



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA UNA CABINA ERGONÓMICA  
MULTIPROPÓSITO**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**Autor**

Calderón Llumiquinga Luis Alfredo

**Tutor**

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

QUITO – ECUADOR

2019

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

Yo, Calderón Llumiquinga Luis Alfredo declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA UNA CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial, 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 Quito, a los 23 días del mes de febrero de 2019, firmo conforme:

Autor: Calderón Llumiquinga Luis Alfredo  
Firma: .....  
Número de Cédula: 1711094100  
Dirección: Pichincha, Quito, Amagás del Inca  
Correo Electrónico: luis.alf8@ gmail.com  
Teléfono: 0997538144

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA UNA CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO” presentado por Calderón LLumiyinga Luis Alfredo, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación 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 del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 23 de febrero del 2019

.....  
Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, 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

Quito, 23 de febrero del 2019

.....  
Calderón Llumiquinga Luis Alfredo  
C.I: 171109410-0

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA UNA CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO, 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 titulación.

Quito,..... 2019

.....

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

**VOCAL**

.....

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo dedico a dios por haberme permitido llegar hasta este punto, haberme dado salud para lograr mis objetivos, a mis hijas por su paciencia durante mi ausencia, a todos mis familiares por brindarme su apoyo moral y a todos aquellos que no creyeron en mí y esperaban mi fracaso, a todos ellos les dedico esta tesis.

Luis Alfredo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a los Ingenieros, compañeros y familia por ser partícipes en el desarrollo de mi formación académica brindándome día a día nuevos conocimientos, para realizar este trabajo de titulación.

Luis Alfredo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN EJECUTIVO .....	xi
ABSTRACT .....	xii
DIAGNÓSTICO .....	1
Descripción.....	1
Formulación del problema.....	2
Justificación.....	2
Objetivo general .....	3
Objetivos específicos.....	3
MARCO TEÓRICO.....	4
Ergonomía .....	4
Las siete reglas básicas de la ergonomía para sistemas de trabajo.....	5
Antropometría .....	7
Biomecánica .....	11
Puesto de trabajo .....	11
Altura del plano de trabajo .....	12



Espacio adecuado para las piernas .....	12
Zonas de alcance óptimas del área de trabajo .....	13
El puesto de trabajo .....	15
Proceso de diseño .....	16
Comportamiento mecánico del material poliuretano .....	16
METODOLOGÍA .....	20
PROPUESTA.....	21
Parámetros de diseño.....	21
Material de la estructura .....	22
Diseño de la estructura lateral de 2 m. que soporta la cabina ergonómica.....	22
Cálculo de la carga que soporta la viga.....	23
Peso panel lateral de la cabina.....	23
Peso techo de la cabina.....	24
Peso accesorios.....	24
Peso total aplicado sobre la viga .....	24
CONCLUSIONES .....	32
RECOMENDACIONES .....	32
BIBLIOGRAFÍA .....	33
ANEXOS .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Percentiles máximos y mínimos .....	8
Figura 2. Antropometría estática.....	9
Figura 3. Antropometría dinámica .....	10
Figura 4. Posición correcta (izq.) incorrecta (der) de acuerdo a la altura .....	12
Figura 5. Zonas de alcance óptimas del área de trabajo.....	13
Figura 7. Capas de cobertura.....	17
Figura 9. Perfil seleccionado.....	29
Figura 10. Comprobación diseño de la estructura.....	31

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LA**  
**INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: “DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA UNA CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO”**

**AUTOR:** Luis Alfredo Calderón Llumiquinga

**TUTOR:** Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

**RESUMEN EJECUTIVO**

La estructura de la cabina ergonómica multipropósito fue diseñada en función de soportar cargas provenientes del panel de poliuretano, el mismo que es auto soportante y cuyas características principales son el espesor de 80 mm, de densidad  $40 \text{ kg/m}^3$  forrados por ambos lados con plancha de aluzinc machimbrados para una junta hermética; con el fin de mantener la climatización (calor o frío) a la que esté regulada la cabina; el peso por cada metro cuadrado del panel es 9.79 Kgf.

El perfil utilizado es el ASTM A36 con propiedades de resistencia a la fluencia de  $2530 \text{ Kg/cm}^2$  y corresponde a una C 80x40x2 mm; el mismo que podrá presentar una deformación máxima de 0,11 cm por cada 66 cm asegurando la rigidez de la estructura que soportará la cabina.

El perfil seleccionado ha sido distribuido para todo el perímetro de la cabina con apoyo de ruedas con el fin de conseguir la movilidad de la cabina. Esta estructura fue simulada en el programa SAP 2000 para estructuras metálicas garantizando el diseño y el normal funcionamiento de toda la cabina ergonómica multipropósito.

**Palabras claves:** Ergonomía, Estructura metálica, Cabina ergonómica, Factores físicos.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LA**  
**INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME: "DESIGN OF THE STRUCTURE FOR A MULTIPURPOSE  
ERGONOMIC BOOTH"**

**AUTHOR:** Luis Alfredo Calderón Llumiquinga

**TUTOR:** Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

**ABSTRACT**

The structure of the multipurpose ergonomic booth was designed to withstand loads from the polyurethane panel, which is self-supporting and which main characteristics are the thickness of 80mm, density 40 kg/m<sup>3</sup> covered on both sides with iron aluzinc dovetailing for a hermetic joint, in order to maintain the air conditioning (hot or cold) to which the booths are regulated; the weight for each square meter of the panel is 9.79 Kgf.

The profile used is "ASTM A36" with properties of resistance to yield is 2530 kg/cm<sup>2</sup> and it corresponds to a C 80x40x2mm the same that may present a maximum deformation of 0.11 cm per 66 cm ensuring the rigidity of structure that will support the booth.

The select profile has been distributed for the entire perimeter of the booth with wheel support in order to achieve mobility of the booth. This structure was simulated in the SAP 2000 program for metal structures, guaranteeing the design and normal operation of the entire multipurpose ergonomic booth.

**Keywords:** Ergonomics, Metallic structure, Ergonomic booth, physical factors

## DIAGNÓSTICO

### Descripción

En los diferentes puestos de trabajo el trabajador está expuesto a condiciones ambientales tales como el ruido, ambientes térmicos e iluminaciones deficientes, los mismos que afectan directamente a la salud de los obreros, desencadenando fatiga, sobreesfuerzos, gasto energético, problemas músculos esqueléticos, entumecimientos, calambres que al final desencadenan en enfermedades profesionales.

Las cabinas deben contar con espacios para el diseño y estudio ergonómico de estaciones de trabajo, pudiendo modificar en él los elementos que la conforman para establecer una estación acorde al trabajo productivo que se quiera desarrollar, pudiendo evaluar en cada diseño los riesgos para el usuario y el proceso, aplicar los métodos de evaluación ergonómica, métodos para la identificación, prevención de los desórdenes músculo-esqueléticos y mejora de los tiempo y movimientos de una estación productiva.

La forma y las dimensiones de la cabina dependen mucho de las consideraciones ergonómicas del trabajador, del puesto de trabajo y de las condiciones ambientales a las que están expuestos, los interiores de una cabina ergonómica deben estar libre de objetos, salvo el puesto de trabajo que se evaluará con el fin de interactuar completamente con las demás opciones de la cabina, enriqueciendo con ello las experiencias que se pueden experimentar.

La estructura de la cabina debe garantizar el diseño de resistencia y rigidez con el fin de garantizar los esfuerzos a los que va a estar sometida, para ello se deberá establecer un factor de seguridad conveniente y mantener una estética y maniobrabilidad para analizar distintos tipos de puestos de trabajo.

Actualmente en la Universidad Tecnológica Indoamérica se imparte el proyecto formativo de Fisiología Laboral y Ergonomía la misma que requiere una cabina ergonómica que permita simular y evaluar condiciones adversas a la salud de los trabajadores en sus puestos de trabajo y a su vez se complemente el aprendizaje relacionando la teoría con la práctica en el laboratorio de ergonomía en la Facultad de Ingeniería Industrial.

### **Formulación del problema**

¿Cómo garantizar la resistencia y rigidez de la estructura que soporte una cabina ergonómica para la evaluación de factores de riesgos físicos que inciden en la salud de los trabajadores en los puestos de trabajo?

### **Justificación**

La construcción de la estructura para la cabina ergonómica es de suma **importancia** por cuanto debe resistir esfuerzos combinados de tracción, compresión y flexión garantizando la estabilidad y resistencia de cada uno de sus elementos, con el fin de evaluar diferentes puestos de trabajo, en los talleres de la escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

El presente estudio de caso tiene **trascendencia** para el proyecto formativo de Fisiología laboral y Ergonomía por cuanto contará con una herramienta de medición de los factores ambientales y físicos que inciden en el confort laboral y salud de los trabajadores en los diferentes puestos de trabajo.

