

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTRO
HIDRÁULICO PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL SISTEMA
DE TRANSMISIÓN DEL AUTOMOVIL”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ

CARLOS DAVID GAVILANES PARREÑO

LATACUNGA, ABRIL 2012

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Gavilanes Parreño Carlos David

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL AUTOMOVIL**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Abril del 2012

Gavilanes Parreño Carlos David

CI. 171936160-0

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, Gavilanes Parreño Carlos David

DECLARO QUE:

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca Virtual de la Institución del trabajo “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL AUTOMOVIL**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Abril del 2012

Gavilanes Parreño Carlos David

CI. 171936160-0

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. OSCAR ARTEAGA (DIRECTOR)

ING. JUAN CASTRO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTRO HIDRÁULICO PARA EL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL AUTOMOVIL**”, realizado por el señor Gavilanes Parreño Carlos David, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE en el reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de **UN** Empastado y **UN** disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil. Autorizan al señor Gavilanes Parreño Carlos David que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, Abril del 2012

ING. OSCAR ARTEAGA

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JUAN CASTRO

CODIRECTOR DE PROYECTO

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Gavilanes Parreño Carlos David bajo nuestra supervisión

ING. OSCAR ARTEAGA
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JUAN CASTRO
CODIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a todas las personas que me acompañaron durante toda mi trayectoria estudiantil. En especial a mis Padres Carlos Gavilanes y Gloria Susana Parreño, que con su apoyo y ejemplo que me brindan día a día, he logrado culminar un peldaño más de mi vida profesional.

Carlos

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, que con su guía espiritual me ayudado a reconocer el buen camino, a mis padres, por su apoyo incondicional que me han dado durante toda mi vida.

A mis hermanas y amigos; los mismos que han estado acompañándome en mi vida y me han apoyado siempre.

Gracias a todas las personas que me conocen y que desean la culminación de mis logros y metas en mi vida, gracias por ser parte de este proyecto.

Carlos

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
1.1 EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	1
1.1.1 TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN	1
1.1.1.1 TRANSMISIÓN MECÁNICA.....	2
1.1.1.2 TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.....	3
1.1.2 COMPONENTES EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	4
1.1.3 IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL AUTOMÓVIL... 6	
1.1.4 REVISIONES PREVENTIVAS EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN	6
1.1.5 SÍNTOMAS DE AVERÍAS EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	7
1.2 ELEVADORES	10
1.2.1 TIPOS	11
1.2.1.1 ELEVADOR ELÉCTRICO	11
1.2.1.2 ELEVADOR HIDRÁULICO.....	12
1.2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	14
1.3 SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS	18
1.3.1 PRINCIPIO DE PASCAL	18
1.3.2 TRANSMISIÓN DE POTENCIA	19
1.3.3 BOMBAS HIDRÁULICAS.....	20
1.3.4 BOMBAS HIDRÁULICAS.....	21
1.3.5 VÁLVULAS	23
CAPÍTULO 2	28
2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO	28

2.2 DETERMINACIÓN DE CARGAS	29
2.2.1 FUERZA REQUERIDA EN EL PISTÓN DEL CILINDRO HIDRÁULICO	29
2.2.2 REACCIONES EN LOS APOYOS DEL ELEVADOR	33
2.3 MODELADO Y ENSAMBLAJE DEL ELEVADOR.....	35
2.4 DISEÑO CINEMÁTICO Y CINÉTICO DEL ELEVADOR	40
2.4.1 DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS	40
2.4.2 CREACIÓN DEL ESTUDIO DE ANÁLISIS DE MOVIMIENTO	41
2.4.3 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE MOVIMIENTO DEL ELEVADOR.....	42
2.4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
2.5 DISEÑO POR ESFUERZOS DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS DEL ELEVADOR.....	44
2.5.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA BASE.....	45
2.5.2 DISEÑO DE LOS ESLABONES PARA SOPORTE DEL CILINDRO HIDRÁULICO.....	50
2.5.3 DISEÑO DE LOS ESLABONES PARA SOPORTE DEL VÁSTAGO DEL CILINDRO HIDRÁULICO.....	55
2.5.4 DISEÑO DE LA PLATAFORMA SUPERIOR.....	60
CAPÍTULO 3	70
3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO	70
3.2 CALCULO DE PRESIÓN Y CAUDAL	70
3.3 DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO	71
3.4 CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA	75
3.5 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO HIDRÁULICO	75
CAPÍTULO 4	76
4.1 CONSTRUCCIÓN DEL MECANISMO ELEVADOR	76

4.1.1 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS A UTILIZAR	76
4.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	77
4.2 CONSTRUCCIÓN DE PINES Y BOCINES	78
4.3 CONSTRUCCIÓN DE TIJERAS	79
4.4 CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTE DEL ELEVADOR	80
4.5 CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DEL ELEVADOR	81
4.6 CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS SECUNDARIOS	81
4.6.1 ESTABILIZADORES	81
4.6.2 RODILLOS.....	83
4.6.3 ACOPLER DE PLATAFORMA DEL ELEVADOR	84
4.7 PROCESO DE SOLDADURA PARA CADA UNO DE LOS ELEMENTOS	85
4.8 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA	90
4.9 MONTAJE DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS Y ELÉCTRICOS	91
CAPÍTULO 5	93
5.1 PRUEBAS DE FIABILIDAD DEL ELEVADOR.....	93
5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS	93
5.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	94
5.4 INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO.....	96
5.5 NORMAS DE SEGURIDAD.....	96
CAPÍTULO 6	98
6.1 CONCLUSIONES	98
6.2 RECOMENDACIONES.....	99

ÍNDICE DE GRÁFICAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1: Sistema de transmisión	1
Figura 1.2: Transmisión mecánica	2
Figura 1.3: Transmisión mecánica convencional	2
Figura 1.4: Transmisión mecánica integrada.....	3
Figura 1.5: Transmisión automática.....	3
Figura 1.6: Componentes del sistema de transmisión	4
Figura 1.7: Elevadores eléctricos.....	11
Figura 1.8: Elevadores hidráulicos de columnas	13
Figura 1.9: Elevadores hidráulicos de tijeras	14
Figura 1.10: Principio de Pascal.	18
Figura 1.11: Transmisión de potencia	19
Figura 1.12: Transmisión de potencia a través de una tubería.....	20
Figura 1.13: Componentes del cilindro de simple efecto.....	21
Figura 1.14: Accionamiento del cilindro hidráulico.....	22
Figura 1.15: Corte esquemático de un cilindro hidráulico de doble efecto.	23
Figura 1.16: Posiciones de las válvulas distribuidoras 2/2.....	24
Figura 1.17: Descripción de la válvula 3/2	25
Figura 1.18: Simbología de válvulas de bloqueo	26
Figura 1.19: Simbología de válvulas reguladoras de presión.	26
Figura 1.20: Simbología de válvulas reguladoras de caudal.	27

CAPÍTULO 2

Figura 2.1: Diagrama del cuerpo libre y de desplazamientos virtuales del elevador de tijeras	30
Figura 2.2: Reacciones en los apoyos de la estructura.....	33
Figura 2.3: Modelo en SolidWorksde la estructura base	35
Figura 2.4: Modelo del eslabón tipo de la estructura de tijera	36
Figura 2.5: Modelo del eslabón para soporte del cilindro hidráulico.....	36
Figura 2.6: Modelo del eslabón para soporte del vástago del cilindro hidráulico	36
Figura 2.7: Modelo del eje para unión de los eslabones	37
Figura 2.8: Modelo de la estructura soporte superior	37
Figura 2.9: Modelo del brazo estabilizador	38
Figura 2.10: Modelo del tornillo de potencia.....	38
Figura 2.11: Modelo de las ruedas del elevador	39
Figura 2.12: Ensamblaje completo del elevador de tijeras	39
Figura 2.13: Detección de interferencias en el modelo del elevador de tijeras.....	40
Figura 2.14 Configuración de los parámetros del estudio de movimiento.....	41
Figura 2.15: Simulación del movimiento del elevador de tijeras.....	42
Figura 2.16: Análisis del movimiento del elevador de tijeras.....	43
Figura 2.17: Asignación de cargas y sujeciones a la estructura base.....	46
Figura 2.18: Mallado del modelo de la estructura base	46
Figura 2.19: Tensión de Von Mises en la estructura superior.....	47
Figura 2.20: Desplazamientos resultantes en la estructura base	48
Figura 2.21: Distribución del factor de seguridad en la estructura base	49

Figura 2.22: Asignación de cargas y sujeciones al soporte del cilindro hidráulico	50
Figura 2.23: Mallado del modelo de los eslabones para soporte del cilindro hidráulico	51
Figura 2.24: Tensión de Von Mises en los eslabones para soporte del cilindro hidráulico	52
Figura 2.25: Desplazamientos resultantes en los eslabones para soporte del cilindro hidráulico	53
Figura 2.26: Distribución del factor de seguridad en los eslabones para soporte del cilindro hidráulico.....	54
Figura 2.27: Asignación de cargas y sujeciones al soporte del vástago del cilindro hidráulico	55
Figura 2.28: Mallado del modelo de los eslabones para soporte del vástago del cilindro hidráulico	56
Figura 2.29: Tensión de Von Mises en el soporte del vástago del cilindro hidráulico .	57
Figura 2.30: Desplazamientos resultantes en el soporte del vástago del cilindro hidráulico	58
Figura 2.31: Distribución del factor de seguridad en el soporte del vástago del cilindro hidráulico	59
Figura 2.32: Asignación de cargas y sujeciones a la plataforma superior	60
Figura 2.33: Mallado del modelo de la plataforma superior	61
Figura 2.34: Tensión de Von Mises en la plataforma superior	62
Figura 2.35: Desplazamientos resultantes de la plataforma superior	63
Figura 2.36: Distribución del factor de seguridad de la plataforma superior.....	64
Figura 2.37: Asignación de cargas y sujeciones de los brazos estabilizadores.....	65
Figura 2.38: Mallado del modelo de los brazos estabilizadores	66

Figura 2.39: Tensión de Von Mises en el brazo estabilizador	67
Figura 2.40: Desplazamientos resultantes en el brazo estabilizador	68
Figura 2.41 Distribución del factor de seguridad en el brazo estabilizador	69
CAPÍTULO 3	
Figura 3.1: Funcionamiento del circuito cuando no se presiona ningún botón.....	72
Figura 3.2: Funcionamiento del circuito hidráulico cuando se presiona el botón de ascenso	73
Figura 3.3: Funcionamiento del circuito hidráulico cuando se presiona el botón de descenso	74
CAPÍTULO 4	
Figura 4.1: Fabricación de pasadores y bocines.....	78
Figura 4.2: Bocines y pines.....	78
Figura 4.3: Brazos de acero	79
Figura 4.4: Brazos y bocines acoplados.....	79
Figura 4.5: Estructura perfil en “C”	80
Figura 4.6: Soporte del elevador	80
Figura 4.7: Plataforma del elevador	81
Figura 4.8: Brazo del estabilizador	82
Figura 4.9: Fabricación Bocines	82
Figura 4.10: Estabilizador	83
Figura 4.11: Rodillo	84
Figura 4.12. Rodillos.....	84
Figura 4.13: Acoples de plataforma.....	85

Figura 4.14: Junta a tope	87
Figura 4.15: Junta a escuadra.....	88
Figura 4.16: Junta en T	88
Figura 4.17: Soldadura de cabeza en plano.....	89
Figura 4.18. Soldadura en T.....	90
Figura 4.19. Soldadura en T.....	90
Figura 4.20. Montaje de ruedas estabilizadores en la estructura soporte	90
Figura 4.21. Montaje del primer segmento de tijeras.....	90
Figura 4.22. Montaje del segundo segmento de tijeras.....	901
Figura 4.23. Montaje del tercer segmento de tijeras	901
Figura 4.24. Montaje del cilindro hidráulico	901
Figura 4.25. Montaje de plataforma superior.....	901
Figura 4.26: Acoplamiento de las mangueras hidráulicas	91
Figura 4.27: Montaje del conjunto bomba-motor	91
Figura 4.28: Armado de los elementos eléctricos	92
Figura 4.29: Montaje del sistema eléctrico	92
Figura 4.30: Elevador armado.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Propiedades del material de la estructura base (ASTM A36).....	45
Tabla 4.1: Equipos utilizados en la construcción del elevador	76
Tabla 4.2: Partes constitutivas de la máquina	77

Tabla 5.1: Resultados de pruebas..... 93

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: SELECCIÓN DE BOMBA HIDRÁULICA

ANEXO 2: SELECCIÓN DE MOTOR ELÉCTRICO

ANEXO 3: PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

RESUMEN

En el presente trabajo se trata sobre el diseño y construcción de un elevador electro hidráulico para el montaje y desmontaje del sistema de transmisión del automóvil.

Este proyecto cuenta con seis capítulos los cuales se detallan a continuación.

En el capítulo I es el marco teórico en el cual se da una breve introducción de los diferentes tipos de transmisiones así como tipos de elevadores y sus ventajas y desventajas.

En el capítulo II se realiza el cálculo para la determinación de cargas que existen en el elevador y con el apoyo de un software (SOLIDWORKS) se realiza el modelado, ensamblaje, simulación y análisis de cada uno de los componentes mecánicos del elevador

En el capítulo III se realiza el cálculo de presiones requeridas para la selección de los componentes hidráulicos y eléctricos del elevador.

En el capítulo IV se detalla los procesos de construcción y ensamblaje del elevador.

En el capítulo V se realiza pruebas de fiabilidad del mecanismo, así como un cronograma e instrucciones de mantenimiento.

En el ultimo capitulo se lleva a obtener las conclusiones y recomendaciones una vez llegado a culminar con todas las etapas de diseño y construcción del mecanismo.

CAPÍTULO 1

BASES TEÓRICAS

1.1. EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

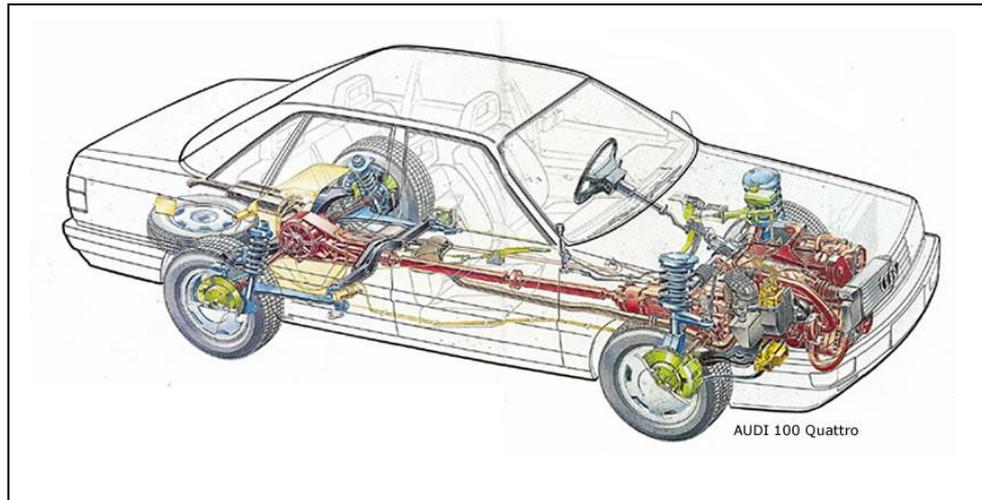


Figura1.1: Sistema de transmisión

El sistema de transmisión, es otro sistema importante con que cuenta un automóvil, el poder aprovechar el movimiento que genera el motor a través de la energía que le proporciona un determinado combustible y trasladar ese movimiento a las ruedas para que el automóvil tenga movimiento hacia adelante, atrás, pueda subir pendientes y este parado con el motor prendido (neutro), es esa precisamente la finalidad del sistema mencionado.

1.1.1 TIPOS DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

Las transmisiones pueden ser clasificadas en:

- Transmisiones mecánicas
- Transmisiones automáticas

Las integradas, forman conjuntos compactos en que el motor, caja de cambios y diferencial han sido dispuestos en un solo grupo, eliminándose el eje cardán. Pueden ser montadas tanto en la parte trasera como delantera del vehículo (Figura 1.4.).

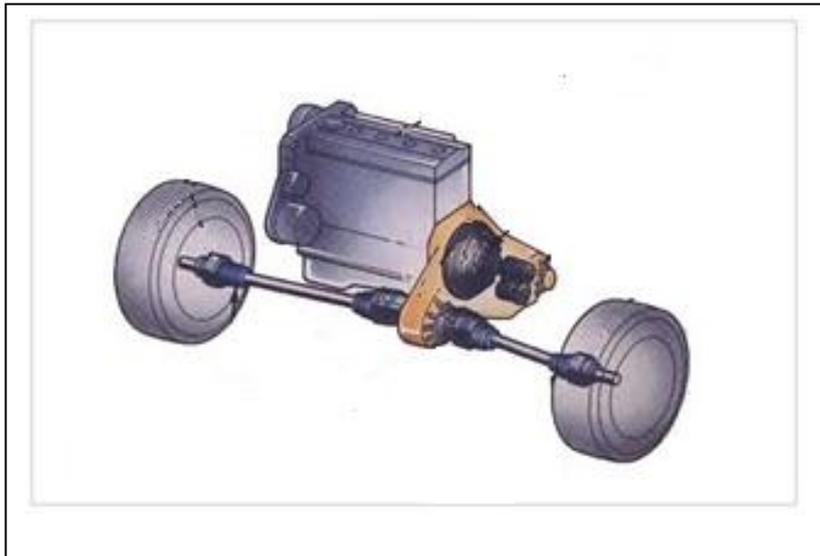
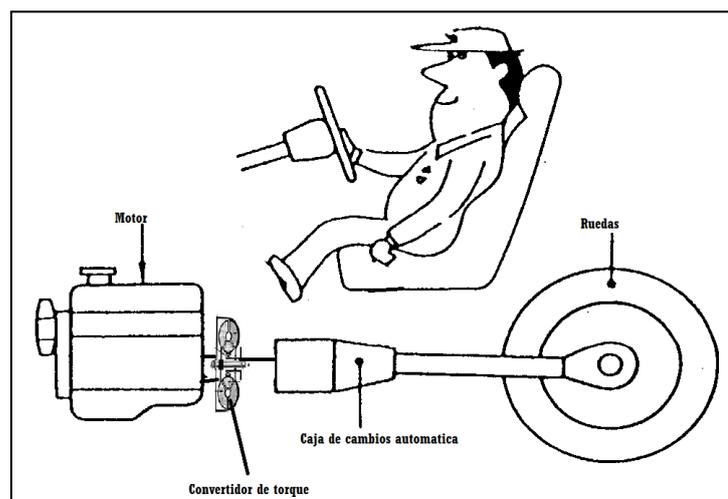


Figura 1.4: Transmisión mecánica integrada

1.1.1.2 TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA



La transmisión automática (Figura 1.5.) es una transmisión en la cual la selección de engranaje (cambio) es acompañada automáticamente, haciendo la aceleración y el arranque fácil. Una transmisión automática consiste principalmente en un convertidor de torque y una unidad de engranaje planetario que lleva a cabo la operación del cambio por presión hidráulica.

1.1.2 COMPONENTES EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

La transmisión está compuesta por los siguientes elementos:

- Embrague.
- Caja de cambio o caja de velocidades.
- Árbol de transmisión.
- Grupo cónico-diferencial.

