ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE LA REPOTENCIACIÓN DE UN ELEVADOR DE CARGA DE 2 TONELADAS DE LA EMPRESA GRAFITEXT CÍA. LTDA.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

FLAVIO EDISON QUILO FARINANGO
flavio_q@msn.com

GUILLERMO ARTURO VALLEJO TORRES
gavt8@yahoo.es

DIRECTOR: ING. JAIME RAÚL VARGAS TIPANTA
jaime.vargas@epn.edu.ec

Quito, Mayo 2014

DECLARACIÓN

Nosotros, QUILO FARINANGO FLAVIO EDISON Y VALLEJO TORRES GUILLERMO ARTURO declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Quilo Farinango Flavio Edison

Vallejo Torres Guillermo Arturo

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de investigación fue desarrollado por: el Sr. QUILO FARINANGO FLAVIO EDISON y el Sr. VALLEJO TORRES GUILLERMO ARTURO, bajo nuestra supervisión.

_____

ING. JAIME RAÚL VARGAS TIPANTA

DIRECTOR DE PROYECTO

_____

ING. JORGE HUMBERTO ESCOBAR LAFUENTE

CO-DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios y a su santa Madre, por haber cuidado de mi familia.

A la empresa Grafitext Cia. Ltda., así como a todo su personal, que me brindaron su tiempo y esfuerzo para la ejecución del presente proyecto.

A todos mis profesores y demás colaboradores que conforman la Escuela Politécnica Nacional. De manera muy especial a los Ingenieros Jaime Vargas y Jorge Escobar por su acertada dirección de mi proyecto de titulación, quienes además me brindan su amistad.

A mi compañero y amigo el Sr. Flavio Quilo.

Guillo

A Dios ya que sin salud y vida no podría haber logrado pasar todo el camino hasta ahora.

A mi padre y familia por su apoyo, que me dio confianza para lograr mis metas.

A todos mis profesores que me han impartido sus conocimientos.

Al Ing. Jaime Vargas por su apoyo y ayuda en esta etapa de mi vida, no como un profesor sino como un buen amigo.

Al Ing. Jorge Escobar que siempre fue cordial y amable en todas las inquietudes consultadas.

Al Sr. Guillermo Vallejo un buen amigo.

Al Sr. Edgar Tuguminago Jefe de mantenimiento de Grafitext Cia. Ltda., por toda su ayuda y cordialidad prestada.

Flavio Quilo.

DEDICATORIA

A mi esposa, Paulina Chliluiza, el gran amor de mi vida, y a mi hijo Guillermo Paúl, que con su paciencia y espera, me supieron comprender y apoyar en cada momento.

A mi madre Rosita y a mi padre Guillermo, que con su amor y ejemplo aprendí a superar todas las dificultades.

A mi tía Cecilia Baquero, madre modelo, de lucha incansable, mi amiga incondicional.

A mis hermanos María Verónica, Christian Amable, Patricio y Vicente, hermanos que supieron ser confidentes y amigos a lo largo de mi vida.

Guillo

A mi padre Ernesto Quilo Tamba, quien siempre se esfuerza día a día por nuestra familia. Un modelo a seguir.

A mi madre María Farinango, que con su amor y ayuda incondicional me ha permitido contar con ella siempre.

A mi familia que siempre está apoyándome en los momentos buenos y especialmente en los malos.

Flavio Quilo

CONTENIDO

pág.

CAPÍTULO I **1**
MARCO TEÓRICO **1**
1. 1 INTRODUCCIÓN 1
1.2 DEFINICIONES PRELIMINARES 2
1.2.1 REPOTENCIACIÓN 2
1.2.2 ELEVADOR DE CARGA PESADA 2
1.2.3 SISTEMAS MECÁNICOS DE ELEVACIÓN 3
1.2.4 SISTEMAS ELECTROMECANICOS 3
1.2.5 SISTEMAS HIDRÁULICOS 3
1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ELEVADORES SEGÚN LA ACTIVIDAD A DESEMPEÑAR 3
1.3.1 ELEVADORES ELECTROMECÁNICOS 4
1.3.2 ELEVADORES HIDRÁULICOS. 8
1.3.3 ELEVADORES NEUMÁTICOS 12
1.4 ELEVADORES DE SISTEMAS COMBINADOS 13
1.4.1 ELEVADORES DE DOS COLUMNAS 14
1.4.2 ELEVADORES DE CUATRO COLUMNAS 15
1.4.3 ELEVADORES DE SIMPLE TIJERA. 16
1.4.4 ELEVADORES DE DOBLE TIJERA. 18
1.5 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN LOS ELEVADORES DE CARGA 19
1.5.1 SISTEMA DE SEGURIDAD CON SISTEMA HIDRAÚLICO. 19
1.5.2. SISTEMA DE SEGURIDAD MANUAL CON TRABAS. 23
CAPÍTULO II **25**
CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LA MÁQUINA A REPOTENCIAR **25**
2.1 ANTECEDENTES 25
2.1.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA. 25
2.2 ESPACIO FÍSICO 26

2.2.1 DIMENSIONES DE LA FOSA 26
2.3 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DEL ELEVADOR ORIGINAL 27
2.3.1 SISTEMA ESTRUCTURAL 28
2.3.2 SISTEMA MOTRIZ 32
2.3.3 SISTEMA DE TRANSMISION DE FUERZA 33
2.3.4 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO 33
2.4 FUNCIONAMIENTO 34
2.5 RESULTADO DEL DISEÑO ACTUAL 35
CAPÍTULO III 37
PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS 37
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 37
3.2 PARÁMETROS PARA LA REPOTENCIACIÓN 37
3.3 ALTERNATIVA DE DISEÑO PARA LA REPOTENCIACIÓN DEL ELEVADOR 37
3.3.1 PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS 37
3.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA CADA SISTEMA 38
3.4.1 MÉTODO DE MATRICES PARA TAMIZAR IDEAS 39
3.4.2 ALTERNATIVA PARA EL SISTEMA DE POTENCIA 43
3.4.3 ALTERNATIVA PARA EL SISTEMA ESTRUCTURAL 46
3.4.4 ALTERNATIVA PARA EL SISTEMA DE SEGURIDAD 48
3.4.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS 51
3.5 PROTOCOLO DE PRUEBAS 52
3.5.1 VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES Y PESO 53
3.5.2 VERIFICACIÓN DEL MONTAJE DEL ELEVADOR 53
3.5.3 VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN Y PARALELISMO 53
3.5.4 FUNCIONAMIENTO EN VACÍO 53
3.5.5 FUNCIONAMIENTO CON CARGA 53
CAPÍTULO IV 55

REDISEÑO DEL ELEVADOR DE CARGA..... 55
4.1 INTRODUCCIÓN 55
4.2 DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE SIMPLE TIJERA 55
4.2.1 ANÁLISIS DE LA PLATAFORMA EXISTENTE REFORZADA 56
4.2.2 CONSIDERACIONES DE CARGAS UTILIZADAS 57
4.2.3 REPARTO DE CARGA EN EL MONTACARGAS..... 58
4.2.4 ANÁLISIS DE FUERZAS Y LONGUITUD DEL BRAZO EN LA POSICIÓN MÁS ALTA..... 61
4.2.5 ANÁLISIS DE FUERZAS E INCLINACIÓN DEL BRAZO EN LA POSICIÓN MÁS BAJA..... 65
4.3 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DEL ELEVADOR..... 69
4.3.1 BRAZO TIJERA DEL ELEVADOR..... 70
4.3.2 PASADOR O EJE CENTRAL DE LOS BRAZOS ARTICULADOS 72
4.3.3. BOCÍN DE LAS ARTICULACIONES SUPERIORES E INFERIORES. 74
4.3.4 PLACA BASE..... 76
4.3.5 SELECCIÓN DE LOS PERNOS PARA EL ANCLAJE DEL ELEVADOR 80
4.3.6 PASADOR O EJE PARA LOS EXTREMOS ARTICULADOS..... 82
4.3.7 SOPORTE DEL PASADOR PARA EL CILINDRO HIDRÁULICO..... 83
4.3.8 DIMENSIONAMIENTO DE LA SOLDADURA..... 85
4.4 SIMULACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE ELEVADOR 87
4.4.1 ESFUERZOS DE MATERIALES 88
4.4.2 CONSIDERACIONES DE CARGA UTILIZADA..... 88
4.4.3 DISEÑO DE ELEVADOR EN SAP 2000..... 89
4.4.4 VERIFICAR EL DISEÑO CON EL ANÁLISIS DE ESFUERZOS 93
4.4.5 CAPACIDAD DEL PISTÓN..... 96
4.5 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL SISTEMA HIDRÁULICO..... 98
4.5.1 PRESIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA..... 98
4.5.2 PRESIÓN DE TRABAJO DEL SISTEMA..... 99
4.5.3 CAUDAL 100

4.5.4 CÁLCULO DE POTENCIAS 101
4.5.5 SELECCIÓN DE VÁLVULAS 102
4.5.6 SELECCIÓN DE TUBERÍAS 103
4.5.7 DIMENSIONAMIENTO DEL DEPÓSITO 105
4.5.8 SELECCIÓN DEL ACEITE HIDRAÚLICO 106
4.5.9 FILTRO EN LA LÍNEA DE RETORNO 107
4.5.10 CARACTERÍSTICAS FINALES DEL SISTEMA HIDRAÚLICO 108
4.5.11 DIAGRAMA HIDRÁULICO 110

CAPITULO V 111

ESTUDIO DE LA CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO 111

5.1 INTRODUCCIÓN 111

5.2 CONSTRUCCIÓN. 111
5.2.1 MÁQUINAS, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN. 112
5.2.2 PROCESOS MECÁNICOS 113
5.2.3 MATERIA PRIMA 113
5.2.4 ELEMENTOS A FABRICAR 114
5.2.5 PASOS DE ELABORACIÓN 115

5.3 PROCEDIMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN 116

5.4 MONTAJE. 116

5.5 PRUEBAS DE CAMPO 116

5.6 PLAN DE MANTENIMIENTO 116

CAPITULO VI 118

ANÁLISIS DE COSTOS 118

6.1 COSTOS DIRECTOS 118
6.1.1 COSTO DE MATERIA PRIMA Y ELEMENTOS NORMALIZADOS .. 118
6.1.2 COSTO DE MATERIALES O INSUMOS 120
6.1.3 COSTO DE MANO DE OBRA 120
6.1.4 COSTO DE ENERGÍA 121
6.1.5 COSTO DIRECTO TOTAL 121
6.2 COSTOS INDIRECTOS 122

6.2.1 COSTO DE PAPELERÍA 122
6.2.2 COSTO DE INGENIERÍA 123
6.2.3 GASTOS IMPREVISTOS 123
6.2.4 COSTO TOTAL INDIRECTO 123
6.3 COSTO TOTAL 123
6.4 FUENTE DE FINANCIAMIENTO 124
CAPÍTULO VII 125
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 125
7.1 CONCLUSIONES 125
7.2 RECOMENDACIONES 126
REFERENCIA BIBLIOGRÁFÍCA 127
ANEXOS 129

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. 1 Elevador del siglo XIX 1
Figura 1. 2 Principio de pascal/Prensa Hidráulica 2
Figura 1. 3. Elevadores Electromecánicos. 4
Figura 1. 4 Motoreductor 5
Figura 1. 5 Polea 6
Figura 1. 6 Polipasto 7
Figura 1. 7 Carrete de cable 8
Figura 1. 8 Elevador hidráulico 9
Figura 1. 9 Cilindro actuador tipo émbolo de simple efecto 10
Figura 1. 10 Cilindro actuador tipo émbolo de doble efecto 11
Figura 1. 11 Elevador neumático 12
Figura 1. 12 Elevador de dos columnas 14
Figura 1. 13 Elevador de cuatro columnas 15
Figura 1. 14 Elevador de simple tijera 17
Figura 1. 15 Elevador de doble tijera 18
Figura 1. 16 Válvula de seguridad 20
Figura 1. 17 Válvula estranguladora. 21
Figura 1. 18 Válvula de cuatro pasos y tres posiciones 22
Figura 1. 19 Válvula de retención 22
Figura 1. 20 Sistema de seguridad manual con trabas 23

Figura 2. 1 Dimensiones de la fosa actual 27
Figura 2. 2 Armazón de la plataforma 29
Figura 2. 3 Plataforma 29
Figura 2. 4 Base de carga 30
Figura 2. 5 Estructura soporte del elevador 32
Figura 2. 6 Sistema de poleas ensambladas en la viga principal 33
Figura 2. 7 Montacargas 36

Figura 3. 1 Matrices para tamizar ideas. 39
Figura 3. 2 Elevador hidraúlico de simple tijera 51

Figura 4. 1 Aplicación de carga sobre la plataforma y resultados de esfuerzos. 56

Figura 4. 2 Distribución de carga en un montacargas 59
Figura 4. 3 Distribución de carga parte 1.....59
Figura 4. 4 Distribución de carga parte 2.....60
Figura 4. 5 Esquema del Sistema estructural en la posición más alta 61
Figura 4. 6 Diagrama de cuerpo libre en la posición más alta 62
Figura 4. 7 Diagrama de Cuerpo Libre en la posición más baja 66
Figura 4. 8 Esquema del elevador de carga de simple tijera 69
Figura 4. 9 Perfil UPN 140 que se utiliza para el brazo del elevador 70
Figura 4. 10 Pin central 72
Figura 4. 11 Bocín.....74
Figura 4. 12 Diagrama de fuerzas para el análisis de placa base.....76
Figura 4. 13 Placa base de lados iguales.....78
Figura 4. 14 Sección de contacto de la placa 78
Figura 4. 15 Diagrama de fuerzas piso-placa.....79
Figura 4. 16 Vista lateral de la placa 79
Figura 4. 17 Perno de anclaje 81
Figura 4. 18 Pasador en el extremo del brazo de tijera 83
Figura 4. 19 Tamaño mínimo de la soldadura de filete (Oreja-Pistón).....86
Figura 4. 20 Aplicación de las cargas.....89
Figura 4. 21 Reacciones en los apoyos.....90
Figura 4. 22 Reacciones en Soporte=Criterios de selección pernos de anclaje 91
Figura 4. 23 Resultados de esfuerzos-Índice de trabajo.....92
Figura 4. 24 Resultados de deflexión del modelo.....93
Figura 4. 25 Aplicación de cargas al modelo.....94
Figura 4. 26 Resultados de esfuerzos de Von Misses.....95
Figura 4. 27 Resultados de deflexión 96
Figura 4. 28 Carga axial sobre el pistón.....97
Figura 4. 29 Dimensionamiento del cilindro hidráulico.....98
Figura 4. 30 Diagrama Sankey eficiencias para cada elemento hidráulico. 101
Figura 4. 31 Depósito del sistema 106
Figura 4. 32 El Filtro de la línea de Regreso evita que se contamine el Depósito 107
Figura 4. 33 Diagrama del circuito hidráulico 110

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

pág.

Fotografía 2. 1 Ubicación satelital de la Empresa Grafitex Cía. Ltda. 25
Fotografía 2. 2 Espacio Físico considerado Empresa Grafitext. Cía. Ltda. 26
Fotografía 2. 3 Elevador original de la Empresa Grafitext 27
Fotografía 2. 4 Elevador de 2 toneladas. 31
Fotografía 2. 5 Motoreductor que se utiliza para el elevador de carga actual.....32
Fotografía 2. 6 Cuadro de maniobra 34
Fotografía 2. 7 Botonera de mando 34
Fotografía 2. 8 Colapso de estructura soporte. 35
Fotografía 2. 9 Colapso de estructura soporte 36

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 3. 1 Tabla de Viabilidad 42
Tabla 3. 2 Tabla de Atractividad 43
Tabla 3. 3 Tabla de viabilidad: Sistema de Potencia del elevador 44
Tabla 3. 4 Tabla de Atractividad: Sistema de Potencia del elevador.....44
Tabla 3. 5 Resultados de Matrices de sistema de Potencia.....45
Tabla 3. 6. Tabla de viabilidad: Sistema estructural del elevador.....46
Tabla 3. 7. Tabla de Atractividad: Sistema estructural del elevador.....47
Tabla 3. 8. Resultados de Matrices del sistema estructural 47
Tabla 3. 9. Tabla de viabilidad: Sistema de seguridad del elevador.....49
Tabla 3. 10. Tabla de Atractividad: Sistema de seguridad del elevador.....49
Tabla 3. 11. Resultados de Matrices del Sistema de seguridad del elevador 50
Tabla 3. 12. Alternativas seleccionadas para el diseño 51

Tabla 4. 1 Elementos que constituyen a la plataforma.....58
Tabla 4. 2 Tamaños mínimos de la soldadura de filete y límites de espesor de 85
Tabla 4. 3 Límites de velocidades recomendados para las diferentes líneas.....103
Tabla 4. 4 Equivalencias entre los sistemas de clasificación de la viscosidad 107
Tabla 4. 5 Características finales del Sistema Hidráulico. 108

Tabla 5. 1 Listado de máquinas, herramientas e instrumentos de medición. 112
Tabla 5. 2 Procesos tecnológicos. 113
Tabla 5. 3 Materia prima a utilizarse 113
Tabla 5. 4 Partes a construirse con acero ASTM A 36. 114
Tabla 5. 5 Partes a construirse con acero AISI 1018. 115
Tabla 5. 6 Partes estandarizadas 115

Tabla 6. 1 Costo materia prima 118
Tabla 6. 2 Costo de Elementos normalizados.....119
Tabla 6. 3 Costo de materiales 120
Tabla 6. 4 Costo de Mano de Obra.....121
Tabla 6. 5 Costos de Energía. 121
Tabla 6. 6 Costo directo Total.....122

Tabla 6. 7 Costos de Papelería 122
Tabla 6. 8 Costo de Ingeniería 123
Tabla 6. 9 Costo total Indirecto.....123
Tabla 6. 10 Costo total 124

RESUMEN

El presente proyecto aborda el diseño de la repotenciación de un elevador de carga de 2 a 5.5 Toneladas, para satisfacer la necesidad de comunicar dos niveles diferentes de la planta Grafitext Cía. Ltda., permitiendo el transporte de los elementos procesados mediante el montacargas, con la consiguiente disminución los tiempos muertos y el incremento de la producción.

En ingeniería mecánica el término “repotenciación” define un proceso de actualización global, un rediseño, una restructuración para el mejoramiento de un sistema o equipo que por el transcurso del tiempo ha ido quedando en la obsolescencia, o ha caído en la falta de eficiencia. En el presente trabajo para la repotenciación se aplica el criterio del rediseño de ciertos elementos mecánicos que permitan el aumento de la capacidad de carga de 2 a 5.5 Ton. del elevador actual.

Se realiza un estudio ingenieril de los sistemas que conforman un elevador, determinando el de potencia óptima, el estructural y el de seguridad, mediante una matriz para tamizar ideas, definiendo los criterios de viabilidad y utilidad práctica del proyecto, obteniendo la selección de la mejor alternativa para cada sistema.

El elevador definido en base a la selección de alternativas, presenta los siguientes sistemas seleccionados: sistema de potencia hidráulico, sistema estructural de simple tijera y sistema de seguridad hidráulico.

El diseño utiliza programas pertinentes tales como: el SAP 2000 para el cálculo estructural y el Autodesk Simulation para la simulación del nuevo elevador, según los criterios de diseño que establecen normas tales como la AISC 360-05 “Specification for Structural Steel Buildings”, CPE INEN 5 “Código Ecuatoriano de la Construcción”, ASCE 7 “Minimun Design Loads for Buildings and other Structures, y otras. El diseño se realiza para materiales disponibles en el país, facilitando su adquisición en el mercado y su ulterior construcción.

Se acompañan los planos de conjunto y planos de fabricación de los elementos del elevador repotenciado.

PRESENTACIÓN

El estudio y desarrollo del documento final del Proyecto de Titulación “Diseño de la repotenciación de un elevador de carga de 2 Ton. de la Empresa Grafitext Cía. Ltda.”, se halla estructurado de la siguiente manera.

El Capítulo I presenta los diversos sistemas y componentes que poseen los equipos de elevación de carga disponibles en la actualidad.

El Capítulo II describe los componentes actuales de la máquina, determinando las causas del fallido diseño del elevador de 2 Ton., de capacidad

El Capítulo III se ocupa de la selección de alternativas más adecuadas para los sistemas componentes del nuevo elevador, tamizando ideas y determinando los requisitos viables y atractivos para cumplir con los objetivos del proyecto, se determina que los sistemas son: sistema de potencia hidráulico, sistema estructural de simple tijera y un sistema de seguridad hidráulico.

El Capítulo IV, aborda el diseño de los componentes que permiten la repotenciación de la plataforma de elevación de 2 a 5.5 Ton., para lo que se sigue las pertinentes recomendaciones del diseño mecánico, utilizando paquetes informáticos tales como el SAP 2000 y el Autodesk Simulation.

El Capítulo V formaliza el estudio de la construcción, montaje y pruebas de funcionamiento del elevador repotenciado

El Capítulo VI desarrolla el análisis económico financiero necesario, para la viabilidad del proyecto.

El Capítulo VII describe las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

Se acompañan: la Bibliografía respectiva, los anexos referenciados, los planos de taller y del montaje del elevador de carga.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. 1 INTRODUCCIÓN

El primer elevador fue desarrollado por Arquímedes en el año 80 D.C., cuando el emperador Tito lo hizo construir para incorporarlo al Coliseo Romano, y que consistía en un sistema de cuerdas y poleas.

El sistema realmente más evolucionario, que finalmente condujo a la creación de los elevadores actuales, fue basado en la transmisión a tornillo. (Fig. 1.1 Elevador del Siglo XIX).

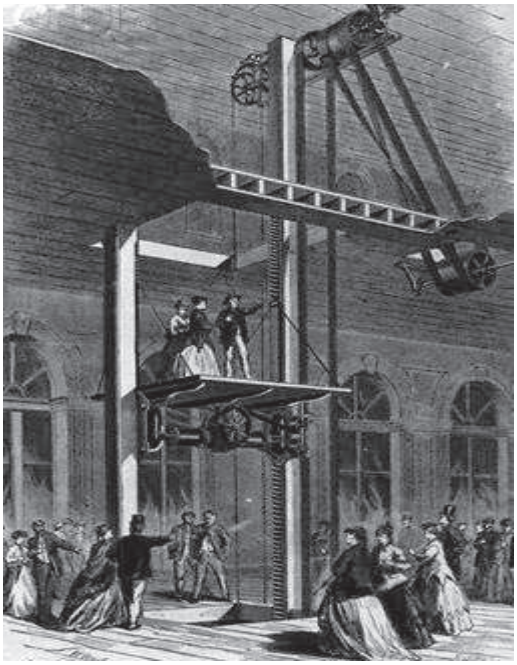


Figura 1. 1 Elevador del siglo XIX

Fuente: http://www.reine.es/blog/historia-los-primeros-ascensores.

Los ascensores modernos en gran parte tienen la tecnología del presente siglo XXI, los mismos que son accionados por una máquina eléctrica o por elevación hidráulica; sin embargo no puede soslayarse que sus diseñadores y constructores se sirven de los conocimientos y tecnología utilizada en siglos anteriores

Según el Principio de Pascal, Figura 1.2, los elevadores hidráulicos fueron evolucionando en la industria desde el siglo XIX, donde la cabina se halla montada sobre un émbolo de acero hueco dentro de un cilindro, el agua a presión ingresa dentro del cilindro para que suba el émbolo y la cabina, para después caer por la gravedad al ser liberada de la presión del agua.

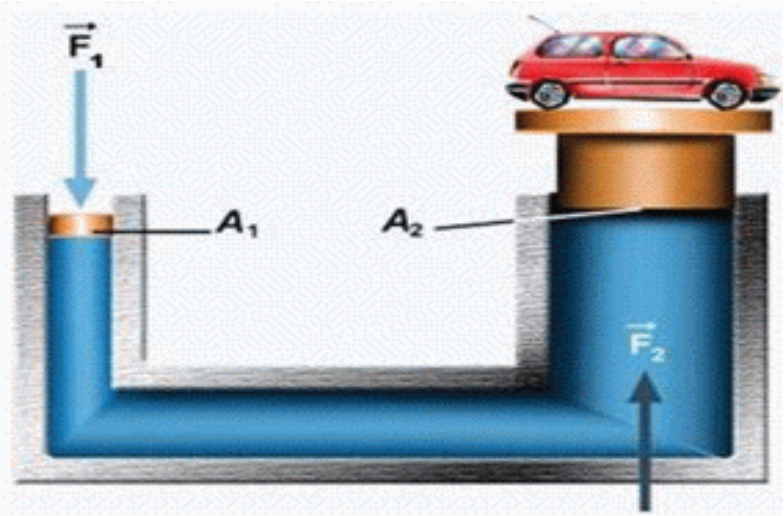


Figura 1. 2 Principio de pascal/Prensa Hidráulica

Fuente: http://www.galeon.com/home3/ciencia/hidraulica.html

1.2 DEFINICIONES PRELIMINARES

1.2.1 REPOTENCIACIÓN

En ingeniería mecánica el término repotenciación es utilizado para definir un proceso de actualización global, un rediseño, una restructuración para el mejoramiento de un sistema o equipo que por el transcurso del tiempo ha ido quedando en la obsolescencia, o ha disminuido su eficiencia.

1.2.2 ELEVADOR DE CARGA PESADA

Es una estructura móvil que realiza un desplazamiento ascendente o descendente, con la finalidad de levantar o bajar una carga.

Los diferentes sistemas de accionamiento de una estructura móvil pueden ser: sistema mecánico, sistema electromecánico o sistema hidráulico.

1.2.3 SISTEMAS MECÁNICOS DE ELEVACIÓN

Son sistemas compuestos de elementos mecánicos tales como, poleas, engranajes, cables, frenos, trinquetes, ejes, etc., que convenientemente concatenados produce el desplazamiento vertical de una plataforma porta carga.

1.2.4 SISTEMAS ELECTROMECANICOS

Son sistemas mecánicos de elevación, a los que se integra un motor eléctrico que provee la potencia de elevación.

1.2.5 SISTEMAS HIDRÁULICOS

Son sistemas que utilizan el principio de pascal para obtener el movimiento de elevación. El fluido de trabajo es un aceite denominado "Fluido hidráulico".

1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ELEVADORES SEGÚN LA ACTIVIDAD A DESEMPEÑAR

- Elevadores para empresas mecánicas: Sirven para dar inspección, mantenimiento, reparación de todos los elementos de un automóvil.
- Elevadores para transporte de carga: Tienen un amplio uso, principalmente se aplican al traslado de cargas donde existe la diferencia de altura entre los niveles a comunicar.
- Elevadores para transporte de personal: A diferencia de los dos anteriores, existe una normativa en seguridad más rigurosa, porque son ascensores que ayudan a la optimización del tiempo en cuanto a desplazamientos de personas en edificios con alturas superiores a los dos pisos, así como también para el traslado de individuos con discapacidad motriz .

Al conocer las diferentes actividades a las que son destinados los elevadores se tiene los más comunes que son:

1.3.1 ELEVADORES ELECTROMECÁNICOS

El movimiento en este tipo de elevadores se la realiza por un motor eléctrico, caja reductora y poleas, donde aparece el cable de arrastre, que es accionado por fricción en el giro de la polea, el cual permite que la cabina y el contrapeso, se desplacen de arriba hacia abajo y viceversa por medio de las rieles guías.

Es conveniente seleccionar la ubicación del área de máquinas, misma que puede estar en la parte superior o inferior del equipo ascensor. En la figura 1.3 se muestra su representación gráfica.

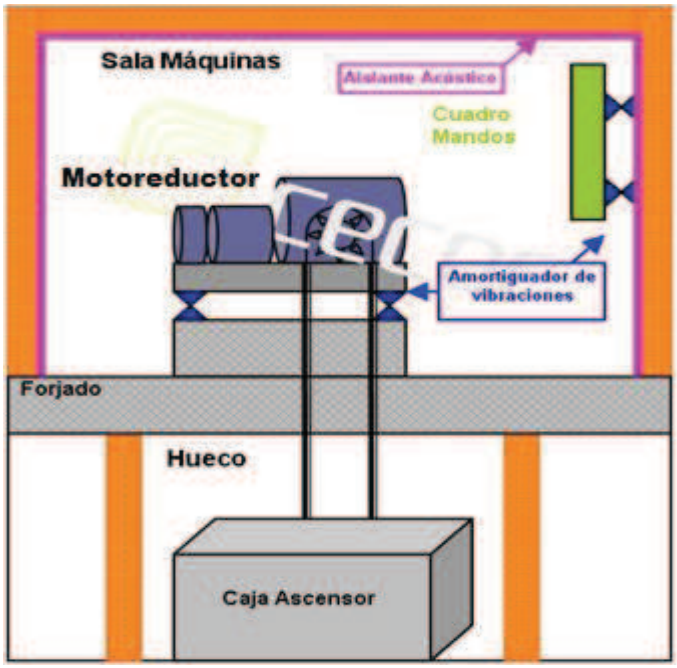


Figura 1. 3. Elevadores Electromecánicos.

Fuente: http://www.cecorsl.com/blog/ruido-ascensor.

A continuación se caracteriza cada uno de los componentes de los elevadores electromecánicos.

1.3.1.1 Motoreductor

Los motores reductores están diseñados en base a sistemas de engranajes con geometrías de acuerdo con su tamaño y la función de cada motor, permitiendo que funcionen a diferentes velocidades para el accionamiento adecuado de una máquina

o aparato de uso industrial, que necesita reducir su velocidad en forma segura y eficiente.

El motoreductor se halla compuesto del motor y del sistema propio de reducción, según su campo de aplicación se clasifican en:

1.3.1.1.1Motoreductor eléctrico

La unidad reductora normalmente se acopla a un motor eléctrico asincrónico tipo jaula de ardilla, refrigerado por ventilador para conectar con una red trifásica de 220/440 voltios y 60 Hz., como se muestra en la Fig. 1.4.

1.3.1.1.2Motoreductor de combustión interna.

Al no contar con una red eléctrica en el punto de trabajo es indispensable poder contar con un motor de combustión interna en base a combustible (gasolina, diésel etc.) que es acoplado al reductor.

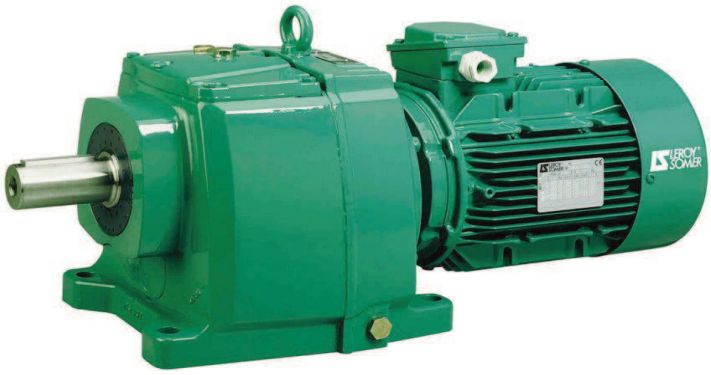


Figura 1. 4 Motoreductor

Fuente:http://www.directindustry.es/prod/motorreductor.html

1.3.1.2 Elementos para la transmisión de fuerza

La transmisión de fuerza y potencia en el sistema se lo realiza mediante cables metálicos dispuestos en un sistema de poleas que permite elevar o bajar la carga.

A continuación se especifican los elementos del sistema de transmisión de fuerza:

1.3.1.2.1 Polea

Es un dispositivo mecánico sometido a tracción que sirve para transmitir fuerza, además se puede formar aparejos tales como los polipastos, para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso.

En la figura 1.5 se representa a la polea.

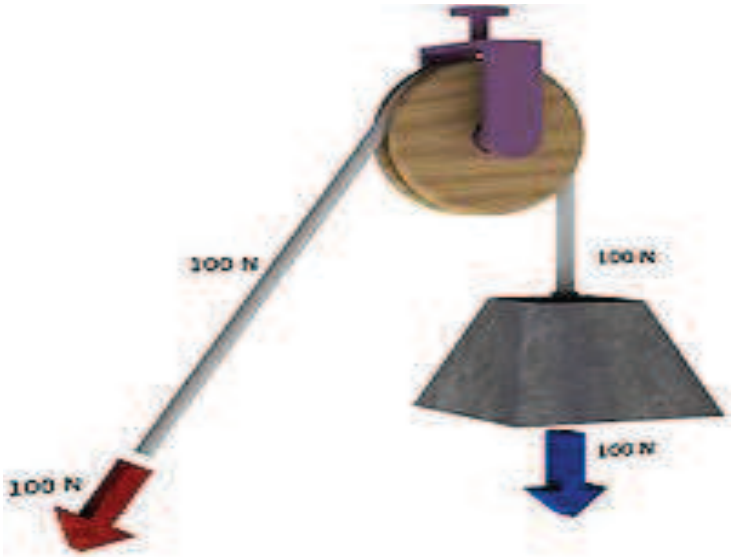


Figura 1. 5 Polea

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Polea

1.3.1.2.2 Polipasto

Configuración más común de poleas compuestas, distribuyéndose en dos grupos, uno fijo y uno móvil, la carga corresponde al grupo móvil.

Esta disposición puede verse en la figura 1.6.

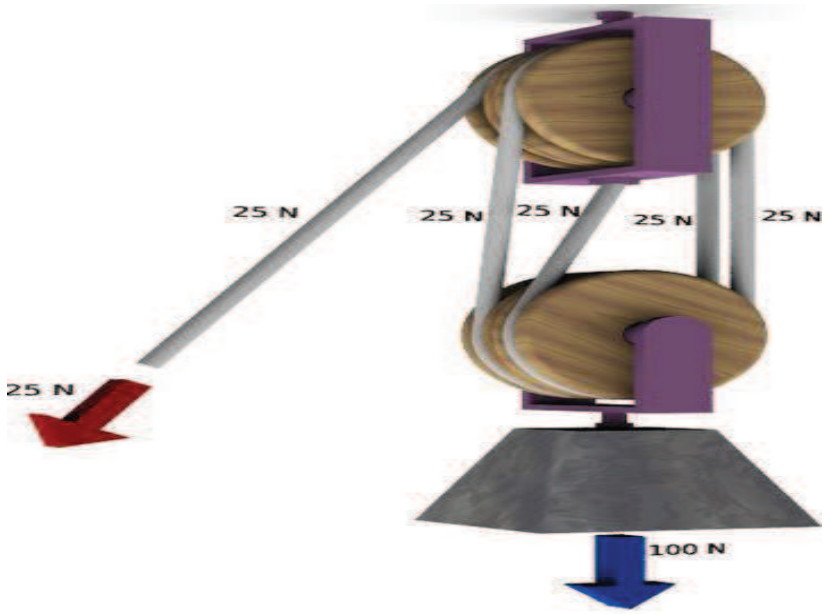


Figura 1. 6 Polipasto

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Polipasto

1.3.1.2.3 Cable metálico.

Es un cable de acero (0.3 a 0.8% C) formado por un conjunto de alambres de acero enrollados de forma helicoidal en una o más capas generalmente alrededor de un alambre central que forman un cuerpo único como elemento de trabajo. En la figura 1.7 se muestra a este tipo de cable.

Los cables fabricados con alambre gruesos resisten bien el desgaste por rozamiento, tienen una gran rigidez y son poco resistentes a la flexión, mientras que los cables compuestos por alambres finos son muy flexibles, pero poco resistentes al rozamiento y a la corrosión.

La polea es el punto de apoyo del cable que moviéndose se arrolla en el carrete que es accionado por el motoreductor motriz.

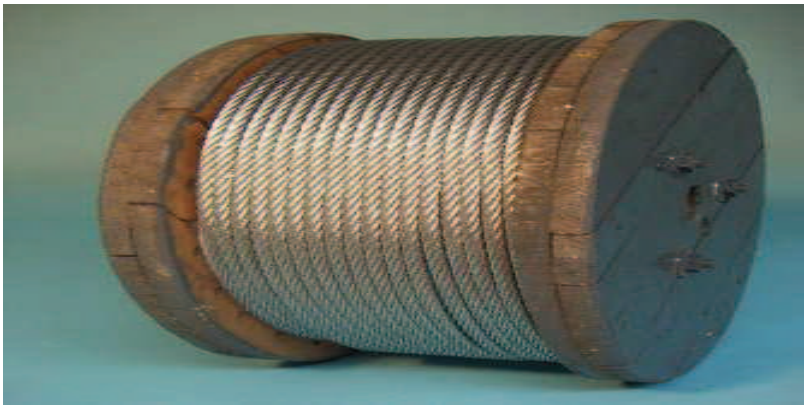


Figura 1. 7 Carrete de cable

Fuente: http://www.cursol.com/tipos-embalaje.php

Los elevadores electromecánicos presentan las siguientes ventajas y desventajas

1.3.1.3 Ventajas:

- Regularidad tanto en potencia como en velocidad.
- Mayor seguridad en la transmisión.
- Bajos costos en mantenimiento.
- Menor espacio requerido.
- Mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

1.3.1.4 Desventajas:

- Costo de adquisición.
- Requiere de un plan de mantenimiento preventivo, predictivo.

