

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERIA MECÁNICA

MEMORIA DE RESIDENCIA:

PRESENTA:

PASCACIO PÉREZ KEVIN EMANUEL

ASESOR INTERNO:

DR. ROBERTO CARLOS GARCÍA GÓMEZ

ASESOR EXTERNO:

ING. CARLOS ZEBADÚA JIMÉNEZ

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, SEPTIEMBRE DE 2016

# Índice

<b>Capítulo I</b> .....	6
<b>Generalidades del proyecto</b> .....	6
1.1 Introducción .....	7
1.2 Justificación.....	8
1.3 Objetivo general .....	9
1.4 Objetivo específico.....	9
1.5 Caracterización del área en que participó.....	11
1.6 Problemas a resolver con su respectiva priorización .....	13
1.7 Alcances y limitaciones .....	14
<b>Capítulo II</b> .....	15
<b>Marco teórico</b> .....	15
2.1 Historia .....	16
2.2 Principio del funcionamiento .....	19
2.3 Caracterización de los elementos físicos .....	21
2.3.1 Pistón hidráulico.....	21
2.3.2 Central electrohidráulica .....	23
2.3.3 Cable de acero.....	24
2.3.4 Poleas para cables .....	28
<b>Capitulo III</b> .....	33
<b>Descripción de las actividades</b> .....	33
3.1 Selección de material .....	36
3.2 Proceso de diseño.....	37
3.2.1 Cajón extensión de plataforma.....	38
3.2.2 Columnas.....	38
3.2.3 Vías.....	39
3.2.4 Plataforma .....	40
3.2.5 Mecanismo de plegado y desplegado.....	40
3.2.6 Soporte de polea.....	42
3.2.7 Cilindro hidráulico.....	42
3.3 Análisis y optimización del diseño .....	45
3.3.1 Análisis de la plataforma.....	45

3.3.2 Análisis de polea .....	49
3.3.3 Optimización de polea.....	52
3.3.3 Resultados de las Tenciones .....	53
3.3.4 Análisis de armadura con columnas fijas.....	54
3.3.5 Análisis de armadura fijada en la viga horizontal.....	56
3.3.6 Resultados del estudio. ....	57
3.4 Presentación final del diseño de plataforma elevadora de columnas.....	59
<b>Capitulo IV.....</b>	<b>60</b>
<b>Conclusión .....</b>	<b>60</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>62</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>75</b>

## Índice de figuras

Figura 1: Complejo metal mecánica Kukulcán .....	12
Figura 2: Ubicación de la empresa Kukulcán .....	12
Figura 3: Carretilla elevadora en fábrica de papel en 1915 .....	16
Figura 4: Carretilla elevadora de 1927 .....	17
Figura 5: Carretilla elevadora de 1956 .....	18
Figura 6: Woodbine y su primer elevador montado en una camioneta .....	19
Figura 7: Configuración de cables y poleas.....	20
Figura 8: Pistón hidráulico de doble efecto.....	21
Figura 9: Central electrohidráulica .....	23
Figura 10: Diagrama limite elástico.....	25
Figura 11: Diagrama Limite de fatiga.....	26
Figura 12: Diagrama carga de trabajo recomendable.....	26
Figura 13: Cable de acero .....	27
Figura 14: Polea.....	29
Figura 15: Montacargas ligero .....	30
Figura 16 : Montacargas de tipo riel .....	31
Figura 17: Rampa oculta .....	32
Figura 18: Posición de columnas a góndola.....	34
Figura 19: Dimensionamiento de plataforma .....	35
Figura 20: Plataforma elevadora tipo columna .....	37
Figura 21: Góndola cerrada de vehículo de mediana carga.....	37
Figura 22: Cajón de mecanismo (extensión de plataforma) .....	38
Figura 23: Funcionamiento de la columna con el cajón de extensión.....	39
Figura 24: Vía.....	39
Figura 25: Plataforma elevadora .....	40
Figura 26: Brazo de palanca con mecanismo de eslabones .....	41
Figura 27: Rampa con mecanismo de palanca abatible .....	41
Figura 28: Soporte de polea.....	42
Figura 29: Sujeción de pistón hidráulico .....	43
Figura 30: Momento de plegado de la compuerta .....	43
Figura 31: Palanca entre brazo y chasis.....	44
Figura 32: Trampilla de puerta.....	44
Figura 33: Mecanismo del sistema abatible .....	45
Figura 34: Modelo de estudio de la plataforma.....	46
Figura 35: Enmallado empleado en el estudio.....	47
Figura 36: Concentración de tención en plataforma .....	47
Figura 37: ICE-SUPERFICIE Plataforma elevadora .....	48
Figura 38: Desplazamiento por deformación .....	49
Figura 39: Modelo de estudio polea.....	50
Figura 40: Mallado empleado en el estudio de la polea .....	50
Figura 41: Resultado del estudio de tensiones .....	51

Figura 42: Iso-superficie del estudio de la polea .....	51
Figura 43: Modelo de estudio Polea .....	52
Figura 44: Mallado empleado en el estudio de la polea .....	52
Figura 45: Resultados de estudios de tención .....	53
Figura 46: Iso-superficie polea .....	53
Figura 47: Modelo de estudios armadura del elevador .....	54
Figura 48: Enmallado empleado en el estudio.....	55
Figura 49: Resultados del análisis estático aplicado .....	55
Figura 50: Modelo de estudio armadura del elevador fija solo del chasis central .....	56
Figura 51: Enmallado empleado en el estudio.....	57
Figura 52: Resultado del estudio de tensión .....	57
Figura 53: Iso-superficie .....	58
Figura 54: Diseño final .....	59
Figura 55: Diseño final .....	59

# **Capítulo I**

## **Generalidades del proyecto**

## 1.1 Introducción

El objetivo de este proyecto es realizar el diseño, dimensionamiento, cálculo y Modelado de una plataforma elevadora de carga, así como la comprobación a través del Programa de elementos finitos SolidWorks de los principales elementos que componen la plataforma elevadora.

Se partirán de unos parámetros estándares para las plataformas de este tipo como son: longitud, anchura y altura máxima alcanzable por la plataforma. Se consultará la información correspondiente a este tipo de máquinas para saber los criterios que se han de aplicar, en la colocación de las cargas y las posibles limitaciones de dimensiones o prestaciones según la capacidad de carga de que queramos utilizar y los usos para los que esté pensada. Una vez conocidas estas prestaciones, y según la estructura elegida para la plataforma, se calculará el reparto de fuerzas por sus diferentes elementos.

Conociendo la magnitud de los esfuerzos en cada componente, se llevará a cabo el dimensionamiento, en primer lugar de la sección de las barras atendiendo a la que resulte más solicitada. Por último, se modelará cada pieza en el programa 3D por ordenador utilizando el programa Solid Works, que nos proporcionara los resultados de las concentraciones de tensiones en los puntos más solicitados, aproximándonos a la solución de la ecuación diferencial.

También se empleará dicho programa con el fin de tener una visualización gráfica del elevador y la localización de cada uno de sus componentes.

## **1.2 Justificación**

Este proyecto se inicia con la necesidad de ascenso y descenso de productos de manera segura y en tiempos mínimos a los vehículos de entrega ya que los productos son muy valiosos y pueden romperse rallarse o dañarse al momento de montarlo además algunos son sumamente grandes y pesados de esta manera evitar esfuerzos innecesarios o posibles lesiones del personal de planta es importante, además de darle mayor seguridad al producto en el momento de subirlo y bajarlo del vehículo.

Esta plataforma elevadora tiene que cubrir las necesidad que tiene la empresa en mejorar la calidad de entrega, tomando en cuenta estas necesidades se busca diseñar la plataforma más indicada para los vehículos con que cuenta la empresa comenzando por las diferentes dimensiones del vehículo, el manejo de rampas hidráulicas elimina la entrega de productos en mal estado, evita accidentes y/o lesiones en el personal y mejora los tiempos de operación.



### **1.3 Objetivo general**

Desarrollar un proyecto de ingeniería de acuerdo a las necesidades del entorno de la empresa Diseñando un sistema mecánico óptimo para implementar montacargas elevadoras en camiones para subir y bajar diferentes tipos de carga.

### **1.4 Objetivo específico**

1. Revisión bibliográfica o estudio del estado del arte: Obtener, organizar y analizar la metodología existente y relacionada con el tema.
2. Recaudación de la información para el diseño óptimo: De la información obtenida, seleccionar la metodología más conveniente para el diseño deseado.
3. Selección de los elementos que conformaran el montacargas: Elegir los elementos adecuados que conformaran el montacargas.
4. Diseño preliminar mediante software CAD: Desarrollo del montacargas mediante el software (SolidWorks).
5. Selección de los materiales: realizar la investigación y posteriormente seleccionar los materiales adecuados para elaborar el montacargas.
6. Análisis de elemento finito mediante software computacional: mediante el elemento finito se realizara el análisis del montacargas bajo diversas condiciones de carga.
7. Rediseño mediante software CAD: una vez obtenidas las pruebas se realizan las correcciones y se desarrolla el rediseño de los componentes.

8. Presentación del diseño final: Se presenta el diseño final después de realizar el rediseño.
9. Elaboración y entrega del reporte final: Se realiza el reporte final que servirá como evidencia de término del proyecto realizado.

## **1.5 Caracterización del área en que participó**

El área a desempeñar dicho proyecto es en la empresa Kukulcán en el área de diseño, dicha área se enfoca en el desarrollo de diseño de diferentes muebles y la solución a distintos problemas donde se involucra la modificación de algunos modelos para adaptarse al área donde se instalaran

Kukulcán es una empresa que se dedica a la fabricación de muebles completamente adaptables a espacios, de diseño actual, con acabado industrial, cada pieza de corte hecha de forma automatizada por medio de sistemas computarizados.

Se ubica en calle Morelos 210, 29110 Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México.

### **MISIÓN:**

Satisfacer las necesidades de amueblamiento con una funcionalidad absoluta y un diseño actual, la realización personal de los miembros está en función de la satisfacción de los clientes, mismo que nos garantizan una ampliación natural de nuestro mercado, y nos proporcionan estabilidad económica y emocional, obteniendo como resultado fidelidad de la marca y una moral alta.

### **VISIÓN:**

Vemos un futuro en el cual empresas medianas y grandes son principales protagonistas de una economía moderna basada en el intercambio de satisfactores desarrollados con tecnologías descubiertas la noche anterior en cualquier parte del mundo globalizado. Con el trabajo, estudio y constancia de los miembros de este equipo estaremos ubicando a nuestra empresa en este mundo moderno comprometido con la conservación de la ecología, proporcionando empleos permanentes para sus trabajadores e hijos.



Figura 1: Complejo metal mecánica Kukulcán

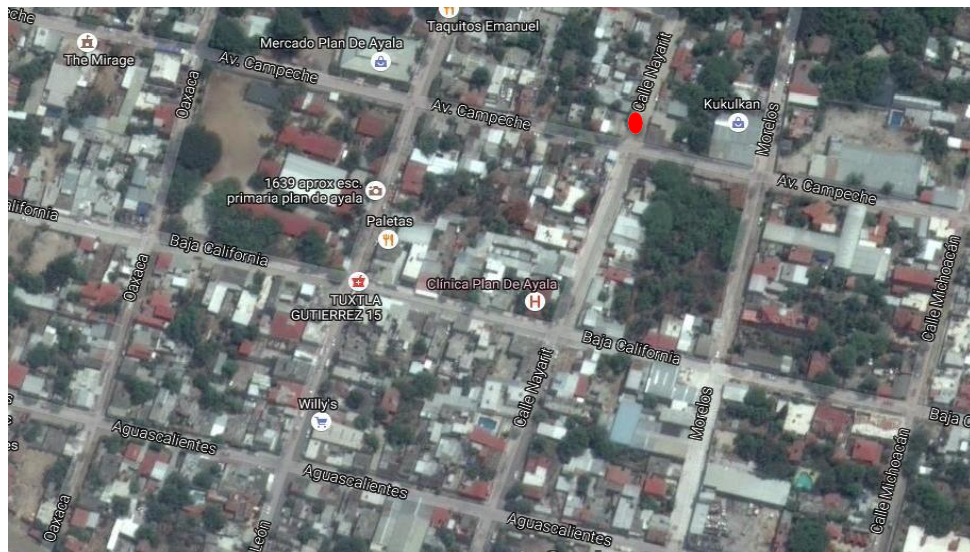


Figura 2: Ubicación de la empresa Kukulcán

## **1.6 Problemas a resolver con su respectiva priorización**

En la acción de cargar los diferente productos al camión se llega a requerir hasta seis personas para poderlo manipular de manera segura poniendo en riesgo a la salud del personal de la empresa de lastimarse en esta acción y al producto fabricado que es sumamente delicado.

### **Como resolver este problema**

Implementar montacargas en los vehículos de reparto este mecanismo de rampa elevadora permitirá a los trabajadores manejar el producto de manera más segura reduciendo el peligro de dañar los diferentes objetos y la salud de los trabajadores para esto primero se ara el diseño del montacargas que más convenga para estos vehículos tomando en cuenta las diferentes cargas del producto y las dimensiones del camión.

## **1.7 Alcances y limitaciones:**

Se ha escogido la plataforma elevadora de tipo columna debido al tipo de mecanismo de elevación y a la practicidad de montaje a las carrocerías de los vehículos ya que solo es necesario fijarlos por el centro y por los laterales de la góndola del vehículo. La compuerta de elevación tiene una mayor área de carga, ya que esté se encuentra en la parte trasera del vehículo teniendo así la disponibilidad de la superficie de la góndola, a comparación de las plataformas ocultas de bajo del chasis del vehículo, donde el espacio es muy limitado.

### **Alcances**

- Es de uso práctico y adaptable para la mayor parte de vehículos de carga
- Es muy seguro para cargar y descargar objetos
- Distribuyen las cargas de manera uniforme
- Son bastante amplias para objetos de gran tamaño y peso
- Es abatible y fácil de usar
- Este tipo de elevadores son de posición fija ya que para su desplazamiento se precisa de otra máquina que lo eleve y lo desplace.
- 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 riel.

### **Limitaciones**

- La rampa está a 90° de las columnas que lo eleva esto limita a la rampa descender hasta el suelo en lugares con pendientes.
- Tiene un límite de ascenso.
- Por el tipo de mecanismo de elevación es importante que la plataforma del vehículo este abierta o tenga cortina ya que las puertas no podrían abrirse en su totalidad.

# **Capítulo II**

## **Marco teórico**

## 2.1 Historia

En 1851 Waterman ideó el primer montacargas de la historia, se trataba de una plataforma unida a un cable, y ello fue suficiente para inspirar a Otis para inventar el ascensor, un elevador con un sistema dentado que permitía amortiguar la caída en caso de rotura del cable.

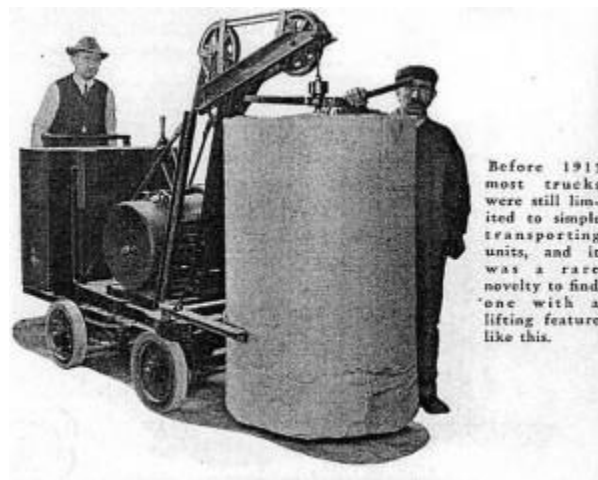


Figura 3: Carretilla elevadora en fábrica de papel en 1915

Estos sistemas rudimentarios dieron paso a finales del siglo XIX a plataformas móviles de madera en la que se instalaban polipastos a modo de montacargas. No sería hasta 1913 cuando empezaron a surgir los primeros carros capaces de moverse gracias a motores eléctricos alimentados por baterías, y de ahí a que se instalara encima del carro un artilugio capaz de elevar la carga algunos centímetros del suelo todavía tuvieron que pasar dos años más.

### La primera carretilla elevadora

Fue pues en 1915 cuando surgieron las primeras carretillas capaces de desplazar la carga tanto en horizontal como en vertical. En la época de la Primera Guerra



Mundial se diseñó una plataforma que podía subir y bajar las mercancías gracias a un mecanismo de elevación de potencia, pero, sin embargo, fue a Clark en 1917 al que se le ocurrió la idea de que el operario trabajara sentado en la propia carretilla elevadora.

A partir de 1920 se introdujo la energía hidráulica para elevar las cargas y en 1923 Yale produjo la primera carretilla elevadora provista de horquillas y un mástil elevador, por lo que podemos considerar que 1923 es el año del nacimiento de la carretilla elevadora tal y como la conocemos hoy en día. Además en aquella época este tipo de máquinas se movían gracias a la electricidad de sus baterías.

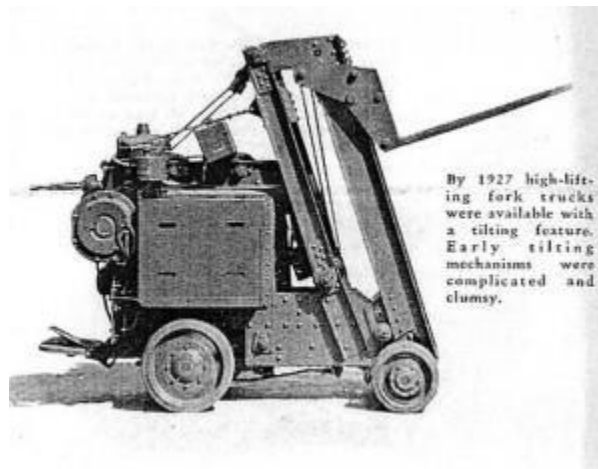


Figura 4: Carretilla elevadora de 1927

A pesar de todo, no fue hasta 1950 cuando se produjo un gran avance gracias a la normalización del palé y a la escasez de trabajadores debido a las consecuencias de la II Guerra Mundial. Luego en la década de los 50 y ante la necesidad de mover cargas cada vez más grandes y pesadas se necesitaron carretillas más potentes y fue entonces cuando se incorporaron “nuevas tecnologías”, como los motores diésel.

## La seguridad de los operarios de carretilla elevadora

A comienzos de 1960 empezó a preocupar la seguridad de los trabajadores y se empezaron a introducir las jaulas o estructuras de protección, pues hasta entonces las carretillas eran abiertas. Posteriormente en la década de 1980 empezaron las preocupaciones medioambientales y se empezaron a incorporar nuevos motores, como los de gas propano y gas natural comprimido entre otros.

A partir de esta fecha la evolución de las carretillas elevadoras ha ido paralela a la evolución del automóvil. Se han evolucionado los motores de todo tipo, se han reducido los consumos y emisiones contaminantes, se ha mejorado la electrónica y se ha avanzado fuertemente en el campo de la seguridad.



Figura 5: Carretilla elevadora de 1956

En 1965, Delbert 'Bus' Brown diseñó y construyó el primer elevador hidráulico en su taller de Woodbine, Iowa. Llamado así por su hijo, elevador de compuerta fue diseñado para ayudar a mover cargas pesadas dentro y fuera de camionetas.



Figura 6: Woodbine y su primer elevador montado en una camioneta

Partiendo de este invento se empezaron a desarrollar otras configuraciones de puertas elevadoras tomando en cuenta nuevas necesidades sumadas a la seguridad del operario, como son el tamaño del objeto mayor carga del mismo y la fragilidad todo de una manera más práctica segura y fácil de usar.

A lo largo de los últimos 50 años, el proceso de montaje utilizado en la construcción de ascensores no ha cambiado mucho con los años. Aunque los componentes han sido actualizados, el diseño básico es esencialmente el mismo. Construido a mano, por soldadores maestros, Maquinistas y expertos en control de calidad. Con un solo cilindro, brazo paralelo diseño basado en un sistema de cables y poleas.

## 2.2 Principio del funcionamiento

Los montacargas son mecanismos que surgen con la necesidad de cuidar al recurso humano de cualquier lesión que pudiesen tener en el momento de cargar o descargar los productos. Los montacargas fijos en vehículos son mecanismos que ayudan a las industrias a distribuir y embalar de una manera más segura rápida y eficiente a los diversos productos que se manejen sea porque son muy grandes o

muy pesados. El principio de funcionamiento de la plataforma elevador se basa en las carretillas elevadoras a diferencia que esta va fija en la parte trasera de carga de los vehículos. Este mecanismo cuenta con una estructura metálica que recibir las mayores cargas. Funciona con un cilindro hidráulico este aporta una velocidad de carrera constante y una potencia aceptable para el trabajo que realizara, este cilindro tiene como elemento de trabajo un brazo paralelo con poleas.

Todo este sistema actúa con cables de acero de tensión un cable para cada columna estos cables deben de tener la medida ideal para las poleas y estas no sufran de ningún desgaste tanto en la polea como en el cable también evitara que el cable se quede trabado en la garganta de la polea, las poleas estarán fijadas a la caja o chasis y una en cada columna las cuales son las que elevaran a la plataforma debido a la tensión que nos trasmitirá el pistón a través de los cables.