Este estudio es **factible** por cuanto se tiene los conocimientos técnicos de diseño de elementos mecánicos y es posible la adquisición de materiales en el mercado nacional, además de ello se contará con el auspicio económico de los participantes en la construcción de la cabina ergonómica.

Los **beneficiarios** de la construcción de la cabina ergonómica serán los profesores, estudiantes escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica y a futuro los trabajadores de empresas que podrían ser evaluados.

### **Objetivo general**

Construir la estructura metálica que soporta una cabina ergonómica multipropósito garantizando la resistencia y rigidez de la misma.

### **Objetivos específicos**

- Determinar parámetros de diseño de la estructura.
- Diseñar la estructura considerando las cargas que se apliquen en la misma.
- Simular el diseño de la estructura mediante el programa SAP 2000 para estructuras metálicas, garantizando el diseño.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Generalidades**

Hacer diseños para que se adapten a los cuerpos y las capacidades de las personas no es algo nuevo, incluso los hombres prehistóricos daban forma a sus herramientas y armas para hacerlas más fáciles de usar. Sin embargo, el nacimiento de la ergonomía como disciplina científica se desarrolló durante la Segunda Guerra Mundial con el fin de ofrecer comodidad a los soldados en la manipulación de las máquinas de guerra y evitar los sucesos de la primera guerra mundial donde una gran cantidad de militares murieron, y no precisamente por acción del enemigo, sino por el pésimo diseño de sus dotaciones que provocaban fatigas crónicas y enfermedades. Desde entonces, el diseño se ha basado también en la experimentación a partir de la ergonomía y la antropometría. La ergonomía no está ni en las personas, ni en las cosas, sino en la interacción producto-usuario.

Mediante el diseño se dan las características al producto: dimensión, estructura, estética, y es el usuario (con su uso) quien demuestra que tan ergonómico resulta el producto y por ende, que tan útil es.

### **Ergonomía**

Es una herramienta indispensable, tanto en el proceso de diseño de un producto, como para medir los resultados de unas determinadas condiciones de trabajo en lo que a productividad y eficiencia se refiere.

Esta disciplina, que surgió con el fin exclusivo de aumentar la productividad del trabajador, con el tiempo se ha convertido en multidisciplinaria, toda vez que busca hacer más funcionales las herramientas y el espacio habitable para mejorar aspectos como la seguridad, la comodidad y la salud.



Según (SEMAC, 2018) :

**El término ergonomía deriva de las palabras griegas Ergos = trabajo y Nomos = estudio, leyes. Literalmente significa el estudio del trabajo. Es la disciplina científica relacionada con el conocimiento de la interacción entre el ser humano y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, principios, datos y métodos para diseñar buscando optimizar el bienestar humano.**

- **Trabajador:** Es la persona física que tiene características tales como estatura, anchuras, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas y otras características físicas y mentales que desarrolla para su continua superación.
- **Diseño del puesto de trabajo:** Incluye todas las partes físicas de la empresa (mobiliario, paneles de indicadores, herramientas de trabajo), así como las funciones que se desempeñan dentro del puesto a cada día.
- **Entorno de trabajo:** Envuelve todas las condiciones ambientales dentro del área de trabajo.

### **Las siete reglas básicas de la ergonomía para sistemas de trabajo**

Existen también las siete reglas básicas de la ergonomía que ayudarán a dimensionar y configurar los puestos de trabajo para que estos estén lo más cómodo posible para cada uno de los trabajadores de cualquier sistema de trabajo.

- **Estatura y altura de trabajo**

La altura de trabajo depende de la estatura del trabajador y de la actividad realizada. La altura de trabajo óptima media es de 1125 mm (dependiendo de la población a la que será dirigida) para trabajos de exigencia media en puestos de trabajo sentado o de pie. (Mondelo, y otros, 2004)

- **Zona de trabajo**

La zona de trabajo es el área en el que el trabajador realizará sus actividades por lo tanto tiene que estar en las mejores condiciones.

La zona de trabajo debería estar siempre a una altura de entre 800 mm y 1500 mm. Se deben evitar los trabajos por encima de la altura del corazón, así como los trabajos por debajo de los 800 mm, ya que exigen agacharse y suponen una sobrecarga para los trabajadores. Se debe considerar la postura en la que se realizara sus actividades para tener una combinación de postura (pie o sentado) y así evitar esfuerzos. (Mondelo, y otros, 2004)

- **Área de toma**

Todos los recipientes, dispositivos y elementos a utilizar deben estar dispuestos en la zona de movimiento del cuerpo humano. Se debe evitar el giro del tronco y los movimientos de hombros, en especial si están sometidos a carga. (Mondelo, y otros, 2004)

- **Puesta a disposición de piezas**

Los recorridos de toma deben ser lo más cortos posible para evitar esfuerzos; por lo tanto, es de vital importancia que todo el material y elementos a utilizar que se encuentren en la zona de manipulación del trabajador más inmediata. (Mondelo, y otros, 2004)

- **Zonas visuales**

Existen cierta área de zona visual la cual el ser humano no puede sobrepasar esto para evitar los movimientos innecesarios de la cabeza y los ojos. La disposición de los distintos elementos a distancias idénticas evita tener que reenfocar. Se deben evitar las zonas de montaje no abarcables con la mirada para evitar el esfuerzo de la vista. (Mondelo, y otros, 2004)

- **Illuminación**

Las condiciones de iluminación óptimas evitan una fatiga prematura, mejoran la capacidad de concentración y reducen el riesgo de fallos. Se deben evitar los contrastes fuertes, los deslumbramientos y los reflejos. (Mondelo, y otros, 2004)

- **Ajuste de los medios de trabajo**

El correcto ajuste de los medios de trabajo contribuye a la reducción del movimiento y, con ello, a la disminución de cargas físicas y del absentismo. (Mondelo, y otros, 2004)

## **Antropometría**

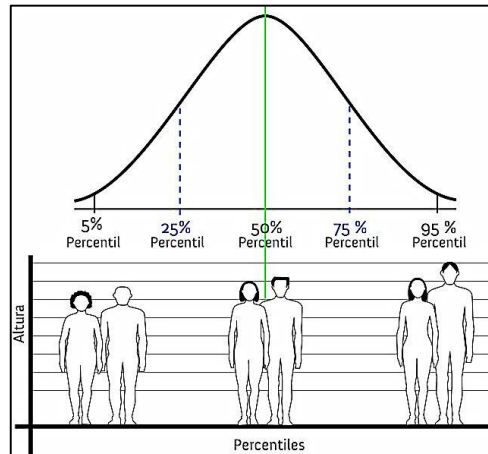
De acuerdo a (Oborne, 2003 pág. 69):

**El término antropometría se deriva de dos palabras griegas: antropo (s) – humano y métricos – perteneciente a la medida; es decir, la medida perteneciente al cuerpo humano. Esta subdisciplina trata lo concerniente a la “aplicación de los métodos físico-científicos al ser humano para el desarrollo de los estándares de diseño y los requerimientos específicos para la evaluación de los diseños de ingeniería, con el fin de asegurar la adecuación a la población de usuarios pretendida”.**

Es importante usar datos antropométricos específicos para asegurar que el artefacto se ajuste al hombre. El operario tiene que interactuar con su ambiente de trabajo, por ello es importante contar con los detalles de las dimensiones de la parte apropiada del cuerpo entre otros aspectos físicos humanos de la población a la que se desea adecuar el elemento a proyectar, así el trabajador estará cómodamente en el área de trabajo.

En la antropometría se encuentran también los percentiles, los cuales son la herramienta más empleada; a partir de ellos se delimitan rangos cuantitativos dentro de la muestra que permiten elegir el punto de referencia sobre el cual los valores quedan fuera del “alcance” del diseño; estos se clasifican en:

- Percentiles máximos: generalmente se consideran los percentiles de porcentaje más alto como 90, 95 y 99.
- Percentiles mínimos: se consideran los percentiles de porcentaje 1, 5 y 10.



