en tres dimensiones tal como se aprecia en la Figura 7.

Figura 7

Boceto estructural de la cabina de pulido.

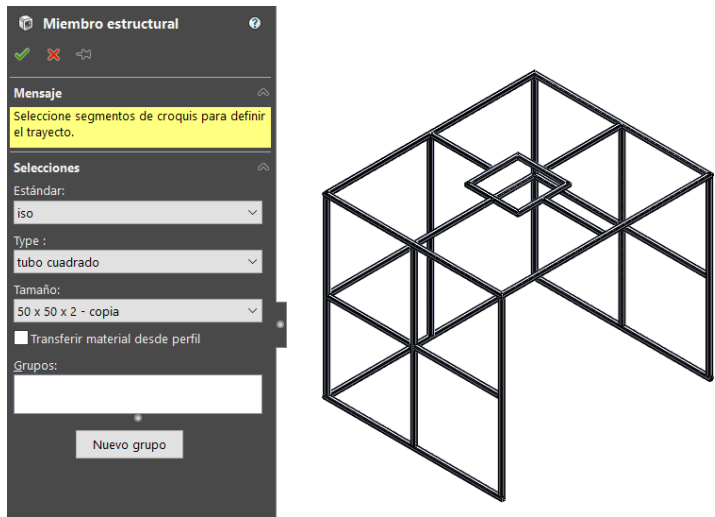


Elaborado por: los Autores

Con el boceto realizado se colocan los componentes mediante la herramienta de diseño miembro estructural, así como se aprecia en la Figura 8.

Figura 8

Ensamble de perfil estructural.



Elaborado por: los autores

La cabina de pulido está formada por perfil estructural de acero, recubierta por láminas de tol galvanizado en el interior.

En la Tabla 3 se detallan los materiales utilizados para el ensamblaje estructural, los cuales son: tubos ASTM ST 37 50x50x2 y tol galvanizado. Las propiedades de los tubos que componen la estructura están establecidas dentro del programa permitiendo analizar las cargas ocasionadas por el peso de las láminas de tol galvanizado con las siguientes características: Láminas de tol galvanizado: 2400 x 1200 x 1 mm – 22,608 kg – 7,82 kg/m²

Tabla 3

Especificaciones técnicas de los perfiles estructurales comerciales.

Especificaciones técnicas		
Ítem	Medida [mm]	Norma
Tubo cuadrado	50 x 50 x 2	ASTM ST 37

Tol	2400 x	NTE
galvanizado	1200 x 1	INEN 115

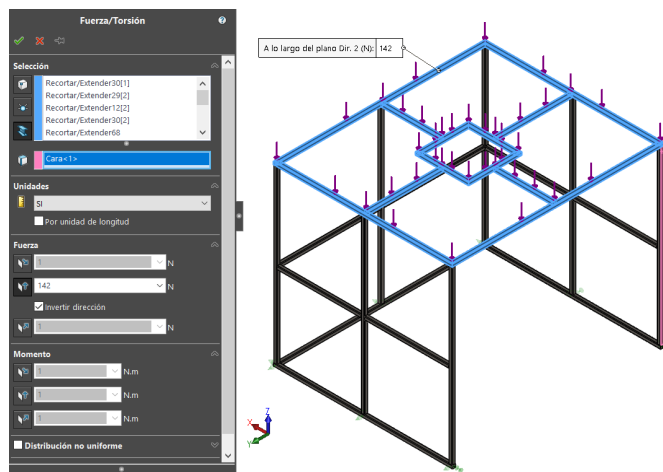
Fuente: Proveedor DIPAC (Ecuador).

En este caso las cargas ocasionadas por las láminas de tol galvanizado se colocarán sólo en el techo de la cabina, las láminas colocadas en las paredes se consideran parte de la estructura, pero como soporte y no como carga.

La figura 9 muestra la acción de las fuerzas ocasionadas por el peso de las láminas de tol, repartidas uniformemente en los centros de gravedad de los componentes estructurales del techo y los elementos que conforman los pórticos de la estructura.