1.3.2 ELEVADORES HIDRÁULICOS.

En estos sistemas el accionamiento está dado por un motor eléctrico acoplado a una bomba, que se encarga de impulsar aceite a presión a través de válvulas de

regulación, control y seguridad, desde un depósito a un cilindro, cuyo pistón se encarga de estar acoplado a la cabina para ascender, mientras que en el descenso se deja vaciar el pistón del aceite mediante una válvula regulando el descenso lentamente según sus requerimientos.

En la figura 1.8 se representa un elevador hidráulico.

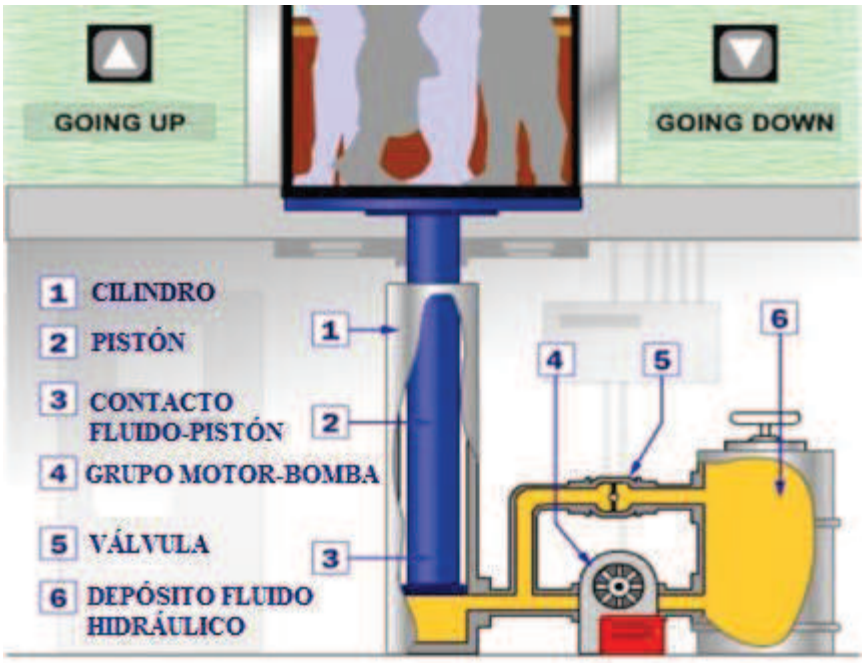


Figura 1. 8 Elevador hidráulico
Fuente: http://www.afinidadelectrica.com.

A continuación se caracteriza cada uno de los componentes de los elevadores hidráulicos.

1.3.2.1 Actuador Hidráulico

Es un dispositivo que convierte la energía de un fluido (aceite) en trabajo útil, generando un movimiento rectilíneo, es decir hacia adelante o hacia atrás. El caudal de ese fluido es el que establece la velocidad del desplazamiento, la presión del líquido determina la fuerza de empuje del émbolo en un cilindro, y esta combinación tanto de la fuerza como el desplazamiento produce trabajo que al ser determinado por un periodo de tiempo se genera en potencia.

1.3.2.2 Cilindro Hidráulico

Es un cuerpo tubular provisto de dos cabezales, con juntas de estanquidad de tipo estático, uno de los cuales tiene un orificio por el que pasa el émbolo, produciendo el movimiento.

Cada cuerpo y su correspondiente vástago están dotados de sistemas de fijación a la estructura de la máquina, y según las características de su funcionamiento se pueden clasificar en dos tipos: de simple efecto y de doble efecto.

1.3.2.2.1 Cilindro de simple efecto:

El cilindro de simple efecto aplica la fuerza solamente en una dirección. El líquido que se dirige al cilindro desplaza al émbolo y la fuerza hacia fuera, levantando la carga puesta sobre el mismo, siendo normalmente, el propio peso de los elementos sobre los que actúa, el que le hace retroceder.

En la figura 1.9 se muestra al cilindro actuador tipo émbolo de simple efecto.

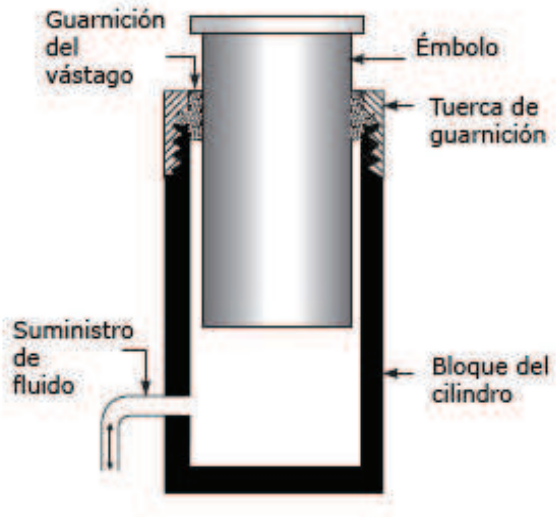


Figura 1. 9 Cilindro actuador tipo émbolo de simple efecto

Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm

1.3.2.2.2 Cilindro de doble efecto:

Un cilindro de doble efecto se ilustra en la figura 1.10. En este cilindro, ambos movimientos del émbolo son producidos por el líquido presurizado, la presión actúa sobre ambas caras del pistón y provoca el desplazamiento en uno u otro sentido.

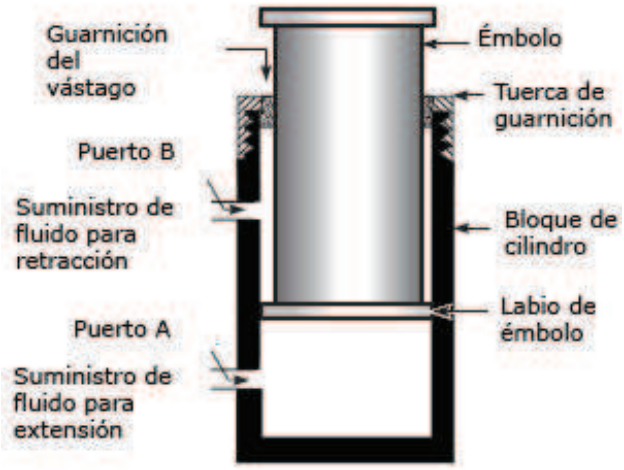


Figura 1. 10 Cilindro actuador tipo émbolo de doble efecto
Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm

El anclaje del actuador puede ser:

- El embolo fijado al mecanismo de accionamiento.
- El cilindro fijado al mecanismo de accionamiento.

Entre las principales ventajas y desventajas que presentan los elevadores hidráulicos se tiene:

1.3.2.3 Ventajas

- Los elementos hidráulicos son reversibles, es decir que se los puede frenar mientras están en marcha.

- Por ser completamente hidráulico no sufre averías de forma periódica.
- Elevada eficiencia de funcionamiento.
- Las fuerzas son reguladas de manera continua.
- Transmite potencias elevadas.

1.3.2.4 Desventajas

- Los elementos hidráulicos funcionan con bajas velocidades.
- Requiere de alta inversión por el elevado costo de sus materiales.

1.3.3 ELEVADORES NEUMÁTICOS

Son sistemas que se fundamentan en la energía limpia del aire la cual se transforma en energía mecánica al ser suministrado a un cilindro neumático a presión generando el desplazamiento del pistón neumático que se encarga de elevar la carga y de la misma manera se puede bajar la carga. En la figura 1.11 se representan los elementos principales de un elevador neumático.

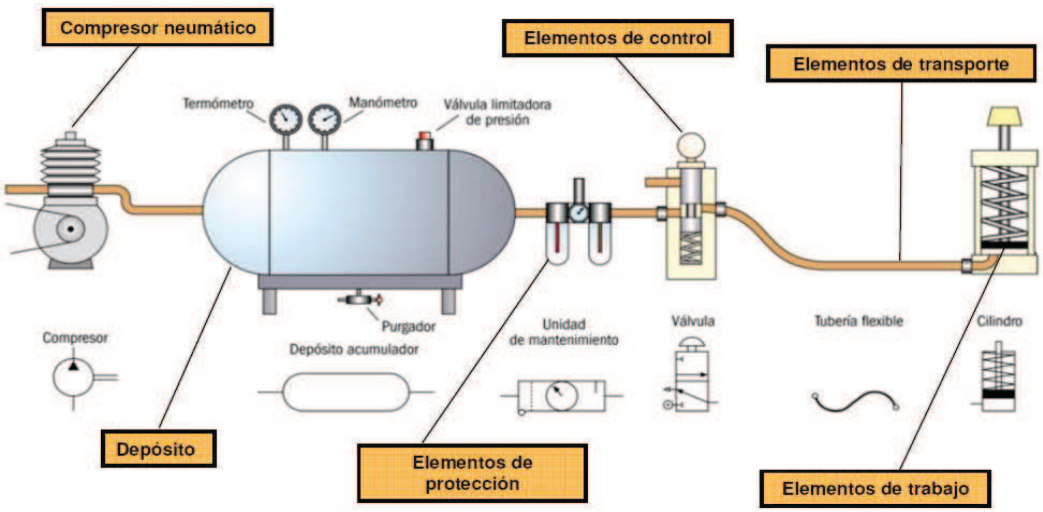


Figura 1. 11 Elevador neumático

Fuente: http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm

Los elevadores neumáticos presentan las siguientes ventajas y desventajas.

1.3.3.1 Ventajas

- El fluido es abundante, ilimitado y gratuito.
- El sistema no requiere de tubería de retorno ya que este puede ser depositado directamente a la atmosfera.
- La velocidad, fuerza y potencia, hace que este tipo de elevador sea muy rápido, regulable y de excelente control.
- Los elementos del sistema mantienen una forma de acople sencilla en comparación con otros sistemas.
- No presenta problemas con la temperatura ya que este mismo fluido se encarga de refrigerar los elementos del sistema.

1.3.3.2 Desventajas

- Se pueden generar ruidos muy molestos al generar el aire comprimido.
- El costo de preparar al aire es elevado, debido a su tratamiento antes y después de su acción, filtrando impurezas y eliminando la humedad.
- La presión de trabajo adquirida no es muy elevada lo que dificulta la elevación de cargas medias o elevadas.

1.4 ELEVADORES DE SISTEMAS COMBINADOS

Estos tipos de elevadores, optimizan su capacidad de carga, combinando sus sistemas estructurales con los sistemas electromecánicos, neumáticos e hidráulicos.

Los más comunes y utilizados son:

- Elevadores de dos columnas
- Elevadores de cuatro columnas

- Elevadores de simple tijera
- Elevadores de doble tijera

1.4.1 ELEVADORES DE DOS COLUMNAS

Están compuestos por una estructura dividida en dos partes. La parte fija se forma de dos columnas, cada una de ellas cumple la función de guía en toda su carrera ascendente o descendente, normalmente en este tipo de elevadores se aprovecha para instalar una serie de extras como bloqueos de seguridad.

La parte móvil es la parte clave del elevador, ya que es la que transporta los brazos elevadores durante todo el recorrido accionados por un sistema electro-hidráulico. En la figura 1.12 se muestra al elevador de dos columnas.

Figura 1. 12 Elevador de dos columnas

Fuente: http://www.segundamano.es/madrid/elevador-de-coches-de-2-columnas

1.4.1.1 Ventajas

- Apto para vehículos de hasta 4000 Kg.

- El sistema dispone de una mayor capacidad de elevación.
- La velocidad, fuerza y potencia regulable y de excelente control.
- Menor consumo eléctrico, gracias a la optimización del diseño.

1.4.1.2 Desventajas

- Una de las desventajas más claras en este tipo de elevador es la falta de rigidez por lo que le hace un sistema inestable.

1.4.2 ELEVADORES DE CUATRO COLUMNAS

Son elevadores electro-hidráulicos, se componen de los mismos mecanismos que el elevador de dos columnas en cuanto a funcionamiento se refiere, su estructura debe ser diseñada de cuatro columnas o apoyos, lo que le confiere mayor estabilidad y mayor capacidad de carga. En la figura 1.13 se muestra al elevador de cuatro columnas.

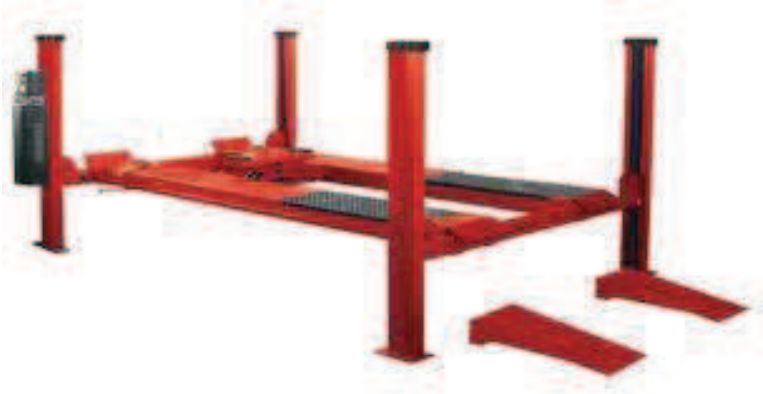


Figura 1. 13 Elevador de cuatro columnas

Fuente: http://www.bdkdesign.com.ar

1.4.2.1 Ventajas

- Capacidad promedio de carga que supera los 4000 Kg.

- El sistema dispone de una mayor capacidad de elevación que el sistema de dos columnas
- Confiere mayor estabilidad, debido a sus cuatro apoyos
- Brinda una mejor seguridad, gracias a la optimización del diseño.

1.4.2.2 Desventajas

- La estructura no se adapta en la mayoría de espacios, debido a las dimensiones que se necesitan para su aplicación
- El mantenimiento de este tipo de elevadores, es muy costoso debido a que se necesita de mayor atención a los elementos que lo constituyen

1.4.3 ELEVADORES DE SIMPLE TIJERA.

Son elevadores que están formados por una estructura metálica capaz de soportar la carga, y un circuito hidráulico o neumático impulsado por un motor eléctrico. El principio de funcionamiento se basa en que la estructura utiliza la geometría y funcionamiento de las tijeras para aumentar la distancia mediante la fuerza que es aplicada por dos cilindros hidráulicos.

El medio de accionamiento de este sistema es a través de los émbolos de los cilindros, los mismos que a medida que avanzan van elevando la estructura ya que al estar unidos a ella cuanto más adelanta mayor ángulo adquieren los cilindros con respecto a la horizontal.

En la figura 1.14 se muestra al elevador de simple tijera.

Figura 1. 14 Elevador de simple tijera

Fuente: http://www.hbtorletti.com.ar/castellano/apiladores-hidraulicos.html

1.4.3.1 Ventajas

- La altura de elevación promedio que proporciona este tipo de elevadores es de 1900 mm, óptimo para diferentes funciones.
- Su diseño es bastante compacto, ocupando poco espacio.
- Bajo costo de operación.
- No genera ruidos.
- Consta de un sistema hidráulico de doble efecto, que nos brinda la fuerza necesaria para elevar la estructura con un considerable grado de seguridad
- La instalación es sencilla mediante pernos de anclaje al suelo.
- Es un elevador de poco mantenimiento que optimiza el tiempo dentro de su utilidad

1.4.3.2 Desventajas

- Falta de rigidez
- Sistema inestable.

1.4.4 ELEVADORES DE DOBLE TIJERA.

El sistema de accionamiento está formado también al igual que el de simple tijera, por un sistema de accionamiento de tipo neumático o hidráulico, con la diferencia de alcanzar una altura mayor.

El sistema de funcionamiento se basa en una estructura metálica que utiliza la geometría de la doble tijera, para aumentar la altura de elevación, mediante otro par de brazos articulados en sus extremos y unidos por un pin central, dos de los cuales irán en la plataforma superior y los otros dos acoplados a dicho armazón.

En la figura 1.15 se muestra al elevador de doble tijera.

Figura 1. 15 Elevador de doble tijera

Fuente: http://www.denios.es/shop/elevador-de-tijera-con-bomba-hidraulica

1.4.4.1 Ventajas

- La altura de elevación de este tipo de elevadores es de aproximadamente 2500 mm, recomendable para diferentes funciones.
- Cada estructura tijera absorbe la mitad de la carga, lo que hace que cada parte sea menos robusta
- Bajo costo de operación.

- No genera movimientos bruscos o indeseados
- Consta de un sistema hidráulico de doble efecto, que brinda la fuerza necesaria para elevar la estructura con un considerable grado de seguridad
- La instalación es sencilla mediante pernos de anclaje al suelo.
- Es un elevador de poco mantenimiento que optimiza el tiempo dentro de su utilidad

1.4.4.2 Desventajas

- Este tipo de sistema a diferencia del de simple tijera necesitan de más elementos para su construcción, lo que involucra mayor inversión
- Cada elemento de la estructura absorbe la totalidad de las cargas y por lo tanto el fallo de uno de ellos puede tener consecuencias de mayor importancia que en el caso anterior

1.5 SISTEMAS DE SEGURIDAD EN LOS ELEVADORES DE CARGA

Los elevadores de carga tienen varios sistemas de seguridad que proporcionan factores de confiabilidad elevados. Entre los más comunes se propone:

- Sistema de seguridad con sistema hidráulico
- Sistema de seguridad manual con trabas

1.5.1 SISTEMA DE SEGURIDAD CON SISTEMA HIDRAÚLICO.

La primera línea de seguridad se encuentra en el pistón hidráulico que logre soportar el peso de la carga más el propio peso de la estructura del elevador, para esto se instalan una serie de dispositivos o válvulas que regulan el paso del fluido con el fin de evitar movimientos bruscos e indeseados así como también si desciende por algún motivo sin ser accionado.

Las válvulas son, después de las bombas y motores, los componentes más importantes de los circuitos hidráulicos. El diseñador puede escoger entre una variedad inmensa de modelos.

Las cuatro funciones distintas que pueden realizar las válvulas sirven para su clasificación:

- Válvulas de control de presión.
- Válvulas de control de caudal.
- Válvulas de control de dirección.
- Válvulas de bloqueo.

1.5.1.1 Válvulas de control de presión

También llamadas válvulas de alivio, limitan la presión del circuito, para protegerlo o para reducir la fuerza o el par ejercido en un cilindro o un motor rotativo. Suelen ser ajustables graduando con el tornillo superior la presión del resorte. Si la presión excede el valor establecido se levanta la bola y la línea se pone por el conducto de alivio en comunicación con el tanque de aceite.

En la figura 1.16 se muestra la válvula de seguridad con su respectiva simbología.

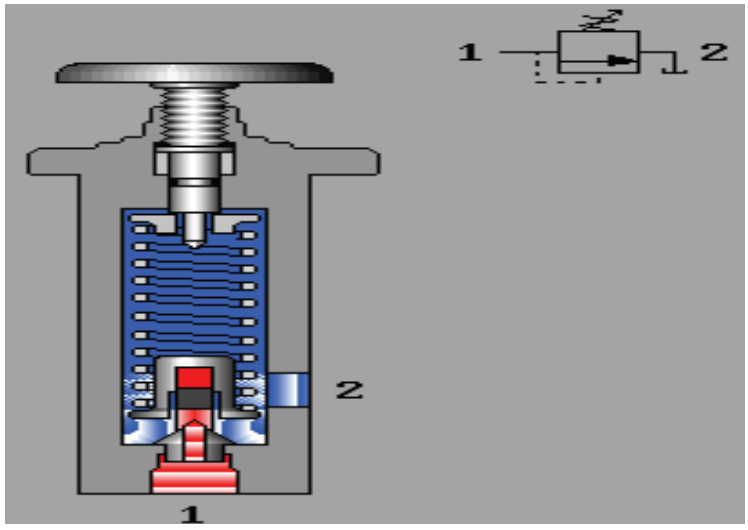


Figura 1. 16 Válvula de seguridad

Fuente: libro_neumática_hidraúlica_electricidad aplicada_by_reny.pdf

1.5.1.2 Válvulas de control de caudal

Estas válvulas controlan el flujo de aceite y se utilizan en los circuitos para controlar la velocidad con que se mueve un cilindro hidráulico.

Para controlar el flujo puede servir una válvula de aguja ordinaria o válvula estranguladora como se muestra en la figura 1.17 con su respectiva simbología.

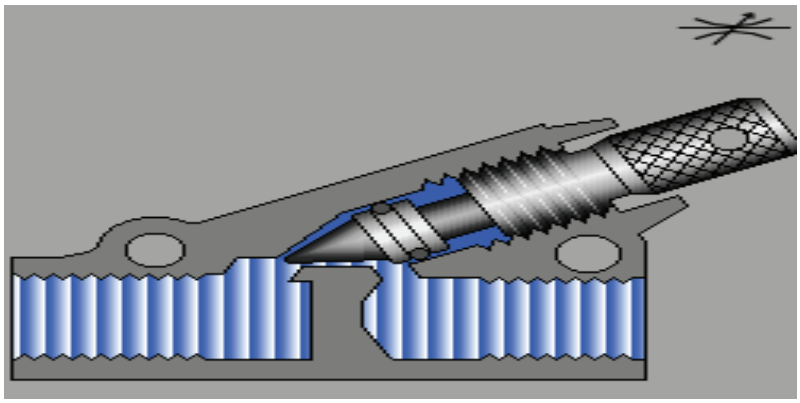


Figura 1. 17 Válvula estranguladora.

Fuente: libro_neumática_hidraúlica_electricidad aplicada_by_reny.pdf

1.5.1.3 Válvulas de control de dirección

También llamadas válvulas de distribución consisten de un cuerpo con pasajes internos que son conectados y desconectadas por partes móviles dando un sentido directo o inverso a la corriente del flujo de aceite, o interrumpiendo la corriente si es requerimiento del sistema.

En la figura 1.18 se muestra la válvula de control de dirección de cuatro pasos y tres posiciones con su respectiva simbología.

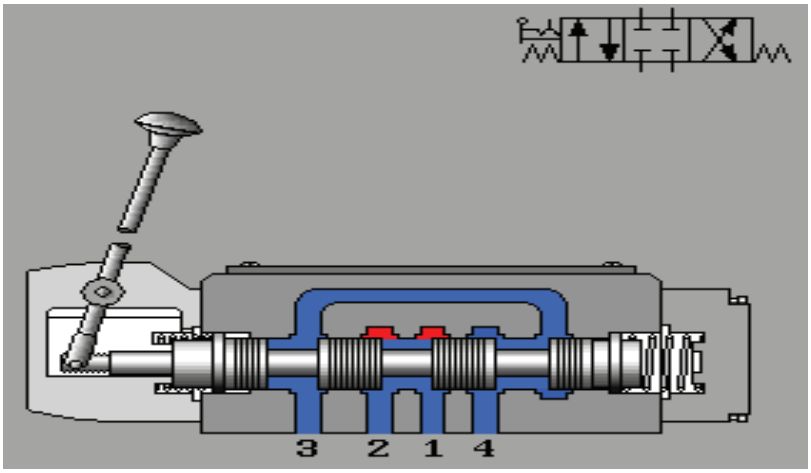


Figura 1. 18 Válvula de cuatro pasos y tres posiciones

Fuente: libro_neumática_hidraúlica_electricidad aplicada_by_reny.pdf

1.5.1.4 Válvulas de control de bloqueo

Llamadas válvulas anti-retorno, o también llamadas de retención como se muestra en la figura 1.19, tienen la misión de impedir que el aceite pueda recorrer en ambos sentidos las vías de circulación.

Se comercializan para su montaje en línea, en ángulo recto, con retorno controlado, y con anti-retorno pilotado.

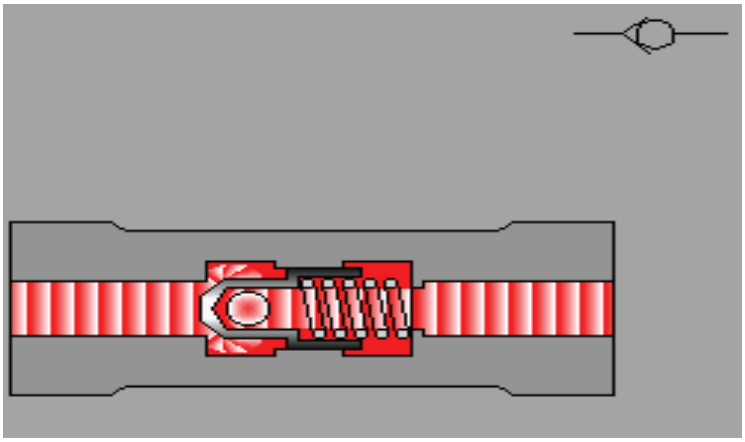


Figura 1. 19 Válvula de retención

Fuente: libro_neumática_hidraúlica_electricidad aplicada_by_reny.pdf

Entre las principales ventajas y desventajas que presentan los sistemas de seguridad hidráulicos se tiene:

1.5.1.5 Ventajas

- Logra soportar el peso total en una emergencia.
- El sistema es ergonómico, ya que no es un problema al momento de realizar algún tipo de mantenimiento.
- Cubre todos los requerimientos en cuanto a la funcionalidad.
- Es un sistema bastante confiable, porque no se activa manualmente en caso de descuido del operario.

1.5.1.6 Desventajas

- El costo de este tipo de elementos es elevado por lo que encarece su fabricación.

1.5.2. SISTEMA DE SEGURIDAD MANUAL CON TRABAS.

El sistema de seguridad consiste en colocar trabas en la estructura como se muestra en la figura 1.20, para que en una emergencia logre soportar el peso de la carga, además del peso de la estructura.

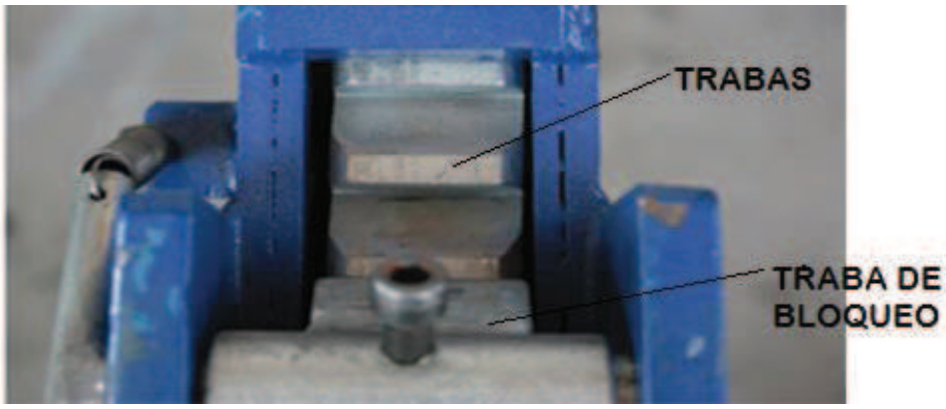


Figura 1. 20 Sistema de seguridad manual con trabas

Fuente: BendPak® MD-6XP* vs. Value Brands

1.5.2.1 Ventajas:

- Logra soportar el paso de la carga y de su estructura en caso de emergencia.
- El costo de fabricación de este sistema no es muy alto.
- Es de fácil manipulación, ya sea al momento de su utilización o de su repliegue.

1.5.2.2 Desventajas

- Al ser de activación manual, corre el riesgo de que el operario olvide su utilización.
- No es muy ergonómico, por lo que debe ser colocado inmediatamente después de que el elevador llegue al punto de elevación deseado.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LA MÁQUINA A REPOTENCIAR

2.1 ANTECEDENTES

El presente proyecto se desarrolla con el propósito de la repotenciación del elevador de carga de 2.0 toneladas a uno de 5.5 toneladas, peso que mantiene un montacargas convencional y es el criterio principal de diseño del elevador, para el proceso de producción de la empresa Grafitext Cía. Ltda.

Es importante tomar en consideración que el sistema actual, no tuvo resultados positivos en la elevación del montacargas.

2.1.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

Grafitext, es una empresa creada hace más de 40 años con experiencia en la industria gráfica. Desarrolla la impresión y empaste de textos, catálogos, cuadernos, agendas, material POP, y afiches.

Ubicada en plena zona industrial de Calacalí (Provincia de Pichincha) a 500m de la Autopista Manuel Córdova Galarza como se muestra en la fotografía 2.1.

Fotografía 2. 1 Ubicación satelital de la Empresa Grafitex Cía. Ltda.
Fuente: google maps

2.2 ESPACIO FÍSICO

El espacio físico es determinado por el personal técnico para el diseño del elevador, cuya función es la de comunicar dos plantas consecutivas mediante el transporte de un montacargas como un objeto de producción.

En la fotografía 2.2 se verifica el desplazamiento del elevador: 1250 mm, plataforma de carga (2270*2330 mm), área suficiente para el ingreso del montacargas.

Fotografía 2. 2 Espacio Físico considerado Empresa Grafitext. Cía. Ltda.

Fuente: Elaboración Propia

2.2.1 DIMENSIONES DE LA FOSA

La función principal de la fosa para la instalación del elevador, es muy importante, ya que es requisito fundamental que exigen la mayoría de las normas en cuanto a su utilidad y beneficios se obtiene.

Las dimensiones de la fosa actual se presentan en la figura 2.1.

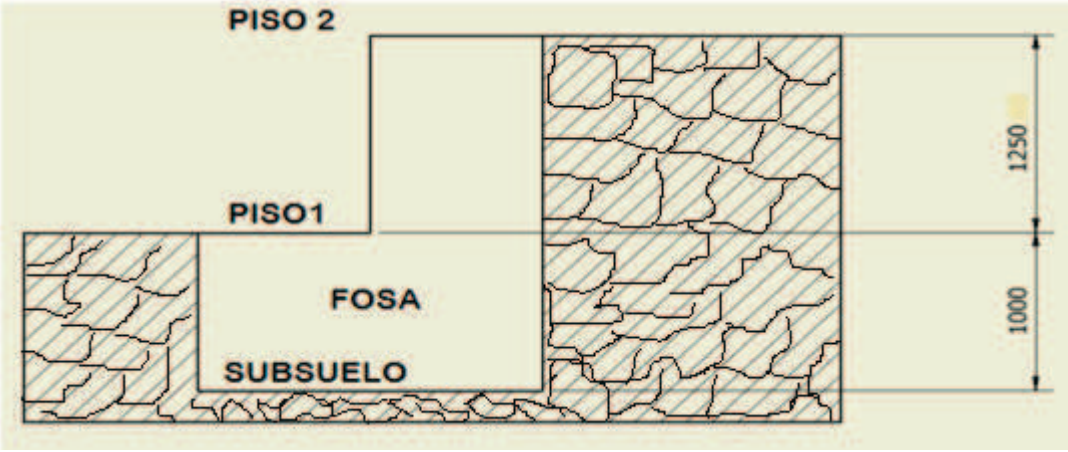


Figura 2. 1 Dimensiones de la fosa actual

Fuente: Elaboración Propia

2.3 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DEL ELEVADOR ORIGINAL

Para la descripción del elevador, se realiza una inspeccion externa e interna de la máquina, basandose en examinar o reconocer atentamente el equipo, visualizando de una manera eficaz y efectiva las partes o sistemas constituyentes, con el proposito de saber si se puede utilizar alguno de ellos para el nuevo rediseño.

En la fotografiá 2.3 se muestra el elevador original.

Fotografía 2. 3 Elevador original de la Empresa Grafitext

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se realiza el analisis de la inspección realizada al elevador electromecánico.

El elevador de carga electromecánico está compuesto por los siguientes sistemas:

- Sistema Estructural
- Sistema Motriz
- Sistema de transmisión de Fuerza
- Sistema de accionamiento

2.3.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural se halla construido en base a perfilería de acero al carbón A36, formado por:

- Plataforma de carga.
- Base de carga.
- Estructura soporte del elevador.

2.3.1.1 Plataforma de carga

El armazón o plataforma es sin duda, uno de los elementos más importantes del elevador, debido a las funciones que debe cumplir en dicha máquina. Este es el elemento donde se sustenta todo el peso de la carga a elevar (montacargas convencional), así como también sus dimensiones deben ser adecuadas para que no existan problemas de espacio.

Su estructura o armazón como se muestra en la figura 2.2., está hecha en base a perfiles tipo C, distribuidos de manera que se pueda rigidizar la plataforma evitando que se deforme por la carga aplicada.

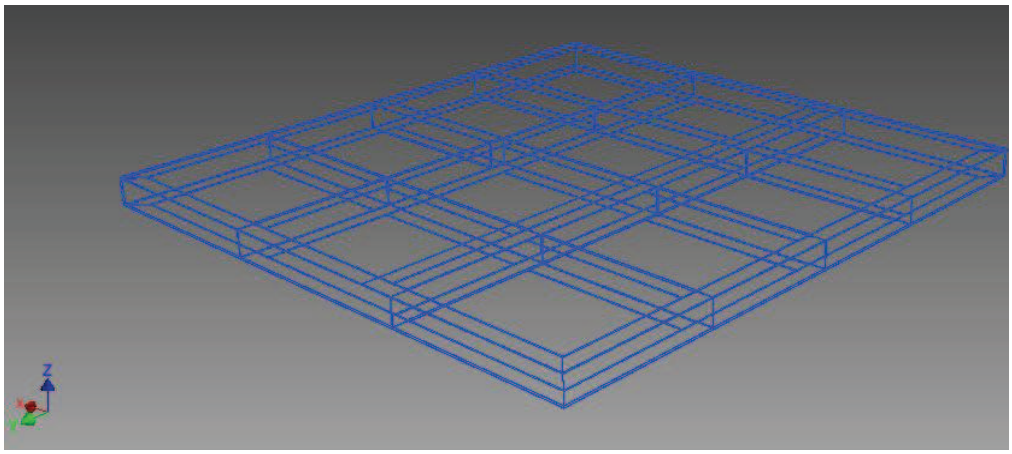


Figura 2. 2 Armazón de la plataforma

Fuente: Elaboración Propia

Para cubrir el armazón y darle un aspecto uniforme se utiliza planchas antideslizantes de aproximadamente 6mm de espesor.

En la figura 2.3 se muestra el tipo de plancha antideslizante para el armazón.

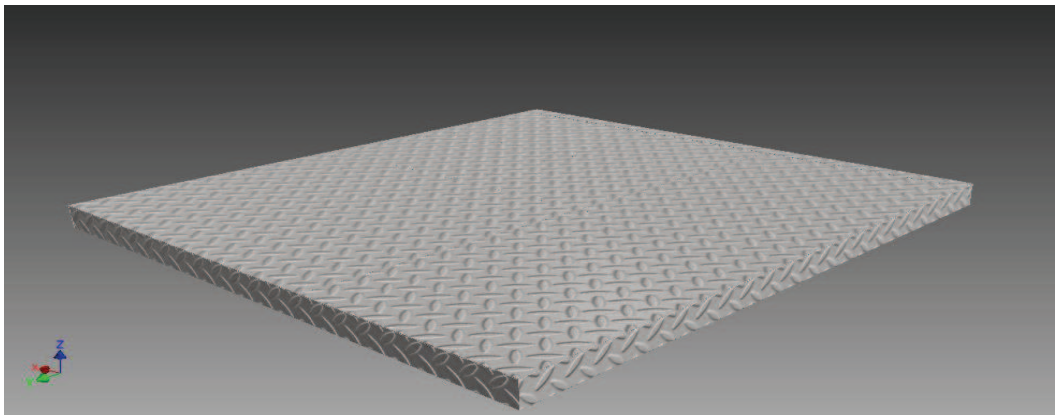


Figura 2. 3 Plataforma

Fuente: Elaboración Propia

2.3.1.2 Base de carga

Tiene la función de sustentar a la plataforma conforme la carga a elevar, acoplando cuatro bocines en su estructura de tal manera que pueda desplazarse en sentido vertical hacia arriba o abajo, mediante el uso de dos poleas, cable tensor como elementos principales para la transmisión de fuerza ensamblados estos en su cara posterior.