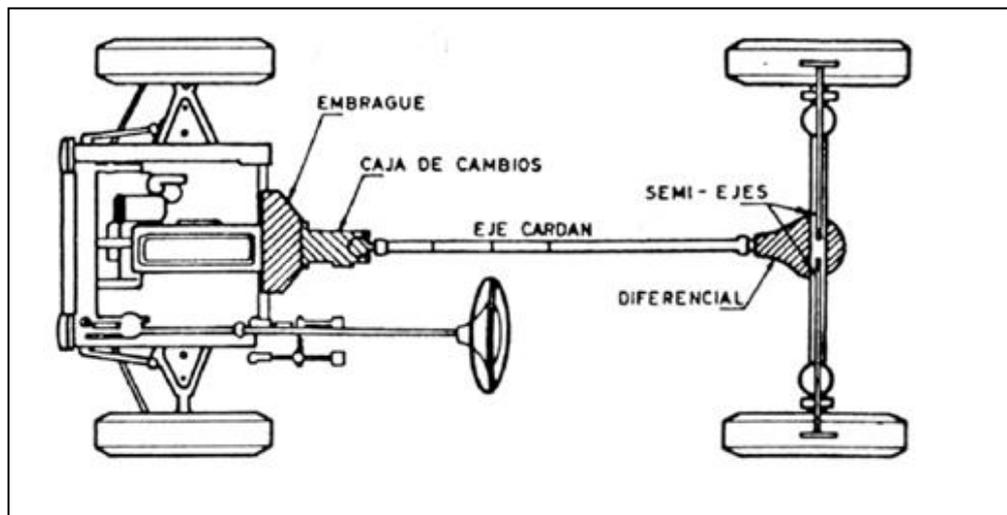


Figura 1.6: Componentes del sistema de transmisión

Embrague, es la parte del sistema de transmisión que se encuentra situado entre el motor y la caja de cambios.

Su objeto es conectar y desconectar, a voluntad del conductor, el movimiento de rotación del volante del motor al resto de la transmisión.

Caja de Cambios, es el órgano más importante del sistema de transmisión. Su tarea es transmitir el giro del motor a las ruedas propulsoras y otorgar la fuerza necesaria para lograr un desplazamiento constante, sin importar la inclinación que presente el camino. La caja de cambios puede ser de transmisión manual o de transmisión automática.

Árbol de transmisión, el árbol de propulsión es un dispositivo que conecta la transmisión al diferencial posterior en vehículos FR (motor delantero, transmisión posterior) y en 4WD (transmisión a las 4 ruedas). Además, es diseñado para transmitir potencia al diferencial a causa de los continuos cambios en ángulo y longitud con respecto al diferencial, puesto que este es siempre movido hacia arriba y abajo o adelante y atrás en respuesta a los baches o rutas en la superficie de las pistas y cambios en la carga del vehículo. El eje es hecho de una tubería de acero hueca, que es liviana en peso y lo suficientemente fuerte para resistir torsión y doblado. Una unión universal es montada en cada uno de los extremos del eje. Además, es construida para que la porción conectada a la transmisión pueda responder a cambios en longitud.

Diferencial, un diferencial es el elemento mecánico que permite que la rueda derecha y la rueda izquierda giren a revoluciones diferentes, según el vehículo esté tomando una curva hacia un lado o hacia el otro. Cuando un vehículo toma una curva, por ejemplo hacia la derecha, la rueda derecha recorre un camino más corto que la rueda izquierda, ya que esta última se encuentra en la parte exterior de la curva. Mediante el diferencial se consigue que cada rueda pueda girar correctamente en una curva, sin perder por ello la fijación de ambas sobre el eje, de manera que la tracción del motor actúa con la misma fuerza sobre cada una de las dos ruedas.

1.1.3 IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DEL AUTOMÓVIL

Modifica la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, para esto la importancia de la caja de cambios que sirve para administrar las revoluciones del motor y darle mayor desplazamiento al vehículo, para esto se vale de sincronizadores; y engranajes.

Liberar el giro del cigüeñal del sistema de transmisión, el sistema de embrague es el encargado de conectar y desconectar, a voluntad del conductor, el movimiento de rotación del volante del motor al resto de la transmisión.

Hacer que las ruedas puedan girar a distinta velocidad en las curvas o giros, existe el mecanismo diferencial que permite que las ruedas derecha e izquierda ya sea con una transmisión delantera o posterior del vehículo giren a revoluciones diferentes, según éste se encuentre tomando una curva hacia un lado o hacia el otro.

1.1.4 REVISIONES PREVENTIVAS EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

El mantenimiento de la transmisión debe ser realizado por profesionales exclusivamente.

- Controlar el recorrido nulo o de seguridad del pedal de embrague (poca resistencia 2 o 3 cm)
- Si no hay recorrido el disco puede patinar sufriendo el collarín gran desgaste.
- Si hay demasiado recorrido el disco se separa y las velocidades al cambiarlas rascan.
- En caso de ruidos extraños acuda a un taller especializado.

- El nivel de aceite de la caja de cambios y del puente motriz según las especificaciones del fabricante en su libro de mantenimiento.

1.1.5 SÍNTOMAS DE AVERÍAS EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

CAJA DE CAMBIOS		
AVERIAS	CAUSAS	SOLUCIONES
1. Suenan las marchas (cambios) al intentar introducirlos.	Mando de embrague desajustado (cable destensado o sistema hidráulico defectuoso), lo que es causa de que el desembrague no sea completo al pisar el pedal.	Tensar el cable y ajustar su tope o sangrar el circuito hidráulico de mando.
	Desgaste de los conjuntos sincronizadores.	Desmontar la caja de cambios y sustituir anillos o conjuntos sincronizados.
2. Las marchas entran con dificultad.	Mando del embrague desajustado.	Tensar el cable y ajustar su tope o sangrar el circuito hidráulico de mando.
	Varillaje de accionamiento del cambio desalineado o falta de lubricación.	Ajustar o lubricar.
	Avería interna del cambio (rodamientos, conjuntos sincronizadores, piñones, etc.)	Desmontar y revisar.
CAJA DE CAMBIO AUTOMÁTICA		
1. Resbalamiento en todas las marchas.	Nivel de aceite bajo.	Reponer el nivel.
	Avería interna del cambio (embragues desgastados, caja de válvulas agarrotada, bomba de aceite con desgastes, etc.).	Efectuar una reparación general.

2. Aceleración pobre a bajas velocidades.	Nivel de aceite bajo.	Reponer el nivel.
	Convertidor de par averiado (no actúa el rodamiento unidireccional del reactor).	Sustituir el convertidor.
3. La caja no cambia de marcha.	Mal ajuste del mando.	Efectuar ajuste y verificar presiones.
EJE DE TRANSMISION		
(Tracción trasera)		
AVERIAS	CAUSAS	SOLUCIONES
1. Ruido.	Crucetas universales faltas de lubricación o deterioradas.	Revisar las crucetas universales.
	Eje propulsor desalineado o desequilibrado.	Alinearlo/equilibrarlo.
	Rodamiento central de apoyo defectuoso.	Sustituir rodamiento.
2. Golpeteo.	Holgura en el conjunto de la transmisión o en el diferencial.	Revisar conjunto eje transmisión/diferencial.
DIFERENCIAL		
1. Sireneo al acelerar y retener.	Mal ajuste/desgaste conjunto piñón-corona.	Ajustar.
	Rodamiento conjunto diferencial o piñón de ataque deteriorados.	Sustituir rodamientos y reajustar conjunto.
2. Ruidos en curvas.	Holgura excesiva o daños en planetarios y satélites.	Reparar conjunto diferencial.
3. Falta de estabilidad	Placas de fricción del mecanismo autoblocante con desgaste o daño.	Reparar conjunto diferencial.
	Mecanismo autoajustable, bloqueado	Reparar o sustituir el mecanismo.

SEMIEJE DE TRANSMISION		
(Tracción delantera)		
1. Chasquidos al rodar con la dirección girada a tope	Falta de grasa en las crucetas o juntas homocinéticas.	Engrasar y revisar estado de los fuelles protectores de goma.
	Rodamientos de agujas de las crucetas oxidados o con las agujas rotas, o daños internos en las juntas homocinéticas.	Reparar los conjuntos cardan u homocinéticos, o sustituir las transmisiones completas.
2. Holgura en las transmisiones, al acelerar o retener.	Desgaste o rotura de los rodamientos de las crucetas o bolas en las juntas homocinéticas.	Reparar los conjuntos cardan u homocinéticos o sustituir las transmisiones completas.
	Tuerca de la mangueta floja.	Apretarla al par especificado.
	Estrías de la mangueta desgastadas.	Sustituir la mangueta o la transmisión completa y el plato de anclaje.
	Desgastes en los dados o juntas trípode de salida del diferencial.	Sustituir los elementos dañados.
EMBRAGUE		
AVERIAS	CAUSAS	SOLUCIONES
1. Retiembla al arrancar o cambiar la marcha.	Cable de mando se agarra y no retorna correctamente.	Engrasar o sustituir el cable.

	Gomas de apoyo del motor deteriorados.	Sustituirlas.
	Disco engrasado o desgastado.	Sustituir el disco.
	Superficie de fricción del volante y/o del plato de presión rayada.	Rectificar las superficies de fricción o sustituir las piezas afectadas.
	Muelles o muelle de diafragma deformados.	Sustituir elementos.
2. Patina.	Tope de la palanca de desembrague desajustado (cable de mando excesivamente tensado).	Ajustar el tope del cable, dejando la holgura recomendada.
	El pedal no retorna debido a debilitamiento del muelle de retroceso o atascamiento del cable de mando.	Sustituir el muelle. Engrasar o sustituir el cable de mando.
	Asbesto del disco impregnado de posibles fugas a través del retenedor del cigüeñal.	Sustituir el disco y poner nuevos retenes.
	Disco desgastado.	Sustituir el disco.
	Muelle de diafragma roto o cedido.	Sustituir el conjunto muelle del diafragma
3. Desgaste prematuro.	Conducir habitualmente con el pie apoyado en el pedal de embrague	Sustituir el disco y evitar ese hábito en lo sucesivo.

1.2 ELEVADORES

Un elevador es un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar personas o bienes entre diferentes niveles. Se conforma con partes mecánicas, eléctricas y electrónicas que funcionan conjuntamente para lograr un medio

seguro de movilidad. Se instalan fundamentalmente dos tipos, el ascensor electromecánico y el ascensor hidráulico, más propiamente llamado oleodinámico.

1.2.1 TIPOS

Se instalan fundamentalmente dos tipos:

- Elevador eléctrico. y,
- Elevador hidráulico, más propiamente llamado oleodinámico.

1.2.1.1 ELEVADOR ELÉCTRICO

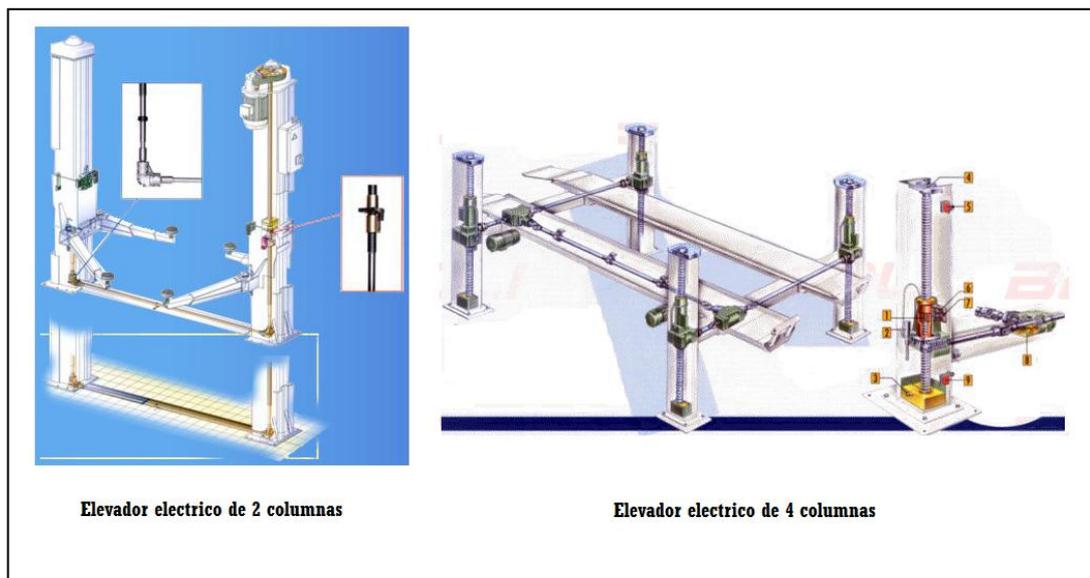


Figura 1.7: Elevadores eléctricos

Los elevadores eléctricos (Figura 1.7.) o también llamados de tornillo sin fin se han comercializado y distribuido por todos los centros de reparación de coches durante décadas. Los fabricantes pensaron que era la idea más acertada para fabricar sus elevadores.

Los elevadores eléctricos o elevador de tornillo, se componen de una estructura fija, dividida en dos funciones la primera cumple de guía para que en todo momento los movimientos seas correctos, y la segunda encargada en ejercer el movimiento de ascenso o descenso por medio de un motor eléctrico de gran potencia y consumo que acciona en forma de giro un tornillo sin fin normalmente instalado en una única columna, y que está a la vez y por medio de una distribución compuesta por dos piñones en su parte inferior y una cadena, consigue que se repita el movimiento sincronizado en la segunda columna.

1.2.1.2 ELEVADOR HIDRÁULICOS

La tecnología hidráulica se ha utilizado desde hace muchos años por todo el mundo, se ha empleado para el movimiento de cargas siempre muy pesadas totalmente con fines diferentes a la automoción, siempre se ha enfocado por toneladas con fines industriales.

En la mayoría de continentes, se ha utilizado el sistema hidráulico. Este se basa de, una bomba hidráulica accionado por un pequeño motor eléctrico el cual no requería de esfuerzo alguno, y un deposito donde se ubicaba el aceite hidráulico. Por medio de la presión hidráulica que ejercía la bomba hidráulica, el líquido se desplazaba por todo el circuito llegando a su punto final que era una botella hidráulica, estas desarrollaban grandes capacidades de carga en cuanto a pesos con esfuerzos mínimos.

Esto hace que se montasen motores eléctricos pequeños, que no sufrían desgaste durante décadas y a la vez no presentaban problemas incluso sin mantenimientos o revisiones, porque carecían y carecen de distribución.

Es por esto, que hoy en día, la mayoría de fabricación de estos, se hacían con motores 110v y 220v, porque consumían mucho menos corriente que incluso un "secador de pelo".

Esto hizo que hoy en día los elevadores hidráulicos se comercialicen por todo el mundo con aspectos totalmente positivos.

Dentro de todos los tipos de elevadores hidráulicos, los más comunes son:

- Elevador hidráulico de columnas
- Elevador hidráulico de tijeras

Elevador hidráulico de columnas

Este se basa de dos o cuatro columnas (Figura 1.8), cada una de ellas cumplen de guía para que el vehículo ascienda de forma correcta, una bomba hidráulica accionado por un pequeño motor eléctrico el cual no requería de esfuerzo alguno, y un deposito donde se ubicaba el aceite hidráulico. Por medio de la presión hidráulica que ejercía la bomba hidráulica, el líquido se desplazaba por todo el circuito llegando a su punto final que era según elevador, una botella o dos botellas hidráulicas, estas desarrollaban grandes capacidades de carga en cuanto a pesos con esfuerzos mínimos.

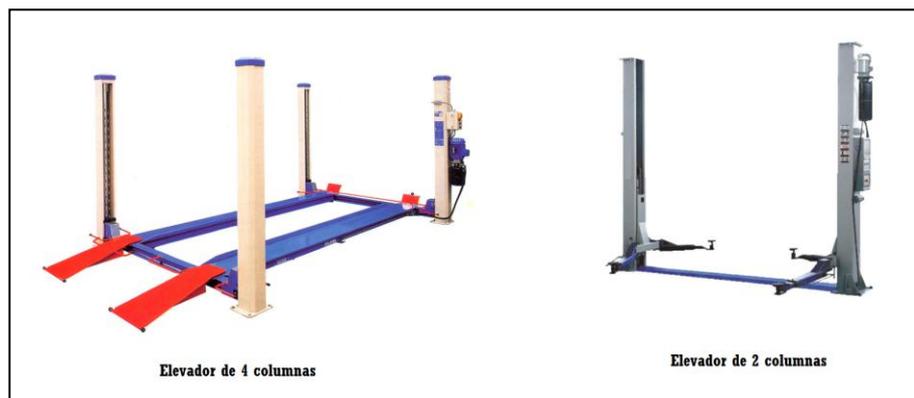


Figura 1.8: Elevadores hidráulicos de columnas

ELEVADOR HIDRÁULICO DE TIJERAS

Un elevador de tijera (Figura 1.9.), a veces conocido como un ascensor de mesa, es una plataforma de trabajo destinado al transporte de cargas o de personas.

Este tipo de elevador utilizar la energía hidráulica, que se extienden en altura, y vienen en varios tipos y tamaños. Originalmente diseñado como un elevador industrial que ha sido modificado para adaptarse a diferentes entornos de trabajo.



Figura 1.9: Elevadores hidráulicos de tijeras

1.2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas elevador eléctrico

La parte positiva de esto, es la seguridad, normalmente, es muy difícil que en cualquier parte del recorrido, las partes móviles puedan fallar provocando una caída del vehículo gracias a que esta guiado por ambas columnas y a la vez situado sobre su tornillo sin fin en cualquier punto de todo el recorrido.

Las posibilidades de que un día falle y parta un tornillo sin fin son muy bajas, siendo mayores otras como una rotura en las partes que soportan el peso del vehículo.

Desventajas elevador eléctrico

Grandes consumos de corriente, todo el movimiento de ascenso y descenso, se produce por medio de movimientos fraccionados por tornillos, piñones y cadenas. Esto hace que requiera de grandes picos de corriente tanto en ascenso o descenso. Este es uno de los motivos de porque estos elevadores se comercializaban con motores trifásicos 380v / 400v y aun así no conseguían desarrollar grandes esfuerzos. Cuando estos se intentaban transformar a motores monofásicos 220v, no funcionaban en todo sus cometidos, principalmente si el vehículo era algo pesado, y se detenía el ascenso en cualquier parte de la carrera, luego no tenía fuerza para reanudar un nuevo ascenso, obligando a descender el vehículo hasta el suelo y comenzando una nueva ascensión.

Capacidad de carga máxima reducida, normalmente estos elevadores se comercializaban con el fin de usos con vehículos no superiores a 1.500Kg los básicos o 2.500Kg las más especiales. Esto ha creado durante muchas décadas, que los talleres se limitasen en cuanto a vehículos o cargas de estos, en especial industriales.

Vida limitada en cuanto a revisiones, todos los elevadores eléctricos de tornillo sin fin, están sometidos a un continuo esfuerzo y desgaste en su distribución, esta se compone de sus tornillos sin fin junto a piñones y cadenas. Estos sufren un desgaste prematuro, pese a que se revise o se de mantenimiento, y obliga a substituir todas estas partes dejando haberes el vehículo en una posición peligrosa.

Mantenimientos, se está obligado a ir al fabricante para solicitar su kit de reparación, y este haber alcanzaba precios muy parecidos al del elevador nuevo.