**Figura 1.** Percentiles máximos y mínimos  
**Fuente:** (Mondelo, y otros, 2004)  
**Elaborado por:** El investigador

A partir del estudio y aplicación de los percentiles, se generan tres criterios básicos de diseño para la antropometría:

- **Diseño para individuos extremos:** Existen determinadas características del diseño que requieren adaptarse a los individuos que se encuentren en uno u otro extremo de la dimensión antropométrica considerada. Esto se refiere a que hay individuos con dimensiones grandes y pequeñas, sin embargo al momento de desarrollar algún diseño se tienen que tomar en cuenta ambos; la pregunta es ¿cómo se haría esto? Un ejemplo sería al momento de diseñar una puerta, se diseñaría tomando en cuenta a la persona más alta, así las personas pequeñas no tendrían problemas y las más altas tampoco. (Panero, y otros, 2009)
- **Diseño para promedios adaptables:** Se recurre al diseño de elementos ajustables en función de las dimensiones del usuario cuando se trata de un elemento de especial importancia para el diseño, o bien cuando resulta

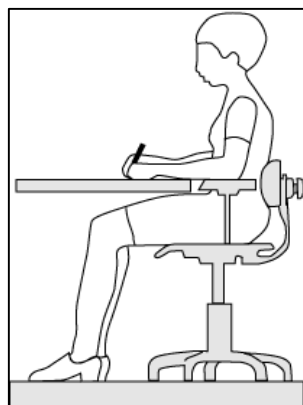
imposible acomodar razonablemente a toda la población con una dimensión fija. Lo ideal sería que el diseño fuera capaz de adaptarse a todos los percentiles, sin embargo, como en la mayoría de los casos, esto resulta imposible, se diseña para promedios adaptables o para la media cuando esto es mejor que hacerlo para individuos extremos. (Panero, y otros, 2009)

- **Diseño para el individuo promedio:** La “persona promedio” es generalmente un engaño y más en ergonomía, por lo que a la hora de aplicar datos antropométricos se debe estudiar dimensión por dimensión, y ajustar los valores al diseño incluyendo sus dispersiones. El principio de diseño para la media solo se utiliza en casos muy necesarios debido a que la dimensión tiene poca importancia o su frecuencia de uso es baja, por estas razones no se considera de vital importancia. (Panero, y otros, 2009)

Los datos antropométricos existen de dos clases, los cuales son la base para el diseño:

### **Antropometría estática o estructural:**

Esta se refiere a las medidas del cuerpo humano estando este en posición estática.



**Figura 2.** Antropometría estática

**Fuente:** (Dendarieta, 2011)

**Elaborado por:** El investigador

### **Antropometría dinámica o funcional:**

Son las dimensiones del cuerpo humano en movimiento asociado a ciertas actividades.



**Figura 3.** Antropometría dinámica

**Fuente:** (Panero, y otros, 2009)

**Elaborado por:** El investigador

Para determinar el diseño que se desea proyectar es necesario considerar los datos que se tomarán en cuenta y en específico las tareas que se van a desarrollar en el elemento a proyectar:

1. Tarea a realizar, la frecuencia con la que se realizará y la dificultad que presente.
2. Posición del cuerpo durante la actividad y las operaciones a realizar.
3. Movimientos a realizar durante la actividad

En el momento de desarrollar el diseño es necesario tomar las medidas antropométricas para lograr una adaptación ergonómica del usuario a su entorno, el tamaño y las dimensiones del cuerpo humano, son los factores más importantes; el diseño de espacios y objetos requieren basarse en medidas antropométricas del grupo de usuarios en específico al que va dirigido; por consiguiente se describen las medidas antropométricas que se tomarán en cuenta para el diseño de la cabina:

## **Biomecánica**

Según (Mondelo, y otros, 2004 pág. 61) :

**La biomecánica aplica las leyes de la mecánica a las estructuras del aparato locomotor, ya que el ser humano está formado por palancas (huesos), tensores (tendones), muelles (músculos), elementos de rotación (articulaciones), etc., que cumplen muchas de las leyes de la mecánica. La biomecánica permite analizar los distintos elementos que intervienen en el desarrollo de los movimientos.**

Para elaborar un diseño deben utilizarse fundamentalmente las dimensiones ergonómicas; la construcción del equipo debe asegurar la facilidad de la utilización y la comodidad por parte del usuario. Los elementos en los puestos de trabajo en los cuales actúa el individuo tiene que responder de manera exacta en sus datos antropométricos, en sus distintas posiciones, teniendo en consideración las características biomecánicas del hombre, esto es, la dinámica de los cambios en las dimensiones del cuerpo al desplazarse de forma total o por partes en el espacio.

Para realizar un diseño se tienen que tomar en cuenta varios aspectos importantes y que serán la base para desarrollarlo de la forma correcta, estos se explican a continuación:

### **Puesto de trabajo**

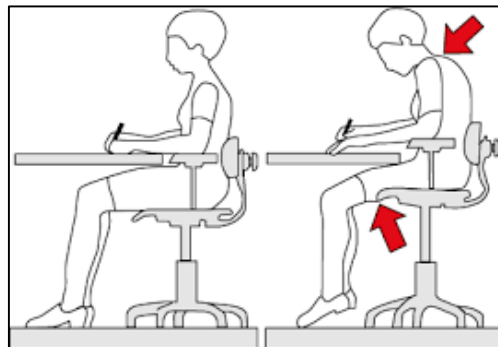
Un puesto o área de trabajo tiene un diseño adecuado cuando se garantiza la asignación correcta de espacio y la disposición armónica de los medios de trabajo de forma que la persona no tenga que esforzarse con movimientos inútiles o desproporcionados.

El puesto de trabajo engloba toda el área en la que el trabajador se desenvuelve e interactúa, es por ello que tiene que ser lo más cómodo y adaptable a él.

## Altura del plano de trabajo

Uno de los aspectos más importantes a considerar en el diseño de puestos de trabajo, tanto en operaciones que se realicen sentados o de pie es la determinación de la altura adecuada del plano de trabajo con respecto a las dimensiones antropométricas del operador.

- Al momento de determinar la altura del puesto de trabajo es de vital importancia considerar los siguientes puntos:
- Que el usuario mantenga los codos bajos y la muñeca recta.
- Que los momentos estáticos en la columna sean mínimos.
- Que sea adecuado para todos los usuarios, considerando diferencias antropométricas.
- Que se eviten los movimientos de la cabeza.



**Figura 4.** Posición correcta (izq.) incorrecta (der) de acuerdo a la altura

**Fuente:** (Oborne, 2003)

**Elaborado por:** El investigador

## Espacio adecuado para las piernas

En el puesto de trabajo cualquier actividad que se realice debe permitir que el operador coloque las piernas cómodamente, para evitar la concentración de tensiones en alguna parte del cuerpo. Lo óptimo sería que el usuario tuviera el

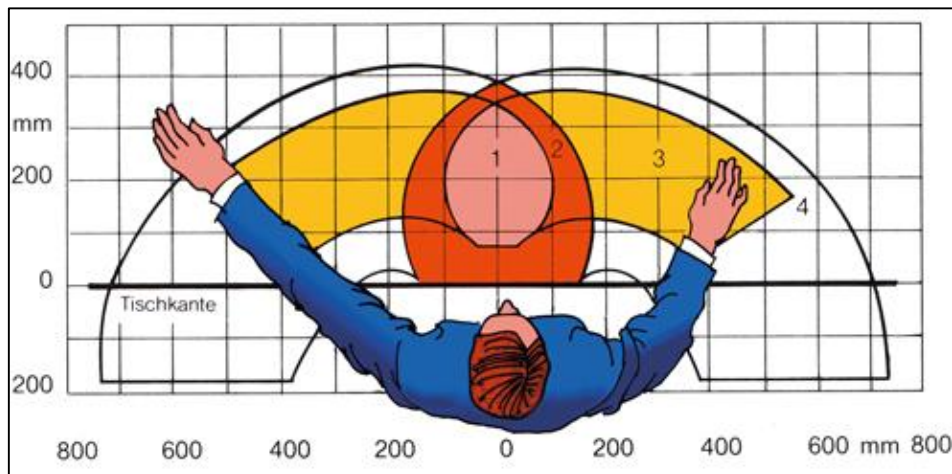


espacio suficiente para cambiar la posición de sus piernas cuando por periodos largos de trabajo requiere tomar una postura más relajada.

No deben existir obstáculos que le obliguen a realizar giros o inclinación de la columna para alcanzar los objetos con los que realiza su trabajo.

### **Zonas de alcance óptimas del área de trabajo**

Al basar el diseño del puesto de trabajo en dimensiones antropométricas de la población a que será dirigido el artefacto o maquina es posible tener una mejor disposición de los elementos con que se interactúa en el área de trabajo, con esto se evita que el usuario realice movimientos de tronco y giros de espalda forzados al momento de realizar sus actividades. Es necesario considerar también, que cuando la tarea realizada requiere especial concentración, al no tener todo lo necesario al alcance del trabajador se obstaculiza el desempeño pleno y por consecuencia el resultado del trabajo estará mal.



**Figura 5.** Zonas de alcance óptimas del área de trabajo

**Fuente:** (SINERCO, 2010)

**Elaborado por:** El investigador

**Parámetros mínimos a considerar en las cabinas ergonómicas para que ingrese una sola persona en función de lo que manifiesta (SINERCO, 2010)**

- **Altura de la cabina**

Se considerará la estatura con un percentil de 99 en los hombres para que las personas más altas no tengan que agacharse al momento de entrar, la dimensión correcta es de 1900 mm.

- **Largo de la cabina**

Los datos antropométricos empleados son la distancia nalga rodilla más el espacio para la silla más el ancho de la mesa de trabajo, considerando el percentil 99 para hombres:  $673 \text{ mm} + 77 \text{ mm} + 500 \text{ mm} = 1250 \text{ mm}$ .