La unidad de potencia hidráulica es de potencia media ideal para vehículos medianos hasta camiones pesados y muy prácticos de instalar ya que es de un tamaño pequeño todos estos elementos puede cambiar de dimensiones según el tamaño del vehículo y la capacidad de carga que se requiera.

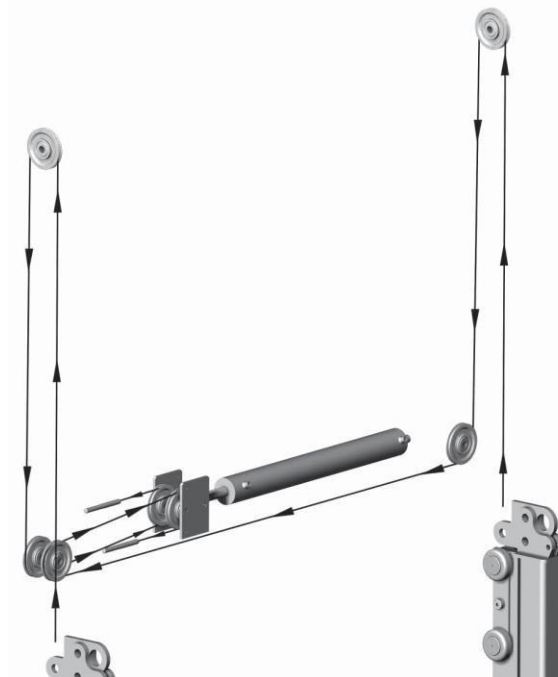


Figura 7: Configuración de cables y poleas.

Al ser hidráulica se tiene un mejor control en el ascenso y descenso de la plataforma y suficiente potencia para elevar diferentes cargas.

### 2.3 Caracterización de los elementos físicos

Para el desarrollo del diseño de una plataforma elevadora fija en un vehículo es necesario conocer las partes que conforman el mecanismo, por lo que a continuación se presentan y se detallan todas sus partes.

#### 2.3.1 Pistón hidráulico

Este pistón hidráulico será el elemento que acciona todo el mecanismo de ascenso y de descenso del montacargas a través cables de tensión se buscara el modelo más apropiado ya que la distancia de ascenso y descenso es proporcional a la carrera que nos proporcione el cilindro

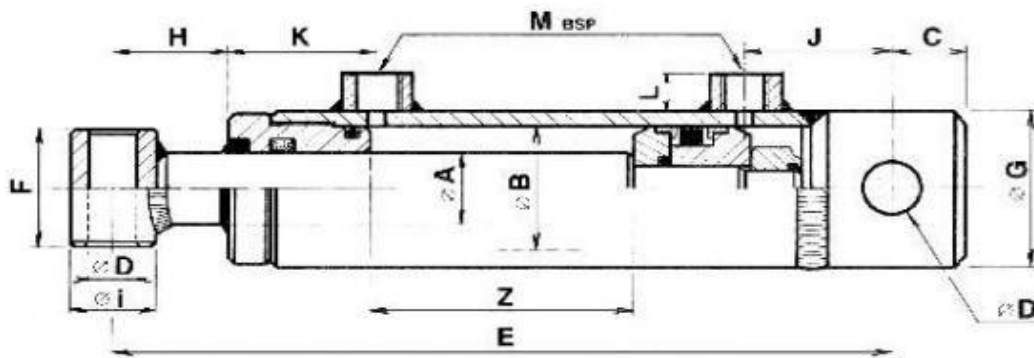


Figura 8: Pistón hidráulico de doble efecto

Tabla 1: Cilindros estándar doble efecto

CILINDROS ESTANDAR DOBLE EFECTO																2.2			
Medidas y Tarifa																			
CODIGO	P.V.P. (€)	REF.	ØA mm	ØB mm	Z (camara) mm	E mm	C mm	D mm	F mm	G mm	H mm	I mm	J mm	K mm	L mm	M mm	Vol. litros	Peso kg	
CICFAAA		700/05	20	32		50	205	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.05	1.9
CICFAAB		700/10				100	255	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.11	2.2
CICFAAC		700/15				150	305	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.16	2.6
CICFAAD		700/20				200	355	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.21	2.9
CICFAAE		700/30				300	455	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.26	3.6
CICFAAI		700/70				700	855	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.31	3.9
CICFAAL		700/1000				1000	1155	17	16	35	40	28	30	33	35	12	1/4	0.36	4.2
CICFABA		701/1	25	40		100	270	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.15	3.7
CICFABB		701/2				200	370	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.25	4.5
CICFABC		701/3				300	470	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.40	5.5
CICFABD		701/4				400	570	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.50	6.5
CICFABE		701/5				500	670	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.65	7.5
CICFABF		701/6				600	770	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.75	8.5
CICFABG		701/7				700	870	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.85	9.5
CICFABH		701/8				800	970	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	0.95	10.5
CICFABI		701/9				900	1070	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	1.05	11.5
CICFABJ		701/10				1000	1170	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	1.15	12.5
CICFABK		701/11				1100	1270	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	1.25	13.5
CICFABL		701/12				1200	1370	19	20.5	40	50	50	35	45	42	15	3/8	1.40	14.5
CICFACA		702/1				30	50		100	300	25	25.5	45	60	54	40	58	54	15
CICFACB		702/2	200	400	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	0.40	5
CICFACC		702/3	300	500	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	0.60	6
CICFACD		702/4	400	600	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	0.80	8
CICFACE		702/5	500	700	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.00	10
CICFACF		702/6	600	800	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.20	12
CICFACG		702/7	700	900	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.40	14
CICFACH		702/8	800	1000	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.60	14
CICFACI		702/9	900	1100	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	1.80	16
CICFACJ		702/10	1000	1200	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	2.00	18
CICFACK		702/11	1100	1300	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	2.20	20
CICFACL		702/12	1200	1400	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	2.40	22
CICFACM		702/13	1300	1500	25				25.5	45	60	54	40	58	54	15	3/8	2.60	24
CICFAD1		703/1				100	300	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	0.30	6
CICFADA		703/2				200	400	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	0.60	7
CICFADB		703/3				300	500	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	0.90	9
CICFADC		703/4				400	600	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	1.15	11
CICFADD		703/5				500	700	25	25.5	45	70	54	40	58	54	15	3/8	1.45	13

Presión máxima 200 bar = 2900.75 psi

Velocidad máxima 0.5m/s

Carrera de 800mm

Diámetro del pistón: 5mm de diámetro

### 2.3.2 Central electrohidráulica

Usadas en pequeños camiones que no tienen posibilidad de montaje de toma de fuerza. También son una alternativa económica en aplicaciones en las que el caudal necesario es pequeño.

Se componen de un motor eléctrico de 12V o 24V, una bomba de engranajes, un depósito de aceite y un cuerpo central en el que pueden montarse diferentes tipos de válvulas según la función a realizar

Generan potencias de 2600 psi hasta 3200 psi según la capacidad y tamaño de operación del vehículo.

Pueden combinarse diferentes potencias de motor, caudales de bomba, capacidades de depósito y configuraciones de válvulas para adaptarse a todas las necesidades.



Figura 9: Central electrohidráulica

Éste es una unidad de potencia hidráulica diseñada para carretillas elevadoras eléctricas.

Nuestras unidades de potencia hidráulica para carretillas elevadoras diseñadas con una válvula solenoide de chequeo de dos posiciones y dos vías para controlar la operación del cilindro

Una válvula de estrangulación interna también se encuentra posicionada en el punto de retorno del aceite, que mantiene constante tanto el descenso como la velocidad del dispositivo hidráulico. Éste diseño también provee a nuestras unidades de potencia hidráulica simpleza de operación y mantenimiento conveniente, así como buen desempeño de mantenimiento de presión.

### **2.3.3 Cable de acero**

La función principal de los cables es transmitir movimiento y/o soportar carga, siendo sus principales operaciones el levante y arrastre de cargas, ya sea en grúas, tecles, palas electromecánicas, huinches, plumas o pescantes, montacargas, ascensores, equipos de remoción de tierra, etc.

El cable de acero debe tener características bien definidas, que dependerán en cada caso, del uso al que será sometido. Estas características deberán satisfacer las condiciones y esfuerzos a los que estará sometido el cable.

Algunos de los esfuerzos a los cuales están sometidos los cables de acero son:

- **Tracción (resistencia a la ruptura):** La resistencia es la fuerza externa que debe aplicarse por tensión a lo largo de la línea central del cable para que ocurra su ruptura y se expresa en libras o toneladas también es llamada como resistencia a la tensión.
- **Flexión:** Es la capacidad del cable para soportar bajo carga el esfuerzo de flexión (sucesivas flexiones) la flexibilidad de un cable depende principalmente de su construcción y el término se aplica a la capacidad del cable para soportar la flexión.
- **Abrasión:** la resistencia a la abrasión es la característica de un cable para soportar el desgaste mientras opera sobre poleas, polines y tambores. La abrasión es la pérdida de metal que sufre el cable en la superficie de los



alambres exteriores. La abrasión produce una pérdida de resistencia útil en el cable cuando es doblado alrededor de una polea o tambor.

El desgaste es originado por la fricción o roce, como consecuencia del deslizamiento del cable sobre superficies fijas o móviles

- Corrosión: La corrosión reduce el área metálica del cable y lo debilita. A medida que la corrosión progresa los alambres se pican intensamente, su resistencia se reduce considerablemente, disminuye la resistencia a la abrasión y el cable pierde flexibilidad y elasticidad
- Aplastamiento Un cable tiende a aplastarse y apretarse si es forzado a operar bajo presiones considerables, como son las gargantas de poleas que no tienen un soporte amplio tambores de superficie lisa y tambores donde hay enrollamientos múltiples
- Límite de Elasticidad: Todo cable sometido a un esfuerzo de tracción sufre un alargamiento. Dentro de ciertos límites el acero es elástico y al soportar una carga se deforma ligeramente volviendo a su longitud original al quitar este esfuerzo, esto es normal hasta un punto llamado Límite de Elasticidad, que es aproximadamente el 67% de la resistencia o esfuerzo de ruptura del acero.

Cualquier esfuerzo más allá de este límite hará que el acero se deforme permanentemente, no pudiendo recuperar su longitud original. En este caso la resistencia de los alambres se debilita

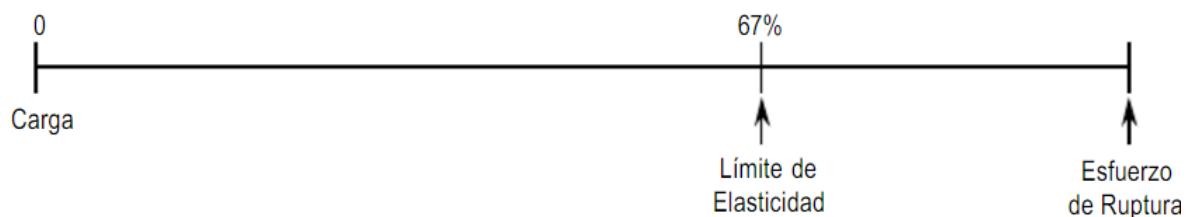


Figura 10: Diagrama límite elástico

## Límite de Fatiga

El límite de aguante o fatiga corresponde aproximadamente al 50% de la resistencia a la ruptura. Si un cable es sometido a repetidos tirones más allá del límite de aguante, la vida útil del cable se acortará, aun cuando no se haya sobrepasado el límite de elasticidad o el esfuerzo de ruptura.

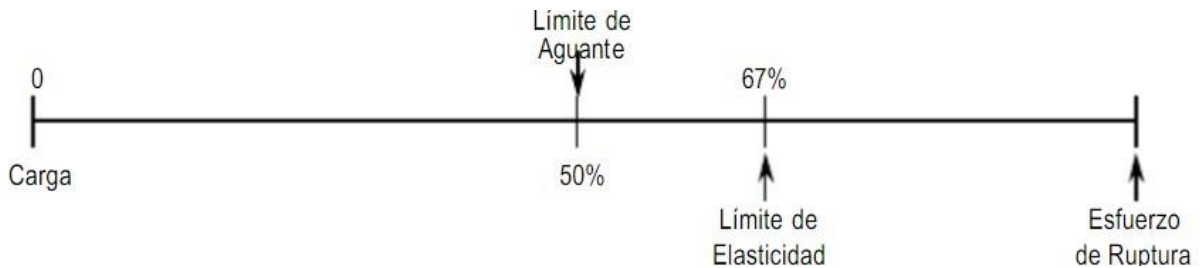


Figura 11: Diagrama Límite de fatiga

Debido a lo anterior, los cables deben ser sometidos sólo a esfuerzos que estén dentro de la carga de trabajo recomendable

## Carga de trabajo

La carga de trabajo recomendable se estableció para permitir sobrecargas que estén entre la carga normal y el límite de aguante que no deberá ser mayor a un 20% de carga de ruptura.

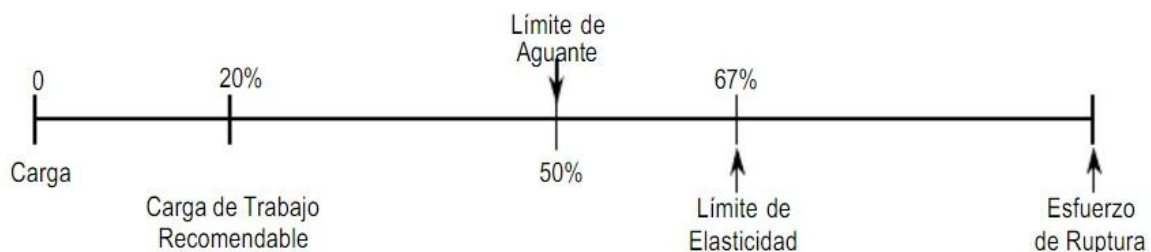


Figura 12: Diagrama carga de trabajo recomendable

Para hacer la selección del cable correcto se toma en cuenta de un catálogo los siguientes datos:

Tomando en cuenta estas características se contempló el siguiente cable de un catálogo.

Diámetro del cable 7.94 mm (5/16 in)

Resistencia a la ruptura es de 2.86 toneladas



Figura 13: Cable de acero

Tabla 2 Cables para elevación



8x19S, 8x25F  
**Familia 8x19** | **8x19 Class**  
 Alma de fibra | Fiber core

**ELEVADOR**<sup>™</sup>  
 negro  
 lift rope bright

8x19S



8x25F



Diámetro		Peso Aproximado		Resistencia a la Ruptura	
Diameter		Approximate Weight		Minimum Breaking Force	
Pulgadas Inch	Milímetros mm	lb / ft	kg / m	1370 / 1770 N/mm <sup>2</sup> // Dual Tensile lb	Ton*
5/16	8	0.14	0.213	6,305	2.86
3/8	10	0.22	0.328	9,877	4.48
7/16	11	0.27	0.408	11,949	5.42
1/2	13	0.37	0.555	16,689	7.57
5/8	16	0.58	0.856	25,353	11.5
3/4	19	0.82	1.220	35,714	16.2

## Factor de Seguridad

Es el cociente entre la resistencia a la ruptura del cable y la carga segura de trabajo recomendable. Para los cables de manejo de cargas, el Factor de Seguridad mínimo aceptable es 5. La carga máxima segura de trabajo se calcula como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Carga máxima segura} &= \frac{\text{Resistencia a la ruptura del cable}}{\text{Factor de Seguridad}} \\ \text{Carga máxima segura} &= \frac{2.86 \text{ toneladas}}{5} \\ \text{Carga máxima segura} &= 0.572 \text{ toneladas} \end{aligned}$$

El sistema de tensiones de la plataforma usa dos cables teniendo una carga segura de trabajo de  $0.572 \times 2 = 1.144$  toneladas.

### 2.3.4 Poleas para cables

El cable descansa o se acomoda al canal de una polea y se produce una presión sobre ellas que ayudara a mover diferentes cargas son de vital importancia en el funcionamiento del mecanismo y tienen que estar muy bien alineadas se utilizaran poleas adecuadas al cable.

También, la misma presión puede causar desgastes y entallas o raspaduras en los alambres del cable, y se distorsionen los cordones o torones pudiendo llegar a abrirse el cable con la salida del alma principal hacia el exterior.

La superficie de los canales de las poleas deben ser lisas y ligeramente más grandes que el cable para evitar que éste se apriete o atore en la garganta o canal. La Tabla 3 señala las tolerancias en el diámetro de la canal o garganta de las poleas en relación al diámetro del cable.

Tabla: 3 Tolerancias para diseño de polea

**TOLERANCIAS EN EL DIAMETRO DE LA GARGANTA DE POLEAS  
EN RELACION AL DIAMETRO DEL CABLE DE ACERO**

Diámetro del Cable	Diámetro de la Garganta de la Polea
6,5 - 8 mm (1/4 - 5/16")	+ 0,4 - 0,8 mm. + (1/64 - 1/32)
9,5 - 19 (3/8 - 3/4)	+ 0,8 - 1,6 + (1/32 - 1/16)
20 - 28 (13/16 - 1-1/8)	+1,2 - 2,4 + (3/64 - 3/32)
30 - 38 (1-3/16 - 1-1/2)	+ 1,6 - 3,2 + (1/16 - 1/8)
40 - 50 (1-19/32 - 2)	+ 2,4 - 4,8 + (3/32 - 3/16)

**ADVERTENCIA:** Los valores que señala la Tabla pueden variar de acuerdo a indicaciones del fabricante. Se recomienda consultar los catálogos del accesorio.



Figura 14: Polea

La polea deberá tener un diámetro de 3 pulgadas.

Las plataformas elevadoras para vehículos de carga son plataformas fijadas ya sean en chasis del vehículo o directamente en la plataforma de carga este mecanismo varía según la cantidad de uso y el tipo de carga que maneja.

Rampas para camión, ocultas o de rieles que simplifican la operación de carga y descarga.

Las rampas para camión son ideales para servicios de carga y descarga ya que han sido diseñadas para cumplir con los requisitos más exigentes de operación para entrega de productos en diferentes espacios y condiciones del terreno.

Existe una gama muy extensa en modelos, capacidades y diseños. Dependiendo del tipo de operación que se desempeña, ideales para: carrocerías estándar y de cama baja, redilas, plataforma, remolque, semirremolques, camionetas.

Se presentan algunos tipos de plataformas elevadoras fijadas a vehículos de carga.

### **Trabajo ligero**

Las puertas elevadoras de poca potencia están diseñados para proporcionar elevación fácil, segura y rentable de cargas ligeras a moderadas para carrocerías y camionetas de carga. Con una simple instalación de atornillado y la disponibilidad como una plataforma sólida estas opciones de carga se han diseñado para un alto rendimiento y practicidad.



Figura 15: Montacargas ligero

## **Trabajo medio cargas medianas a pesadas**

Los montacargas de tipo ascensor de riel está diseñada para sistemas de entrega que requieren capacidades de levantamiento para servicio mediano a pesado. La ideal para carrocerías de camioneta de tamaño completo y angosto, carrocerías cortadas, camionetas de techo alto, de plataforma y de redilas tiene un circuito hidráulico de un pistón de hasta 2000 libras integrado con un sistema de cables de tensión y poleas que proporcionan un control preciso y estable en el ascenso y descenso de la puerta.



Figura 16 : Montacargas de tipo riel

## **Trabajo pesado**

Las rampas ocultas son rampas de uso pesado se adecua a una amplia variedad de camiones con alturas de piso de 36" a 53" pulgadas. Tamaños de plataformas hasta una longitud de 48" tiene capacidades de hasta 3.300 libras., Doble cilindro para mayor estabilidad, grandes tamaños de plataformas en varias configuraciones y capacidades a pie de rampa.





Figura 17: Rampa oculta

Para elegir la plataforma correcta se usara una hoja de necesidades que nos ayudara a elegir la plataforma elevadora óptima y a establecer dimensiones en el diseño de la plataforma.