Figura 9

Distribución de las cargas generadas por el peso de tol galvanizado.

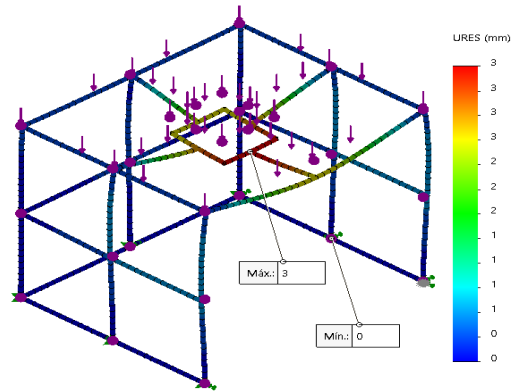


Elaborado por: los Autores

Con las cargas establecidas se simula y se obtienen los datos de los diferentes esfuerzos presentes en la estructura. Este programa permite realizar este análisis a través de nodos y cómo se deforman los componentes o si existen inconvenientes en el diseño antes de ser construido, tal como se aprecia en la Figura 10.

Figura 10

Resultado del análisis de cargas en el techo.



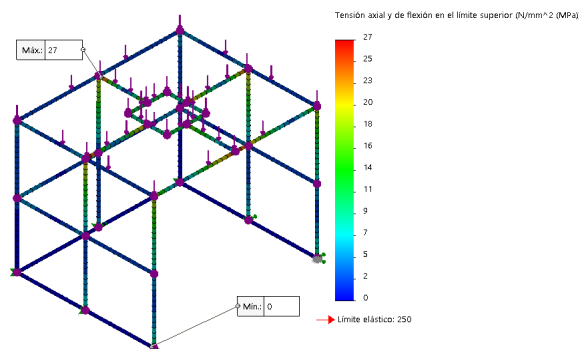
Elaborado por: los Autores

Los resultados de la Fig. 10 muestran la deformación que puede sufrir la estructura, según la gráfica se tendrá un mayor desplazamiento en la parte central de las vigas de la cabina, específicamente donde será colocado el extractor de aire.

Adicionalmente, el software proporciona información sobre el límite elástico a la cual está sometida la estructura por las cargas ocasionadas del extractor y las láminas de tol galvanizado, así como se observa en la Figura 11.

Figura 11

Resultado de tensión axial y de flexión.

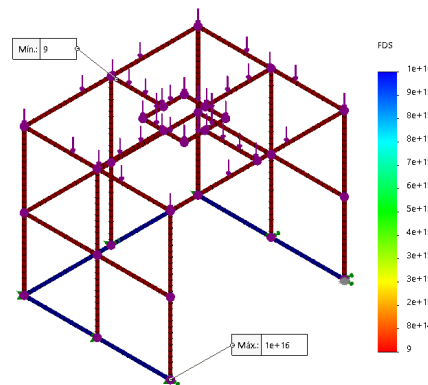


Elaborado por: los Autores

Finalmente, el software permite saber el factor de seguridad que presenta la estructura, tal como se aprecia en la Figura 12. Como menciona Silva Vásquez (2018) el factor de seguridad debe ser superior a 1 para generar condiciones seguras.

Figura 12.

Resultado del factor de seguridad para la cabina de pulido.



Elaborado por: los Autores

B.A. Cálculo del caudal.

Caudal es la cantidad de fluido, medido en volumen, que se mueve en una unidad de tiempo.

Con los valores obtenidos de velocidad y volumen se calcula el caudal de inyección Q_i , que debe tener relación con el espacio de la cabina de pulido.