En los 1250 mm se le agregaran 150 mm más para la parte electrónica en la parte de atrás de la cabina así que la dimensión total es de 1400 mm de largo.

- **Ancho de la cabina**

Se tomará la medida de la anchura de hombros para un percentil de 95 para hombres, la dimensión correcta es de 1000 mm; entra perfectamente una persona debido a que la dimensión de anchura de hombros es de 529 mm.

- **Altura de la mesa de trabajo**

Se considera altura poplítea más altura de codo en reposo para un percentil de 95 hombres:  $478 \text{ mm} + 297 \text{ mm} = 775 \text{ mm}$ .

- **Largo de la mesa de trabajo**

Para el largo de la mesa de trabajo se considerará el total del área de trabajo usual que es de 1000 mm, en la cual el operador no tendrá que esforzarse para los movimientos que realice.

- **Ancho de la mesa de trabajo**

Para el máximo del área de trabajo ocasional es de 500 mm para que todos los operadores estén cómodos.

### **El puesto de trabajo**

Como se dijo anteriormente, el puesto de trabajo es muy importante para el trabajador ya que de su buen diseño depende el bienestar del mismo, sino podrían generarse lesiones como:

- Lesiones en la espalda.
- Aparición o agravación de una enfermedad profesional.
- Problemas de circulación en las piernas, entre otros.

Este se compone de tres elementos diferentes:

- **Estación de trabajo:** Espacio físico que tiene que ver con la ejecución de una actividad productiva.
- **Posición de trabajo:** Es la postura que adopta el operario en la actividad, que puede ser: de pie, sentado, cuclillas, rodillas, acostado entre otros.
- **Superficie de trabajo:** Espacio que está al alcance de las extremidades y permite la ejecución de la labor.

## **Proceso de diseño**

En ergonomía, el diseño del puesto de trabajo es una tarea fundamental. Se sabe que en cualquier entorno de trabajo, ya sea la oficina o el taller, un puesto de trabajo bien diseñado procura no sólo la salud y bienestar de los trabajadores, sino también la productividad y la calidad de los productos. Y a la inversa, un puesto mal concebido puede dar lugar a quejas relacionadas con la salud o a enfermedades profesionales crónicas y a problemas para mantener la calidad del producto y el nivel de productividad deseado.

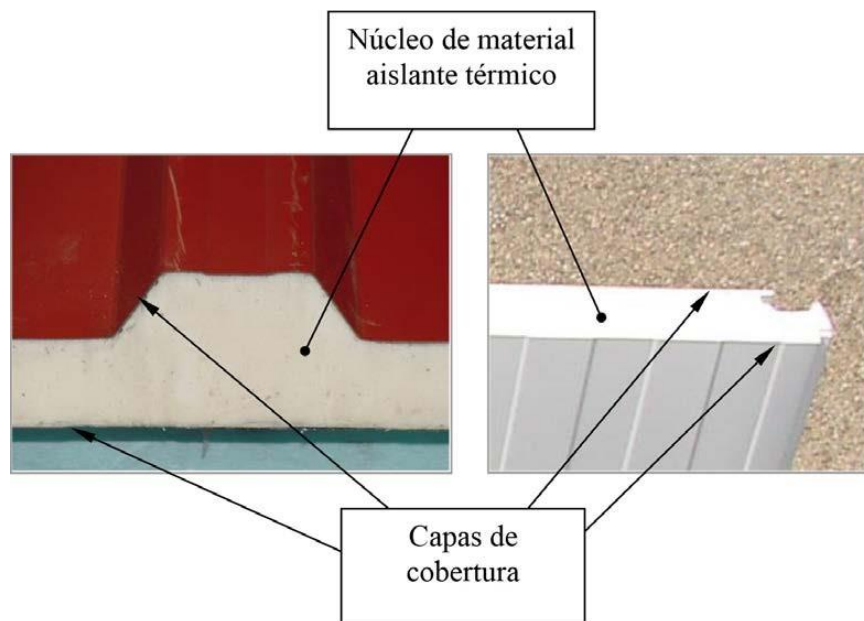
Aunque en la actualidad son los factores físicos del puesto del trabajo los que suponen la preocupación principal, debe tenerse en cuenta que el diseño físico del puesto de trabajo no puede separarse, en la práctica, de la organización de la tarea. Los puestos de trabajo están pensados para el trabajo. Hay que reconocer que el punto de partida en el proceso de diseño de un puesto de trabajo, es pensar que hay que cumplir un objetivo de producción determinado. En el proceso de diseño existe la necesidad de una estructura que garantice que se han tenido en cuenta todos los aspectos relevantes.

## **Comportamiento mecánico del material poliuretano**

Los sistemas de poliuretano son básicamente el conjunto de dos componentes líquidos, POLIOL e ISOCIONATO, que mediante reacción química dan lugar a la espuma de poliuretano. Es una materia sintética duroplástica. Presenta una estructura celular cerrada y su densidad está comprendida, entre 30 y 100 Kg/m<sup>3</sup>.

- Alta capacidad de aislamiento. Alcanza un valor inicial de conductividad térmica de 0,020 W/m.k a 10°C.
- Absorción de agua. Contenido de humedad no supera 5% en volumen.
- Resistencia transmisión de vapor de agua. Entre 385 y 900 M.W s/g.m.
- Resistencia al envejecimiento.

La espuma rígida de poliuretano es un aislante térmico y acústico de alto desempeño, la cual ofrece un comportamiento absolutamente confiable en todos los climas y condiciones atmosféricas, que lo hace ideal para la construcción y demás aplicaciones de ingeniería y arquitectura. Por esta razón el panel de poliuretano ofrece unas características de confort que ningún otro material puede proporcionar. (MONTROYA, 2006)



**Figura 7.** Capas de cobertura

**Fuente:** (Universidad de Cartagena, 2015)

**Elaborado por:** El investigador

La normalización UNE-EN 14509:07/AC: 08 y para certificar la calidad reglamento particular de AENOR para doble cara metálica RP 20-15 basado en la EN 14509.

El acero galvanizado más utilizado es el denominado S 280 GD (en 10326), caracterizado por una tensión de deformación 280 N/mm<sup>2</sup>. Los espesores recomendados para su utilización son 0,4 mm para la superficie interior y 0,5 para la superficie exterior.

El material aluminio es codificado como 3003-3103, el espesor recomendado es 0,7 mm; es considerado como el valor para evitar daños locales relacionados con el desplazamiento y el apoyo que se puede dar cuando se pone como piso y pueden ser pisadas.

## **GLOSARIO**

**Antropometría:** La antropometría es la ciencia de la medición de las dimensiones y algunas características físicas del cuerpo humano; permite medir longitudes, anchos, grosores, circunferencias, volúmenes, centros de gravedad y masas de diversas partes del cuerpo, las cuales tienen diversas funciones y aplicaciones.

**Biomecánica:** estudia los fenómenos cinemáticos y mecánicos que presentan los seres vivos considerados como sistemas complejos formados por tejidos, sólidos y cuerpos mecánicos; se interesa por el movimiento, equilibrio, la física, la resistencia, los mecanismos lesionales que pueden producirse en el cuerpo humano como consecuencia de diversas acciones físicas.

**Ergonomía:** estudio de los problemas de las personas en su adaptación a su contexto; ciencia que busca adaptar el trabajo a las condiciones en que se realiza, a satisfacción del trabajador.

**Humedad:** Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire.

**Iluminación:** es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en lux.

**Percentil:** es el porcentaje de individuos pertenecientes a una población dada, con una dimensión corporal igual o menor a un determinado valor.

**Ruido:** Un ruido es todo sonido que puede producir una pérdida de audición, ser nocivo para la salud o interferir en una **actividad** en un momento dado.

**Poplíteo:** Es la distancia vertical medida desde el suelo hasta el punto más alto de la depresión poplíteo

## **METODOLOGÍA**

La metodología para este proyecto de titulación se lo abordó mediante una investigación cualitativa, en la que se describe a la cabina ergonómica multipropósito que será utilizada en la asignatura de Fisiología Laboral y Ergonomía, indicando materiales, dimensiones y propiedades de diseño, así como la incidencia de los factores físicos tales como la iluminación, climatización y características ergonómicas de los puestos de trabajo, entre otras.

Otra metodología aplicada es la investigación cuantitativa que será aplicada en el diseño de la estructura metálica que soportará a la cabina ergonómica, para ello se tomará en cuenta todas las variables que intervienen y en base al resultado de estas se seleccionará un perfil que cumpla tanto en resistencia como en rigidez con las cargas que actuarán sobre él.

Para llevar a cabo la investigación bibliográfica; se procederá a la revisión de contenidos en función de los temas que constituirán el marco teórico que sustente el desarrollo del presente trabajo de titulación.

