



FACULTAD DE INGENIERÍA



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



Tesis en opción al título de Ingeniero Mecánico.

Título: Diseño de las plataformas superior e inferior de un Elevador Móvil de Personal de tijeras de la empresa Oleohidráulica de Cienfuegos.

Autor: Alvaro Beltrán Brito

Tutor(es): Msc. Juan Gabriel Noa Águila

Ing. Ariel Cogollos Izaguirre

Cienfuegos, 2020

“Año 62 de la Revolución”

DEDICATORIA

- *A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes, entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.*
- *A mis amigos, por permitirme aprender más de la vida a su lado.*
- *A todos los que de una forma u otra colaboraron con este proyecto hasta lograrlo.*

AGRADECIMIENTOS

- A mis padres, en primer lugar, por su perseverancia durante toda mi carrera y sostenerme incondicionalmente para lograr este sueño.
- A mi novia, por el cariño y la paciencia que ha tenido durante todo este tiempo
- A mis tutores MSc. Juan Gabriel Noa y al Ing. Ariel Cogollos Izaguirre, por la confianza que depositaron en mí y compartir sus conocimientos para lograr con éxito este trabajo.
- A mis amigos, por apoyarme cuando más lo he necesitado, extender su mano en los momentos más difíciles y acompañarme siempre.
- A todas las personas que me ofrecieron su tiempo y apoyo para la realización de este trabajo.
- Muchas gracias a todos los que estuvieron siempre para mí.

Resumen:

En el presente trabajo se abordarán las etapas de diseño, modelado y simulación de una plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) de tijera, muy utilizadas actualmente para labores de mantenimiento y construcción. Para ello en un primer lugar se presentarán los conocimientos teóricos iniciales necesarios, tanto de la máquina a desarrollar como de los programas CAD, Autodesk Inventor 2017. Tras una etapa de búsqueda de información se definirá el diseño a desarrollar, definiendo tanto sus aptitudes como sus dimensiones. Posteriormente se procederá al modelado de cada una de las piezas, así como una explicación del ensamblaje de las mismas. Previo a la simulación dinámica se abordará una etapa de preparación en la que serán definidos todos aquellos aspectos y características necesarios como materiales, fuerzas, rozamientos, etc. Por último, se valorará de forma global el alcance de los objetivos de diseño y se presentará un presupuesto del trabajo realizado.

Palabras claves: Análisis, Diseño de tijera, Modelado. Plataforma Elevadora

Abstract.

Presently work the design stages will be approached, modeling and simulation of a platform mobile lifting of personal (PEMP) of scissor, very used at the moment for maintenance works and construction. For it in a first place the necessary knowledge theoretical initials will be presented, so much of the machine to develop as of the programs CAD, Autodesk Inventor 2017. After a stage of search of information, he/she will be defined the design to develop, defining as much their aptitudes as their dimensions. Later on you will come to the modeling one from each one of the pieces, as well as an explanation of the assembling of the same ones. Previous to the dynamic simulation a preparation stage will be approached in the one that you/they will be defined all those aspects and characteristic necessary as materials, forces, frictions, etc. lastly, will be valued in a global way the reach of the design objectives and a budget of the carried out work will be presented.

Key words: Analysis, scissor Design, Modeling. Plataform Lifting

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

Contenido

Introducción.....	2
Problema de Investigación	2
Hipótesis de la Investigación.....	2
Objetivo General.....	3
Objetivos específicos	3
Capítulo1: Búsqueda bibliográfica sobre el diseño de la Plataforma Elevadora de tijera. 5	
1.1 Historia de los elevadores.....	5
1.1.1 Edad Antigua.	5
1.1.3 Edad Media	7
1.1.4 El vapor como sistema de tracción.	8
1.2 Uso de las plataformas elevadoras de tijeras de tipo móvil a nivel mundial.	9
1.2.1Clasificaciones según el tipo de accionamiento, destino y movilidad.	10
1.3 Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).....	11
1.3.1 PEMP articulada o telescópica sobre camión (1b)	12
1.3.2 PEMP unipersonal (3a).	13
1.3.3 PEMP autopropulsadas articuladas o telescópicas (3b).....	13
1.3.4 PEMP de tijera autopropulsada (3a).....	14
1.3.5 Normas de obligado cumplimiento	15
1.3.6 Protecciones colectivas.....	16
1.3.7 Equipo de protección individual.....	17
1.4. Definición y características de las plataformas inferiores y superiores de la plataforma elevadora de tijera.	17
1.4.1 Plataforma de trabajo.....	18
1.4.2 Barandillas.....	19
1.4.3 Chasis.	19
1.5 Bombas hidráulicas características generales.	19
1.5.1 Bombas volumétricas.	21
1.6 Bomba utilizada en la plataforma elevadora de tijera de tipo móvil	22

1.7 Elevadora Móvil de Tijeras en la empresa Oleohidráulica de Cienfuegos.....	23
Capítulo 2: Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.....	25
2.1 Modelo matemático para la resolución de la estructura.	25
2.1.1 Equilibrio de cuerpos rígidos.....	25
2.1.2 Análisis de estructuras (Armaduras)	27
2.1.3 Método de los nodos.....	28
2.1.4 Método de las secciones	28
2.1.5 Armazones.....	29
2.1.6 Máquinas	30
2.2 Cálculo del sistema hidráulico de los cilindros que sirven de apoyo a la plataforma elevadora de tijeras ver figura 2.5.....	31
2.3 Cálculo de la tijera abierta de la plataforma elevadora de tijera de tipo móvil.	37
2.4 Cálculo de la tijera cerrada de la plataforma elevadora de tijera de tipo móvil.	39
2.5 Cálculo de las reacciones en los puntos de apoyo con la vista lateral de la plataforma elevadora de tijera.	41
2.6 Cálculo de las reacciones en los puntos de apoyo con la vista frontal de la plataforma elevadora de tijera.	43
2.7 Comprobación de la viga cuando el peso de la plataforma está cargado sobre uno de sus extremos. (Vista lateral)	44
2.8 Comprobación de la viga de la plataforma cuando el peso está cargado sobre uno de sus extremos. (Vista frontal)	45
2.9 Cálculo del vuelco de la plataforma elevadora de tijera.	47
Capítulo 3. Análisis de resultados.	50
3.1 Selección del perfil en la viga donde se encuentran los puntos de apoyo de la plataforma elevadora de tijera (Vista Frontal y Vista Lateral).....	50
3.2 Cálculo de la flecha de la viga donde se encuentran los apoyos de la Plataforma Elevadora de Tijera (Vista Frontal).....	55

3.3 Cálculo de la flecha de la viga donde se encuentran los apoyos de la Plataforma Elevadora de Tijera (Vista Lateral)	57
3.4 Determinación del costo de fabricación.	59
3.5 Componentes del Costo de Fabricación.....	60
<i>Conclusiones</i>	67
<i>Recomendaciones</i>.....	69
<i>Bibliografía</i>	71
<i>Anexos.</i>	73

- **INTRODUCCIÓN**

INTRODUCCIÓN

La Empresa "Oleohidráulica Cienfuegos", "José Gregorio Martínez Medina" situada en el 4 km de la carretera a Palmira en el municipio de Cienfuegos, ocupando un área de 1.2 Km². Inaugurada el 9 de octubre de 1964, comenzó sus labores en el montaje de motores diésel, conocida como "Fábrica de Motores diésel". A partir de 1975, modificó sus instalaciones para la fabricación de cilindros hidráulicos de simple y doble efecto. En años posteriores se introduce a la producción de mangueras hidráulicas, donde cambia de nombre a "Elementos Hidráulicos", en el año 2008 asume las producciones de Carpintería de Aluminio y Plástica de la empresa PLASTIMEC.

A la empresa Oleohidráulica de Cienfuegos la dirección del país le ha dado el cargo social de sustituir importaciones y producir una gama de equipos y dentro de ellos se encuentra la Plataforma Elevadora de Tijeras E Plataforma Elevadora Móvil de Personal de tijeras(PEMP) diseñada para trabajar en las labores de construcción, limpieza y mantenimiento en alturas mayores de 3 m . Este equipo constará con 5 cilindros hidráulicos cuya función es la elevación de la plataforma de trabajo de los operarios y 4 cilindros hidráulicos que se encuentran en la plataforma inferior del equipo con la función de estabilizar la estructura cuando esta se encuentra elevada. El departamento técnico no cuenta con un diseño adecuado de las plataformas superior e inferior que les permita fabricar un prototipo para su posterior evaluación y fabricación en serie según la demanda.

Problema de Investigación

No se cuenta con el diseño adecuado de las plataformas superior e inferior de un Elevador Móvil de Personal de tijeras.

Hipótesis de la Investigación

Si se realiza el diseño adecuado de las plataformas superior e inferior de un Elevador Móvil de Personal de tijeras. Permitirá a la empresa Oleohidráulica de Cienfuegos la fabricación de un prototipo para su posterior evaluación.

Objetivo General

El objetivo de este proyecto es el diseño de las plataformas superior e inferior de un Elevador Móvil de Personal de tijeras

Objetivos específicos

1 Consultar la normativa correspondiente a este tipo de máquinas para saber los criterios que se han de aplicar en la colocación de las cargas

2-Calcular el reparto de fuerzas en la estructura de las plataformas para diferentes posiciones de elevación.

3-Realizar el cálculo de resistencia de las uniones empleadas en la estructura

4- Realizar el cálculo y selección de los componentes del sistema hidráulico.

5- Realizar el análisis económico de los costos de fabricación de las plataformas superior e inferior.

- **CAPITULO I**

CAPITULO1: BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL DISEÑO DE LA PLATAFORMA ELEVADORA DE TIJERA.

1.1 Historia de los elevadores.

En la antigüedad para los trabajos de construcción se utilizaban mecanismos con poleas, rodillos y palancas, los cuales empleaban una enorme cantidad de gente. Datos antiguos evidencian, por ejemplo, para la construcción de la pirámide de Chopes (siglo XXII a.C.) de 147 metros de altura, se utilizó prismas de piedra de 90 toneladas de peso aproximado, con dimensiones de 9 x 2 x 2 metros cúbicos de tamaño. Se estima que su construcción duró 20 años y ocupó cerca de cien mil personas permanentemente.

Primitivamente el humano utilizaba lianas, correas de cuero o fibras de papiro, para arrastrar las cargas.

1.1.1 Edad Antigua.

Hacia 1550 a. C. en Egipto y Mesopotamia se generaliza el empleo del shadoof, este mecanismo se basa en la ley de la palanca, donde su funcionamiento consistía en montar sobre una columna fija una palanca de dos brazos alrededor de un eje, el cual puede girar en dirección horizontal [2].

Cuando el hombre empezó a utilizar más de un piso de un edificio, se han ido ideando varios sistemas para el transporte vertical. Desde las formas más primitivas como grúas movidas por animales hasta plataformas de elevación en la Antigua Roma.



Figura 1.1 Dispositivo de elevación consistente en una pértiga y un contrapeso en Egipto, siglo XII a.C.

Fuente: (E & A, 2007)

El periodo Greco – Romano

El periodo grecorromano (siglo X a.C. a siglo V d.C.) es una etapa de gran evolución respecto a la tecnología de elevación. Se realiza la descomposición de fuerzas con la ayuda de los polipastos. El polipasto se compone de una polea fija y otra polea sujeta al objeto a desplazar.



Figura 1.2 Esquema de un polipasto de dos rodillos.

Fuente: (Gonzales, 2006)

Los principales inventores griegos de este periodo son: Ctesibio, padre de la hidráulica; Arquímedes, descubridor del tornillo sinfín; y Herón de Alejandría, inventor de la polea compuesta.

Ctesibio vivió en Alejandría hacia 270 a.C. Fabricó el primer cilindro provisto de émbolo, al cual se considera la primera bomba de pistón. Fue el primero en utilizar una rueda dentada además de usar muelles de bronce como medio de acumulación de energía.

Arquímedes (287 – 212 a.C.) descubrió las leyes de la palanca. Este griego, creó un sistema teórico sobre la multiplicación de la fuerza que se consigue con la palanca, el efecto de la cuña y la utilización del plano inclinado y de la polea. Desarrolló una extensa teoría acerca de los polipastos con las transmisiones de fuerza.

Herón de Alejandría (siglo I d.C.) dio un impulso importante a varias técnicas relacionadas con la elevación. En su obra Mecánica, además de la cuña, el tornillo y la rueda con un eje, describe la polea compuesta. Todos se basan en el mismo principio de la palanca: una pequeña fuerza que actúa desde una pequeña distancia. También Herón describió los trenes de engranajes, aunque su utilidad fue muy limitada debido a las pérdidas de potencia resultantes de los primitivos métodos de construcción.

En la antigua Roma el ascensor era ya conocido. Según la documentación hallada sobre el ascensor instalado en el Palacio de Nerón, la cabina estaba construida con madera de sándalo oloroso, estaba suspendida de un cable de cáñamo y guiada por cuatro carriles de madera dura. [2]

1.1.3 Edad Media

Periodo comprendido del siglo V d.C. a XVII d.C.; no existe evidencia de innovaciones en cuanto a instalaciones de elevación que varíen con las antiguas. Existe un desarrollo de la navegación, el comercio y la industria por lo que se empleaban máquinas de elevación accionadas por animales.

Leonardo da Vinci (1452 – 1519) es un pintor, científico, escritor, poeta, filósofo, ingeniero, músico. Este gran inventor buscaba dar solución a problemas creando maquinaria y equipo técnico. Construyó una grúa móvil empleada para trabajos de construcción, o una excavadora flotante de cangilones para remover el lodo que impedía el tránsito por ríos y canales. A medida que creaba nuevas máquinas, debía dar solución a ciertos problemas, con lo cual inventa nuevos elementos de maquinaria como engranes helicoidales, cadenas articuladas, cojinetes de rodillos, así como rodamientos axiales.

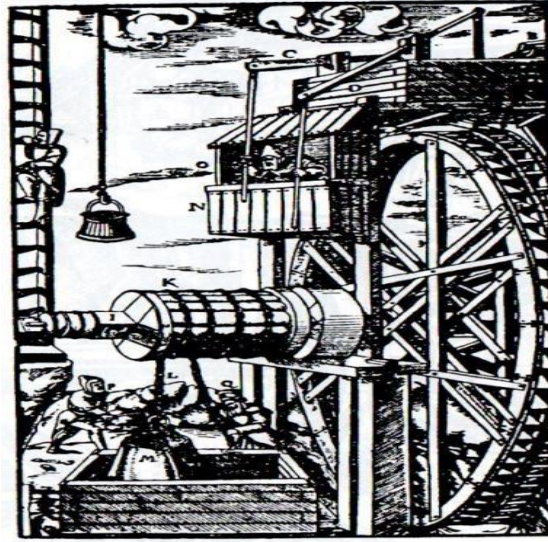


Figura 1.3 Máquina de elevación accionada mediante una rueda hidráulica.

Fuente: (E & A, 2007)

En 1780, Oliver Evans inventa en los Estados Unidos el elevador, un ascensor para el transporte continuo de cargas en molinos o en minas, para la descarga de bloques o llenar los silos. El principio de funcionamiento es una cadena sin fin, de la cual se sujetan cangilones a intervalos continuos.

1.1.4 El vapor como sistema de tracción.

Con el invento de la máquina de vapor por James Watt, se comenzó a considerar la utilización de este tipo de energía para los dispositivos de elevación, aplicándose por primera ocasión para subir el mineral desde el fondo de una mina de carbón, hacia el año 1800.

En el siglo XIX, aparecen grúas movidas por máquinas de vapor que se usaban para el transporte vertical de carga, ocasionalmente de personas.

En 1850, en Estados Unidos se utiliza por primera vez un montacargas movido por vapor, junto con un sistema corona y tornillo sin fin para mover un gran tambor de arrollamiento. Sin embargo, es en 1811 cuando Elisha Graves Otis

presenta su ascensor seguro en el Palacio de Cristal de Nueva York, marcando el comienzo del empleo de ascensores para personas en edificios, con la instalación del ascensor en los Almacenes E. V. Haughwout & Company en Nueva York, con el cual aseguró la aceptación por parte de arquitectos e ingenieros.