Los valores de caudal se obtienen al multiplicar el volumen por las renovaciones por hora. Para ello se aplica la ecuación que se muestra en (2).

$$Q_i = V_c \times N \quad (2)$$

donde:

Q_i es caudal de inyección de aire

V_c es el volumen de la cámara (1)

N es el número de renovaciones por hora.

$$Q_i = 17,52 \text{ m}^3 \times \frac{60}{h} = 1051,2 \frac{\text{m}^3}{h}$$

Los valores de caudal, pérdidas de presión, los datos de las características de: ubicación geográfica, temperatura promedio y la altura sobre el nivel del mar, se colocan para realizar el cálculo de rendimiento del ventilador con la finalidad de cumplir con los parámetros de diseño, así como se aprecia en la figura 13.

Según el diseño se tiene:

Caudal calculado para la cámara de pulido.

$$Q = 1051,2 \frac{m^3}{h} = 0.292 \frac{m^3}{s}$$

Pérdidas de presión calculadas.

$$\Delta P = 20,56 \text{ mmHg} \cdot 13,6 = 281,6 \text{ mmHg}$$

Temperatura promedio de la ciudad de Cuenca.

$$T_{\text{prom}} = 17^\circ \text{C}$$

Altura sobre el nivel del mar de la ciudad de Cuenca.

$$H = 2560 \text{ m} -$$

Máxima temperatura del aire en la ciudad de Cuenca.

$$T_{\text{max}} = 20^\circ \text{C}$$

Figura 13.

Ingreso de variables para la selección de ventilador adecuado.

Configure los criterios de búsqueda.

Punto Diseño Presión estática

Q (m³/h)

Pe (mmca)

Presión calculada para 17°C 2560msnm 0,89kg/m³

Densidad Aire Temp. y Altitud

Valor (kg/m³)

Temperatura (°C)

Altitud (msnm) msnm

Temp. máx. de aire transportado (°C)

Núm. máx. resultados

Inicializar búsqueda **Buscar modelos**

Elaborado por: los Autores

Según los parámetros antes mencionados se analizan los ventiladores recomendados para la cabina de pulido, así como se detalla en la Tabla 4:

Tabla 4.

Modelos comerciales de ventiladores axiales.

Resultados de la búsqueda para ventiladores axiales					
Modelo	Caudal [m³/h]	Presión estática [mmca]	Velocidad del aire [m/seg]	RPM	Peso [Kg]
HPX-35-2T-0,75 60HZ	1053,53	20,66	2,95	2720	22
HCH-40-2T-1,5/AL 60HZ	1372,59	35,06	2,88	3432	17
HCT-40-2T-1,5/AL 60HZ	1372,59	35,06	2,88	3432	25
HBA-40-2T-1,5 60HZ	1291,88	31,05	2,71	3444	45
HBA-40-2M-1,5 60HZ	1291,88	31,05	2,71	3372	46

Elaborado por: los Autores

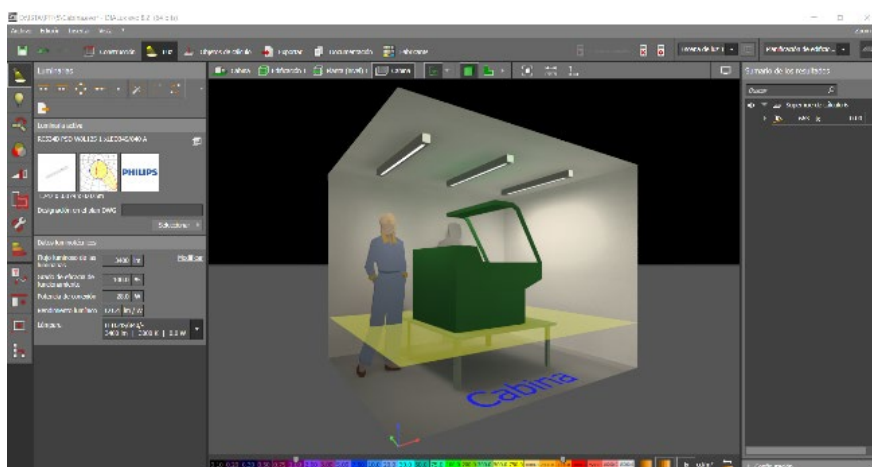
B.B. Iluminación de la cabina de Pulido.