Para el levantamiento de información se realizará mediante la observación directa de los componentes de la climatización y en función de la información obtenida se establecerán los parámetros de diseño necesarios para el diseño de la estructura metálica que soportará a la cabina ergonómica.



## **PROPUESTA**

### **DISEÑO DE LA ESTRUCTURA PARA UNA CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO**

La cabina multipropósito debe considerar algunos factores que permitan la visualización de los factores de riesgos físicos tales como la iluminación, el ruido y la temperatura así como un óptimo funcionamiento de esos parámetros.

Es por ello que se toman como parámetros de diseño los siguientes:

#### **Parámetros de diseño**

- **Dimensiones**

Según el CD 2393 Reglamento de Higiene, Seguridad Industrial y Ambiente manifiesta que las dimensiones mínimas de un puesto de trabajo son de  $2\text{m}^2$  y  $6\text{m}^3$ ; además esta cabina va a ser utilizada para fines didácticos y de laboratorio de la Universidad Tecnológica Indoamérica, sede Quito; por tal razón se diseñará para que ingresen a la cabina grupos de 5 o 6 estudiantes para que evalúen el puesto de trabajo, además se toma como referencia el trabajo que desempeña un tornero en el torno cuyas medidas son aproximadamente (1,5 x 0,8) m. La distancia que debe existir entre la pared y la máquina es de 0,8 m; así como en sus extremos por lo tanto, las dimensiones que se toman para la cabina ergonómica es de 2.5x2x2.35 metros.

- **Panel de poliuretano inyectado**

Espesor = 0,08m =80mm es el más usado en el mercado debido al aislamiento del ruido y a la mantención del calor o frío.

Densidad= 40 kg/m<sup>3</sup>

Forrados por ambos lados con plancha de aluzinc machimbrados para una junta hermética; con el fin de mantener las condiciones de calor y frío a la que esté regulada la cabina.

Peso por cada metro cuadrado = 9.79 Kgf

- **Unidad de climatización**

Condensador 40 Kgf

Evaporador 40 Kgf

Caja eléctrica 6 kg

Vidrios y accesorios para visores

$$Peso = (l \times a \times e \times x) + \text{accesorios} \quad (1)$$

Dónde:

$l$  = Largo (m)

$a$  = Alto (m)

$e$  = Espesor (mm)

$x$  = Factor de conversión (2.531)

$$Peso = (0.8 \times 0.9 \times 4 \times 2.531) + 7.72$$

$$Peso = 15 \text{ kg}$$

### **Material de la estructura**

Acero A36

$S_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

### **Diseño de la estructura lateral de 2 m. que soporta la cabina ergonómica**

Esta estructura (viga) es la que estará soportando mayores esfuerzos debido a que en esta se instalará la carga mayor y también es la que permitirá el desmontaje

parcial de la cabina con el fin de ingresar puestos de trabajo a ser evaluados desde el punto de vista ergonómico.

### **Cálculo de la carga que soporta la viga**

Para determinar la carga que soporta la viga se sumaran todos los pesos que se aplican en ella.

### **Peso panel lateral de la cabina**

$$A = b \times h \quad (2)$$

Dónde:

A: área [ $m^2$ ]

b: base [ $m$ ]

h: altura [ $m$ ]

Reemplazando se tiene:

$$A = 2 \times 2,35$$

$$A = 4,7 \text{ m}^2$$

$$W_1 = A \times \text{peso del poliuretano}$$

$$W_1 = 4,7 \text{ m}^2 \times 9,79 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_1 = 46,01 \text{ kgf}$$

### **Peso techo de la cabina**

$$W_2 = b \times h \times \text{peso del poliuretano} \quad (3)$$

$$W_2 = 2,5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 9,79 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_2 = 48,95 \text{ kgf}$$

### **Peso accesorios**

$$W_3 = \text{condensador} + \text{evaporador} + \text{caja eléctrica} + \text{vidrio} \quad (4)$$

$$W_3 = 40 \text{ kgf} + 40 \text{ kgf} + 6 \text{ kgf} + 15 \text{ kgf}$$

$$W_3 = 101 \text{ kgf}$$

### **Peso total aplicado sobre la viga**

$$WT = W_1 + W_2 + W_3 \quad (5)$$

$$WT = 46,01 \text{ kgf} + 48,95 \text{ kgf} + 101 \text{ kgf}$$

$$WT = 195,96 \text{ kgf} \times \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kgf}}$$

$$WT = 1922,37 \text{ KN}$$

Esta carga será distribuida en toda su longitud, por lo tanto:

$$w = \frac{WT}{L} \quad (6)$$

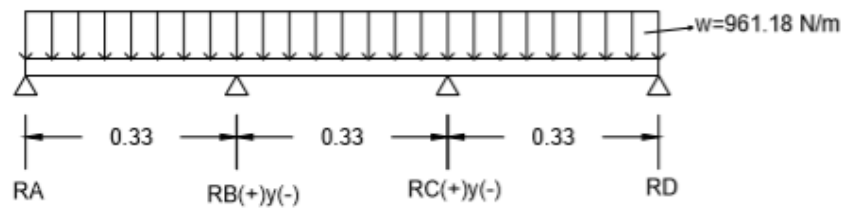
$$w = \frac{1922,37 \text{ KN}}{2 \text{ m}}$$

$$w = 961,18 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

## Diagramas de fuerza cortante y Momento flector

Esta viga es continua con tres tramos iguales apoyada sobre ruedas metálicas para que permita su movilización a los puestos de trabajo que van a ser evaluados; por lo tanto:

Cálculo de Reacciones para diagrama de cortante



$$R_A = 0.400 \times P \times L \quad (7)$$

Dónde:

$P$  = Carga uniforme distribuida

$L$  = Longitud del tramo

$$R_A = 0.400 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33 m$$

$$R_A = 126,88 N$$

Reacción B positiva

$$R_{B(+)} = 0.500 \times P \times L \quad (8)$$

$$R_{B(+)} = 0.500 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33 m$$

$$R_{B(+)} = 158,59 N$$

Reacción B negativa

$$R_{B(-)} = -0.600 \times P \times L \quad (9)$$

$$R_{B(-)} = -0.600 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33 \text{ m}$$

$$R_{B(-)} = -190,31 \text{ N}$$

Reacción C positiva

$$R_{C(+)} = 0.600 \times P \times L \quad (10)$$

$$R_{C(+)} = 0.600 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33 \text{ m}$$

$$R_{C(+)} = 190,31 \text{ N}$$

Reacción C negativa

$$R_{C(-)} = -0.500 \times P \times L \quad (11)$$

$$R_{C(-)} = -0.500 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,66 \text{ m}$$

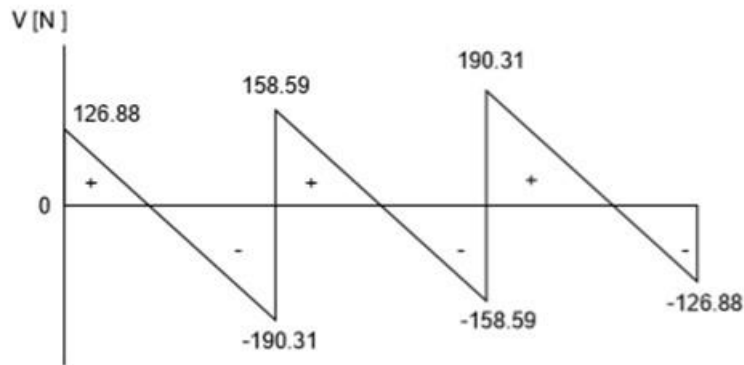
$$R_{C(-)} = -158,59 \text{ N}$$

$$R_D = -0.400 \times P \times L \quad (12)$$

$$R_D = -0.400 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33 \text{ m}$$

$$R_D = -126,88 \text{ N}$$

Gráficamente se tiene:



Cálculo de momentos para diagrama de momento flector:

$$M_A=0$$

Momento AB positivo

$$M_{AB(+)}=0.080 \times P \times L^2 \quad (13)$$

$$M_{AB(+)}=0.080 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33^2 m^2$$

$$M_{AB(+)}=8,37 Nm$$

Momento B negativo

$$M_{B(-)}=-0.100 \times P \times L^2 \quad (14)$$

$$M_{B(-)}=-0.100 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33^2 m^2$$

$$M_{B(-)}=-10,46 Nm$$

Momento BC positivo

$$M_{BC(+)}=0.025 \times P \times L^2 \quad (15)$$

$$M_{BC(+)}=0.025 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33^2 m^2$$

$$M_{BC(+)}=2,62 Nm$$

Momento C negativo

$$M_{C(-)} = -0.100 \times P \times L^2 \quad (16)$$

$$M_{C(-)} = -0.100 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33^2 m^2$$

$$M_{C(-)} = -10,46 Nm$$

Momento CD positivo

$$M_{CD(+)} = 0.080 \times P \times L^2 \quad (17)$$

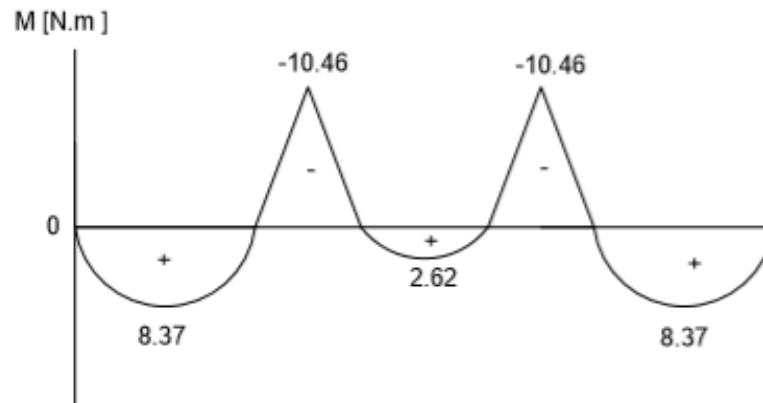
$$M_{CD(+)} = 0.080 \times 961,18 \frac{N}{m} \times 0,33^2 m^2$$

$$M_{CD(+)} = 8,37 Nm$$

Momento D

$$M_D = 0$$

Gráficamente se tiene:



Una vez determinado el momento máximo se procede al cálculo del módulo de sección, el mismo que permitirá seleccionar en el catálogo de Dipac un perfil que satisfaga las condiciones del diseño.

$$S_y = \frac{M_{\text{máx}}}{S_x} \quad (18)$$

Dónde:

$S_y$  = Esfuerzo de fluencia del material A36



$M_{m\acute{a}x}$  = Momento flector máximo

$S_x$  = Módulo de sección

Despejando  $S_x$  de la ecuación 18 se tiene:

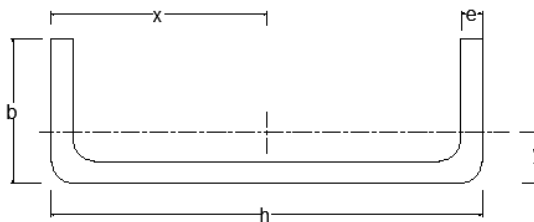
$$S_x = \frac{M}{S_y}$$

$$S_x = \frac{10,46 \text{ N} \cdot \text{m}}{248,193 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$S_x = 4,21 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \times \frac{100^3 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3}$$

$$S_x = 0,042 \text{ cm}^3$$

Con este módulo de sección en catálogo Dipac (Anexo 2), el perfil seleccionado es C80x40x2 cuyo  $S_x = Wy = 1,68 \text{ cm}^3$ ; se escoge esta sección porque el perfil estará en la posición que muestra la figura 9, la carga estará uniformemente distribuida en todo el largo del perfil y el espesor del panel de poliuretano con el que se cuenta para la construcción de las paredes de la cabina ergonómica es de 80mm de espesor.



**Figura 9.** Perfil seleccionado

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** El investigador

Para garantizar el diseno se calcula la rigidez de este perfil observando que la deflexión máxima sea menor a la  $\frac{L}{360}$  tal como lo explica la AISC.

Como la viga es continua con tres tramos iguales se procede a calcular en el tramo AB.

### Tramo AB

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{q L^3}{24 EI} \quad (19)$$

Dónde:

$y_{m\acute{a}x}$  = Deformación máxima

q = Carga

L = longitud

E = Módulo de elasticidad

I = Momento de inercia

Reemplazando se tiene:

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{961,18 \times (0,33)^3}{24 \times (200 \times 10^9) \times (4,89 \times 10^{-8})}$$
$$y_{m\acute{a}x} = 1,15 \times 10^{-4} m = 0,015 cm$$
$$y_{m\acute{a}x} < \frac{L}{360} \quad (20)$$

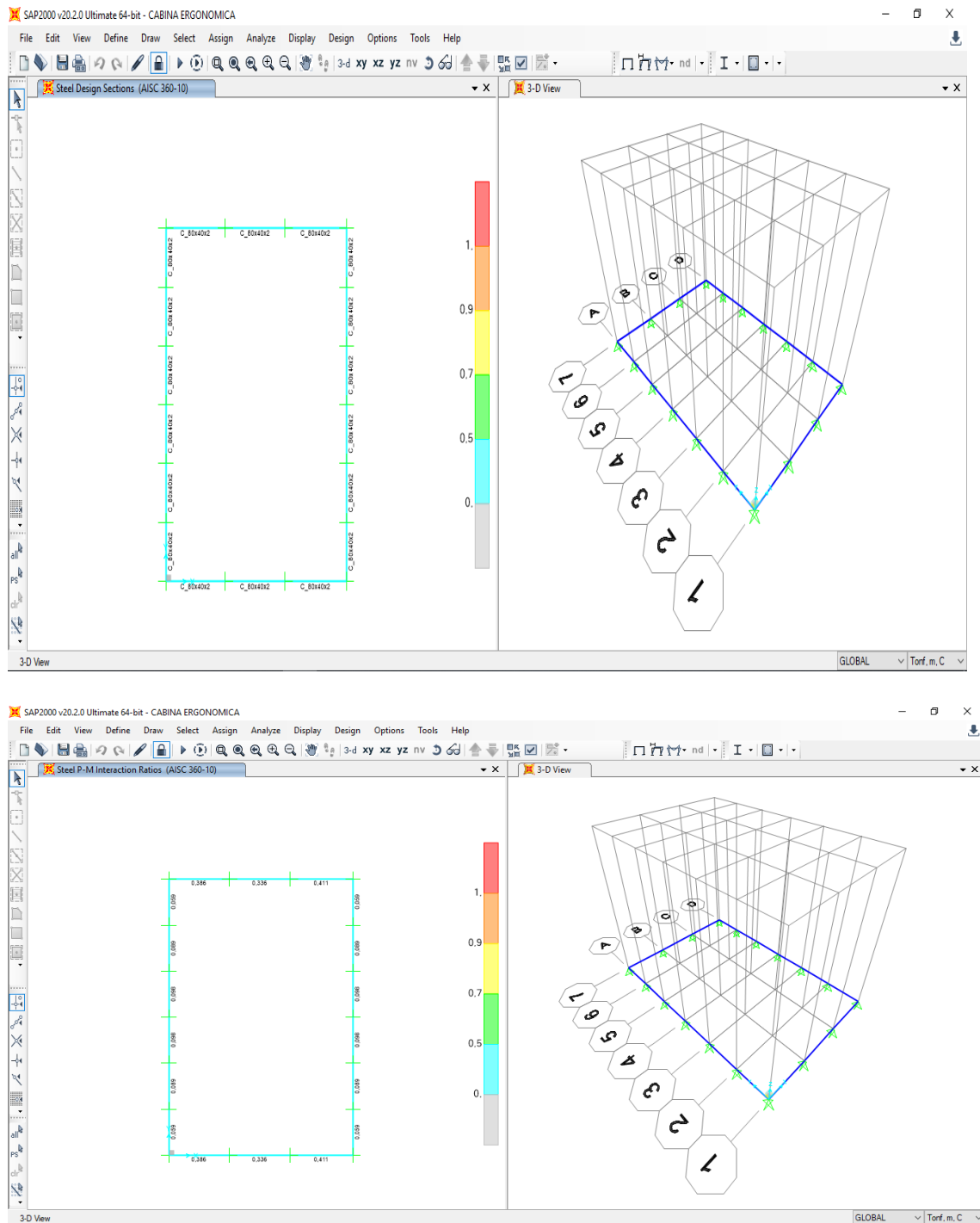
De acuerdo al Manual of steel construction comentary to chapter L sección L3 (AISC)

$$0,015 < \frac{66}{360}$$

$$0,015 < 0,18 \quad \text{Ok}$$

Por lo tanto, al cumplirse la condición de diseño; el perfil seleccionado cumple a satisfacción las cargas que transmitirá la cabina ergonómica multipropósito.

Para comprobar el diseño de la estructura que soporta la cabina ergonómica se realiza la simulación en el programa para estructuras metálicas SAP 2000.



**Figura 10.** Comprobación diseño de la estructura

**Fuente:** Programa SAP 2000

**Elaborado por:** El investigador

## **CONCLUSIONES**

- Los parámetros tomados en cuenta en el diseño de la estructura cumplen a satisfacción las cargas que transmite los paneles de poliuretano y los pesos de la unidad de climatización, montaje y manipulación de la cabina.
- El perfil A36 es fácil de encontrar en el mercado y cumple los parámetros de resistencia y rigidez en función de las cargas tomadas en cuenta en los cálculos realizados, garantizando el normal funcionamiento de la cabina.
- Con el programa SAP 2000 se evidencia que el perfil C80x40x2 mm cumple satisfactoriamente con las cargas aplicadas, ya que se encuentran en la zona amaranta que corresponde al rango de 0 a 0,5.