Figura 1.4 Primer ascensor para personas en el Palacio de Cristal de Nueva York.

Fuente: (E & A, 2007)

1.2 Uso de las plataformas elevadoras de tijeras de tipo móvil a nivel mundial.

El desarrollo tecnológico de las últimas décadas ha dado lugar al surgimiento de una nueva rama dentro de la industria del acceso, cuya misión es el diseño y construcción de equipos para facilitar la realización de trabajos de montaje, mantenimiento y reparación en lugares de difícil acceso en las más disímiles condiciones.

En el mercado podemos encontrar elevadores de tijera de muchos tipos algunos de ellos los mostramos a continuación.



Figura 1.5 Imágenes de elevadores de tijeras comerciales. Fuente: (Evan, s.f)

Se ha escogido una grúa de este tipo ya que supone una gran ayuda para trabajos de elevación de cargas pesadas y de grandes dimensiones. Algunas de las características que reúnen este tipo de máquinas son las siguientes:

Este tipo de elevadores pueden ser de posición fija y de movimiento como la presentada en este trabajo. Se puede aumentar o disminuir la altura de trabajo con gran facilidad. Se trata de una máquina de gran rigidez, esto da al operario una mayor sensación de seguridad que resulta en un trabajo más eficaz. A la hora de alcanzar la altura de trabajo, en esta plataforma sólo es necesario accionar el sistema hidráulico para elevar las estructuras de tijera; sin embargo, en los andamios convencionales hay que subir unas escaleras con los consecuentes riesgos: de caída y de golpeo con elementos de los andamios para los trabajadores.

A juzgar por la cantidad de productos desarrollados en las últimas décadas la industria del acceso continúa siendo un área de expansión rápida. En la actualidad en el mundo existe una amplia diversidad de prototipos de elevadores con diferentes fines, los cuales se pueden clasificar según:

1.2.1 Clasificaciones según el tipo de accionamiento, destino y movilidad.

Tipo de accionamiento

- Hidráulicos
- Telescópicos

- De tijeras
- Mecánicos
- De engranes
- De polipastos

Según el destino

- Para elevación de cargas pesadas.
- Para la realización de trabajos ligeros de mantenimiento y reparación de edificaciones.
- Para salvar barreras arquitectónicas que afectan a personas minusválidas.

Según la posibilidad del movimiento

- Autopropulsados
- De arrastre
- Estacionarios

1.3 Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).

A continuación, se presentan de forma general aquellas que son más utilizadas y conocidas a día de hoy en el sector del mantenimiento y construcción:

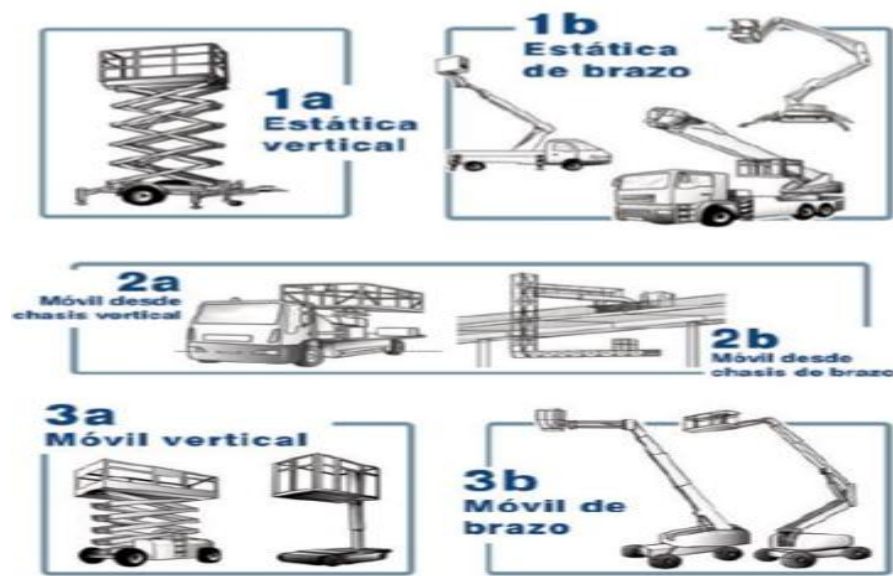


Figura 1.6 Tipos de PEMP. (Plataformas elevadoras móviles de personal, 2015)

1.3.1 PEMP articulada o telescópica sobre camión (1b)

La principal característica técnica de este tipo de PEMP es su capacidad para alcanzar alturas de trabajo muy elevadas (incluso más de 100 metros), pudiendo a su vez rotar 360 grados respecto del eje que le ancla al chasis del camión, evitando así la necesidad de orientar el camión de una determinada forma concreta. Debido a estas capacidades citadas su uso se extiende a labores de construcción, reparación y mantenimiento de tendidos eléctricos, parques eólicos, etc. (PEMP, s.f)



Figura 1.7. PEMP telescópica sobre camión. (PEMP, s.f)

1.3.2 PEMP unipersonal (3a).

Se trata de la PEMP más pequeña en cuanto a volumen de espacio que necesita para trabajar, así como la más ligera y manejable, por ello su principal uso se designa para trabajos de interior en alturas no muy elevadas. Se caracteriza por un sistema de elevación vertical y como su propio nombre indica su uso queda restringido a un único operario por motivos de espacio sobre su plataforma de trabajo. (PEMP, s.f)



Figura 1.8. PEMP unipersonal. (PEMP, s.f)

1.3.3 PEMP autopropulsadas articuladas o telescópicas (3b).

Se trata de una PEMP utilizada principalmente para labores de difícil acceso en las que se necesita alcanzar alturas elevadas (del orden de 60 metros). Del mismo modo que el tipo anterior, el sistema de autopropulsión puede estar constituido por motor de combustión interna alternativo o eléctrico por medio de baterías. La transmisión puede ser de tracción media o integral. (PEMP, s.f)



Figura 1.9. PEMP autopropulsada telescópica. (PEMP, s.f)

1.3.4 PEMP de tijera autopropulsada (3a).

Se trata de la PEMP de estudio en éste trabajo, se caracteriza por una elevación vertical respecto al chasis pudiendo alcanzar alturas máximas de 25 metros. Al disponer de una plataforma de trabajo normalmente amplia, puede ser utilizado por varios operarios a la vez, así como elevar grandes cantidades de material en caso de que éste fuera necesario para realizar la tarea para la que se está utilizando. Suele utilizarse para mantenimiento, construcción, instalaciones, etc. El sistema de autopropulsión puede estar constituido por motor de combustión interna alternativo o eléctrico por medio de baterías. La transmisión puede ser de tracción media o integral. (PEMP, s.f)



Figura 1.10. PEMP de tijera autopropulsada. (PEMP, s.f)

1.3.5 Normas de obligado cumplimiento

A continuación, se exponen las normas de uso y mantenimiento más relevantes:

1. Queda prohibido el uso de la plataforma para finalidades distintas al desplazamiento de personas, herramientas y equipos en el lugar de trabajo.
2. Está prohibido subir o bajar de la plataforma cuando ésta se encuentre en movimiento.
3. Queda prohibida la manipulación y la desactivación de cualquiera de los dispositivos de la máquina.
4. Está prohibido sobrepasar la carga máxima y el número máximo de personas autorizado por el fabricante.
5. Queda prohibido el uso de plataformas en situaciones de tormenta eléctrica.
6. Está prohibido realizar cualquier tipo de movimiento cuando la visibilidad sea nula.
7. Está prohibido alargar el alcance de la plataforma con medios auxiliares, como escaleras o andamios.
8. Está prohibido sujetar la plataforma a estructuras fijas.
9. En caso de quedar enganchados accidentalmente a una estructura, no se deben forzar los movimientos para liberarla y hay que esperar auxilio desde tierra.
10. No está permitido colocarse entre los elementos de elevación de la máquina.
11. Cuando se utilicen plataformas elevadoras sobre carriles, deben tener una buena nivelación, cimentación y alineación, y topes en sus extremos. Los traslados deben realizarse sin trabajadores en la plataforma.
12. Está prohibido utilizarla fuera de los usos que impone el fabricante.
13. Cuando se trabaje sin luz, hay que disponer de un proyector autónomo orientable para iluminar la zona de trabajo y de una señalización

luminosa en tierra. Al finalizar el trabajo, verificar la total inmovilización de la máquina.

14. Utilizar siempre todos los sistemas de nivelación o estabilización de los que se dispone.
15. Evitar salientes, zanjas o desniveles, y en general situaciones que aumenten la posibilidad de volcar.
16. Acceder a la plataforma por las vías de acceso previstas por el fabricante, nunca por la estructura.
17. Accionar los controles lenta y uniformemente, para conseguir suavidad en la manipulación de la plataforma.
18. Utilizar el arnés de seguridad en el interior de las plataformas articuladas o telescópicas, para evitar salir despedido o proyectado en caso de choque.

1.3.6 Protecciones colectivas

- ✓ Accionar la plataforma con la barra de protección colocada o la puerta cerrada.
- ✓ Siempre es necesario mantener libre el radio de acción de la plataforma.
- ✓ Además del operador de la plataforma, ha de haber otro operador a pie de máquina con el fin de:
 1. Intervenir rápidamente si fuese necesario.
 2. Utilizar los mandos en caso de accidente o avería.
 3. Vigilar y evitar la circulación de las máquinas y peatones en torno a la máquina.
 4. Guiar al conductor si fuese necesario.
- ✓ Para prevenir el riesgo de caída de objetos a terceros, la zona inferior del terreno deberá, señalizarse impidiendo así el paso.

1.3.7 Equipo de protección individual

Los equipos de protección individual que cada operario deberá emplear, cuando se encuentre realizando trabajos con el elevador.

1 Casco.

2 Calzado de seguridad.

3 Arnés.

1.4. Definición y características de las plataformas inferiores y superiores de la plataforma elevadora de tijera.

Antes de dar a conocer las piezas que componen el sistema de elevación de la PEMP resulta esencial conocer las partes principales de este tipo de máquinas, así como una visión ya más concreta de la máquina que se va a desarrollar a lo largo del escrito. La máquina que a continuación se presenta se trata de un modelo comercial llamado 6RS de la empresa JLG, el cual ha servido de inspiración para el diseño. Sobre ella se indican de forma general las piezas de las que se compone, así como una explicación general de las mismas.

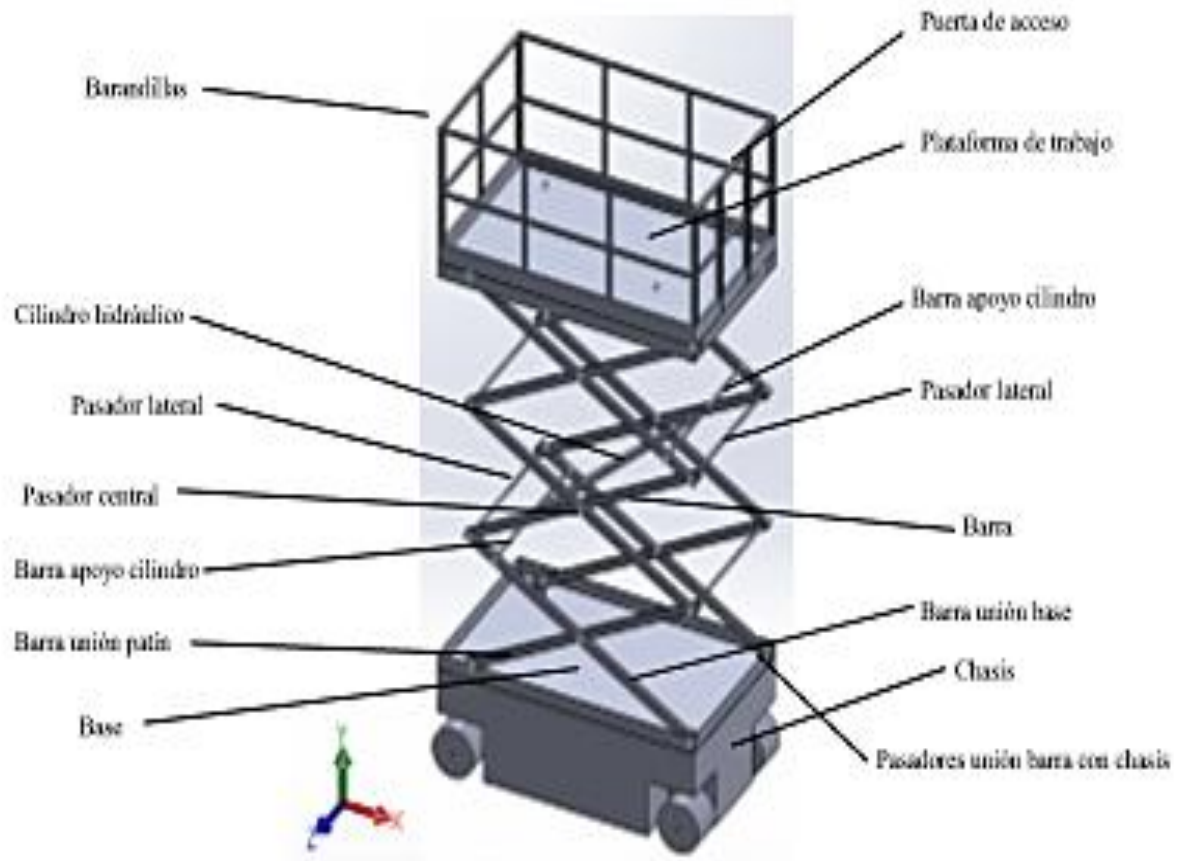


Figura 1.11. Partes generales PEMP de tijera (JLG, 2015)

1.4.1 Plataforma de trabajo.

Se trata de la plataforma sobre la que los operarios de la máquina realizan su trabajo. Dicha superficie suele estar ligeramente inclinada para evitar la posible acumulación de agua sobre la misma, así como para permitir que el agua sea evacuada de la máquina de forma premeditada evitando que llegue a entrar en contacto con los elementos delicados del mecanismo. Existen plataformas que poseen la capacidad de poder deslizarse una cierta longitud hacia los lados para evitar así tener que mover toda la máquina en cuestión si no se alcanza la zona deseada sobre la horizontal del plano de trabajo de la superficie. (Maldonado, Diseño de una Plataforma Elevadora de tijeras, 2015)

1.4.2 Barandillas.

Se trata de un elemento de seguridad para garantizar la integridad del operario de la máquina. Suelen contar con una entrada y salida por medio de una puerta integrada en el propio perímetro de la barandilla. (Maldonado, Diseño de una Plataforma Elevadora de tijeras, 2015)

1.4.3 Chasis.

Parte inferior de la maquina en la que se encuentra integrada la placa base inferior y por tanto la que soporta la carga de la misma. Podemos encontrar dentro de las PEMP chasis autopropulsados, aquellos que son empujados, y los remolcados por otra máquina. Puede estar situado sobre diferentes sistemas como ruedas, orugas, sobre el suelo directamente, cadenas, etc.