1. El liftgate será montado en un:  Camión  Remolque
2. El liftgate se ubicará en puerta:  Trasera  Lateral  Ambas
3. Tipo de puerta:  Trasera Abatible  Lateral Cortina  
 Trasera Cortina  Lateral Abatible
4. Ancho total del vehículo:  2.60mts  2.44 mts.  2.30mts.  2.20mts. Otro \_\_\_\_\_ mts.
5. Largo total del vehículo: \_\_\_\_\_ m.
6. Altura de piso a piso de carrocería: Vacía \_\_\_\_\_ mts. Cargada \_\_\_\_\_ mts.
7. El tipo de carrocería es:  Caja cerrada  Redillas  Plataforma  Cortinas laterales Side  
 Otro Indique \_\_\_\_\_
8. El área de carga es:  Seca  Refrigerada
9. Marca del camión \_\_\_\_\_ Modelo \_\_\_\_\_ Voltaje 12  24
10. ¿Realizarán operaciones en cámaras de refrigeración?  Si  No
11. Tipo de carga que se manejará. \_\_\_\_\_
12. Forma en que se maneja.  Pallet  Carros  Tambor  Caja  Otro
13. Dimensiones del palet, carros, tambor, cajas u otro. Largo \_\_\_\_\_ mts. Ancho \_\_\_\_\_ mts.
14. Máximo peso del palet, carros, tambor, cajas u otro. \_\_\_\_\_ Kg.
15. Si son palets, ¿qué tipo de gato o patín utilizan?  Manual  Eléctrico
16. No. de entregas diarias realizadas \_\_\_\_\_
17. No. de entregas diarias que requieren del liftgate \_\_\_\_\_
18. No. de ciclos por entrega (1 ciclo = subir y bajar). \_\_\_\_\_
19. Las cargas colocadas en la plataforma son generalmente:  Descargadas del vehículo  
 Subidas al vehículo
20. Tipo de superficie donde se realizan las entregas  Pavimento  Grava  Tierra
21. En un andén, ¿se utiliza equipo de fijación o aseguramiento?  Si  No
22. ¿El peso total del vehículo se encuentra a su máxima capacidad?  Si  No
23. Geográficamente, ¿se utilizará en algún clima extremo? \_\_\_\_\_
24. Tipo de Liftgate preferido  Columna (Columnlift)  Oculto (Tuk-a-way)  
 De puerta (Conventional)  Riel (Railift)  Deslizante (Slider)
25. ¿Requiere que la plataforma se desplace en forma nivelada? (sin inclinar la carga)  Si  No
26. ¿El cliente ha utilizado liftgates antes?  si  No Specs \_\_\_\_\_
27. ¿Hay algún cambio que le interese realizar para mejorar la operación de su flota actual de liftgates?



# **Capitulo III**

## **Descripción de las actividades**

Se ha escogido la plataforma elevadora de tipo columna debido al tipo de mecanismo de elevación y a la practicidad de montaje a las carrocerías de los vehículos ya que solo es necesario fijarlos por el centro y por los laterales de la góndola del vehículo como se muestra en la siguiente figura. La compuerta de elevación tiene una mayor área de carga, ya que está se encuentra en la parte trasera del vehículo teniendo así la disponibilidad de la superficie de la góndola, a comparación de las plataformas ocultas de bajo del chasis del vehículo, donde el espacio es muy limitado. A partir de estos modelos y las diferentes características se elige el diseño del montacargas tipo riel también conocido como montacargas de tipo columna.

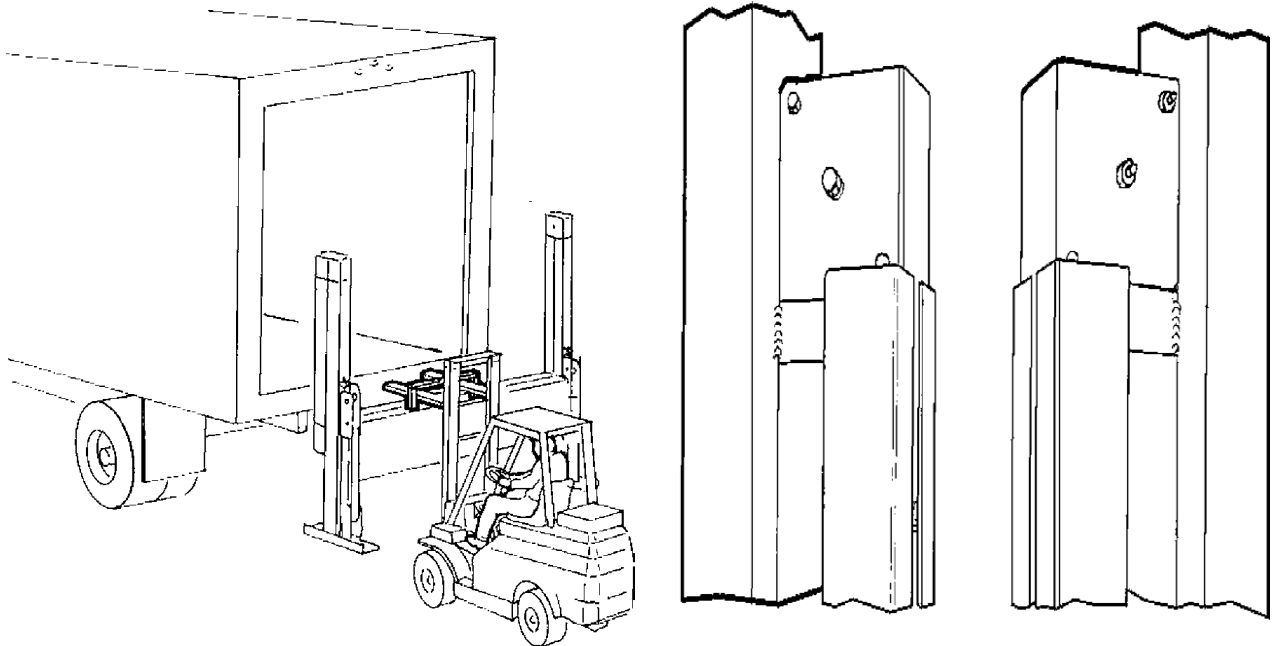


Figura 18: Posición de columnas a góndola

Algunas de las características que reúnen este tipo de máquinas son las siguientes:

- Este tipo de elevadores son de posición fija ya que para su desplazamiento se precisa de otra máquina que lo eleve y lo desplace.
- 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 riel.

Estos son los más efectivos para la empresa ya que son de mediano a pesado trabajo y tienen una puerta elevadora amplia para poder manejar los productos de diferentes tamaños y pesos son adaptables a las diferentes dimensiones de los vehículos además de que están hechos para soportar una gran cantidad de números de ciclos (subir y bajar).

Se empezó con el diseño preliminar usando dimensiones de un vehículo de tamaño mediano estas medidas nos permitirá empezar a realizar el proceso de diseño del montacargas que se montara el vehículo las medidas usadas en el vehículo son solo para diseñar y simular esfuerzos.

#### Factores de diseño

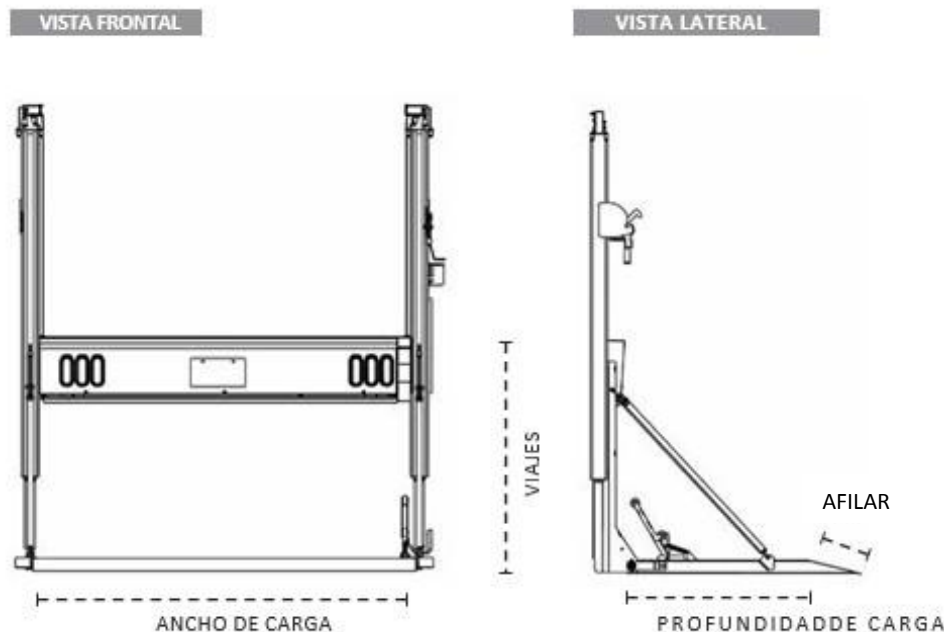


Figura 19: Dimensionamiento de plataforma

Tabla 4: dimensionamiento de plataforma y capacidad requerida de carga

CAPACIDAD	CUERPO	AREA DE CARGA	VIAJES	AFILAR	PROFUNDIDAD DE CRGA
1000	72	53X40	32	6.8	34
KILOGRAMOS	pulgadas	Pulgadas	pulgadas	pulgadas	pulgadas

Carga nominal: se trata de los 1000 kg que tendrá que soportar el elevador

Masa del equipo a cargar = 800 kg. Más el peso del personal. Esta plataforma elevadora está pensada para soportar 1000 kg. De peso

### 3.1 Selección de material

Se decide utilizar un acero para usos generales: ASTM A-36 ya que la resistencia mecánica es suficiente y al ser de propiedades estándar su coste no es excesivo. Para garantizar que las fuerzas que actúan sobre cada pieza no superan los valores admisibles, tomamos los datos de los materiales se seleccionaron del distribuidor de la empresa el cual es Aceromex el acero que maneja para estos perfiles es ASTM-A36. Y se supone de calibre 9. por ser un grosor aceptable para hacer la prueba de resistencia en solidworks

Tabla 5: Cuadrados PTR para la fabricación de las columnas

Medidas		Calibre	Espesor		Longitud	Peso
Pulg.	mm.		Pulg.	mm.		
3 x 3	76.2 x 76.2	14	0.075	1.90	6	4.61
		12	0.105	2.67	6.1	6.38
		11	0.120	3.04	6	6.80
		10	0.135	3.42	6	7.54
		9	0.150	3.80	6	8.26
		8	0.164	4.18	6	9.10
		3/16"	0.188	4.76	6.1	10.24
		1/4"	0.250	6.35	6.1	13.10
3 1/2 x 3 1/2	88.9 x 88.9	14	0.075	1.90	6	5.11
		11	0.120	3.04	6	8.02
		10	0.135	3.42	6	8.89
		9	0.150	3.80	6	9.75
		8	0.164	4.18	6	10.76
		3/16"	0.188	4.76	6.1	12.14
		5	0.209	5.31	6	15.63
		1/4"	0.250	6.35	6.1	18.16
4 x 4	101.6x x 101.6	14	0.075	1.90	6	6.19
		11	0.120	3.04	6	9.23
		10	0.135	3.42	6	10.24
		9	0.150	3.80	6	11.25
		8	0.164	4.18	6	12.44
		3/16"	0.188	4.76	6.1	14.04
		5	0.209	5.31	6	16.19
		1/4"	0.250	6.35	6	18.16

### 3.2 Proceso de diseño

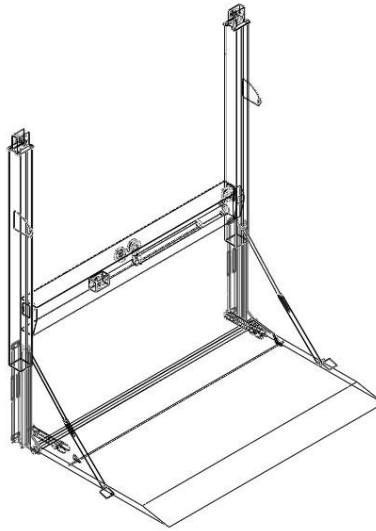


Figura 20: Plataforma elevadora tipo columna

Después de seleccionar el tipo de plataforma elevadora de columnas se comenzó el diseño partiendo de un vehículo de mediano tamaño con una góndola cerrada,



Figura 21: Góndola cerrada de vehículo de mediana carga

### 3.2.1 Cajón extensión de plataforma

La parte principal de esta puerta elevadora es la extensión de la plataforma le llamamos extensión porque en parte funciona como una ampliación de la plataforma consiste en una caja de acero esta se fija en el chasis del camión a la misma altura de la caja seca, por dentro se encuentra el conjunto de poleas que recorre el cable de acero y un cilindro hidráulico que nos permitirá tensionar los cables de cada columna y así elevarla.

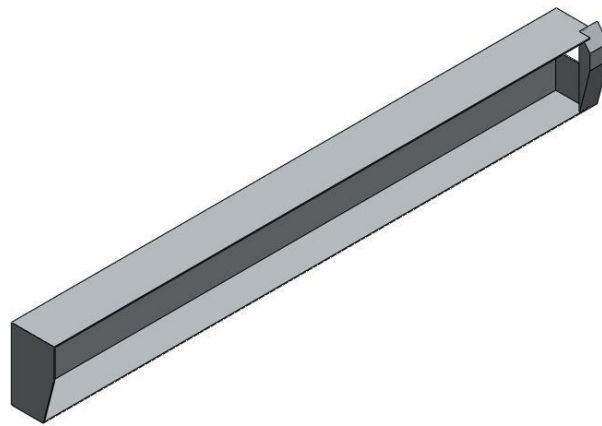


Figura 22: Cajón de mecanismo (extensión de plataforma)

### 3.2.2 Columnas

Las columnas son la principal característica de este elevador ya que tienen la misión de soportar la plataforma junto con las diferentes cargas aplicadas, esto desde la parte superior donde se encuentran las poleas, estas sujetan en un extremo una vía que permitirá desplazar a la plataforma a través de una ranura en las columnas de forma vertical permitiendo una gran cantidad de ciclos reduciendo el desgaste las columnas serán de acero estructural soldadas directamente a la caja metálica donde se encuentra el sistema hidráulico (extensión), a la caja seca del vehículo y al chasis si es necesario.

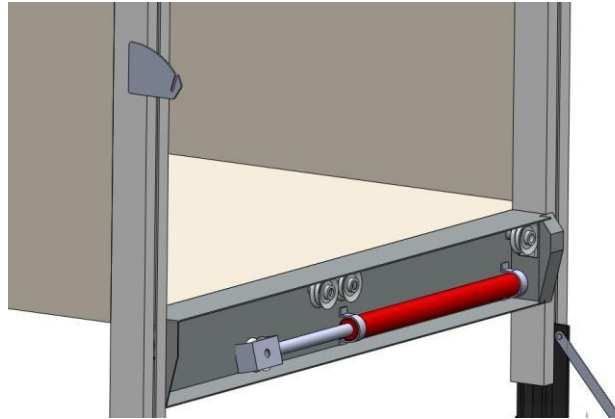


Figura 23: Funcionamiento de la columna con el cajón de extensión

### 3.2.3 Vías

Las vías van dentro de las columnas sostenidas con un cable de acero que les permite ascender o descender de manera uniforme y libre, estas vías ensamblan con la puerta elevadora por lo que la conexión entre la vía y la puerta elevadora son los que llevara mayores esfuerzos debido a que es donde se reciben las cargas.



Figura 24: Vía

### 3.2.4 Plataforma

La plataforma es la parte principal de este conjunto de piezas ya que está diseñada con un marco rígido de acero y unido con soldadura para soportar una carga considerable de peso y tiene el suficiente espacio para poder maniobrar en ella.

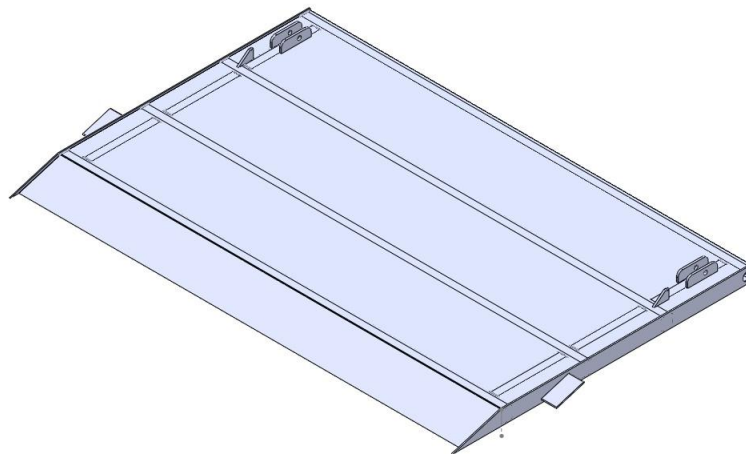


Figura 25: Plataforma elevadora

En esta plataforma va integrado los soportes del mecanismo de palanca este nos permitirá plegar y desplegar la rampa de manera automática desplegar cuando descienda y plegar cuando ascienda.

### 3.2.5 Mecanismo de plegado y desplegado

El mecanismo de palanca abatible está formado por un par de soportes soldados a la estructura de la plataforma por estos soportes pasaran pernos que aseguraran al brazo de palanca por la parte inferior entre el perno y el orificio de sujeción del brazo,



cuenta con un buje para reducir el desgaste del perno y así aumentar el número de ciclos de trabajo generados por el constante movimiento del brazo, en la parte superior del brazo se encuentra una rueda de caucho esta tendrá la función de rodillo este se deslizará por la tapa de acero de la caja que contiene el cilindro hidráulico.

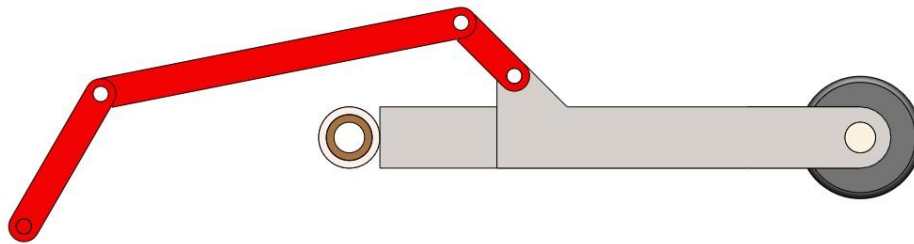


Figura 26: Brazo de palanca con mecanismo de eslabones

Este mecanismo cuenta con un conjunto de eslabones que en un extremo están fijados a una barra que conecta a un segundo brazo mientras el otro extremo de los eslabones está fijado al brazo la principal función de la conexión de ambos brazos que estos tengan el mismo movimiento y el mismo Angulo inclinación así de esta manera obtenemos un par de torsiones en cada extremo haciendo que el plegado y desplegado de la rampa sea uniforme por ambos extremos.

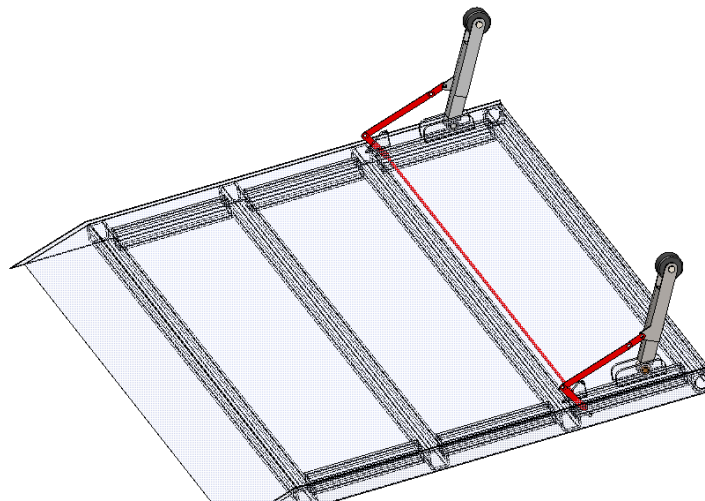


Figura 27: Rampa con mecanismo de palanca abatible

### 3.2.6 Soporte de polea

Esta polea se encuentran en el extremo superior de la columna fijada con perno se encarga de desplazar verticalmente a la plataforma a través del cable de acero. Tiene un porta polea de acero cuenta con cuatro orificios diseñada para poder fijarlo a la columna o extraerse de una forma sencilla y practica para cualquier tipo de mantenimiento también tomando en cuenta la posición de la polea reducimos más el desgaste de fricción provocado por los cables.

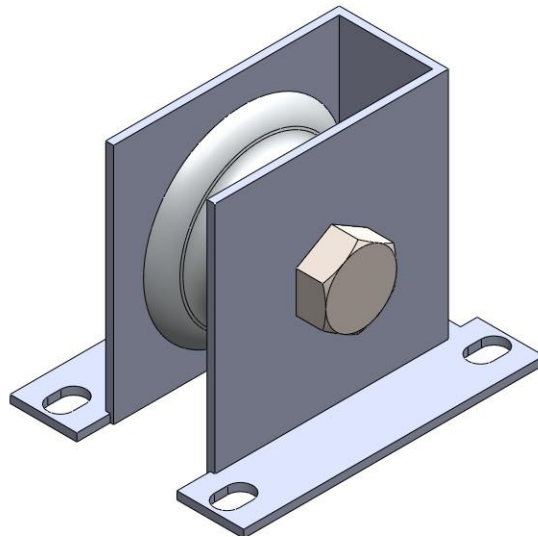


Figura 28: Soporte de polea

### 3.2.7 Cilindro hidráulico

Este cilindro hidráulico es fijado a través de tornillos en el cajón extensión con unas abrazaderas de acero y un tornillo en la parte superior del cilindro que nos permite

dejarlo fijo ya que este tendrá que resistir la fuerza de empuje sin moverse de su posición.