Su construcción se basa en tramos de unión conformados por ángulos soldados tipo L 50X4 distribuidos a manera de celosía en su interior, en la parte superior existen cuatro vigas UPN 100 fijadas formando un recuadro donde se sustenta la plataforma, en la parte posterior así mismo se utilizan cinco vigas UPN 100 soldadas para formar las guías con sus respectivos bocines y soporte de las dos poleas como se muestra figura 2.4

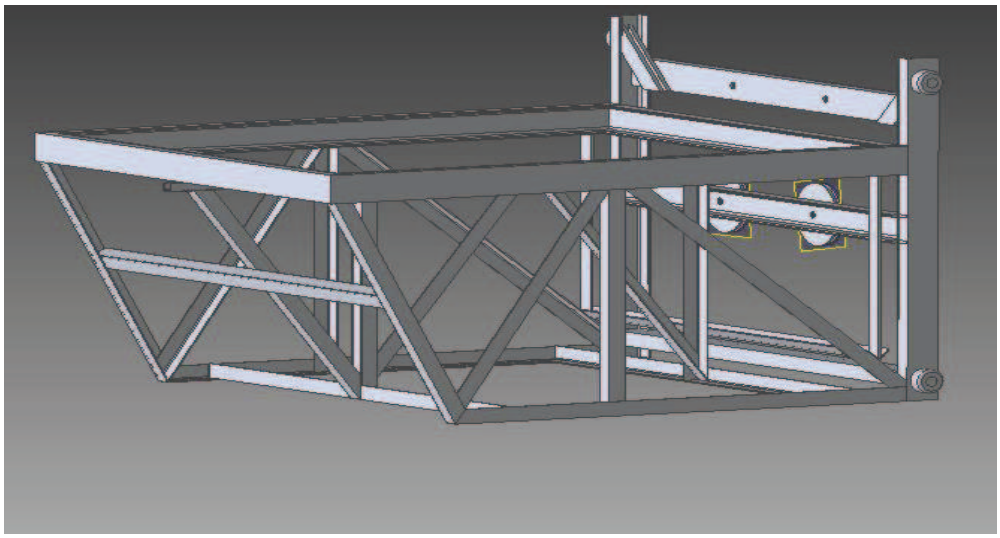


Figura 2. 4 Base de carga

Fuente: Elaboración Propia

En la fotografía 2.4 se verifica el desplazamiento, así como también el alojamiento de la base de carga en la fosa, siendo parámetros de diseño esenciales para tomar en cuenta.

Fotografía 2. 4 Elevador de 2 toneladas.

Fuente: Elaboración Propia.

2.3.1.3 Estructura soporte del elevador.

Se construyen en base a cuatro vigas UPN 100 de soporte e impulsión para la base de carga, localizadas a ambos lados de la plataforma y apoyadas en la base de la fosa.

Va fijada a la pared circundante con anclajes especiales, con el fin de absorber esfuerzos de vuelco, en la parte superior a las dos vigas o columnas principales se encuentra soldada la viga principal, por medio de dos perfiles tipo C donde se aloja las otras dos poleas que van a generar junto al cable de tracción y el motor, la fuerza requerida para elevar el montacargas.

En la figura 2.5 se muestra la estructura soporte anclada a la pared posterior de la fosa.

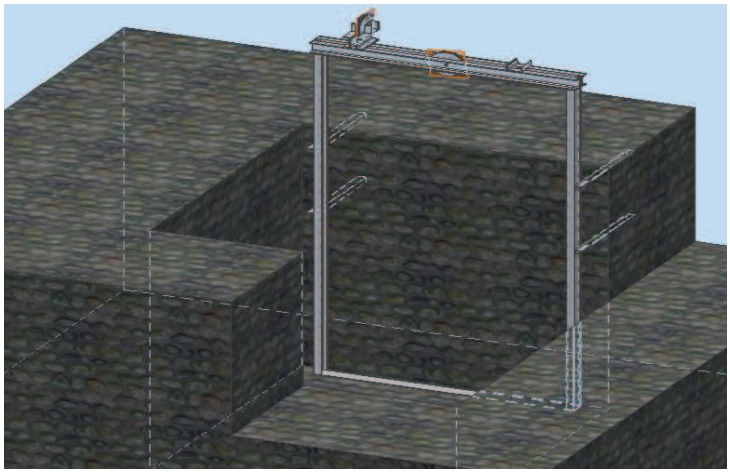


Figura 2. 5 Estructura soporte del elevador.

Fuente: Elaboración Propia.

2.3.2 SISTEMA MOTRIZ

En el conjunto motriz del elevador se encuentran todos aquellos elementos y piezas, que generan la potencia suficiente para el movimiento ascendente o descendente de la estructura. Como elemento principal se considera al motoreductor.

En la fotografía 2.5 se presenta el motorreductor que se utiliza para el elevador electromecánico.

Fotografía 2. 5 . Motoreductor que se utiliza para el elevador de carga actual.

Fuente: Elaboración Propia.

2.3.2.1 Características del Motoreductor

- **Potencia:** 7.5 HP
- **Velocidad:** 3460 RPM de entrada y 20 RPM de salida.
- **Torque:** 15.4 / 30.8 Nm.
- **Relación de transmisión o reducción:** 87.21:1 Relación entre las rpm de entrada y salida.

2.3.3 SISTEMA DE TRANSMISION DE FUERZA

Se transmite la potencia desde el Motoreductor hacia las poleas por medio del cable de tracción, generando el ascenso o descenso del elevador. Se utiliza poleas y cable de tracción como se muestra en la figura 2.6.

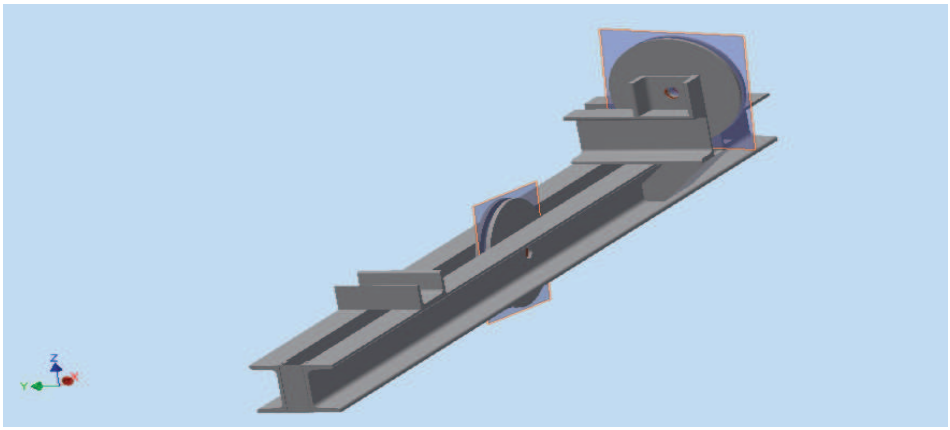


Figura 2. 6 Sistema de poleas ensambladas en la viga principal

Fuente: Elaboración Propia

2.3.4 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

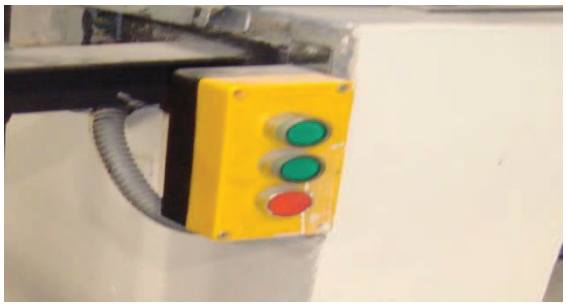
Entre las partes importantes está el cuadro de maniobra para el funcionamiento automático del motoreductor, reconociendo el sentido de giro.

Botonera de mando situada en el muro de cada nivel, para obligar a que las ordenes de marcha se den siempre desde el exterior, contiene tres pulsadores, uno de color verde indicando con una flecha para subir, otro de igual manera con la flecha invertida para bajar, y el de color rojo correspondiente a la parada de emergencia.

En las fotografías 2.6 y 2.7 se muestran tanto el cuadro de maniobra como la botonera de mando.

Fotografía 2. 6 Cuadro de maniobra

Fuente: Elaboración Propia



Fotografía 2. 7 Botonera de mando

Fuente: Elaboración Propia

2.4 FUNCIONAMIENTO

El sistema inicia su funcionamiento con el accionamiento del motoreductor, que está encargado de suministrar la potencia y las revoluciones con giro en sentido horario

o anti horario al carrete, comisionado de enrollar y desenrollar el cable metálico para subir y bajar la carga mediante el sistema de poleas y la estructura conformada por la base de carga y la plataforma.

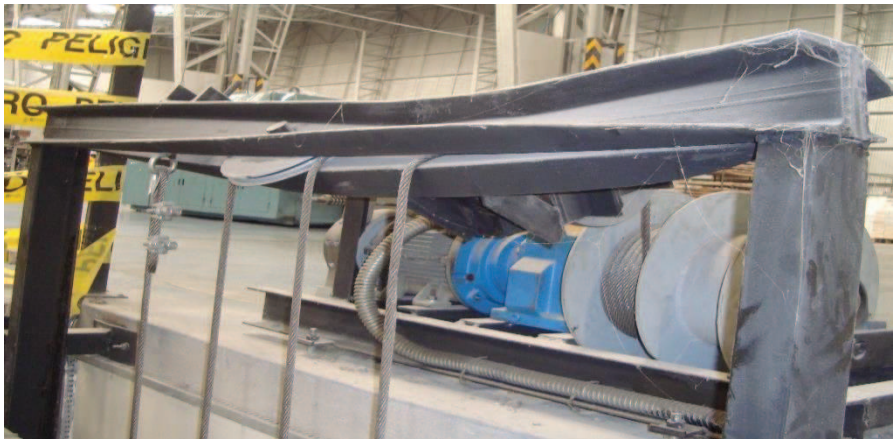
2.5 RESULTADO DEL DISEÑO ACTUAL

El levantamiento del montacargas mediante el sistema diseñado por la empresa Grafitext Cía. Ltda. resulta en una deformación y colapso de la estructura soporte del elevador, donde se verifica que la carga máxima que soporta es de 2 toneladas, por tal razón el objetivo del presente proyecto es el rediseño del mismo para levantar 5,5 toneladas.

En la fotografías 2.8 y 2.9 se muestran el colapso de la estructura.

Fotografía 2. 8 Colapso de estructura soporte.

Fuente: Elaboración Propia.



Fotografía 2. 9 Colapso de estructura soporte

Fuente: Elaboración Propia

De igual manera es importante considerar al montacargas ya que el presente proyecto tiene la finalidad de elevar las 5.5 toneladas del montacargas.

En la figura 2.7 se muestra el montacargas con sus características.

Figura 2. 7 Montacargas

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Grafitext Cía. Ltda., posee un elevador de carga con una capacidad máxima de elevación de 2 Ton., que al ser sobrecargado imprudentemente con el montacarga propio de la empresa y cuyo peso es de 5,5 Ton., se produjo el colapso del mencionado elevador de carga. Este problema debe resolverse con la repotenciación del antiguo elevador de carga, tal que desplace la carga máxima de 5.5 Ton.

3.2 PARÁMETROS PARA LA REPOTENCIACIÓN

Realizado el pertinente estudio de campo, quedan determinados los parámetros para la repotenciación:

- Capacidad máxima de carga a elevarse: 5.5 Ton.
- Altura de desplazamiento: 1250 mm.
- Dimensiones de la fosa existente: 2270 mm. de largo x 2330 mm. de ancho x 400 mm. de profundidad. Nuevo valor disponible.

Teniendo en cuenta los parámetros para la repotenciación, se procede a la selección de la principal alternativa para el rediseño.

3.3 ALTERNATIVA DE DISEÑO PARA LA REPOTENCIACIÓN DEL ELEVADOR

3.3.1 PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS

En base a los conceptos y criterios descritos en el Capítulo I y II del presente proyecto, se considera importante el planteamiento de alternativas para los diferentes sistemas del elevador de carga, que se citan a continuación:

3.3.1.1 Alternativas para el sistema de potencia

Para la selección del sistema de potencia que proporcione la fuerza necesaria para elevar la carga de 5.5 Ton., se consideran las siguientes alternativas:

- Sistema Hidráulico.
- Sistema Neumático.
- Sistema Electromecánico.

3.3.1.2 Alternativas para el sistema estructural

La estructura del elevador debe ofrecer la estabilidad, rigidez, y alcance, para subir o bajar al montacargas por lo que se plantean las siguientes alternativas:

- Sistema de Simple Tijera.
- Sistema de Doble Tijera.
- Sistema de dos columnas.
- Sistema de cuatro columnas.

3.3.1.3 Alternativas para el sistema de seguridad

Para evitar cualquier tipo de incidente y accidente, es recomendable que el elevador de carga cuente con su sistema de seguridad, el mismo que se encarga de proteger tanto los recursos materiales como el humano, permitiendo el trabajo seguro. Esto se puede conseguir mediante la propuesta de estos dos sistemas:

- Sistema hidráulico
- Sistema de trabas (manual)

3.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA CADA SISTEMA

Una vez realizado el despliegue de cada alternativa corresponde hacer una evaluación de las mismas que sirvan de base para la posterior toma de una decisión.

Para evaluar las alternativas se utiliza el método de matrices para tamizar ideas, este procedimiento se basa en crear tablas con criterios respecto a las alternativas,

donde se asigna valores a cada criterio los cuales son utilizados para la evaluación de estos y selección de la mejor alternativa.

3.4.1 MÉTODO DE MATRICES PARA TAMIZAR IDEAS.

Este método busca establecer tablas con los criterios de viabilidad y luego los de atractividad, asignándole a cada uno de ellos un peso específico o una ponderación, siendo la suma de los criterios el total de diez.

En la escala horizontal de calificación tal como se verifica en la figura 3.1 tiene valores del 1 al 10 para todos los criterios establecidos, marcando con una X en el renglón determinado. Posteriormente se multiplica el peso específico por su calificación determinada. Sumándose por último el valor de todos los criterios tanto para los criterios de viabilidad como de atractividad.

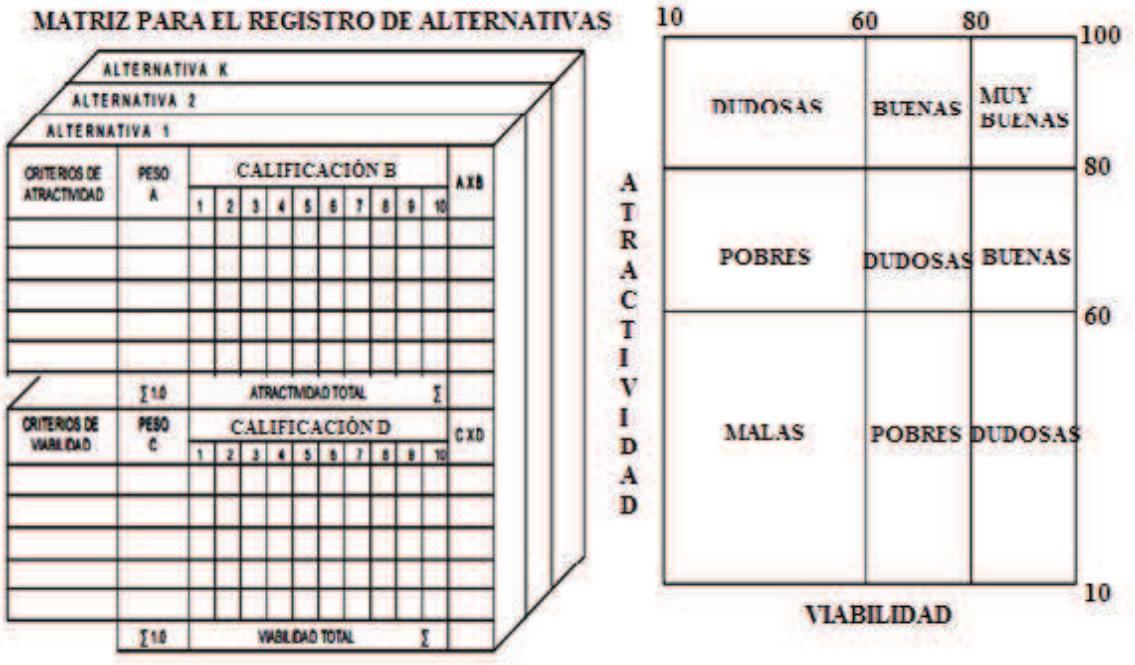


Figura 3. 1 Matrices para tamizar ideas**.**

Fuente:http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc004/2018.pdf

Para terminar con la evaluación, se debe graficar los valores obtenidos en las tablas anteriores en función de coordenadas en el eje de atractividad y viabilidad clasificando las alternativas en:

- Muy Buenas, buenas, dudosas, pobres y malas.

Para la aplicación de este método es importante considerar los requisitos del cliente como los requisitos determinados por una persona con competencia.

Se designa con la letra “V” a los requisitos considerados como viables y con una “A” a los considerados como atractivos.

3.4.1.1 Requisitos del cliente

El cliente (Grafitext Cía Ltda.) se encarga de determinar en base a sus necesidades sus requerimientos para solventar sus necesidades.

Los requerimientos son:

- Diseño y estudio de la construcción del elevador de carga (Tema).
- Elevador para un montacargas de 5,5 toneladas. (Necesidad).
- Tener un sistema de potencia óptimo para el movimiento ascendente o descendente del montacargas. (V)
- Mantener un sistema de seguridad adecuado conforme al elevador a diseñar. (V)
- Fácil mantenimiento. (A)
- De vida útil prolongada. (A)
- Costo económico. (V)
- Soporte grandes esfuerzos. (V)
- Estructura del elevador rígida. (V)
- Elevador ergonómico (A)
- No sufra deformaciones ni corrosiones rápidas ni excesivas. (V)
- De buena apariencia y buen acabado. (A)
- Dimensiones: 2270*2330*1250 (espacio físico para elevador).

3.4.1.2 Especificaciones técnicas

Los requerimientos del cliente es el punto de partida del análisis del ingeniero con competencia en el producto a desarrollar, detectando problemas, necesidades, justificación del proyecto y requerimientos generales, facilitando la determinación de las especificaciones técnicas del producto, desde la perspectiva ingenieril, incluyendo, eliminando, reconsiderando, implementando nuevas soluciones con previa autorización del cliente que cumpla con los reglamentos, normas y leyes aplicables.

Las especificaciones técnicas determinadas al elevador de 5,5 toneladas son:

- Resistencia, estabilidad y rigidez de la estructura de base de carga.
- Material de estructura: Acero A36 (Sy=36 KSI) (V)
- Adecuada resistencia a la corrosión. (V)
- Elevador Fiable, ergonómico. (A)
- Elevador seguro. (V)
- Elevador de buena calidad y bajo costo. (V)
- Sistema de accionamiento moderado. (A)
- De fácil mantenimiento. (A)
- Minimizar vibraciones y ruido. (V)
- Acoplamiento seguro de sistema de accionamiento. (V)
- Alineación de base de carga con plantas de acceso. (V)
- Factor de seguridad (V)
- Evitar sobredimensionamientos (factor de seguridad/Ahorro de costos) (V)
- Elevador de fácil montaje y desmontaje. (A)
- Plataforma de carga de dimensión tal que permita el acceso al montacargas. (Espacio físico)
- Considerar peso propio de la estructura además del montacargas. (Parámetro de diseño).

Considerando los requisitos del cliente e ingenieril se establecen las dos tablas que van a ser ponderadas bajo cada criterio o requisito.

3.4.1.3 Tabla de viabilidad

Para llevar a cabo la evaluación de la mejor alternativa, se consideran varios criterios importantes, para que el proyecto sea viable.

Estos criterios se encuentran establecidos en la tabla 3.1

Tabla 3. 1 Tabla de Viabilidad

Item	Criterios de Viabilidad	Pesos (A)	Calificación (B)										(A*B)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Costo												
2	Disponibilidad												
3	Seguridad												
4	Resistencia												
5	Rigidez												
6	Deformación												
7	Corrosión												
8	Estabilidad												
9	Vibraciones												
10	Ruido												
11	Alineación												
12	Alcance												
Viabilidad Total													

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.1.4 Tabla de atractividad

En la tabla de atractividad es necesario plantear ciertos criterios, los mismos que ayudan a determinar el grado de importancia y la satisfacción respecto al sector que ofrece dichos elevadores.

Estos criterios se encuentran establecidos en la tabla 3.2.

Tabla 3. 2 Tabla de Atractividad

Item	Criterios de Atractividad	Pesos (C)	Calificación (B)										(C*B)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Eficacia												
2	Ergonomía												
3	Fácil Mantenimiento												
4	Vida útil Prolongada												
5	Buen acabado												
6	Buena Presentación												
7	Simple												
8	De fácil utilización												
Atractividad Total													

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez ya definidas las tablas se procede a realizar la selección de la mejor alternativa para cada sistema.

3.4.2 ALTERNATIVA PARA EL SISTEMA DE POTENCIA

Se realiza la evaluación de los pesos específicos de las distintas alternativas para cada criterio, como se muestra en las tablas 3.3 y 3.4.

Abreviatura:

- Sistema Hidráulico: H.
- Sistema Neumático: N.
- Sistema Electromecánico: M.

Tabla 3. 3 Tabla de viabilidad: Sistema de Potencia del elevador

Item	Criterios de Viabilidad	Pesos (A)	Calificación (B)										(A*B)		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SEM	SN	SH
1	Costo	1				M	N		H				4	5	7
2	Disponibilidad	0,6						M		H,N			3,6	4,8	4,8
3	Seguridad	1						N		M	H		8	6	8
4	Resistencia	1,1							N	M	H		8,8	7,7	9,9
5	Rigidez	1,1								M, H, N			8,8	8,8	8,8
6	Deformación	1,0									M, H, N		9	9	9
7	Corrosión	0,7							H	N	M		6,3	5,6	4,9
8	Desgaste	0,7						N	M	H			4,9	4,2	5,6
9	Estabilidad	1,1								SN	H,M		9,9	8,8	9,9
10	Vibraciones	0,5								M	H,N		4	4,5	4,5
11	Ruido	0,5							N	M	H		4	3,5	4,5
12	Alineación	0,4							M	N,H			2,8	3,2	3,2
13	Alcance	0,3									M,H, N		2,7	2,7	2,7
Total		10	Viabilidad Total										76,8	73,8	82,8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. 4 Tabla de Atractividad: Sistema de Potencia del elevador

Item	Criterios de Atractividad	Pesos (C)	Calificación (B)										(C*B)		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SEM	SN	SH
1	Eficacia	1,5							H	M	N		12	13,5	10,5
2	Ergonomía	1									H,N,M		9	9	9
3	Fácil Mantenimiento	1,4							N	H	M		12,6	9,8	11,2
4	Vida útil Prolongada	1,4							M	N	H		9,8	11,2	12,6
5	Buen acabado	1									H,N,M		9	9	9
6	Buena Presentación	1,1								H,N	M		9,9	8,8	8,8
7	Simple	1,3								M		H,N	10,4	13	13
8	De fácil utilización	1,3								M	H,N		10,4	11,7	11,7
Total		10	Atractividad Total										83,1	86	85,8

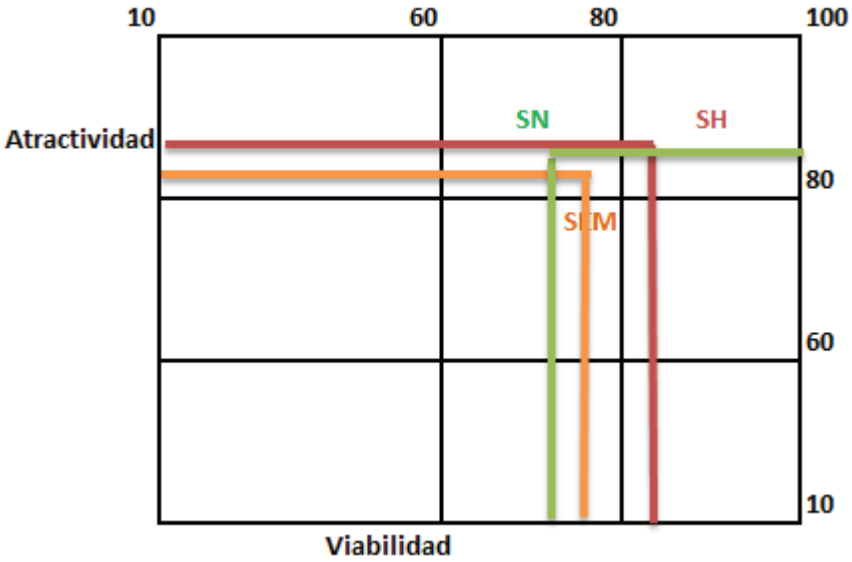
Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos en la tabla 3.5 y verificados en la gráfica 3.1, la alternativa del sistema de potencia de elevación hidráulico, es la que mejor se ajusta a los criterios de selección.

Tabla 3. 5 Resultados de Matrices de sistema de Potencia

ALTERNATIVA	VIABILIDAD	ATRACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
Sistema Hidráulico	82,8	85,8	A. Muy Buena
Sistema Neumático	73,8	86	A. Buena
Sistema Electromecánico	76,8	83,1	A. Buena

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 3. 1 Zonas de alternativas del sistema de Potencia.

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3 ALTERNATIVA PARA EL SISTEMA ESTRUCTURAL

Se realiza la evaluación de los pesos específicos de las distintas alternativas para cada criterio, como se muestra en las tablas 3.6 y 3.7.

Abreviatura:

- Sistema de Simple Tijera: ST
- Sistema de Doble Tijera: DT
- Sistema de dos columnas: 2C
- Sistema de cuatro columnas: 4C

Tabla 3. 6. Tabla de viabilidad: Sistema estructural del elevador.

Item	Criterios de Viabilidad	Pesos (A)	Calificación (B)										(A*B)			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4C	2C	DT	ST
1	Costo	1						4C	DT	2C	ST		6	8	7	9
2	Disponibilidad	0,6								4C	DT,2C	ST	4,8	5,4	5,4	6
3	Seguridad	1								DT	2C	4C, ST	10	9	8	10
4	Resistencia	1,1								2C,DT	ST	4C	11	8,8	8,8	9,9
5	Rigidez	1,1							DT	2C	ST	4C	11	8,8	7,7	9,9
6	Deformación	1,0								2C,DT	ST	4C	10	8	8	9
7	Corrosión	0,7									2C,ST, 4C,2T		6,3	6,3	6,3	6,3
8	Desgaste	0,7							4C	DT	ST,2C		4,9	6,3	5,6	6,3
9	Estabilidad	1,1								DT	ST,2C	4C	11	9,9	8,8	9,9
10	Vibraciones	0,5							4C	DT	2C,ST		3,5	4,5	4	4,5
11	Ruido	0,5							4C	DT	2C,ST		3,5	4,5	4	4,5
12	Alineación	0,4							DT	4C	2C	ST	3,2	3,6	2,8	4
13	Alcance	0,3								2C,ST	4C	DT	2,7	2,4	3	2,4
Total		10	Viabilidad Total										87,9	85,5	79,4	91,7

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. 7. Tabla de Atractividad: Sistema estructural del elevador

Item	Criterios de Atractividad	Pesos (C)	Calificación (B)										(C*B)			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4C	2C	DT	ST
1	Eficacia	1,5						4C	DT	2C	ST		9	12	10,5	13,5
2	Ergonomía	1							4C	DT	ST,2C		7	9	8	9
3	Fácil Mantenimiento	1,4								4C,DT	ST,2C		11,2	12,6	11,2	12,6
4	Vida útil Prolongada	1,4								DT,2C	ST,4C		12,6	11,2	11,2	12,6
5	Buen acabado	1									ST,4C,2C ,DT		9	9	9	9
6	Buena Presentación	1,1									ST,4C,2C ,DT		9,9	9,9	9,9	9,9
7	Simple	1,3							4C	DT	2C	ST	9,1	11,7	10,4	13
8	De fácil utilización	1,3									4C,DT	ST, 2C	11,7	13	11,7	13
		10	**AtractividadTotal**										79,5	88,4	81,9	92,6

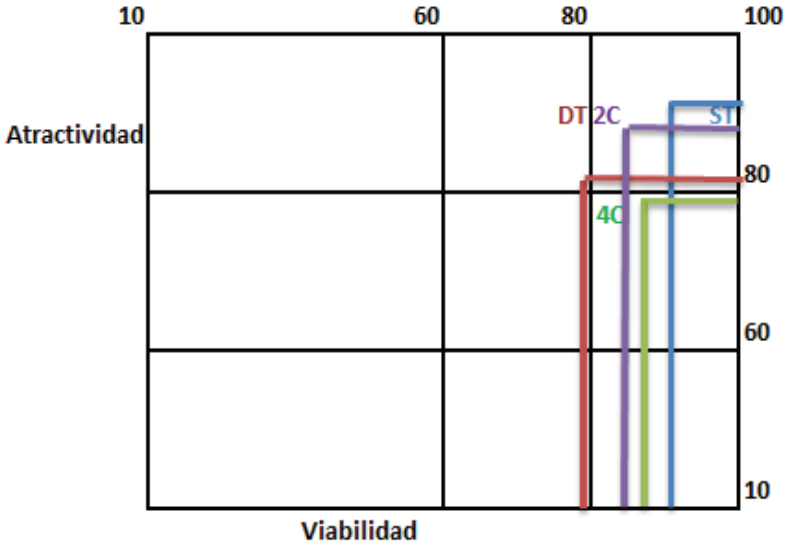
Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos en la tabla 3.8 y verificados en la gráfica 3.2, se observa que la alternativa de simple tijera es la que mejor se ajusta a los criterios de selección.

Tabla 3. 8. Resultados de Matrices del sistema estructural

ALTERNATIVA	VIABILIDAD	ATRACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
Sistema de simple tijera	91,7	92,6	A. Muy Buena
Sistema de doble tijera	79,4	81,9	A. Buena
Sistema de cuatro columnas	87,9	79,5	A. Buena
Sistema de dos columnas	85,5	88,4	A. Muy buena

Fuente: Elaboración Propia



Gráfica 3. 2 Grafica de Zonas de alternativas del sistema estructural.

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4 ALTERNATIVA PARA EL SISTEMA DE SEGURIDAD

Se realiza la evaluación de los pesos específicos de las distintas alternativas para cada criterio, como se muestra en las tablas 3.9 y 3.10.

Abreviatura:

- Sistema hidráulico: SHI
- Sistema de trabas (manual): ST

Tabla 3. 9. Tabla de viabilidad: Sistema de seguridad del elevador

Item	Criterios de Viabilidad	Pesos (A)	Calificación (B)										(A*B)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SHI	ST
1	Costo	1							ST		SHI		9	7
2	Disponibilidad	0,6								ST	SHI		5,4	4,8
3	Seguridad	1								ST	SHI		9	8
4	Resistencia	1,1								ST	SHI		9,9	8,8
5	Rigidez	1,1								ST	SHI		9,9	8,8
6	Deformación	1,0								ST	SHI		9	8
7	Corrosión	0,7								SHI	ST		5,6	6,3
8	Desgaste	0,7								ST	SHI		6,3	5,6
9	Estabilidad	1,1								ST	SHI		9,9	8,8
10	Vibraciones	0,5								ST	SHI		4,5	4
11	Ruido	0,5								ST	SHI		4,5	4
12	Alineación	0,4							ST		SHI		3,6	2,8
13	Alcance	0,3							SHI,ST				2,1	2,1
Total		10	Viabilidad Total										88,7	79

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3. 10. Tabla de Atractividad: Sistema de seguridad del elevador

Item	Criterios de Atractividad	Pesos (C)	Calificación (B)										(C*B)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SHI	ST
1	Eficacia	1,5								ST	SHI		13,5	12
2	Ergonomía	1								ST	SHI		9	8
3	Fácil Mantenimiento	1,4								ST	SHI		12,6	11,2
4	Vida útil Prolongada	1,4								ST	SHI		12,6	11,2
5	Buen acabado	1								ST	SHI		9	8
6	Buena Presentación	1,1									SHI,ST		9,9	9,9
7	Simple	1,3								ST	SHI		11,7	10,4
8	De fácil utilización	1,3									SHI,ST		11,7	11,7
		10	Atractividad Total										90	82,4

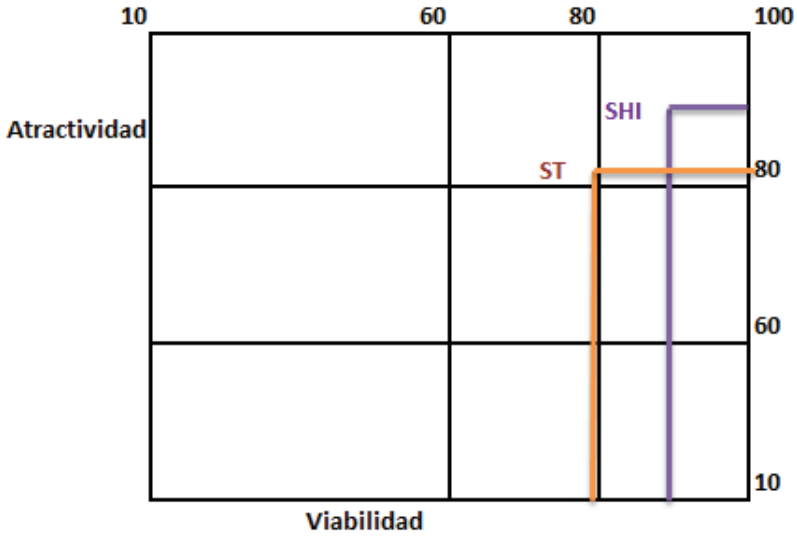
Fuente: Elaboración Propia

Según los resultados obtenidos en la tabla 3.11 y verificados en la gráfica 3.3, se observa que la alternativa de seguridad hidráulica del elevador, es la que mejor se ajusta a los criterios de selección.

Tabla 3. 11. Resultados de Matrices del Sistema de seguridad del elevador

ALTERNATIVA	VIABILIDAD	ATRACTIVIDAD	OBSERVACIÓN
Sistema Hidráulico	88,7	90	A. Muy Buena
Sistema de trabas	79	82,4	A. Buena

Fuente: Elaboración Propia



Grafica 3.3 Grafica de Zonas de alternativas del sistema de seguridad

Fuente: Elaboración Propia

3.4.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

En la tabla 3.12 se resume el análisis realizado a las alternativas de cada sistema del elevador por medio del método de matrices para tamizar ideas.

Tabla 3. 12. Alternativas seleccionadas para el diseño

TIPOS DE SISTEMAS DEL ELEVADOR DE CARGA	ALTERNATIVA SELECCIONADA
Sistema de Potencia	Hidráulico
Sistema Estructural	De simple tijera
Sistema de Seguridad	Hidráulico

Fuente: Elaboración Propia.

El elevador hidráulico de simple tijera como se muestra en la figura 3.2, es la que mejor se ajusta a los criterios de selección.

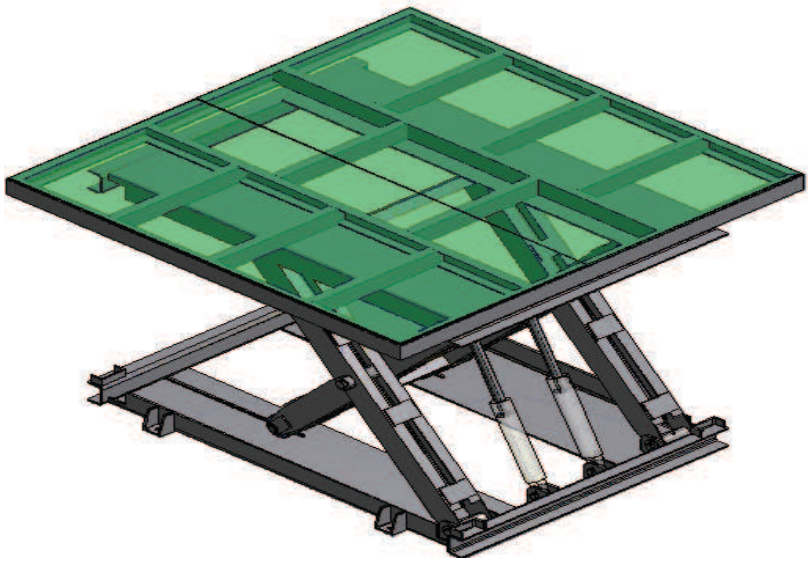


Figura 3. 2 Elevador hidráulico de simple tijera

Fuente: Elaboración Propia

Para verificar que el elevador satisfaga los requerimientos planteados, es necesario elaborar un protocolo de pruebas.