Es posible también encontrar sistemas integrados en el propio chasis cuyo objetivo es aumentar la estabilidad de la máquina cuando ésta se encuentra en posición de trabajo como por ejemplo estabilizadores hidráulicos laterales. (Maldonado, Diseño de una Plataforma Elevadora de tijeras, 2015)

1.5 Bombas hidráulicas características generales.

Existen dos categorías fundamentales para las turbomáquinas, Bombas y Turbinas, la palabra bomba es un término general para cualquier máquina de flujo que añade energía al fluido. Algunos autores llaman a los equipos de bombeo como dispositivos absolvedores de energía. El incremento de la energía del fluido se traduce en un aumento de la presión. Las turbinas por otro lado son dispositivos que producen energía, estos extraen energía del fluido y transforman la mayor parte de la energía en forma mecánica, el fluido a la salida de la turbina sufre pérdidas energéticas, típicamente en forma de presión (Mott, 2006); (Zubicaray, 2005); (Ramírez, 2012). El propósito de una bomba es añadir energía al fluido, resultando en un incremento en su presión, pero no necesariamente en la velocidad del fluido. Por tanto, las máquinas de flujo que mueven líquido son llamadas bombas, aunque existe por ejemplo otro nombre para las máquinas que manejan gases (Ventiladores) caracterizándose por su

baja presión y grandes volúmenes de flujo manejado (Robles, 1997; Pérez, 2004; García, 2003). Son varios los criterios a usar para la clasificación (Solo Existen dos categorías fundamentales para las turbomáquinas, Bombas y Turbinas, la palabra bomba es un término general para cualquier máquina de flujo que añade energía al fluido. Algunos autores llaman a los equipos de bombeo como dispositivos absolvedores de energía. El incremento de la energía del fluido se traduce en un aumento de la presión. Las turbinas por otro lado son dispositivos que producen energía, estos extraen energía del fluido y transforman la mayor parte de la energía en forma mecánica, el fluido a la salida de la turbina sufre pérdidas energéticas, típicamente en forma de presión (Mott, 2006; Mott, 1996; Zubicaray, 2005; Ramírez, 2012).

El propósito de una bomba es añadir energía al fluido, resultando en un incremento en su presión, pero no necesariamente en la velocidad del fluido. Por tanto, las máquinas de flujo que mueven líquido son llamadas bombas, aunque existe por ejemplo otro nombre para las máquinas que manejan gases (Ventiladores) caracterizándose por su baja presión y grandes volúmenes de flujo manejado (Robles, 1997; Pérez, 2004; García, 2003). Son varios los criterios a usar para la clasificación (Soler, 2009).

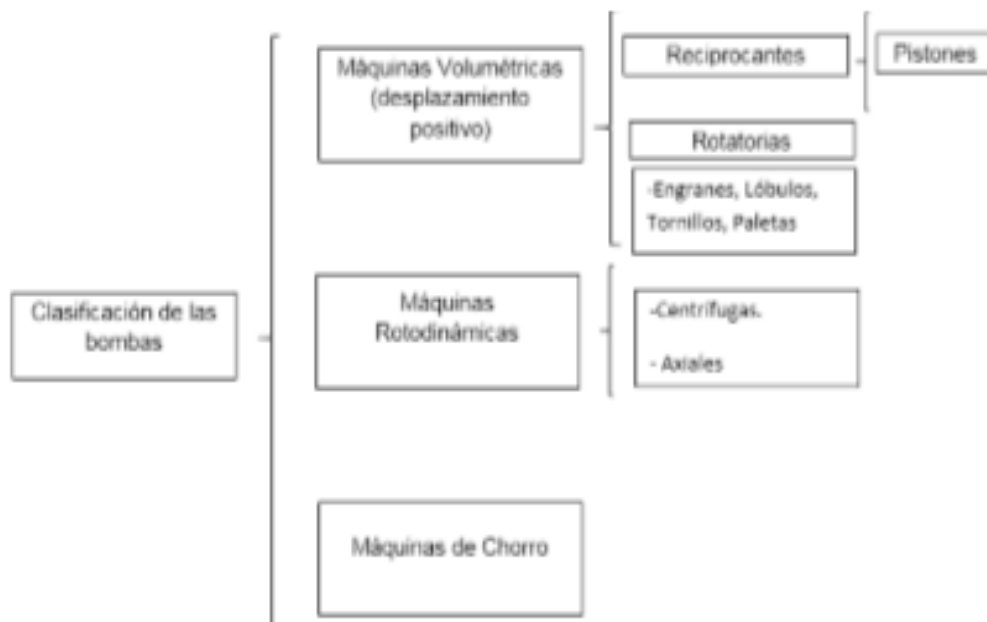


Figura 1.12 Representa la clasificación de las bombas atendiendo a su funcionamiento.

Fuente: (Borges, 2017)

1.5.1 Bombas volumétricas.

Ecuaciones fundamentales Las bombas de desplazamiento positivo han sido diseñadas a lo largo de los siglos, en cada diseño el volumen es expandido y comprimido dentro de la cámara. Algunos diseños son muy simples, otros por su parte son un poco más complejos empleando elementos rotatorios. Se pueden encontrar bombas de émbolos, engranes, paletas, tornillos etc. (Heras, 2011) (Figura 1. 13). Las bombas de desplazamiento positivo son ideales para aplicaciones de alta presión, para el bombeo de líquidos viscosos, así como aplicaciones donde se precisan una cierta cantidad de flujo.

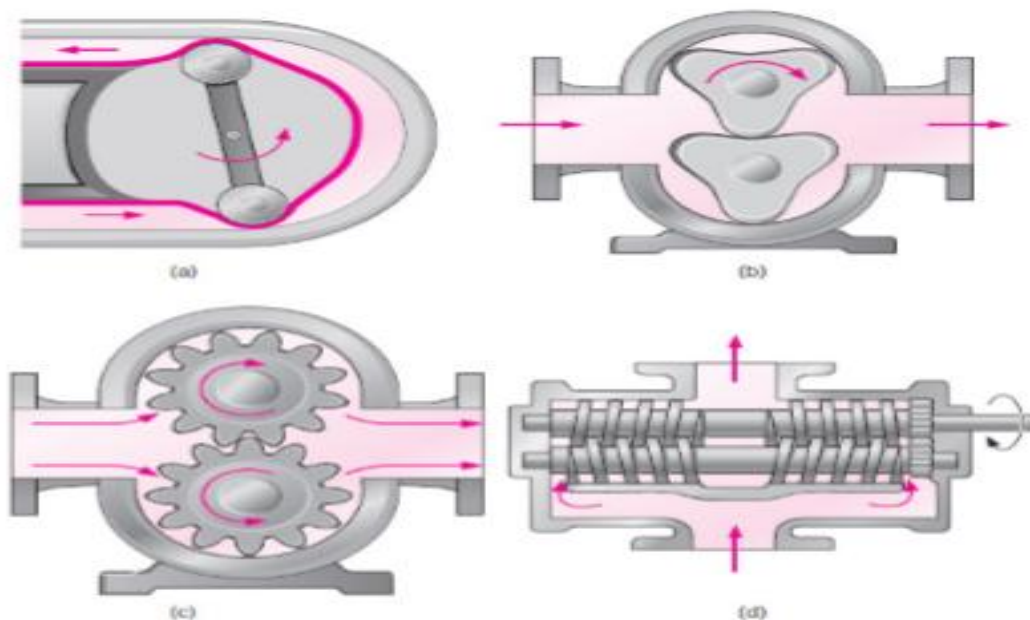


Figura 1.13. Ejemplos de bombas de desplazamiento positivo a) bomba peristáltica de tubo flexible b) Bomba rotatoria de tres lóbulos c) Bombas de Engranajes d) Bomba de doble tornillo. (Borges, 2017)

1.6 Componentes Oleohidráulicos fabricados o comercializados en la empresa

La fábrica posee tres talleres principales, uno para fabricar Cilindros hidráulicos, otro para fabricar Mangueras hidráulicas y el de Carpintería. Se cuenta con talleres auxiliares: el de corte de metales, el de herramental, el de palería, el de Mantenimiento eléctrico y el de Mantenimiento mecánico, área de oficinas, comedor y almacenes. Otro grupo de elementos para completar los equipos fabricados son adquiridos en el mercado internacional de firmas y proveedores que tienen contrato con dicha empresa.

1.6.1 Talleres de maquinado.

En los talleres de maquinado, se efectúa el maquinado de las piezas como los cilindros hidráulicos, mangueras cilíndricas y camisas de cilindros. Estos talleres lo conforman máquinas herramientas, manipuladas por obreros, (tornos simples, automáticos y programados por computadoras (CNC), fresadoras, máquinas de corte (sierra sinfín), taladradoras, rectificadoras, etc.)

1.6.2 Taller de recubrimiento metálico (cromado)

Aquí se realiza el recubrimiento galvánico de cromado fundamentalmente a los vástagos de los cilindros hidráulicos y otros elementos que lo necesiten para mejorar la resistencia y la dureza del material.

1.6.3 Área de mangueras.

Taller donde se realiza el ensamblaje de las mangueras hidráulicas, primero se realiza el bofeo de las mangueras y después se insertan las espigas y racores. (

1.6 Bomba utilizada en la plataforma elevadora de tijera de tipo móvil

Bomba hidráulica de 16 cc/rev marca Hydrosila

1. Desplazamiento: 16 cc/rev
2. Presión máxima de trabajo: 250 bar
3. Presión máxima intermitente: 280 bar
4. Presión pico: 300 bar
5. Material del cuerpo: Aluminio
6. RPM máximas: 3000 (D'Addario)



Figura 1.14 Clasificación de las bombas. Fuente: (D'Addario)

1.7 Elevadora Móvil de Tijeras en la empresa Oleohidráulica de Cienfuegos.

La empresa Oleohidráulica de la provincia de Cienfuegos tiene como objetivo principal la fabricación de cilindros hidráulicos de simple y doble efecto; además de la producción de mangueras hidráulicas y también del montaje de los gatos hidráulicos. Recientemente se ha creado en dicha empresa el centro de desarrollo de ingenieros dirigido por el alto mando del país con el objetivo de sustituir importaciones y una disminución considerable de consumo de energía. Una de las tareas asignadas es el diseño de una Plataforma Elevadora Móvil de Tijeras que está construida con el fin de ser trasladada a la Zona Especial de Desarrollo Mariel para trabajar en las labores de construcción, limpieza y mantenimiento.

- **CAPITULO II**

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE LAS PLATAFORMA INFERIOR Y SUPERIOR DE LA PLATAFORMA ELEVADORA DE TIJERA.

2.1 Modelo matemático para la resolución de la estructura.

Para el diseño de la plataforma se requiere la aplicación de diferentes conceptos, y mediante su correcto uso, se pueda garantizar el funcionamiento de la máquina en los diferentes escenarios considerados para su diseño.

2.1.1 Equilibrio de cuerpos rígidos.

Uno de los conceptos que serán empleados, es el Equilibrio de cuerpos rígidos: “Cuando las fuerzas y el par son iguales a cero, las fuerzas externas forman un sistema equivalente a cero y se dice que el cuerpo rígido se encuentra en equilibrio”.

Se conoce como momento o par a: “La tendencia de una fuerza F de impartirle al cuerpo rígido un movimiento de rotación alrededor de un eje fijo” [6].

Considerando las componentes rectangulares de cada fuerza y momento, se dispone de las siguientes ecuaciones para determinar las condiciones de un cuerpo rígido:

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Sigma F_y = 0 \quad \Sigma F_z = 0$$

$$(\Sigma M_x = 0 \quad \Sigma M_y = 0 \quad \Sigma M_z = 0)$$

Estas ecuaciones se pueden utilizar para determinar fuerzas desconocidas aplicadas sobre el cuerpo rígido, además de reacciones ejercidas sobre los puntos de apoyo.

Existen diferentes apoyos o conexiones que pueden estar presentes en un cuerpo rígido, cada apoyo será el responsable de mantener al cuerpo en la posición deseada debido a que impiden el movimiento o rotación del mismo, debido a esto, cada apoyo tendrá diferentes reacciones, como se muestra en la figura:

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

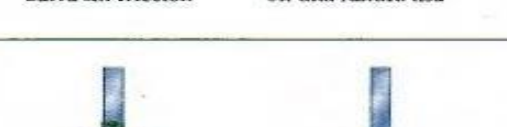
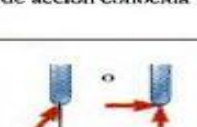
Apoyo o conexión	Reacción	Número de incógnitas
 Rodillos o patines Balancín Superficie sin fricción	 Fuerza con línea de acción conocida	1
 Cable corto Eslabón corto	 Fuerza con línea de acción conocida	1
 Collarín sobre una barra sin fricción Perno sin fricción en una ranura lisa	 90° Fuerza con línea de acción conocida	1
 Perno sin fricción, articulación o bisagra Superficie rugosa	 o α Fuerza de dirección desconocida	2
 Apoyo fijo	 o α Fuerza y par	3

Figura 2.1 Reacciones en apoyos y conexiones

Fuente: (Beer F, 2007)

México: McGraw-Hill, 2007, pp.177.

Para un análisis más simple, se realiza el estudio del cuerpo en dos dimensiones, es decir, se utilizan los ejes x y, obteniendo las siguientes ecuaciones:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma M_A = 0$$

Capítulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

Donde A es un punto de referencia del cuerpo, utilizado para el análisis de los momentos o par que se ejercen sobre éste.

2.1.2 Análisis de estructuras (Armaduras)

Las armaduras se encuentran formadas por elementos rectos, los cuales están conectados en nodos ubicados en los extremos de cada elemento. Es decir: “los elementos de una armadura son elementos sujetos a dos fuerzas, esto es, elementos sobre los cuales actúan dos fuerzas iguales y opuestas que están dirigidas al largo del elemento” [7].

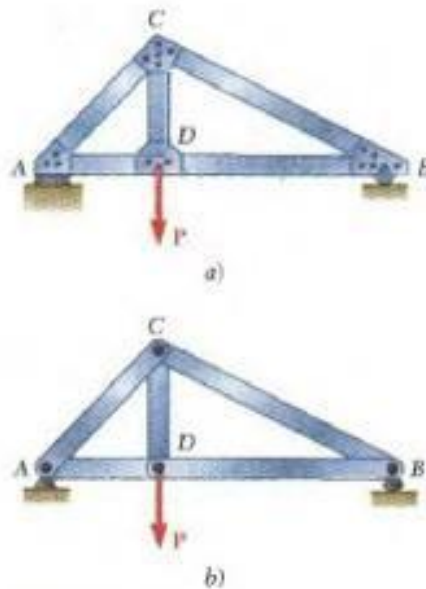


Figura 2.2 Armadura

Fuente: (Beer F, 2007)

México: McGraw-Hill, 2007, pp.287.

Para el análisis de armadura se pueden emplear los siguientes métodos:

Capítulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

2.1.3 Método de los nodos

Este método consiste en realizar un diagrama de cuerpo libre para cada elemento, en el cual cada elemento está sometido a la acción de dos fuerzas, una en cada extremo, las cuales poseen la misma magnitud, igual línea de acción y sentidos opuestos.

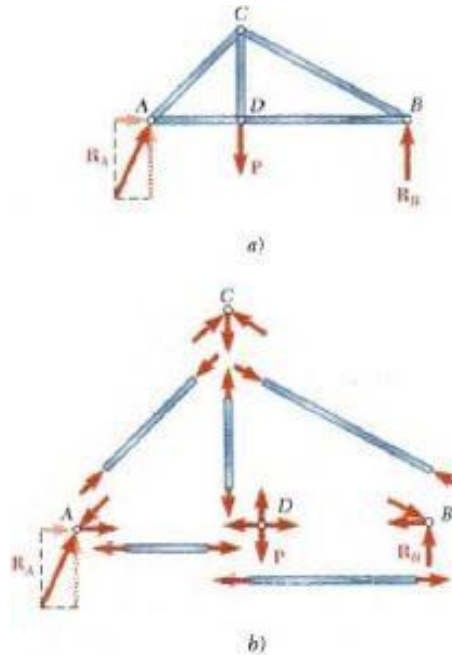


Figura 2.3 Método de los nodos

Fuente: (Beer F, 2007)

México: McGraw-Hill, 2007, pp.290.

2.1.4 Método de las secciones

Este método se emplea para conocer la fuerza resultante sobre un elemento específico de la armadura.

Capítulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

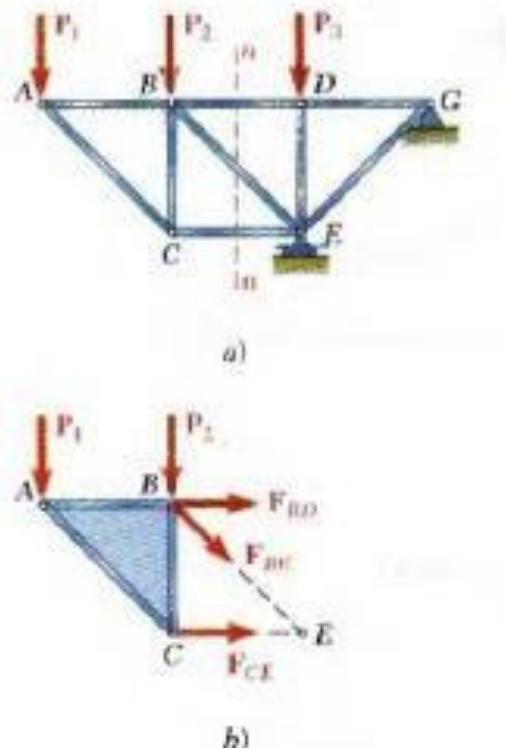


Figura 2.4 Método de las secciones

Fuente: (Beer F, 2007)

México: McGraw-Hill, 2007, pp.304.

2.1.5 Armazones

Son estructuras diseñadas para soportar cargas y permanecer estacionarias.

Para su análisis se realiza el diagrama de cuerpo libre para cada elemento que constituye al armazón. De esta manera se prevé obtener las fuerzas internas que mantienen unidas las diferentes partes del armazón.

Capítulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

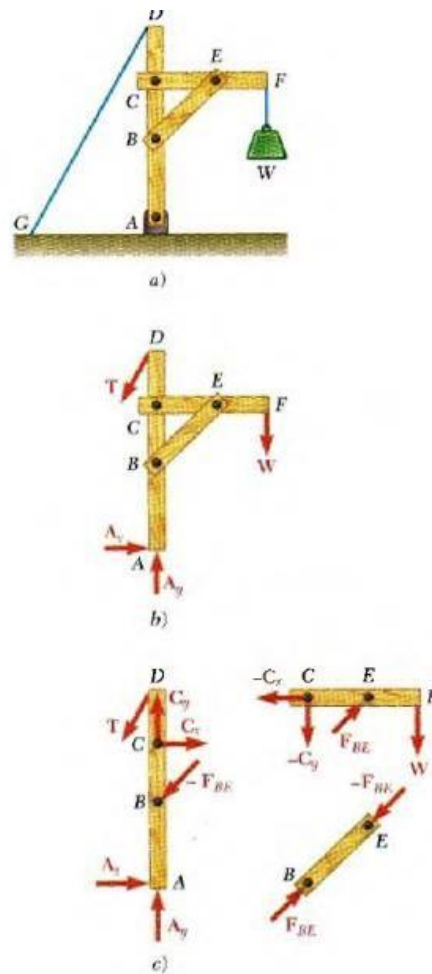


Figura 2.5 Armazón

Fuente: (Beer F, 2007)

México: McGraw-Hill, 2007, pp.316.

2.1.6 Máquinas

“Una máquina es una estructura que posee una o más partes móviles y están diseñadas para transmitir y modificar fuerzas” [7].

Para su análisis se procede de la misma manera que en los armazones. Se realiza el diagrama de cuerpo libre de todos los elementos por separado; se plantean las ecuaciones de equilibrio para un análisis

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

bidimensional y por último se obtienen los valores de las fuerzas y reacciones actuantes en la estructura.

2.2 Cálculo del sistema hidráulico de los cilindros que sirven de apoyo a la plataforma elevadora de tijeras ver figura 2.5

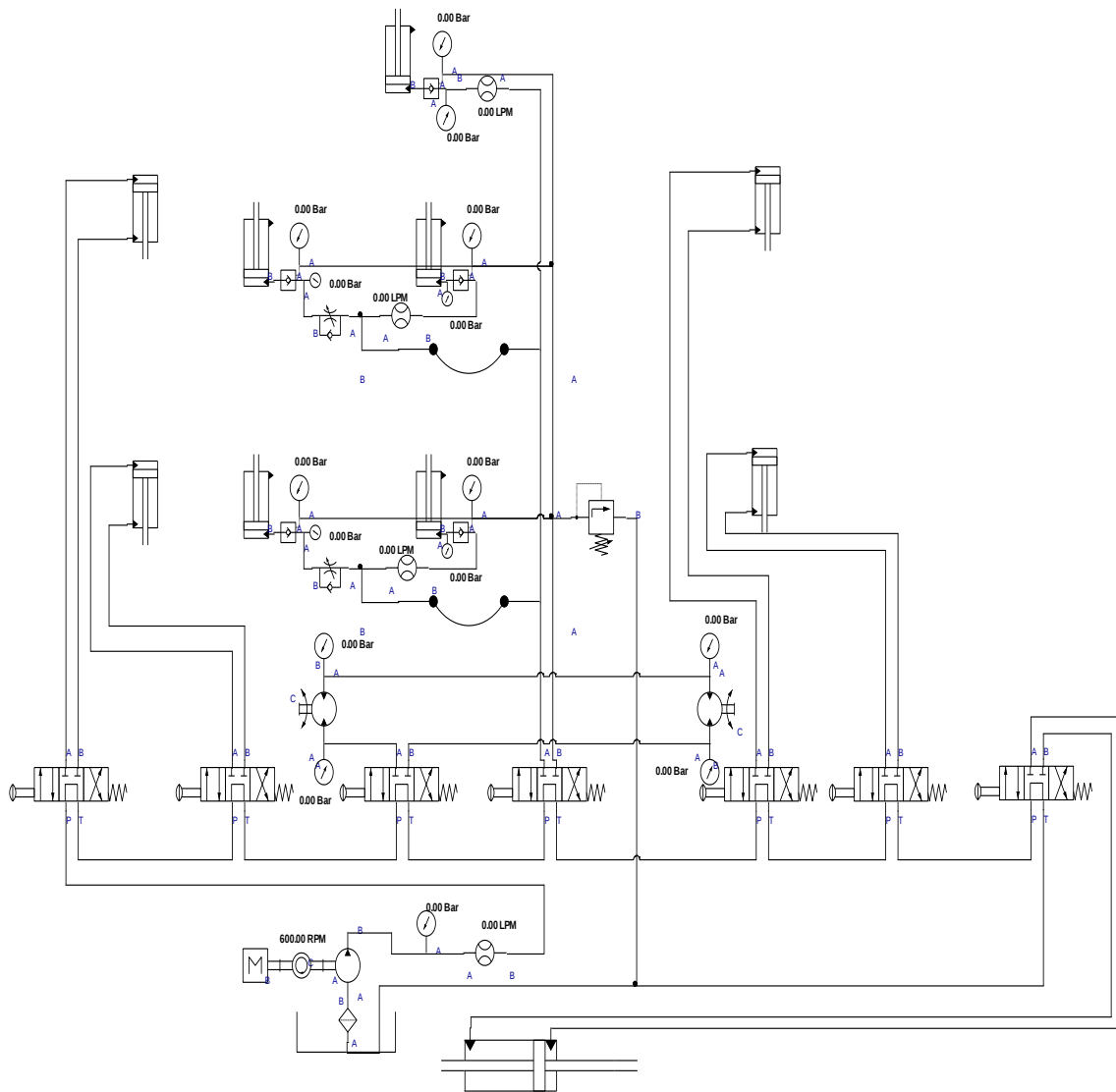


Figura 2.6. Esquema del sistema hidráulico de la plataforma elevadora de tijera.

Para el cálculo del sistema hidráulico se tomarán los siguientes datos de los cilindros 1,2,3,4

Datos

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

$$Z1 = 0m \quad Z2(\text{altura hasta los cilindros } 1,2.,3,4) = 0.5m$$

$$\mu = 46\text{mm}^2/\text{s}$$

$$\rho = 890 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$Q = 260 \text{ L}/\text{min}$$

$$d_{cil} (\text{diámetro de los cilindro } 1,2,3,4) = 8\text{cm}$$

Donde:

Primeramente, se calcula la presión que existe en los cilindros que todos son iguales

$$P = \frac{F}{A}$$

-P: presión que existe en el cilindro 2 (bar)

-F: fuerza que soportan dichos cilindros (Kg)

-A: área que abarca el cilindro (cm^2)

$$P = \frac{3500 \text{ Kg}}{(\pi * d^2)/4}$$

$$P = \frac{3500}{(3.14 * 8^2)/4}$$

$$P = 69.66 \text{ bar}$$

Luego se procede al cálculo del flujo que pasa por las mangueras al igual que en la ecuación 2.99

$$Q = A_{imp} \cdot v_{imp}$$

-Q: caudal conducido por el interior de las mangueras (L/min)

-v: velocidad máxima del cilindro (m/s)

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

-d: diámetro de la manguera (m)

$$Q = v * \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$Q = 0.1 * \frac{3.14 * 0.00635^2}{4}$$

$$Q = 0.192 \text{ L/min}$$

$$\sum_1^2 h_{f_{total}} = \sum_1^2 h_{f_{abs}} + \sum_1^2 h_{f_{imp}}$$

$$\sum_1^2 h_{f_{imp}} = \sum_1^2 h_{f_{tubrectas}} + \sum_1^2 h_{f_{acc}}$$

En el caso de $\sum_1^2 h_{f_{tubrectas}}$ significa las pérdidas ocurridas en los tramos rectos y $\lambda \sum_1^2 h_{f_{acc}}$ son las pérdidas por accesorios en el tramo de impulsión ya que no tenemos tramo de absorción.

$$\sum_1^2 h_{f_{tubrectas}} = \frac{\lambda * L_{tubrectas} * \rho * v^2 * 10}{2 * d_{imp}} \quad 2.1$$

Se busca el valor de λ que no es más que el coeficiente de fricción, el cual conoceremos empleando el número de Reynolds.

$$Re = \frac{v * d}{\mu} * 10^3 \quad v - \text{velocidad del flujo en m/s (Hansa Flex)}$$

$$Re = \frac{6 * 6.35}{46} * 10^3$$

$$Re = 828.26 < 2320 \text{ laminar}$$

$$\lambda = \frac{64}{Re} = 0.077$$

Longitud del tramo de tuberías rectas en los cilindros:

L tramo recto Cilindro 1 y 2 :8 m

L tramo recto Cilindro 3 y 4:10 m

Calculo de las pérdidas de tramo recto de los Cilindros 1 y 2

Donde:

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

$$\sum_1^2 h_{ftubrectas} = \frac{0.077 * 8 * 0.89 * 6^2 * 10}{2 * 6.35}$$

$$\sum_1^2 h_{ftubrectas} = 17.46 \text{ bar}$$

$\sum_1^2 h_{facc}$ Significa las pérdidas ocurridas por los accesorios

$$\sum_1^2 h_{facc} = (\xi * \rho * \frac{v^2}{2}) * 10^{-2}$$

Donde ξ es el coeficiente de pérdidas en el tramo que se trabaja por los accesorios como se muestra en la **tabla 1**

Accesorios	Cantidad	Pérdida unitaria ξ	Pérdidas totales
Racor recto	4	0.05	0.2
Racor acodado	1	0.25	0.25
Codos de tubería	5	0.12	0.6
Válvula direccional	2	2	2
Total			3.05

Tabla 1: Pérdidas de los accesorios en el tramo de impulsión de los cilindros 1 y 2. (Hansa Flex)

$$\sum_1^2 h_{facc} = 3.05 * 0.89 * \frac{6^2}{2} * 10^{-2}$$

$$\sum_1^2 h_{facc} = 0.48$$

Se sustituye el valor de $\sum_1^2 h_{ftubrectas}$ y $\sum_1^2 h_{facc}$ en la ecuación **2.1** y se obtiene:

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

$$\sum_1^2 h_{fimp} = \sum_1^2 h_{ftubrectas} + \sum_1^2 h_{facc}$$

$$\sum_1^2 h_{fimp} = 17.46 \text{ bar} + 0.48 \text{ bar}$$

$$\sum_1^2 h_{fimp} = 17.46 \text{ bar}$$

Aplicando Bernoulli se determina H_b mediante la ecuación **2.2**:

$$H_b = (z_2 - z_1) + \left(\frac{P_2}{\rho g} - \frac{P_1}{\rho g} \right) + \sum_1^2 h_{ftotal}$$

$$H_b = \frac{\left(0.5\text{m} * \frac{890\text{Kg}}{\text{m}^3} * \frac{10\text{m}}{\text{s}^2} \right) + \left(17.46 * \frac{10197.16\text{Kg}}{\text{m}^2} \right)}{10197.16\text{Kg}/\text{m}^2} + 69.66 \text{ bar} - 1.01\text{bar}$$

$$H_b = 86.54 \text{ bar}$$

Para el cálculo de los cilindros 3 y 4 se mantienen las ecuaciones principales de las pérdidas de los accesorios $\sum_1^2 h_{facc}$ y de los tramos rectos $\sum_1^2 h_{ftubrectas}$, solamente cambiando la L tramos de tuberías rectas que varían por la posición en la que se encuentra y la cantidad de accesorios.

Calculo de las pérdidas de tramo recto del Cilindro 2

$$\sum_1^2 h_{ftubrectas} = \frac{0.077 * 10 * 0.89 * 6^2 * 10}{2 * 6.35}$$

$$\sum_1^2 h_{ftubrectas} = 19.42 \text{ bar}$$

$\sum_1^2 h_{facc}$ Significa las pérdidas ocurridas por los accesorios

$$\sum_1^2 h_{facc} = \left(\xi * \rho * \frac{v^2}{2} \right) * 10^{\wedge - 2}$$

Donde ξ es el coeficiente de pérdidas en el tramo que se trabaja por los accesorios como se muestra en la **tabla 2**.

Accesorios	Cantidad	Pérdida	Pérdidas
------------	----------	---------	----------

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

		unitaria ξ	totales
Racor recto	3	0.05	0.15
Racor acodado	1	0.25	0.25
Codos de tubería	3	0.12	0.36
Válvula direccional	1	1	1
Total			1.76

Tabla 2: Pérdidas de los accesorios en el tramo de impulsión de los cilindros 3 y 4. (Hansa Flex)

$$\sum_1^2 h_{facc} = 1.76 * 0.89 * \frac{6^2}{2} * 10^{-2}$$

$$\sum_1^2 h_{facc} = 0.28$$

Se realiza la sumatoria de las perdidas tanto del tramo de tuberías rectas como el de los accesorios.

$$\sum_1^2 h_{fimp} = \sum_1^2 h_{ftubrectas} + \sum_1^2 h_{facc}$$

$$\sum_1^2 h_{fimp} = 19.70 \text{ bar}$$

Aplicando Bernoulli se determina H_b mediante la ecuación:

$$H_b = (z_2 - z_1) + \left(\frac{P_2}{\rho g} - \frac{P_1}{\rho g} \right) + \sum_1^2 h_{ftotal}$$

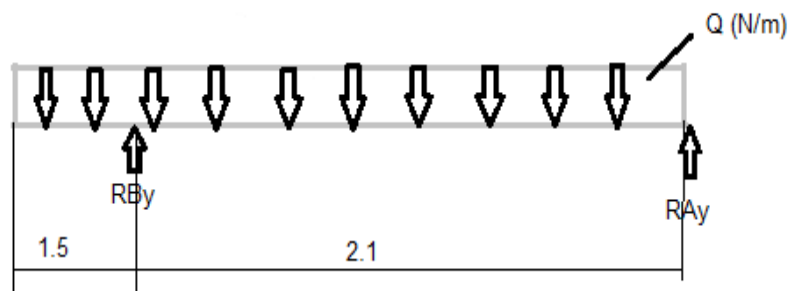
$$Hb = \frac{\left(0.5m * \frac{890Kg}{m^3} * \frac{10m}{s^2} \right) + \left(19.70 * \frac{10197.16Kg}{m^2} \right)}{10197.16Kg/m^2} + 69.66 \text{ bar} - 1.01 \text{ bar}$$

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

$$Hb = 88.78 \text{ bar}$$

2.3 Cálculo de la tijera abierta de la plataforma elevadora de tijera de tipo móvil.

Mediante los métodos de cálculos mostrados anteriormente, se procede al cálculo de la tijera cuando se encuentra abierta utilizando las ecuaciones de cuerpos rígidos $\Sigma F_x = 0$, $\Sigma F_y = 0$, $\Sigma MA = 0$.