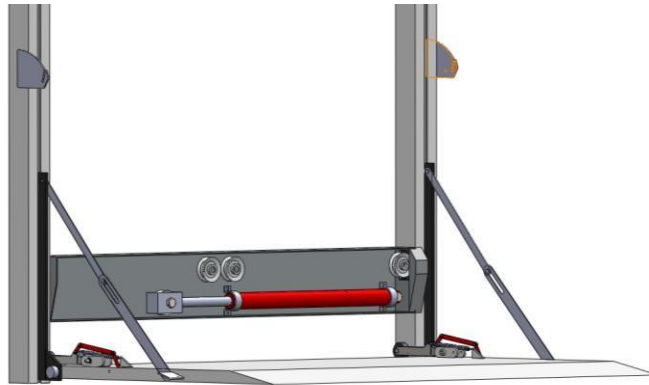


Figura 29: Sujeción de pistón hidráulico

Cuando la plataforma se termine de usar esta debe de regrese a su posición cerrada se acciona una palanca de esta manera los brazos lleguen hasta tocar la plataforma.

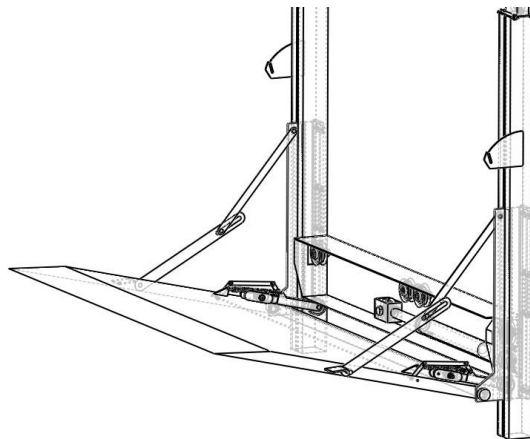


Figura 30: Momento de plegado de la compuerta

Al momento de ascender estos brazos generan la palanca para levantar la plataforma de manera vertical y asegurarse hasta su próximo descenso.

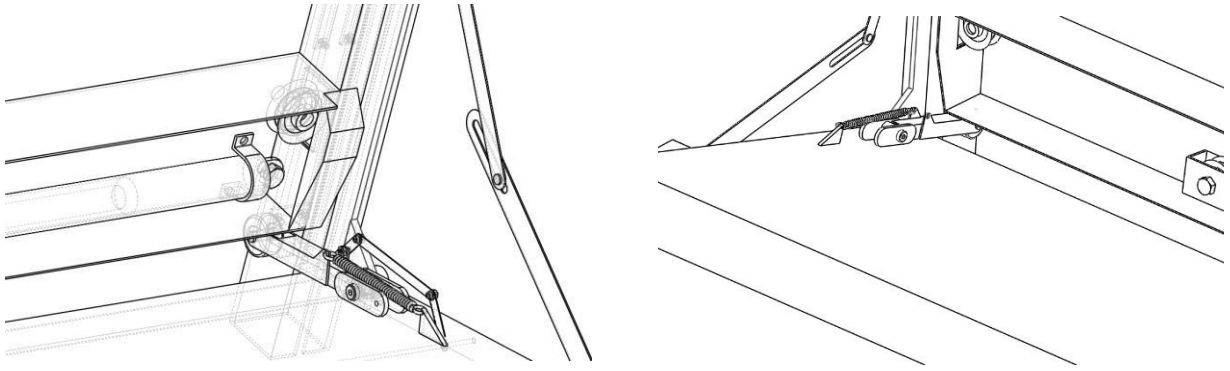


Figura 31: Palanca entre brazo y chasis

Una vez la plataforma cerrada en su totalidad se asegurara con un par de ganchos que se encuentran en los laterales de las columnas estos van soldados, y en ellos se acopla junto con unas cejillas que están incorporadas a la plataforma como se muestra en la figura.

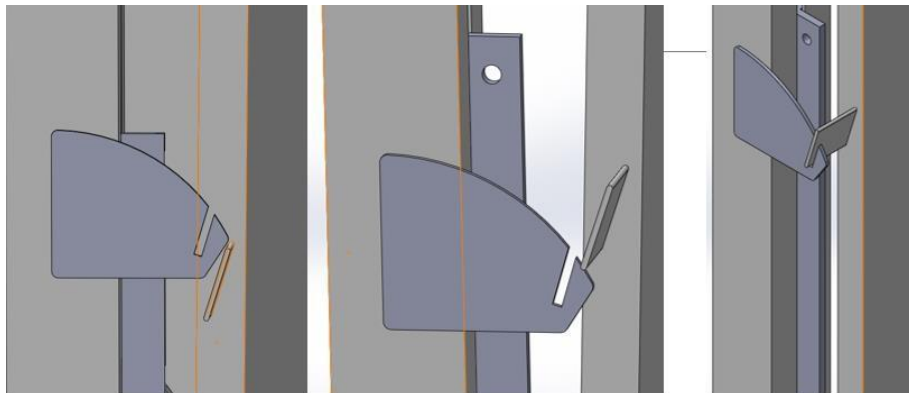


Figura 32: Trampilla de puerta

De esta manera queda fija y segura cuando el vehículo este en movimiento.

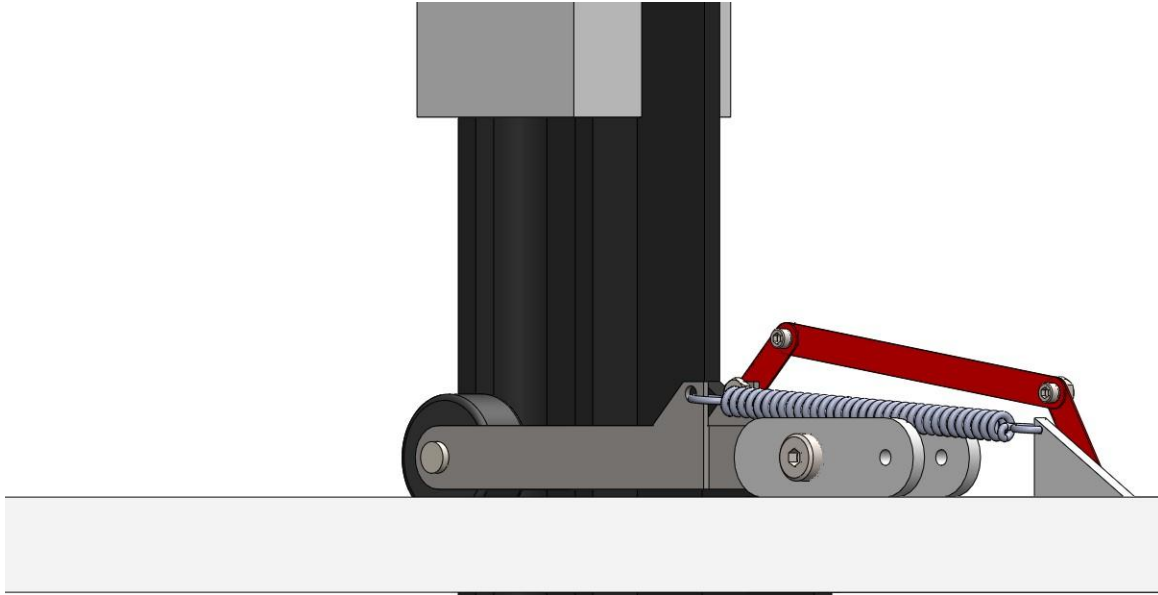


Figura 33: Mecanismo del sistema abatible

### **3.3 Análisis y optimización del diseño**

En esta sección usamos el análisis de elemento finito en SolidWorks esto para hacer estudios de análisis estáticos y de esta manera tomar en cuenta a través de una simulación si el diseño resistirá las cargas requeridas para este sistema de elevación según los tipos de materiales seleccionados.

#### **3.3.1 Análisis de la plataforma**

En primer lugar se realizaron los estudios de los apoyos más solicitados con la que es con la plataforma junto con las rieles, ya que es la situación que mayor concentración de tensiones presenta en los apoyos. Concretamente en los apoyos de conexión, los cuales van a hacer objeto del pertinente estudio. Para empezar este análisis estático se necesita delimitar las partes fijas en el sistema y la parte que recibirá la carga. Una vez entendido como funciona el elevador podemos determinar los siguientes puntos de sujeción que se muestran en la imagen.

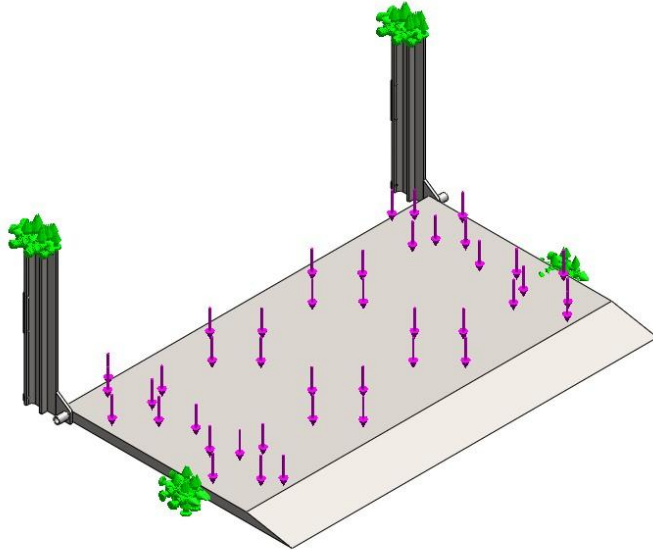


Figura 34: Modelo de estudio de la plataforma

Las partes de color verde que se observan en la imagen son las partes estáticas fijas cuando la puerta elevadora esta desplegadas, los rieles están fijos en la parte superior debido a que están sujetos por el cable de acero en ambos lados y en la plataforma encontramos en las partes laterales casi por en medio los sujetadores en donde se colocan las cadenas esto mantiene fija la compuerta de manera perpendicular a los rieles.

Una vez que delimitamos las partes fijas del sistema a analizar se agregara una carga en este caso como la plataforma diseñada es de media carga se limita hasta una tonelada por lo tanto el valor que usaremos para este análisis es de 9810 Newton distribuida en toda la plataforma.

El mallado debe albergar dos elementos de malla en el espesor para poder realizar un correcto análisis se usara una malla moderadamente fina para tener un cálculo más exacto. Selección de la malla.

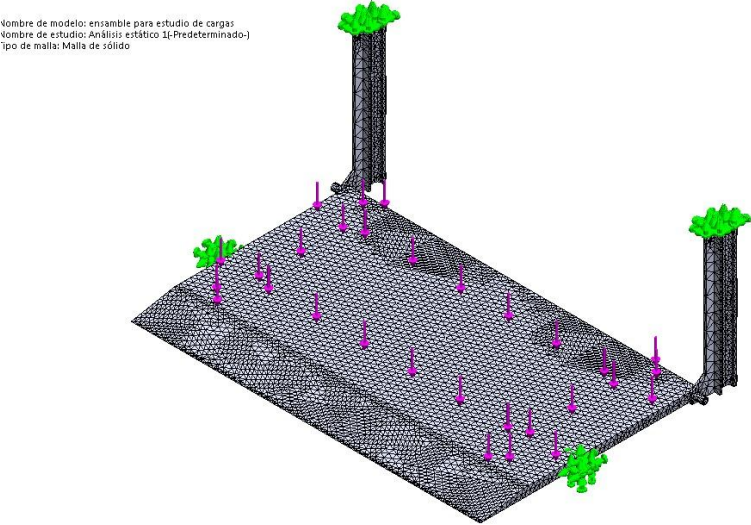


Figura 35: Enmallado empleado en el estudio

Por tención de Von-mises tenemos los siguientes resultados en forma deformada.

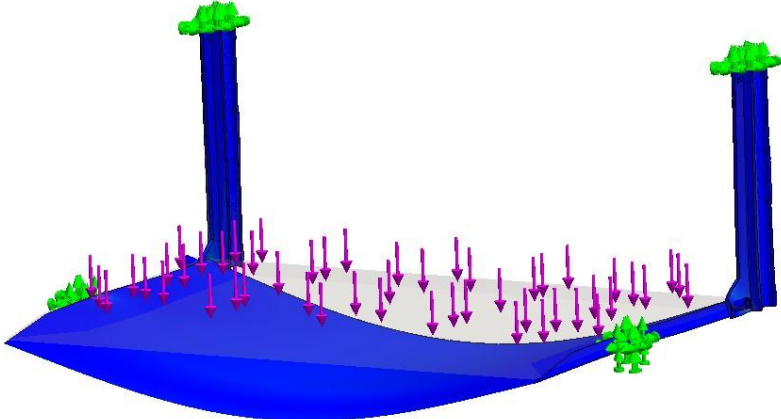


Figura 36: Concentración de tención en plataforma

De esta manera podremos visualizar de una forma exagerada como ocurrirá una deformación en los diferentes elementos de la plataforma.

En el siguiente punto usaremos la deformación real esta nos permitirá visualizar de manera más certera cómo será el estrés del material debido a la tensión de la carga

Como podemos observar la deformación por tensión es mínima.

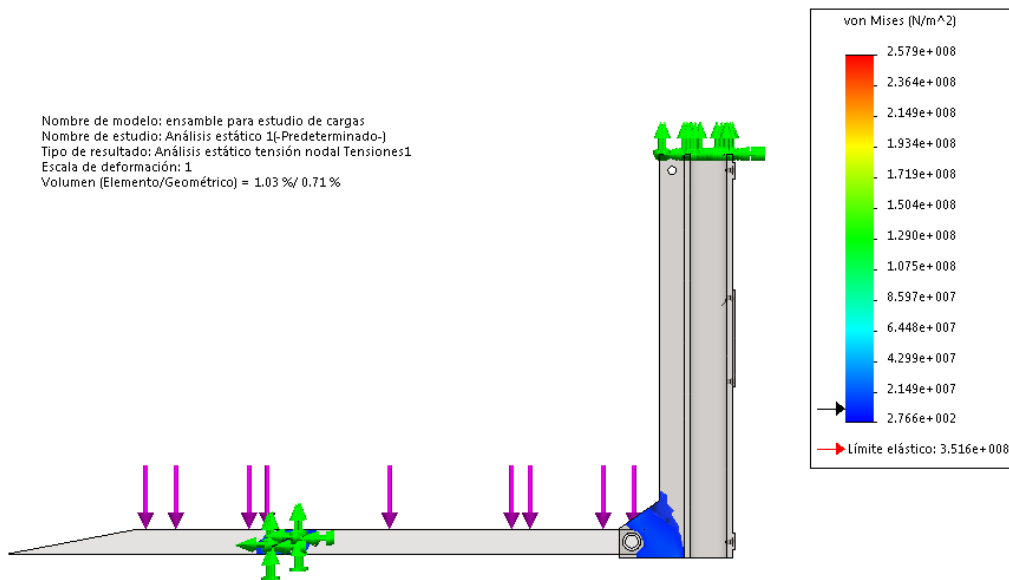


Figura 37: ICE-SUPERFICIE Plataforma elevadora

Las tenciones están lejos de una deformación grave puesto que no rebasa el módulo de elasticidad del material.



## Estudio de desplazamientos de plataforma.

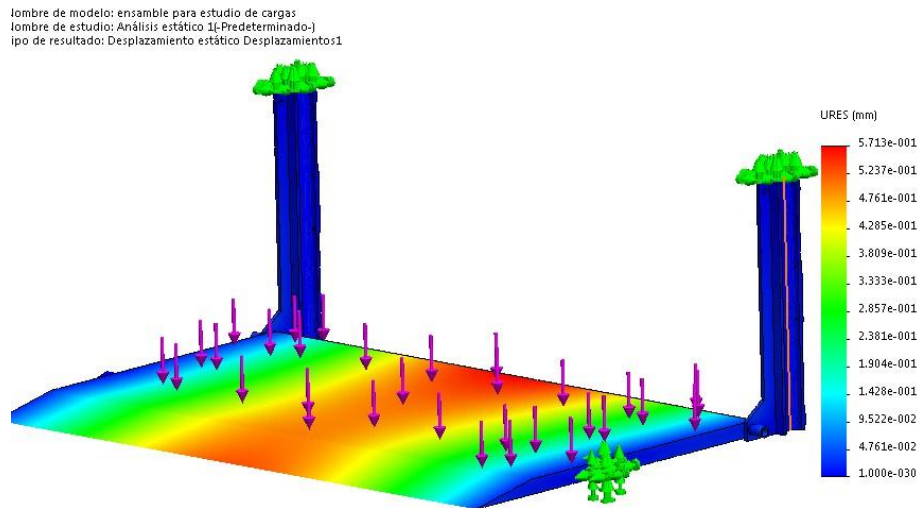


Figura 38: Desplazamiento por deformación

La plataforma tiene una deformación mínima con una carga de 1 tonelada observamos que en la parte más crítica hay una deformación de 0.5713 milímetros y que esto no provoca ningún inconveniente en el elevador.

### 3.3.2 Análisis de polea

Este par de poleas se ubican en la parte superior de las columnas del elevador, reciben la carga por un extremo y por el otro extremo la fuerza ejercida por el pistón hidráulico.

A continuación se mostrará una imagen donde quedará reflejado el objeto de estudio con sus cargas y restricciones. Para este estudio se empleara, para el apoyo intermedio la opción de cargas de apoyo con distribución sinusoidal, que permite definir las cargas de apoyo que se desarrollan entre las caras cilíndricas o aristas circulares de vaciado en contacto. Las fuerzas en rodamientos generan una presión no uniforme en la interfaz de contacto, que en nuestro caso es el espesor de la polea donde se encuentra el apoyo intermedio.

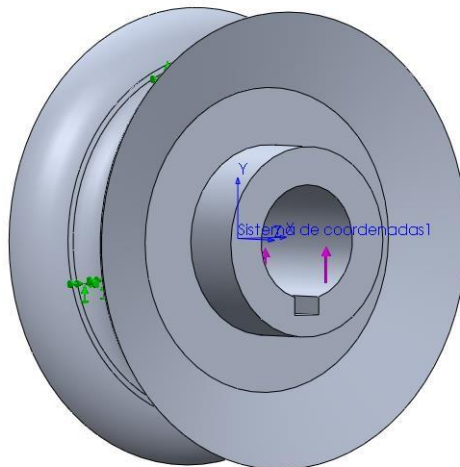


Figura 39: Modelo de estudio polea

Se usara una carga de 1000 kg + 10% adicional por el peso de la plataforma la carga usada será de 10791 Newton. El material a usar en eta polea será aluminio 1060. A continuación se mostrará el objeto con la referente malla de estudio

Nombre del modelo: polea  
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)  
Tipo de malla: Malla sólida

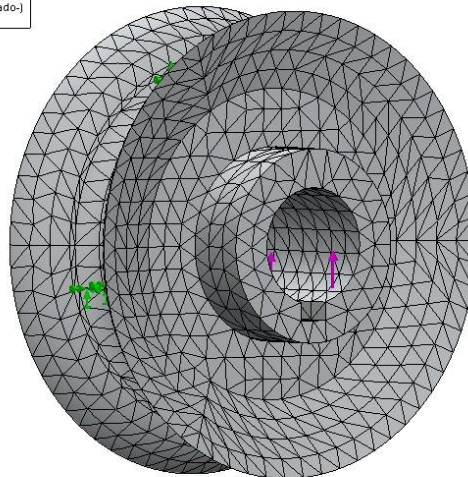


Figura 40: Mallado empleado en el estudio de la polea

Obtenida la malla correspondiente realizamos el estudio estático:

## Resultados de Tensiones Preliminar:

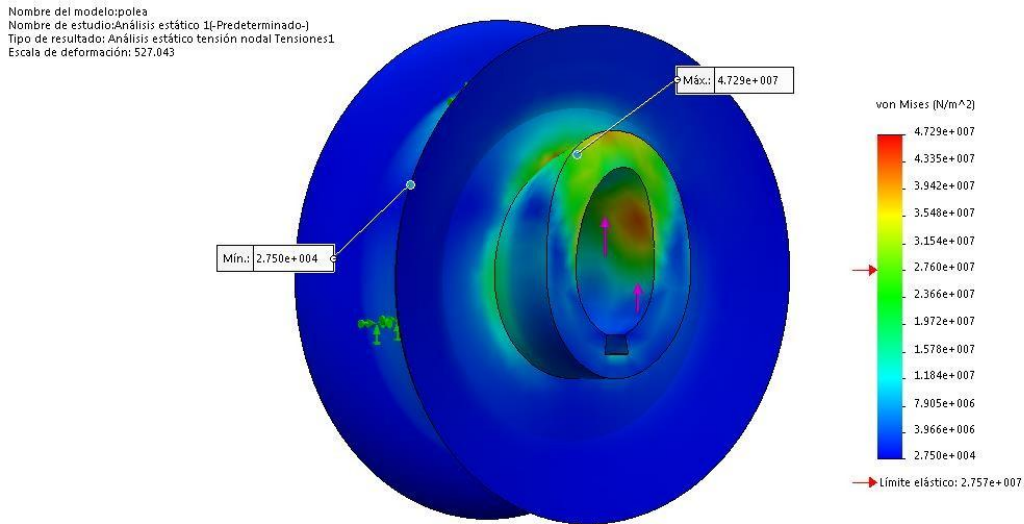


Figura 41: Resultado del estudio de tensiones

Como se observa en el análisis estático hay zonas en donde se supera el límite elástico del material. Se debe aplicar la opción de iso-superficie para ver si con exactitud el límite elástico de alguno de los mismos. a continuación realizaremos la iso-superficie del aluminio 1060 que presenta un límite elástico de 27570000 N/m<sup>2</sup>.