Alturas en su posición mínimas no válidas para todos los coches, esto ocurre porque la mayoría de estos elevadores, se comerciaban o comercializan montado los piñones y cadenas en la parte inferior de este, para que estos puedan trabajar, tenían de ser montados sobre una estructura metálica en forma de "H" o también llamada "H", la cual levantaba todo el elevador un mínimo de 5cm y normalmente de 8cm a 10cm. Esto hacía imposible poder coger vehículos muy bajos, normalmente deportivos o vehículos modificados de calle.

Ventajas elevador hidráulico

Consumos de corriente muy bajos, producciones en 110v y 220v incluso para particulares. Picos de corriente apenas nulos.

Grandes capacidades de peso, estos elevadores hidráulicos se fabrican con sistemas hidráulicos preparados para trabajar con pesos "mínimos" superiores a los 3.000Kg sin que esto reporte ningún esfuerzo al sistema hidráulico ya que se suelen emplear hidráulicos y bombas capaces de ejercer desde 20 hasta 60 toneladas. Es por esto que ascender un vehículo europeo de 800KG a un camión de **4.500Kg**, hace que el elevador se comporte exactamente igual sin que sea carga alguna para el sistema hidráulico. En este caso, la diferencia, la marcaba la estructura, que es la que determinaba para cuantos kg estaba construido.

Estructuras muy robustas, ya que los elevadores hidráulicos se montaban o montan con sistemas hidráulicos capaces de mover grandes pesos comprendidos en toneladas, la estructura de estos se desarrollaba de forma muy robusta, marcando grandes diferencias de los elevadores eléctricos o de tornillo.

Estos estaban diseñados para atender los vehículos fabricados en América o Latino América, ya que tendían a ser mucho más grandes y pesados, en especial el sector Industrial.

No averías o incidencias, al no estar equipados de sistemas de distribución basados en tornillos sin fin, piñones y cadenas, estos no tenían elementos de desgaste físicos, por lo tanto la probabilidad de que un elemento del circuito hidráulico fallase por desgaste era muy baja, a no ser que fuese por causas de factor humano como cortes inesperados en las mangueras de presión.

Normalmente, el funcionamiento de un elevador hidráulico se compone de su motor (parte eléctrica, bomba y depósito) junto su circuito de líquido hidráulico (manguitos).

Seguridades por bloqueos físicos, todos los elevadores hidráulicos se componen de una serie de bloqueos, los cuales se accionan de forma física, bien sea manual o automática, el cual hace que en la posición con el bloqueo activado, sea imposible que la carga, descienda una sola decima ya sea en 1 día como en 30 años porque la última posición en la que se encuentra el vehículo o la carga en ese momento está bloqueada por un sistema de bloqueos los cuales se activan con el mismo peso. Esto hace que el propio peso, sea el que no deje que este bloqueo se pueda desbloquear a no ser que se reanude el proceso de ascenso unos cm mediante accionando de la bomba hidráulica.

En el momento que se encuentre un su postura bloqueada, es indiferente que pierda presión hidráulica, que se corte una manguera perdiendo todo el aceite hidráulico del circuito o que se rompa el motor.

No requiere de consumo eléctrico para el descenso, en todos los elevadores hidráulicos, el descenso, es por medio de descarga de presión hidráulica, lo cual facilita una descarga controlada en todo momento, y evita tanto el uso eléctrico porque no requiere del motor o cualquier elemento eléctrico como en caso de avería eléctrica.

Desventaja elevador hidráulico:

Revisión Obligatoria de tornillería de sujeción, esto se convierte en un factor totalmente indispensable para la seguridad del trabajador o persona que está alrededor del elevador, ya que normalmente estos elevadores están contruidos para trabajar con pesos mucho mayores a los elevadores eléctricos o de tornillo.

1.3 SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS

1.3.1 PRINCIPIO DE PASCAL

La característica estructural de los líquidos, son incompresibles, hace que en ellos se transmitan presiones. Este comportamiento fue descubierto por el físico francés Blaise Pascal, quien estableció el siguiente principio:

"Un cambio de presión aplicado a un líquido en reposo dentro de un recipiente se transmite sin alteración a través de todo el líquido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen".

Una aplicación directa de este principio la tenemos en el sistema formado por dos émbolos de diferente diámetro (Figura 1.10.), conectados entre sí y en cuyo interior hay un líquido (prensa hidráulica).

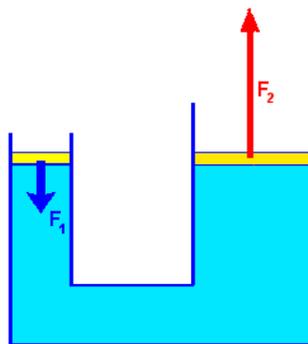


Figura 1.10: Principio de Pascal.

Al ejercer una fuerza F_1 sobre el émbolo pequeño de sección S_1 , creas una presión P en el líquido bajo el émbolo pequeño de valor F_1 / S_1 . Esta misma presión P se manifiesta en toda la masa fluida, y ejerce en el émbolo grande, de sección S_2 una fuerza F_2 tal que:

Es decir, la fuerza que hace el líquido sobre el émbolo grande es F_2 .

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

La fuerza (F_2) es la que tú has hecho (F_1) multiplicada por la relación entre las superficies de los émbolos (S_2 / S_1). Si la superficie del émbolo grande es doble que la del émbolo pequeño, la fuerza ejercida por la prensa es doble que la que tú has hecho; si la relación es triple, la fuerza es triple, etc.

$$F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$$

1.3.2 TRANSMISIÓN DE POTENCIA

La (Fig. 1.11) muestra el principio en el cual está basada la transmisión de potencia en los sistemas neumáticos e hidráulicos. Una fuerza mecánica, trabajo o potencia es aplicada en el pistón A. La presión interna desarrollada en el fluido ejerciendo una fuerza de empuje en el pistón B.

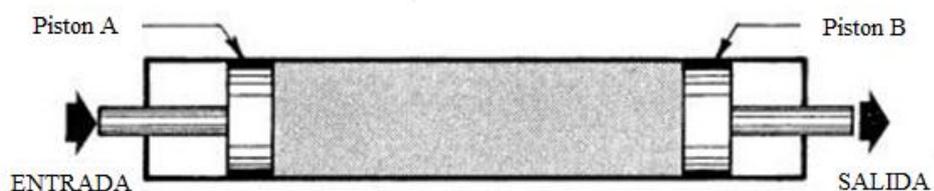


Figura 1.11: Transmisión de potencia

Según la ley de Pascal la presión desarrollada en el fluido es igual en todos los puntos por lo que la fuerza desarrollada en el pistón B es igual a la fuerza ejercida en el fluido por el pistón A, asumiendo que los diámetros de A y B son iguales (Fig. 1.12).

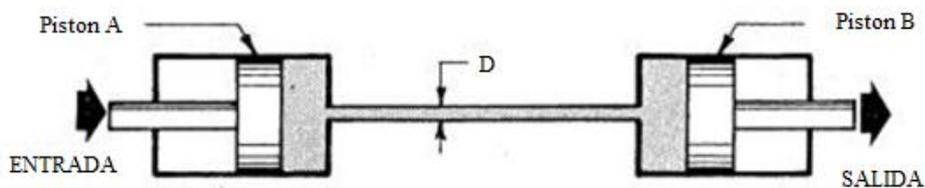


Figura 1.12: Transmisión de potencia a través de una tubería

1.3.3 BOMBAS HIDRÁULICAS

Una bomba hidráulica es un dispositivo tal que recibiendo energía mecánica de una fuente exterior la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión. Las bombas hidráulicas son los elementos encargados de impulsar el aceite o líquido hidráulico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica.

El propósito de una bomba hidráulica es suministrar un flujo de líquido a un sistema hidráulico. La bomba no crea la presión de sistema, puesto que la presión

se puede crear solamente por una resistencia al flujo. Mientras que la bomba proporciona flujo, transmite una fuerza al líquido. Dado que el flujo de líquido encuentra resistencia, esta fuerza se vuelve una presión. La resistencia al flujo es el resultado de una restricción o de una obstrucción en la trayectoria del mismo.

Esta restricción es normalmente el trabajo logrado por el sistema hidráulico, pero puede ser también debido a restricciones de líneas, de guarniciones, y de válvulas dentro del sistema. Así, la presión es controlada por la carga impuesta sobre el sistema o la acción de un dispositivo regulador de presión.

1.3.4 CILINDROS HIDRAULICOS

Cilindro de simple efecto

El trabajo se produce en una sola dirección del movimiento. Un resorte o muelle permite retroceder el embolo a su posición inicial. Para evitar fugas de fluido entre el pistón y la camisa, se colocan juntas de estanqueidad sobre el pistón y su vástago, estas juntas son de un material flexible que se adapta a las paredes de la camisa, evitando las fugas. Solo se utilizan cuando la fuerza necesaria y el movimiento rectilíneo son pequeños ya que el muelle restringe el movimiento. Es recomendable que la carrera no exceda en 3 veces el diámetro. El típico gato hidráulico es un cilindro de simple efecto.

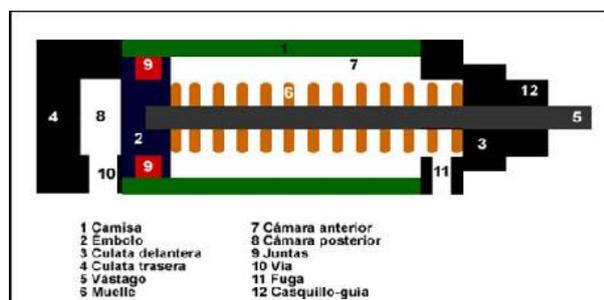


Figura 1.13: Componentes del cilindro de simple efecto.

Cilindro de doble efecto

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial (fig. 1.13). En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido, también en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

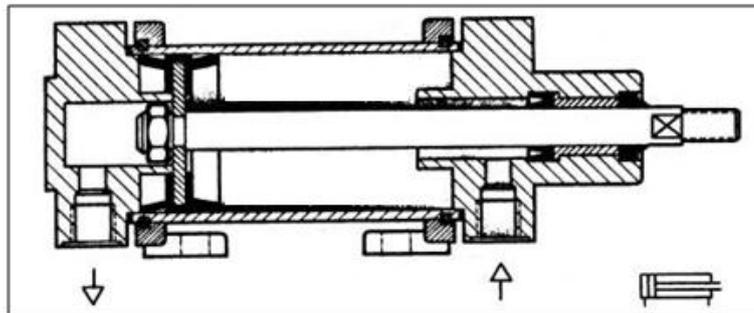


Figura 1.14: Accionamiento del cilindro hidráulico

En los sistemas hidráulicos y neumáticos la energía es transmitida a través de tuberías, ésta energía es función del caudal y presión del aire o aceite que circula en el sistema.

El cilindro es el dispositivo más comúnmente utilizado para conversión de la energía antes mencionada en energía mecánica, la presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia.

Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales". En la figura 1.14, vemos un corte esquemático de un cilindro típico. Este es denominado de doble efecto por que realiza ambas carreras por la acción del fluido.

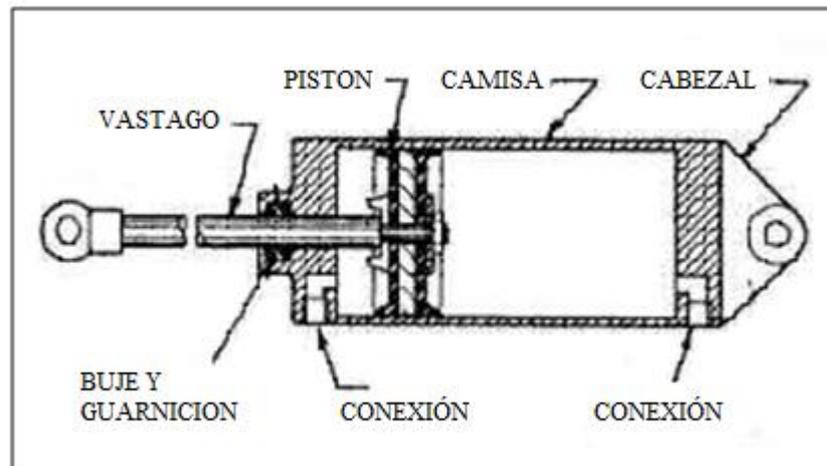


Figura 1.15: Corte esquemático de un cilindro hidráulico de doble efecto.

Las partes de trabajo esenciales son:

- 1) La camisa cilíndrica encerrada entre dos cabezales.
- 2) El pistón con sus guarniciones.
- 3) El vástago con su buje y guarnición.

1.3.5 VÁLVULAS

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

TIPOS DE VALVULAS

Válvulas distribuidoras 2/2

Gobiernan el paso de un fluido abriendo o cortando. Se emplean para abrir y cerrar circuitos

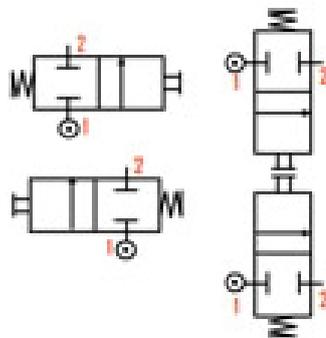


Figura 1.16: Posiciones de las válvulas distribuidoras 2/2.

Válvulas distribuidoras 3/2

Se utilizan para accionar cilindros de simple efecto. La figura muestra una válvula de corredera de tres vías (orificios 1,2 y 3) y dos posiciones: vía de presión (1) cerrada y vía de utilización (2), comunicada con el escape (3) o vía 1 comunicada con 2 y 3 cerrada.

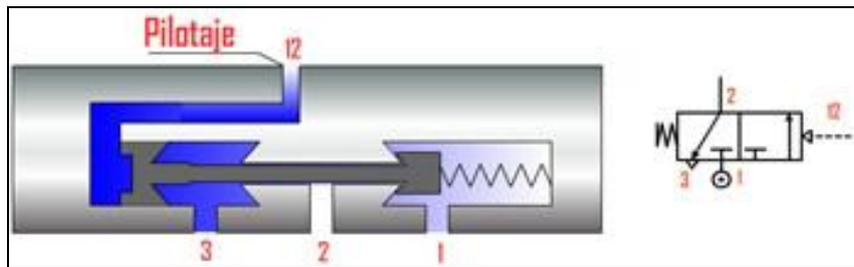


Figura 1.17: Descripción de la válvula 3/2

En esta válvula ya no cabe hablar de posición de reposo, ya que puede adoptar de forma estable cualquiera de las posiciones cuando la válvula se encuentra sin conectar al circuito.

Estas válvulas que no tienen muelle de reposición se denominan bi estables, de memoria o de impulsos. Bi estables porque pueden ocupar cualquiera de las posiciones en la situación de reposo de la válvula. De memoria porque retienen la posición adquirida por la última orden recibida. De impulso porque basta con un impulso (manual, mecánico, eléctrico, hidráulico o neumático) para adquirir y mantener la posición obtenida con la orden dada.

Las válvulas 3/2 se utilizan en aquellas aplicaciones en las que se requiera gobernar el flujo hidráulico en una sola tubería, como el gobierno de cilindros de simple efecto o el gobierno del pilotaje neumático de válvulas.

Válvulas de Anti retorno o bloqueo

Las válvulas de bloqueo o anti retorno impiden el paso de fluido a presión en un sentido y le dejan pasar en el otro. Se emplea para evitar el retorno del líquido del sistema hidráulico (o del aire en un sistema neumático) a la bomba hidráulica (o al depósito de aire comprimido).

Estas válvulas están intercaladas en el circuito y constan de un muelle que está tarado a una cierta tensión que empuja a una bola o un disco contra un asiento cónico. Cuando la presión del fluido supera la fuerza del muelle, la bola se separa del asiento cónico y el fluido circula.

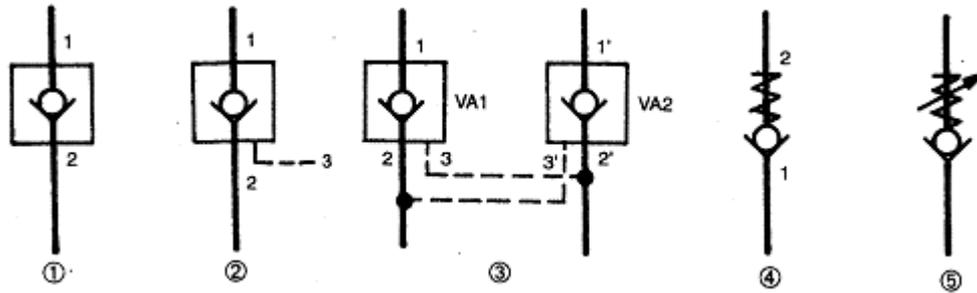


Figura 1.18: Simbología de válvulas de bloqueo

1. Fluido en el sentido 2-1. Se corta su paso al venir o regresar por uno.
2. Fluido en el sentido 2-1. Se puede abrir paso por 3.
3. Dos válvulas anti retornos conectadas entre sí utilizadas en pequeños circuitos hidráulicos que permiten su paso por medio de 3 y 3' de 1-2' y de 1'-2.
4. Válvula de bloqueo con presión límite dada que permite el paso del fluido de 1-2 más no de 2-1. El flujo 1-2 se logra venciendo la fuerza de bloqueo.
5. Válvula de bloqueo con presión límite regulada manualmente. Se puede aclarar que estas dos últimas válvulas pueden ser utilizadas como válvulas de seguridad.

Válvulas reguladoras de presión.

Estas válvulas limitan la presión máxima de un circuito. Su funcionamiento se basa en el equilibrio entre la presión y la fuerza de un muelle. Se utilizan en todos los circuitos hidráulicos y neumáticos como sistema de seguridad; se taran a un valor predeterminado y desvían el caudal hacia retorno cuando se alcanza el valor de presión estipulado

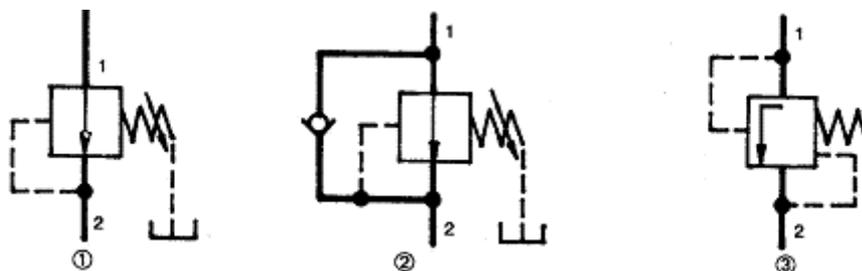


Figura 1.19: Simbología de válvulas reguladoras de presión.

1. Símbolo general de una válvula reductora de presión. Permite regular la presión a utilizarse. Es posible que en todos los puntos del circuito, no necesitemos que la misma presión sea recibida y se precise una necesaria.
2. Válvula reductora de presión de una sola vía.
3. Válvula reductora de presión que funciona de forma diferencial entre las presiones de 1 a 2.

Válvulas reguladoras de caudal

Este tipo de válvula se utiliza como reguladoras de caudal. La aplicación más común es para regular la velocidad de salida del vástago de un cilindro.