La iluminación de una cabina de pulido debe cumplir con las condiciones necesarias para que el operario pueda tener una correcta percepción del trabajo que se está realizando, para tal motivo se debe seleccionar las luminarias más apropiadas. Los cálculos se realizan en el software DIALux Evo para diseño de iluminación de ambientes. Se trabaja con las dimensiones de la cámara de pulido antes establecidas.

Para la iluminación de la cámara de pulido se trabaja con la norma europea UNE-EN 12464 de iluminación de lugares de trabajo, basándonos en los parámetros según el tipo de actividad establecida en dicha norma. Posteriormente, se realiza el cálculo del número de lámparas necesarias y disposición en el techo de la cámara de pintura con las luminarias seleccionadas con los siguientes resultados: 3 lámparas marca Phillips RC534B PSD W8L125 1 xLED34S/840 A, con la disposición que se aprecia en la figura 14.

Figura 14.

Número y disposición de lámparas en la cámara de pulido.



Elaborado por: los Autores

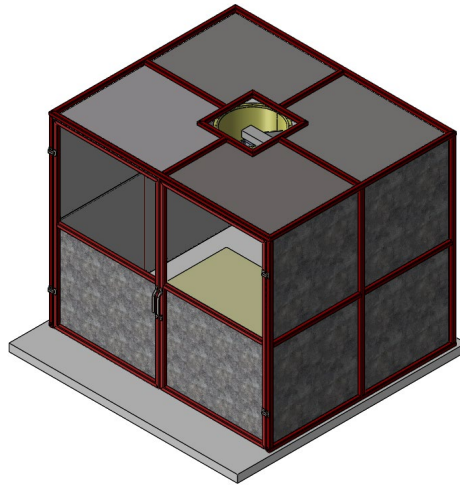
RESULTADOS

Finalmente, los componentes fueron presentados en software para sólidos 3D con un área total de 40.44 m² para la sección de pintura de la empresa privada METALMEIDA CIA. LTDA., el cual, permite simular el funcionamiento de la misma, con la finalidad de analizar y mejorar o corregir deficiencias presentes en el diseño.

En la Figura 15 y 16 respectivamente, se observa el ensamblaje de la cabina de pulido en vista isométrica desde la parte superior, como en vista a detalle del ventilador axial donde será colocado.

Figura 15

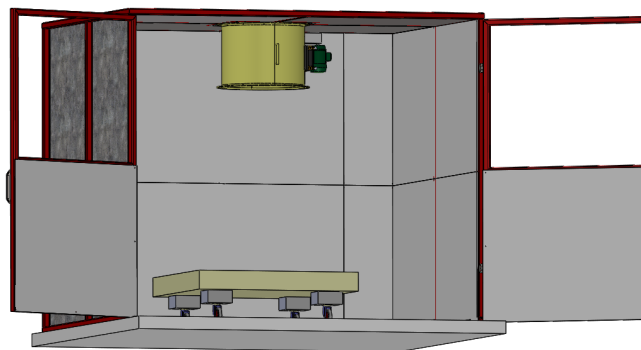
Vista isométrica del ensamble de la cabina de pulido.



Elaborado por: los Autores

Figura 16

Ensamble de la cabina de Pulido con extractor.



Elaborado por: los Autores

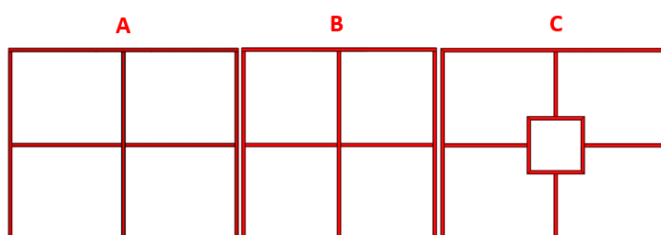
Estructura metálica

La estructura metálica está diseñada en tubo de acero estructural de 50x50x2 mm, dicho material brinda una excelente resistencia mecánica ante los esfuerzos. Esta estructura formará el habitáculo de la

cabina de pulido, así como el anclaje de la plancha de acero galvanizado. En la Figura 17 se pueden apreciar las vistas de elementos y en la Tabla 5 se detallan sus especificaciones técnicas.