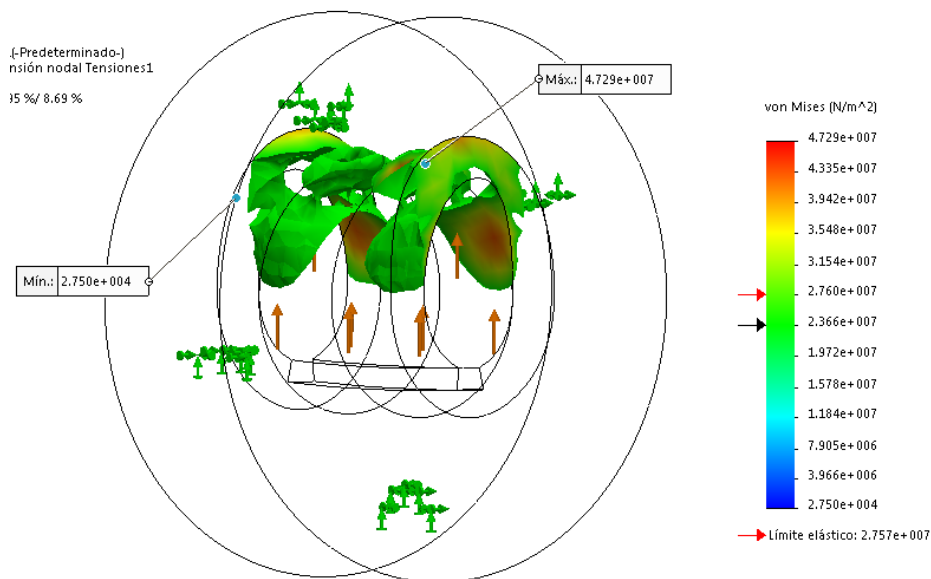


Figura 42: Iso-superficie del estudio de la polea

Como podemos observar el límite elástico de este aluminio se supera, no podemos permitir que esto ocurra por lo que tendremos que buscar alguna solución al respecto

### 3.3.3 Optimización de polea

Como podemos observar en los resultado del análisis anterior se generó una importante y notoria plastificación en el material esto nos impide poder usar este tipo de polea a continuación se buscará una solución a esta plastificación

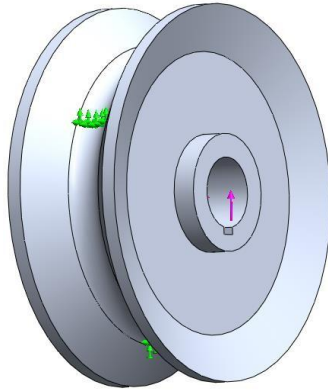


Figura 43: Modelo de estudio Polea

Se usara una carga 1100 kg por el peso de la plataforma, la carga usada será la misma que el análisis anterior de 10791 Newton. Se modificó el diseño de la polea modificando el diámetro a 4 pulgadas de toda la polea y haciendo más ancho el cuerpo masiso A continuación se mostrará el objeto con la referente malla de estudio.

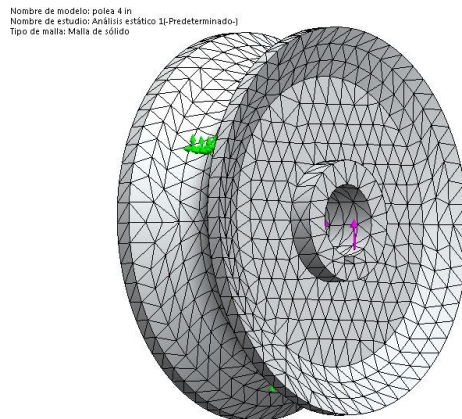


Figura 44: Mallado empleado en el estudio de la polea

Obtenida la malla correspondiente realizamos el estudio estático:

### 3.3.3 Resultados de las Tenciones

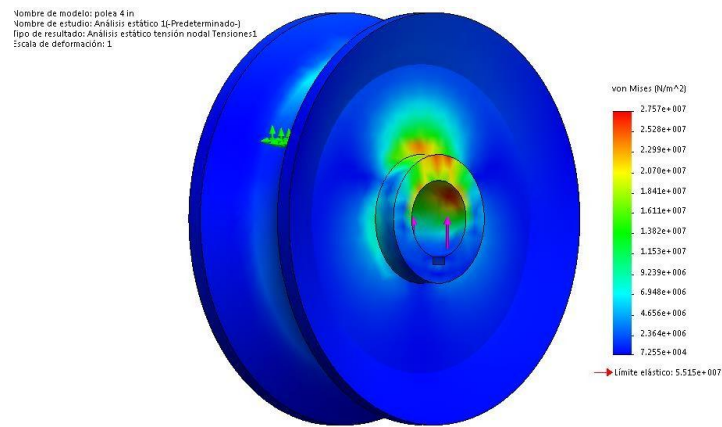


Figura 45: Resultados de estudios de tensión

Ante los resultados se observa que en ciertas zonas no sobrepasa el límite elástico por lo que emplearemos la opción de Iso-superficies para visualizar mejor las zonas. Representación de las Iso-superficies.

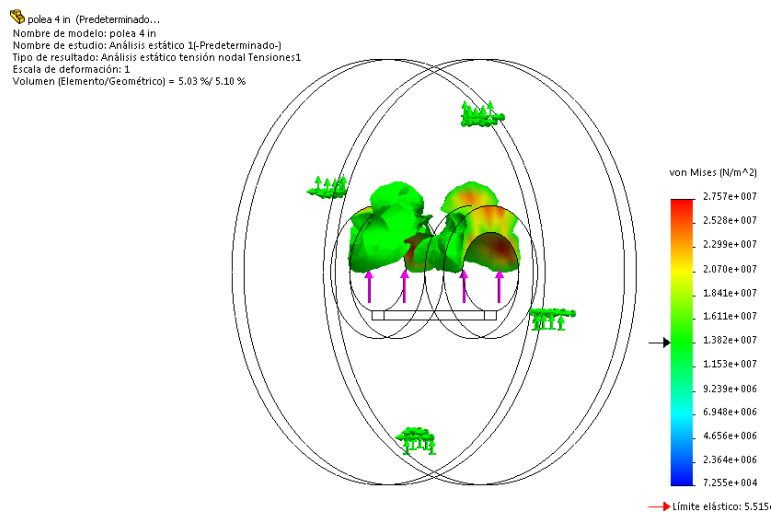


Figura 46: Iso-superficie polea

En el estudio se han empleado cargas en apoyos en la parte interior de la polea debido a que ahí se ubicara un rodamiento. Esto significa, que el contacto se comporta como si Las fuerzas fueran hacia un solo sentido por la carga que ejerce el eje de la polea. En lo que corresponde al material se ha utilizado el aluminio aleado 6061 para la polea y el acero AISI 1045 Acero estirado en frío para el pasador.

### 3.3.4 Análisis de armadura con columnas fijas

Se considera que la carga se distribuya a en el perfil Como se indica en la figura. En este caso solo se empleara la posición superior ya que es donde La carga distribuida será de 9810 N/m<sup>2</sup>, debido a los estudios realizados en el apartado anterior, donde para asegurar la resistencia estructural de las columnas se optó por aumentar el tamaño de los perfiles de la columna debido al nuevo diametro de la polea y disminuir la carga de 1100kg a 1000 kg. Las sujeciones serán empotradas la parte trasera de las columnas y el chasis que se encuentra entre las dos columnas.

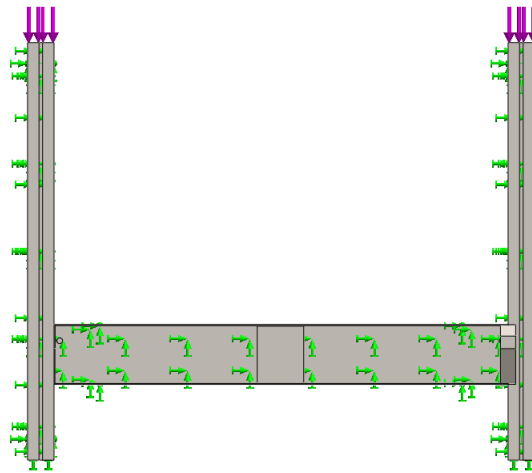


Figura 47: Modelo de estudios armadura del elevador

A continuación se mostrarán los resultados generados por el SolidWorks.

## Selección de la malla.

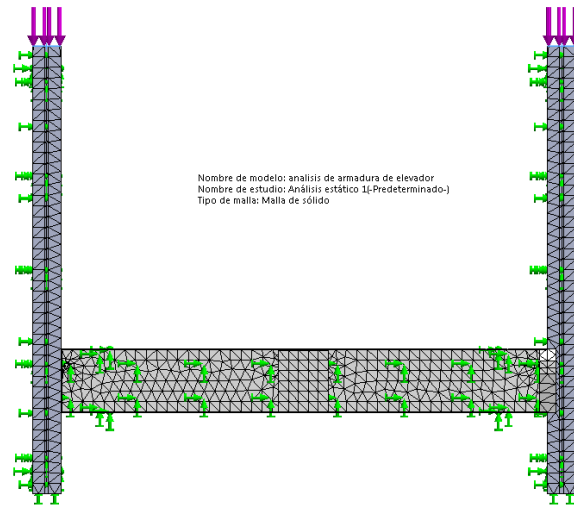


Figura 48: Enmallado empleado en el estudio

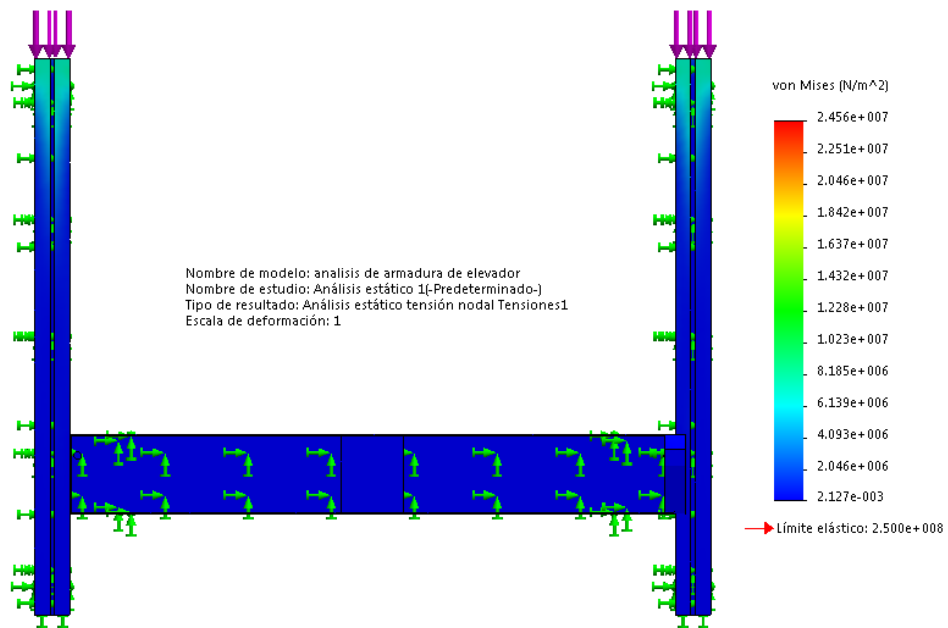


Figura 49: Resultados del análisis estático aplicado

Como se observa en la imagen se tienen una alta resistencia a la tensión, en este estudio se usó el acero ASTM A36 en un perfil tubular cuadrado de calibre 9 y de dimensiones de 3.5X3.5 pulgadas, ya que es un acero muy comercial en el país y tiene propiedades mecánicas ideales para la estructura.

### 3.3.5 Análisis de armadura fijada en la viga horizontal

En algunos vehículos que no tiene góndolas cerradas como radilas las columnas no se pueden fijar al góndola por lo tanto el chasis será la única parte fija para esto necesitamos hacer un nuevo análisis así comprobar si la misma estructura podrá soportar la misma carga aplicada en otra situación de instalación solo fijándolo del chasis y así corregir alguna falla en el diseño. A continuación se muestra el proceso de sujeción.

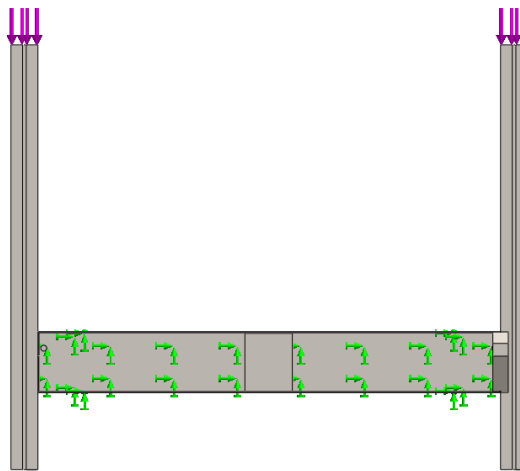


Figura 50: Modelo de estudio armadura del elevador fija solo del chasis central

#### Sección del enmallado

Se genera la malla con las nuevas restricciones para el nuevo estudio estático.



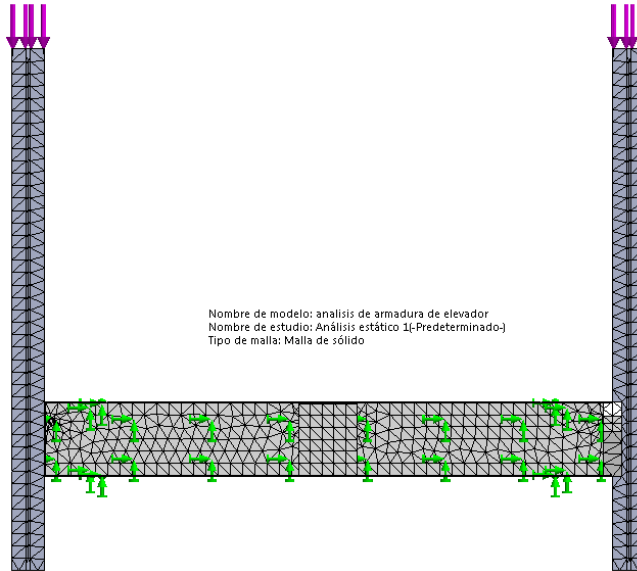


Figura 51: Enmallado empleado en el estudio

### 3.3.6 Resultados del estudio.

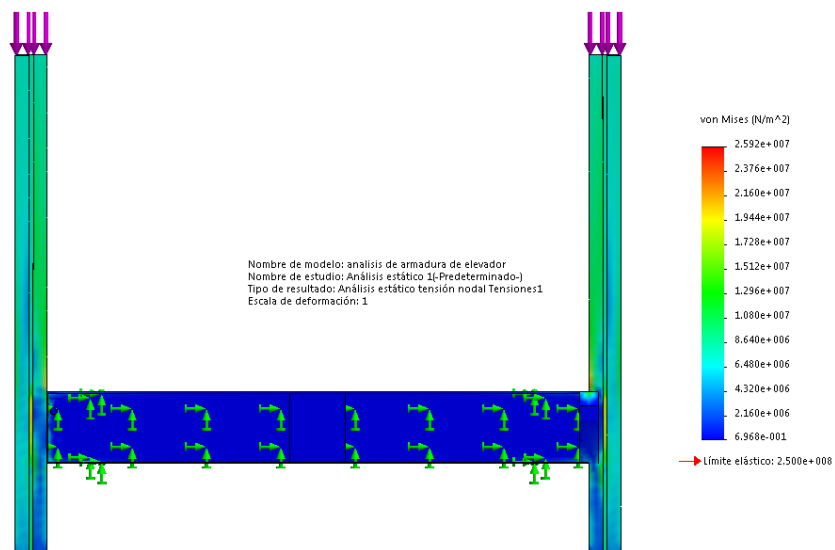


Figura 52: Resultado del estudio de tensión

Podemos observar que hay una mayor tensión en las partes laterales del chasis central debido a que es la única parte en este estudio donde hay una conexión fija entre el chasis y las columnas.

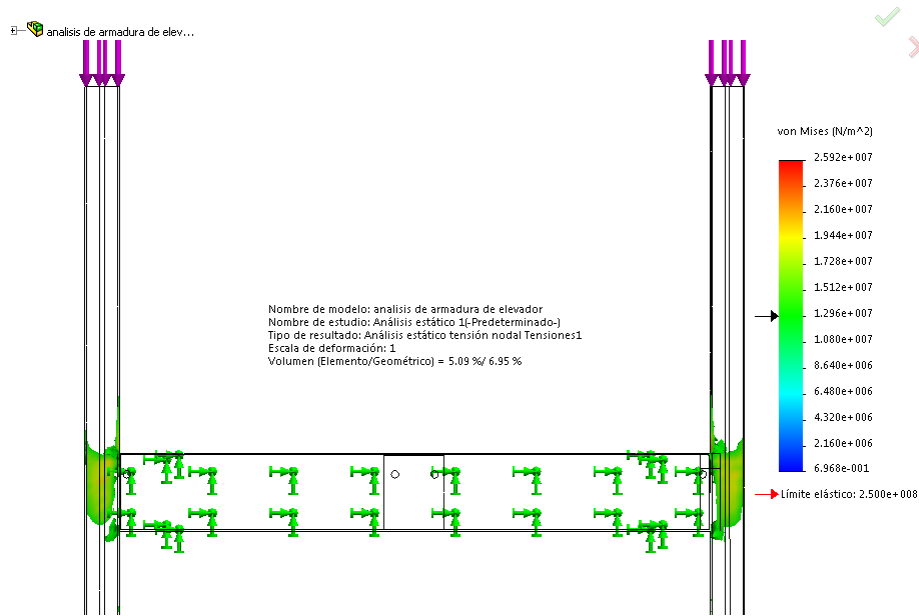


Figura 53: Iso-superficie

Las imagen anterior muestras las zonas en las que la tensión tiene el valor 25920000 N/m<sup>2</sup> del acero AISI A36 que es menor al límite elástico que presenta el material de 250000000 N/m<sup>2</sup>. Como se observa, el perfil no presenta plastificación por lo tanto no se presenta alguna falla en el diseño de la estructura para hacer modificaciones.

### 3.4 Presentación final del diseño de plataforma elevadora de columnas

Una vez hecho las correcciones necesarias de los resultados del estudio estático de los principales elementos que conforman esta plataforma se presenta el diseño final con el objetivo de tener una previa visualización del diseño de la plataforma elevadora de tipo columna.