## **RECOMENDACIONES**

- Respetar los parámetros de diseño contemplados en la propuesta de este proyecto de titulación; además, manipular adecuadamente la cabina con el fin de no dañar las uniones de las esquinas de los paneles de poliuretano.
- En el caso de cambiar el perfil C80x40x2, reemplazarlo con uno de mayor área o inercia.
- Comprobar con un programa para estructuras metálicas observando que no se trabaje en el rango mayor o igual a 1.

## BIBLIOGRAFÍA

**Dendarrieta, J. 2011.** *Análisis y evaluación ergonómica de la cabina de conducción de un tren de alta velocidad.* [ed.] Universidad de Zaragoza. Zaragoza : Centro politécnico superior Universidad de Zaragoza, 2011. pág. 44.

**Mondelo, Pedro, y otros. 2004.** *Ergonimia 1 Fundamentos.* Barcelona : Universidad Politecnica de Catalunya, 2004.

**Oborne, David. 2003.** *Ergonomía en acción: La adaptación del medio de trabajo al hombre.* Mexico : Trillas, 2003.

**Panero, Julius y Zelnik, Martin. 2009.** *Las dimensiones humanas en los espacios interiores.* Barcelona : s.n., 2009.

**Parot, Françoise y Doron, Roland. 2007.** *Diccionario Akal de psicología.* Madrid : Mostoles, 2007.

**SEMAC. 2018.** Ergonomía . <http://www.semac.org.mx>. [En línea] 20 de Agosto de 2018. <http://www.semac.org.mx/index.php/ergonomia.html>.

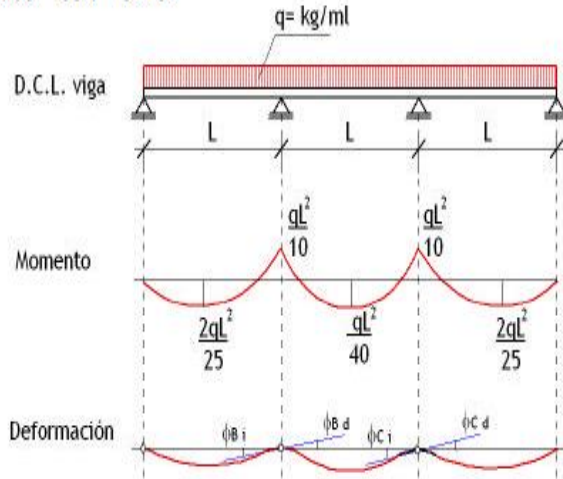
**SINERCO. 2010.** *Buenas prácticas para el diseño ergonómico de una cabina en el sector metal.* [ed.] UGT Comisión ejecutiva confederal. Madrid : Secretaría de Salud laboral y medio ambiente, 2010. pág. 130.

**Universidad de Cartagena. 2015.** *Manual de Análisis de aguas.* Cartagena : s.n., 2015.

## ANEXOS

### DIAGRAMA DE CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA Y TRAMOS

VIGA CONTINUA DE TRES TRAMOS CON CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA.

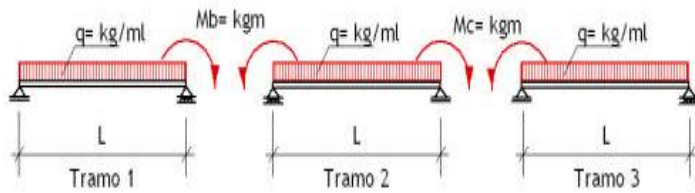


Considerando que las tangentes trazadas en los apoyos centrales generan ángulos iguales en el lado izquierdo y en el lado derecho pero de signo contrario, por lo tanto se deduce que

$$\phi_{B \text{ izquierdo}} = -\phi_{B \text{ derecho}} \text{ por ángulos opuestos por el vértice}$$

$$\phi_{C \text{ izquierdo}} = -\phi_{C \text{ derecho}} \text{ por ángulos opuestos por el vértice}$$

Se descompone la viga en sus tres tramos y éstas a su vez se descomponen en vigas que en conjunto equivalen a la viga inicial.

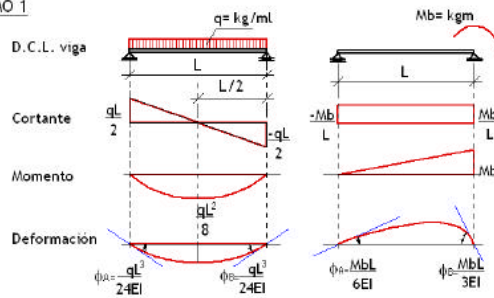


#### TRAMO 1

a.- Viga simplemente apoyada con carga uniformemente repartida.

b.- Viga simplemente apoyada con momento aplicado en el extremo derecho (Mb).

#### TRAMO 1



## ANEXO 2

### CATÁLOGO DIPAC (PERFIL U)

#### Perfil estructural "U"

Perfil estructural de acero laminado en caliente en forma de "U", norma de fabricación NTE INEN 1623; Calidad ASTM A36 - SAE J 4031008; disponible en presentación de Acero Negro y Galvanizado, lo puedes encontrar en espesores desde 2mm hasta 12mm y se despacha en largos estándar de 6 metros, otras longitudes se puede trabajar bajo pedido. Este tipo de perfil estructural tiene varios usos: Vigas, Columnas y armado de estructuras para cubiertas. Cotiza perfil "U" u otros perfiles estructurales ahora.

#### Especificaciones Generales

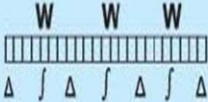
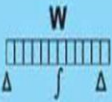
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6,0m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1,5mm hasta 12,0mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm <sup>2</sup>	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				Ix	Iy	Wx	Wy	Ix	Iy
	mm	mm	mm				cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
C 50 x 25 x 2	50	25	2	1,45	1,87	0,72	7,06	1,13	2,83	0,63	1,94	0,72
C 50 x 25 x 3	50	25	3	2,09	2,7	0,77	9,7	1,57	3,88	0,91	1,89	0,76
C 60 x 30 x 2	60	30	2	1,77	2,26	0,85	12,5	2,00	4,16	0,93	2,35	0,94
C 60 x 30 x 3	60	30	3	2,56	3,3	0,89	17,5	2,84	5,85	1,34	2,31	0,93
<b>C 80 x 40 x 2</b>	<b>80</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>2,40</b>	<b>3,07</b>	<b>1,09</b>	<b>30,8</b>	<b>4,89</b>	<b>7,71</b>	<b>1,68</b>	<b>3,17</b>	<b>1,26</b>
C 80 x 40 x 3	80	40	3	3,37	4,3	1,14	43,9	7,01	11,1	2,75	3,12	1,23
C 80 x 40 x 4	80	40	4	4,56	5,87	1,19	55,4	8,92	13,9	3,17	3,07	1,23
C 80 x 40 x 5	80	40	5	5,55	7,18	1,23	65,49	10,62	16,37	3,83	3,02	1,21
C 80 x 40 x 6	80	40	6	6,49	8,42	1,28	74,18	12,1	18,54	4,44	2,96	1,19
C 100 x 50 x 2	100	50	2	3,02	3,87	1,34	61,5	9,72	12,3	2,66	3,99	1,58
C 100 x 50 x 3	100	50	3	4,45	5,7	1,39	88,5	14,1	17,7	3,89	3,94	1,57
C 100 x 50 x 4	100	50	4	5,81	7,47	1,44	113	18,1	22,6	5,07	3,89	1,56
C 100 x 50 x 5	100	50	5	7,12	9,18	1,48	135	21,8	27,1	6,19	3,84	1,54
C 100 x 50 x 6	100	50	6	8,37	10,82	1,53	115,3	25,14	31,05	7,24	3,79	1,52



**ANEXO 3**  
**CATALOGO PANEL POLIURETANO**

S		K			R			Peso panel Kg/m <sup>2</sup>													
									Cal. 28/28	W=Kg/ m <sup>2</sup>	40	60	80	100	120	150	40	60	80	100	120
Pulg.	mm	Kcal/ m <sup>2</sup> h°C	Watt/ m <sup>2</sup> °C	BTU/ pie <sup>2</sup> h°F	m <sup>2</sup> h°C/ Kcal	m <sup>2</sup> °C/ Watt	pie <sup>2</sup> h°F/ BTU														
3"	80	0.22	0.26	0.05	4.55	0.05	22.10	0.70	f=	6.00	5.20	4.65	4.25	3.00	3.05	5.52	4.50	4.00	0.70	0.05	2.00
4"	100	0.18	0.21	0.04	5.56	4.76	27.13	10.59	f=	7.00	5.80	5.15	4.75	4.30	3.70	6.03	4.90	4.45	4.10	3.75	3.20
5"	125	0.15	0.18	0.03	6.67	5.56	32.55	11.54	f=	8.10	6.52	5.80	5.35	4.83	4.12	8.05	6.46	5.01	4.60	4.21	3.58
6"	150	0.12	0.14	0.02	8.33	7.14	40.69	12.49	f=	9.00	7.16	6.35	5.88	5.27	4.49	9.95	7.90	5.58	5.10	4.58	3.95

La tabla se da como guía, no incluye las presiones de aire que se generan en las cámaras frigoríficas.