Gráfica 2.1 Esquema de analisis de la tijera cuando se encuentra abierta.

$$\Sigma F_y = 0$$

$$RBy + RAy - Q(3.6) = 0$$

$$RBy + RAy = Q(3.6)$$

$$RBy + RAy = 19433.59$$

2.3

$$RAy = 19433.59 - 16657.36$$

$$RAy = 2776.23 \text{ N/m}$$

Se calcula la ΣMA para hallar RBy y sustituirlo en la ecuación 2.3.

$$\Sigma MA = 0$$

$$-Q(3.6)(1.8) + RBy(2.1) = 0 \quad \mathbf{2.4}$$

$$34980.462/2.1 = RBy$$

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

$$16657.36 = R_{By}$$

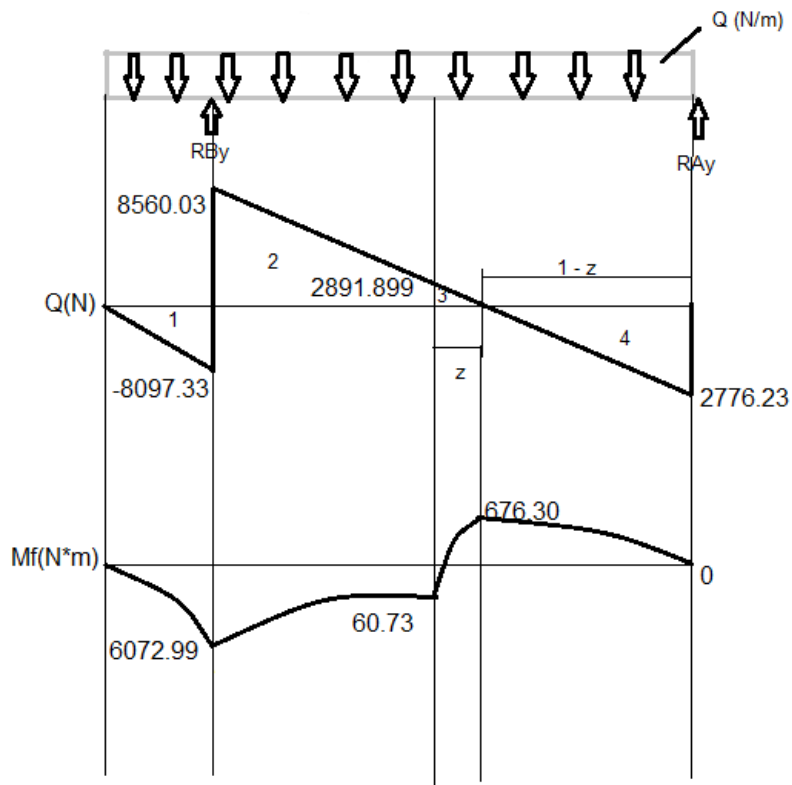


Gráfico 2.2 Gráfico del cortante y momento flector del cálculo de las reacciones cuando la tijera se encuentra abierta.

Cálculo de las áreas de los cortantes para la determinación del momento flector.

$$A1 = (b * y)/2$$

$$A1 = 8097.33 * 15/2$$

$$A1 = 6072.9975$$

$$A2 = (b_m + b_{men})/2 * h$$

$$A2 = 6012.2627$$

$$Z/(1 - Z) = 2891.899/2776.23$$

$$Z * 2776.23 = 2891.899(1 - Z)$$

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

$$Z * 2776.23 = 2891.899 - 2891.899 * Z$$

$$(2776.23 + 2891.899) * Z = 2891.899$$

$$5668.129 * Z = 2891.899$$

$$A2 = 8560.03 + 2891.8$$

$$Z=0.51$$

$$A3=b*h/2$$

$$A3=2891.899*0.51/2$$

$$A3=737.43$$

$$A4=2776.23*(1-Z)$$

$$A4=680.176$$

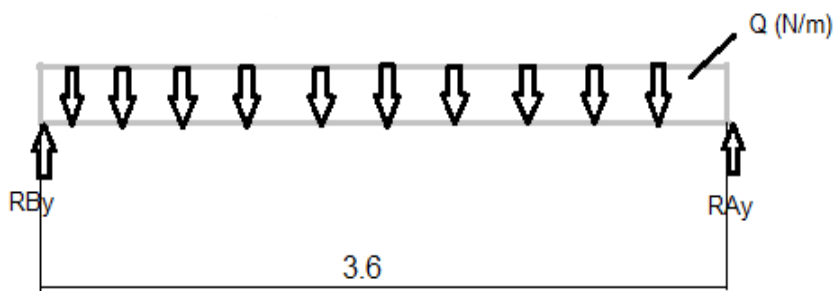
Donde:

A: A1, A2 y A3 áreas bajo la curva del cortante para los tramos 1, 2 y 3 respectivamente.

b: base del rectángulo

h: altura del rectángulo

2.4 Cálculo de la tijera cerrada de la plataforma elevadora de tijera de tipo móvil.



Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

Gráfica 2.3 Esquema de analisis de la tijera cuando se encuentra cerrada.

Concentrando la carga distribuida en el medio de la viga

$$Q = \frac{\frac{Pc}{2} + \frac{Pp}{2}}{Lp} = \frac{\frac{34335}{2} + \frac{4532.2}{2}}{3.6}$$

$$Q = \frac{17167.5 + 2266.1}{3.6}$$

$$Q = 5398.22 \text{ N/m}$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$RBy + RAy - Q(3.6) = 0$$

2.3

$$RBy + RAy = Q(3.6)$$

$$RBy + RAy = 19433.59$$

$$RBy = 19433.59 - 9716.794$$

$$RBy = 9716.794 \frac{N}{m}$$

Calculo del ΣMB para hallar RAy y sustituirlo en la ecuación 2.3.

$$\Sigma MB = 0$$

$$Q(3.6) * (1.8) - RAy(3.6) = 0$$

$$\frac{19433.59 * 1.08}{3.6} = RAy$$

$$9716.794 \frac{N}{m} = RAy$$

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

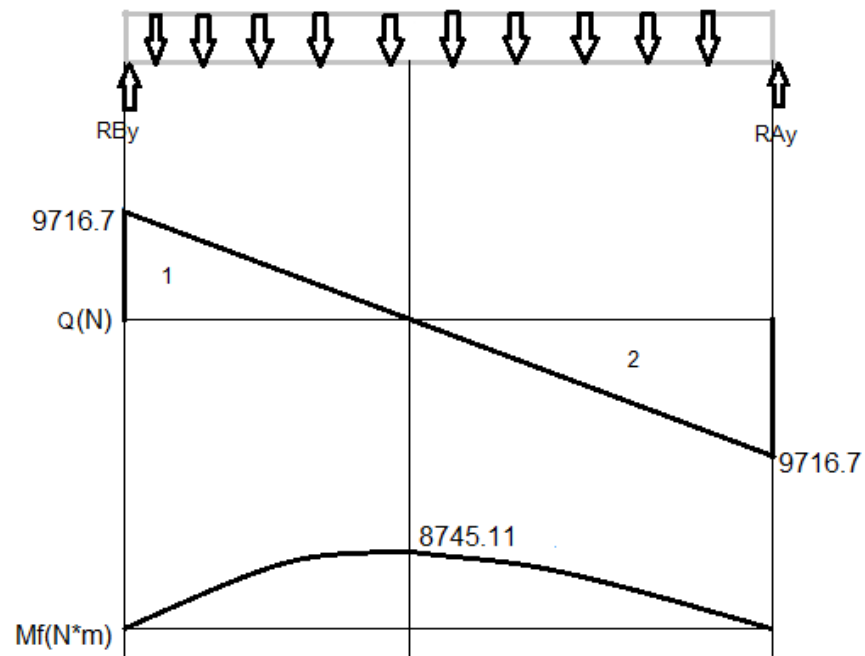
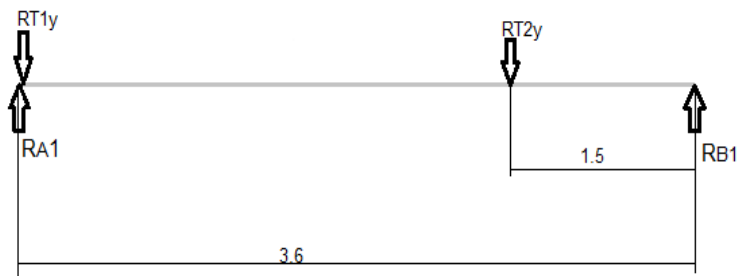


Gráfico 2.4 Grafico del cortante y momento flector del cálculo de las reacciones cuando la tijera se encuentra cerrada.

2.5 Cálculo de las reacciones en los puntos de apoyo con la vista lateral de la plataforma elevadora de tijera.



Grafica 2.5 Esquema de analisis de las reacciones en los puntos de apoyo con la vista lateral de la plataforma elevadora de tijera.

$$\sum Fy = 0$$

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

$$RA1 - RT1y - RT2y + RB1 = 0 \quad 2.5$$

$$RA1 + RB1 = RT1y + RT2y$$

$$RA1 + RB1 = 16657.36 + 2766.23$$

$$RA1 + RB1 = 19423.59$$

$$RB1 = 19423.59 - 17809.96$$

$$RB1 = 1613.63$$

Cálculo del $\sum MB$ para hallar $RA1y$ y sustituirlo en la ecuación 2.5

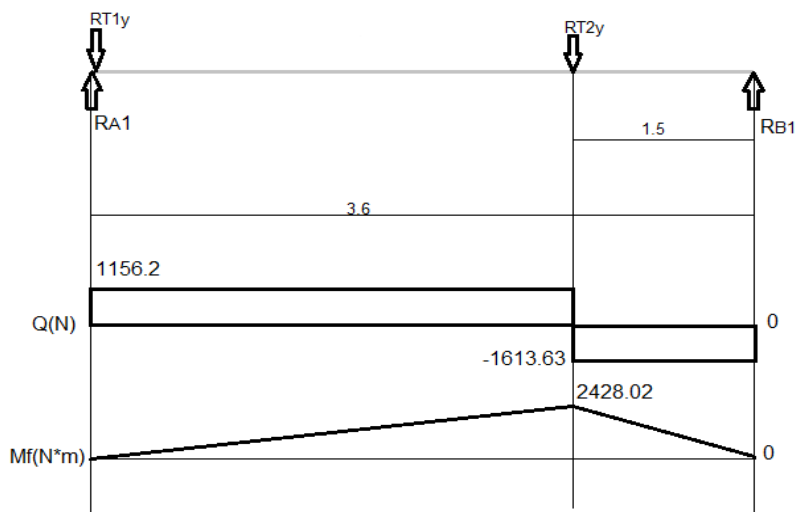
$$\sum MB = 0$$

$$-RT2y(1.5) - RT1y(3.6) + RA1(3.6) = 0 \quad 2.6$$

$$2766.23(1.5) + 16657.36(3.6) = RA1(3.6)$$

$$\frac{64115.84}{3.6} = RA1$$

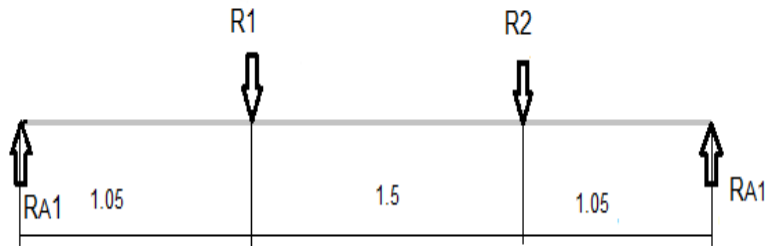
$$17809.96 = RA1$$



Gráfica 2.6 Gráfico del cortante y momento flector de las reacciones en los puntos de apoyo con la vista lateral de la plataforma elevadora de tijera.

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

2.6 Cálculo de las reacciones en los puntos de apoyo con la vista frontal de la plataforma elevadora de tijera.



Gráfica 2.7 Esquema de analisis de las reacciones en los puntos de apoyo con la vista frontal de la plataforma elevadora de tijera.

$$\sum Fy = 0$$

$$RA1 - R1 - R2 + RA1 = 0 \quad 2.7$$

$$RA1 + RA1 = R1 + R2$$

$$35619.92 = R1 + R2$$

$$35619.92 - 17809.92 = R1$$

$$17899.96 = R1$$

Cálculo del $\sum MR1$ para hallar R2 y sustituirlo en la ecuación 2.7

$$\sum MR1 = 0$$

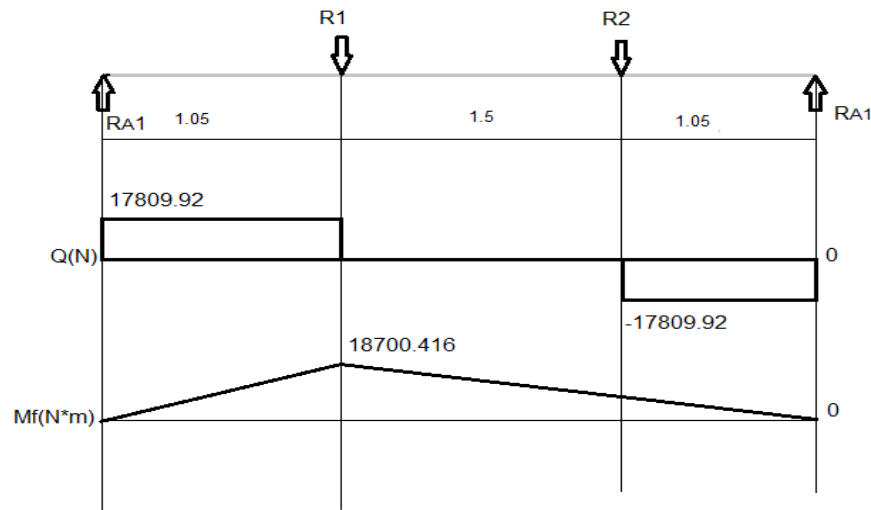
$$RA1(1.05) + R2(1.5) - RA1(2.55) = 0 \quad 2.8$$

$$R2(1.5) = -18700.458 + 45415.398$$

$$R2 = \frac{26714.94}{1.5}$$

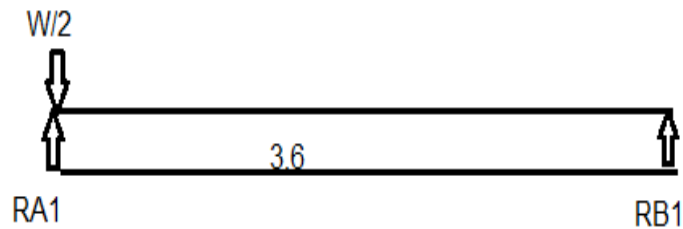
$$R2 = 17809.96$$

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.



Gráfica 2.8 Gráfico del cortante y momento flector de las reacciones en los puntos de apoyo con la vista frontal de la plataforma elevadora de tijera.