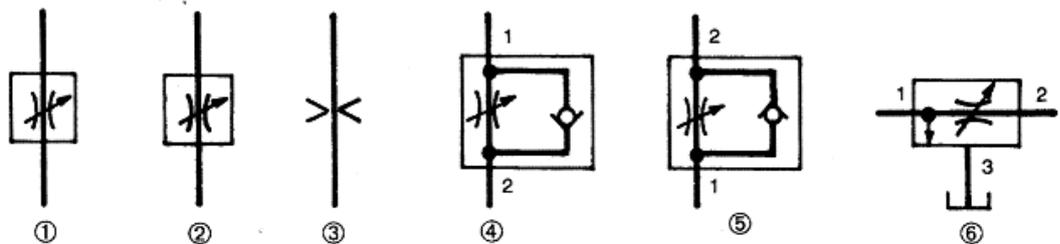


Figura 1.20: Simbología de válvulas reguladoras de caudal.

1. Símbolo general del regulador de Caudal
2. Regulador de Caudal con regulación posible.
3. Reducción de la tubería en un caso dado para la reducción de caudal en un punto específico.
4. Regulador de caudal de 2 – 1. En una dirección.
5. Regulador de caudal unidireccional.
6. Regulador de caudal de 1 – 2. Con descarga del flujo en la vía tres.

CAPÍTULO 2

DISEÑO MECÁNICO

2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño del elevador para el montaje y desmontaje del sistema de transmisión del automóvil se establecieron de acuerdo a los requerimientos de un taller mecánico en el que se da mantenimiento a este tipo de sistemas, por lo que las principales características para tomar en cuenta son el tamaño y peso máximo de los sistemas de transmisión de los vehículos, así como los requerimientos de seguridad para los operarios que manipulen éste equipo.

Peso máximo del sistema de transmisión	5000 N
Longitud máxima del sistema de transmisión	1.00 m
Ancho máximo del sistema de transmisión	0.50 m
Altura máxima de elevación (respecto al piso)	1.85 m

A partir de estas características se determinan los siguientes parámetros de diseño que debe cumplir el elevador:

Carga máxima a levantar	5000 N
Altura máxima del elevador plegado	0.65 m
Altura máxima del elevador desplegado	1.85 m
Longitud del elevador	0.80 m
Ancho del elevador	0.55 m
Tiempo máximo de elevación	10 s

Factor de seguridad mínimo recomendado	2.0
Tipo de accionamiento	Electro-Hidráulico

2.2 DETERMINACIÓN DE CARGAS

Tomando en cuenta la carga máxima a levantar y las dimensiones fijadas en los parámetros de diseño, en las siguientes secciones se determinan las fuerzas que actúan sobre los diferentes componentes de la estructura del elevador de tijeras.

2.2.1 FUERZA REQUERIDA EN EL PISTÓN DEL CILINDRO HIDRÁULICO

El cálculo de la fuerza requerida en el pistón del cilindro hidráulico se lo realiza mediante el método del Trabajo Virtual debido a que este método facilita el análisis de estructuras formadas por una serie de eslabones conectados mediante pasadores cuya configuración varía en función de la carga que se les aplica.

Las dimensiones principales de la estructura del elevador de la figura 2.1 en las posiciones completamente plegado y completamente desplegado, se determinan en función de los parámetros de diseño.

$$Y_{min} = (0.65 - 0.33) m$$

$$Y_{min} = 0.32 m$$

$$Y_{max} = (1.85 - 0.33) m$$

$$Y_{max} = 1.52 m$$

Por lo tanto, el ángulo de plegado θ para las posiciones extremas del elevador es:

$$\theta_{min} = \text{sen}^{-1} \frac{Y_{min}}{8a}$$

$$\theta_{min} = 6.5^\circ$$

$$\theta_{max} = \text{sen}^{-1} \frac{Y_{max}}{8a}$$

$$\theta_{max} = 32.8^\circ$$

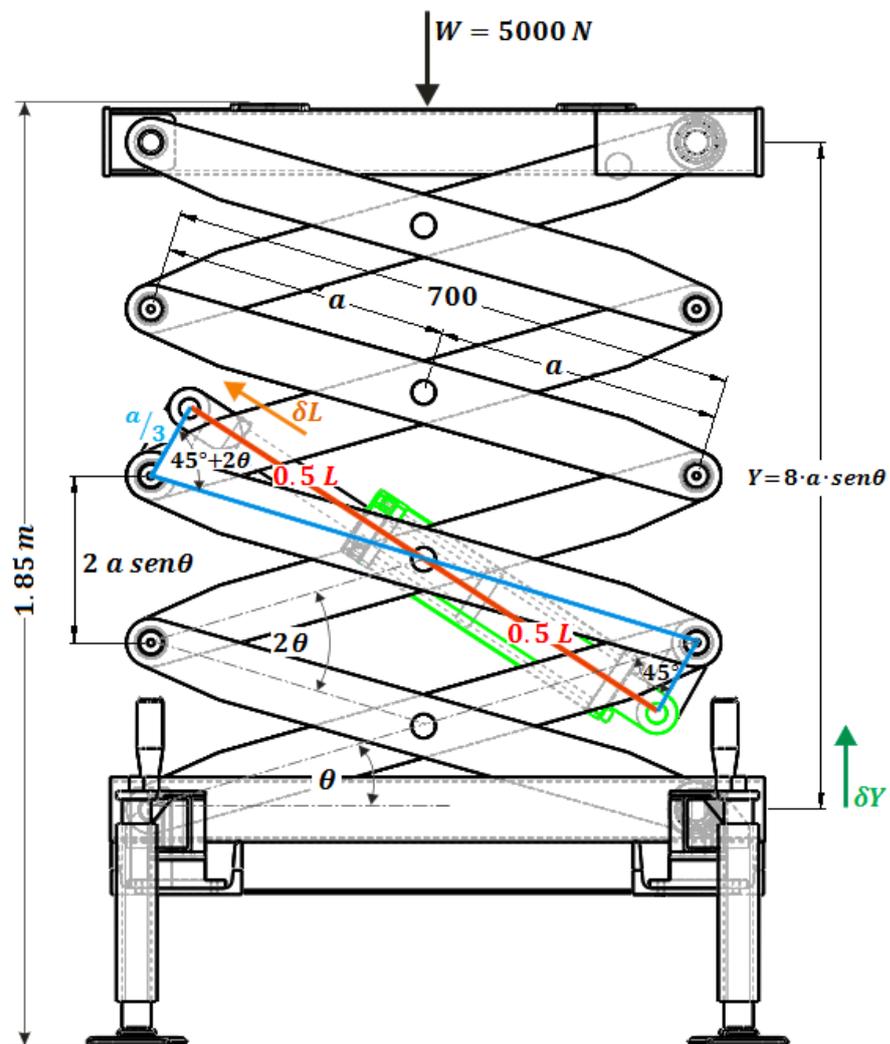


Figura 2.1: Diagrama del cuerpo libre y de desplazamientos virtuales del elevador de tijeras

Como se muestra en la figura 2.1 cuando θ sufre una rotación virtual en sentido contrario a las manecillas del reloj, sólo la carga de 5000 N y la fuerza aplicada por el pistón, efectúan trabajo al desplazarse a lo largo de las direcciones δY y δL respectivamente.

Por consiguiente, siendo F_{pis} la fuerza aplicada por el pistón hidráulico y, δY y δL el desplazamiento virtual que efectúan el peso W y la fuerza F_{pis} , la ecuación de trabajo virtual para un desplazamiento común $\delta\theta$ es:

$$-W \cdot \delta Y + F_{pis} \cdot \delta L = 0 \quad (2.1)$$

De la figura 3.1 se obtiene:

$$Y = 8 a \operatorname{sen} \theta$$

Derivando la ecuación anterior con respecto a θ se tiene:

$$\delta Y = 8 a \cos \theta \delta \theta \quad (2.2)$$

La ecuación de L se obtiene aplicando la ley de cosenos en uno de los triángulos formados en la figura 3.1:

$$(0.5L)^2 = \left(\frac{a}{3}\right)^2 + a^2 - 2 \cdot \frac{a}{3} a \cos(45^\circ + 2\theta)$$

$$0.25 L^2 = 1.11 a^2 - 0.667 a^2 \cos(45^\circ + 2\theta)$$

$$L^2 = 4.44 a^2 - 2.67 a^2 \cos(45^\circ + 2\theta)$$

Derivando la ecuación anterior con respecto a θ y simplificando se tiene:

$$2L \cdot \delta L = 2.67 a^2 \cdot 2 \cdot \text{sen} (45^\circ + 2 \theta) \delta \theta$$

$$\delta L = \frac{2.67 a^2 \text{sen} (45^\circ + 2 \theta) \delta \theta}{L} \quad (2.3)$$

Reemplazando las ecuaciones 2.2 y 2.3 en la ecuación 2.1:

$$W 8 a \cos \theta \delta \theta = F_{pis} \cdot \frac{2.67 a^2 \text{sen} (45^\circ + 2 \theta) \delta \theta}{L}$$

$$F_{pis} = \frac{3.0 W L}{a \text{sen} (45^\circ + 2 \theta)}$$

Por lo tanto, la fuerza requerida en el pistón del cilindro en cuando el elevador está completamente plegado ($\theta_{min} = 6.5^\circ$) es:

$$F_{pis} = \frac{3.0 \cdot 5000 \text{ N} \cdot 610 \text{ mm}}{350 \text{ mm} \text{sen} (45^\circ + 2 \cdot 6.5^\circ)}$$

$$F_{pis} = 30825 \text{ N}$$

De manera semejante, la fuerza requerida en el pistón del cilindro cuando el elevador está completamente desplegado ($\theta = 32.8^\circ$) es:

$$F_{pis} = \frac{3.0 \cdot 5000 \text{ N} \cdot 610 \text{ mm}}{350 \text{ mm} \text{sen} (45^\circ + 2 \cdot 32.8^\circ)}$$

$$F_{pis} = 27925 \text{ N}$$

2.2.2 REACCIONES EN LOS APOYOS DEL ELEVADOR

De los resultados obtenidos en la sección anterior se determina que la mayor fuerza se requiere cuando el elevador vence la inercia y comienza el movimiento de subida, por lo tanto las reacciones en los apoyos del elevador se determinan para éste instante del movimiento, es decir cuando $\theta = 6.5^\circ$ y $F_{pis} = 30825 \text{ N}$.

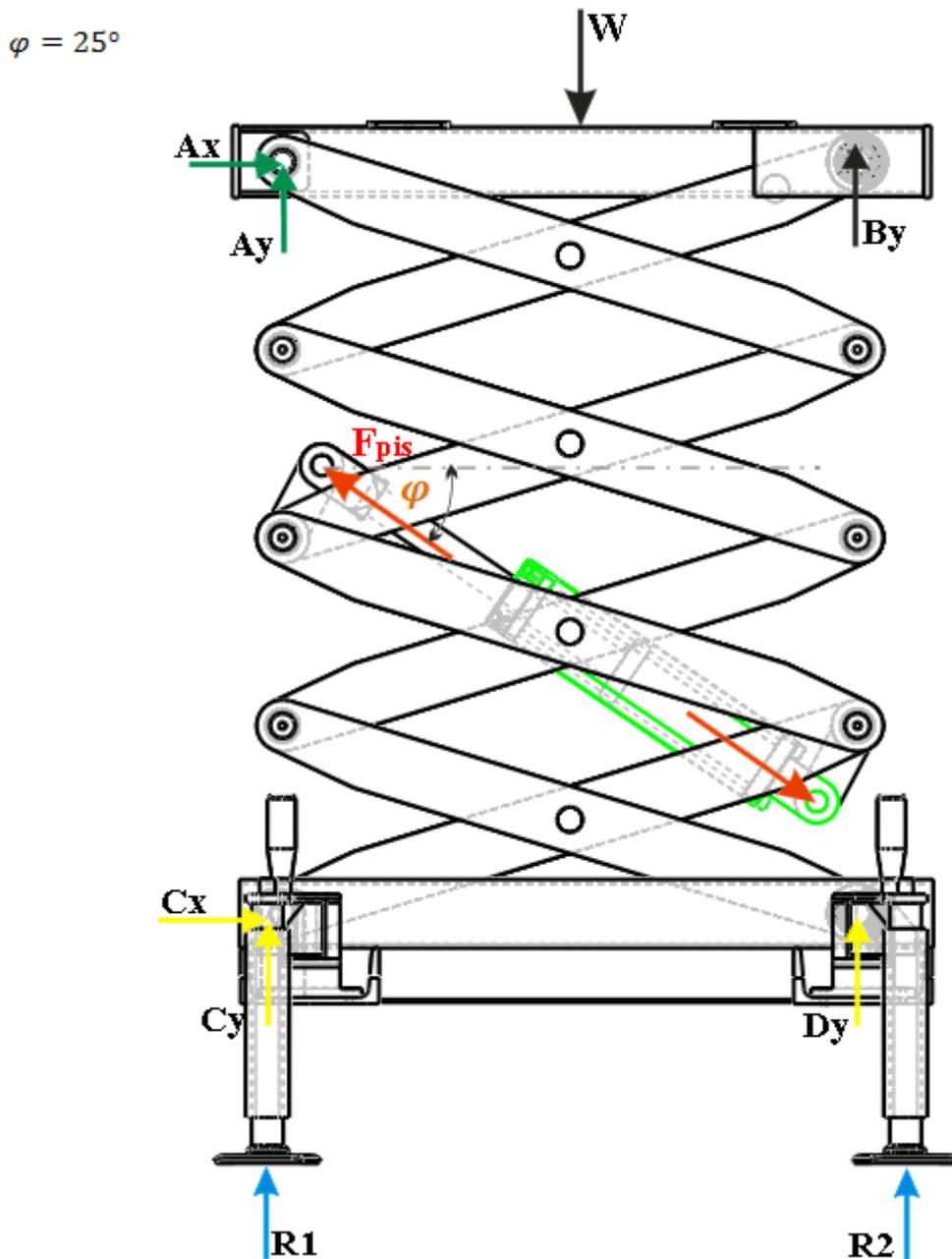


Figura 2.2: Reacciones en los apoyos de la estructura

Aplicando las ecuaciones de equilibrio estático solo en los apoyos para el piso que tiene la estructura se obtiene:

$$\sum F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 - W = 0$$

$$\mathbf{R_1 = R_2 = 2500 N}$$

En el eslabón AB:

$$\sum F_x = 0$$

$$A_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$A_y + B_y - 5000 = 0$$

$$\mathbf{A_y = B_y = 2500 N}$$

En el eslabón CD:

$$\sum F_x = 0$$

$$C_x - F_{pis} \cos \varphi = 0$$

$$\mathbf{C_x = 27937 N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$C_y + D_y - F_{pis} \operatorname{sen} \varphi = 0$$

$$C_x \tan \theta + D_y - F_{pis} \text{sen } \varphi = 0$$

$$D_y = 27937 \tan 6.5^\circ + 30825 \text{ sen } 25^\circ$$

$$D_y = 9845 \text{ N}$$

$$\tan \theta = \frac{C_y}{C_x}$$

$$C_y = 3183 \text{ N}$$

2.3 MODELADO Y ENSAMBLAJE DEL ELEVADOR

En ésta sección se muestra el modelo hecho en SolidWorks de los diferentes componentes mecánicos del elevador de tijeras acorde a cumplir con todos los requerimientos de funcionalidad y seguridad exigidos para este tipo de equipos.

Con la aplicación de los diferentes comandos para croquizar, así como de los comandos para crear y editar operaciones de sólidos disponibles en SolidWorks, se modelan en tres dimensiones los diferentes componentes mecánicos que forman parte de elevador, para posteriormente realizar su ensamblaje, análisis de movimiento y análisis de esfuerzos mediante las aplicaciones SolidWorksMotion y SolidWorksSimulation respectivamente.