3.5 PROTOCOLO DE PRUEBAS

El protocolo de pruebas tiene como objetivo demostrar el correcto funcionamiento del elevador de carga, de acuerdo con las especificaciones planteadas.

Para verificar el correcto funcionamiento de la máquina se realiza determinadas pruebas, que aseguran el funcionamiento de cada uno de los elementos así como de conjunto, estos ensayos se realizan luego de construir y montar el prototipo.

Las pruebas deben verificar aspectos como:

- Control de Dimensiones generales y peso
- Montaje de la máquina
- Alineación y paralelismo
- Prueba de funcionamiento en vacío
- Prueba de funcionamiento con carga

Antes de empezar con los protocolos de pruebas del elevador, se comprueba el correcto funcionamiento del sistema hidráulico, por lo que a continuación se detallan algunas recomendaciones:

- Comprobar las características técnicas de los elementos hidráulicos, de acuerdo con las necesidades que tiene el elevador
- Revisar que no existan fugas de fluido hidráulico en las adecuaciones realizadas (líneas de presión, válvulas, acoples)

Una vez realizada la revisión previa de los implementos hidráulicos, se procede a comprobar las especificaciones técnicas de la máquina.

3.5.1 VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES Y PESO

Es importante verificar que las dimensiones de la máquina satisfagan los requerimientos del cliente y las especificaciones técnicas, por eso se debe asegurar que tanto el área que ocupa el elevador como su altura no sobrepasen los límites máximos prestablecidos; y además comprobar su peso aproximado.

3.5.2 VERIFICACIÓN DEL MONTAJE DEL ELEVADOR

Es uno de los factores más importantes, en el que se debe asegurar la correcta ubicación de los elementos que componen la máquina repotenciada. Además se debe verificar que no haya fallas de ensamble en los sistemas de potencia, estructural, de seguridad, y que los elementos móviles tengan la adecuada lubricación.

3.5.3 VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN Y PARALELISMO

Es importante comprobar la alineación y paralelismo de los cilindros, guías y soportes, asegurando así la transmisión de potencia necesaria para elevar la carga de 5.5 Ton. Además, los brazos, y los bastidores superior e inferior deben ser paralelos para asegurar la estabilidad de la máquina con el piso.

3.5.4 FUNCIONAMIENTO EN VACÍO

Una vez que se han superado los pasos anteriores satisfactoriamente, se procede a hacer las pruebas en vacío, es decir la puesta en marcha de la máquina pero sin carga, esto es muy importante para verificar el correcto funcionamiento del sistema de potencia, la velocidad de elevación, el trabajo normal de cada parte, y que exista el adecuado ajuste de pernos asegurando su estabilidad para que no haya ruidos extraños.

3.5.5 FUNCIONAMIENTO CON CARGA

Posteriormente se deben realizar las pruebas con carga, para ello se debe ubicar al montacargas en el elevador, accionar el sistema de potencia de tal manera que eleve

la carga de 5.5 Ton. (montacargas), y mediante inspección visual verificar que no existan fugas del fluido hidráulico. Revisar cualquier falla en los elementos de sujeción y apoyo (como por ejemplo pernos), comprobar la estabilidad de la máquina. Es importante percatarse si las vibraciones pueden afectar el funcionamiento normal del equipo o si esto es despreciable.

El formato para el protocolo de pruebas debe poseer un membrete en el cual se señale toda la información necesaria para identificar la prueba de campo realizada y además se deben registrar firmas de responsabilidad. El protocolo de pruebas se presenta en el Anexo A.

CAPÍTULO IV

REDISEÑO DEL ELEVADOR DE CARGA

4.1 INTRODUCCIÓN

Una vez que en Capítulo anterior se determinan los parámetros para el rediseño del elevador de carga, se procede a diseñar el nuevo prototipo, tomando en cuenta la nueva carga de 5.5 Ton. Para el efecto, al nuevo elevador se lo divide en tres sistemas componentes:

- Sistema estructural de simple tijera
- Sistema de potencia hidráulico
- Sistema de seguridad hidráulico

A continuación se presenta la metodología para el diseño y selección de los elementos para cada sistema.

4.2 DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE SIMPLE TIJERA

La metodología a emplear para el diseño estructural del prototipo de elevador hidráulico de simple tijera de acuerdo a la alternativa seleccionada en el Capítulo anterior es la siguiente:

- Analizar la plataforma de maniobra existente, con el objetivo de saber si se puede utilizar para el nuevo prototipo
- Realizar la distribución de cargas en el nuevo elevador tomando en cuenta las consideraciones que especifican las normas.
- Determinar las restricciones de la estructura.
- Efectuar los diagramas de cuerpo libre de la estructura.
- Calcular las fuerzas actuantes en cada uno de los componentes.

- Diseñar con la utilización del paquete informático SAP 2000 los diferentes elementos constructivos, con las propiedades mecánicas de perfilería que se obtiene fácilmente en el mercado local.
- Diseñar las soldaduras.
- Generar por análisis de elementos finitos la verificación de los esfuerzos actuantes en el diseño resultante.
- Simular el prototipo diseñado con el programa Autodesk Simulation.

4.2.1 ANÁLISIS DE LA PLATAFORMA EXISTENTE REFORZADA

En el modelo de la figura 4.1 se muestra la carga aplicada sobre la plataforma de 5500Kg. (Peso del montacargas), que se divide de manera uniforme en las secciones circulares que simulan las ruedas del montacargas.

Las restricciones se localizan en la parte inferior y en los extremos de la plataforma.

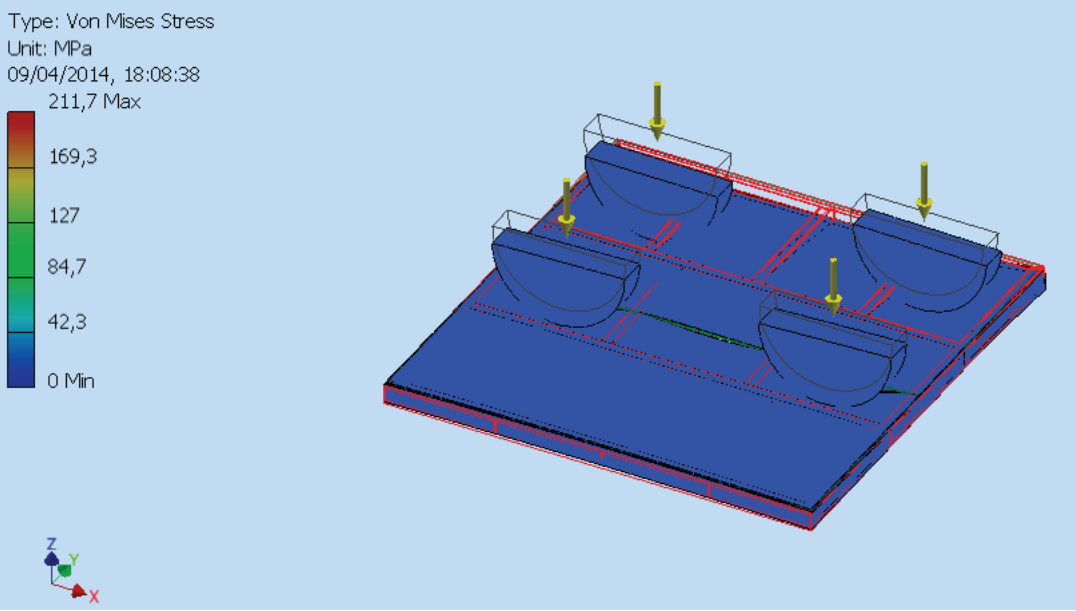


Figura 4. 1 Aplicación de carga sobre la plataforma y resultados de esfuerzos.

Fuente: Elaboración Propia

Se verifica el esfuerzo máximo que soporta la plataforma de 211.7 MPa. menor que el esfuerzo de fluencia de 250 MPa, permitiendo la utilización de la misma para el nuevo prototipo

4.2.2 CONSIDERACIONES DE CARGAS UTILIZADAS

Las condiciones de carga que se utilizan están de acuerdo a lo indicado en la Norma ASCE 7-02 (American Society of Civil Engineers), sección 2.

Combinación de Carga Comb2 = 1.2D + 1.3L

Donde:

- D: Carga muerta (peso propio de la plataforma).
- L: Carga Viva (montacargas 5500 kg).

A la carga viva se le hace un incremento de 30 % por carga de impacto, que se aplica sobre el perfil del bastidor superior.

Entonces:

$$L = 5500 + 0.3(5500)kg = 7150\ Kg$$

El Peso correspondiente de la plataforma actual donde se asentara el montacargas se calcula de acuerdo a:

- El peso de cada uno de los elementos que constituyen la plataforma, conforme al catálogo completo Dipac[1]
- Se incrementa el peso total en un 20%

Ejemplo de cálculo de acuerdo a las tablas:

$$\partial acero\ A36 = 7850\ Kg/m^3$$

Superficie de plancha antideslizante:

$$A = 2330mm\ x2770\ mm = 5.2891\ m^2$$

[1] Catalogo_completo_Dipac_PDF

Sea el espesor de la plancha de acero A36: 6 mm.

Volumen de la plancha de acero:

$$V = 5.2891m^2\ x\ 0.006m = 0.037\ m^3$$

Peso correspondiente de la plancha:

$$D = \frac{7850Kg}{m^3} * 0.037\ m^3 = 326.32\ Kg.$$

En laTabla 4.1 se muestra el peso de cada elemento que constituyen a la plataforma

Tabla 4. 1 Elementos que constituyen a la plataforma

LONGUITUD	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	MATERIAL	PESO
4620.000 mm	UPN 100 x 2310 mm	Perfil Laminado	ASTM A-36	72.099 kg
4500.000 mm	UPN 100 x 2250 mm	Perfil Laminado	ASTM A-36	50.465 kg
4476.000 mm	UPN 100 x 2238 mm	Perfil Laminado	ASTM A-36	90.056 kg
1440.000 mm	UPN 100 x 720 mm	Perfil Laminado	ASTM A-36	30.614 kg
4734.000 mm	UPN 100 x 783 mm	Perfil Laminado	ASTM A-36	120.670 kg
2230 x 2270 mm	piso A	Plancha antideslizante t: 6mm	ASTM A-36	326.32 kg
PESO TOTAL				**690.324 Kg.**

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla anterior el peso total de la plataforma incrementada en un 20% es :

$$D = 690.32 + 0.2(690.32)kg = 829.48Kg.\ \approx\ 830\ Kg.$$

Combinación de Carga: $L + D = 7150 + 830 = 7980\ Kg$

Esta combinación de carga se divide de manera uniforme sobre cada rueda del montacargas, por lo que se procede hacer el reparto de cargas.

4.2.3 REPARTO DE CARGA EN EL MONTACARGAS

El reparto de carga sobre los ejes del montacargas, según la posición del mástil y de la pesa, suele estar comprendido entre los siguientes valores:

- Mástil y tracción delantera: es 54% en el eje delantero y el 46 % en el trasero (pesa). [2]

Para facilitar los cálculos se toma en consideración la distribución de la carga de tal manera de obtener el 50% en el eje delantero y 50% en el eje trasero como se muestra en la figura 4.2

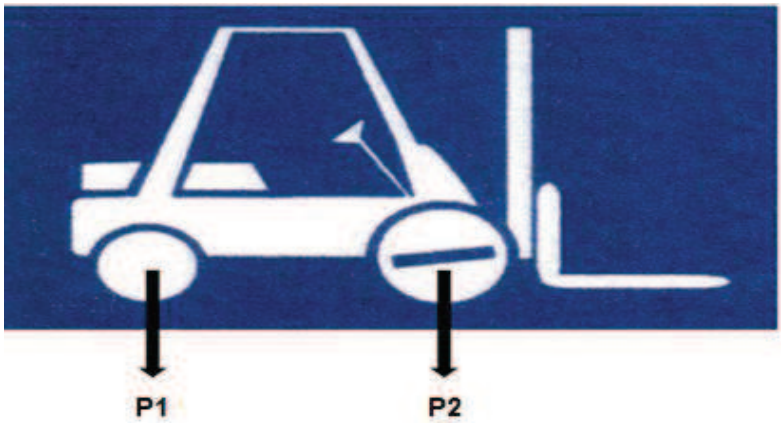


Figura 4. 2 Distribución de carga en un montacargas
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 4.3 se representa la distribución de carga.

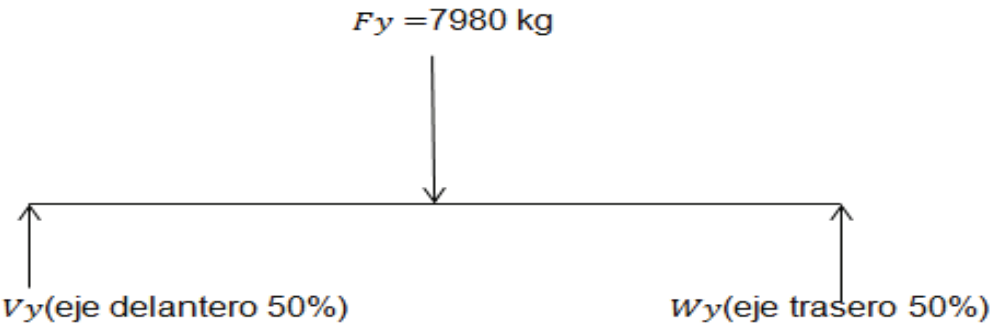


Figura 4. 3 Distribución de carga parte 1.
Fuente: Elaboración Propia.

[2] Información tomada del catálogo para montacargas tipo KOMATSU

$$\sum Fy = 0$$

$$Fy = Vy + Wy$$

$$Sea\ Vy = Wy$$

$$Fy = 2Vy$$

$$Vy = Wy = 3990\ Kg$$

En la figura 4.4 se distribuye la carga de 3390 Kg. tanto para el eje delantero como posterior.

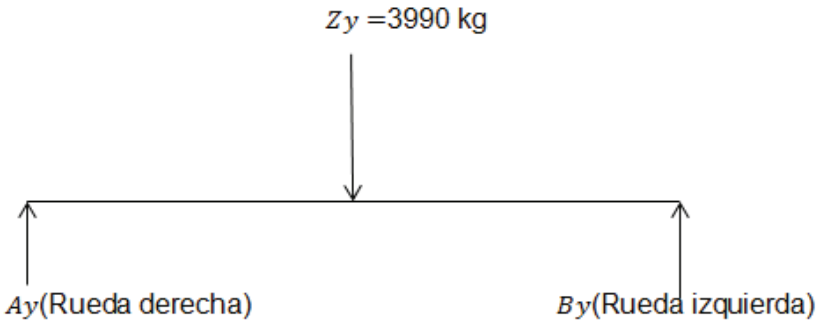


Figura 4. 4 Distribución de carga parte 2
Fuente: Elaboración Propia

$$\sum Fy = 0$$

$$Zy = Ay + By$$

$$Sea\ Ay = By$$

$$Zy = 2Ay$$

$$Ay = By = 1995\ Kg$$

Con la carga de 1995 Kg aplicada en cada brazo de la estructura, se establece el análisis de fuerzas en la posición más alta, de acuerdo a la altura de elevación

necesaria de 1396 mm. Se evidencia la nueva profundidad de la fosa de 400mm. como se muestra en la figura 4.5.

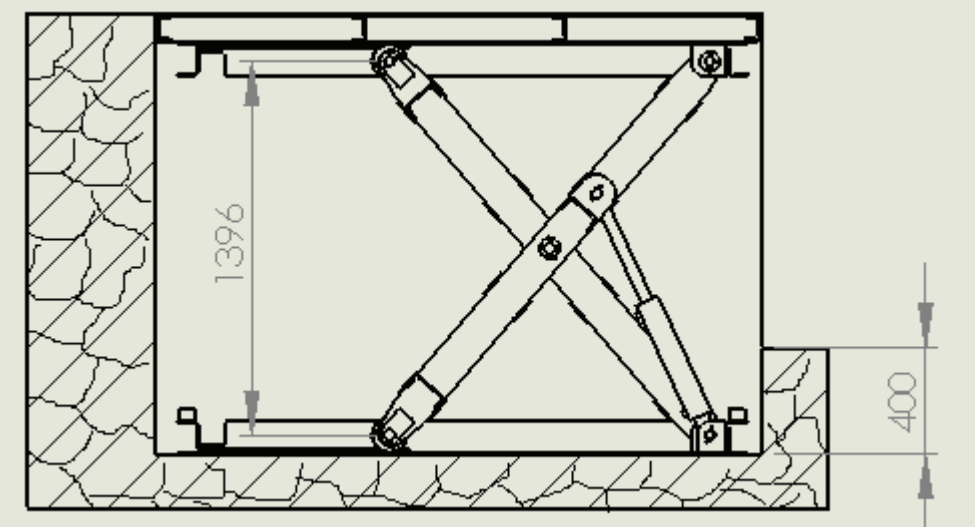


Figura 4. 5 Esquema del Sistema estructural en la posición más alta
Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 ANÁLISIS DE FUERZAS Y LONGUITUD DEL BRAZO EN LA POSICIÓN MÁS ALTA

En el bastidor se evidencia el recorrido máximo del elevador al alcanzar la altura a nivel con el piso dos, que va a comunicar el montacargas siendo: de 1199 mm. a una altura de 1396 mm. Como se indica en la figura 4.6.

La inclinación del brazo se determina de la siguiente manera:

$$tg\ \theta = \frac{1396}{1199}$$

$$\theta = 49{,}34°$$

La longitud de los brazos se la obtiene mediante la relación trigonométrica siguiente:

$$sen\ 49{,}34° = \frac{1396}{AF} \qquad Ec.4.1$$

$$AF = 1840.26 = 1840\ mm$$

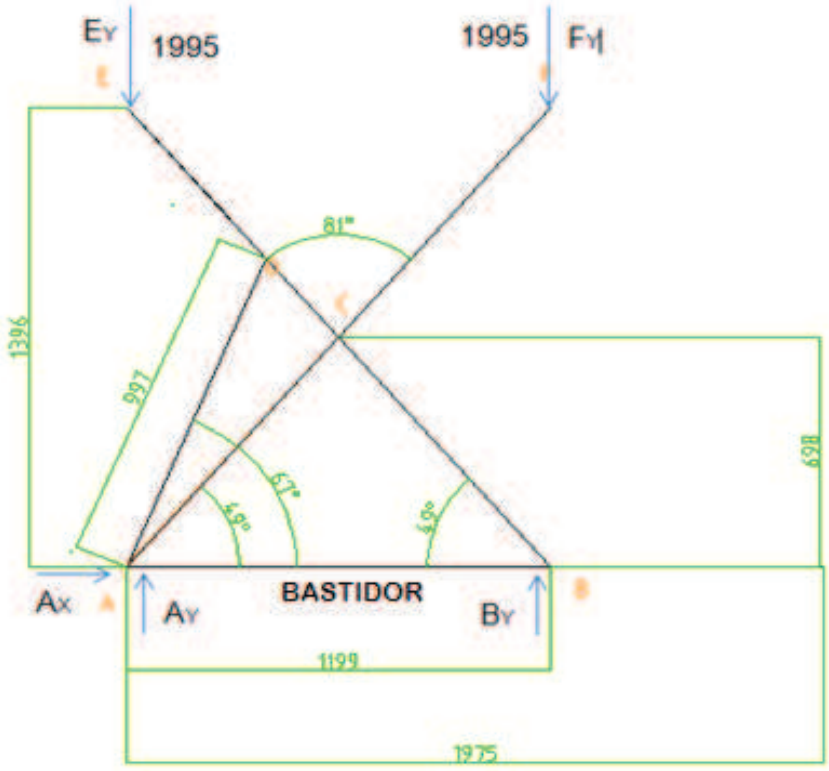


Figura 4. 6 Diagrama de cuerpo libre en la posición más alta

Fuente: Elaboración Propia.

Aplicando las ecuaciones de fuerza según el diagrama de cuerpo libre se tiene:

$$\sum Fy = 0$$

$$1995 + 1995 = A_y + B_y$$

$$3990 = A_y + B_y \qquad Ec\ 4.2$$

$$\sum M_A = 0 \ Sentido\ Antihorario\ Positivo$$

$$B_y * 1199 - 1995 * 1199 = 0$$

$$B_y = 1995\ Kg$$

Reemplazando B_y en la Ec. 4.2

$$1.)\ 3990 = A_y + 1995$$

$$A_y = 1995\ Kg$$

$$\sum Fx = 0$$

$$Ax = 0$$

Método de resolución de nodos:

Nodo E

$$\sum Fy = 0$$

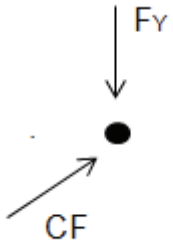
$$-E_y + DE * cos\ 40.66° = 0$$

$$DE = \frac{E_Y}{\cos 40{,}66\,°} = \frac{1995}{\cos 40.66°} = 2629.88\ kg$$

$$\sum Fx = 0$$

$$DE_X = 0$$

Nodo F



$$\sum Fy = 0$$

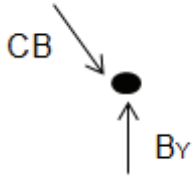
$$-F_y + CF * cos\ 40.66° = 0$$

$$CF = \frac{F_Y}{\cos 40{,}66\,°} = \frac{1995}{\cos 40.66°} = 2629.88\ kg$$

$$\sum Fx = 0$$

$$CF_X = 0$$

Nodo B



$$\sum Fy = 0$$

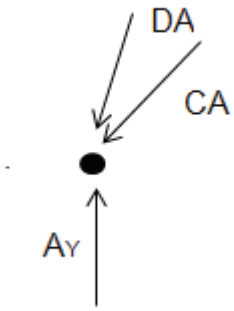
$$B_y - CBy * sen\ 49.34° = 0$$

$$CBy = \frac{B_Y}{\text{sen } 49{,}34\,°} = \frac{1995}{\text{sen } 49.34°} = 2629.88\ kg$$

$$\sum Fx = 0$$

$$CB_X = 0$$

Nodo A



$$\sum Fy = 0$$

$$\mathrm{A_y} - \mathrm{CA} * \text{sen } 49.34° - \mathrm{DA} * \text{sen } 65° = 0$$

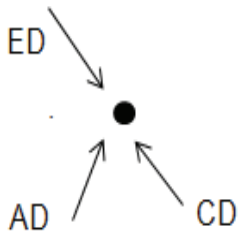
$$1995 - \mathrm{CA} * \text{sen } 49.34° - \mathrm{DA} * \text{sen } 65° = 0$$

$$1995 - \mathrm{CA} * \text{sen } 49.34° - 0\ * \text{sen } 65° = 0$$

$$1995 - \mathrm{CA} * \text{sen } 49.34° - 0 = 0$$

$$\mathrm{CA} = 2629.9\ \mathrm{Kg}$$

Nodo D



$$\sum Fy = 0$$

$$CD * sen\ 49.34° + AD * sen\ 65° - ED * sen\ 49.34° = 0$$

$$CD * sen\ 49.34° + AD * sen\ 65° - 2629.88\ * sen\ 49.34° = 0$$

$$CD * sen\ 49.34° + AD * sen\ 65° - 1995 = 0 \qquad \text{Ec. 4.3}$$

$$\sum Fx = 0$$

$$-\mathrm{CD} * \cos 49.34° + \mathrm{AD} * \cos 65° + \mathrm{ED} * \cos 49.34° = 0$$

$$-\mathrm{CD} * \cos 49.34° + \mathrm{AD} * \cos 65° + 2629.88 * \cos 49.34° = 0$$

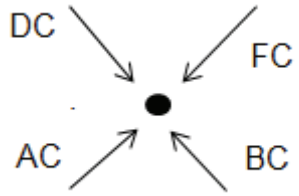
$$-\mathrm{CD} * \cos 49.34° + \mathrm{AD} * \cos 65° + 1713.55 = 0 \qquad \text{Ec. 4.4}$$

Ec 4.4 en Ec. 4.3

$$\mathrm{CD} = 2629.9 \text{ kg}$$

$$\mathrm{AD} = 0 \text{ Kg}$$

Nodo C



$$\sum Fy = 0$$

$$BC * sen\ 49.34° + AC * sen\ 49.34° - DC * sen\ 49.34° - FC * sen\ 49.34° = 0$$

$$0 = 0$$

En el punto C se encuentran las fuerzas en equilibrio.

4.2.5 ANÁLISIS DE FUERZAS E INCLINACIÓN DEL BRAZO EN LA POSICIÓN MÁS BAJA

Considerando que el diámetro de la rueda de desplazamiento en la riel del bastidor superior e inferior es de 130 mm, además que la altura de la fosa es de 400 mm. , se tiene las dimensiones para calcular la inclinación del brazo como se muestra en la figura 4.7.

La inclinación del brazo se determina de la siguiente manera:

$$tg\ \theta = \frac{335}{1975}$$

$$\theta = 9.63°$$

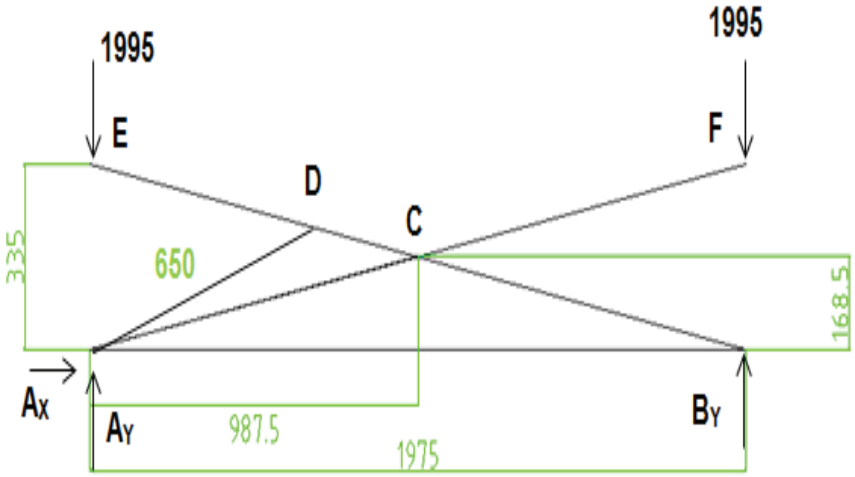


Figura 4. 7 Diagrama de Cuerpo Libre en la posición más baja

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando las ecuaciones de fuerza según el diagrama de cuerpo libre se tiene:

$$\sum Fy = 0$$

$$1995 + 1995 = A_y + B_y$$

$$3990 = A_y + B_y \qquad Ec\ 4.5$$

$$\sum M_A = 0 \ \ Sentido\ Antihorario\ Positivo$$

$$B_y * 1199 - 1995 * 1199 = 0$$

$$B_y = 1995\ Kg$$

Reemplazando B_y en la Ec. 4.5

$$3990 = A_y + 1995$$

$$A_y = 1995\ Kg$$

$$\sum Fx = 0$$

$$Ax = 0$$

Método de resolución de nodos:

Nodo E

$$\sum Fy = 0$$

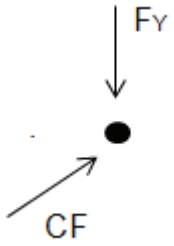
$$-E_y + DE * cos\ 80.37° = 0$$

$$DE = \frac{E_Y}{\cos 80.37\,°} = \frac{1995}{\cos 80.37°} = 11925.75\ kg$$

$$\sum Fx = 0$$

$$DE_X = 0$$

Nodo F



$$\sum Fy = 0$$

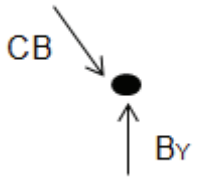
$$-F_y + CF * cos\ 40.66° = 0$$

$$CF = \frac{F_Y}{\cos 80.37°} = \frac{1995}{\cos 80.37°} = 11925.75\ kg$$

$$\sum Fx = 0$$

$$CF_X = 0$$

Nodo B



$$\sum Fy = 0$$

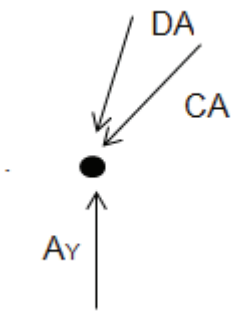
$$B_y - CB * sen\ 9.63° = 0$$

$$CB = \frac{B_Y}{sen\ 9.63°} = \frac{1995}{sen\ 9.63°} = 11925.75\ kg$$

$$\sum Fx = 0$$

$$CB_X = 0$$

Nodo A



$$\sum Fy = 0$$

$$A_y - CA * \text{sen } 9.63° - DA * \text{sen } 10.9° = 0$$

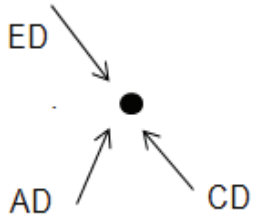
$$1995 - CA * \text{sen } 9.63° - DA * \text{sen } 10.9° = 0$$

$$1995 - CA * \text{sen } 9.63° - 0 * \text{sen } 10.9° = 0$$

$$1995 - CA * \text{sen } 9.63° - 0 = 0$$

$$CA = 11925.75 \text{ Kg}$$

Nodo D



$$\sum Fy = 0$$

$$CD * sen\ 9.63° + AD * sen\ 10{,}9° - ED * sen\ 9.63° = 0$$

$$CD * sen\ 9.63° + AD * sen\ 10.9° - 11925.75 * sen\ 9.63° = 0$$

$$CD * sen\ 9.63° + AD * sen\ 10.9° - 1995 = 0 \qquad \text{Ec 4.6}$$

$$\sum Fx = 0$$

$$-CD * \cos 9.63° + AD * \cos 10.9° + ED * \cos 9.63° = 0$$

$$-CD * \cos 9.63° + AD * \cos 10.9° + 11925.75 * \cos 9.63° = 0$$

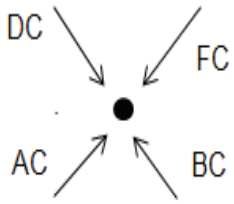
$$-CD * \cos 9.63° + AD * \cos 10.9° + 11757.7 = 0 \qquad \text{Ec 4.7}$$

Ec 4.7 en Ec 4.6

$$CD = 11925.7 \text{ kg}$$

$$AD = 0 \text{ Kg}$$

Nodo C



$$\sum Fy = 0$$

$$BC * sen\ 9.63° + AC * sen\ 9.63° - DC * sen\ 9.63° - FC * sen\ 9.63° = 0$$

$$0 = 0$$

4.3 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DEL ELEVADOR

Al analizar las fuerzas que intervienen en la estructura, que se generan para poder sustentar la carga, se procede en base a estos parámetros diseñar los elementos que conforman el sistema estructural de simple tijera.

Se considera el propósito fundamental de crear una estructura económica, funcional y segura al momento de elevar la carga.

En la Figura 4.8 se presenta el esquema del elevador de carga de simple tijera.

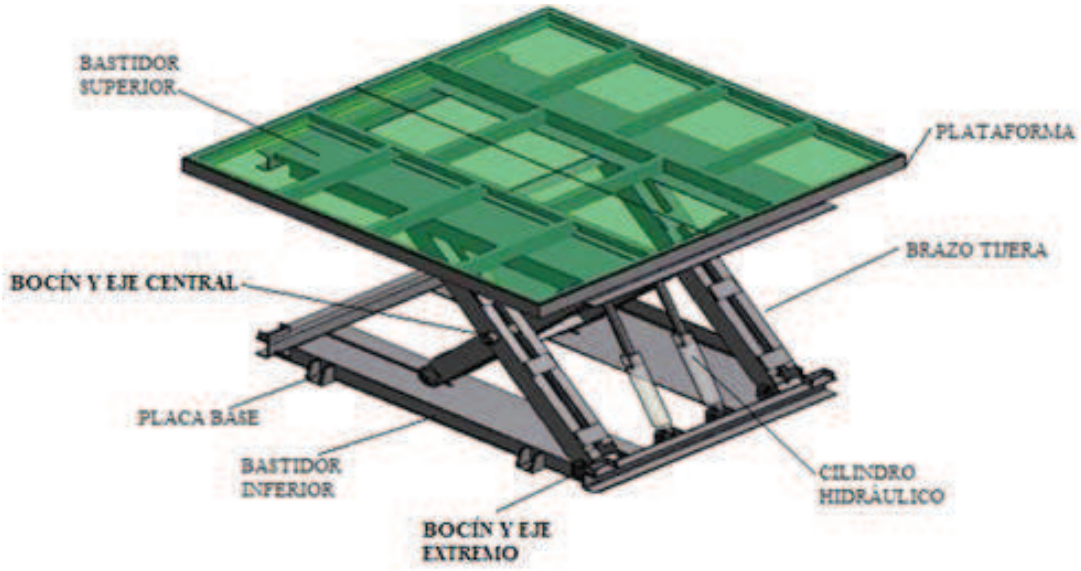


Figura 4. 8 Esquema del elevador de carga de simple tijera
Fuente: Elaboración Propia

4.3.1 BRAZO TIJERA DEL ELEVADOR

4.3.1.1 Análisis de la esbeltez de los brazos del elevador

Para el cálculo de la esbeltez de los brazos de tijera del elevador se asume un perfil normal UPN 140[3] con los siguientes parámetros

- Ancho del brazo elevador (h)= 140 mm.
- Espesor del brazo (e) = 8 mm.
- K =1

En la Figura 4.9 se ilustra a este tipo de perfil:

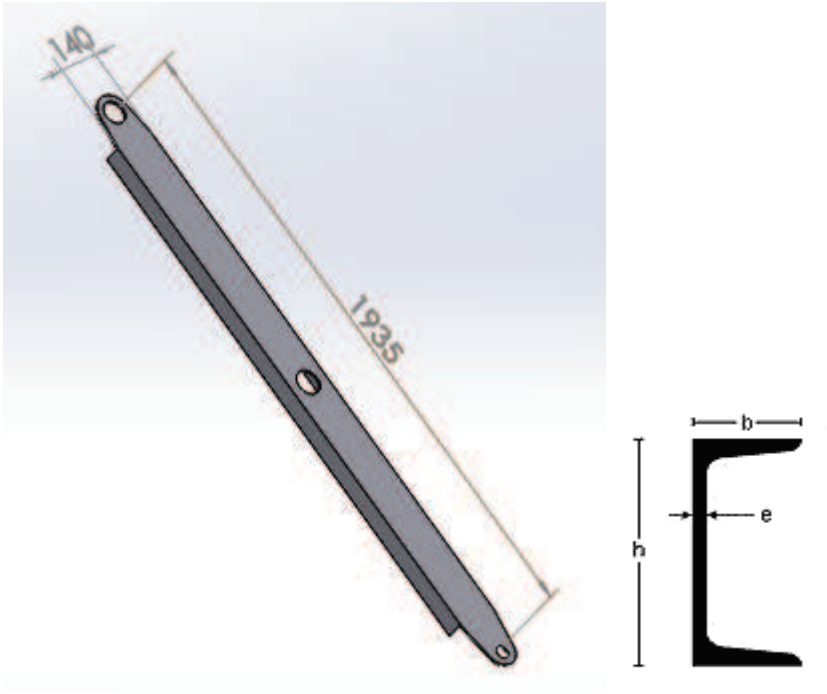


Figura 4. 9 Perfil UPN 140 que se utiliza para el brazo del elevador
Fuente: Elaboración Propia

Con las características del perfil (Anexo B):

$$I_{xx} = 62{,}7\ cm^4$$

[3] http://www.dipacmanta.com/adescargas.php

$$A = 20{,}4\ cm^2$$

$$A = 20{,}4\ cm^2 \times 2 = 40{,}8\ cm^2 = 6{,}32\ pulg^2$$

$$r_{xx} = \sqrt{\frac{I}{A}} \qquad Ec\ 4.8$$

$$r_{xx} = r_{min} = \sqrt{\frac{62{,}7}{40.8}} = 1{,}31\ cm = 13{,}1\ mm$$

Se realiza el análisis de la esbeltez en la mitad del brazo en el Nodo B donde se tiene la mayor fuerza que soporta el brazo.

$$\lambda = \frac{k \times L}{r_{min}} \qquad Ec\ 4.9$$

$$\lambda = \frac{1 \times 96{,}75}{1{,}31} = 73{,}8\ cm = 738\ mm$$

$$F_a = 6{,}22\ KSI$$

P: Fuerza que soporta la estructura en el nodo B (Análisis de fuerzas)

$$P = 11925{,}7\ Kg. = 26{,}25\ Klb$$

$$f_a = \frac{P}{A} \qquad Ec\ 4.10$$

$$f_a = \frac{26{,}25\ Klb}{6{,}32\ pulg^2} = 4{,}15\ KSI$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{4{,}15}{6{,}22} = 0{,}66 \approx 0{,}7 = I_a$$

El esfuerzo calculado es menor al admisible, por lo que el perfil UPN 140 que se selecciona para el brazo tijera es el adecuado.