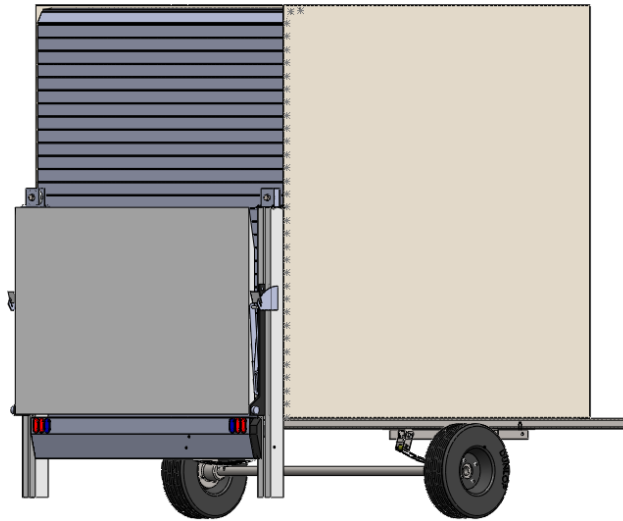


Figura 54: Diseño final

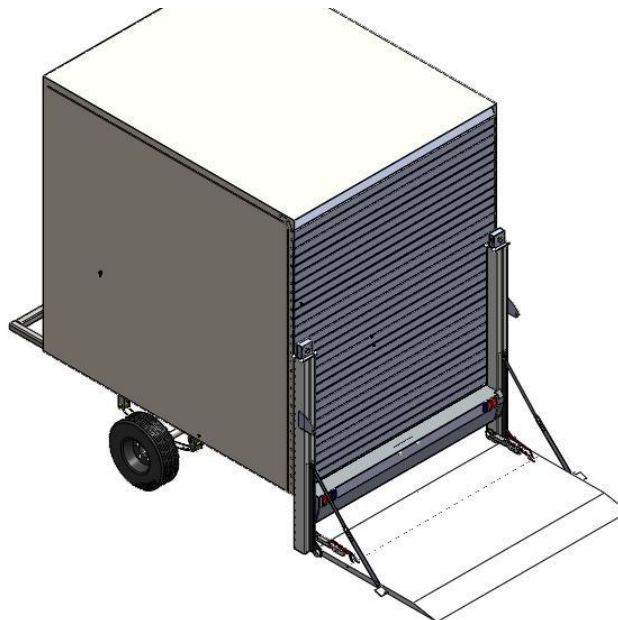


Figura 55: Diseño final

# Capítulo IV

## Conclusión

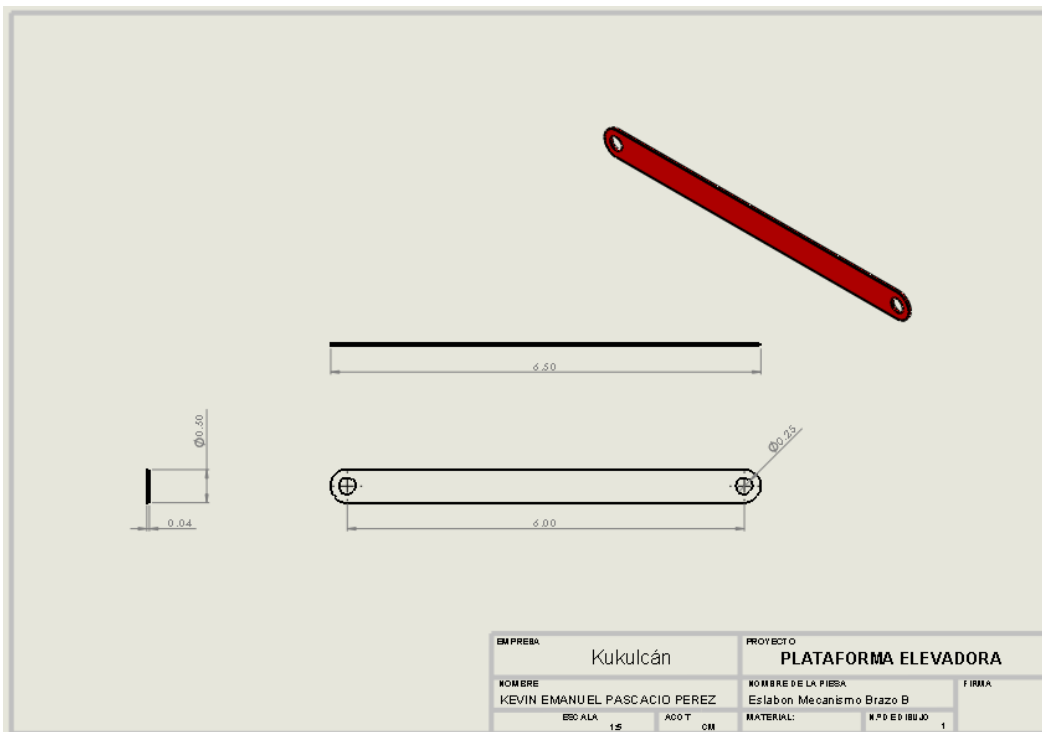
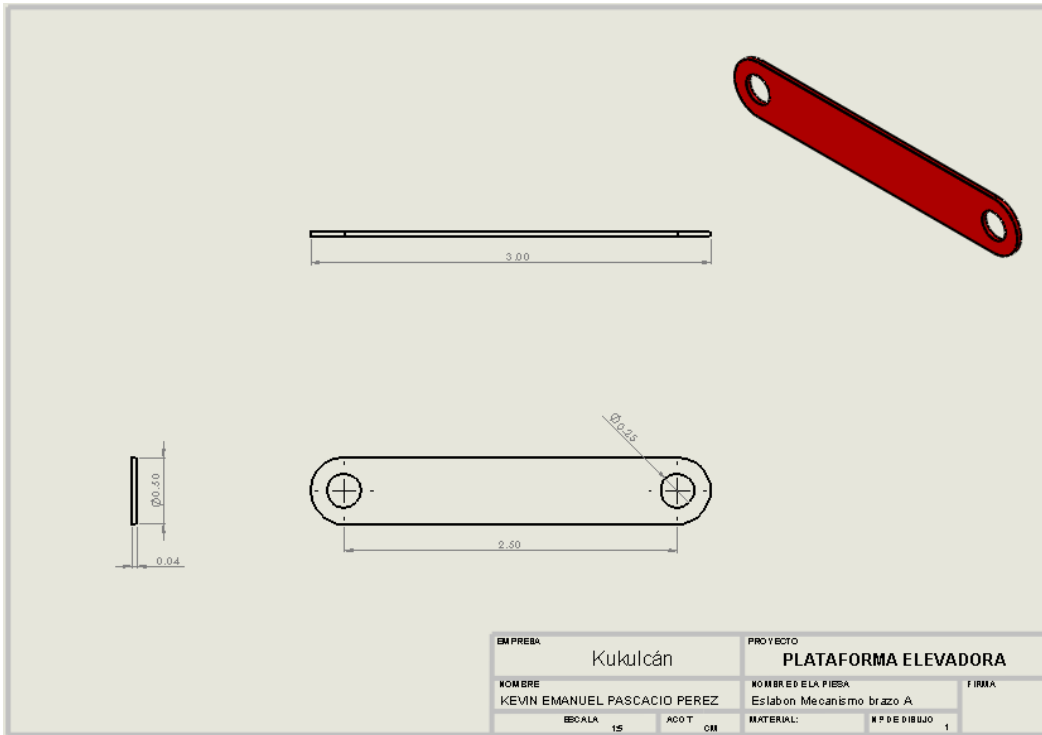
### Conclusión:

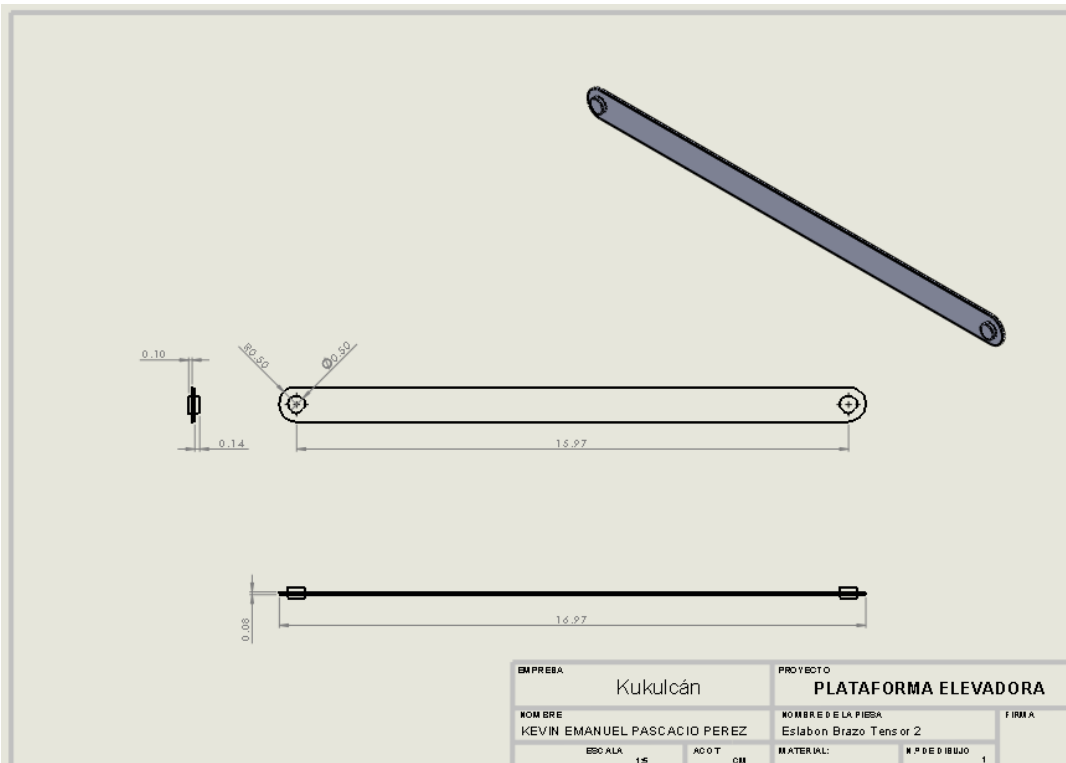
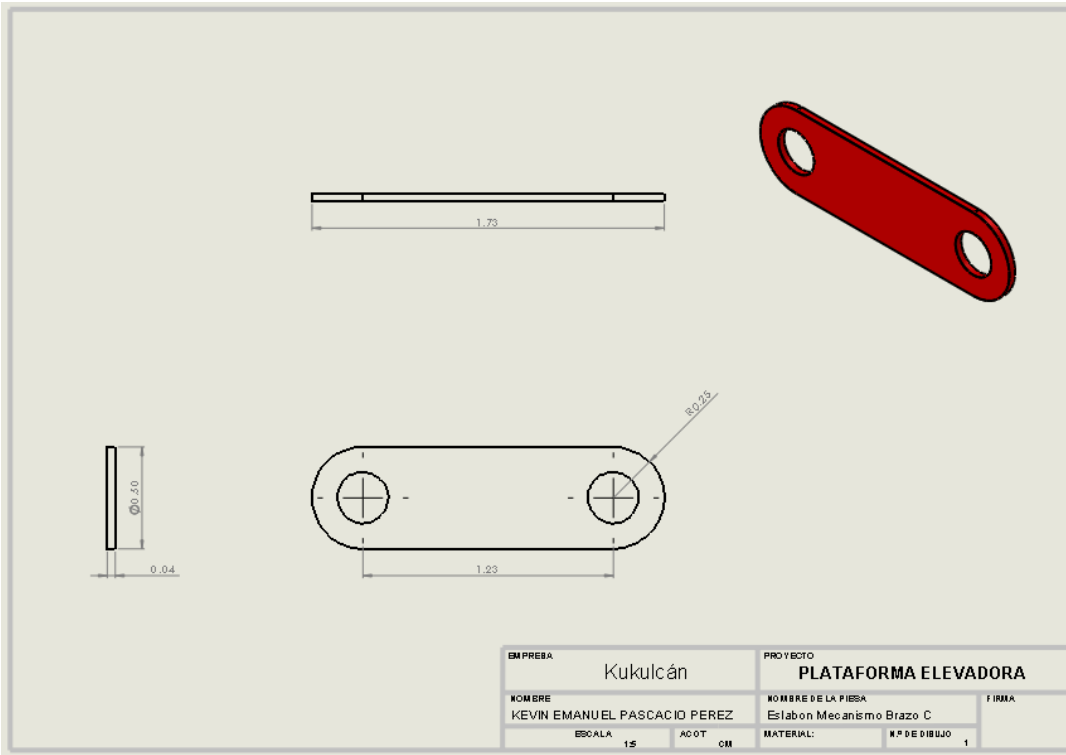
La plataforma elegida de columnas es la mejor opción para desollar el proyecto físico ya que al parecer las previas dieron resultado satisfactorios Finalmente, una vez dimensionados todos los componentes analíticamente con sus respectivos coeficientes de seguridad, se observa que el objetivo inicial de elevar una carga de 1000 kg se ve frustrado dado que en los estudios realizados en el apartado del capítulo 3 muestran como algunos componentes, sufren deformación plástica tras estar sometidos a las tensiones generadas por dicha carga. Como solución final se optó por cambiar las cargas y en algunos casos los materiales La comprobación de esta solución se encuentra en el capítulo 3, apartado 3.3.2 pág. 50.

Una vez verificada la segunda solución y teniendo en cuenta el peso propio de la estructura, el cual será aproximadamente 1000 kg desde la base superior hasta las poleas, que es el apoyo intermedio más solicitado, se observa que finalmente la carga máxima que va a poder elevar la estructura será 500 kg. Por ello llegamos a la conclusión, que en una estructura de esta índole el peso propio de la misma juega un papel vital a la hora del dimensionamiento de los componentes y es un factor que debemos tener muy presente ya que puede influir de manera nefasta en los resultados finales.

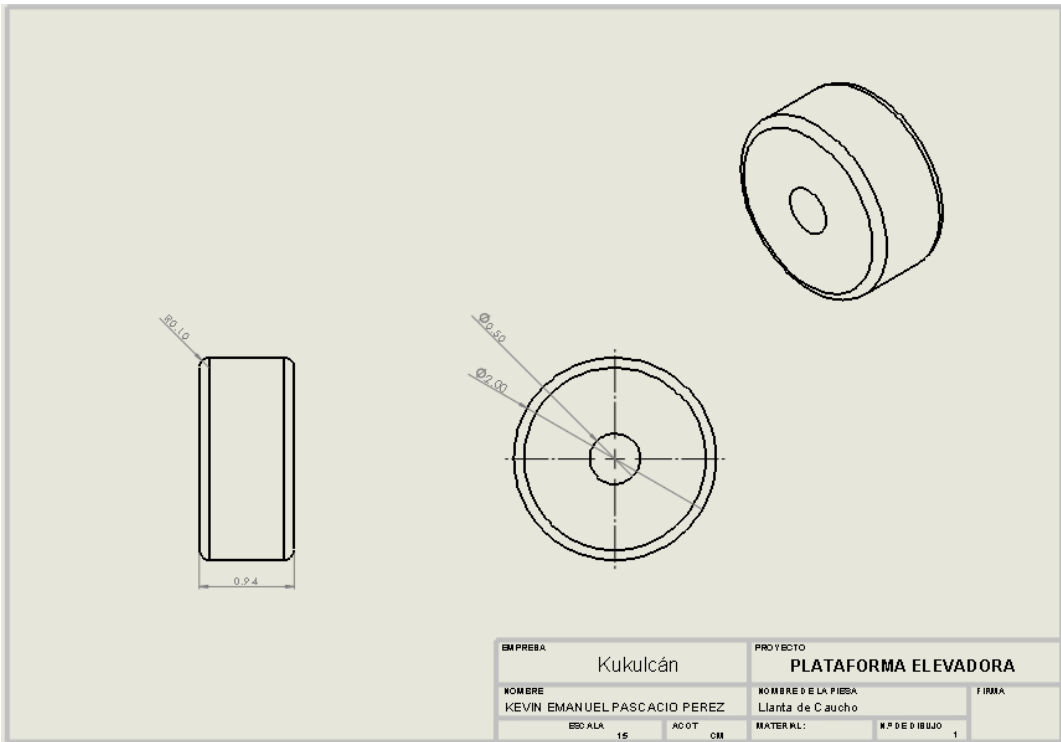
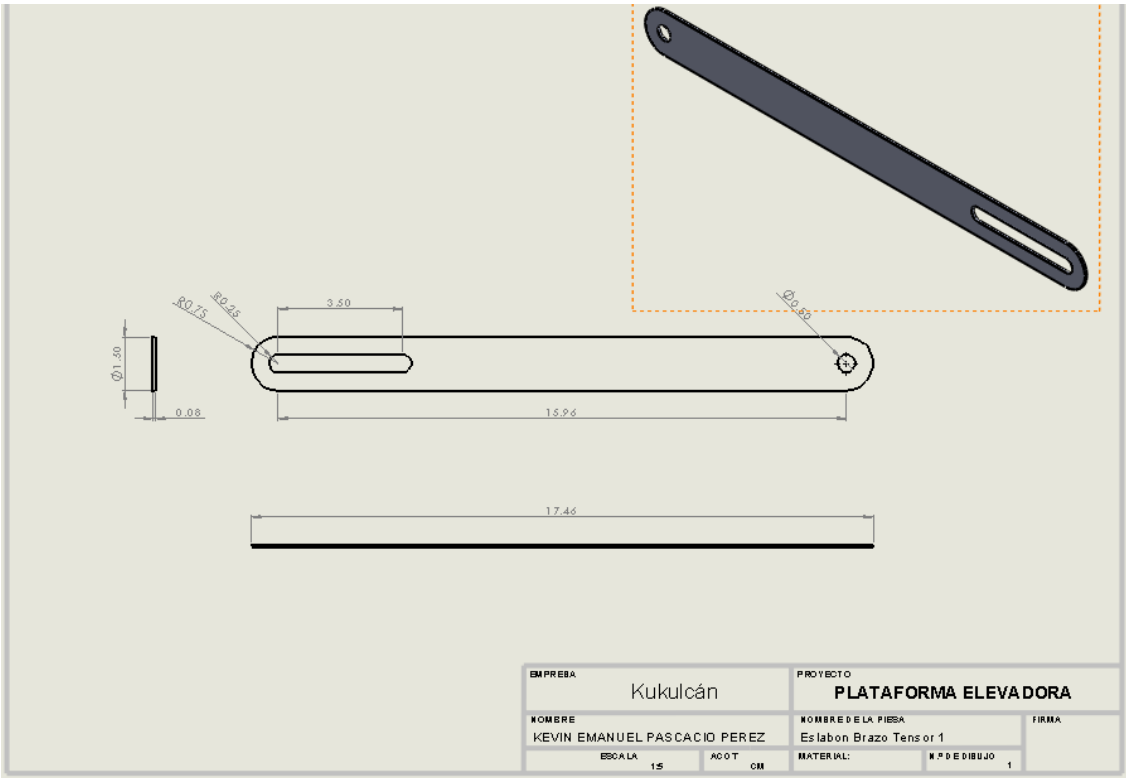
# **Anexos**

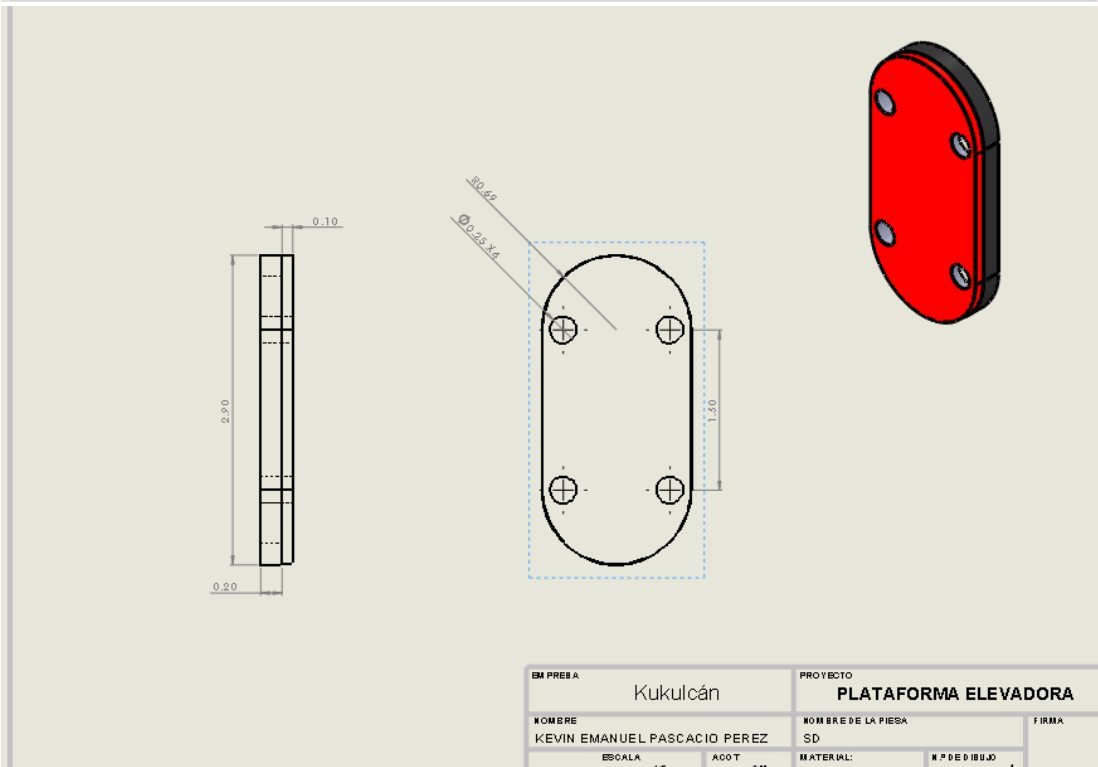
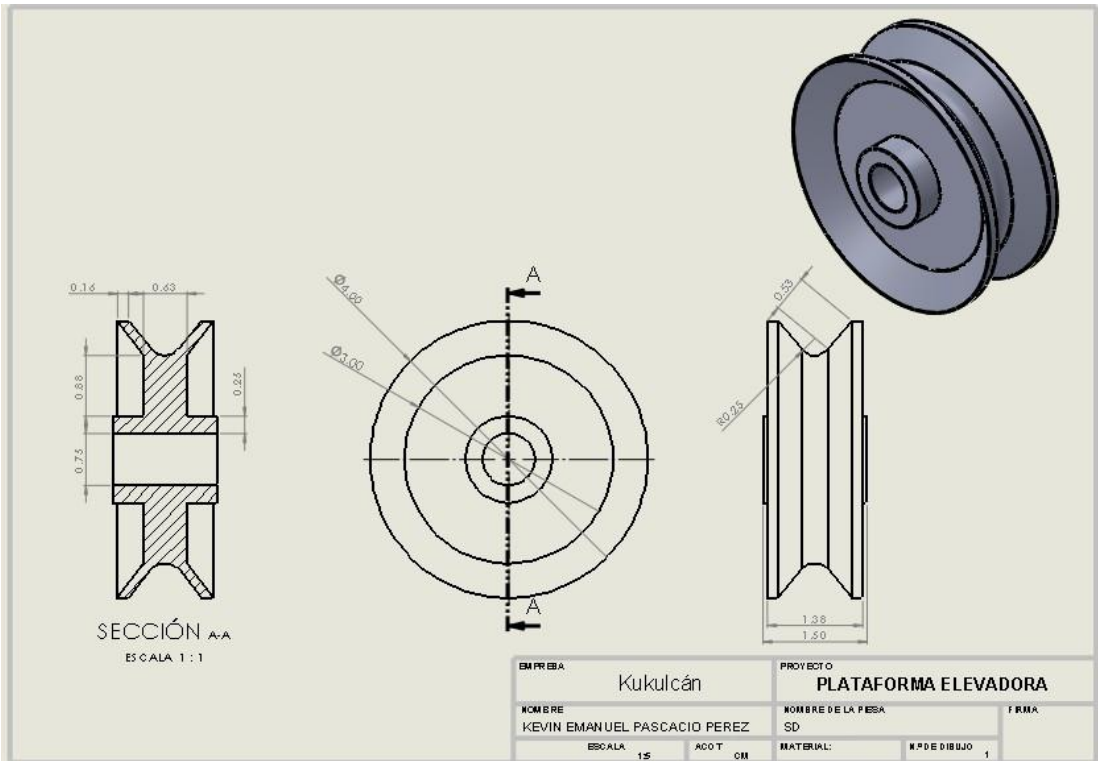
## Planos de fabricación