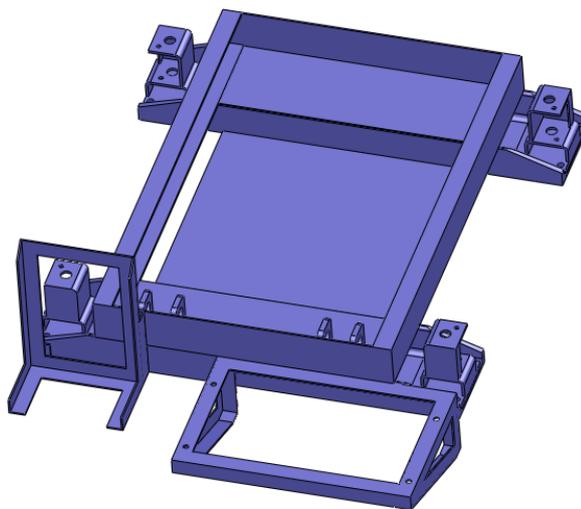


Figura 2.3: Modelo en SolidWorks de la estructura base

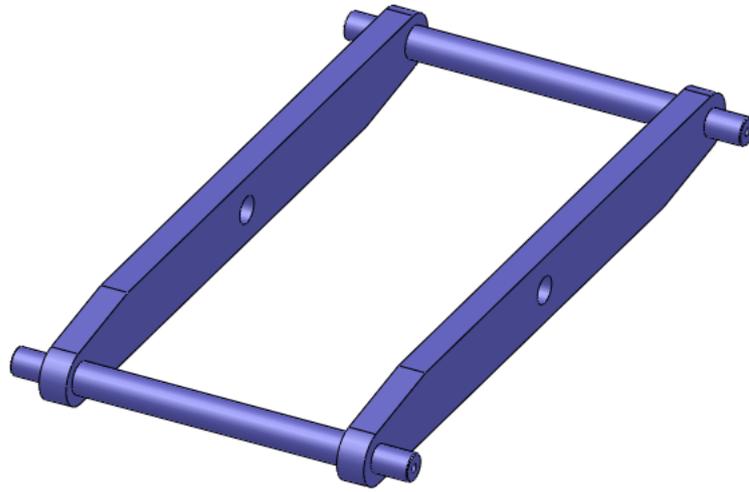


Figura 2.4: Modelo del eslabón tipo de la estructura de tijera

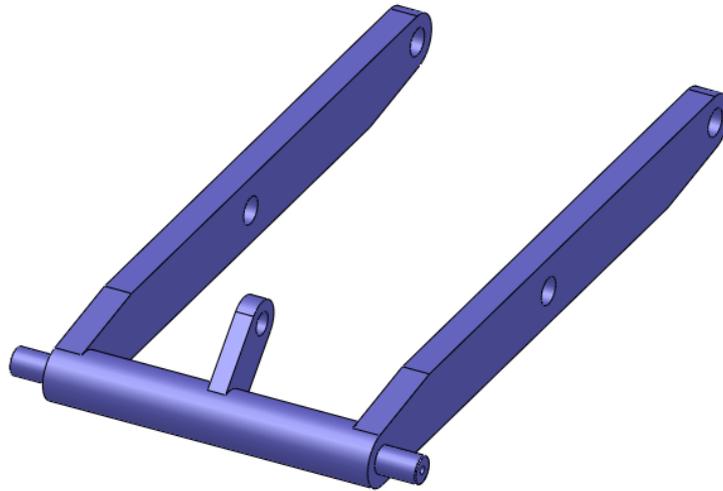


Figura 2.5: Modelo del eslabón para soporte del cilindro hidráulico

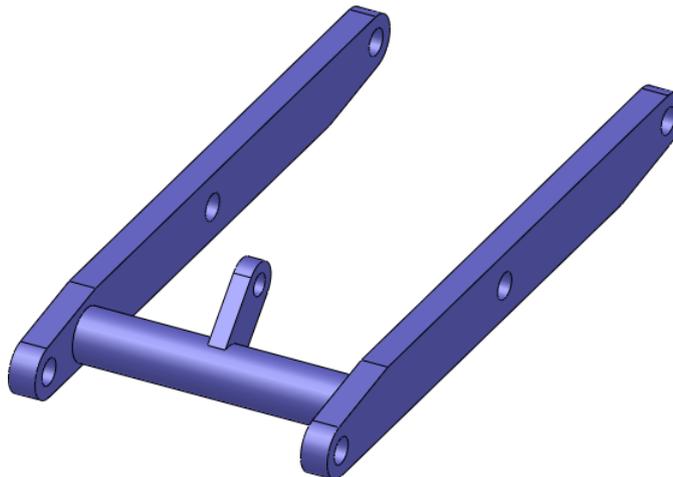


Figura 2.6: Modelo del eslabón para soporte del vástago del cilindro hidráulico

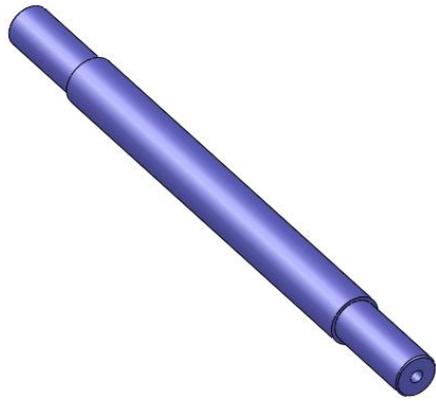


Figura 2.7: Modelo del eje para unión de los eslabones

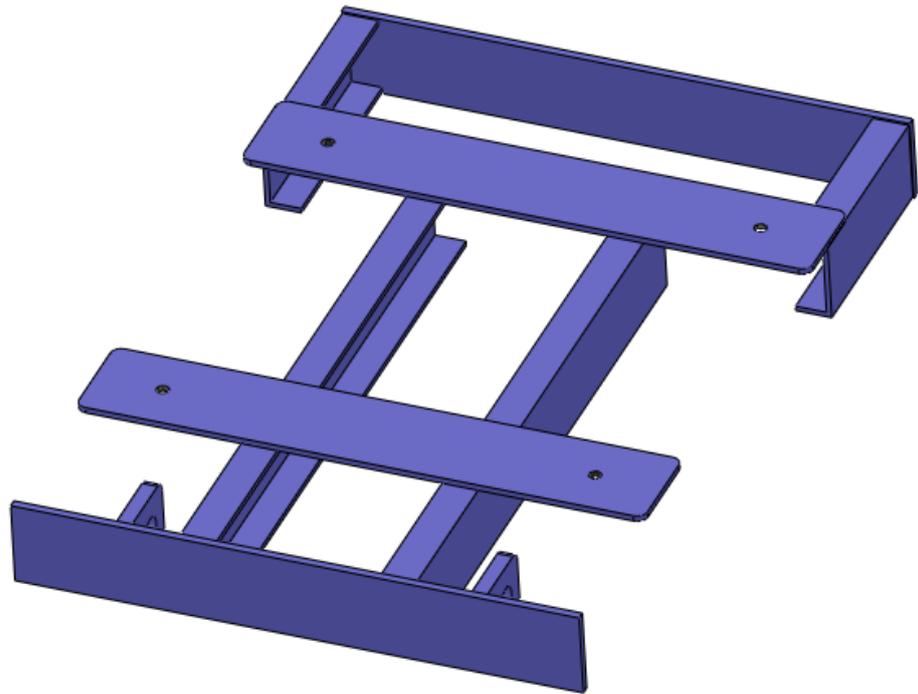


Figura 2.8: Modelo de la estructura soporte superior

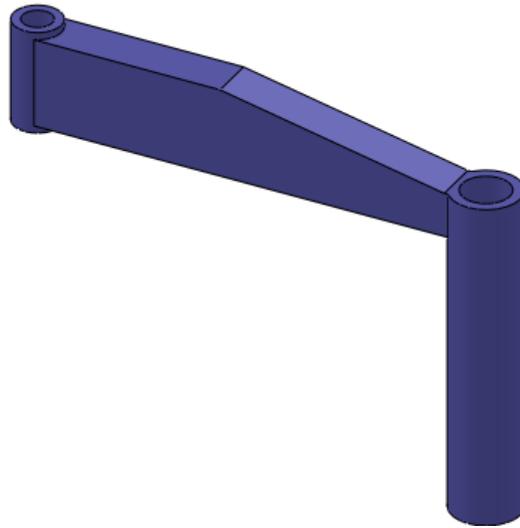


Figura 2.9: Modelo del brazo estabilizador

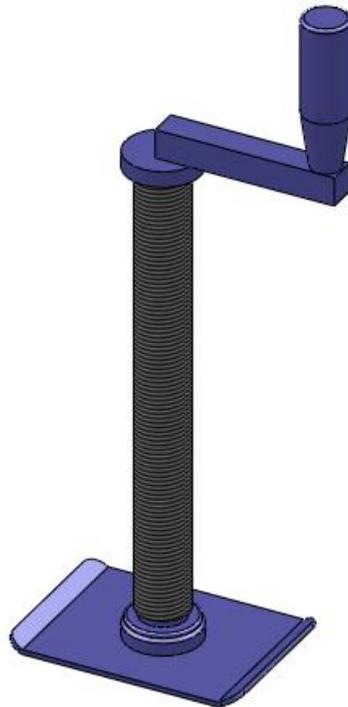


Figura 2.10: Modelo del tornillo de potencia



Figura 2.11: Modelo de las ruedas del elevador

Luego de modelar los diferentes componentes mecánicos e hidráulicos del elevador de tijeras se realiza el ensamblaje del mismo (figura 2.12) mediante la utilización de las diferentes relaciones de posición y restricciones existentes en SolidWorks.

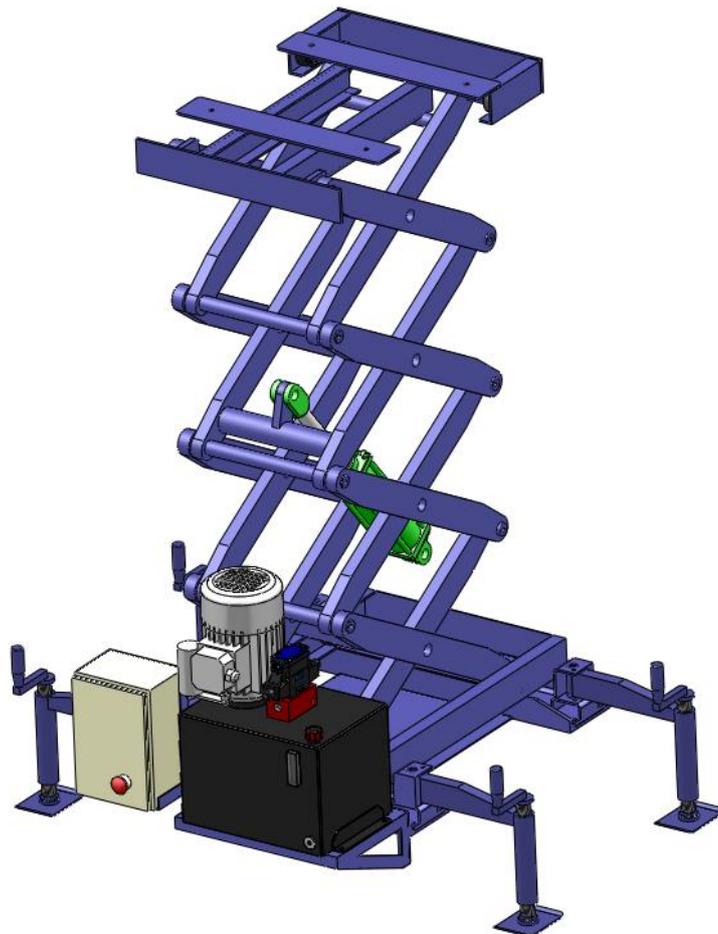


Figura 2.12: Ensamblaje completo del elevador de tijeras

2.4 DISEÑO CINEMÁTICO Y CINÉTICO DEL ELEVADOR

Con el modelo del elevador de tijeras completamente ensamblado, se procede a crear en SolidWorksMotion su estudio de análisis de movimiento, el mismo que permitirá comprobar de forma rápida y precisa el adecuado funcionamiento del mismo mediante la determinación de interferencias, desplazamientos, velocidades, fuerzas generadas, consumo de energía, etc.

2.4.1 DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS

Con el propósito de verificar que todos los componentes mecánicos e hidráulicos del elevador se encuentran correctamente ensamblados, se procede a ejecutar en SolidWorks la herramienta de detección de interferencias tal como se muestra en la figura 2.13.

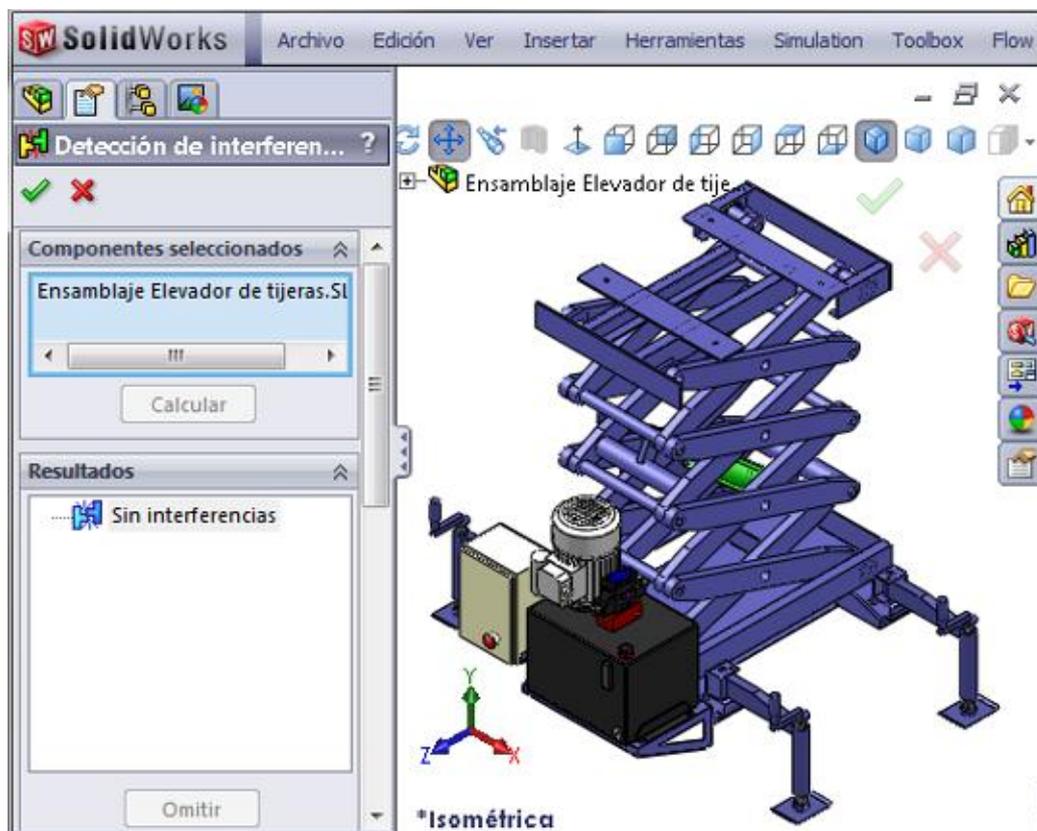


Figura 2.13: Detección de interferencias en el modelo del elevador de tijeras

Como se observa en la figura 2.13 el ensamblaje no tiene interferencias, por lo tanto, éste está realizado de forma correcta y se puede proceder con la creación de su estudio de análisis de movimiento en SolidWorksMotion.

2.4.2 CREACIÓN DEL ESTUDIO DE ANÁLISIS DE MOVIMIENTO

Para crear el estudio de análisis de movimiento es necesario configurar el valor de la carga máxima que se requiere levantar y la velocidad de accionamiento del pistón hidráulico (figura 2.14), con los siguientes valores:

Carga máxima a levantar: 5000 N

Velocidad de salida del pistón hidráulico: 25 mm/s

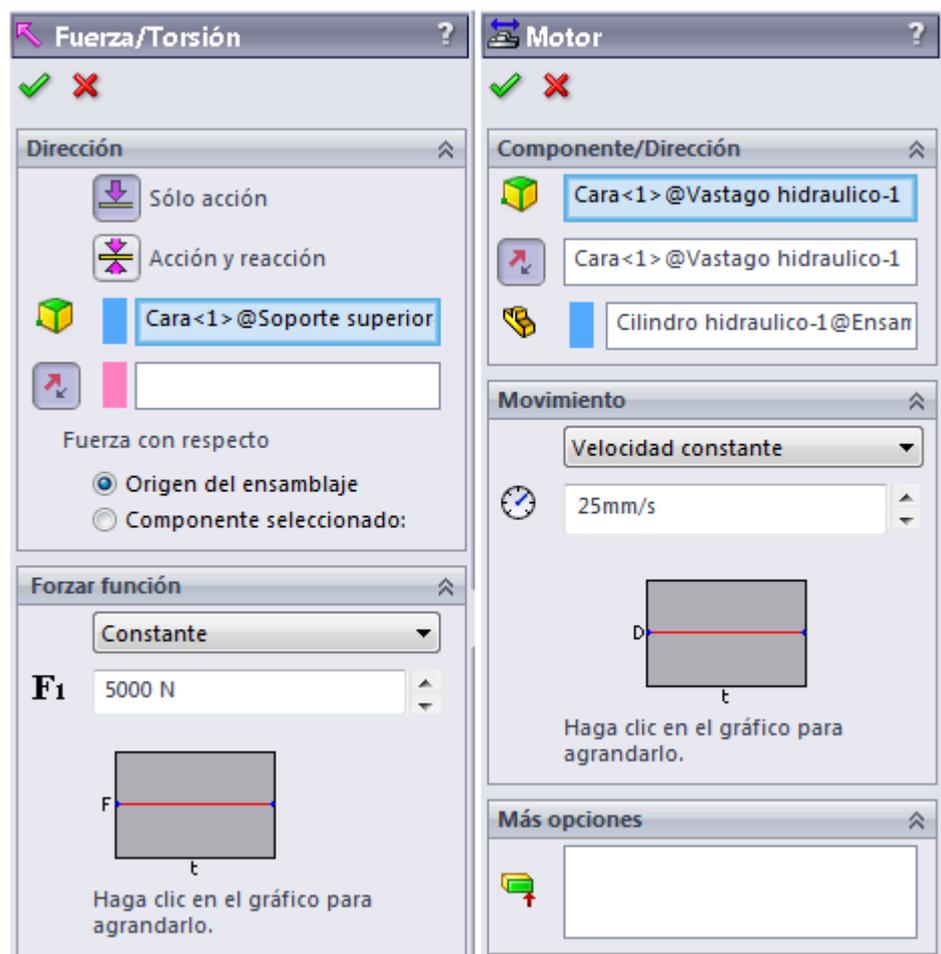


Figura 2.14 Configuración de los parámetros del estudio de movimiento

2.4.3 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE MOVIMIENTO DEL ELEVADOR

Luego de crear y configurar los diferentes parámetros del estudio se procede a ejecutar la simulación del movimiento del elevador de tijeras como se muestra en la figura siguiente.

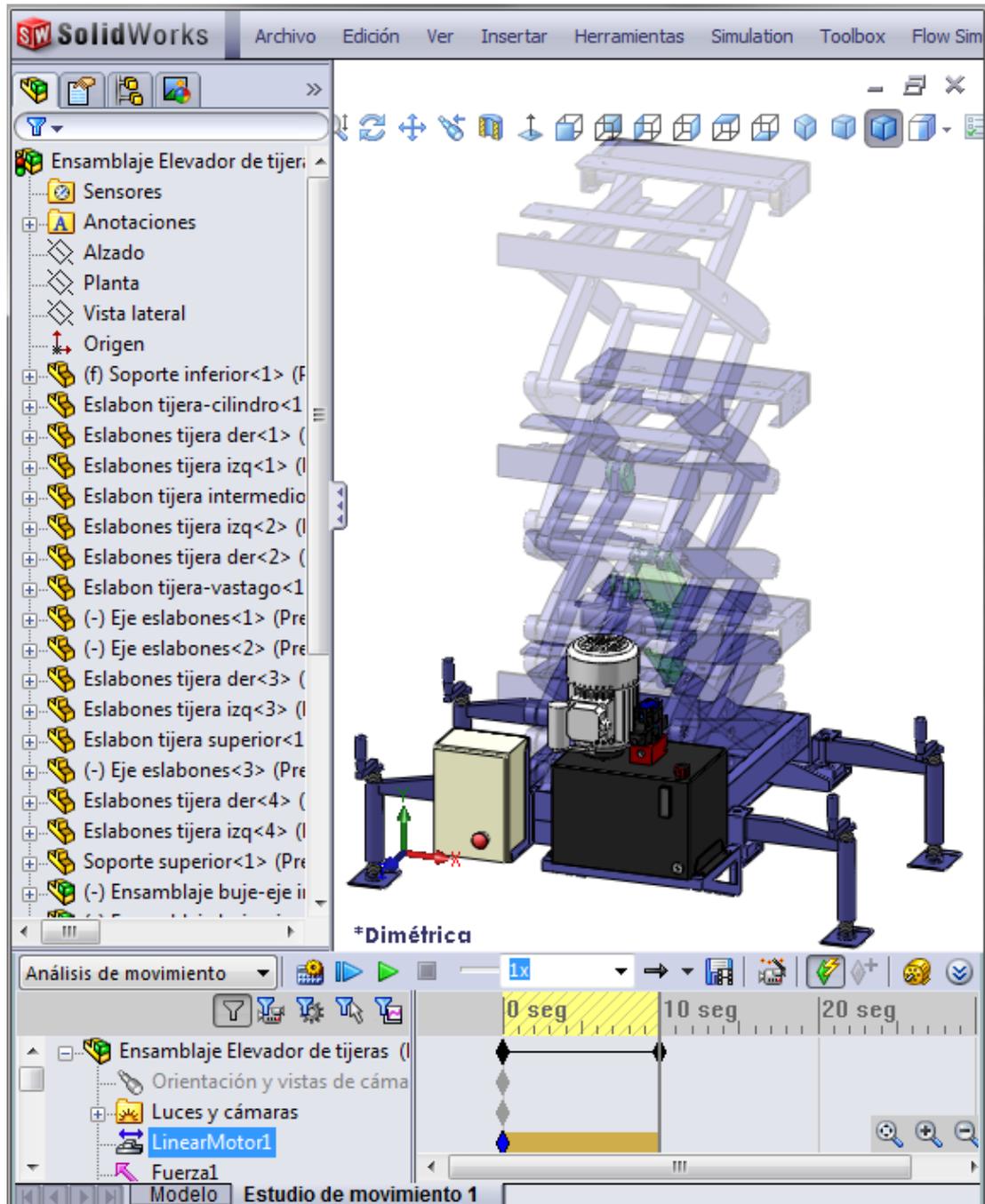


Figura 2.15: Simulación del movimiento del elevador de tijeras

2.4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de realizar el análisis y la simulación de movimiento del elevador de tijeras en SolidWorksMotion se procede a generar los resultados de desplazamientos, velocidades, fuerza requerida en el pistón y consumo de energía del motor tal como se muestra en la figura 2.16).