2.7 Comprobación de la viga cuando el peso de la plataforma está cargado sobre uno de sus extremos. (Vista lateral)



Grafica 2.9. Esquema de analisis de la viga cuando el peso de la plataforma está cargado sobre el extremo izquierdo.

$$\frac{W}{2} = 1750 \text{ Kg}$$

$$\frac{W}{2} = 17150 \text{ N}$$

$$\sum Fy = 0$$

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

$$RA1 + RB1 - \frac{W}{2} = 0$$

$$RB1 = \frac{W}{2} - RA1$$

$$RB1 = 17150 - 17150$$

2.9

$$RB1 = 0$$

Se calcula el $\Sigma MB = 0$ para así hallarla reacción RA1 y sustituirla en la ecuación 2.12.

$$\Sigma MB = 0$$

$$RA1(3.6) - \frac{W}{2}(3.6) = 0$$

2.10

$$RA1(3.6) = \frac{W}{2}$$

$$RA1 = \frac{61740}{3.6}$$

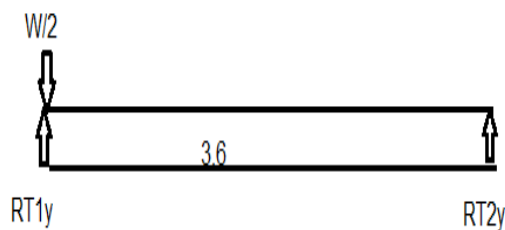
$$RA1 = 17150N$$

Donde:

W: Peso de la plataforma

RA1 y RB1 Reacciones en los gatos de apoyo

2.8 Comprobación de la viga de la plataforma cuando el peso está cargado sobre uno de sus extremos. (Vista frontal)



Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

Grafica 2.10 Esquema de analisis de la viga de la plataforma cuando el peso está cargado sobre el extremo izquierdo.

$$\sum Fy = 0$$

$$RT1y + RT2y - \frac{W}{2} = 0$$

$$RT2y = \frac{W}{2} - RT1y$$

$$RB1 = 17150 - 17150$$

2.11

$$RB1 = 0$$

Se calcula el $\sum MRT2y = 0$ para así hallarla reacción RT1y y sustituirla en la ecuación 2.13.

$$\sum MB = 0$$

$$RT1y(2.7) - \frac{W}{2}(2.7) = 0$$

2.12

$$RT1y(2.7) = \frac{W}{2}(2.7)$$

$$RT1y = \frac{17150(2.7)}{2.7}$$

$$RT1y = 17150N$$

Donde:

W: Peso de la plataforma

RT1y y RT2y Reacciones en las tijeras.

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

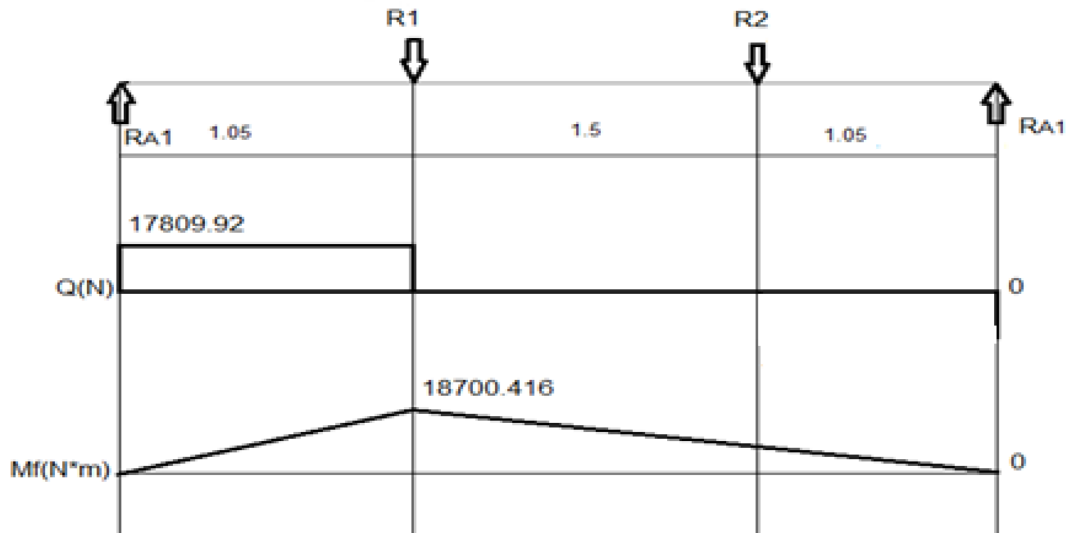
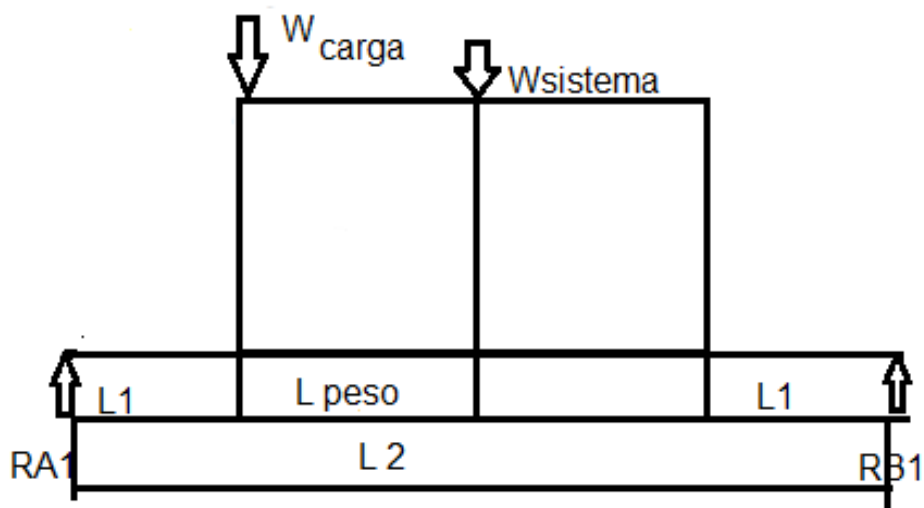


Grafico 2.11 Esquema de cortante y momento flector de las reacciones en los gatos de apoyo y las reacciones de las tijeras.

2.9 Cálculo del vuelco de la plataforma elevadora de tijera.

Para considerar el vuelco se pondrá la longitud mínima L_1 que garantice que no se vuelque el equipo, tomando el caso que la carga se desplace a la izquierda. Considerando que la reacción $R_2 = 0$.



Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

Grafico 2.12 Esquema de analisis de la plataforma considerando el vuelco.

$$\sum Fy = 0$$

$$R1 + R2 - Wcarga - Wsistema \quad \quad \quad \mathbf{2.13}$$

$$R1 = Wcarga - Wsistema$$

Se calcula el momento en la R2 $\sum MR2 = 0$ para hallar la L1 mínima.

$$R1 * 2L1 - Wcarga(L1 + Lpeso) - Wsistema(L1) \quad \quad \quad \mathbf{2.14}$$

$$R1 * 2L1 = Wcarga(L1 + Lpeso) + Wsistema * L1$$

$$R1 * 2L1 = Wcarga * L1 + Wcarga * Lpeso + Wsistema * L1$$

$$\begin{aligned} 2Wcarga * L1 + 2Wsistema * L1 \\ = Wcarga * L1 + Wsistema * L1 + Wcarga * Lpeso \end{aligned}$$

$$Wcarga * L1 + Wsistema * L1 = Wcarga * Lpeso$$

$$L1(Wcarga + Wsistema) = Wcarga * Lpeso \quad \quad \quad \mathbf{2.15}$$

$$L1 = \left(\frac{Wcarga * Lpeso}{Wcarga + Wsistema} \right)$$

$$L1 = \frac{3500 * 1250}{3500 + 5000}$$

$$L1 = 514.70mm$$

Se procede a calcular la Longitud del peso *Lpeso máxima* a la q debe estar para que se cumpla la condición de vuelco. Utilizando la ecuación la ecuación 2.16 lo que ahora se despeja la *Lpeso*

$$L1(Wcarga + Wsistema) = Wcarga * Lpeso$$

$$Lpeso = \frac{L1(Wcarga + Wsistema)}{Wcarga}$$

$$Lpeso = 1250mm$$

Capitulo :2 Diseño de las plataforma inferior y superior de la plataforma elevadora de tijera.

- **CAPITULO III**

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1 Selección del perfil en la viga donde se encuentran los puntos de apoyo de la plataforma elevadora de tijera (Vista Frontal y Vista Lateral).

Utilizando los métodos de cálculos expuestos anteriormente, se procede a seleccionar el perfil de la viga donde se encuentran los puntos de apoyo de la plataforma, además del cálculo del factor de seguridad de dicha viga.

El acero que se empleará para la construcción de las barras será el CT3 en perfiles conformados de tipo U que se encuentran en disponibilidad en los almacenes de la fábrica

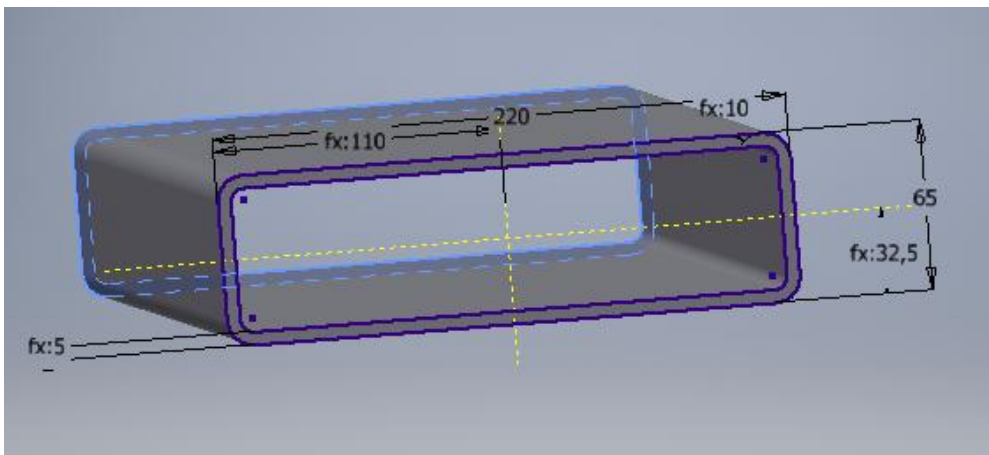


Figura 3.1 Viga donde se encuentran los puntos de apoyo de la plataforma (vista frontal). Fuente: elaboración propia

Selección de perfil en rectángulos huecos de paredes planas.

Datos

H (altura de la viga) :220 mm

B (ancho de la viga) :65 mm

δ (espesor de la viga) :5 mm

M_fmàx (Momento flector máximo) :18700.416

[σ] (Tensión admisible) : 373MPa

$$\frac{[\sigma]}{\sigma} \quad 3.1$$

$$\frac{\frac{[\sigma]}{Mf}}{Wx} = \frac{[\sigma]*Wx}{Mfmax} = \eta \text{ (factor de seguridad)} \quad 3.2$$

Determinación de la Wx para sustituir en la ecuación 3.2

$$Wx = \frac{\partial * H}{3} * \left(3 \frac{B}{H} + 1 \right) \quad 3.3$$

$$Wx = 80666.66(1.88)$$

$$Wx = 152166.65 \text{ cm}^3$$

Conversión de cm^3 a mm^3

$$Wx = 152.166 \text{ mm}^3$$

Sustitución de Wx en la ecuación 3.2 para la determinación del factor de seguridad η .

$$\frac{\frac{[\sigma]}{Mf}}{Wx} = \frac{[\sigma] * Wx}{Mfmax} = \eta$$

$$\frac{373 * 152.65}{18700.416} = \eta$$

$$3.04 = \eta$$

Calculo de la tensión del perfil de la viga frontal.

$$\sigma = \frac{Mf}{Wx}$$

$$\sigma = \frac{18700.416}{152.65}$$

$$\sigma = 122.5 \text{ Mpa}$$

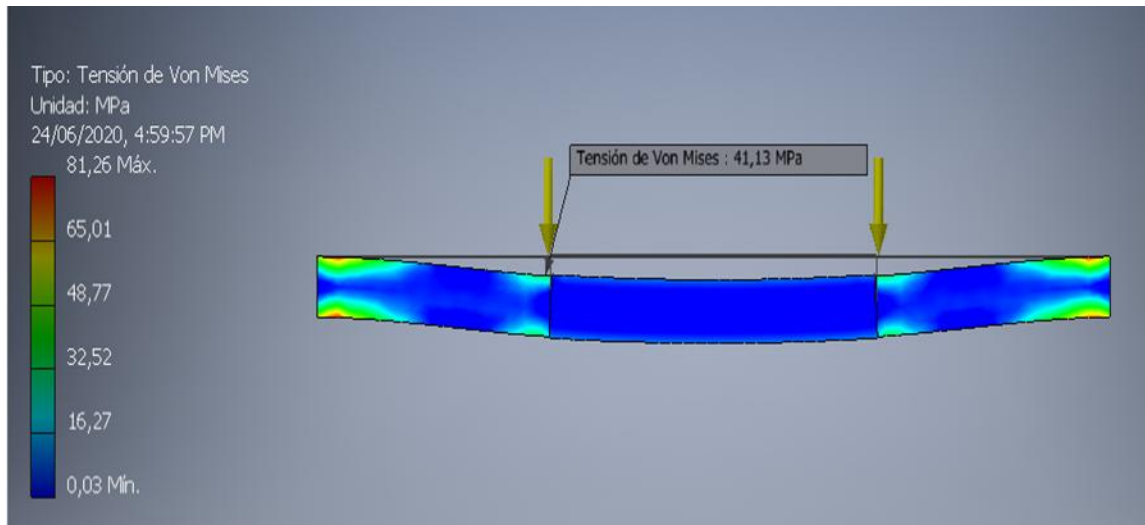


Figura 3.2 Analisis de tensión de la viga frontal. Fuente: elaboración propia

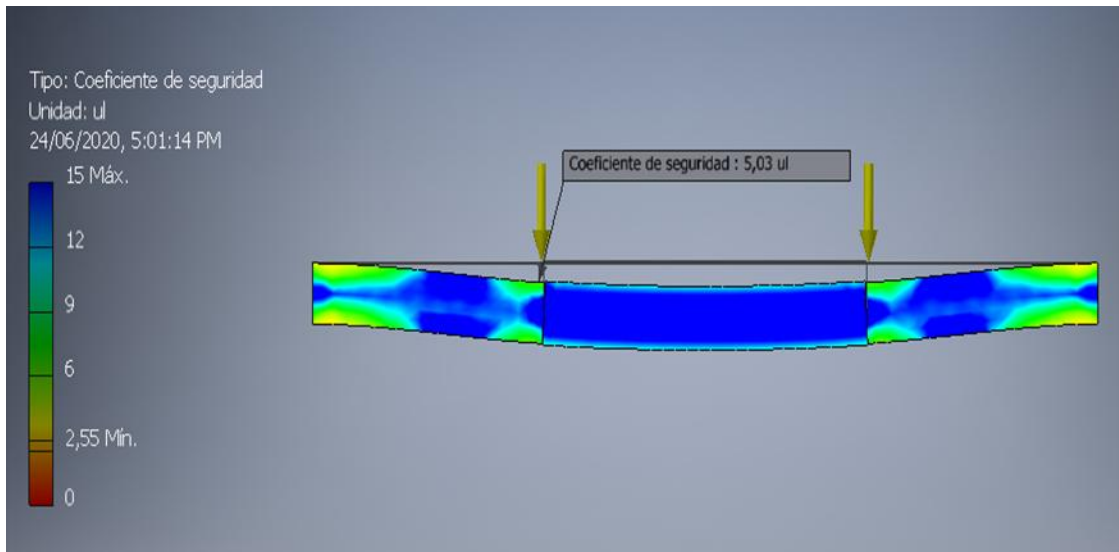


Figura 3.3 Coeficiente de seguridad de la viga en la vista frontal. Fuente: elaboración propia

El perfil a seleccionar en el cálculo de factor de seguridad en la vista Lateral es un perfil de canales CF ver figura 3.4