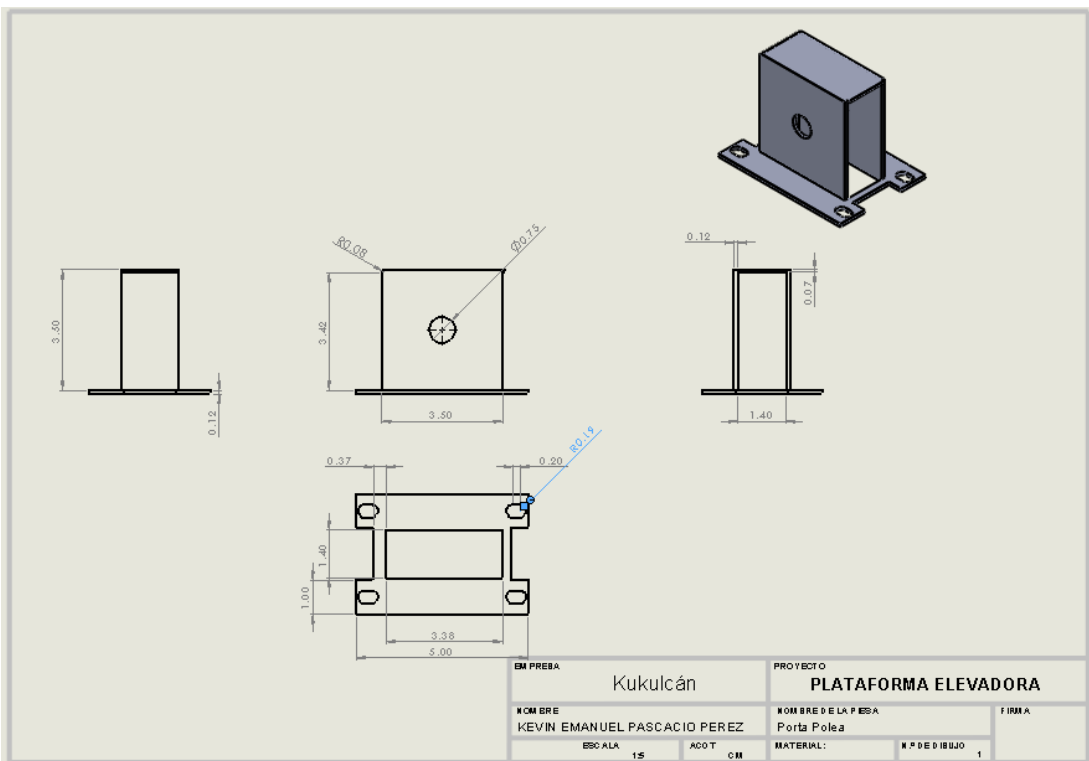
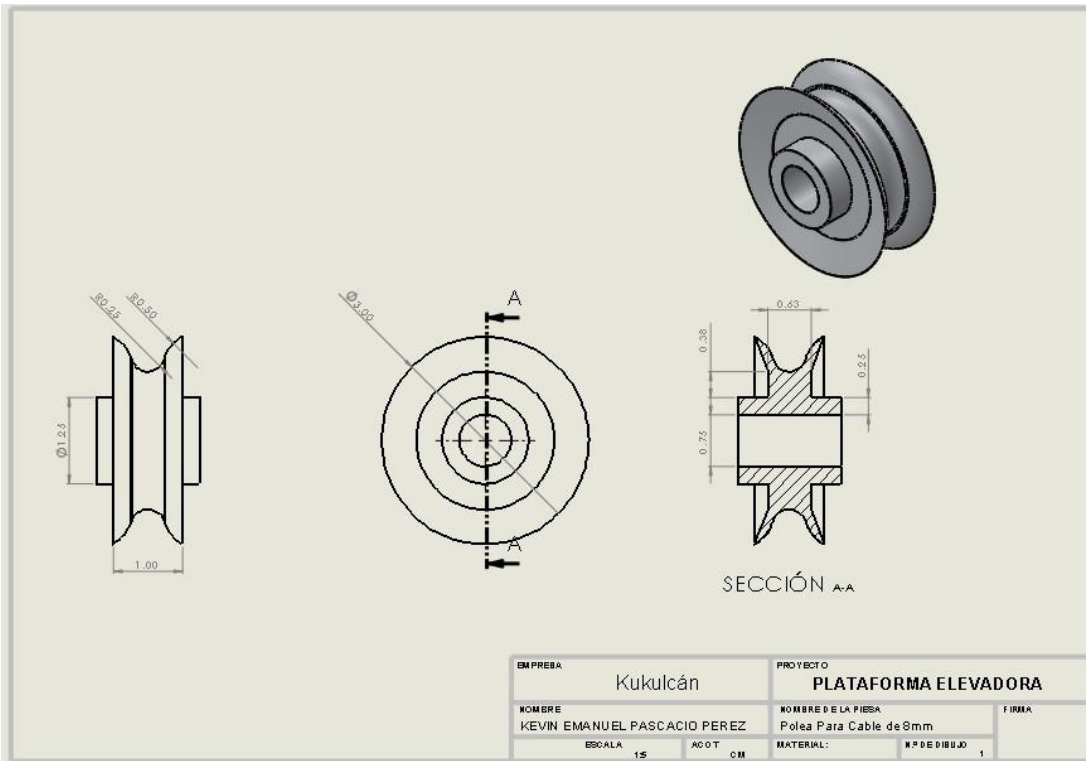


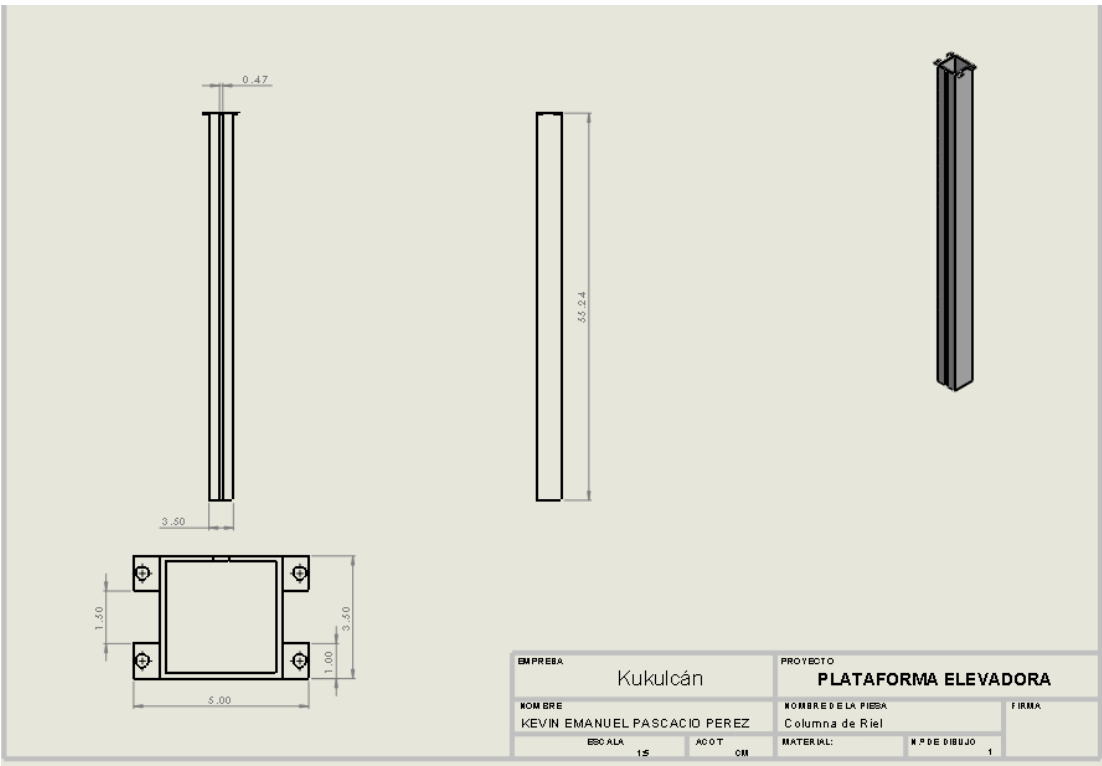
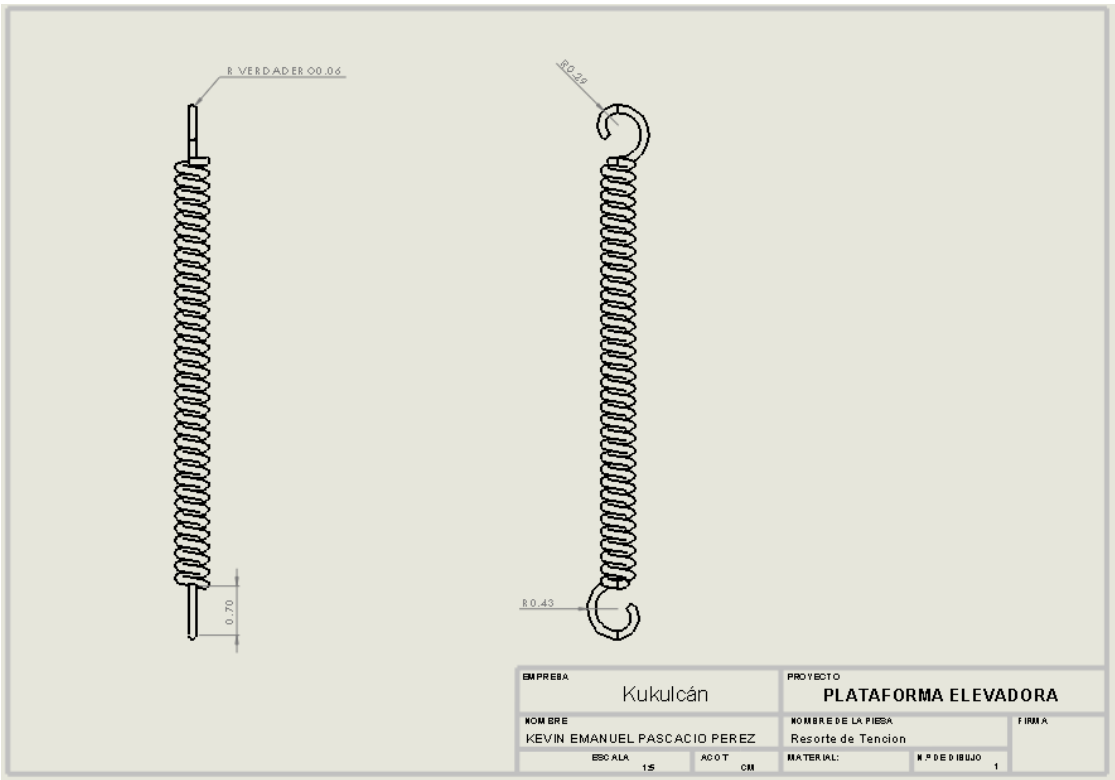


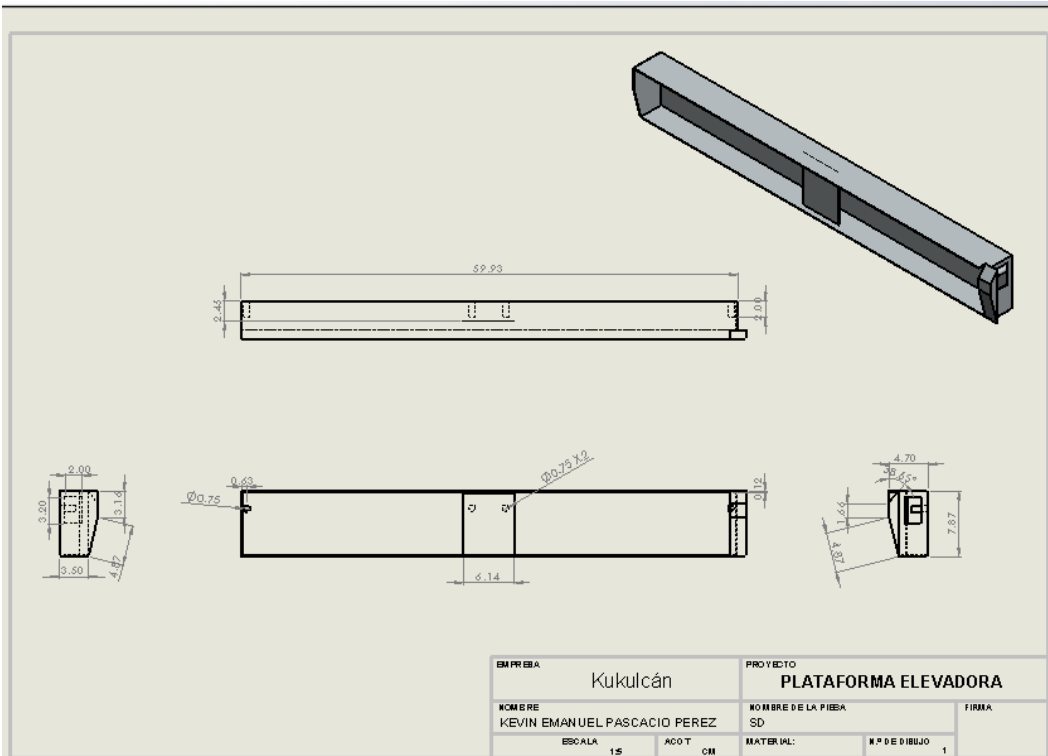
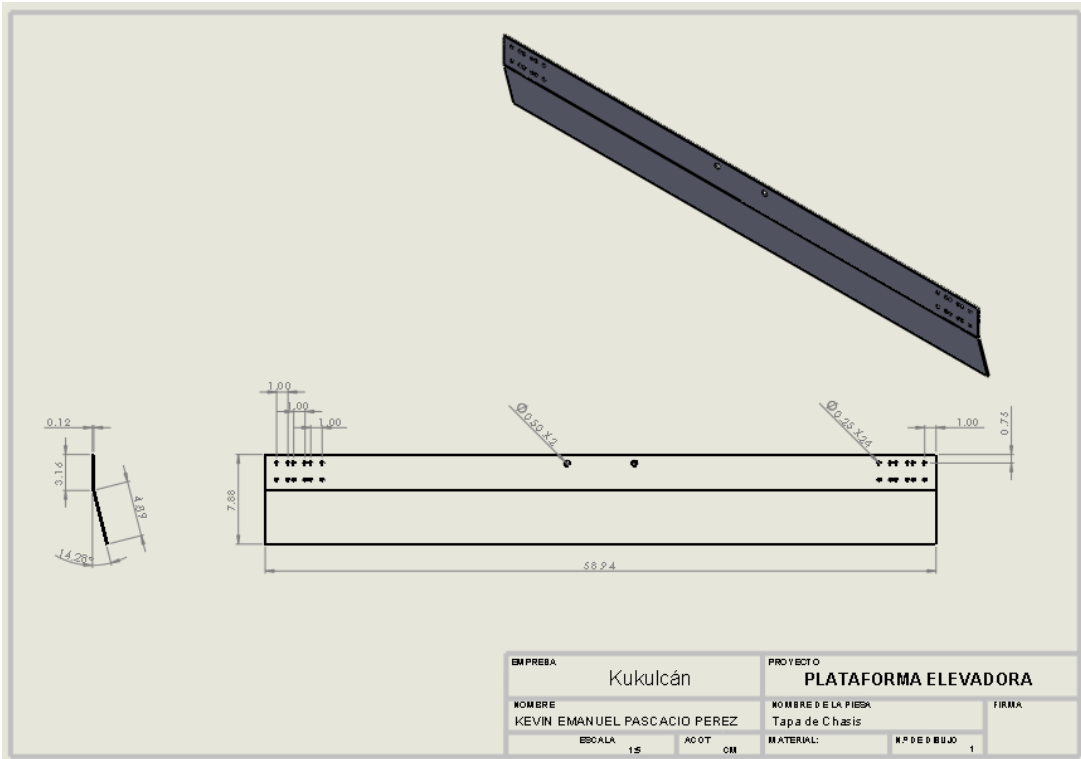


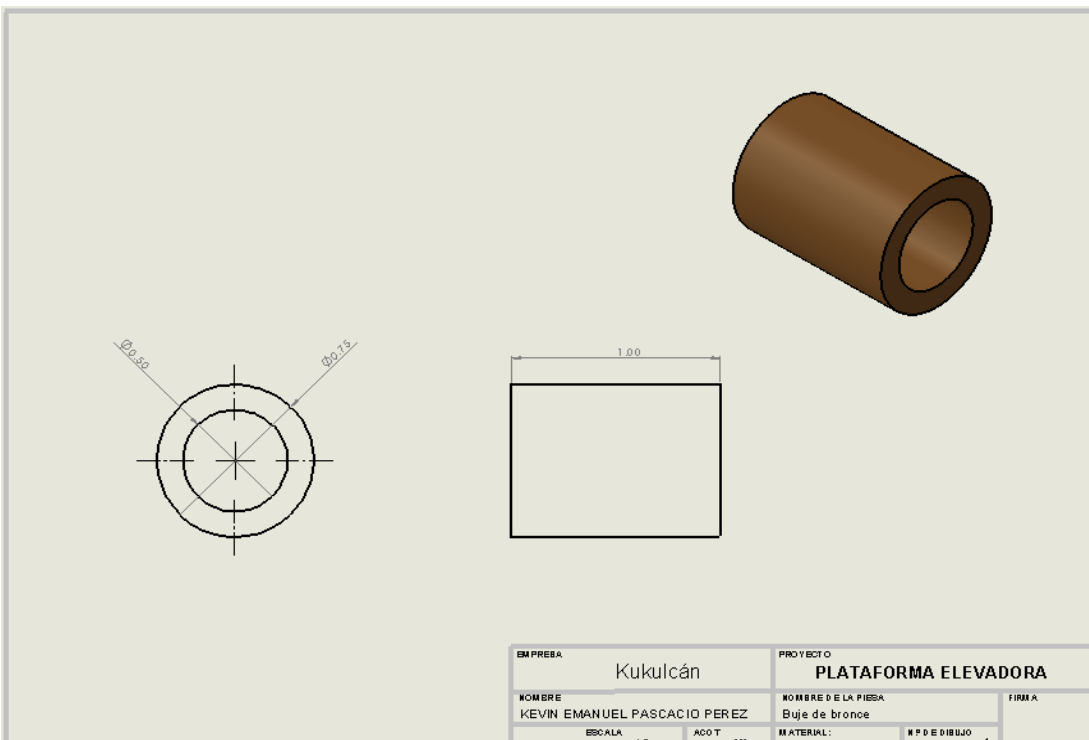
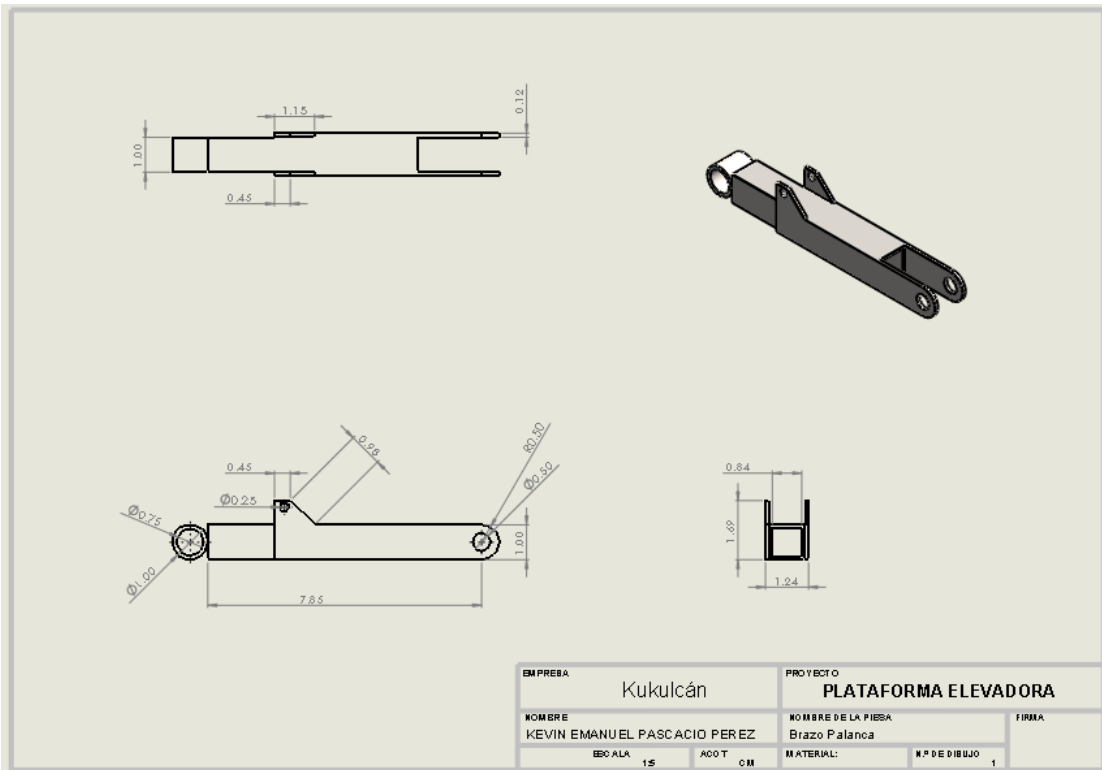