4.3.2 PASADOR O EJE CENTRAL DE LOS BRAZOS ARTICULADOS

Para el diseño de pasador como se muestra en la Figura 4.10, se tiene las siguientes consideraciones:

- Acero de transmisión AISI 1018 (Ver Anexo B)
- Límite de fluencia S_y=38 $^{Kgf}/_{mm^2}$
- Factor de diseño F.S=2,2

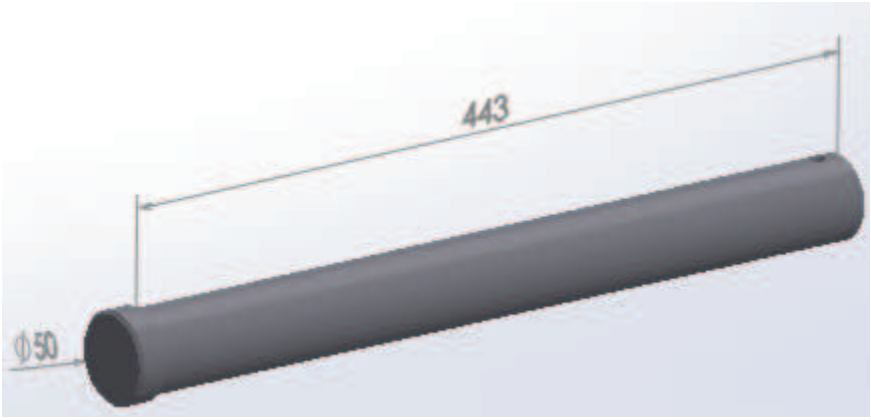


Figura 4. 10 Pin central
Fuente: Elaboración Propia

$$\tau = \frac{F}{A} \leq [\tau]$$

$$[\tau] = \frac{S_{Sy}}{F.S}\,^{4} \qquad Ec\ 4.11$$

$$S_{Sy} = 0{,}5 \times S_y$$

$$[\tau] = \frac{0{,}5 \times 3800}{2{,}2} = 705\left[\frac{Kg}{cm^2}\right]$$

$$[\tau] = \frac{F}{A} \qquad Ec\ 4.12$$

[4] F.SOKOLOV, P. USO; Mecánica Industrial; 1° reimpresión; Editorial MIR-MOSCU; 1976; págs. 357-358

$$A = \frac{F}{[\tau]} = \frac{11925{,}7\ Kg}{705\left[\frac{Kg}{cm^2}\right]} = 16.9\ cm^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 16{,}9}{\pi}} = 4{,}5\ cm. \approx 50\ mm.$$

El diseño a fatiga considera:

- La vida útil del elevador: 10 años
- El uso diario: 30 usos/día
- El ciclo completo del elevador es cuando asciende hasta su carrera máxima y desciende hasta su carrera mínima.
- Ciclos al día:

$$\frac{Ciclos}{dia} = 2 \times Uso\ diario$$

$$\frac{Ciclos}{día} = 2 \times \frac{30\ usos}{día}$$

$$\frac{Ciclos}{día} = 60\ usos\ diarios$$

Ciclos en la vida útil 10 años:

$$\frac{Ciclos}{vida\ útil} = 2 \times Uso\ diario \times 365\ días \times 10\ años$$

$$\frac{Ciclos}{vida\ útil} = 2 \times \frac{30\ usos}{día} \times 365\ días \times 10\ años$$

$$\frac{Ciclos}{vida\ útil} = 219000\ veces$$

Los ciclos durante la vida útil no sobrepasa el millón de ciclos, entonces no es necesario realizar un análisis por fatiga del pasador.

4.3.3. BOCÍN DE LAS ARTICULACIONES SUPERIORES E INFERIORES

Para el cálculo del espesor para los bocines de las articulaciones como se muestra en la Figura 4.11, se tiene presente las siguientes consideraciones:

- Acero de transmisión AISI-1018
- Límite de Fluencia Sy = $38\ {}^{Kgf}/_{mm^2}$
- Factor de diseño F.S.=2,2.
- Lubricación al límite.
- El área de contacto igual a la mitad de la circunferencia.

Los parámetros:

- P=1995 Kg.
- θ=180°=π

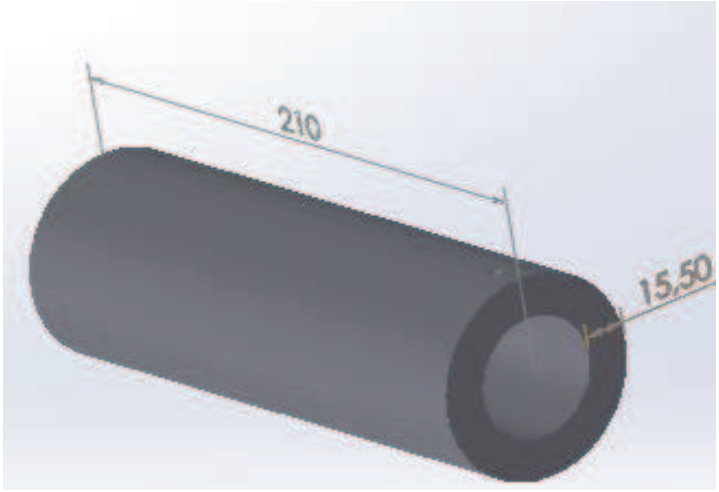


Figura 4. 11 Bocín

Fuente: Elaboración Propia

$$A_c = \theta \times r \times L_c \qquad Ec\ 4.13$$

$$A_c = \pi \times 2{,}25 \times 1.9 = 13.43cm^2$$

$$P = P_{max} \times A_c$$

$$P_{max} = \frac{P}{A_c} \qquad Ec\ 4.14$$

$$P_{max} = \frac{1995}{13{,}43} = 148{,}54\ \frac{Kg}{cm^2}$$

Para el cálculo del espesor del bocín se parte de la Presión máxima (p_{max}), que ejerce en toda su pared. Se tiene en cuenta un cilindro de pared delgada.

$$\sigma_t = \frac{p_{max} \times R}{t} \leq [\sigma]$$

$$[\sigma] = \frac{S_{Sy}}{F.S}$$

$$[\sigma] = \frac{0{,}5 S_y}{F.S} \qquad Ec\ 4.15$$

$$[\sigma] = \frac{0{,}5 \times 1570}{2{,}2}$$

$$[\sigma] = 356{,}81\ \frac{Kg}{cm^2}$$

$$[\sigma] = \frac{p_{max} \times R}{t} \qquad Ec\ 4.16$$

$$356{,}81 \frac{Kg}{cm^2} = \frac{148{,}54\ \frac{Kg}{cm^2} \times R}{R - r}$$

$$2{,}4 = \frac{R}{R - 2{,}25\ cm}$$

$$2{,}40\ R - 5{,}4 = R$$

$$R = 3{,}8$$

$$t = R - r \qquad Ec\ 4.17$$

$$t = 3{,}8 - 2{,}25$$

$$t = 1{,}55\ cm = 15.5\ mm.$$

4.3.4 PLACA BASE

Para determinar del espesor de las placas para el anclaje del elevador se consideran:

- Fuerza de volteo V por alguna eventualidad al momento de la elevación.
- A todo el sistema como una sola columna apoyada.
- Acero ASTM A-36
- Límite de Fluencia Sy $=25\ {}^{Kg}/_{mm^2}$
- Factor de diseño F.S.=2,2.

En la figura 4.12 se muestra el diagrama de fuerzas para el análisis de la placa base.

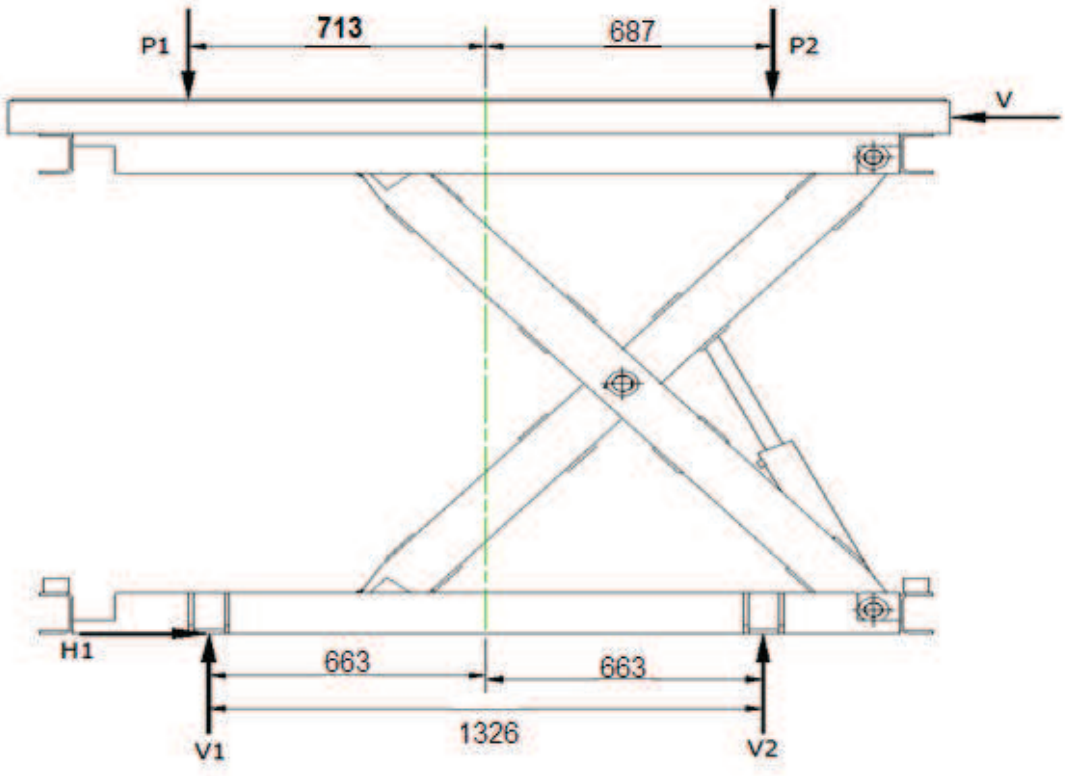


Figura 4. 12 Diagrama de fuerzas para el análisis de placa base

Fuente: Elaboración Propia

$$V = 30\% \times (P_1 + P_2) \qquad Ec\ 4.18$$

$$V = 0{,}3 \times 3990\ Kg$$

$$V = 1197Kg$$

$$\sum F_x = 0$$

$$H_1 = V = 1197\ Kg$$

$$\sum F_y = 0$$

$$V_1 + V_2 = 3990\ Kg$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$132{,}6 \times V2 = -5cm \times 1995Kg + 135cm \times 1995$$

$$V_2 = 1955{,}8\ Kg$$

$$V_1 = 3990\ Kg - V_2$$

$$V_1 = 3990\ Kg - 1955{,}8$$

$$V_1 = 2034{,}2\ Kg$$

$$p = \frac{V_1}{A_p} \leq F_c = 36\left[\frac{Kg}{cm^2}\right] \qquad Ec\ 4.19$$

$$A_p = \frac{V_1}{F_c} = \frac{2034{,}2\ Kg}{36\left[\frac{Kg}{cm^2}\right]} A_p = 56.5\ cm^2$$

En la figura 4.13 se ilustra a la placa base.

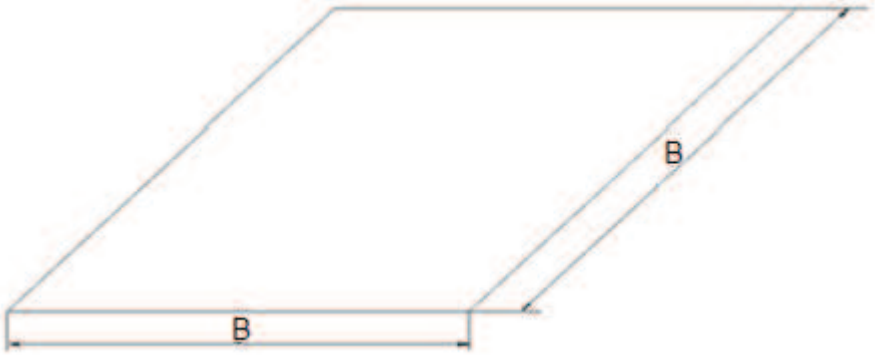


Figura 4. 13 Placa base de lados iguales

Fuente: Elaboración Propia

$$A_p = B^2 \qquad Ec\ 4.20$$

$$B = \sqrt{A_p} = \sqrt{56{,}5\ cm^2}$$

$$B = 7{,}51\ cm. = 75.1\ mm.$$

Para el 60% de la placa que toma contacto con el piso y también m=2 cm

En la figura 4.14 se especifica la sección de contacto de la placa base.

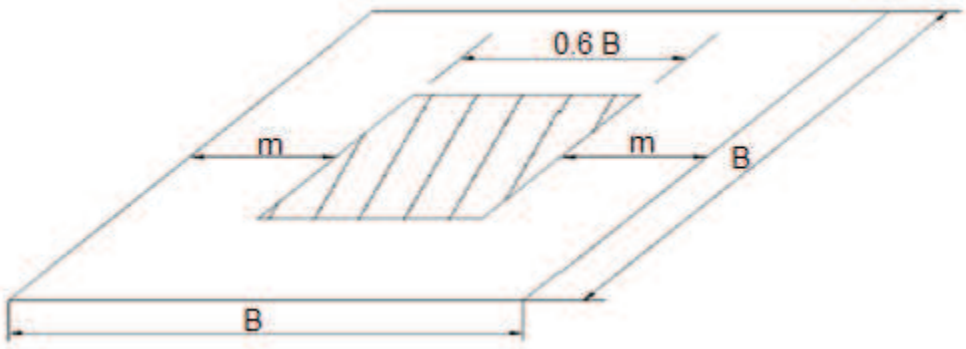


Figura 4. 14 Sección de contacto de la placa

Fuente: Elaboración Propia

$$p = \frac{V_1}{A_p} = \frac{2034{,}2\ Kg}{56{,}5\ cm^2} \qquad Ec\ 4.21$$

$$p = 36\ \left[\frac{Kg}{cm^2}\right]$$

La figura 4.15 muestra el diagrama de fuerzas piso-placa.

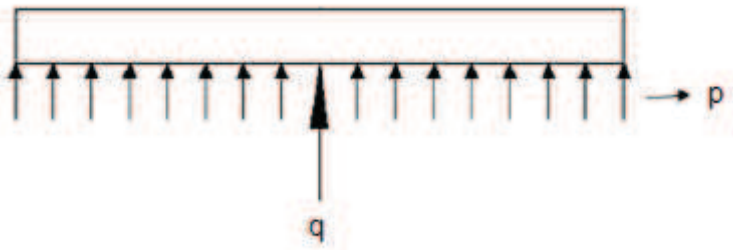


Figura 4. 15 Diagrama de fuerzas piso-placa

Fuente: Elaboración Propia

$$M = q \times \frac{m^2}{2} \qquad Ec\ 4.22$$

$$q = p \times B$$

$$f_b = \frac{M \times C}{I} \leq F_b = 0{,}5 \times S_y \qquad Ec\ 4.23$$

En la figura 4.16 se presenta la vista lateral de la placa.

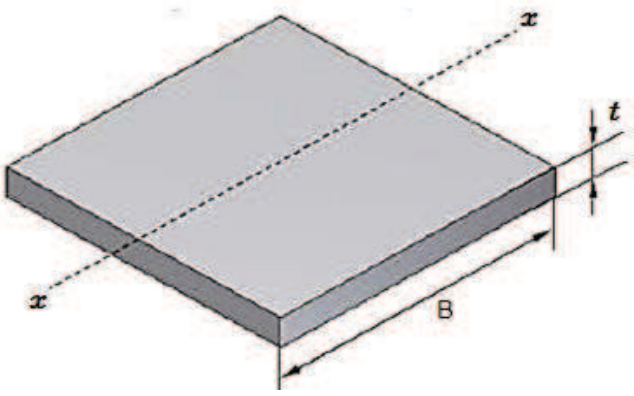


Figura 4. 16 Vista lateral de la placa

Fuente: Elaboración Propia

$$I_{xx} = \frac{B \times t^3}{12} \qquad Ec\ 4.24$$

$$C = \frac{t}{2}$$

$$p = F_c = 36\left[\frac{Kg}{cm^2}\right]$$

$$f_b = \frac{q \times \frac{m^2}{2} \times \frac{t}{2}}{\frac{B \times t^3}{12}} = \frac{3 \times p \times m^2}{t^2} \qquad Ec\ 4.25$$

$$f_b = \frac{3 \times p \times m^2}{t^2} = F_b$$

$$t = \sqrt{\frac{3 \times p \times m^2}{F_b}} \qquad Ec\ 4.26$$

$$t = \sqrt{\frac{3 \times 36[Kg] \times (2[cm^2])^2}{1250\ \left[\frac{Kg}{cm^2}\right]}}$$

$$t = 0{,}58\ cm$$

Por seguridad se multiplica por un factor de seguridad F.S = 2,2

$$t = 0{,}58 * 2.2 = 1.2\ cm$$

Se tiene una placa de espesor:

$$t = 12\ mm.$$

4.3.5 SELECCIÓN DE LOS PERNOS PARA EL ANCLAJE DEL ELEVADOR

Es importante considerar que tipo de pernos van a sujetar el elevador con el piso de la fosa. En la figura 4.17 se muestra al perno de anclaje.

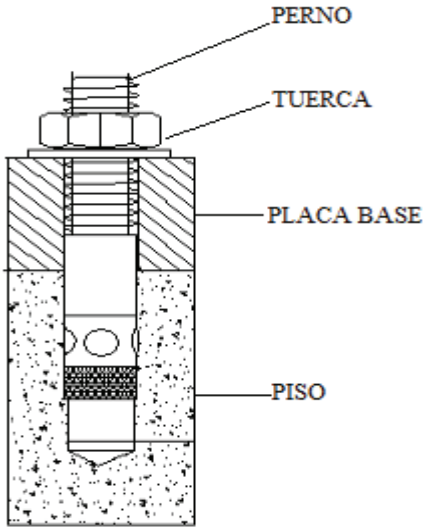


Figura 4. 17 Perno de anclaje

Fuente: Elaboración Propia

Para la selección del perno se debe considerar el análisis de fuerza de la placa base:

$$V_1 = 2034{,}2\ Kg$$

$$\tau = \frac{H_1}{A_c} \leq [\tau]$$

$$A_c = \frac{H_1}{[\tau]} = \frac{\pi \times d^2}{4} \qquad Ec\ 4.27$$

$$[\tau] = \frac{S_{Yc}}{F.S} = \frac{0{,}6 \times S_y}{F.S}$$

$$[\tau] = \frac{0{,}6 \times 6400 \left[\frac{Kg}{cm^2}\right]}{2{,}2}$$

$$[\tau] = 1745{,}45 \left[\frac{Kg}{cm^2}\right]$$

Con una carga de seguridad del 2,2 a H1.

$$A_c = \frac{2{,}2 \times H_1}{[\tau]} \qquad Ec\ 4.28$$

$$H_1 = V = 1197\ Kg$$

$$A_c = \frac{2{,}2 \times 1197\ Kg}{1745{,}45\left[\frac{Kg}{cm^2}\right]}$$

$$A_c = 1{,}5\ cm^2$$

$$A_c = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A_c}{\pi}} \qquad Ec\ 4.29$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 1{,}5\ cm^2}{\pi}}$$

$$d = 1{,}4\ cm = 14\ mm$$

Se considera un diámetro d =15.8 mm ≈ 5/8” para estandarizar las medidas

4.3.6 PASADOR O EJE PARA LOS EXTREMOS ARTICULADOS

Para el diseño de pasador se tiene las siguientes consideraciones Ver anexo (B)

- Acero de transmisión AISI 1018
- Límite de fluencia S_y=38 (Kg/mm^2)
- Factor de diseño F.S=2,2

$$\tau = \frac{F}{A} \leq [\tau] \qquad Ec\ 4.30$$

$$[\tau] = \frac{S_{Sy}}{F.S}\ ^{5} \qquad Ec\ 4.31$$

[5] F.SOKOLOV, P. USO; Mecánica Industrial; 1° reimpresión; Editorial MIR-MOSCU; 1976; págs. 357-358

$$S_{Sy} = 0{,}7 \times S_y$$

$$[\tau] = \frac{0{,}7 \times 3100}{2{,}2} = 986{,}36 \left[\frac{Kg}{cm^2}\right]$$

$$[\tau] = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{[\tau]} = \frac{11925{,}7\ Kg}{986{,}36 \left[\frac{Kg}{cm^2}\right]} = 12{,}09\ cm^2$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \qquad Ec\ 4.32$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 12{,}09}{\pi}} = 3{,}9\ cm \approx 38\ mm.$$

En la figura 4.18 se muestra al pasador para el extremo del brazo de tijera.

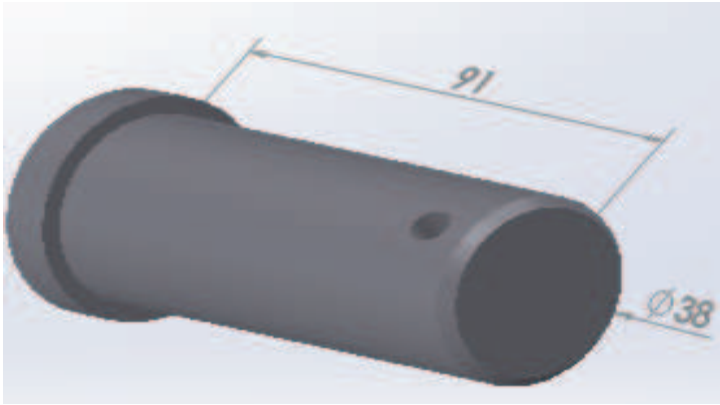


Figura 4. 18 Pasador en el extremo del brazo de tijera
Fuente: Elaboración Propia

4.3.7 PLACA SOPORTE DEL PASADOR PARA EL CILINDRO HIDRÁULICO

Para el cálculo de la placa de apoyo que soporta los esfuerzos de los cilindros hidráulicos, se asumen los siguientes parámetros:

- Ancho de la placa (b)= 13 cm
- Espesor de la placa (t) = 1,2 cm
- K =1

$$I_{xx} = \frac{b \times t^3}{12} \qquad Ec\ 4.33$$

$$I_{xx} = \frac{11{,}7 \times 1{,}2^3}{12} = 1{,}68\ cm^4$$

$$A = b \times t$$

$$A = 11{,}7 \times 1{,}2 = 14{,}04\ cm^2 = 2{,}17\ pulg^2$$

$$r_{xx} = \sqrt{\frac{I}{A}} \qquad Ec\ 4.34$$

$$r_{xx} = r_{min} = \sqrt{\frac{1{,}68}{14{,}04}} = 0{,}119\ cm$$

$$\lambda = \frac{k \times L}{r_{min}} \qquad Ec\ 4.35$$

$$\lambda = \frac{1 \times 13}{0{,}119} = 108.64\ cm$$

$$F_a = 6{,}22\ KSI$$

La carga se divide para dos ya que se tienen dos placas de soporte:

$$P = \frac{5437{,}12\ Kg}{2} = \frac{11{,}96}{2}\ Klb$$

$$f_a = \frac{P}{A} \qquad Ec\ 4.36$$

$$f_a = \frac{5{,}98}{2{,}17} = 2{,}75\ KSI$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{2{,}75}{6{,}22} = 0{,}44 \approx 0{,}4 = I_a$$

4.3.8 DIMENSIONAMIENTO DE LA SOLDADURA

La AWS D1.1:2002 sección 3.12.2.1 establece que la mayoría de conexiones estructurales se realice con soldaduras de filete.

El tamaño mínimo de soldadura de filete, excepto para reforzar soldaduras de ranura, deberá ser como se indica en la Tabla 4.2 y se aplicará en todos los casos a menos que las especificaciones de diseño de soldadura requieran un mayor tamaño.

Tabla 4. 2 Tamaños mínimos de la soldadura de filete y límites de espesor de placas[6]

Máximo Espesor del material base (T)[1]		Tamaño mínimo de la soldadura de filete[2]	
Pulg.	mm	Pulg.	mm
T ≤ ¼	T ≤ 6	1/8 [3]	3 [3]
¼ < T ≤ ½	6 < T ≤ 12	3/16	5
½ < T ≤ ¾	12 < T ≤ 20	¼	6
T > ¾	T > 20	5/16	8

Notas:

[1] El espesor de la placa es el espesor de la parte unida más gruesa.
[2] Cuando se usa soldadura de bajo contenido de hidrógeno la norma D1.1 de la AWS permite usar la parte unida más delgada para determinar el tamaño mínimo de la soldadura de filete.
[3] El tamaño mínimo de soldadura para estructuras sometidas a cargas dinámicas es de 3/16 de pulg. (5 mm).

Fuente: Norma D1.1 de la AWS M 2002

Para poder determinar el tipo de electrodo o material de aporte que se va ha utilizar, es necesario considerar donde se va ha tener el mayor tamaño de soldadura a filete conforme a lo especificado en la norma AWS D 1.1 en lo que se refiere a espesores de material base .

[6] AWS, Structural Welding Code-Steel AWS D1.1/D1.1M:2002

Conforme a lo anterior es en la union de la horquilla que sujeta al pistón hidráulico con el perfl de refuerzo interior donde se presenta el mayor tamaño mínimo de la soldadura de filete, como se indica en la Figura 4.19 .

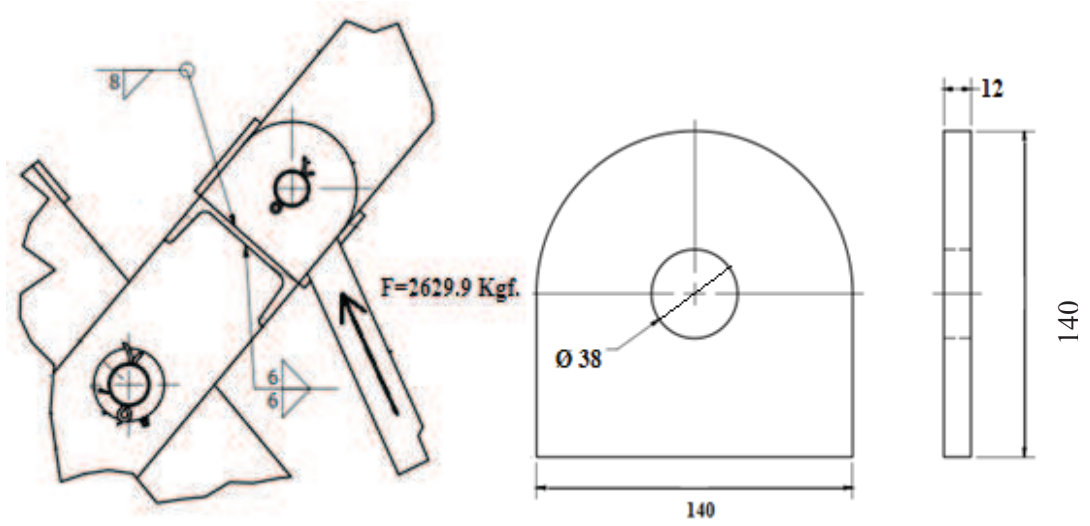


Figura 4. 19 Tamaño mínimo de la soldadura de filete (Oreja-Pistón)

Fuente: Elaboración Propia

Se escoge el electrodo E7018 por su excelente tenacidad, fácil operación, según AWS A5.1 ($S_y = 400\ Mpa.$; $S_{ut} = 490\ MPa.$)

Área de la garganta[7].

$$A = 1.414\ h(b + 2d) = 1.414(0.008)(0.012 + 0.28) = 0.005\ m.$$

Momento de inercia unitario.

$$J_u = \frac{d^3}{6} = \frac{0.14^3}{6} = 4.5 * 10^{-4}\ m^3$$

[7] Tabla 9.2 Manual de diseño de Shigley

$$J = 0.707\ h\ I_u = 0.707(0.008 * 4.57 * 10^{-4}) = 2.5 * 10^{-6}\ m^4$$

Esfuerzo cortante primario:

Para el análisis se tomará la mitad de la carga y una sola placa.

$$\tau' = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{A}} = \frac{\frac{2629}{2} * 9.8}{0.005} = 208\ \mathrm{Mpa}$$

Esfuerzo cortante secundario:

$$\tau'' = \frac{Mr}{J} = \frac{\frac{2629}{2} * 9.8 * \frac{0.14}{2}}{2.5 * 10^{-6}} = 472.48\ Mpa$$

$$\tau = \sqrt[2]{\tau'^2 + \tau''^2} = \sqrt[2]{208^2 + 472.4^2} = 156.19\ Mpa$$

$$n = \frac{0.577\ Sy}{\tau} = \frac{240}{156.19} = 1.6$$

Mediante el factor de seguridad se comprueba que el electrodo E7018 que se considera por sus características es el adecuado para el diseño de la soldadura.

4.4 SIMULACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE ELEVADOR

En el presente proyecto se utilizan las herramientas de diseño mecánico: SAP 2000 y Autodesk Simulation para el análisis de cargas y simulación respectivamente.

Las normas utilizadas para el desarrollo de la memoria de cálculo del skid se mencionan a continuación:

- AISC 360-05 “Specification for Structural Steel Buildings”
- CPE INEN 5 “Código Ecuatoriano de la Construcción”

- ASCE 7 “Minimun Design Loads for Buildings and other Structures”

El factor de seguridad que se emplea en el diseño es de 1.6 de acuerdo a lo que indica el código AISC, tomando en consideración un índice de trabajo máximo aceptado de 0.95 y la deflexión máxima permitida al cargar el rack con la carga máxima se limita a L/240, esto con respecto al análisis de esfuerzos admisibles de los materiales.

4.4.1 ESFUERZOS DE MATERIALES

A continuación se muestran las propiedades mecánicas de los materiales utilizados para la evaluación del modelo del elevador:

Material de perfiles y planchas metálicas. ASTM A-36 (Ver Anexo B).

- $S_Y\ 36 = 250\ Mpa.$ Esfuerzo de fluencia del material.
- $S_u\ 36 = 400\ Mpa.$ Esfuerzo último del material.

El material estructural A36 posee grandes ventajas como son: rigidez, tenacidad, ductilidad, soldabilidad, resistencia etc.

Material de ejes, bocines y ruedas. AISI 1018 (Ver Anexo B)

- $S_Y\ 1018 = 304\ Mpa.$. Esfuerzo de fluencia del material
- $S_u\ 1018 = 500\ Mpa.$. Esfuerzo a la tracción del material.

4.4.2 CONSIDERACIONES DE CARGA UTILIZADA

Las condiciones de carga que se utilizan están de acuerdo a lo indicado en la Norma ASCE 7.

Combinación de Carga Comb2: $D + 1.3\ L$

Dónde:

- D: Carga muerta (peso propio de la estructura 830 Kg.).

- L: Carga Viva (carga soporta por el elevador 5500 kg).
- A la carga viva se le hace un incremento de 30 % por carga de impacto.

4.4.3 DISEÑO DE ELEVADOR EN SAP 2000

4.4.3.1 Análisis de la estructura del elevador

4.4.3.1.1 Aplicación de cargas.

La carga de 1995 Kg se aplica en cada brazo de la estructura, sobre travesaño superior del bastidor superior donde se apoya la plataforma de maniobra.

Los apoyos o restricciones se localizan en la parte inferior de los perfiles que forman el mecanismo tipo tijera, uno de los extremos fijo y el otro deslizante.

En la Figura 4.20 se observa las cargas aplicadas sobre la estructura del elevador, los apoyos se localizan en la parte inferior del mecanismo de tijera.

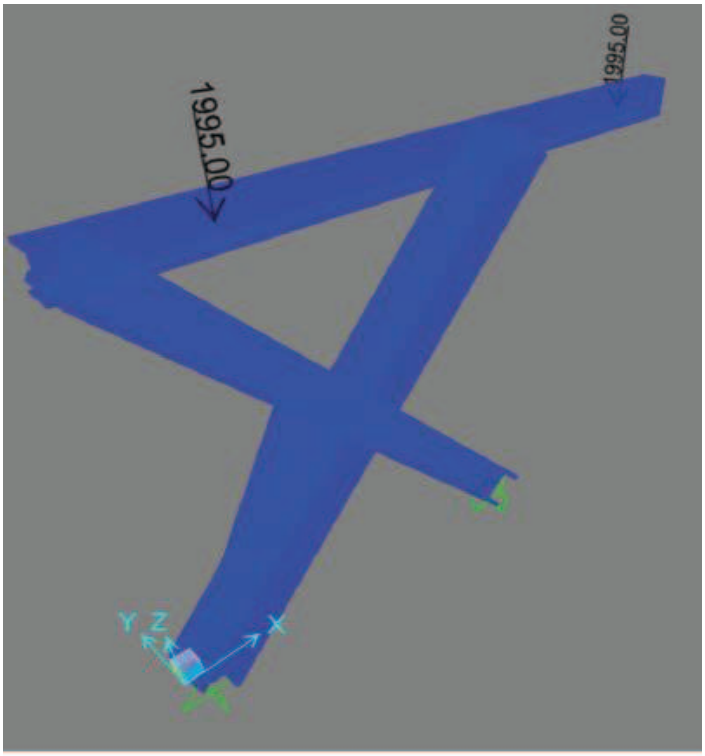


Figura 4. 20 Aplicación de las cargas

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3.1.2 Resultados de reacciones en los apoyos

En la figura 4.21 se observan los resultados de las reacciones en los apoyos del elevador de acuerdo a la aplicación de las cargas en los puntos especificados en la figura 4.19. Con estos valores se tienen los esfuerzos en los elementos mecánicos.

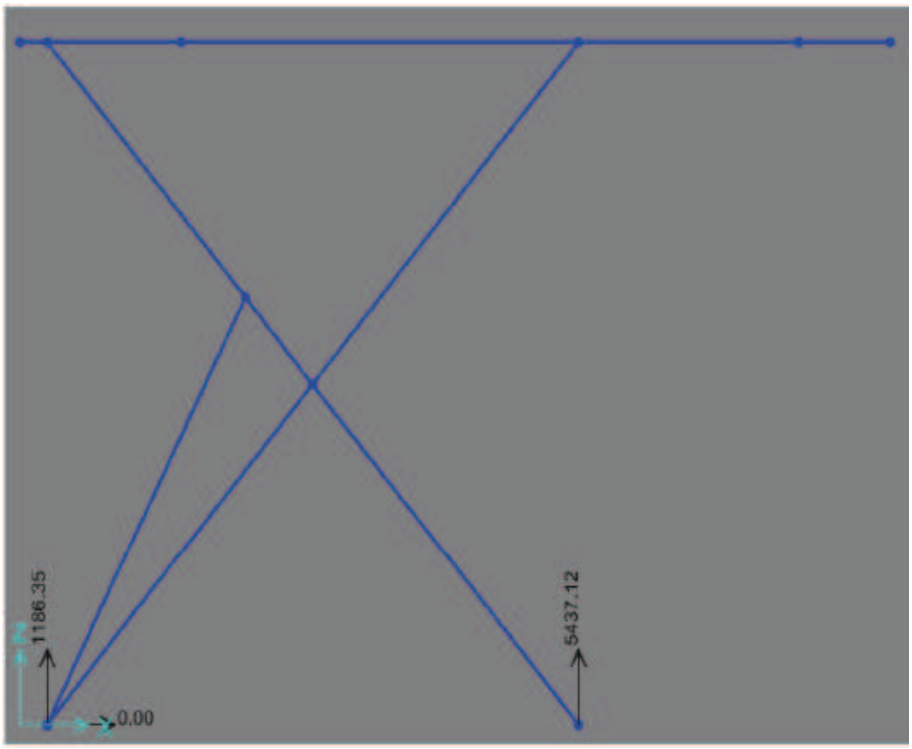


Figura 4. 21 Reacciones en los apoyos
Fuente: Elaboración Propia

4.4.3.1.3 Selección de pernos de anclaje

Para determinar el tamaño de los pernos de anclaje se considera que solo una parte de la carga se aplica en el extremo del elevador cuando se encuentre en la posición más alta, ya que en la posición más baja de trabajo de elevación y descenso no existes reacciones normales sobre el bastidor inferior.