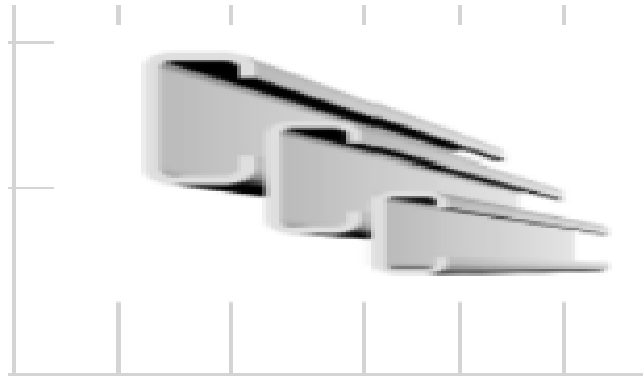


Figura 3.4 Perfil de canales CF. Fuente: elaboración propia

H (altura de la viga) :220 mm

B (ancho de la viga) :65 mm

δ (espesor de la viga) :5 mm

M_f_{màx} (Momento flector máximo) :2428.02

[σ] (Tensión admisible) : 373 MPa

$$W_x = 108 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 1214.8 \text{ cm}^4$$

$$\frac{[\sigma]}{\frac{M_f}{W_x}} = \frac{[\sigma] * W_x}{M_{fmax}} = \eta$$

$$\frac{373 * 108}{2428.02} = \eta$$

$$16.5 = \eta$$

$$\sigma = \frac{M_f}{W_x}$$

$$\sigma = \frac{2428.02}{108}$$

$$\sigma = 22.48$$

Como se aprecian en las figuras 3.5 y 3.6 analisis de tensión y coeficiente de seguridad respectivamente se recomienda el diseño de un refuerzo como una plancha de acero reforzando las uniones soldadas, para que así el factor de seguridad se eleve hasta 16.5 como nos da como resultados anteriormente mostrados. Además de la tensión 22.48

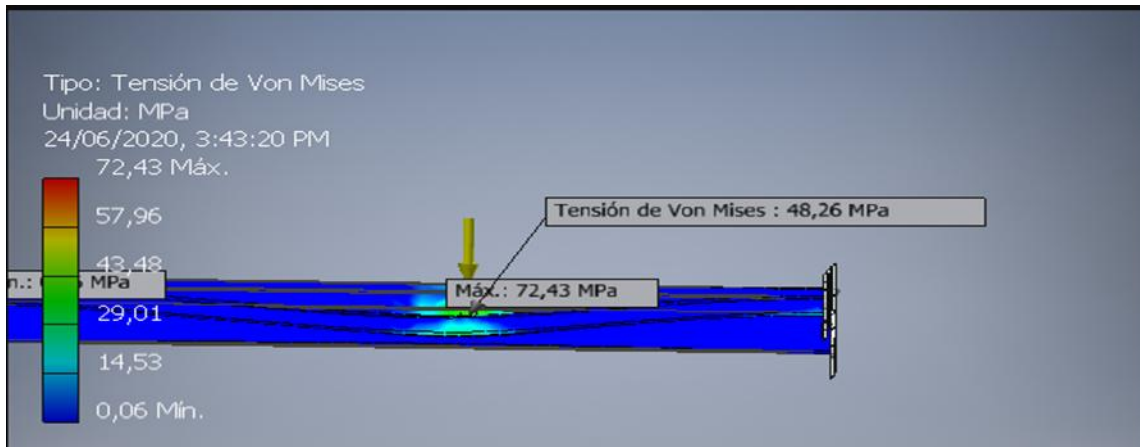


Figura 3.5 Analisis de tensión de la viga lateral. Fuente: elaboración propia

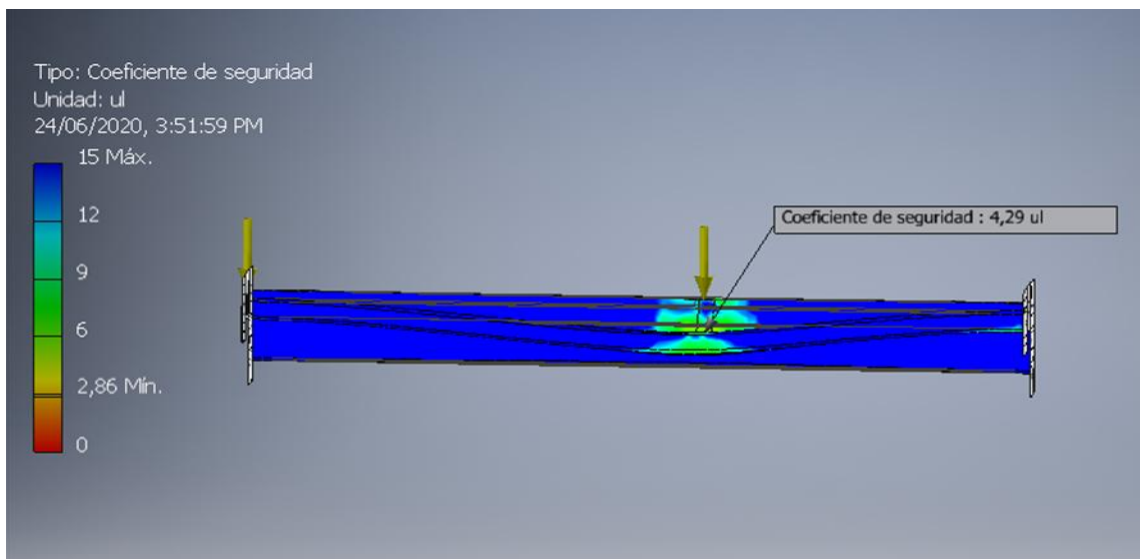
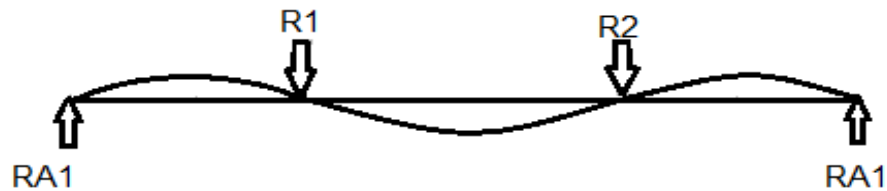


Figura 3.6 Coeficiente de seguridad de la viga en la vista lateral. Fuente: elaboración propia

3.2 Cálculo de la flecha de la viga donde se encuentran los apoyos de la Plataforma Elevadora de Tijera (Vista Frontal)

Para el cálculo de la flecha (Pisarenko, Manual de Resistencia de Materiales, 1979) se empleará el método de la viga equivalente. En la práctica ingenieril se tiene que efectuar el cálculo de vigas sometidas a flexión no solo a la resistencia, sino también a la rigidez o deformabilidad. La deformabilidad de la viga en una sección dada se caracteriza por la flecha y y el ángulo de giro θ , se puede obtener la información sobre y y θ como funciones del eje de coordenadas que coincide con el eje de la viga, conociendo la ecuación del eje flexionando de la viga (línea elástica).



Grafica 3.1 Diagrama de la flecha. Fuente: Elaboración Propia.

$$YA = 0$$

$$YB = 0$$

$$Y0 = 0$$

$$E * Ix * YB = E * Ix * Y0 + E * Ix * \theta0 * 3.6 + \frac{RA1 * (3.6 - 0)^3}{6} - \frac{R1 * (2.55 - 0)^3}{6} - \frac{R2(1.05 - 0)^3}{6}$$

$$E * Ix * \theta0 = \frac{\frac{-17809.96 * (3.6)^3}{6} + \frac{17809.96 * (2.55)^3}{6} + \frac{17809.96 * (1.05)^3}{6}}{3.6}$$

$$E * Ix * \theta0 = -23.843$$

$$E * I_x * YR1 = E * I_x * Y0 + \left(E * I_x * \theta 0 + \frac{RA1 * (1.05 - 0)^3}{6} \right)$$

$$YR1 = \frac{\left(E * I_x * \theta 0 + \frac{RA1 * (1.05 - 0)^3}{6} \right)}{E * I_x}$$

$$YR1 = \frac{3412.366}{2 * 10^{11} * 1.4 * 10^{-5}}$$

$$YR1 = \frac{3436.366}{2800000}$$

$$YR1 = 1.22 * 10^{-3}$$

Donde:

a: altura del ala

b: ancho del ala

E: módulo de elasticidad del material

Ix: momento de inercia

θ : ángulo de giro

YA y YB: flechas en los puntos 1 y 2 respectivamente

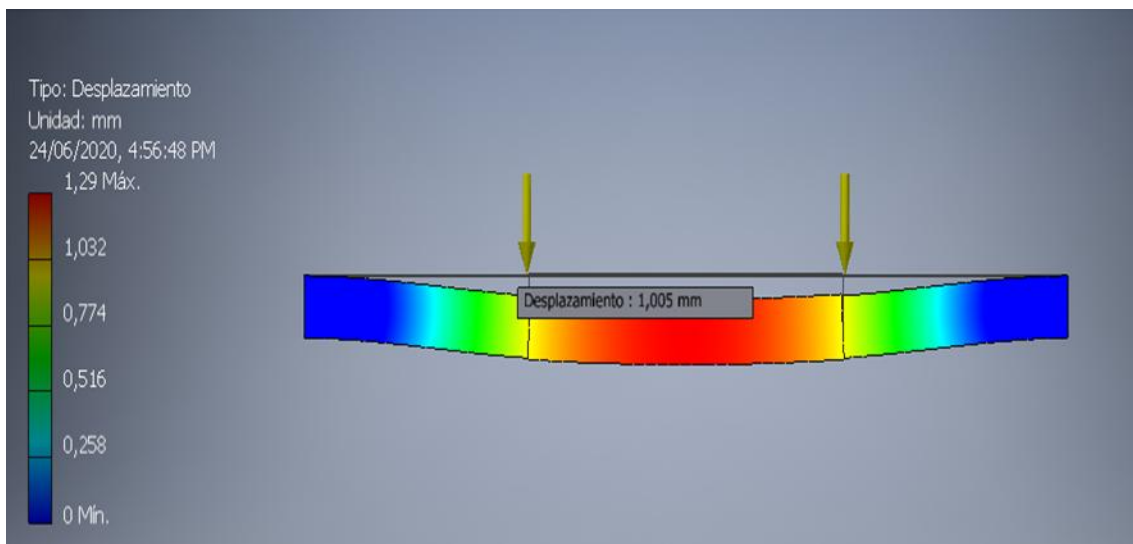
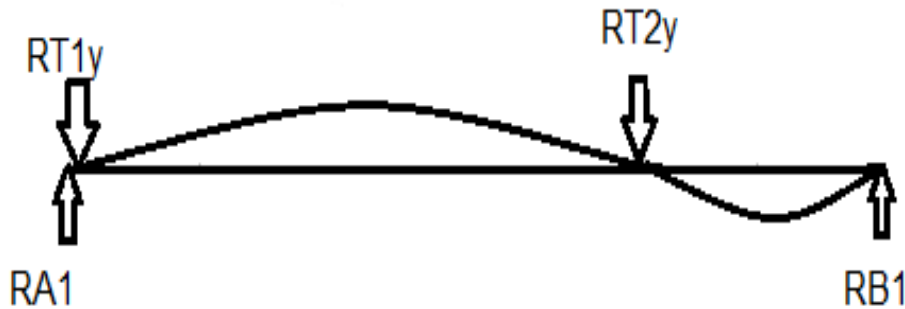


Figura 3.7 Desplazamiento de la viga al someterse a las fuerzas ejercidas sobre ella.
Fuente: elaboración propia

3.3 Cálculo de la flecha de la viga donde se encuentran los apoyos de la Plataforma Elevadora de Tijera (Vista Lateral)



Grafica 2.10 Diagrama de la flecha. Fuente: Elaboración propia

$$YA = 0$$

$$YB = 0$$

$$Y0 = 0$$

$$E * Ix * YB = E * Ix * Y0 + E * Ix * \theta0 * 3.6 + \frac{RA * (3.6 - 0)^3}{6} - \frac{RT1 * (3.6 - 0)^3}{6} - \frac{RT2(1.05 - 0)^3}{6}$$

$$E * Ix * \theta0 = \frac{\frac{-17809.96 * (3.6)^3}{6} + \frac{16657.36 * (2.55)^3}{6}}{3.6}$$

$$E * Ix * \theta0 = \frac{-138490.24 + 46033.65}{3.6}$$

$$E * Ix * \theta0 = -25682.386$$

$$E * I_x * YR1 = E * I_x * Y0 + \left(E * I_x * \theta 0 + \frac{RA * (2.1 - 0)^3}{6} + \frac{RT1 * (2.1 - 0)^3}{6} \right)$$

$$YR1 = \frac{\left(E * I_x * \theta 0 + \frac{RA * (2.1 - 0)^3}{6} + \frac{RT1 * (2.1 - 0)^3}{6} \right)}{E * I_x}$$

$$YR1 = \frac{-25682.386 + 27489.67 + 25710.07}{2 * 10^{11} * 1214.8}$$

$$YR1 = \frac{27517.35 \text{ N}}{2 * 10^{11} \text{ KN} * 1214.8}$$

$$YR1 = 1.136 * 10^{-13}$$

Donde:

a: altura del ala

b: ancho del ala

E: módulo de elasticidad del material

I_x: momento de inercia

θ: ángulo de giro

YA y YB: flechas en los puntos 1 y 2 respectivamente

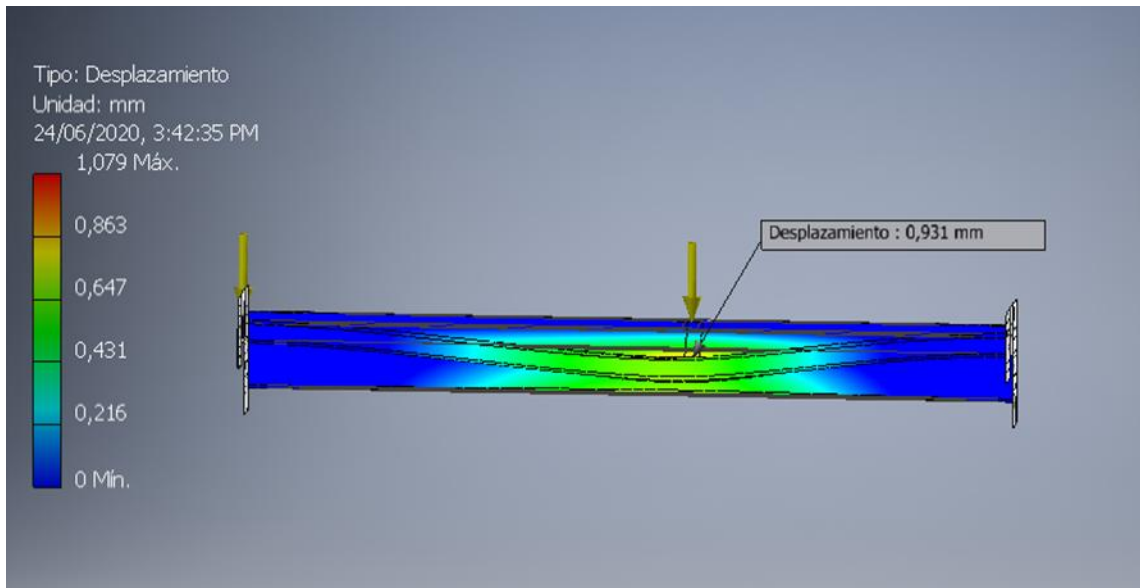


Figura 3.8 Desplazamiento de la viga al someterse a las fuerzas ejercidas sobre ella.
Fuente: elaboración propia

3.4 Determinación del costo de fabricación.

El costo de fabricación está compuesto por los costos directos o gastos en los que se incurre en el proceso de producción y los costos indirectos o gastos en los que se incurre en la dirección, organización y servicios colaterales al proceso productivo.