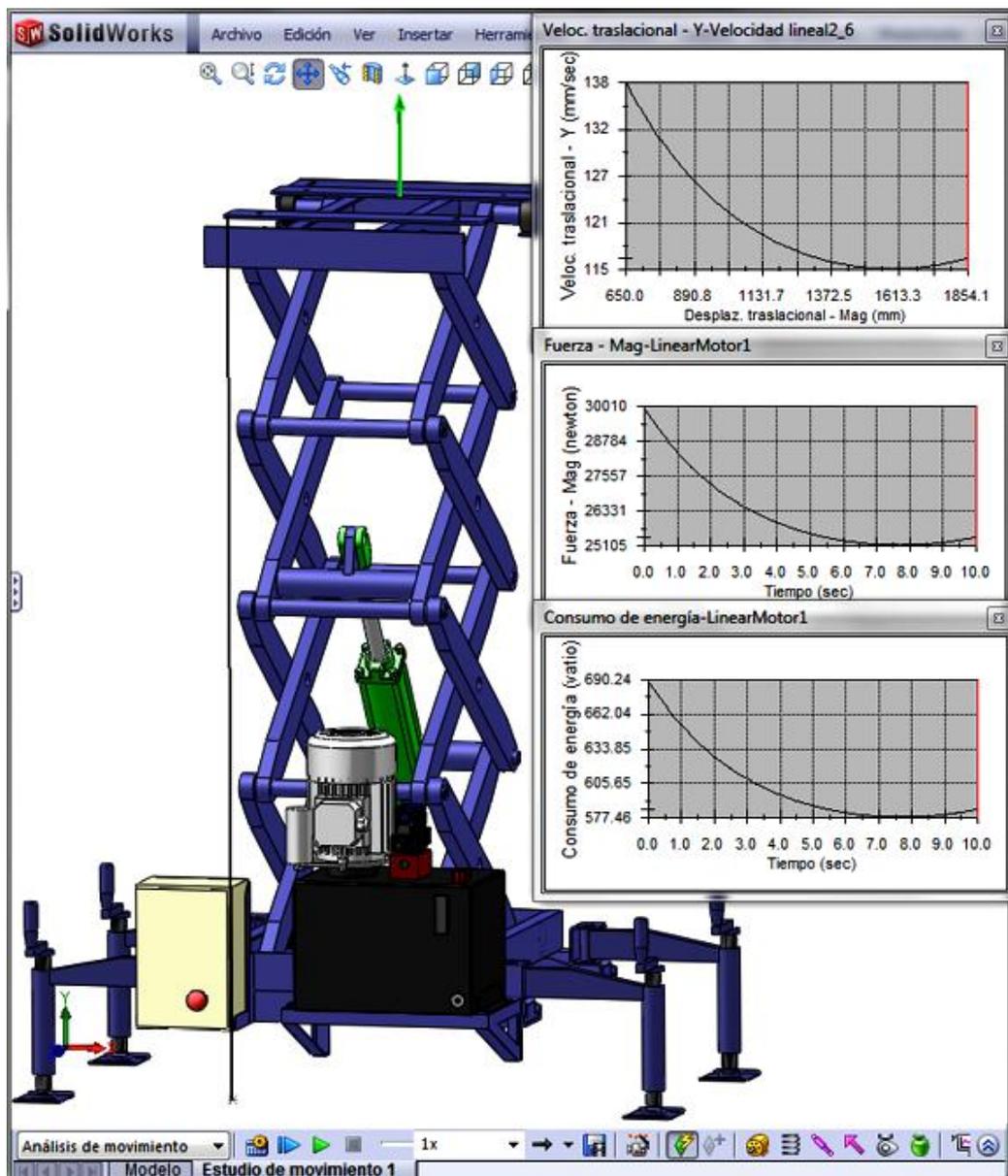


Figura 2.16: Análisis del movimiento del elevador de tijeras

Al analizar los resultados mostrados en la figura 2.16 se determina que para una velocidad constante de salida del pistón hidráulico igual a 25 mm/s, la plataforma superior del elevador de tijeras asciende con una velocidad que varía desde 138 mm/s hasta 115 mm/s, alcanzando la altura requerida con respecto al piso de 1850 mm en un tiempo de 10.0 segundos, cumpliendo con los requerimientos de diseño, por lo tanto la velocidad del pistón es correcta.

Del diagrama de fuerza requerida en el pistón hidráulico se determina que para levantar la carga de 5000 N el pistón necesita una fuerza que va de 30010 N cuando comienza el movimiento hasta una fuerza de 25384 N cuando la plataforma superior alcanza la altura máxima. Estas fuerzas se aproximan bastante a las calculadas en la sección 2.2.1, por lo tanto, las reacciones determinadas en la sección 2.2.2 son correctas.

En cuanto al consumo de energía del pistón del cilindro hidráulico, en la figura 2.16 se observa que su valor máximo es de 690.24 vatios (0.92 hp) y se produce en el momento que el elevador empieza su movimiento de subida, por lo que es necesario vencer la inercia de los diferentes componentes y de la carga.

Del análisis de los resultados obtenidos en la simulación de movimiento del elevador de tijeras se concluye que, debido a que se cumple con todos los parámetros y requerimientos de funcionamiento del mismo, su diseño cinemático y cinético es correcto.

2.5 DISEÑO POR ESFUERZOS DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS DEL ELEVADOR

Una vez simulado y analizado el movimiento del elevador de tijeras es necesario realizar el análisis de esfuerzos de cada uno de los componentes mecánicos del mismo a fin determinar si dichos componentes resisten o no los esfuerzos a los que están sometidos y de esta forma garantizar un seguro funcionamiento del equipo.

2.5.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA BASE

Sobre la estructura base se montan todos los componentes mecánicos, hidráulicos y eléctricos del elevador de tijeras, por lo que debe ser lo suficientemente rígido para soportar el peso de todos estos componentes, el peso del sistema de transmisión y las fuerzas generadas debido al accionamiento del pistón hidráulico.

La estructura base será fabricada utilizando diferentes perfiles estructurales y planchas de acero ASTM A36 cuyas propiedades mecánicas se muestran en la tabla siguiente:

N°	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Sólido 1(Linea de partición3)	[SW]ASTM A36 Acero	39.0681 kg	0.00497683 m ³
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor	
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante	
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante	
Densidad	7850	kg/m ³	Constante	
Limite de tracción	4e+008	N/m ²	Constante	
Limite elástico	2.5e+008	N/m ²	Constante	

Tabla 2.1: Propiedades del material de la estructura base (ASTM A36)

Asignación de Cargas y Sujeciones

De acuerdo con la figura 2.16, la estructura base descansa sobre cuatro tornillos de potencia en sus extremos y tal como se muestra en la figura 2.2 de la sección 2.2.2, debe soportar las siguientes cargas:

$$\begin{aligned}
 C_x &= 27937 \text{ N} \\
 C_y &= 3183 \text{ N} \\
 D_y &= 9845 \text{ N} \\
 \text{Peso de los componentes hidráulicos} &= 500 \text{ N} \\
 \text{Peso de los componentes eléctricos} &= 200 \text{ N}
 \end{aligned}$$

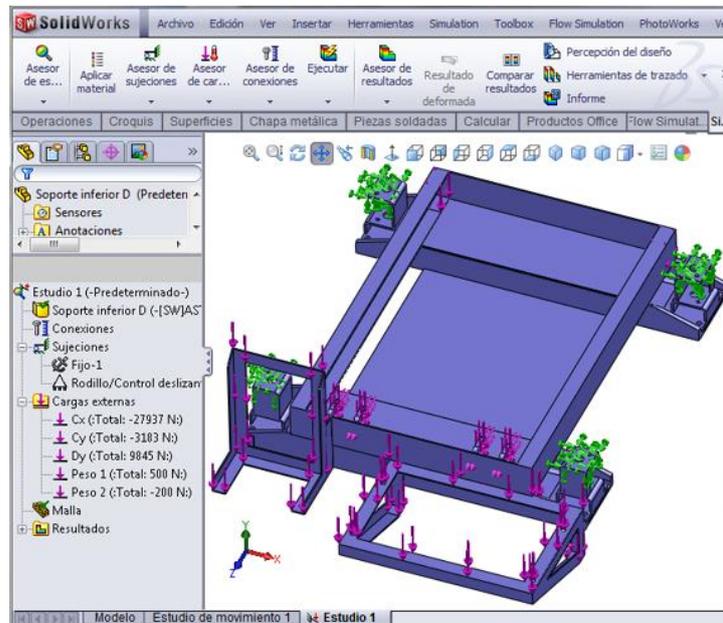


Figura 2.17: Asignación de cargas y sujeciones a la estructura base

Mallado y Ejecución de Estudio de Diseño

Una vez asignadas las cargas y las sujeciones se procede a mallar el modelo de la estructura para luego ejecutar su estudio de diseño.

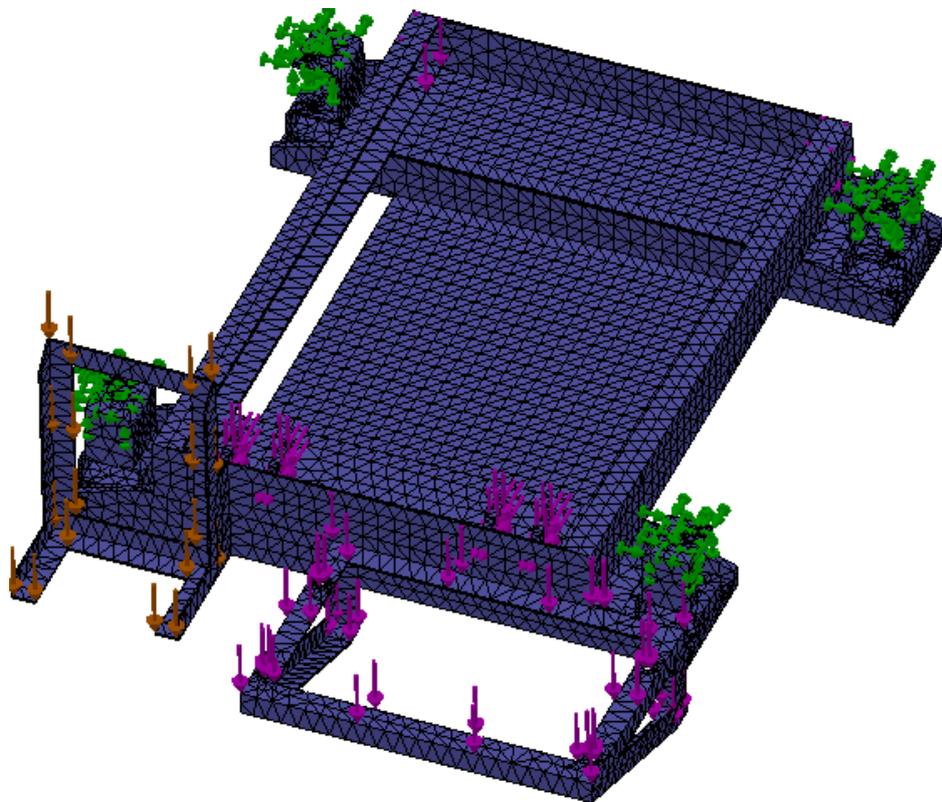


Figura 2.18: Mallado del modelo de la estructura base

Resultados

Una vez asignadas las cargas antes mencionadas en los lugares indicados, se procede a realizar el análisis de esfuerzos de la estructura base del elevador en el programa SolidWorksSimulation, obteniéndose los siguientes resultados:

Esfuerzo de Von Mises

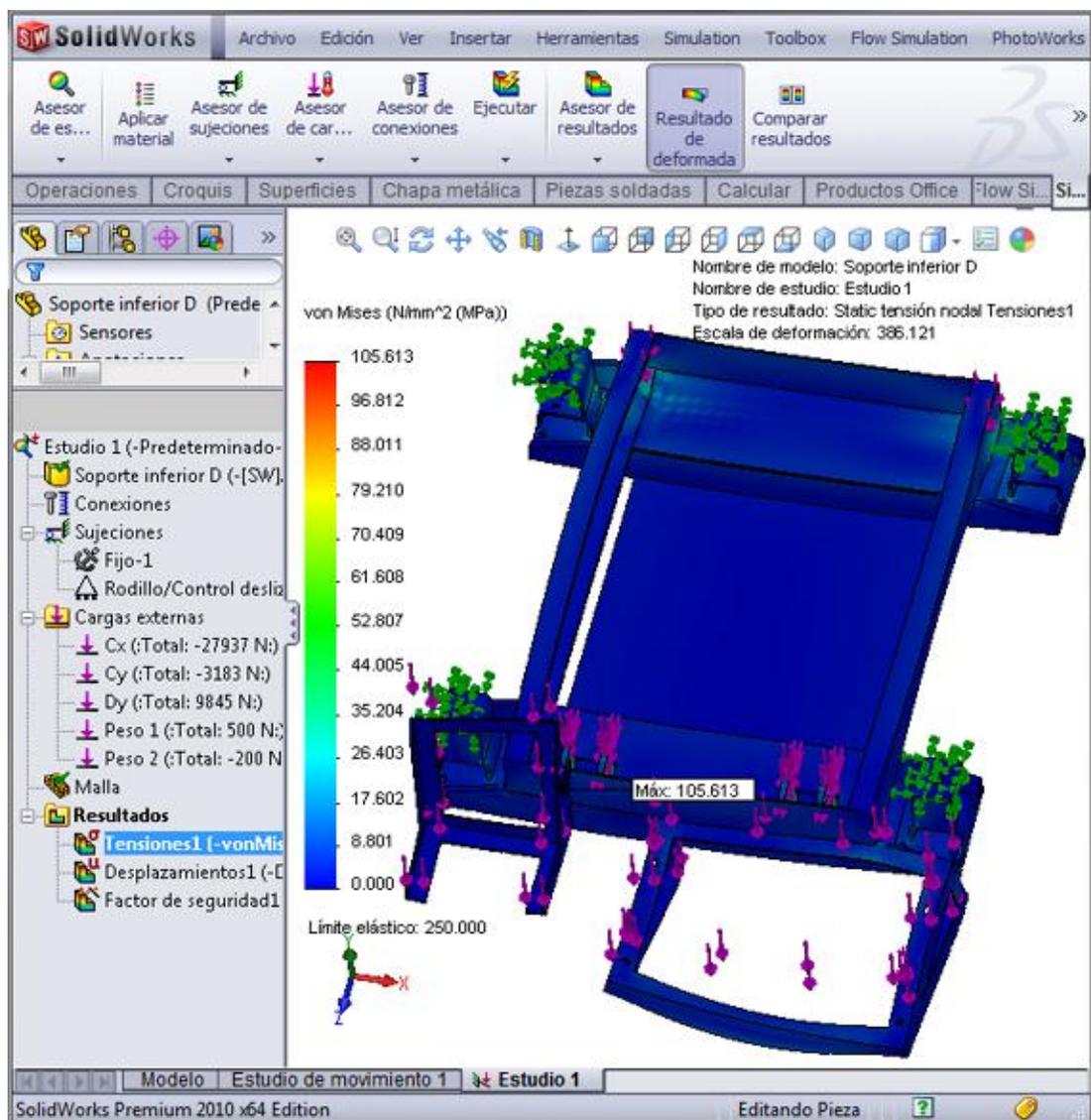


Figura 2.19: Tensión de Von Mises en la estructura superior

Al analizar la figura 2.19 se observa que la máxima tensión de Von Mises en la estructura base es de 105.613MPa y se produce en las placas que sujetan a la estructura del mecanismo de tijera, sin embargo ésta tensión es menor que el límite de elástico del acero estructural ASTM A36 que es de 250 MPa, por lo tanto la estructura resiste ésta tensión máxima sin fallar.

Desplazamientos resultantes

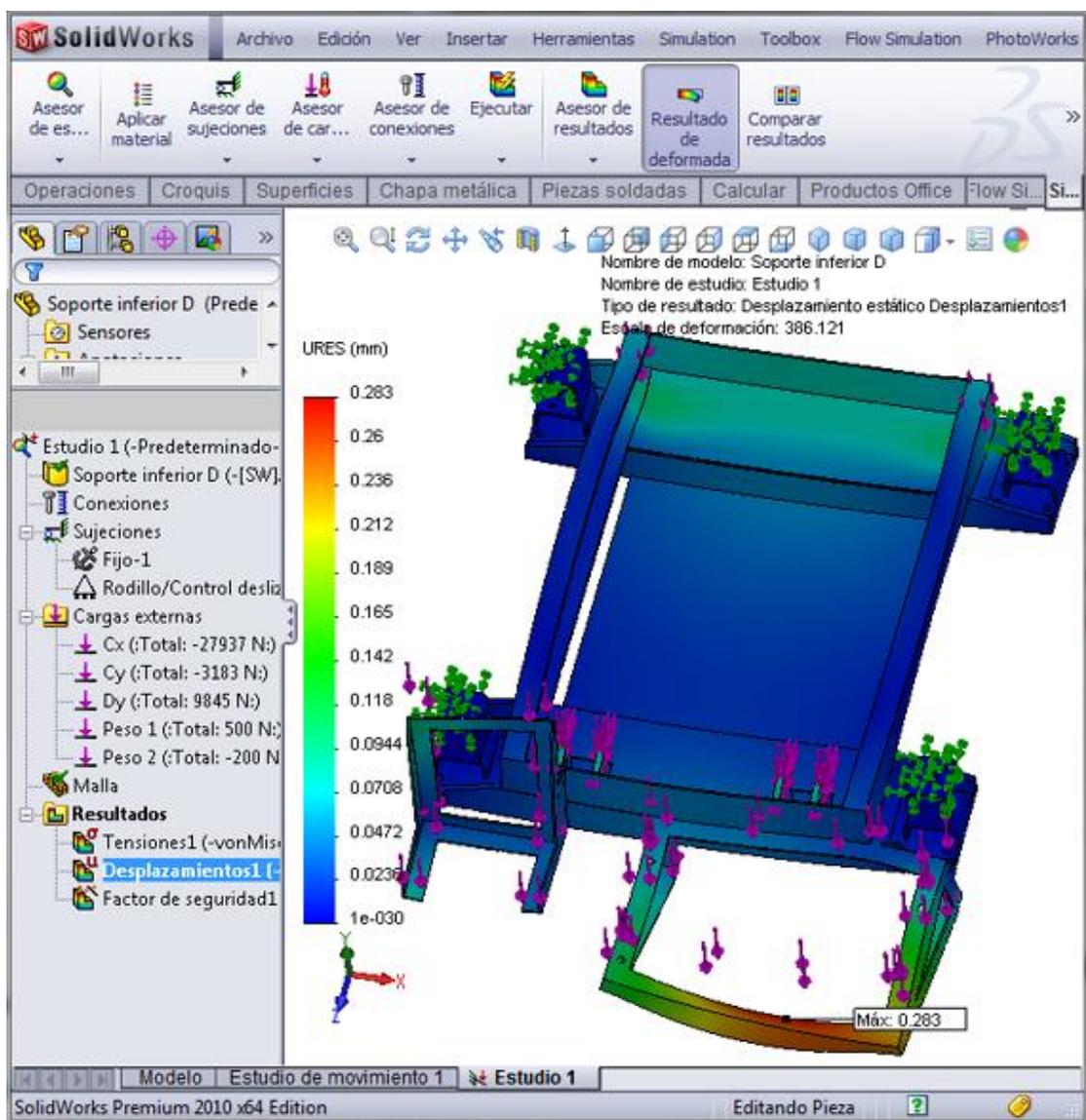


Figura 2.20: Desplazamientos resultantes en la estructura base

En la figura 2.20 se observa que, en la estructura base, los desplazamientos máximos ocurren en el extremo del perfil angular que sujeta a todos los componentes del sistema hidráulico y su valor máximo es de 0.283 mm, por lo que se considera que este desplazamiento no afecta el funcionamiento normal del elevador de tijeras.