En la figura 4.22 se observa que la reacción en el extremo fijo hacia arriba es igual a 1202.83 kg, con este valor se selecciona los pernos de anclaje.

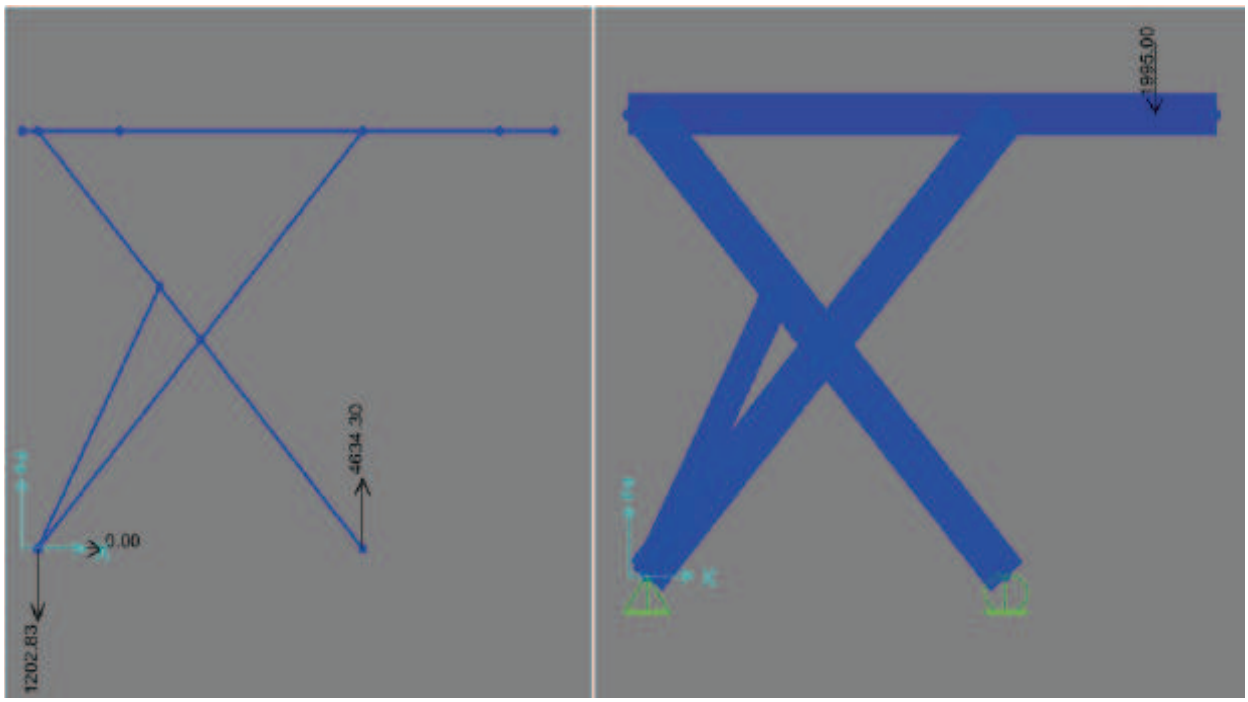


Figura 4. 22 Reacciones en Soporte=Criterios de selección pernos de anclaje

Fuente: Elaboración Propia

- Se considera una resistencia del concreto mínima de 180 kg/cm2.
- Se selecciona pernos de anclaje (tipo Hilti) de diámetro de 5/8”, cuyas
- propiedades mecánicas se detallan a continuación (Ver Anexo C):
- Resistencia al arrancamiento: 2358 kg (5200 lb).
- Resistencia al corte: 4750 kg (10475 lb).

La reacción obtenida en el análisis es menor que la resistencia de arrancamiento del perno de anclaje seleccionado.

4.4.3.1.4 Resultados de esfuerzos (índice de trabajo)

En el gráfico 4.23 de resultados se observa que el índice de trabajo mayor obtenido en el análisis es 0.618 menor que 0.95, que se estableció como valor máximo para evitar que la estructura no falle.

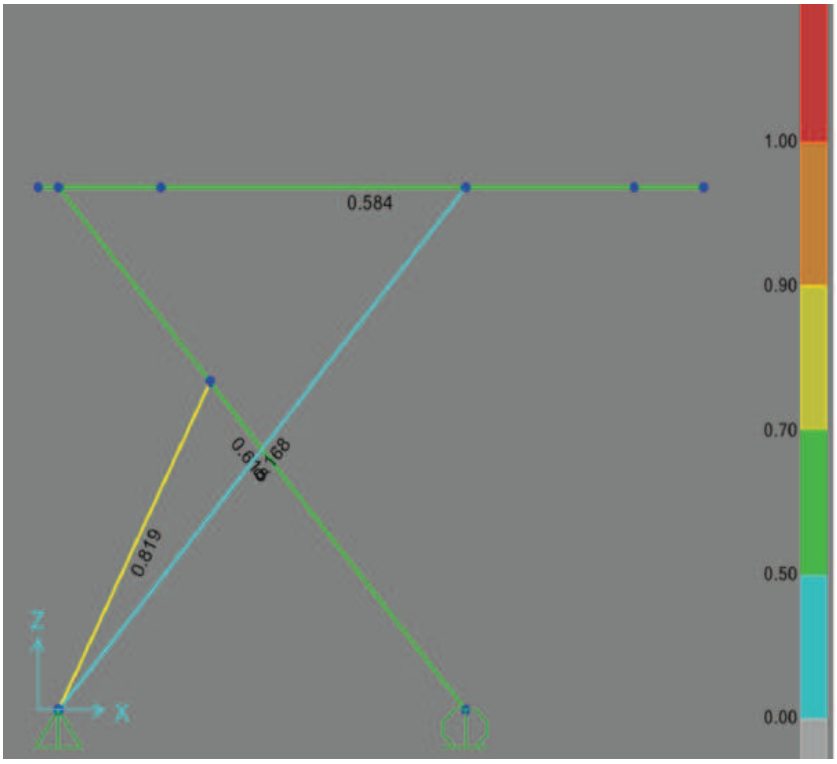


Figura 4. 23 Resultados de esfuerzos-Índice de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3.1.5 Resultados de deflexión del modelo

En el análisis del modelo que se muestra en la gráfico 4.24, el valor de deflexión máximo al aplicar la carga normal es igual a 12 mm. Esta deformación no es excesiva, además este valor no es representativo ya que al actuar en conjunto la plataforma y el bastidor superior, dan mayor rigidez a la estructura.

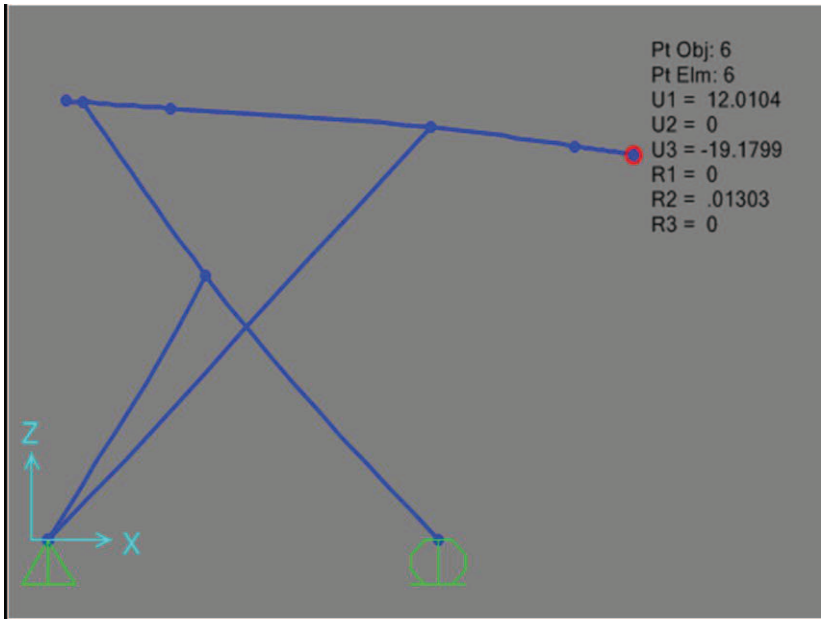


Figura 4. 24 Resultados de deflexión del modelo

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4 VERIFICAR EL DISEÑO CON EL ANÁLISIS DE ESFUERZOS

4.4.4.1 Aplicación de cargas

En el modelo de la figura 4.25 se observa la carga aplicada sobre el elevador en las secciones circulares que simulan las ruedas del montacargas. La carga aplicada es igual a 7150 kgf (70141.5 N) que se divide de manera uniforme sobre cada rueda.

Las restricciones se localizan en la parte inferior del bastidor que se apoya sobre el piso.

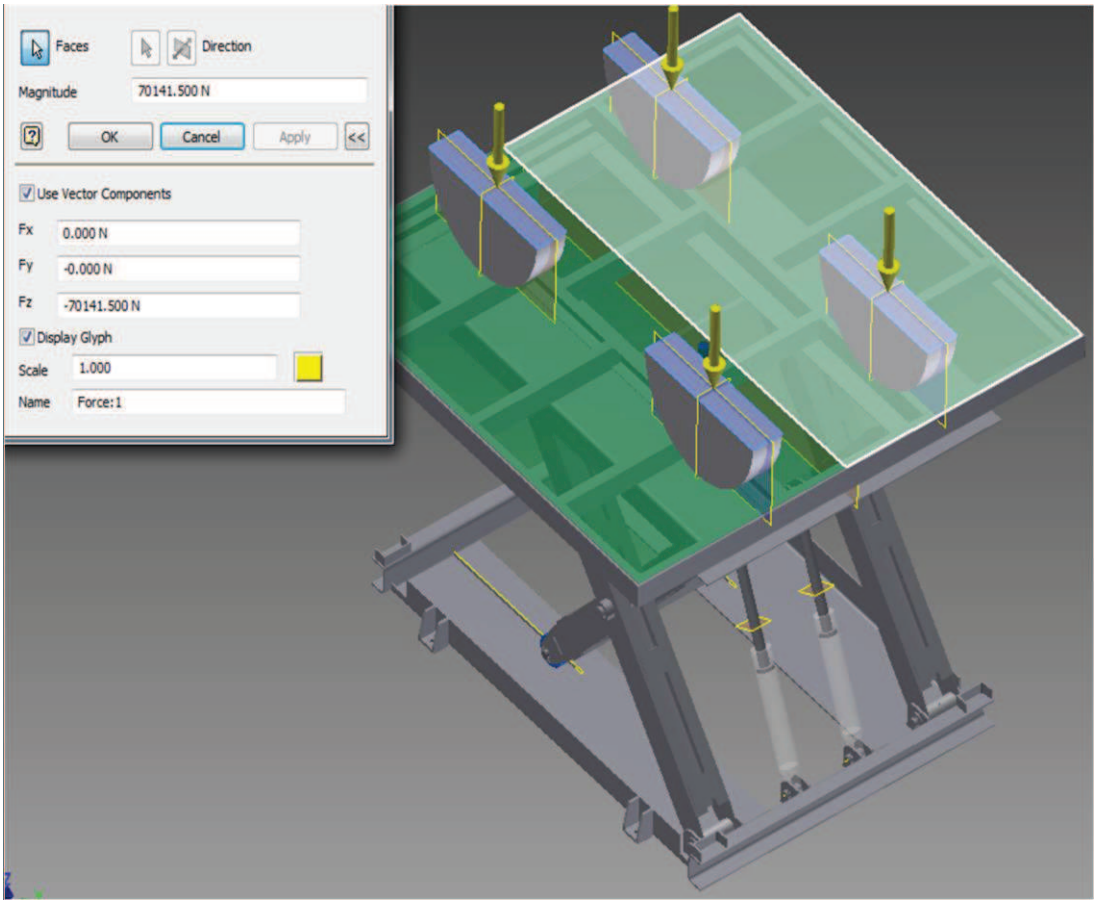


Figura 4. 25 Aplicación de cargas al modelo

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4.2 Resultados de esfuerzos de Von Misses

En el gráfico 4.26 se muestran los resultados de los esfuerzos con la aplicación de la carga de diseño, se observa que los esfuerzos no son mayores que el esfuerzo de fluencia.

El esfuerzo mostrado es de 569 MPa, que es un esfuerzo de contacto entre la rueda y la placa del bastidor superior, este esfuerzo de contacto puede llegar a tener esfuerzos superiores a 900 MPA y estos esfuerzos limitan el diámetro de la rueda, con una rueda más pequeña el esfuerzo de contacto aumenta.

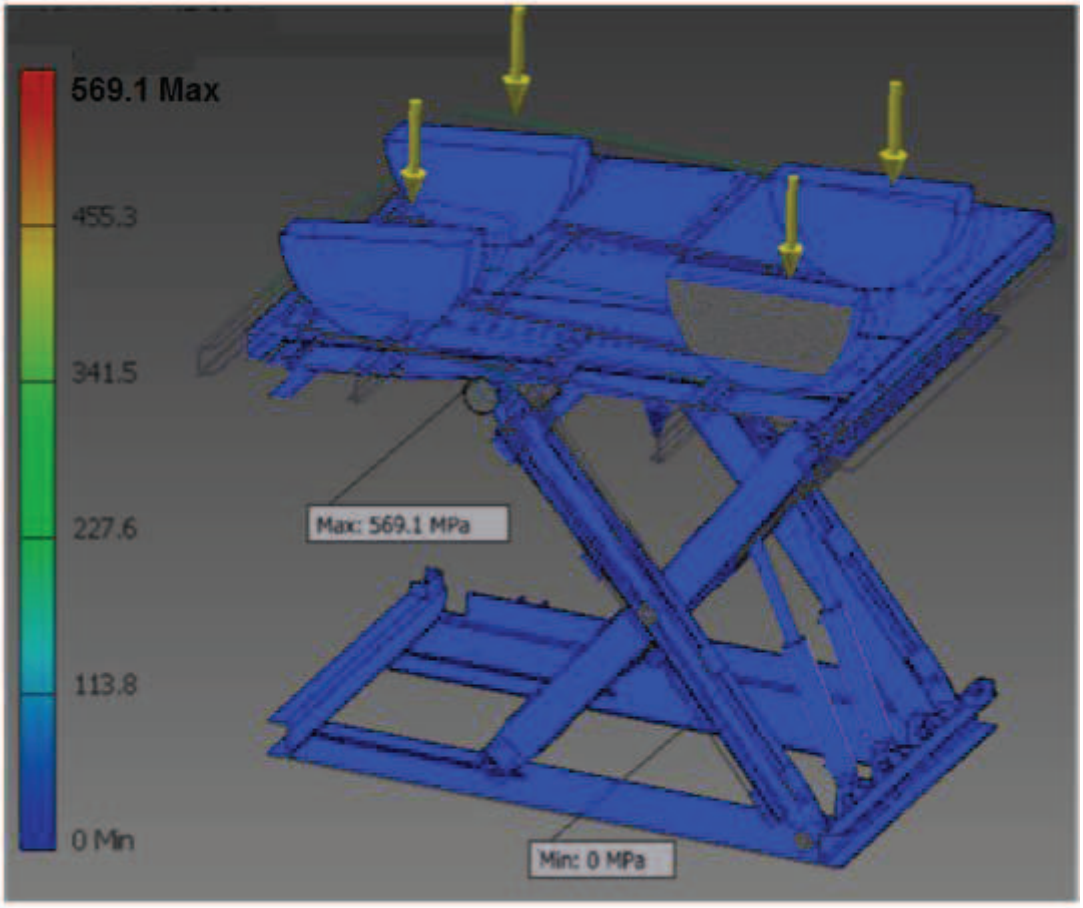


Figura 4. 26 Resultados de esfuerzos de Von Misses
Fuente: Elaboración Propia

4.4.4.3 Resultados de deflexión

El valor de deflexión máxima obtenida en el análisis de elementos finitos mostrada en la figura 4.27 es de 3.2mm, esta deformación no es excesiva, y es menor al límite establecido L/240 que recomienda la AISC y el CEC.

Está deflexión es menor que la obtenida en el cálculo estructural (en donde no se considera la estructura de la plataforma que ayuda a reducir la deflexión en el modelo).

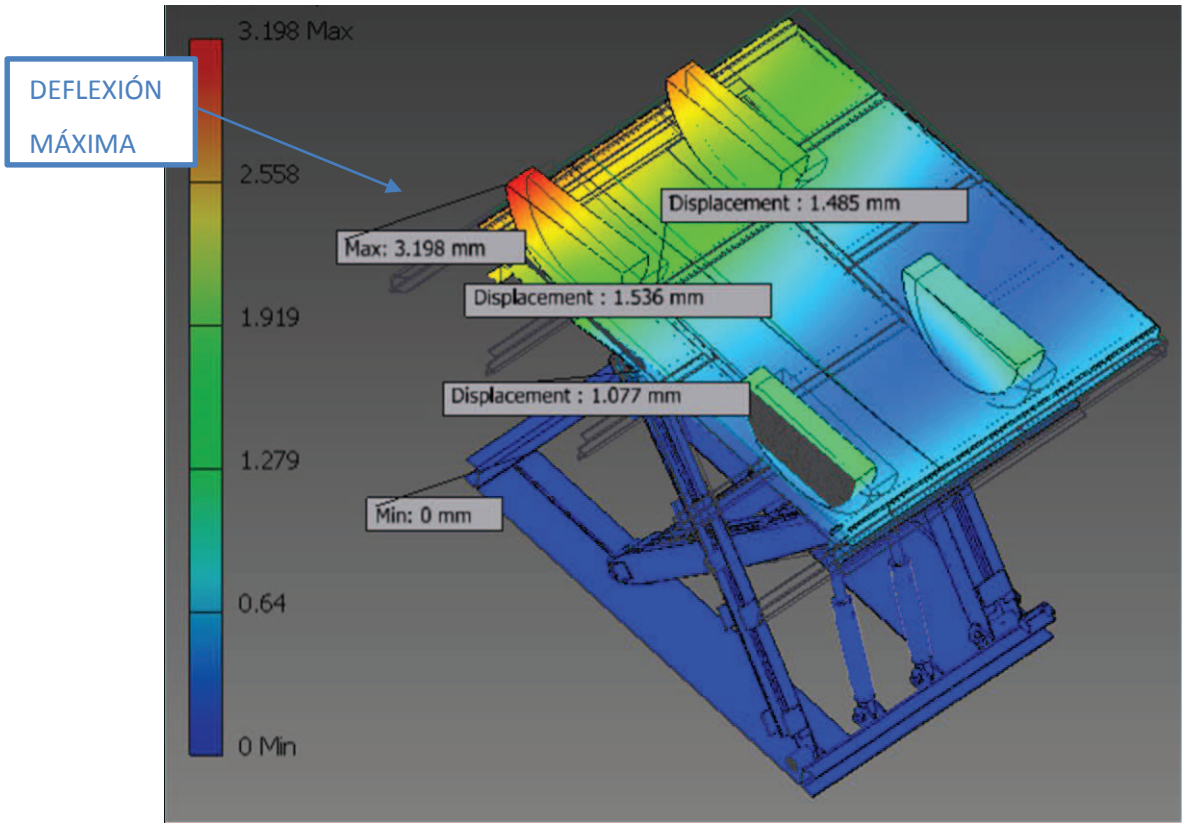


Figura 4. 27 Resultados de deflexión

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5 CAPACIDAD DEL PISTÓN

4.4.5.1 Carga axial sobre el pistón

En la Figura 4.28 se observa que la carga axial que soporta el elemento que simula el pistón, es de 5369 kgf., lo que permite determinar la capacidad de cada pistón siendo esta de 5 Ton.

Para adquirir un cilindro hidráulico es más conveniente solicitar a los proveedores de cilindros un pistón a la medida que se necesita y la capacidad requerida.

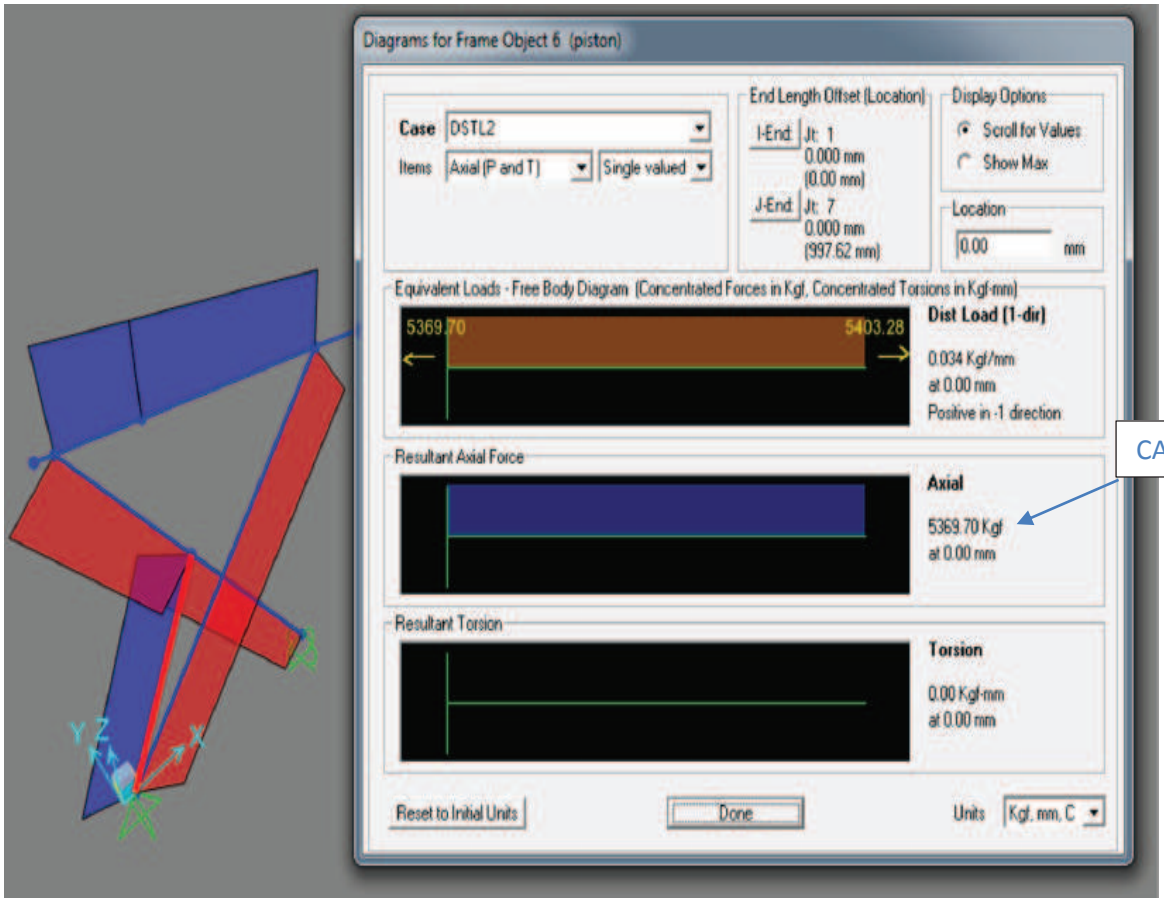


Figura 4. 28 Carga axial sobre el pistón

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5.2 Recorrido del pistón

4.3.5.2.1 Pistón

Los datos del pistón se muestran en la figura 4.29

- Tipo: Doble acción
- Diámetro camisa: 3.5” (88.9 mm)
- Longitud Extendido: mínimo 1000 mm
- Longitud retraída: 650 mm
- Diámetro interno de horquillas para pasador: 38 mm

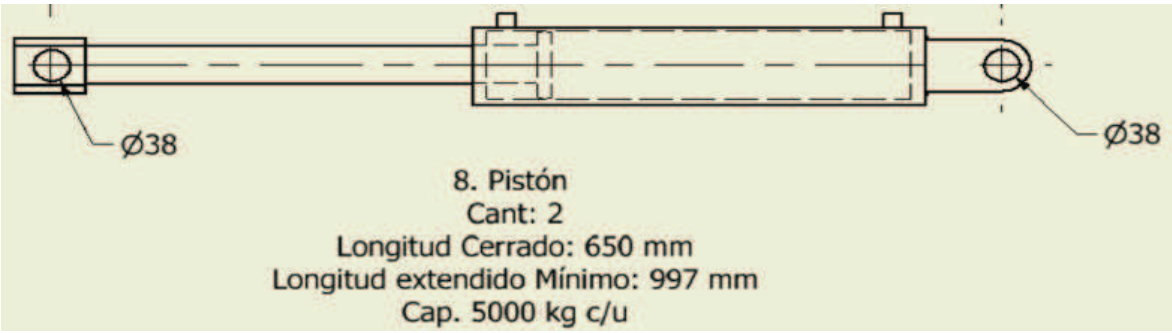


Figura 4. 29 Dimensionamiento del cilindro hidráulico

Fuente: Elaboración Propia

Se debe solicitar a los proveedores los dos cilindros hidráulicos con las características especificadas

4.5 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Para determinar los elementos que conforman el sistema de potencia y seguridad hidráulico, es necesario tomar en cuenta la presión máxima del sistema, porque a partir de esta presión se seleccionan todas las partes del sistema hidráulico.

4.5.1 PRESIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA

La presión máxima en el sistema, es la que se determina a la carga máxima que soporta el elevador.

- Carga a soportar = 7150 kgf (70141.5 N)

Para el cálculo del área del pistón se establece un diámetro interior del cilindro igual a 3.5 pulgadas (88.9 mm.)

$$A_{pi} = \frac{\pi * {D_p}^2}{4} \qquad Ec\ 4.37$$

$$D_p = 3.5\ pulgadas \left|\frac{25.4\ mm}{1pulg}\right| = 88.9\ mm$$

$$A_{pi} = \frac{\pi * 88.9^2\ mm^2}{4} = 6207.16 mm^2 = 0.006\ m^2$$

Para la presión requerida en el pistón se parte de la fuerza total y del área del pistón.

$$P_{máxp} = \frac{F_t}{A_{pi}} \qquad Ec\ 4.38$$

$$P_{máxp} = \frac{70141.5\ N}{0.006\ m^2} = 11690250\ Pa \approx 11713\ KPa.$$

El valor de la presión máxima de trabajo suele calcularse para una vida de 10000 horas; alrededor de 3000 $PSI \approx 20670\ KPa$.

Es necesario también considerar la presión de trabajo, requisito indispensable que piden la mayoría de fabricantes.

4.5.2 PRESIÓN DE TRABAJO DEL SISTEMA

Para calcular la presión de trabajo del sistema real requerida en cada pistón se parte de la fuerza axial y del área del pistón.

$$P_{máxp} = \frac{Fa}{A_{pi}} \qquad Ec\ 4.39$$

$$P_{Trab} = \frac{52623.06\ N}{0.006\ m^2} = 8770.51\ \mathrm{K}Pa$$

La presión máxima es mayor a la presión real de trabajo, valores que se establecen ya que necesariamente es fundamental llegar a comprender que no es necesario solo tener en cuenta una sola presión en el sistema, si no que se pueda mantener un margen entre las dos presiones requeridas y poder dar a conocer al fabricante al momento de adquirir la bomba.

Así mismo es necesario conocer el caudal que se tiene para calcular la potencia necesaria, y con esto seleccionar los elementos hidráulicos (Grupo Bomba - motor) que nos permitan elevar la carga de 5.5 Toneladas.

4.5.3 CAUDAL

Para este caso se toma en cuenta las características de la máquina, las cuales de cierto modo limitan y condicionan el cálculo.

- Se tiene una longitud de carrera del pistón L=350 mm.
- El tiempo para recorrer los 350 mm se asume de 20 segundos.

Por las condiciones anteriores la V_c del pistón es:

$$V_c = \frac{L}{t_L} \qquad Ec\ 4.40$$

Donde:

L = Carrera del pistón (350 mm).

t_L= Tiempo que el pistón demore en recorrer los 350 mm cuando no exista carga alguna.

$$V_c = \frac{350\ mm}{20\ seg} = 17.5\ mm/s$$

El caudal del sistema requerido Q es:

$$Q = V_c * A_{pi} \qquad Ec\ 4.41$$

$$Q = 17.5\frac{mm}{s} * 6207.16mm^2 = 108625.3\ \frac{mm^3}{s}$$

$$Q = 108625.3\frac{mm^3}{s} = 1.086253 * 10^{-4}\frac{m^3}{s} = 1.72\ GPM$$

4.5.4 CÁLCULO DE POTENCIAS

Para el desarrollo de las potencias en los principales elementos hidráulicos del sistema se deben tomar eficiencias y por tanto pérdidas que existen en los mismos, para esto se observa la siguiente figura 4.30

Figura 4. 30 Diagrama Sankey que representa los valores promedios de las respectivas eficiencias para cada elemento hidráulico.

Fuente: TECSUP-Campus Virtual; “Manual Fundamentos de Hidráulica”; Sección Mandos Hidráulico. 59.

4.5.4.1 Potencia en la bomba

Potencia teórica en la bomba Pt:

$$P_t = \frac{Q * P_{máxp}}{1714} \qquad Ec\ 4.42$$

$$P_t = \frac{1.72GPM * 1750\ PSI}{1714} = 3.013HP$$

Se tiene en cuenta una eficiencia η_b en la bomba de 0.8 según la gráfica 4.29

Potencia real P_o en la bomba:

$$P_o = \frac{P_t}{\eta_b} \qquad Ec\ 4.43$$

$$P_o = \frac{3.013\ HP}{0.8} = 3.76\ HP$$

Se elige una bomba de 4 HP.

4.5.4.2 Potencia en el motor

Con una eficiencia η_m en el motor de 0.8 se tiene una potencia en el motor de:

$$P_m = \frac{P_o}{\eta_m} \qquad Ec\ 4.44$$

$$P_m = \frac{4\ HP}{0.8} = 4.70\ HP$$

Se relaciona la potencia obtenida con catálogos existentes en el mercado (Anexo D), se selecciona un motor de 5 HP. Además de eso también se puede ver que la selección incluye una velocidad de 1800 rpm y 220 V de entrada.

4.5.5 SELECCIÓN DE VÁLVULAS

4.5.5.1 Cálculo de la presión en la válvula de alivio o seguridad

La presión en la válvula de alivio Pva debe ser un 5% más que la presión máxima del sistema, como se indica:

$$P_{va} = P_{máxp} + \left(P_{máxp} * 0.05\right) \qquad Ec\ 4.45$$

$$P_{va} = 1700\ PSI + \ (1700\ PSI * 0.05)$$

$$P_{va} = 1837.5\ PSI = 12660.375\ Kpa$$

4.5.5.2 Determinación de la válvula distribuidora

Se toma en cuenta la de cuatro pasos y tres posiciones, mediante un sistema centrado por resorte, para su elección hay que tener presente el caudal máximo del sistema el mismo que es el caudal nominal de la bomba hidráulica.

Por lo que se selecciona una válvula distribuidora de un rango de 10 - 0.1 GPM . ($6.3108 * 10^{-4}$– 6.309 * 10-6 m³/seg) y una presión de operación máxima de 1700 PSI (11690.2 Kpa).

4.5.6 SELECCIÓN DE TUBERÍAS

Para la selección de las tuberías se debe tomar en cuenta principalmente los caudales y las áreas, ya que esos parámetros determinan la velocidad del fluido. La velocidad del fluido está limitada debido a pérdidas de energía existentes que se causan debido al rozamiento entre el fluido y la tubería.

Por lo que se recomiendan las siguientes velocidades que se muestran en la Tabla 4.3

Tabla 4. 3 Límites de velocidades recomendados para las diferentes líneas**.**

LÍNEAS EXISTENTE EN UN SISTEMA HIDRÁULICO	**VELOCIDAD RECOMENDADA (m/s)**
Líneas de succión	Vsucción < 1.5
Líneas de retorno al tanque	Vretorno < 3.0
Líneas de presión	Vpresión < 5.0
Velocidad de los actuadores	Vactuadores < 1.0

Fuente: Manual Fundamentos de Hidráulica"; tecsup-Campus Virtual

4.5.6.1 Selección de la tubería para la línea de succión

Se tiene que el caudal del sistema requerido Q es de:

$$Q = 108625.3\frac{mm^3}{s} = 1.086253 * 10^{-4}\frac{m^3}{s} = 1.72\ GPM$$

$$Q = V_s * A_s \qquad \text{Ec } 4.45$$

Donde:

Vs = Velocidad del fluido en la línea o tubería de succión del sistema.

As = Área interna de la tubería de succión del sistema.

$$A_s = \frac{Q}{V_s} = \frac{108625.3\ \frac{mm^3}{s}}{500\ \frac{mm}{s}} = 217.25\ mm^2$$

Con este dato se calcula el diámetro interno de la tubería de succión Ds

$$A_s = \frac{\pi * {D_s}^2}{4} \qquad Ec\ 4.46$$

$$D_s = \sqrt{\frac{4\ *\ A_s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\ *\ 217.25mm^2}{\pi}} = 16.63\ mm\ \approx\ 0.69pulg$$

4.5.6.2 Selección de tuberías para las líneas de presión y de retorno o descarga al tanque

La tubería de succión es relativamente igual a la línea de presión, ya que para ubicar al pistón en la posición de retorno se necesita bombear líquido, es decir en esa línea se tiene líquido a alta presión.

$$Q = V_{p/r} * A_{\frac{p}{r}} \qquad Ec\ 4.47$$

Donde:

Vp/r = Velocidad del fluido en la tubería de presión y retorno al depósito del sistema.

Ap/r = Área interna de la tubería de presión y retorno al depósito del sistema.

$$A_{p/r} = \frac{Q}{V_{p/r}} = \frac{108625.3 \frac{mm^3}{s}}{1000 \frac{mm}{s}} = 108.6256\ mm^2$$

Con este dato del área se calcula el diámetro interno de la tubería de presión y retorno al depósito Dp/r

$$A_{p/r} = \frac{\pi * {D_{p/r}}^2}{4} \qquad Ec\ 4.48$$

$$D_{p/r} = \sqrt{\frac{4 * A_{p/r}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 108.6256\ mm^2}{\pi}} = 11.70\ mm \approx 0.49\ pulg$$

De acuerdo a lo anterior se puede concluir que se necesitan dos tipos de tuberías (Ver Anexo E).

- Una tubería de diámetro interno de 16.63 mm para la línea de succión.
- Una tubería de diámetro interno de 11.70 mm para las líneas de presión y retorno al depósito.

4.5.7 DIMENSIONAMIENTO DEL DEPÓSITO

Un depósito bien diseñado ayuda a disipar el calor generado por el sistema, como mínimo debe contener todo el fluido que se requiere y mantener un nivel lo suficientemente alto como para que no se produzcan torbellinos en la línea de aspiración de la bomba.

En general se utilizan depósitos que tienen de 2 o 3 veces el caudal de la bomba en litros por minuto, por lo que se tiene:

$$Q = 1.72\ GPM = 6.51\ l/min$$

$$V_D = 2.5\ Q$$

Donde:

VD = Volumen del depósito o tanque de almacenamiento.

$$\text{VD} = 2.5 * 4.92 \frac{l}{min} = 16.27\ litros = 16270\ cc \approx 4.30\ galones$$

En la figura 4.31 se muestra al depósito del sistema hidráulico.