Los valores indicados en las tablas corresponden a el claro/luz (f) permisible con la carga máxima uniformemente distribuida (W). Las longitudes han sido determinadas en ensayos prácticos de modo que garantizan una flecha  $f \leq l/200$  y un coeficiente de seguridad 3 respecto a la carga de ruptura, conforme a lo indicado en la norma UEAtc relativa a los paneles de sándwich que han sido elaboradas y son aplicadas por entidades europeas de certificación de primer orden.



**ANEXO 4**  
**UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN**



**Technical Data Sheet**

N/A

**Model:** CAJ9480ZMH

---

**Product Description**

<b>Application:</b>	MBP/HBP - Medium/High Back Pressure
<b>Refrigerant:</b>	R-404A
<b>Voltage/Frequency:</b>	220V - 60Hz
<b>Version:</b>	Standard



---

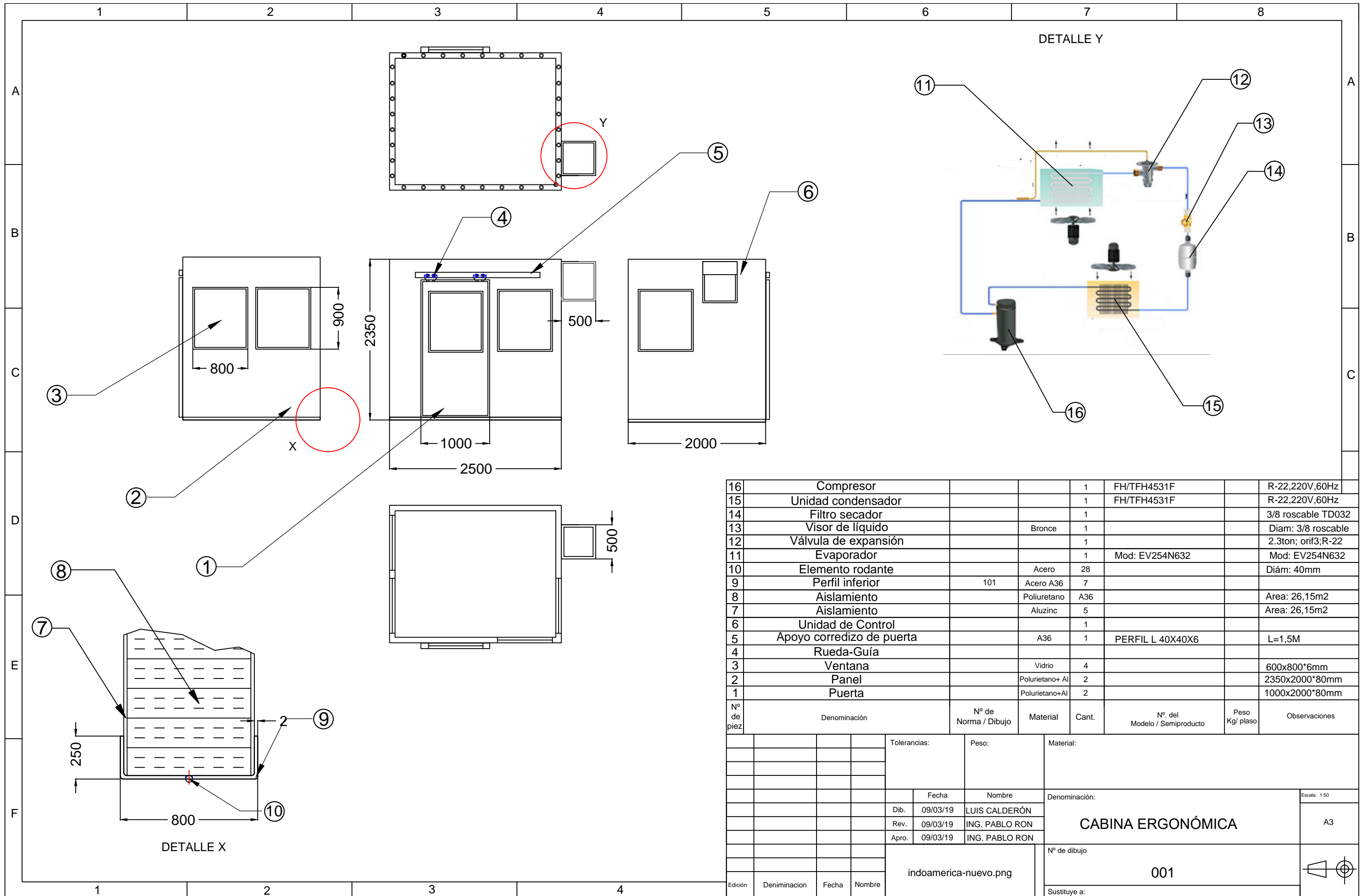
**Product Specifications**

*Mechanical*

<b>Weight:</b>	33
<b>Weight Unit of Measure:</b>	KG

*Electrical*

<b>Rated Load Amps (RLA 60 Hz):</b>	6.4
<b>Overload Type:</b>	EXTERNAL
<b>Relay Type:</b>	Potential Relay



Nº de pieza	Denominación	Nº de Norma / Dibujo	Material	Cant.	Nº. del Modelo / Semiproducto	Peso Kg/ pieza	Observaciones
16	Compresor			1	FH/TFH4531F		R-22,220V,60Hz
15	Unidad condensador			1	FH/TFH4531F		R-22,220V,60Hz
14	Filtro secador			1			3/8 roscable TD032
13	Visor de líquido		Bronce	1			Diam: 3/8 roscable
12	Válvula de expansión			1			2.3ton; orif3;R-22
11	Evaporador			1	Mod: EV254N632		Mod: EV254N632
10	Elemento rodante		Acero	28			Diám: 40mm
9	Perfil inferior	101	Acero A36	7			
8	Aislamiento		Poliuretano	A36			Area: 26,15m2
7	Aislamiento		Aluzinc	5			Area: 26,15m2
6	Unidad de Control			1			
5	Apoyo corredizo de puerta		A36	1	PERFIL L 40X40X6		L=1,5M
4	Rueda-Guía						
3	Ventana		Vidrio	4			600x800*6mm
2	Panel		Poluretano+Al	2			2350x2000*80mm
1	Puerta		Poluretano+Al	2			1000x2000*80mm

Tolerancias:		Peso:		Material:	
Fecha		Nombre		Denominación:	
Dib.	09/03/19	LUIS CALDERÓN		CABINA ERGONÓMICA	
Rev.	09/03/19	ING. PABLO RON			
Apro.	09/03/19	ING. PABLO RON			
Nº de dibujo				001	
Edición				Sustituye a:	
Denominación				indoamerica-nuevo.png	
Fecha				Escala: 1:50	
Nombre				A3	







## COSTOS DE LA ELABORACIÓN DE LA CABINA ERGONÓMICA

PROYECTO EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN DE CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPOSITO			18/10/2018
CANT	DETALLE	V/UNITARIO	TOTAL
	<b>MEDIDAS DE LA CÁMARA 2,00 LARGO x 2,50 ANCHO x 2,30 METROS DE ALTO</b>		
1	<b>EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN.</b> Unidad condensadora de 1, 5HP TECUMSEH . 208-230V para alta temperatura Para trabajar con GAS ECOLOGICO R 407 A no perjudicial al medio ambiente.	1.475,00	1.475,00
1	Evaporadores ECC 6A 252/13 de baja silueta silueta a -6°C de evaporación con descongelamiento eléctrico.		-
	<b>ACCESORIOS Y MONTAJE PARA EQUIPOS...-</b>  Para el montaje de los equipos se requieren: tubería y accesorios de cobre tipo L, válvula de expansión, solenoide, filtros secadores, indicador de líquido y humedad, suelda de plata, refrigerante, rubatex para aislar la tuberías, control digital, caja eléctrica de mando con breakers, contactores, protectores de voltaje, luces piloto, selectores de mando y otros.	800,00	800,00
1	Montaje de los equipos: conexión entre unidad y evaporador, instalación de filtros indicador de líquido, válvulas, prueba de fugas, vacío del sistema, conexiones eléctricas generales, instalación de desagües. calibración de temperaturas y puesto a punto.	800,00	800,00
		400,00	400,00
		<b>SUMAN</b>	<b>3.475,00</b>
		<b>12% IVA</b>	<b>417,00</b>
<b>VALOR OFERTA</b>			<b>3.892,00</b>