Factor de seguridad

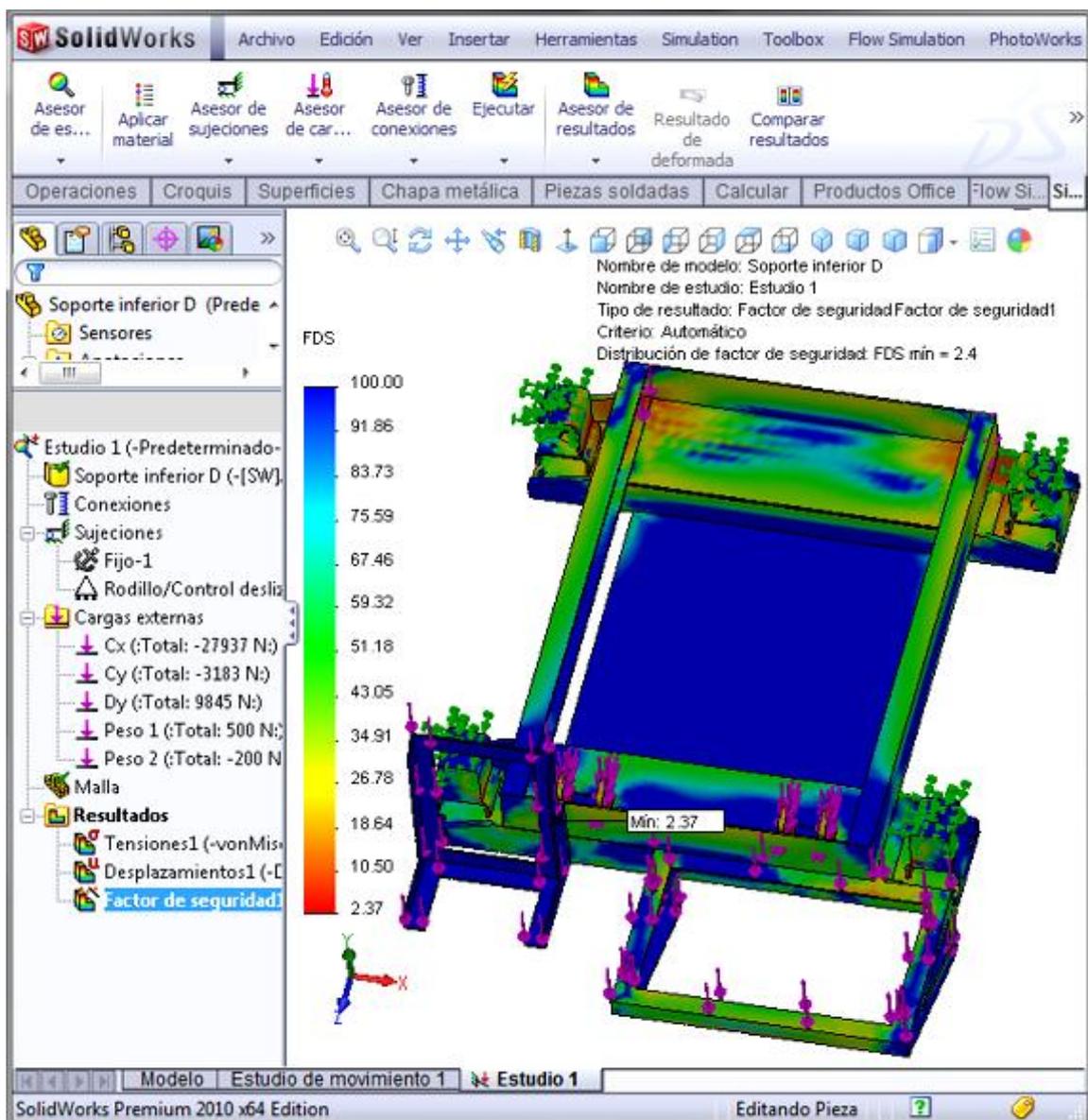


Figura 2.21: Distribución del factor de seguridad en la estructura base

Con respecto a la distribución del factor de seguridad en la figura 2.21 se observa que las zonas críticas se encuentran en las placas que sujetan a la estructura del mecanismo de tijera, sin embargo, ya que el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.37, se concluye que el diseño de la estructura base es seguro.

2.5.2 DISEÑO DE LOS ESLABONES PARA SOPORTE DEL CILINDRO HIDRÁULICO

La estructura del elevador de tijeras se encuentra formado por cuatro pares de eslabones exteriores que tienen geometría semejante, sin embargo, de éstos el más crítico es el par de eslabones que sujetan al cilindro hidráulico, debido a que soportan directamente la fuerza ejercida por el pistón, por lo tanto, el análisis de esfuerzo de los eslabones exteriores se realizará en el par que soporta el cilindro hidráulico y por facilidad de construcción y montaje, y por estética el resto de eslabones exteriores tendrán el mismo tamaño y geometría.

Asignación de Cargas y Sujeciones

Los eslabones exteriores se unen mediante pasadores a los eslabones interiores y deben soportar la siguiente carga:

$$F_{pis} = 30825 \text{ N}$$

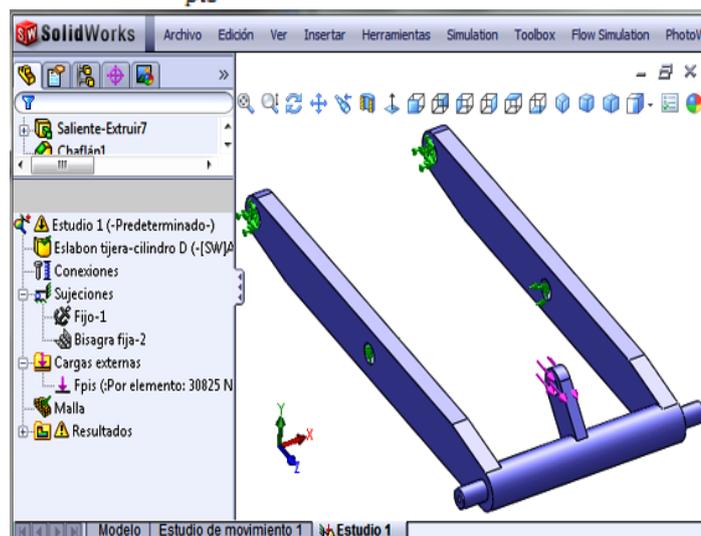


Figura 2.22: Asignación de cargas y sujeciones al soporte del cilindro hidráulico

Mallado y Ejecución de Estudio de Diseño

Luego de asignar las cargas y sujeciones al par de eslabones que soportan al cilindro hidráulico, se procede a mallar el modelo para luego ejecutar su estudio de diseño.

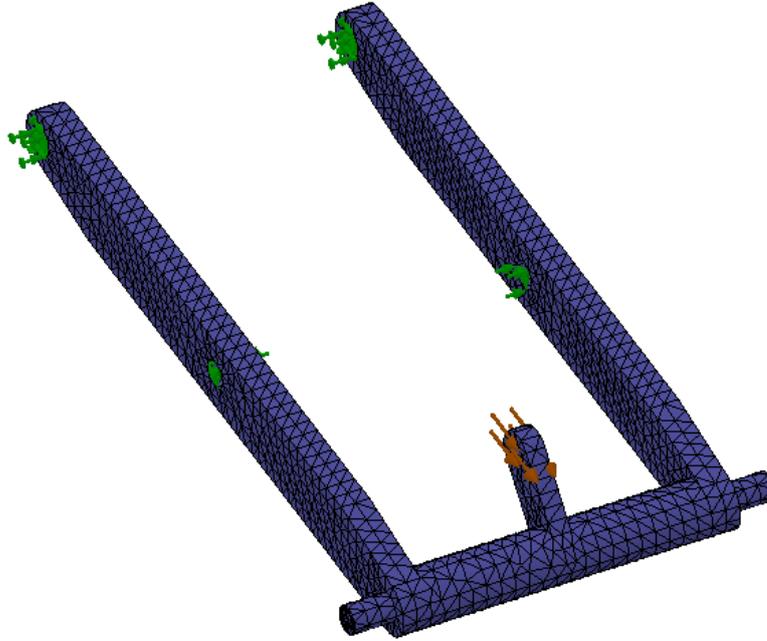


Figura 2.23: Mallado del modelo de los eslabones para soporte del cilindro hidráulico

Resultados

Una vez mallado el modelo se procede a realizar el análisis de esfuerzos del par de eslabones que soportan al cilindro hidráulico del elevador en el programa SolidWorksSimulation, obteniéndose los siguientes resultados:

Esfuerzo de Von Mises

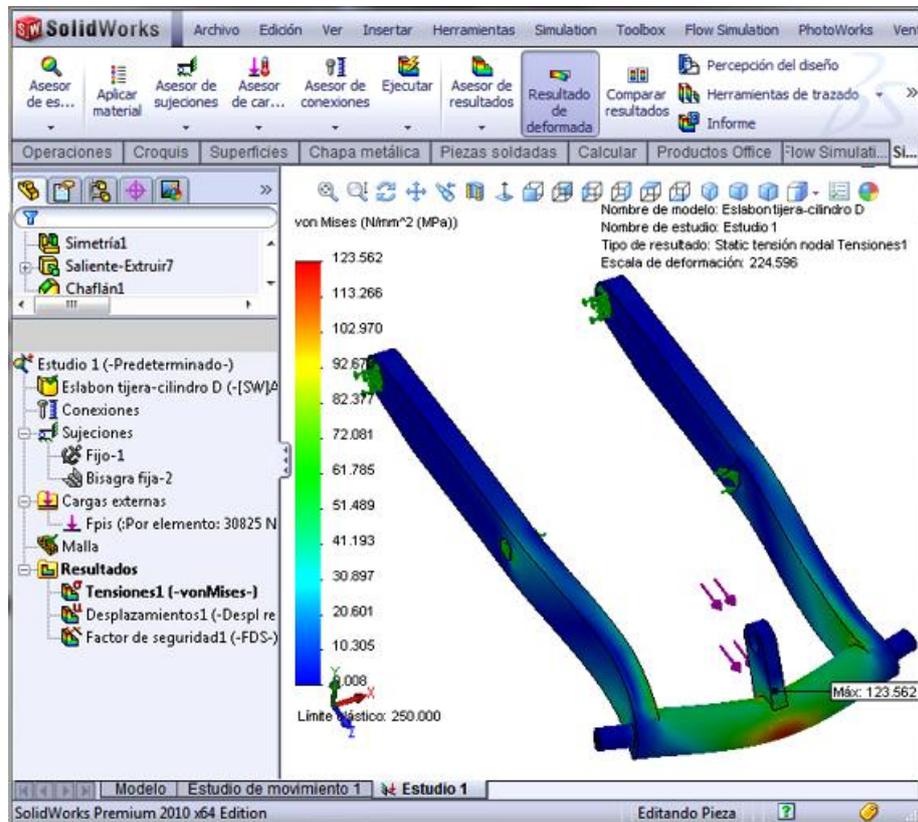


Figura 2.24: Tensión de Von Mises en los eslabones para soporte del cilindro hidráulico

En la figura 2.24 se observa que la máxima tensión de Von Mises es de 123.562MPa y se produce en la base de la placa central que sostiene al pasador que sujeta al cilindro hidráulico, sin embargo esta tensión es menor que el límite elástico del material, por lo tanto ésta estructura puede resistir sin fallar la tensión máxima.

Desplazamientos resultantes

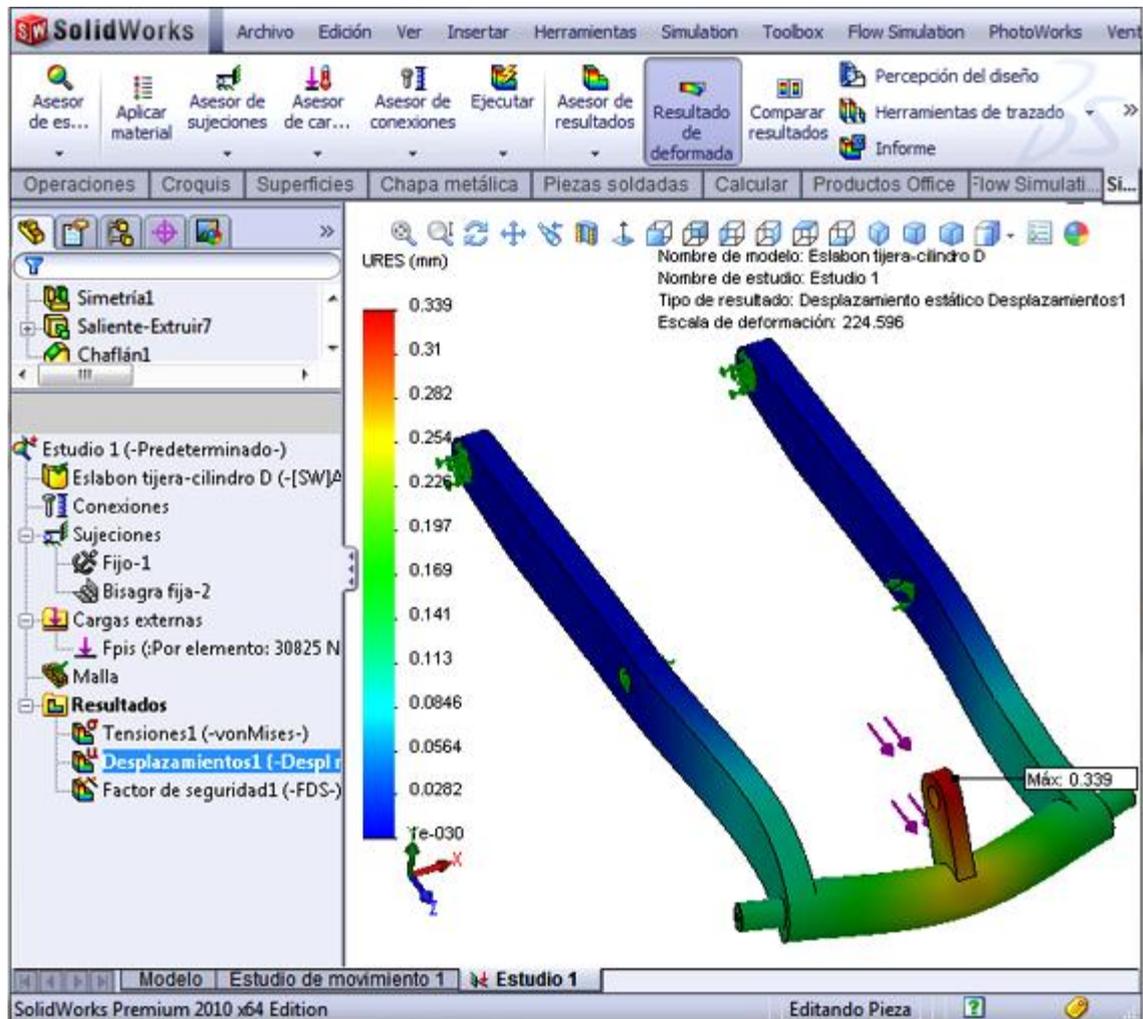


Figura 2.25: Desplazamientos resultantes en los eslabones para soporte del cilindro hidráulico

Al analizar la figura 2.25 se observa que el desplazamiento máximo ocurre en la superficie superior de la placa central que sostiene al pasador que sujeta al cilindro hidráulico y su valor es de 0.339 mm, por lo que, se considera que este desplazamiento no afecta el funcionamiento normal del elevador.

Factor de seguridad

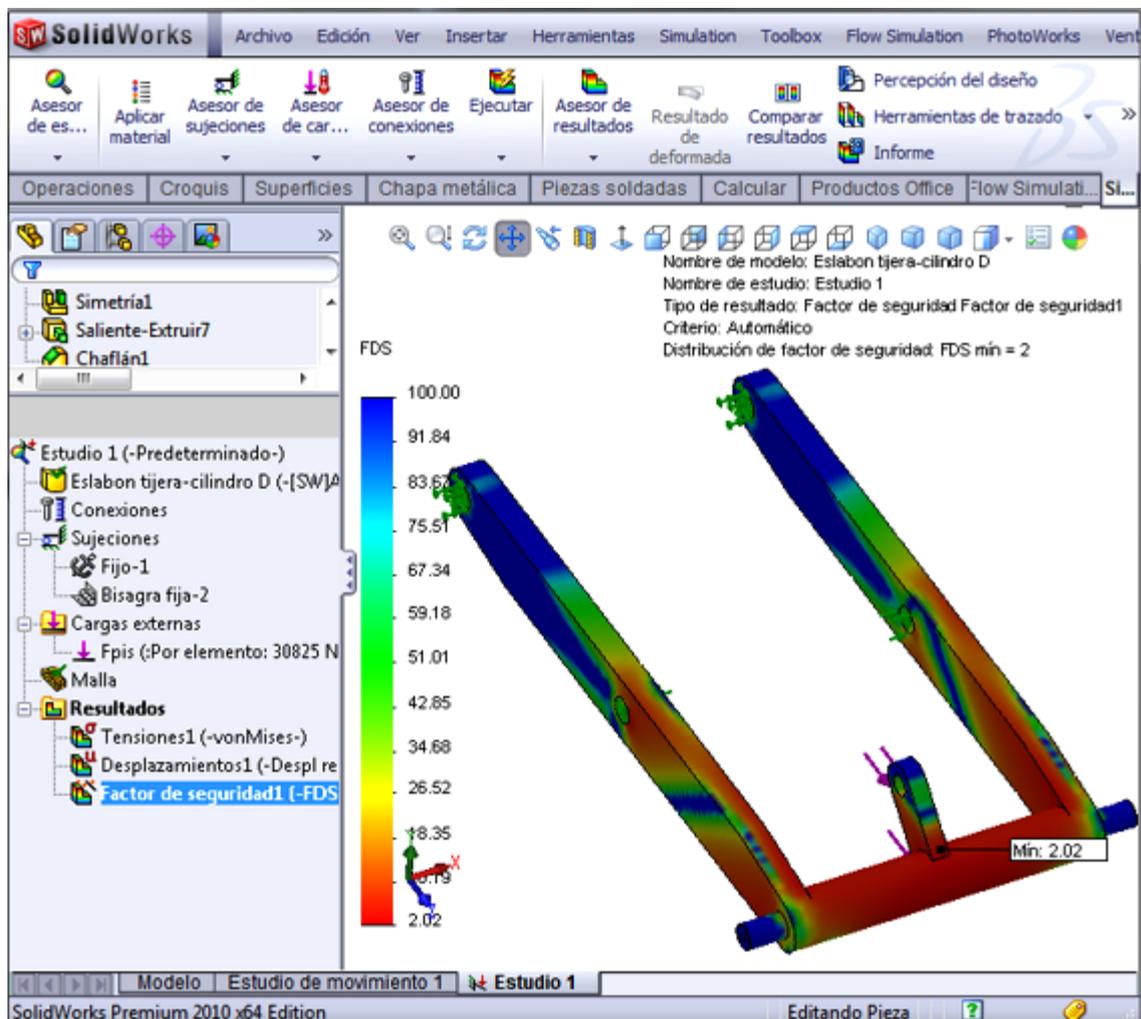


Figura 2.26: Distribución del factor de seguridad en los eslabones para soporte del cilindro hidráulico

Con respecto al factor de seguridad, en la figura 2.26 se muestra su distribución y se observa que las partes críticas se encuentran en la base de la placa central que sostiene al pasador que sujeta al cilindro hidráulico y su valor mínimo es de 2.02, por lo que se concluye que el diseño de la estructura del mecanismo de tijera es seguro.