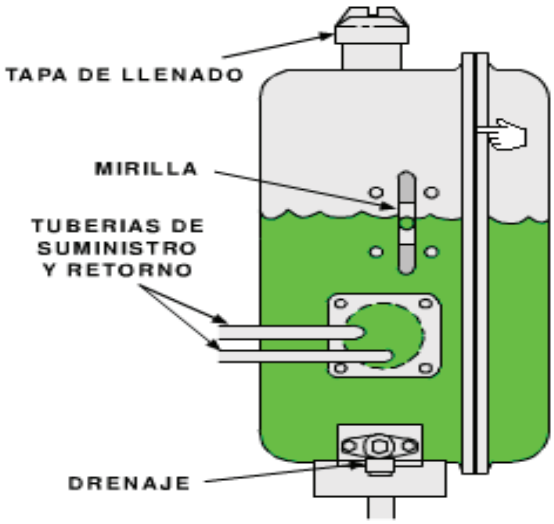


Figura 4. 31 Depósito del sistema

Fuente: libro_neumática_hidraúlica_electricidad aplicada_by_reny.pdf

4.5.8 SELECCIÓN DEL ACEITE HIDRAÚLICO

La mayoría de los sistemas hidráulicos industriales que operan a temperaturas normales tienen bombas que requieren aceites con un grado de viscosidad entre 5 y 100 ISO, aunque los grados más comúnmente usados están entre 32 y 46[8]. Por lo que se selecciona el aceite ISO 32, el mismo que tiene las siguientes equivalencias y clasificaciones (Tabla 4.4).

[8] SHELL; Tutor de lubricación; Lubricantes para sistemas hidráulicos; Módulo 5;pág. 42

Tabla 4. 4 Equivalencias entre los sistemas de clasificación de la viscosidad

Grado ISO	Grado ASTM	Grado AGMA	Grado SAE			
			Motor		Engranajes	
			Unigrado	Multigrado	Unigrado	Multigrado
10						
15	75					
22	105		0W, 5W		75W	
32	150		10W			
46	215	1	10, 15W			

Fuente: http://www.brettis.Aceites- Hidráulicos

4.5.9 FILTRO EN LA LÍNEA DE RETORNO

Este tipo de filtro es útil, ya que atrapa partículas muy finas antes de que el fluido regrese al tanque, y que según se establece; un filtro en la línea de retorno es lo mejor para una bomba de alto rendimiento.

Se calcula el filtro a la llegada al depósito (retorno) – 1500µ a 2000µ con el dato del caudal Q=1.72 GPM.

En la figura 4.32 se muestra la filtro de retorno

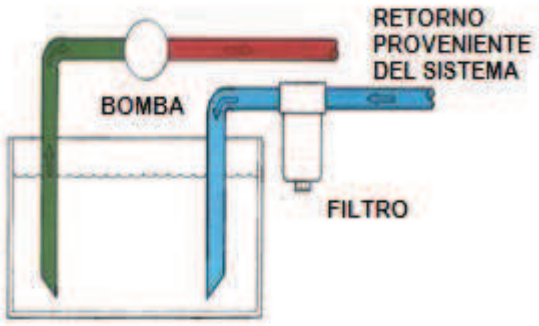


Figura 4. 32 El Filtro de la línea de Regreso evita que se contamine el Depósito
Fuente: Manual de hidraúlica Industrial distribuido por Vickers

4.5.10 CARACTERÍSTICAS FINALES DEL SISTEMA HIDRAÚLICO

En la tabla 4.5, se especifican las características de cada elemento y del sistema en general.

Tabla 4. 5 Características finales del Sistema Hidráulico.

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
Presión máxima del sistema	1700 PSI
Carga a aplicarse	7980 Kg (7.98 Ton)
Caudal del sistema	1.72 GPM
Pistón de doble efecto	Diámetro del pistón: 3.5 pulg. (88.9mm) Carrera: 350 mm Espacio disponible: 650mm Diámetro interno de horquillas para pasador: 38 mm (La más próxima en pulgadas) Tipo de acople o montaje: Brida trasera (Ver anexo F)
Bomba de paletas	Caudal: 1.72 GPM Caballaje: 4 HP RPM: 1800 rpm
Motor trifásico	Caballaje del motor: 5 HP RPM: 1800 rpm Voltaje: 220 V Amperaje: 8,5 A Tipo de corriente: AC Tipo de arranque: Directo (sin arrancador)
Válvula de alivio	Presión de trabajo: 1200 psi
Válvula regula de flujo o de caudal bidireccional	Presión de trabajo: 3000 psi Variación de flujo: 10 – 0,1 GPM
Válvula de control direccional 4 vías – 3 posiciones	Tipo: Tándem Tipo de accionamiento: Manual con enclavamiento Presión de trabajo: 3000 psi
Unión Motor – Bomba	Diámetros de acople: En función de los diámetros de los ejes del motor y bomba

…/

Tabla 4.5 Características finales del Sistema Hidráulico (continuación).

Manguera de succión	Diámetro interno de la manguera: 5/8 pulg. Tipo de manguera: SAE 100R1 AT Presión de trabajo (según catálogo): 1850 psi Longitud: 6 m
Manguera de presión y descarga al depósito	Diámetro interno de la manguera: 1/2 pulg. Tipo de manguera: SAE 100R1 AT Presión de trabajo (según catálogo): 2300 psi (Anexo E) Longitud: 6 m
Tanque de almacenamiento del fluido de trabajo	Tanque atmosférico cerrado Volumen: 5 Galones
Filtro de descarga	Filtro de retorno hidráulico en línea max. 250 l/min | MSHconexiones a partir de la ¾" a 1 ½" BSP/NPT/SAE.
Manómetro	Presión de trabajo: 1200PSI

Fuente: Elaboración propia

4.5.11 DIAGRAMA HIDRÁULICO

En la figura 4.33 se presenta el diagrama del circuito hidráulico.

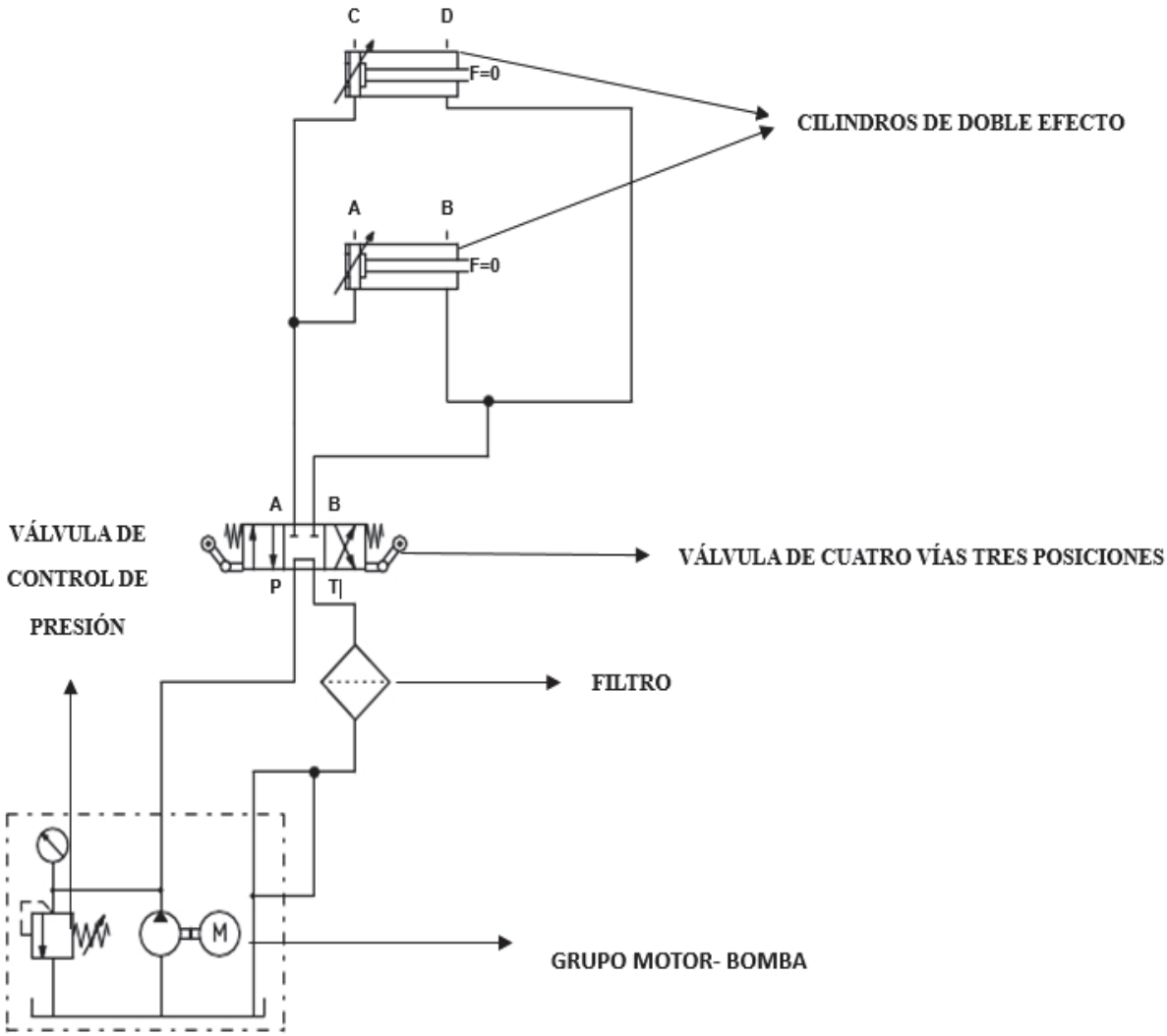


Figura 4. 33 Diagrama del circuito hidráulico

Fuente: Elaboración propia

Una vez finalizado el diseño se realizan los planos de montaje y de taller los mismos que se presentan en el Anexo G.

Se realiza la simulación con un software para diseño mecánico, para verificar el correcto funcionamiento del elevador a ser repotenciado, el cual se encuentra en el Anexo H.

CAPITULO V

ESTUDIO DE LA CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

5.1 INTRODUCCIÓN

El presente Capítulo expone detalladamente cada una de las etapas y procesos que involucran la construcción de los sistemas que comprenden al elevador de carga, además se presenta la secuencia para elaborar los elementos y partes que componen la máquina repotenciada, respetando normas de higiene y seguridad industrial.

Se presenta a continuación la construcción y montaje, que se debe realizar para obtener listo el rediseño repotenciado.

5.2 CONSTRUCCIÓN.

Para la construcción de los elementos es trascendental tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Condiciones del taller: Se refiere a que el taller mecánico conste con todos los instrumentos, equipos y máquinas-herramientas adecuadas para la fabricación de cada una de las piezas a colocar.

Factibilidad de adquisición: Se refiere a la facilidad de adquirir en el mercado nacional la materia prima, piezas y/o mecanismos ya construidos que sean comerciales y herramientas adecuadas para la construcción de los elementos.

Además es necesario contar con personal que tenga el suficiente conocimiento y experiencia en interpretación de planos mecánicos y manejo de máquinas-herramientas, esto facilitará la construcción.

Rigiéndose a los parámetros expuestos anteriormente y un sólido criterio mecánico se consigue el resultado esperado.

5.2.1 MÁQUINAS, HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Para fabricar las diferentes piezas indispensables para la repotenciación del elevador es necesario la utilización de:

Máquinas: Torno, Fresadora, Soldadora, Taladro de Banco, Esmeril, Sierra de vaivén, Amoladora, Suelda SMAW, Limadora.

Herramientas: Útiles de torneado, útiles de fresado, martillo de goma, limas, brocas, sierras, playo, pinzas, llaves de copa, discos de corte, electrodos.

Instrumentos: Calibrador, flexómetro, micrómetro, reloj comparador, nivel y escuadras de precisión.

Con el fin de identificar fácilmente dichas máquinas, herramientas e instrumentos se listan en la Tabla 5.1.

Tabla 5. 1 Listado de máquinas, herramientas e instrumentos de medición.

MÁQUINAS
Torno
Taladro de pedestal
Taladro manual
Cortadora oxicorte
Suelda SMAW
Amoladora
Esmeril
Compresor
Prensa Hidráulica

HERRAMIENTAS
Set de herramientas torno
Juego de brocas
Set de boquillas
Electrodos
Discos de corte
Discos de pulido
Soplete
Rayador
Juego de llaves
Juego de rachas
Juego de desarmadores
Martillo

INSTRUMENTOS
Calibre
Flexómetro
Nivel
Escuadra

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 PROCESOS MECÁNICOS

En la Tabla 5.2 se generalizan los procesos mecánicos necesarios para la elaboración de las piezas del elevador.

Tabla 5. 2 Procesos tecnológicos.

PROCESOS DE CONFORMADO
Trazado
Cortado
Taladrado
Limado
Roscado
Amolado
Soldado
Pintado
Torneado
Fresado

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 MATERIA PRIMA

En la Tabla 5.3 se exponen la materia prima con la que se fabricará los elementos necesarios para repotenciar al elevador.

Tabla 5. 3 Materia prima a utilizarse

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
1	1	Perfil Normal "U"-UPN 140	longitud:6000 mm
2	1	Perfil Normal "U"-UPN 140	longitud:6000 mm
3	1	Eje AISI 1018 Ø50	longitud:6000 mm
4	1	Eje AISI 1018 Ø45	longitud:6000 mm
5	1	Placa de acero A36 espesor=12 mm de 560*560, Acero A36 de 500*500*12mm, Acero A36 de 300*300*12mm, Acero A36 de 1000*600*12mm	1220*2440 mm
6	2	Plancha de acero A36 de 8 mm	1220*2440 mm
7	1	Barra riel de 12*12	Longitud de 6000 mm
8	1	Eje de acero A36 de 300*300*8 mm	Longitud:6000 mm
9	1	Perfil Normal UPN 140*40	Longitud:6000 mm

…/

Tabla 5.3 Materia Prima (continuación)

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
10	4	UPN 100 *10mm de espesor	Longitud:6000 mm
11	2	Planchas antideslizantes Acero A36 de 6mm	1220*2440 mm
12	2	Perfil Normal "U"-UPN 140	longitud:6000 mm
13	1	Placa de acero A36 de 1105*600*8 mm, Placa de acero A36 de 800*1200*8 mm	1220*2440 mm
14	1	eje Øext=76	Longitud 210 mm
15	1	2 Cilindros Hidráulicos y una Bomba	Recorrido del pistón 997 mm, bomba (1.93 GPM a 1200 RPM)
16	1	eje de Ø=130 mm	Longitud:150mm

Fuente: Elaboración propia

5.2.4 ELEMENTOS A FABRICAR

El elevador tiene diferentes elementos mecánicos a fabricar con Acero ASTM A 36 detallados adecuadamente en la tabla 5.4.

Tabla 5. 4 Partes a construirse con acero ASTM A 36.

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANO
1	1	Estructura Brazo tijera	1.3085.101
2	1	Plataforma superior reforzada	1.3085.102
3	1	Bastidor inferior	1.3085.107
4	1	Estructura para cilindro brazo tijera	1.3085.110

Fuente: Elaboración propia

Elementos mecánicos a fabricar con Acero AISI 1018 detallados adecuadamente en la tabla 5.5.

Tabla 5. 5 Partes a construirse con acero AISI 1018.

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANO
1	4	Eje extremo fijo tijera	1.3085.103
2	2	Eje superior pistón	1.3085.104
3	2	Eje central - tijera	1.3085.105
4	2	Eje inferior pistón	1.3085.106
5	4	Eje rueda	1.3085.108
6	4	Rueda	1.3085.109
7	4	Manzana para eje central Brazo-tijera	1.3085.110 1.3085.101

Fuente: Elaboración propia

Elementos estandarizados, se detallan a continuación en la tabla 5.6.

Tabla 5. 6 Partes estandarizadas

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	2	Pasador de aletas8x59	Según Norma ISO 2134
2	12	Pasador de aletas 6.3x48	Según Norma ISO 2134
3	12	Graseros M6	Según Norma DIN 440
4	1	Mando (válvula de control).	Aleación de Aluminio
5	4	Pernos de anclaje	Según Norma DIN 835
6	1	Depósito de aceite (tanque)	Acero inoxidable AISI 304L
7	1	Motor, Bomba Hidráulica	De hierro fundido , aleación de aluminio
8	1	Mangueras hidráulicas de alta presión.	Según Norma DIN EN 853
9	1	Neplos	Según Norma DIN 11851
10	2	Cilindros hidráulicos de doble efecto	Según Norma CHB ISO 6022
11	2	Válvulas de seguridad y alivio	Según Norma ISO 6021

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 PASOS DE ELABORACIÓN

Para fabricar los elementos necesarios en la repotenciación del elevador es indispensable cumplir con faces de construcción que generalmente cumplen la siguiente secuencia:

- Adquisición de la materia prima.
- Almacenado de la materia prima.
- Trazado sobre la materia prima.
- Corte de piezas en dimensiones brutas.
- Preparación de piezas según procesos tecnológicos establecidos.
- Eliminación de virutas y escorias provenientes de procesos de fabricación.
- Comprobación de estabilidad, funcionalidad y tolerancias dimensionales, superficiales y geométricas.
- Protección anticorrosiva de superficies.

5.3 PROCEDIMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de los elementos a rediseñarse deben seguirse el Plan de Procesos que se muestran en el Anexo I.

5.4 MONTAJE.

Para realizar el montaje se debe seguir el Plano de Conjunto respectivo (Plano Nº 1.3085.001) que se muestra en el Anexo G

5.5 PRUEBAS DE CAMPO

Para realizar las pruebas de campo se debe seguir el respectivo Protocolo de Pruebas que se muestra en el Anexo A

5.6 PLAN DE MANTENIMIENTO

Una vez construido el elevador es necesario considerar un plan de mantenimiento que describa las políticas y procedimientos del mantenimiento preventivo, las acciones y plazos para la limpieza, comprobación, ajuste, lubricación, y sustitución de piezas, del elevador hidráulico de simple tijera de la empresa Grafitext Cía. Ltda.

Este programa tiene como finalidad, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil del elevador, reducir los costos por reparaciones, y sobre todo tratar de evitar los mantenimientos correctivos

El plan de mantenimiento se muestra en el Anexo J.

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE COSTOS

6.1 COSTOS DIRECTOS

Son todos los costos necesarios que están relacionados directamente con el rediseño del elevador de doble tijera hidráulico de 2 a 5.5 Ton.

- Costo de materia prima y de elementos normalizados.
- Costo de materiales o insumos.
- Costo de mano de obra.
- Costo de energía.

6.1.1 COSTO DE MATERIA PRIMA Y ELEMENTOS NORMALIZADOS

Son los costos que involucran la adquisición de la materia prima, la misma que se utiliza para elaborar las partes del sistema estructural del elevador, así como también se toma en cuenta el precio de todos los elementos normalizados que conforman al sistema de potencia y de seguridad hidráulico.

En la tabla 6.1 se muestra el costo de la materia prima

Tabla 6. 1 Costo materia prima

Materia Prima					
Item	**Cantidad**	**Descripción**	**Observaciones**	**Costo Unitario (USD)**	**Costo Total (USD)**
1	1	UPN 140 refuerzo exterior	Longitud:6000 mm	150,00	150,00
2	1	UPN 140 refuerzo interior	Longitud:6000 mm	150,00	150,00
3	1	Eje AISI 1018 Ø50	Longitud:6000 mm	204,90	204,90
4	1	Eje AISI 1018 Ø45	Longitud:6000 mm	202,90	202,90
5	1	Placa de acero A36 espesor=12 mm de 560*560, Acero A36 de 500*500*12mm, Acero A36 de 300*300*12mm, Acero A36 de 1000*600*12mm	1220*2440	310,90	310,90
6	2	Plancha de acero A36 de 8 mm	1220*2440	185,00	370,00

…/

Tabla 6. 1 Materia Prima (continuación)

Item	Cantidad	Descripción	Observaciones	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
7	1	Barra riel de 12*12	Longitud de 6000 mm	5,70	5,70
8	1	eje de acero A36 de 300*300*8 mm	Longitud:6000 mm	18,00	18,00
9	1	UPN 140*40 tope	Longitud:6000 mm	142,00	142,00
10	4	UPN 100 *10mm de espesor	Longitud:6000 mm	98,00	392,00
11	2	Planchas antideslizantes Acero A36 de 6mm	1220*2440	200,00	400,00
12	2	UPN 140	Longitud:6000 mm	150,00	150,00
13	1	Placa de acero A36 de 1105*600*8 mm, Placa de acero A36 de 800*1200*8 mm	1220*2440	185,00	370,00
14	1	eje Øext=76	Longitud 210 mm	8,00	8,00
15	1	eje de Ø=130 mm	Longitud:150mm	12,00	12,00
				Subtotal (USD)	2883.7
				Iva 12%	346,04
				Total	3229.74

Fuente: Dipac, Iván Bohman C. A.

Elaboración: Propia.

En la tabla 6.2 se muestra el costo de los elementos normalizados

Tabla 6. 2 Costo de Elementos normalizados

ELEMENTOS NORMALIZADOS				
Item.	**Descripción**	**Cantidad**	**Costo Unitario (USD)**	**Costo Total (USD)**
1	Cilindro Hidraúlico bajo medida 997 mm.	2	650,00	1300,00
2	Bomba de cbd2f206 (1.93 gpm a 1200 rpm)	1	380,42	380,42
3	Acople motor bomba + matrimonio	1	120,00	120,00
4	Válvula de alivio de presión bds g 18/1200 psi	1	104,26	104,26
5	Válvula direccional 4we6e6x/cw220n9k4	1	171,37	171.37
6	Conector eléctrico z4-z14 3p-t+preto	8	6,10	48,80
7	Bloque distribuidor plc 2hsr 06-22/01 c	1	160,85	160.85
8	Pernos de anclaje 5/8”	4	3,73	14.92
9	Filtro de retorno abzfr-s0063-10-1x/m-din	1	23.50	23.50
10	Manómetro ab31-11/063-3000 t. inferior	1	12,62	12.62
11	Depósito e indicador de nivel fsa-127-5 gal.x12	1	61,88	61,88
12	Mangueras 2300 psi y accesorios de 6 m.	2	42,00	82,00
13	Sistema de control eléctrico	1	100,00	100,00

…/

Tabla 6. 2 Costo de Elementos normalizados (Continuación)

Item.	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
14	Grasero m6 x 0.75	12	2.30	27,6
15	Pasador 6.3 x 48	4	1.50	6,00
			Subtotal (USD)	2614,22
			Iva 12%	313,70
			Total	2927,92

Fuente: Neumac

Elaboración: Propia.

6.1.2 COSTO DE MATERIALES O INSUMOS

Son elementos requeridos de forma inmediata para la continuación del proyecto.

En la Tabla 6.3 se muestra el costo de materiales.

Tabla 6. 3 Costo de materiales

Costo de materiales		
Ítem	**Material**	**Valor USD**
1	Lijas	5,20
2	Thinner	3,50
3	Guaipes	2,00
4	Pintura anticorrosiva	45,00
5	Discos de amolar	10,00
6	Electrodos E7018	85,00
7	Otros	8,00
	Subtotal	121,70
	Iva 12%	14,64
	Total	136,30

Fuente: Comercializadoras de Quito

Elaboración: Propia

6.1.3 COSTO DE MANO DE OBRA

El $/hora por el manejo de la maquinaria por el operador en las diferentes etapas de construcción es necesario estimar para determinar el presupuesto del proyecto y no obtener pérdidas, tal como se presenta en la siguiente Tabla 6.4.

Tabla 6. 4 Costo de Mano de Obra.

Mano de Obra Directa			
Cortado de barras		**Horas**	**USD**
	Operador	2,5	$ 7,00
Cortado de Planchas			
	Operador	7	$35 ,00
Esmerilado			
	Operador	2,0	$ 5,00
Mecanizado			
	Operador	24,0	$ 120,00
Conformado			
	Operario Dobladora	2,00	$ 8,00
	Operario para montaje	32	$ 300,00
Montaje y Soldadura			
	Soldador Calificado	8	$ 400,00
Total			**$ 875,00**

Fuente: Elaboración propia

6.1.4 COSTO DE ENERGÍA

Es el costo respectivo al consumo de energía necesaria para la fabricación del elevador hidráulico, tal como se indica en la siguiente Tabla 6.5.

Tabla 6. 5 Costos de Energía.

Costos de Energía								
Cant	**Maquina o Equipo**	**W**	**KW**	**Trabajo (horas)**	**KW-h**	**USD/KW-h**	**USD**	**USD/ proyecto**
1	Taladro columna	1100	1,1	1,5	1,65	$ 0,08	$ 0,13	$ 0,13
1	Soldadora SMAW	3840	3,84	1,5	5,76	$ 0,08	$ 0,46	$ 0,46
2	Amoladora	2500	2,5	4	10	$ 0,08	$ 0,80	$ 0,80
1	Otros	2000	2	10	20	$ 0,08	$ 1,60	$ 1,60
								$ 2,99

Fuente: Elaboración Propia

6.1.5 COSTO DIRECTO TOTAL

El costo directo es la suma correspondiente a los subtotales anteriores, describiendo en la siguiente Tabla 6.6.

Tabla 6. 6 Costo directo Total.

Tipo de Costo	Subtotal (USD)	
Costo de materia prima y elementos normalizados		6157,66
Costo de materiales		$41,10
Costo de mano de obra		875,00
Costo de energía		2,99
	Total	**7076.75**

Fuente: Elaboración Propia

6.2 COSTOS INDIRECTOS

Son todos los costos que no se relacionan directamente con el proceso de manufactura, pero que contribuyen y forman parte para su desarrollo.

- Costo de papelería.
- Costo de Ingeniería.
- Gastos imprevistos.

6.2.1 COSTO DE PAPELERÍA

Son los elementos necesarios para plasmar la investigación en un documento físico.

En la Tabla 6.7 se muestran los costos de papelería.

Tabla 6. 7 Costos de Papelería

Costo de Papelería			
Ítem	**Materiales**	**Cantidad**	**Valor USD**
1	Copias	300	$ 4,50
2	Impresiones	400	$ 23,50
3	Carpetas	6	$ 2,00
3	Empastado	3	$ 55,00
4	Anillados	3	$ 8,00
5	CDs	3	$ 3,00
		Subtotal	$ 96,00

Fuente: Elaboración Propia

6.2.2 COSTO DE INGENIERÍA

Es el valor correspondiente al diseño y construcción del elevador hidráulico de 5.5 Ton., por lo general equivale al 25% del costo directo total siendo:

En la Tabla 6.8 se muestra el costo del Diseño e Ingeniería.

Tabla 6. 8 Costo de Ingeniería

COSTO DE INGENIERIA			
Detalle	**Cantidad**	**Costo unitario**	**Costo total**
Ingeniería y diseño	1	1769,18	1769,18
		Subtotal (USD)	1719,18

Fuente: Elaboración Propia

6.2.3 GASTOS IMPREVISTOS

Se incluye el costo del transporte de los materiales al lugar de trabajo y otros. Se estima en: $ 40,00.

6.2.4 COSTO TOTAL INDIRECTO

En la Tabla 6.9 se muestra la suma de todos los subtotales que son:

Tabla 6. 9 Costo total Indirecto

Tipo de Costo	Subtotal (USD)
Costos de papelería	96,00
Costo de Ingeniería	1769,18
Gastos imprevistos	40,00
Subtotal (USD)	$1905,18

Fuente: Elaboración Propia

6.3 COSTO TOTAL

Es la suma de los costos indirectos y directos del Proyecto para el Diseño de la Repotenciación del Elevador de 2 a 5.5 Ton., se detalla en la Tabla 6.10.

Tabla 6. 10 Costo total

Tipo de Costo	Subtotal
Costo total directo	$ 7076,75
Costo total Indirecto	$ 1905,18
TOTAL	$ 8981,93

Fuente: Elaboración propia

6.4 FUENTE DE FINANCIAMIENTO

La principal fuente de financiamiento proviene de la Empresa Grafitext Cía Ltda., promotora del proyecto.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar el presente Proyecto de Titulación, con el análisis que se realiza en los capítulos anteriores, se resumen los criterios más importantes en las siguientes conclusiones y recomendaciones:

7.1 CONCLUSIONES

- Mediante el estudio de selección para repotenciar el elevador de carga de 2 a 5.5 Ton., se establece como mejor alternativa estructural el de Simple Tijera, con accionamiento de potencia y seguridad hidráulico.
- Con el desarrollo de este proyecto se establece un procedimiento para rediseñar el elevador de carga de 5.5 Ton., utilizando los recursos disponibles en el mercado nacional al menor costo.
- El material utilizado es el acero estructural ASTM A36 y el acero SAE 1018, los que poseen grandes ventajas y nos permiten obtener una mejor rigidez, ductilidad, tenacidad, soldabilidad y resistencia a la fatiga del prototipo.
- Según los paquetes informáticos de simulación la deformación de la estructura es nula.
- Acorde a los documentos normativos, el rediseño de los elementos y sistemas que conforman el elevador de carga, permiten dar un grado de confiabilidad excelente, en base a los factores de seguridad establecidos para los mismos
- Se logra la comunicación de niveles y la disminución de los tiempos muertos con la repotenciación del elevador de carga de 5.5 Ton., mejorando el proceso productivo de la empresa Grafitex Cía Ltda .
- El mantenimiento del equipo es sencillo y de bajo costo, ya que se trata de un mecanismo simple formado por elementos de fácil reposición en el mercado nacional.

7.2 RECOMENDACIONES

- Es conveniente solicitar a los proveedores de cilindros un pistón a la medida que se necesita y la capacidad requerida.
- Se debe colocar una placa de identificación de las características del elevador hidráulico en especial su capacidad, sistema de seguridad, características de bomba y cilindro hidráulico.
- Para proporcionarle mayor confiabilidad al elevador es recomendable hacer certificar el elevador bajo la norma ASME B30.
- Es conveniente no sobrecargar al elevador con cargas superiores a 6 Ton., para evitar que los sistemas que conforman al elevador colapsen o sufran daños por este motivo
- Evitar que el elevador se utilice para el transporte del personal, debido a que por seguridad establece la norma su uso solo para carga de material o del montacargas sin su operario.
- Se sugiere para realizar la unión de los elementos constitutivos de la estructura contratar mano de obra calificada, sobre todo en lo que se refiere a las juntas soldadas para evitar defectos en las mismas.
- Se recomienda la construcción del rediseño por su utilidad, adaptabilidad, y versatilidad, así como también un adecuado mantenimiento con el fin de que la máquina tenga la vida útil esperada.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFÍCA

- SHIGLEY Joseph; (1989); “Diseño en ingeniería Mecánica”; Ed. Mc Graw Hill; Cuarta Edición; México.
- HAHLER Leon; (1991); “Mandos hidráulicos”; Ed. Fundación tecnológica argentina
- RODRÍGUEZ Azcúnaga;(1968);“Construcciones metálicas”; Madrid.
- AISC; “Manual of Steel Construction”; 8th edition; Chicago 1982.
- PARKER; Industry Hydraulic Tecnology, 21th Ed.; Ohio, Group Parker Hannifin Cosporation; 1986.
- VARGAS, J; Guía de los fundamentos de Dibujo Industrial; E.P.N., Carrera de Ingeniería Mecánica; Quito – Ecuador, 2013.
- AMERICAN WELDING SOCIETY, Structural welding code Steel, AWS D1.1; 17ma ed; Usa; 2010
- CATÁLOGOS; Dipac

PÁGINAS WEB:

- http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=125
- http://www.galeon.com/home3/ciencia/hidraulica.html
- http://www.cecorsl.com/blog/ruido-ascensor-recomendaciones-acusticas-en-las-instalaciones-comunitarias-de-ascensores
- http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=125
- http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm
- http://www.segundamano.es/madrid/elevador-de-coches-de-2-columnas-3-toneladas/a21994812/

- http://www.bdkdesign.com.ar/09/productos/otros-equipamientos/elevadores-de-vehiculos/elevador-de-4-columnas/
- http://www.hbtorletti.com.ar/castellano/apiladores-hidraulicos.html
- http://www.solostocks.com/venta-productos/otras-herramientas-productos-ferreteria/mesa-hidraulica-de-tijera-500-kg-doble-tijera-2503015
- http://www.oguiadacidade.com.br/videos/index.php?busca=Elevadores%20Hidr%C3%A1ulicos
- http://www.proyecto40.com/?p=5108
- http://www.slideshare.net/mshawver/the-basics-forklift-101-final
- https://www.osha.gov/SLTC/etools/pit/operations/loadcomposition.html
- http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4278/1/CD-3492.pdf
- http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1963/1/CD-2824.pdf
- http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc004/CAPITULO%2018.pdf
- http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/tablas/upn.pdf
- http://www.multiaceros.cl/pdf/planchas.pdf

ANEXOS

ANEXO A. PROTOCOLO DE PRUEBAS

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD INGENIERÍA MECÁNICA
PROTOCOLO DE PRUEBAS DEL PROTOTIPO

1.- DATOS GENERALES

EQUIPO:	**ELEVADOR DE CARGA DE 5.5 TONELADAS**	
DIRECTOR:	**ING. JAIME VARGAS**	**Fecha:**
CODIRECTOR:	**ING. JORGE ESCOBAR**	
LUGAR DE LA PRUEBA		

2.- VERIFICACIÓN DE DIMENSIONES.

PARÁMETRO	RESULTADO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA	OBSERVACIONES
Alto				
Largo				
Ancho				
Peso				

3.- VERIFICACIÓN DE ENSAMBLE O MONTAJE

ELEMENTO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA	OBSERVACIONES.
Plataforma			
Brazos de tijera			
Bastidor superior			
Bastidor inferior			
Sistema hidráulico			
Sistema general			

4.- VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN Y PARALELISMO

ELEMENTO	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA	OBSERVACIONES.
Plataforma			
Brazos de tijera			
Bastidor superior			
Bastidor inferior			
Sistema hidráulico			
Sistema general			

5.- FUNCIONAMIENTO EN VACIO DEL SISTEMA EN CONJUNTO

SISTEMA	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA	OBSERVACIONES.
Estructural			
De potencia			
De seguridad			

…/

(continuación)

6.- FUNCIONAMIENTO CON DEL SISTEMA EN CONJUNTO			
SISTEMA	**SE ACEPTA**	**NO SE ACEPTA**	**OBSERVACIONES.**
Estructural			
De potencia			
De seguridad			

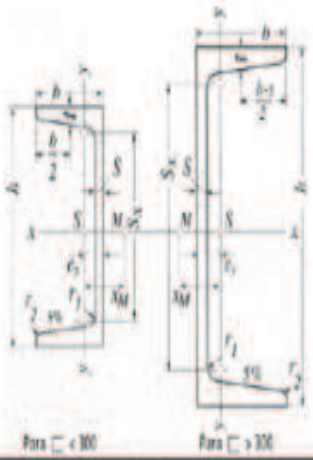
7.- CONCLUSIÓN		
MÁQUINA	**SE ACEPTA**	**NO SE ACEPTA**

8.- RESPONSABLES				
CARGO:	**OPERADORES:**		**DIRECTOR**	**CODIRECTOR**
Nombres:	**Sr. Flavio Quilo**	**Sr. Guillermo Vallejo**	**Ing. Jaime Vargas**	**Ing. Jorge Escobar**
Firma				

ANEXO B. PERFIL NORMAL UPN, PLANCHAS LAMINADAS EN CALIENTE Y ESPECIFICACIONES ACERO AISI 1018

Perfil Normal "U" - UPN

F= Sección
G= Peso
J= Momento de inercia
U= Superficie exterior por metro de perfil
W= Momento resistente
i= Radio de giro
S_x = Momento estático de media sección del perfil
s_x = J_x/S_x - Separación entre los centros de tracción y compresión
$X_{m=}$ Distancia del centro del esfuerzo cortante al eje y-y



Denominación	Dimeniones en mm								Eje flexión x-x			Eje flexión y-y					Distancia del eje y-y	
						F	G	U	J_x	W_x	i_x	J_y	W_y	i_y	S_x	s_x	e_y	X_m
	h	b	s	t	r	cm^2	Kg./m	m^2/m	cm^4	cm^3	cm	cm^4	cm^3	cm	cm^3		cm	cm
30x15	30	15	4.0	4.5	2.0	2.21	1.74	0.103	2.53	1.69	1.07	0.38	0.39	0.42	-	-	0.52	0.74
30	30	33	5.0	7.0	3.5	5.44	4.27	0.174	6.39	4.26	1.08	5.33	2.68	0.99	-	-	1.31	2.22
40x20	40	20	5.0	5,5 - 5	2.5	3.66	2.78	0.142	7.58	3.79	1.44	1.14	0.86	0.56	-	-	0.67	1.01
4	40	35	5.0	7.0	3.5	6.21	4.87	0.199	14.1	7.1	1.50	6.68	3.08	1.04	-	-	1.33	2.32
50x25	50	25	5.0	6.0	3.0	4.92	3.86	0.181	16.8	6.7	1.85	2.49	1.48	0.71	-	-	0.81	1.34
50	50	38	5.0	7.0	3.5	7.12	5.59	0.232	26.4	10.6	1.92	9.12	3.75	1.13	-	-	1.37	2.47
60	60	30	6.0	6.0	3.0	4.46	5.07	0.215	31.6	10.5	2.21	4.51	2.16	0.84	-	-	0.91	1.50
65	65	42	5.5	7.5	4.0	9.03	7.09	0.273	57.5	17.7	2.52	14.1	5.07	1.25	-	-	1.42	2.60
80	80	45	6.0	8.0	4.0	11.00	8.64	0.312	106	26.5	3.10	19.4	6.36	1.33	15.9	6.65	1.45	2.67
100	100	50	6.0	8.5	4.5	13.50	10.60	0.372	206	41.2	3.91	29.3	8.49	1.47	24.5	8.42	1.55	2.93
120	120	55	7.0	9.0	4.5	17.00	13.40	0.434	364	60.7	4.62	43.2	11.1	1.59	36.3	10.0	1.60	3.03
140	140	60	7.0	10.0	5.0	20.40	16.00	0.489	605	86.4	5.45	62.7	14.8	1.75	51.4	11.8	1.75	3.37
160	160	65	7.5	10.5	5.5	24.00	18.80	0.546	925	116	6.21	85.3	18.3	1.89	68.8	13.3	1.84	3.56
180	180	70	8.0	11.0	5.5	28.00	22.00	0.611	1,350	150	6.95	114	22.4	2.02	89.6	15.1	1.92	3.75
200	200	75	8.5	11.5	6.0	32.20	25.30	0.661	1,910	191	7.70	148	27.0	2.14	114	16.8	2.01	3.94
220	220	80	9.0	12.5	6.5	37.40	29.40	0.718	2,690	245	8.48	197	33.6	2.30	146	18.5	2.14	4.20
240	240	85	9.5	13.0	6.5	42.30	33.20	0.775	3,600	300	9.22	248	39.6	2.42	179	20.1	2.23	4.39
260	260	90	10.0	14.0	7.0	48.30	37.90	0.834	4,820	371	9.99	317	47.7	2.56	221	21.8	2.36	4.66
280	280	95	10.0	15.0	7.5	53.30	41.80	0.890	6,280	448	10.90	399	57.2	2.74	266	23.6	2.53	5.02
300	300	100	10.0	16.0	8.0	58.80	46.20	0.950	8,030	535	11.70	495	67.8	2.90	316	25.4	2.70	5.41
320	320	100	14.0	17.5	8.75	75.80	59.50	0.982	10,870	679	12.10	597	80.6	2.81	413	26.3	2.60	4.82
350	350	100	14.0	16.0	8.0	77.30	60.60	1.047	12,840	734	12.90	570	75.0	2.72	459	28.6	2.40	4.45
380	380	102	13.5	16.0	8.0	80.40	63.10	1.110	15,760	829	14.00	615	78.7	2.77	507	31.1	2.38	4.58
400	400	110	14.0	18.0	9.0	91.50	71.8	1.182	20,350	1,020	14.9	846	102	3.04	618	32.9	2.65	5.11

PLANCHAS

PLANCHAS LAMINADAS EN CALIENTE

ESPESORES Y PESOS

Espesor Nominal (mm.)	Peso Nominal 1.000 x 3.000 (kg.)	Peso Nominal 1.000 x 6.000 (kg.)
1,5	36	72
2,0	48	86
2,5	60	120
3,0	72	144
4,0	96	192
5,0	120	240
6,0	144	288
8,0	192	384
10,0	240	480
12,0	288	576

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Calidad: ASTM A-36

Anchos: 1.000 y 1.500 mm.