Figura 17

Estructura metálica: A) Vista frontal, B) Vista lateral derecha y C) Vista superior.



Elaborado por: los Autores

Tabla 5

Especificaciones geométricas y técnicas de la estructura metálica.

Estructura metálica				
Dimensiones [mm]			Materia l de constru cción	Cali dad
Profund idad	Anc ho	Alt ura		
2450	290 2	245 0	Tubo estructur al 50x50x2 mm	AST M ST 37

Elaborado por: los Autores

IV. RESULTADOS

A continuación, en la Tabla 6 se detallan los parámetros que aseguran una correcta función de la cabina de pulido y en la datos dimensionales para la viable construcción de la misma.

Tabla 6*Parámetros de la cabina.*

Parámetros para la cabina de Pulido	
Ítem	Valor
Volumen de la cabina	17,52 m ³
Carga total aplicada a estructura	852 N
Carga distribuida aplicada a estructura	142 N
Desplazamiento máximo ante carga	3 mm
Límite elástico máximo ante carga	27 MPa
Factor de seguridad mínimo	9 veces
Caudal de inyección	1051,2 m ³ /h
Extractor axial 16"	145 W
	1097 RPM

Elaborado por: los Autores

V. CONCLUSIONES

Con base a la investigación del estado de arte se estableció las condiciones necesarias para la elaboración de los bocetos de la cabina de pulido, en ello se encuentra información relevante como lo es: distancia mínima para el desplazamiento de un trabajador en el interior de la cabina, altura necesaria para el correcto flujo de aire, iluminación óptima para la ejecución de trabajos, materiales de construcción y la disposición de las planchas de acero galvanizado.

Se diseñó la estructura metálica de la cabina de pulido en software de simulación, para lo cual se empleó perfiles estructurales como lo son: tubo de acero de 50x50x2mm, y tol galvanizado de

2400x1200x1mm de espesor, que brindan las características óptimas para la ejecución del mencionado proyecto en relación a la adquisición y a la construcción.

Finalmente, se ensambló los diferentes componentes de la cabina de pulido en el software de simulación, lo cual ayuda a visualizar el funcionamiento que va a tener cada uno de los elementos del habitáculo y permite detectar interferencias entre los elementos ensamblados, de esta manera ayuda notablemente a la mejora continua del diseño de la cabina de pulido.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárdenas, M. (2014). *Diseño de un sistema de extracción de polvo para una cabina de granallado semiautomática*. Repositorio Institucional UNTELS. Available: <http://repositorio.untels.edu.pe/handle/UNTELS/85>
- Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos*. Pearson sexta edición, ISBN 970-26-0805-8
<https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/10/fluidos-mott-6ed.pdf>
- Pintuco, (2017). *Control de corrosión. El sistema dúplex, una excelente alternativa de protección contra la corrosión*. Available: <http://www.pintuco.com.ec/a-la-medida/control-de-corrosion/sistema-duplex-proteccion-contracorrosion>
- Subsole, (2018). *Soluciones de aire. Sistemas de extracción para cabinas de pintura*. Available: <https://www.subsoleservicios.cl/index.php/es/>
- Solidworks, (2019). *Soluciones de simulación. ¿Por qué elegir Solidworks Simulación?*
Available: <https://www.solidworks.com/es/product/solidworks-simulation>
- Silva, P.. (2018). *Fatiga en estructuras metálicas: evaluación de daño en un puente ferroviario de acero ubicado en Praga, República Checa*.