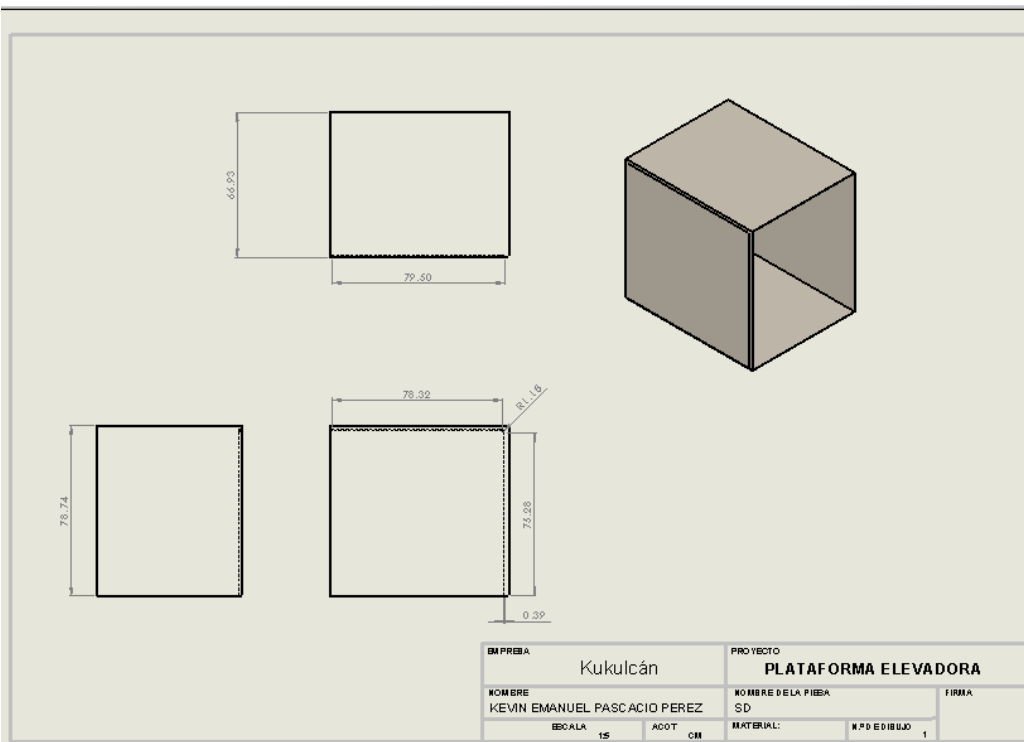
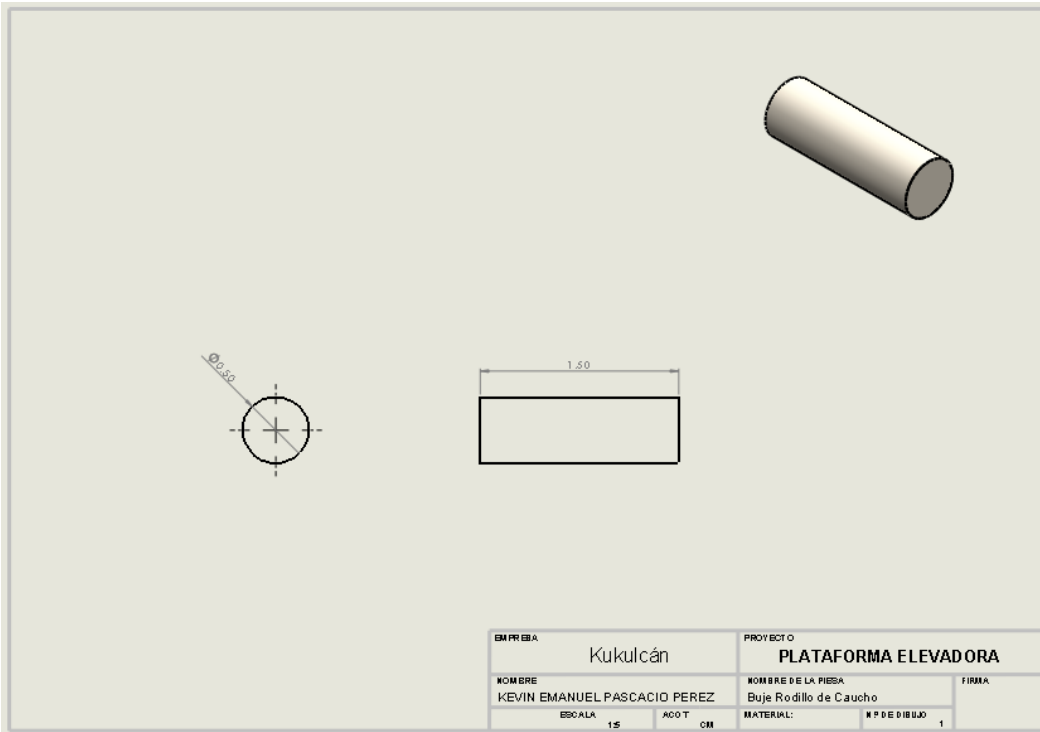


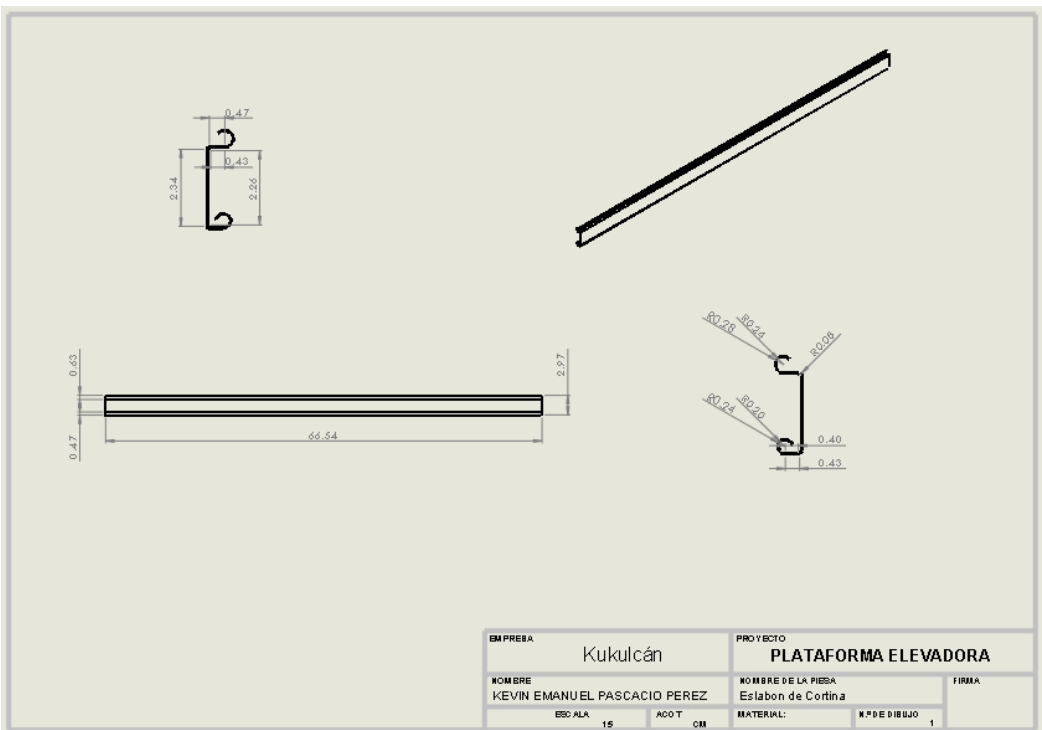
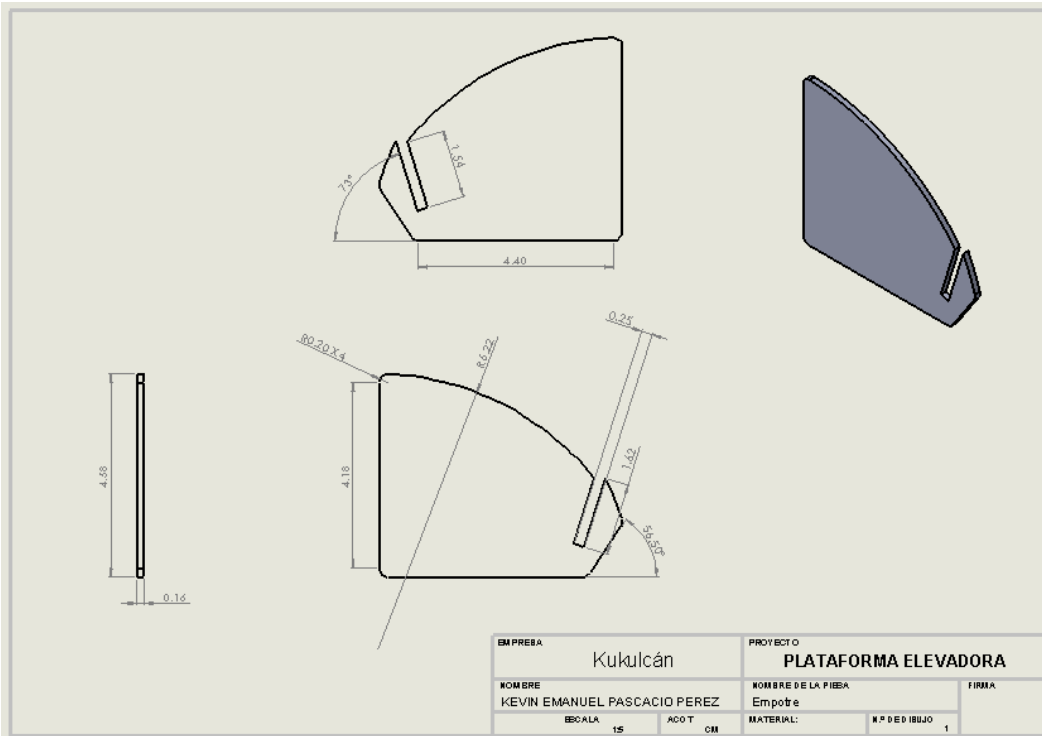




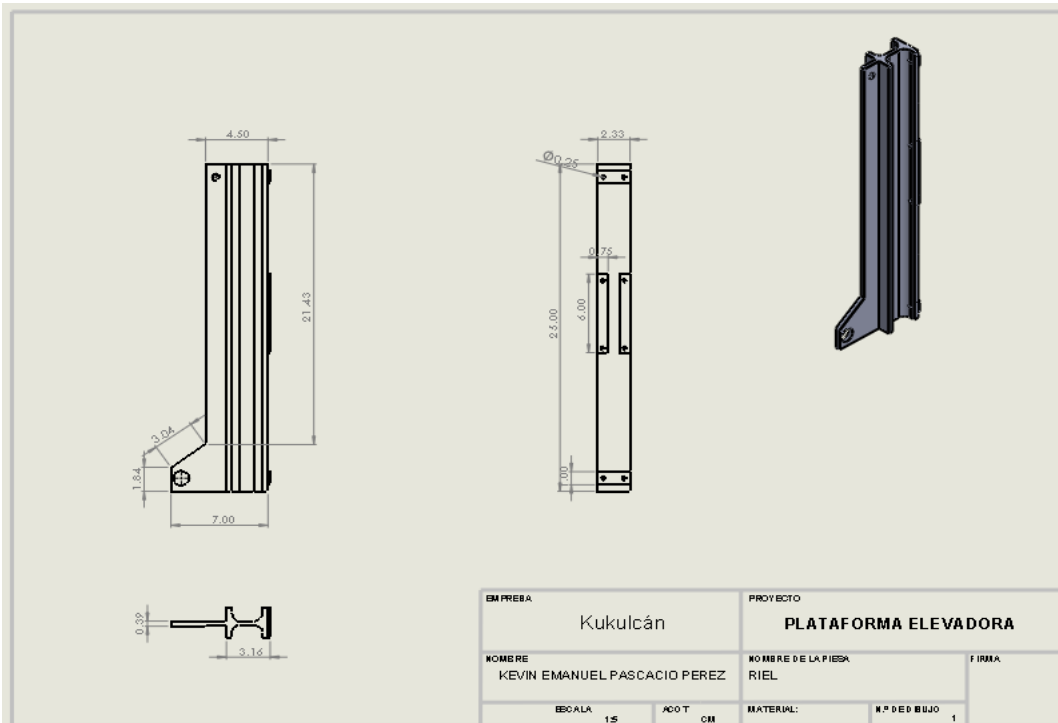
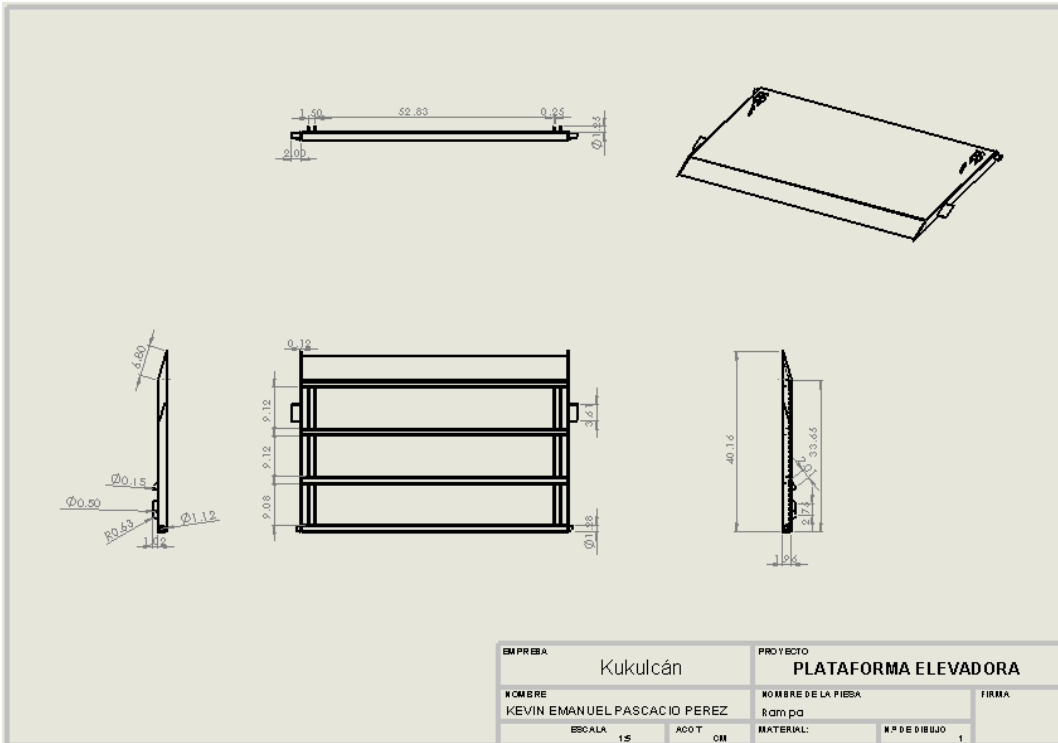


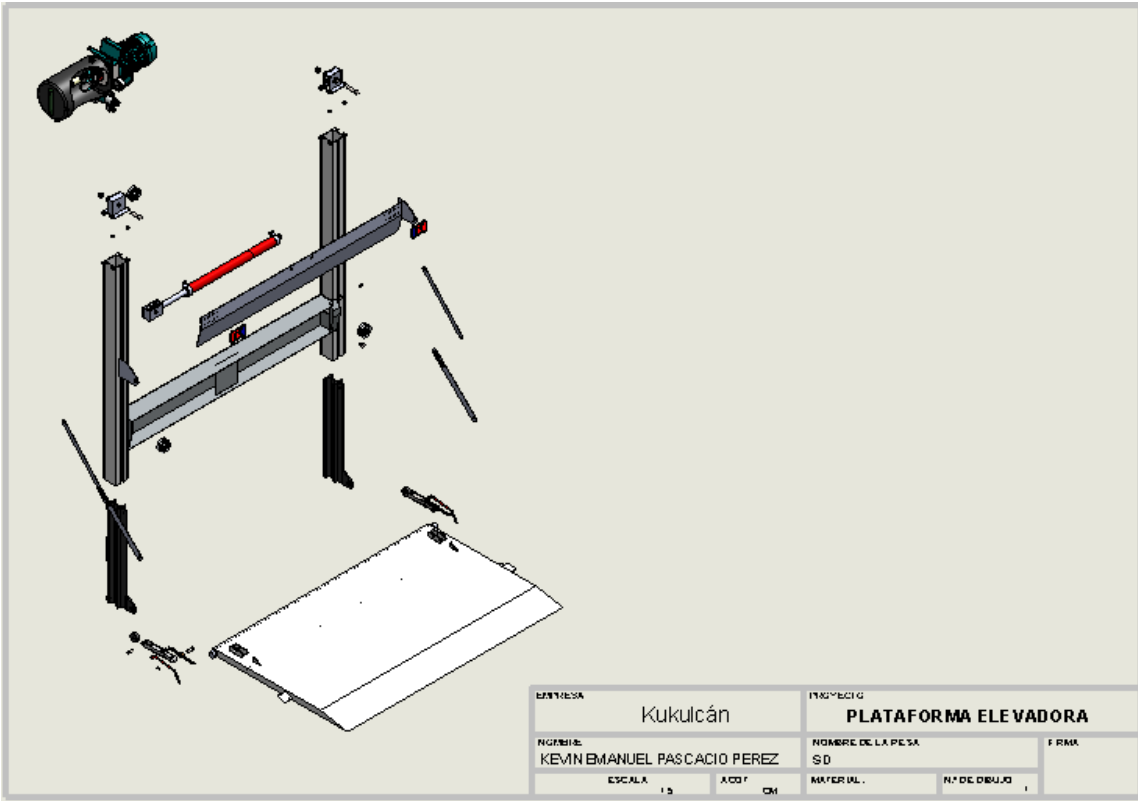












## Referencias

- M.V. Faires, Diseño de elementos de máquina, Editorial Montaner y Simón, S. A. O Barcelona, pp. 365-380
- G. Erdman, Arthur, Diseño de mecanismos, análisis y síntesis, Editorial Pearson, tercera edición, pp. 119-176
- L. Casillas, A., Maquinas, Cálculos de Taller, Copyright by edition Maquinas, pp. 438-452
- Calero Perez, Roque, Fundamento de mecanismos y máquinas para ingenieros, McGraw- Hill, pp. 289- 310
- H. Myszka, David, Maquinas y mecanismos, Editorial Pearson, Cuarta edición, pp. 302- 309
- G. Budynas, Richard and Keith Nisbett, J., Diseño en ingeniería mecánica, Editorial McGraw Hill, 9ª edición, pp. 673- 698.
- (s/a)(s/f). Consultado en <http://www.valvias.com/prontuario-rosca-tornillo-allen-din-912.php> el día 25 de Agosto de 2016
- (s/a)(s/f). Consultado en <http://www.cofiasa.com.mx/productos/estructurista/placa-de-metal/> el día 25 de Agosto de 2016
- (s/a)(s/f). Consultado en <https://mipsa.com.mx/dotnetnuke/Productos/Perfil-Rectangular> el día 29 de Agosto de 2016
- (s/a)(s/f). Consultado en <https://cursoscarretilerozaragoza.es/2/2013/08/20/historia> el día 6 de noviembre de 2016
- (s/a)(s/f). Consultado en [http://www.academia.edu/9572291/MANEJO\\_DE\\_CARGAS\\_-CON\\_CABLES\\_DE\\_ACERO\\_ESLINGAS\\_ESTROBOS](http://www.academia.edu/9572291/MANEJO_DE_CARGAS_-CON_CABLES_DE_ACERO_ESLINGAS_ESTROBOS) consultado el 22 de noviembre de 2016
- [http://www.aceromex.com/catalogos/Catalogo\\_2015\\_Tuberia.pdf](http://www.aceromex.com/catalogos/Catalogo_2015_Tuberia.pdf) consultado el 25 de noviembre de 2016