Largos: 3.000 y 6.000 mm.

Largos especiales a pedido.

Espesores: Desde 1.5 hasta 12 mm.

Límite de Fluencia: Mínima 2.500 [kg./cm²]

Resistencia a la tracción: 4.080 - 5.610 [kg./cm²]

Elongación: Mínima 20%.

AISI	1018
SAE, ASTM, NMX.	1018
UNS	G10180

Análisis químico según Norma Nacional NMX B-301 (% en peso):

C	Si	Mn	P máx..	S máx..
0.15-0.20	0.15-0.35	0.60-0.90	0.040	0.050

Tipo: Acero de bajo contenido de carbón

Formas y Acabados: Barra redonda, cuadrada, hexagonal y solera, laminadas o forjadas en caliente, estiradas en frío y peladas o maquinadas. Placa laminada caliente.

Caracteristicas: Entre los aceros de bajo carbono, el 1018 es el más versátil por sus características; análisis controlado, mejores propiedades mecánicas que otros aceros del mismo tipo por su alto contenido de manganeso, buena soldabilidad, buena maquinabilidad. Cuando se requiere una superficie muy dura pero un centro tenaz, este acero cementado cumple perfectamente. Estirado en frío mejora sus valores de resistencia mecánica y su maquinabilidad, haciéndose muy popular para un sin número de aplicaciones.

Aplicaciones: Se utiliza en la fabricación de partes para maquinaria; automotriz, línea blanca, equipo de proceso, etc.; que no estén sujetas a grandes esfuerzos. Por su ductilidad es ideal para procesos de transformación en frio como doblar, estampar, recalcar, etc.. Sus usos típicos son flechas, tornillos, pernos, sujetadores, etc., ya cementado en engranes, piñones, etc..

Tratamientos térmicos recomendados (valores en °C) :

FORJADO	NORMALIZADO	RECOCIDO		TEMPLADO	REVENIDO	PUNTOS CRÍTICOS APROX.	
		ABLANDAMIENTO	REGENERACIÓN			Ac1	Ac3
1100-1250	870-900	650-700 enfriar al aire	850-890 enfriar en horno	Cementar 925	150-250	724	840

Propiedades mecánicas minimas estimadas según SAE J1397:

TIPO DE PROCESO Y ACABADO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			LÍMITE DE FLUENCIA			ALARGA-MIENTO EN 2" %	REDUCCIÓN DE ÁREA %	DUREZA BRINELL	RELACIÓN DE MAQUINA-BILIDAD 1212 EF = 100%
	MPa	(kgf/mm2)	Ksi	MPa	(kgf/mm2)	Ksi				
CALIENTE Y MAQUINADO	400	41	58	220	22	32	25	50	116	70
ESTIRADO EN FRIÓ	440	45	64	370	38	54	15	40	126	

NOTAS:

- Las propiedades arriba listadas, corresponden a barras de 20mm a 30mm de sección, probadas conforme a las prácticas estándar con probeta de 50 mm según norma nacional NMX B - 172.
- En barras más delgadas de 20mm, deben esperarse valores ligeramente mayores en los datos de resistencia.
- En barras con diámetros mayores de 30mm, existe un efecto de masa que tiene una influencia directa sobre las propiedades mecánicas resultando en una disminución ligera de las mismas.

ANEXO C. ESPECIFICACIONES DE PERNOS DE ANCLAJE

HILTI

HVA - Resistencia Permisible de Adherencia y Resistencia del Acero de Varillas HAS en Concreto

Diam. Anclaje	Prof. de Colocación	Cápsula HVU requerida	HVU Resistencia de adherencia a la tracción en concreto[2]				Resistencia del acero[1,2]											
			2000 psi (140 kg/cm²)		4000 psi (281 kg/cm²)		HAS Estándar				HAS Super				HAS SS (304 SS)			
			(kg)	(lb)	(kg)	(lb)	(kg)	(lb)	(kg)	(lb)	(kg)	(lb)	(kg)	(lb)	(kg)	(lb)	(kg)	(lb)
3/8"	3 ⅛"	3/8 x 3 ⅛	945	2085	1177	2595	959	2115	494	1090	2066	4555	1063	2345	1653	3645	850	1875
1/2"	4 ⅛"	1/2 x 4 ⅛	1474	3250	2147	4735	1703	3755	877	1935	3674	8100	1891	4170	2939	6480	1512	3335
5/8"	5"	5/8 x 5	1800	3970	2379	5245	2662	5870	1372	3025	5740	12655	2957	6520	4592	10125	2365	5215
3/4"	6 ⅛"	3/4 x 6 ⅛	2757	6080	3907	8615	3835	8455	1975	4355	8266	18225	4259	9390	5620	12390	2896	6385
7/8"	6 ⅛"	7/8 x 6 ⅛	3240	7145	4141	9130	5220	11510	2689	5930	11251	24805	5796	12780	7649	16865	3941	8690
1"	8 ¼"	1 x 8 ¼	3919	8640	6089	13425	6817	15030	3513	7745	14696	32400	7570	16690	9992	22030	5148	11350
1 ¼"	12"	1 ¼ x 12	8697	19175	10849	23920	10654	23490	5488	12100	22960	50620	11829	26080	15614	34425	8044	17735

1. Resistencia del acero como definida en el AISC Manual de la Construcción en Acero, LRFD, excepto donde la resistencia al corte es limitada por la resistencia del concreto. Valores de corte basados en anclajes instalados en profundidades de colocación estándar.
2. Use el valor más bajo de resistencia adhesiva o del acero para cargas de tracción.

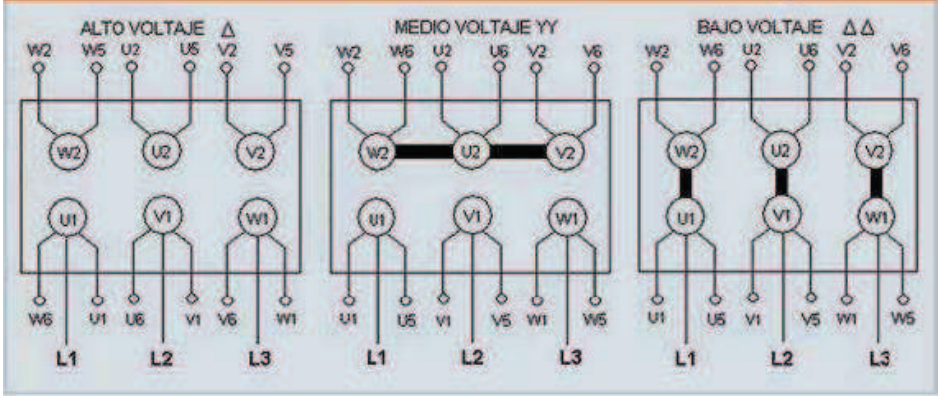
ANEXO D. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA UN MOTOR TRIFÁSICO DE 2HP Y 3HP MARCA SIEMENS

www.siemens.com.co/catalogomotores.htm

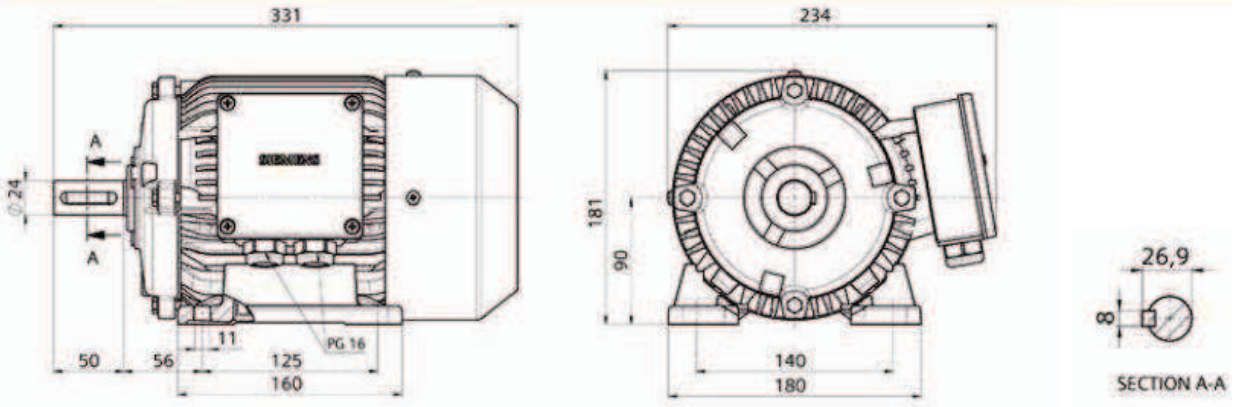
Velocidad 1800 rpm, 4 polos, 60 Hz

Código	Tipo	Frame IEC Tamaño	Potencia HP	Potencia kW	F.S.	Corriente nominal [A] 220V	Corriente nominal [A] 380V	Corriente nominal [A] 440V	Eficiencia η %	Factor de potencia Cos ϕ	Velocidad nominal rpm	Torque nominal Nm	Torque de arranque Tarr / In	Corriente de arranque Iarr / In	Peso kg
25000012865	1LA3 090-4YA80	90L	2,0	1,5	1,15	7,0	4,05	3,5	69,1	0,81	1681	8,48	2,4	4,7	20,3
25000012866	1LA3 096-4YA80	90L	3,0	2,2	1,15	9,6	5,5	4,8	74,6	0,82	1662	12,86	2,8	4,8	22,6
25000012785	1LA3 111-4YA80	112M	4	3,0	1,15	13	7,5	6,5	74,4	0,81	1743	16,35	2,5	6,5	39,3
25000012786	1LA3 112-4YA80	112M	5,0	3,7	1,15	15,8	9,1	7,9	77,4	0,80	1739	20,48	2,3	6,5	40,5
25000012787	1LA3 113-4YA80	112M	6,6	4,9	1,05	19,6	11,3	9,8	80,4	0,82	1724	27,27	2	6	43
25000012788	1LA3 114-4YA80	112M	7,5	5,6	1,15	23,2	13,4	11,6	76,3	0,83	1714	31,17	2,2	5,6	45,0
25000012389	1LA3 131-4YA80	132 M	10	7,5	1,15	28,8	16,6	14,4	80,0	0,85	1745	40,82	2,3	6	72,1
25000012390	1LA3 134-4YA80	132 M	15,0	11,2	1,15	43,0	24,83	21,5	81,3	0,84	1745	61,24	1,8	5,0	83,5
25000012381	1LA3 164-4YA80	160 L	20	14,9	1,15	56,8	32,8	28,4	87,3	0,79	1757	81,09	1,8	6,3	120,2
25000012380	1LA3 167-4YA80	160 L	25,0	18,7	1,15	66,0	38,1	33,0	91,6	0,81	1757	101,36	1,8	5,4	128,1
25000012729	1LA6 183-4YA80	180 M/L	30	22,4	1,05	78	45	39	87,6	0,86	1749	122,19	2	4,9	173,5
25000012730	1LA6 187-4YA80	180 M/L	40,0	29,8	1,05	104,0	60,0	52,0	89,6	0,84	1746	163,20	2,0	5,6	186,7
25000012666	1LA6 207-4YA80	200 L	50	37,3	1,15	126	72,7	63	91,4	0,85	1762	202,15	2,7	6,6	252,5
25000011176	1LA6 220-4YA80	225 S/M	60,0	44,8	1,15	148,0	85,4	74,0	93,3	0,85	1765	242,17	2,7	6,6	300,0
25000011182	1LA6 224-4YC80	225 S/M	75,0	56,0	1,15	188,0	108,5	94,0	94,0	0,83	1780	300,16	2,0	5,1	325

Conexión directa motores trifásicos a tres tensiones tamaños 90 y 112



Dimensiones 1LA3 tamaño constructivo 90 (mm)



ANEXO E. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA SELECCIÓN DE MANGUERAS HIDRÁULICAS DE ALTA PRESIÓN, SERIE SAE 100 R1AT PARA MARCAS HRW Y STRONGFLEX

HRW Srl - Italy

HRW

CHT1

EN 853 1SN / SAE 100 R1AT

HIGH TEMPERATURE

Construction
Synthetic rubber inner tube
One high tensile steel wire braid
Blue synthetic rubber cover

Application
Suitable for use with mineral oil, biological oil, polyglycol base oils, water-oil emulsion and water.

Temperature range
Hydraulic oils: -40°C to +135°C (-40°F to +275°F)
Sporadic peack up to +150°C (+302°F)
Polyglicol base oils, water-oil emulsion and water:
up tp +85°C (+ 185°F)

HOSE TYPE	Internal diameter			External diameter	Bend radius	Working pressure		Burst pressure		Weight
	Size	Inch	DN	mm	mm	Bar	Psi	Bar	Psi	Kg/m
CHT1-3	-3	3/16"	5	12,5	90	250	3600	1000	14500	0,20
CHT1-4	-4	1/4"	6	14,1	100	225	3250	900	13050	0,25
CHT1-5	-5	5/16"	8	15,7	115	215	3100	850	12300	0,31
CHT1-6	-6	3/8"	10	18,1	130	180	2600	720	10400	0,36
CHT1-8	-8	1/2"	12	21,5	180	160	2300	640	9250	0,45
CHT1-10	-10	5/8"	16	24,7	200	130	1850	520	7500	0,52
CHT1-12	-12	3/4"	19	28,6	240	105	1500	420	6050	0,65
CHT1-16	-16	1"	25	36,6	300	88	1250	350	5050	0,91
CHT1-20	-20	1-1/4"	31	44,8	420	63	900	250	3600	1,30
CHT1-24	-24	1-1/2"	38	52	500	50	700	200	2900	1,70
CHT1-32	-32	2"	51	65,9	630	40	550	160	2300	2,00

Size: hose internal diameter according to SAE J517
Inch: hose internal diameter in inches
DN: nominal internal diameter according to manufacturing prescription (EN)

1 bar = 14,503 pound per square inch (PSI)

1.11 Wire Braid Hydraulic Hose

EN 853 Type 1SN / SAE 100R1 AT

Tube: oil resistant synthetic rubber

Reinforcement: One braid of high-tensile steel wire.

Cover: Black, abrasion and weather resistant synthetic rubber. MSHA accepted.

Temperature range: - 40°C to + 100°C

Hose ID		Wire OD	Hose OD	Working Pressure		Burst Pressure		Minimum Bend Radius	Weight
inch	mm	mm	mm	Mpa	Psi	Mpa	Psi	mm	Kg/m
3/16	4.8	9.5	11.8	25	3630	100	14280	90	0.190
1/4	6.4	10.8	12.8	22.5	3270	90	12840	100	0.222
5/16	7.9	12.5	14.5	21.5	3120	85	12280	115	0.261
3/8	9.5	14.6	16.8	18	2610	72	10280	130	0.324
1/2	12.7	17.6	19.8	16	2320	64	9180	180	0.418
5/8	15.9	21.1	23.1	13	1890	52	7420	200	0.476
3/4	19.0	24.7	27.0	10.5	1530	42	6000	240	0.619
1	25.4	32.5	35.0	8.8	1280	35	5020	300	0.883
1-1/4	31.8	39.5	43.5	6.3	920	25	3600	420	1.220
1-1/2	38.1	45.8	49.8	5	730	20	2860	500	1.408
2	50.8	59.0	63.0	4	580	16	2280	630	1.889

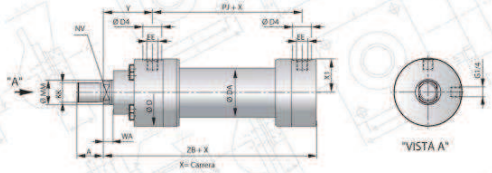
ANEXO F. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA UN CILINDRO HIDRÁULICO MARCA FAP SEGÚN NORMA ISO 6022

CILINDROS HIDRAULICOS BRIDADOS MODELO CHB SEGÚN ISO 6022

MODO DE CODIFICACION

Tipo de cilindro: CHB: Cil. Hidráulico Bridado	Ø int. del cilindro en mms.	Ø del vástago en mm.	Carrera en mm.	Tipo de montaje	Presión de trabajo	Tipo de Sellos N = Nitrilo V= Viton	Amortiguación SA = sin amort. AT = amort. trasera AD = amort. delatera DA = doble amort.	Posición de la conexión en la culata	Posición de la conexión en la cabeza
CHB	100	63	350	D	250	DA	N	1	5

TABLA DE DIMENSIONES GENERALES



AL = DIAMETRO INTERIOR DEL CILINDRO

Dimensiones (en mm.)														
AL Ø	MM Ø	KK	A	NV	D	DA	D4	EE	EE	PJ	WA	X1	Y	ZB max.
50	32 36	M27x2	36	27 30	102	60	34	G1/2	M22x1,5	120	18	48,5	98	244
63	40 45	M33x2	45	32 36	120	78	42	G3/4	M27x2	133	21	56,5	112	274
80	50 56	M42x2	56	41 46	145	95	42	G3/4	M27x2	155	24	69,5	120	305
100	63 70	M48x2	63	50 60	170	120	47	G1	M33x2	171	27	82	134	340
125	80 90	M64x3	85	65 75	206	150	47	G1	M33x2	205	31	100,5	153	396
140	90 100	M72x3	90	75 85	226	170	58	G1 1/4	M42x2	219	31	109,5	166	431
160	100 110	M80x3	95	85 95	265	190	58	G1 1/4	M42x2	235	35	129,5	185	467
180	110 125	M90x3	105	95 110	292	210	58	G1 1/4	M42x2	264	40	143,5	194	510
200	125 140	M100x3	112	110 120	306	235	58	G1 1/4	M42x2	278	40	150,5	220	550
250	160 180	M125x4	125	*) *)	*)	*)	65	G1 1/2	M48x2	*)	42	*)	*)	652

*) Medidas sobre consulta.

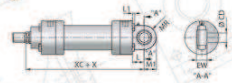
CONEXIONES

TIPO DE MONTAJE

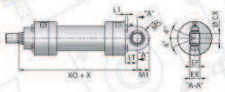
CILINDROS HIDRAULICOS BRIDADOS MODELO CHB SEGÚN ISO 6022

FORMAS DE MONTAJE

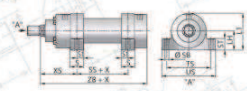
M MONTAJE OSCILANTE MACHO



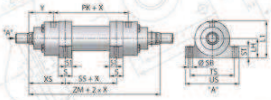
L MONTAJE OSCILANTE MACHO CON ROTULA



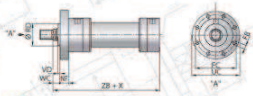
K MONTAJE LATERAL



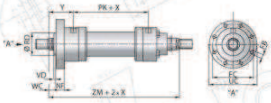
OK MONTAJE LATERAL DOBLE VÁSTAGO



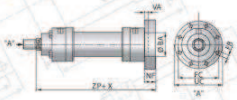
F MONTAJE BRIDA DELANTERA



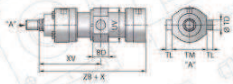
OF MONTAJE BRIDA DOBLE VÁSTAGO



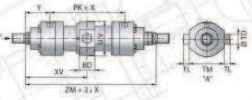
G MONTAJE BRIDA TRASERA



I MONTAJE OSCILANTE CENTRAL



OI MONTAJE OSCILANTE DOBLE VÁSTAGO



X=CARRERA

		50	63	80	100	125	140	160	180	200	250
MONTAJES MM	Ø CD/CX	32	40	50	63	80	90	100	110	125	160
	EP	27	32	40	52	66	72	84	88	102	130
	EW/EX	32	40	50	63	80	90	100	110	125	160
	L / LT	61	74	90	102	124	149	150	180	206	257
	L1	8	8	10	12	16	16	16	20	20	24
	MR/MS/M1	40	50	63	71	90	101	112	129	145	200
	XC / XO	305	348	395	442	520	580	617	690	756	903
MONTAJES F, G, OF	Ø RQ	63	75	90	110	132	145	160	185	200	250
	ØFB	15,5	15,5	17,5	22	22	26	26	33	33	39
	Ø FC	132	150	180	212	250	280	315	350	385	475
	NF	25	28	32	36	40	40	45	50	56	63
	PK	120	133	155	171	205	219	235	264	278	325
	Ø UC	155	175	210	250	290	325	360	405	440	540
	VD	4	4	4	5	5	5	5	5	5	8
	WC	22	25	28	32	36	36	40	45	45	50
	Y	98	112	120	134	153	166	185	194	220	260
	ZB	244	274	305	340	396	431	462	510	550	652
	ZM	316	357	393	439	511	551	605	652	718	845
	Ø BA	63	75	90	110	132	145	160	185	200	250
	VA	4	4	5	5	6	0	7	10	10	12
	ZP	265	298	332	371	430	465	505	550	596	703
MONTAJES I + OI	BD	38	48	58	78	98	118	128	136	178	220
	Ø TD	32	40	50	63	80	90	100	110	125	160
	TL	25	32	40	50	63	70	80	90	100	125
	TM	112	125	150	180	224	265	280	320	335	425
	UV	102	120	150	175	220	240	270	310	320	420
	XV min	174	202	226	259	301	336	373	405	461	*
	XV max	151+X	167+X	180+X	195+X	225+X	230+X	251+X	267+X	277+X	*
MONTAJES K y OK	LH	55	65	75	90	105	115	135	150	160	*
	L1	106	125	147	175	208	228	267	296	313	*
	S	35	40	50	60	70	65	105	115	125	*
	S1	17	20	25	30	35	42	52	57	62	*
	S8	11	13	17	22	26	30	33	40	40	*
	SS	45	49	52	61	75	70	65	69	73	*
	ST	37	42	47	57	67	72	77	92	97	*
	TS	130	150	180	210	255	290	330	360	385	*
	US	155	180	220	253	305	350	400	440	465	*
	X	0	0	2	3	0	19	44	50	56	*
	XS	135	154	171	189	218	240	270	291	322	*

* = medidas sobre consulta

ANEXO G. PLANOS

ANEXO H. SIMULACIÓN (CD)

ANEXO I. PLANES DE PROCESOS

ANEXO J. PLAN DE MANTENIMIENTO

PLAN DE MANTENIMIENTO DEL ELEVADOR HIDRÁULICO DE SIMPLE TIJERA CON CAPACIDAD DE CARGA PARA 5.5 TON.

ESPECIFICACIONES A REALIZAR ANTES Y DURANTE EL MANTENIMIENTO.

1. ADVERTENCIAS:

- Informe a jefe inmediato antes de comenzar con este procedimiento
- Tenga cuidado con la partes giratoria - mantenga libres las manos y la ropa suelta.
- Utilice protección en buen estado.
- No limpie o lubrique el motor con líquido inflamable o volátil, como queroseno, gasolina o combustible para turbinas de combustión. Se puede generar un entorno potencialmente explosivo.
- Alto voltaje. Se debe desconectar la fuente de corriente antes de trabajar en el equipo. De no desconectar la fuente de corriente, se pueden producir lesiones o hasta la muerte de la persona.
- Ponga una etiqueta de advertencia de ‘’no operar’’ o similar en el interruptor o en los controles de arranque antes de efectuar el servicio del motor o repararlo. Cuando sea apropiado, desconecte los controles de arranque.
- No permita que haya personal sin autorización junto al motor o en sus alrededores cuando se efectúe el servicio del mismo.
- Cuando efectúen trabajos alrededor de un motor que está funcionando, use dispositivos de protección para los oídos para evitar que se produzca daños a los mismos.
- No lleve ropa o artículos de joyería holgados que puedan engancharse en los controles o en otras partes del motor.
- Nunca ponga fluidos de mantenimiento en recipientes de vidrio. Los recipientes de vidrio pueden romperse.
- Use todas las disoluciones de limpieza con cuidado.
- Tenga cuidado en no derramar fluidos durante cualquier acción.
- No fume cuando de servicio a la máquina.
- Asegúrese que los extintores de incendios estén disponibles y en servicio.
- Sujete debidamente el componente cuando se realicen trabajos debajo del mismo.
- A menos que se den otras instrucciones de mantenimiento, no trate nunca de hacer ajustes con el motor en marcha.
- Mantenga el área de trabajo limpio.
- Mantener una buena iluminación en el área de trabajo, que esta tenga las protecciones necesarias para evitar que esta comience un incendio.

2. POLÍTICAS

Tiempo de realización: Semanal.

Realizar una inspección visual por daños o efectos inesperados.

TIEMPO DE REALIZACIÓN: 250HORAS / 3 MESES.

Item.	Descripción	Estado		Nota
		CORRECTO	INCORRECTO	
A.SISTEMA ESTRUCTURAL				
A1.	Inspeccionar visualmente estructura por fracturas, corrosión o algún daño.			
A2.	Inspeccionar visualmente superficies móviles por desgastes excesivos.			
A3.	Limpieza externa del sistema con aire comprimido.			
B.SISTEMA ELÉCTRICO				
B1.	Inspeccionar visualmente estado del cableado.			
B2.	Inspeccionar visualmente estado del motor.			
B3.	Limpieza externa del motor con aire comprimido.			
B4.	Inspeccionar estado de fusibles e interruptores.			
C.SISTEMA HIDRÁULICO				
C1.	Inspeccionar todo el sistema, que no existan fugas de aceite.			
C2.	Inspeccionar Cañerías y mangueras en busca de desgastes o algún daño.			
C3.	Limpieza del sistema con aire comprimido.			
C4.	Inspeccionar el nivel del aceite hidráulico.			
C5.	Limpiar desfogue del tanque de aceite.			
D.LUBRICACIÓN.				
D1.	Lubricar todos los puntos instalados (graseros).			
D2.	Inspección visual de toda la unidad en busca de daños.			

TIEMPO DE REALIZACIÓN: 2000 HORAS / 2 AÑOS.

Item.	Descripción	Estado		Nota
		CORRECTO	INCORRECTO	
A. SISTEMA ESTRUCTURAL				
A1.	Limpieza y pintar estructura.			
A2.	Chequear desgaste de partes móviles. Si es necesario corregir.			
B. SISTEMA ELÉCTRICO				
B1.	Probar estado del cableado.			
B2.	Realizar mantenimiento del motor.			
B3.	Cambiar fusibles.			
C. SISTEMA HIDRÁULICO				
C1.	Cambiar mangueras gastadas, resecas o ablandadas.			
C2.	Cambiar aceite y filtro.			
C3.	Limpieza del tanque de aceite.			
C4.	Cambiar los sellos de válvula de control.			
C5.	Cambiar sellos de la bomba hidráulica.			
C6.	Cambiar sellos de uniones y otros, de los conductos de aceite.			
D. GENERAL.				
D1.	Limpieza completa de la unidad.			

3. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO.

a. Realizar trámites para obtención del permiso de trabajo.
b. Apague el motor.
c. Corte el suministro de electricidad.
d. Active varias veces los mandos para descargar el sistema por completo.
e. Coloque un letrero de advertencia en la posición de “comenzar / detener” y en la posición de “bloqueo”.

TIEMPO DE REALIZACIÓN: 250HORAS / 3 MESES.

A. SISTEMA ESTRUCTURAL	
A1.	Inspeccionar visualmente estructura por fracturas, corrosión o algún daño.

1. Se debe verificar toda la estructura en busca de fracturas, corrosión o daños que pudieran afectar a toda la unidad (realizar procedimiento A2).

2. Inspeccionar debajo, sobre y entre la estructura sin omitir ningún lugar, para así poder garantizar el correcto funcionamiento.

A2.	Inspeccionar visualmente superficies móviles por desgastes excesivos.

1. Inspeccionar debajo, sobre y entre la estructura sin omitir ningún lugar se esté sometido a fricción, para poder evitar daños por desgastes prematuros
2. Poder corregir desgastes prematuros.

A3.	Limpieza externa del sistema con aire comprimido.

1. Limpiar con aire comprimido la unidad, tratando de no omitir ningún lugar ya que los restos de polvo u otro que ingresen a partes móvil pueden producir desgaste prematuros.

B. SISTEMA ELÉCTRICO	
B1.	Inspeccionar visualmente estado del cableado.

1. Verificar estado externo del cableado.
2. Estos no deben presentar un color marrón o endurecimiento externamente, ya que esto es prueba de recalentamiento.

B2.	Inspeccionar visualmente estado del motor.

1. Verificar que no existan ningún tipo de restos de desgaste en las ventilaciones del motor.
2. Visualizar cualquier efecto extraño, alrededor del motor.

B3.	Limpieza externa del motor con aire comprimido.

1. Tratar de extraer todo elemento extraño en el motor por medio del aire comprimido.

B4.	Inspeccionar estado de fusibles e interruptores.

1. Inspeccionar estado de los fusibles e interruptores, estos no deben presentar efectos de sobrecarga o sobrecalentamiento.

C.SISTEMA HIDRÁULICO	
C1.	Inspeccionar todo el sistema, que no existan fugas de aceite.

1. Inspeccionar exhaustivamente ya que el aceite solo se lo puede apreciar por su brillo, que es parecido al aceite común casero.
2. No se debe apreciar ningún tipo de fuga.

C2.	Inspeccionar Cañerías y mangueras en busca de desgastes o algún daño.

1. Inspeccionar y cerciorarse que no exista desgaste extraños como puede ser roturas por fricción con otro material u otros.

C3.	Limpieza del sistema con aire comprimido.

1. Realizar procedimiento A3 para este sistema.

C4.	Inspeccionar el nivel del aceite hidráulico.

1. Medir el nivel de aceite por medio de la bayoneta del tanque de aceite.

2. Verificar que este entre la señal máxima y mínima del medidor.

C5.	Limpiar desfogue del tanque de aceite.

1. Este se encuentra en la tapa del tanque, se debe verificar que no se encuentre obstruido, por lo que se debe limpiar.

D. GENERAL.	
D1.	Limpieza completa de la unidad.

1. Realizar procedimiento A3 para toda la unidad sin omitir ningún lugar.

D2.	Inspección visual de toda la unidad en busca de daños.

1. Inspeccionar visualmente para no omitir ningún lugar y verificar que todo el sistema esté funcionando correctamente.

TIEMPO DE REALIZACIÓN: 250HORAS / 3 MESES.

A. SISTEMA ESTRUCTURAL	
A1.	Limpieza y pintar estructura.

1. Limpiar partes afectadas por el uso o por corrosión.
2. Limpiar todas las partes con pintura anticorrosiva sintética.
3. Si es necesario pintar toda la unidad.

A2.	Chequear desgaste de partes móviles. Si es necesario corregir.

1. Verificar que no existan juegos excesivos entre las partes móviles
2. Si se presentan desgaste excesivo desarmar y corregir desgastes.
3. Armar lubricando.

B .SISTEMA ELÉCTRICO	
B1.	Probar estado del cableado.

1. Esto se debe realizar por medio de un multímetro para probar la continuidad correcta de cada cable.

B2.	Realizar mantenimiento del motor.

1. Este se debe desanclar de las bases para llevar al mantenimiento.
2. Desarmar completamente y cambiar componentes desgastados o dañados.
3. Armar lubricando rodamientos, bocines y partes friccionantes.
4. Instalar en su lugar.

B3.	Cambiar fusibles.

1. Se deben extraer fusibles.
2. Cambiar con nuevos para evitar daños.

C. SISTEMA HIDRÁULICO	
C1.	Cambiar mangueras gastadas, resecas o ablandadas.

1. Inspeccionar estado de mangueras desinstalándolas.
2. Cambiar con nuevos para evitar daños.
3. Instalarlas tratando de no dañarlas la unión o el acople entre estas.

C2.	Cambiar aceite y filtro.

1. Hacer que la máquina se encuentre en su posición inferior para realizar el cambio.
2. Quitar tapón para drenar aceite del tanque.
3. Reciclar este aceite dañado en un depósito para ser enviado a una planta de tratado de estos (ir al procedimiento C3-siguiente).
4. Poner el tapón.
5. Cambiar filtro de aceite con uno nuevo. Filtro usado se debe reciclar.
6. Llenar de aceite nuevo en el tanque.
7. Medir y verificar su correcto estado.

C3.	Limpieza del tanque de aceite.

1. Desmontar tanque de sus bases.
2. Lavar tanque, tratando de extraer todo los restos de suciedad.
3. Instalar nuevamente en sus bases.

C4.	Cambiar los sellos de válvula de control.

1. Desmontar válvula de control de sus bases.
2. Desarmar completamente para cambiar sellos.
3. Armar lubricando correctamente.
4. Instalar en sus bases.

C5.	Cambiar sellos de la bomba hidráulica.

1. Realizar igual a procedimiento C4. Anterior, adaptando las variantes.

C6.	Cambiar sellos de uniones y otros, de los conductos de aceite.

1. Realizar igual a procedimiento C4, adaptando las variantes.

D. GENERAL.	
D1.	Limpieza completa de la unidad.

1. Realizar una limpieza intensiva para verificar algún daño que no se pueda verificar con el mantenimiento realizado.
2. Realizar con una solución limpiadora (líquidos, champús, otros).
3. Verificar que no queden ninguna parte sin ser limpiada.

Fuente: Elaboración propia