Los gastos directos a su vez están compuestos por:

1. **Materiales:** Incluye todos aquellos materiales que se consumen en el proceso productivo exceptuando los combustibles.
2. **Salarios:** Es la suma de todos los salarios de los operarios que intervienen en el proceso al cual se le adiciona las vacaciones ($\text{Salario} \times 0,090905$) y la seguridad social ($\text{Salario} \times 0,05$).
3. **Energía Eléctrica:** Los gastos en energía se calcularon multiplicando la potencia de cada máquina en kW por el tiempo en horas en que se

utilizó la misma y este producto a su vez por la tarifa eléctrica correspondiente.

Los gastos indirectos se estiman como el 30% de los gastos directos.

3.5 Componentes del Costo de Fabricación.

Los principales elementos del costo de fabricación de un producto cualquiera expresados en forma monetaria son:

1. El valor de las materias primas y/o materiales utilizados.
2. Los gastos en salario de los trabajadores directos.
3. Los gastos de la depreciación de los equipos y máquinas empleadas.
4. El valor de la energía consumida.
5. Los costos indirectos.

Gasto de Materiales:

Este elemento del costo es el más importante y sobre el cual está el mayor peso desde el punto de vista monetario y comprende el valor de todos los materiales empleados en la fabricación. El costo de los materiales se determina de acuerdo con el precio de adquisición, su peso específico y el consumo de unidades. En la tabla 3 se dan estos gastos.

UEB Equipos	UM	Cantidad	Precio MN	Importes MN	Precio CUC	Importes CUC
Esmalte automotriz Rojo	L	16.00	1.266000	20.26	6.69000	107.04

Esmalte automotriz Negro	L	16.00	1.236200	19.78	6.43866	103.02
Esmalte automotriz Amarillo	L	4.000	1.266000	5.06	6.69000	26.76
Anticorrosivo rojo	L	16.00	0.962403	15.40	4.77000	76.32
Rodamiento 30306	U	.4.000	1.235324	4.94	3.54000	14.16
Rodamiento 32206	U	4.000	0.956352	3.83	3.04951	12.20
Rodamiento 51208	UNO	4.000	0.935736	3.74	6.86000	27.44
Espárrago M8x20 Din 914	U	20.00	0.011522	0.23	0.08000	1.60
Elevador de Tijera	UNO	1.000	47,652.04	47652.0	1,0147.2	10147.2
S-11-80-50-860	UNO	4.000	41.29250	165.17	109.860	439.44
S-11-100-60-860	UNO	1.000	120.7100	120.71	198.940	198.94
S-12-50-30-245-485	UNO	4.000	34.66500	138.66	28.2050	112.82
Piezas varias Tijera Elevadora	Conj	1.000	1,129.110	1,129.11	1,800.99	1,800.99
MHR6 R2 T/L M16x1.5x18000	UNO	1.000	29.54000	29.54	56.7100	56.71
MHR4 R2 T/L M14x1.5x3000	UNO	2.000	7.750000	15.50	19.5650	39.13

Motor eléctrico trifásico 15 Kw,220-380V-60Hz	U	1.000	201.343	201.34	1,071.5	1,071.59
Campana soporte ø350mm	U	1.000	12.160	12.16	64.740	64.74
Acoplamiento elástico(ND108B+R-103+ND108P3U)	U	1.000	9.4235	9.42	50.140	50.14
Racor brida 3RG 3/4"x56 acodado 90°	U	1.000	2.7319	2.73	14.560	14.56
Racor brida 3RG 1"x56 acodado 90°	U	1.000	2.7319	2.73	14.560	14.56
			SubTotal	50,290.30		14,400.6
			Total	\$50,290.30		\$14,400.60

Importes MN = Cantidad * Precio MN

Importes CUC = Cantidad * Precio CUC

Gastos de Salarios:

El gasto en salarios depende de la categoría y el número de horas de trabajo de cada uno de los técnicos y obreros que participan en la producción.

Tabla 4: Gastos de salarios.

SALARIOS							
Operarios	Tarifa (hr)	Tiempo Trabajo (hr)	Total, de Salarios (pesos)	Vacaciones (MN) 9.09%	Seg. Soc. (MN) 5%	Gastos en salarios	
						USD	MN
Mecánico taller A (Corte)	4.39	300	1317	119.72	65.85		1502.6
Ajustador Reparador A (Torno)	7.89	320	2524.8	29.09	16		2569.9
Mecánico de Taller A (Cromado)	7.52	100	752	68.36	37.6		857.9
Mecánico de Taller A JB (Rectificadora)	11.76	150	1764	13.64	7.5		1785.1
Especialista Mecánico (Soldador)	10.84	280	3035.2	25.45	14		3074.7
Gastos totales en salarios						-	9790.2

Total de salarios = Salarios X Tiempo de Trabajo

$$\text{Vacaciones} = \text{Salarios} \times 9.09 \%$$

$$\text{Seg Social} = \text{Salario} \times 5 \%$$

$$\text{Gastos en salarios} = \text{Total de salario} + \text{vacaciones} + \text{seg social}$$

Gastos de Energía Eléctrica.

El funcionamiento de una Empresa o Taller es imposible sin el empleo de la energía eléctrica que está presente en casi todos los procesos y cubre las demandas y necesidades de estos. Los gastos de energía dependen de los equipos que intervienen en el proceso y de las horas en que intervino cada uno.

Tabla 5: Gastos de Energía Eléctrica.

ENERGIA ELECTRICA						
Máquinas	Potencia (kW)	Tiempo Utilizado (horas)	Tarifa \$/kWh	Consumo de Energía (kW/hr)	Gastos de energía	
					CUC	MN
Sierra Circular	1.9	1.076	0.1630	2.04		8.33
Torno Univ.	6.7	3.30	0.1630	22.11		90.1
Cromado	7.2	1	0.1630	7.2		29.34
Rectificadora	7.6	0.5	0.1630	3.8		15.49
Equipo de soldar	12.8	0.75	0.1630	9.6		39.12
Gastos totales en energía eléctrica						182.38

$$\text{Importes} = \text{Potencia} * \text{Precio MN} * \text{Hora.}$$

$$\text{Gastos Directos} = \text{Gasto Materiales} + \text{Gastos en Salarios} + \text{Gastos Energéticos}$$

$$\text{Gastos Directos} = 50,290.30 + 137.38 + 182.38 = 50,610.06 \text{ MN}$$

Gastos indirectos = 30% de Gastos Directos

$$\text{Gastos indirectos} = \$15,183.02 \text{ MN}$$

Por tanto, el costo final de la producción de la Plataforma Elevadora de tijeras es de 60262.88 MN

- **CONCLUSIONES**

CONCLUSIONES

1. De la revisión bibliográfica se determinó que existen diversos tipos de plataformas elevadoras, tanto en morfología como en capacidad y desempeño a la hora de ser utilizadas en labores o situaciones concretas, siendo las más empleadas las del tipo tijera.
2. Partiendo de los análisis de fuerza realizados a cada una de las barras que componen la plataforma superior e inferior se pudo determinar que la mas cargada es la viga frontal con valores de momento flector 18700.416 N-m
3. Para el sistema hidráulico de la Plataforma Elevadora de Tijeras se empleará una bomba de 150 bar para el sistema de elevación, siendo los cilindros 2 y 3 los que mayor presión demandan 109.34.
4. Las Tensión de Von Misses determinadas por el método tradicional en la barra frontal da 122.5 MPa y en la simulación se obtiene el valor de 85 Mpa, reafirmando el valor calculado, menor que la tensión admisible del material: 373 MPa
5. Las Tensión de Von Misses determinadas por el método tradicional en la barra lateral da 22.48 MPa y en la simulación se obtiene el valor de 48.26 Mpa, reafirmando el valor calculado, menor que la tensión admisible del material: 373 MPa
6. En todos los elementos de la estructura el factor de seguridad es superior a 3.
7. El costo final de la producción de la Plataforma Elevadora de tijeras se eleva a 60262.88 MN, valor inferior al de importación.

- **RECOMENDACIONES**

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda reforzar las vigas de las tijeras en la zona de los pasadores.
2. Realizar estudios posteriores evaluando reducir de 5 a 3 cilindros en el sistema.
3. Que la empresa evalúe el trabajo para su posterior fabricación.

- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BIBLIOGRAFÍA

- Plataformas elevadoras móviles de personal.* (2015).
- Beer F, J. R. (2007). *Mecanica Vectorial para Ingenieros Estatica*. Mexico.
- Borges, R. J. (2017). *Teoria y problemas de flujo de fluidos compresibles y equipos de bombeo*.
- D'Addario, I. M. (s.f.). *Manual de Oleohidráulica*.
- E, L., & A, M. (2007). *Elevadores: principios e innovaciones*. España.
- Evan, O. (s.f). *articulo.mercado.libre.com.arg*.
- Feodosiev. (1985). *Resistencia de los materiales* . Mossu.
- Glez de Chavez Perez, D. (2015). *Elevador de tijera por accionamiento Hidraulico*.
- Gonzales, A. (2006). “*Manipulación de cargas con puentes grúa y polipastos*”.
- Hansa Flex. (s.f.).
- Empresa JLG. (2015). *Modelo elevador 6RS. Partes generales PEMPde tijera*.
- Maldonado, A. M. (2015). *Diseño de una plataforma elevadora de tijeras*. Valencia.
- Noa Aguila, I. J. (2002). *Calculos y diseño de un elevador para pasajeros aereopuertariosimpedidos fisicos*.
- PEMP. (s.f). *www.maqlift.com*.
- Pisarenko. (1979). *Manual de Resistencia de los Materiales*.
- Pozo, P. M. (Septiembre del 2012). *Diseño, calculo y Dimensionado de una plataforma elevadora movil de personal con accionamiento hidraulico*.
- Stiopin. (1983). *Resistencia de Materiales*. Mossu.
- V, D. (1970). *Elementos de Maquinas*. Mossu: MIR.

- **ANEXOS.**

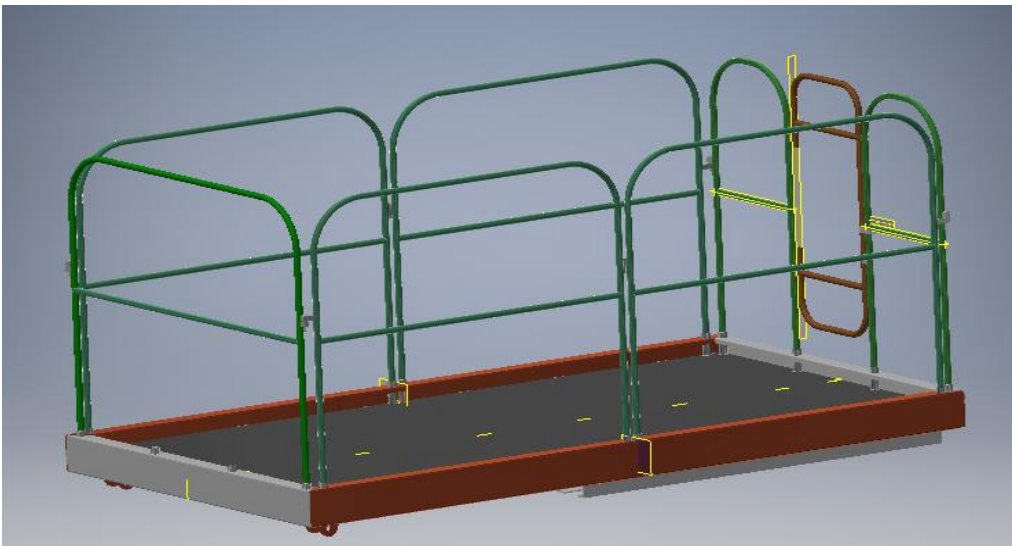
ANEXOS.

Anexo 1: Barandillas de seguridad utilizadas en la plataforma elevadora de tijera.

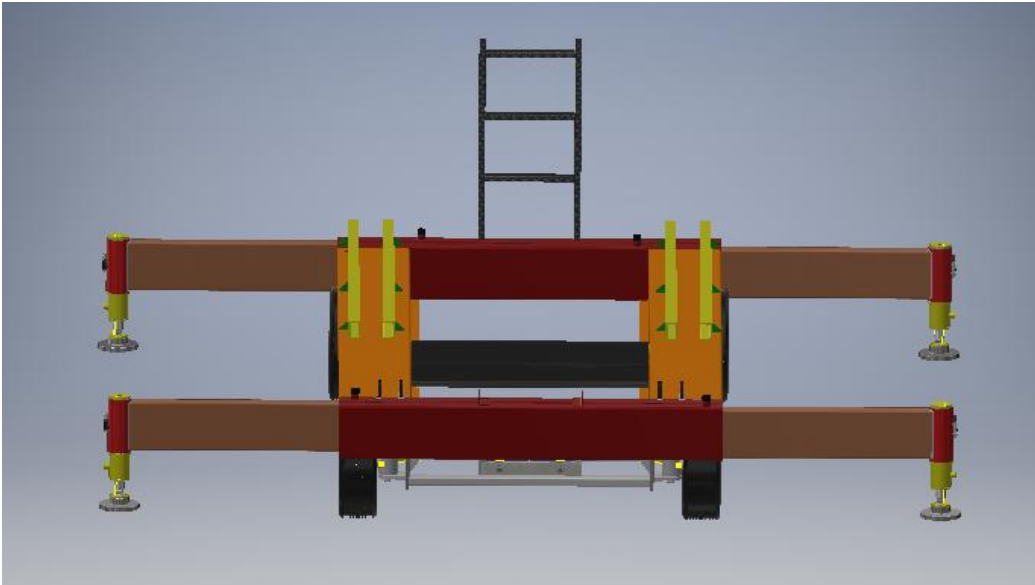
Fuente :Elavoracion propia



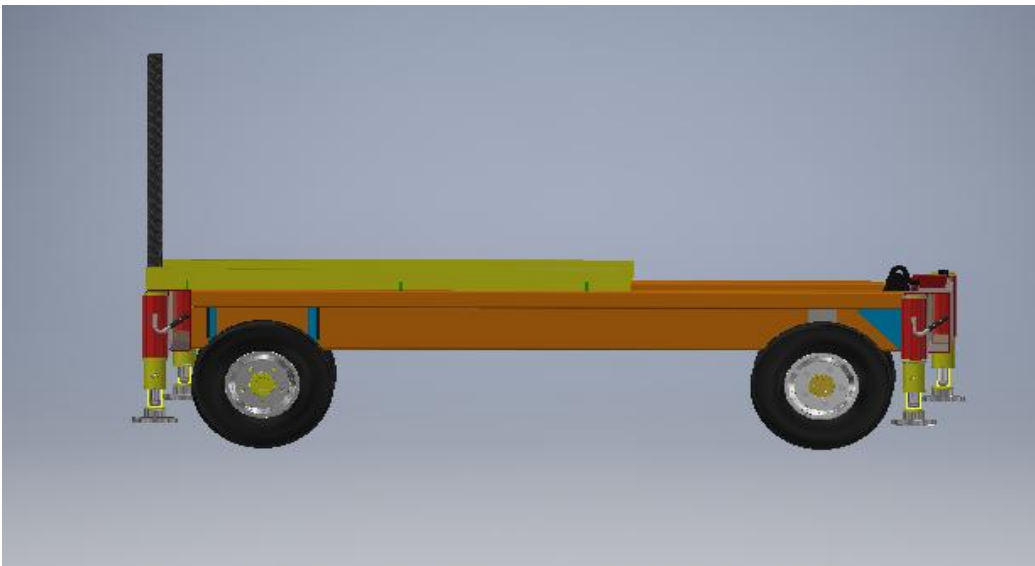
Anexo 2: Vista de la plataforma de trabajo de los operarios . Fuente :Elavoracion propia



Anexo 3: Vista frontal del chasis de la plataforma elevadora de tijera . Fuente :Elavoracion propia



Anexo 4: Vista lateral del chasis de la plataforma elevadora de tijera. Fuente :Elavoracion propia



Anexo 5: Subconjunto completo de la plataforma elevadora de tijera. Fuente :Elavoracion propia