2.5.3 DISEÑO DE LOS ESLABONES PARA SOPORTE DEL VÁSTAGO DEL CILINDRO HIDRÁULICO

De forma semejante a la eslabones exteriores, el elevador se encuentra formado por cuatro pares de eslabones interiores, de los cuales el más crítico es el par de eslabones que sujetan al vástago del cilindro hidráulico, debido a que sobre éste actúa directamente la fuerza ejercida por el pistón, por lo tanto, el análisis de esfuerzo de los eslabones interiores se realizará en éstos eslabones.

Asignación de Cargas y Sujeciones

Los eslabones interiores se unen mediante pasadores a los eslabones exteriores por lo que deben soportar la siguiente carga: $F_{pis} = 30825 \text{ N}$

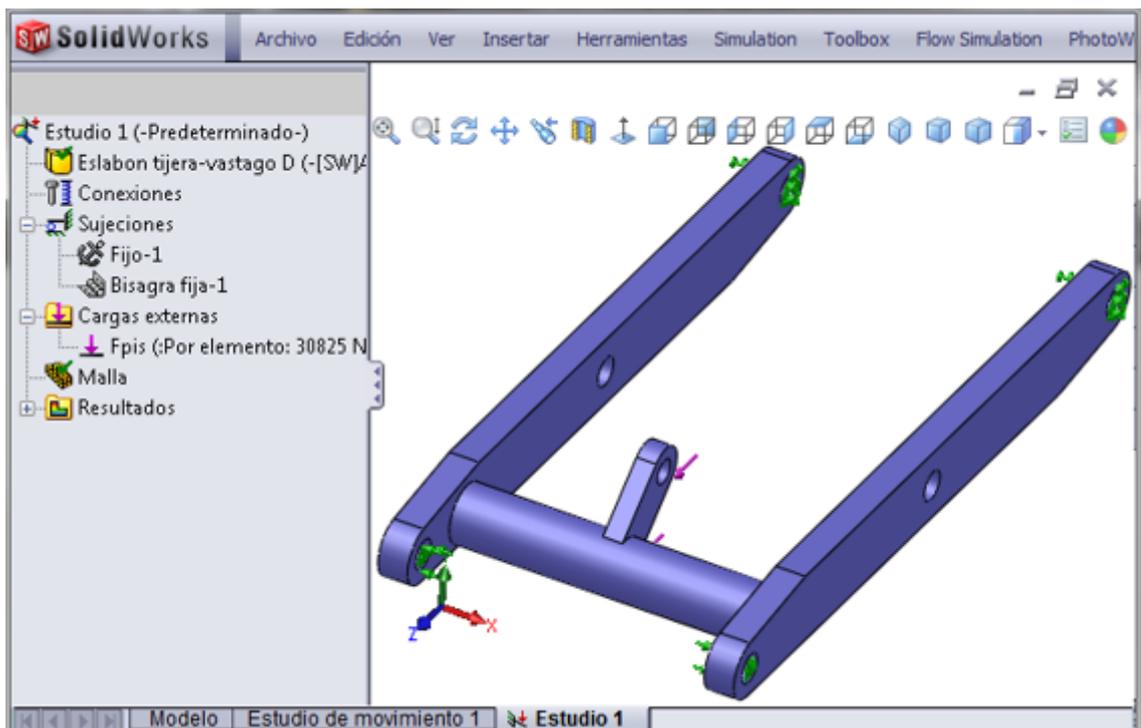


Figura 2.27: Asignación de cargas y sujeciones al soporte del vástago del cilindro hidráulico

Mallado y Ejecución de Estudio de Diseño

Luego de asignar las cargas y sujeciones al par de eslabones que soportan al vástago del cilindro hidráulico se procede a mallar el modelo y a continuación se ejecuta su estudio de diseño.

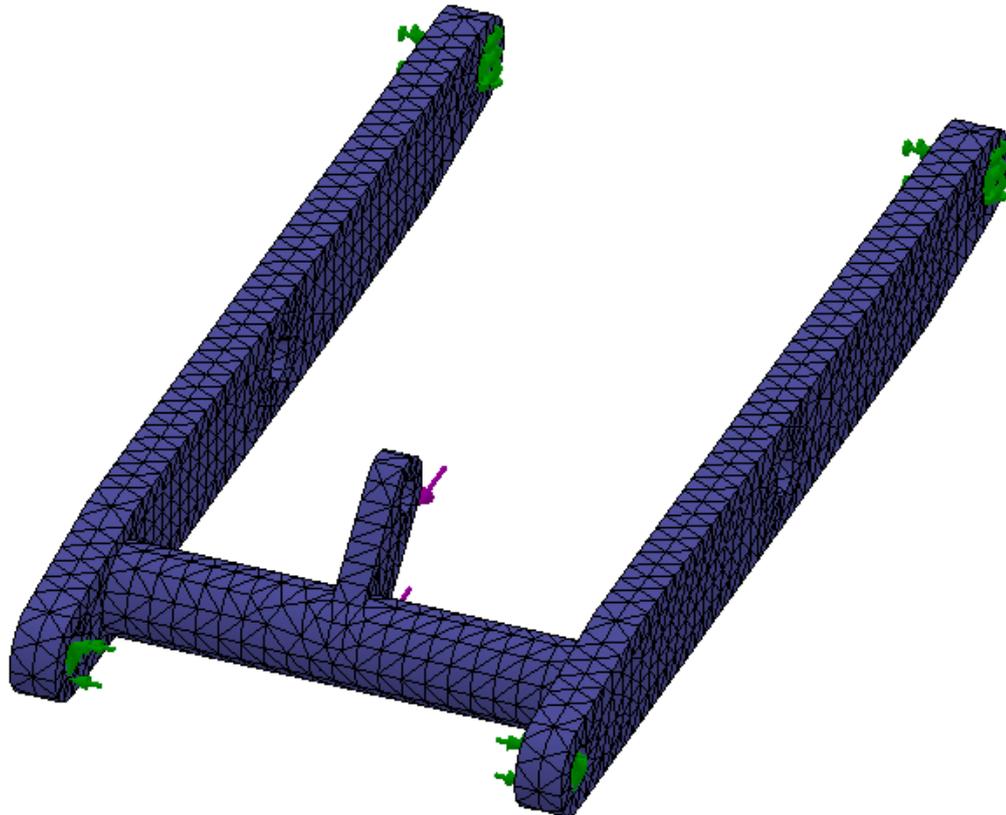


Figura 2.28: Mallado del modelo de los eslabones para soporte del vástago del cilindro hidráulico

Resultados

Luego de crear el mallado del modelo del par de eslabones que soporta el vástago del cilindro hidráulico se procede a realizar su análisis de esfuerzos obteniéndose los siguientes resultados:

Esfuerzo de Von Mises

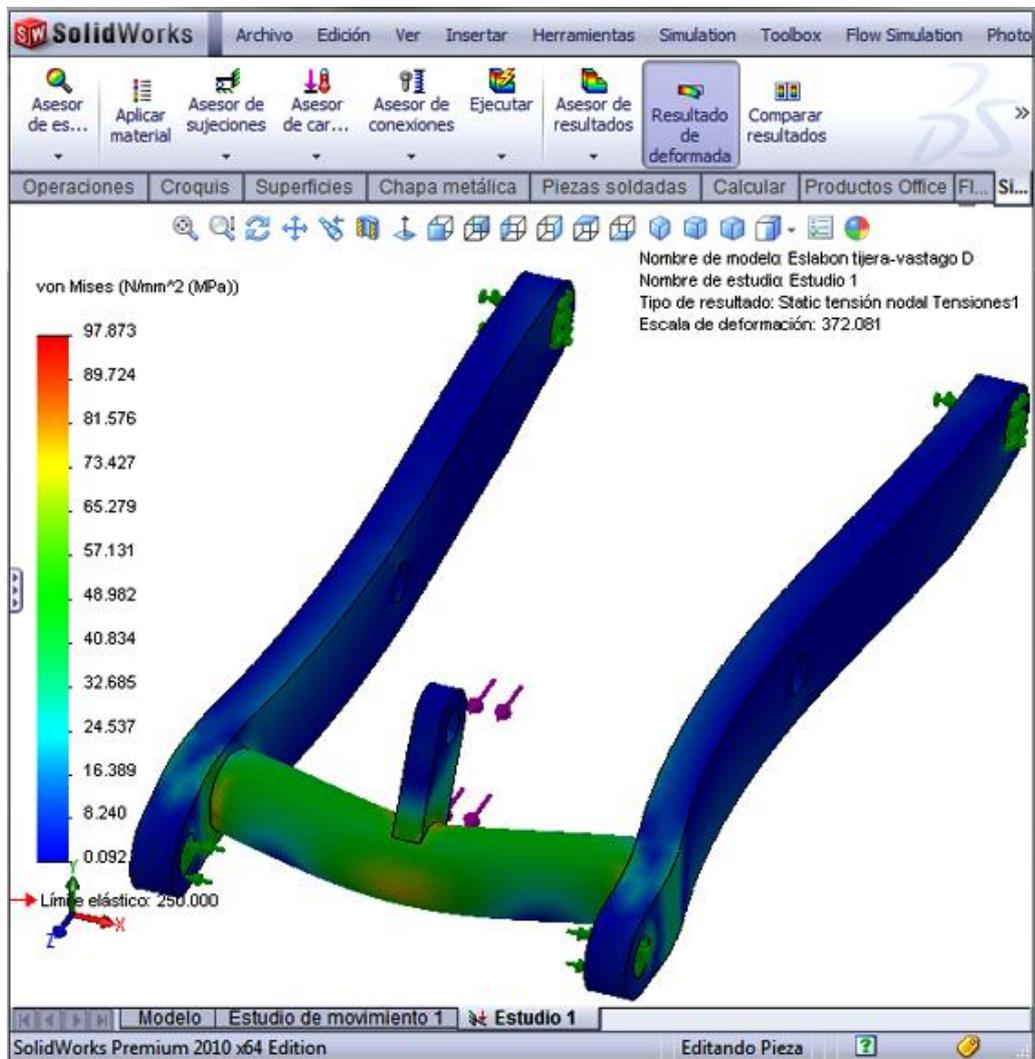


Figura 2.29: Tensión de Von Mises en el soporte del vástago del cilindro hidráulico

En la figura 2.29 se observa que la máxima tensión de Von Mises se produce en la base de la placa central que sostiene al pasador que sujeta al vástago del cilindro hidráulico y su valor es de 97.873 MPa, sin embargo, al ser esta tensión menor que el límite elástico del acero estructura ASTM A36, el soporte la puede resistir sin fallar.

Desplazamientos resultantes

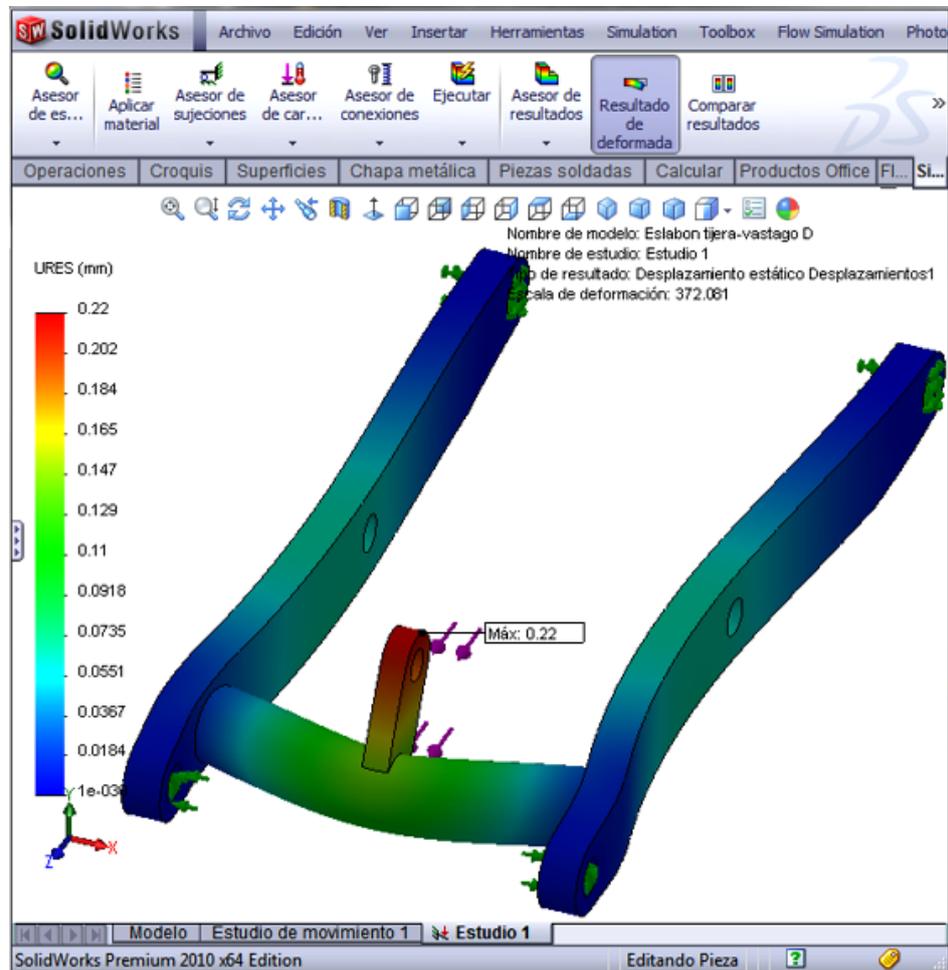


Figura 2.30: Desplazamientos resultantes en el soporte del vástago del cilindro hidráulico

De la figura 2.30 se determina que el desplazamiento máximo ocurre en la superficie superior de la placa central que sostiene al pasador que sujeta al vástago del cilindro hidráulico y su valor es de 0.22 mm por lo que, se considera que no afecta el funcionamiento normal del elevador de tijeras.

Factor de seguridad

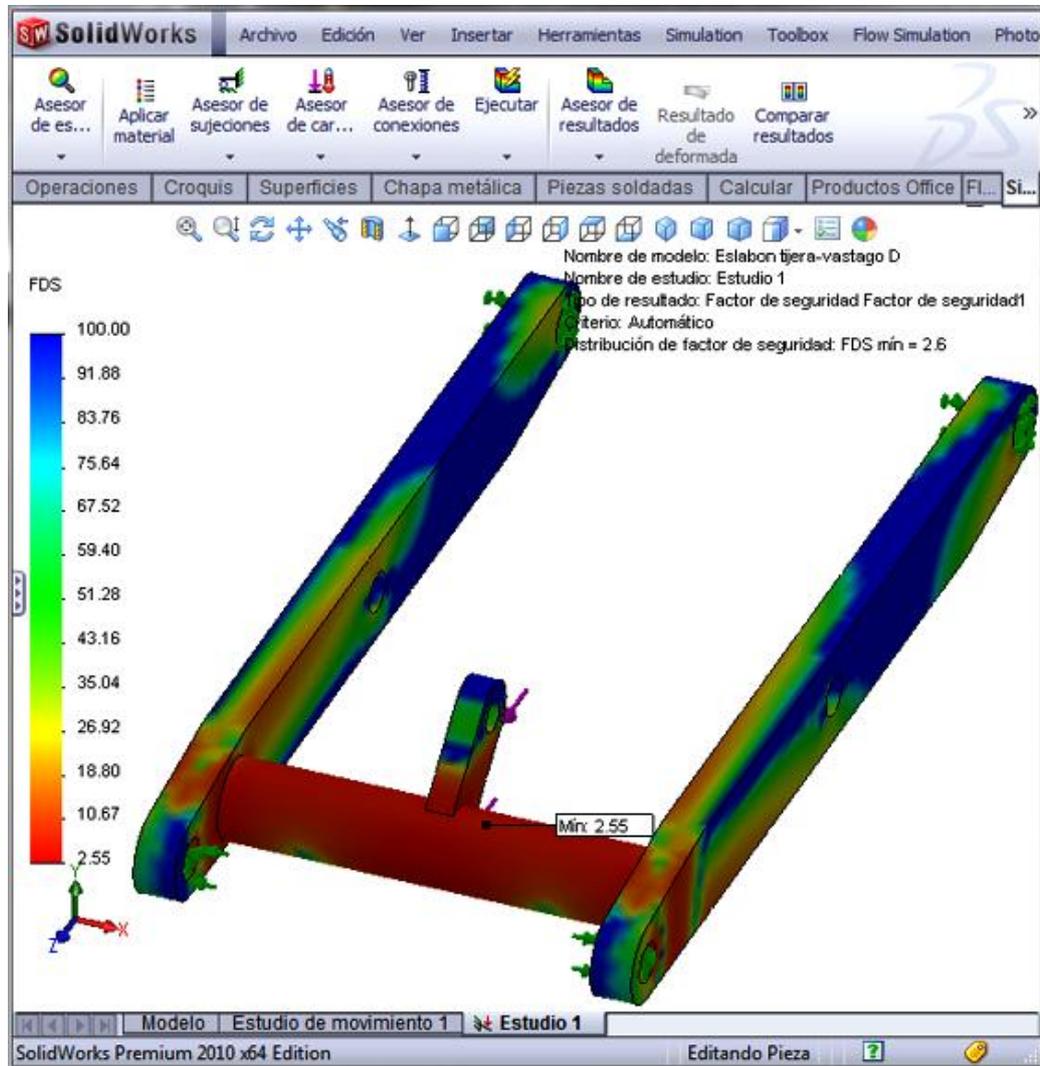


Figura 2.31: Distribución del factor de seguridad en el soporte del vástago del cilindro hidráulico

En la figura 3.28 se muestra la distribución del factor de seguridad en la plataforma y se observa que las zonas críticas se encuentran en la parte central del cilindro que une a los eslabones laterales, sin embargo el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.55, por lo que se concluye que su diseño es seguro.

2.5.4 DISEÑO DE LA PLATAFORMA SUPERIOR

Sobre la plataforma superior se coloca el sistema de transmisión que se desea montar o desmontar de un vehículo, por lo tanto, debe soportar el peso máximo que puede tener un sistema de transmisión.

La plataforma superior será fabricada con diferentes perfiles estructurales de acero ASTM A36.

Asignación de Cargas y Sujeciones

La plataforma superior debe soportar el peso del sistema de transmisión, por lo tanto, se le asigna la siguiente carga:

$$Carga = 5000 N$$

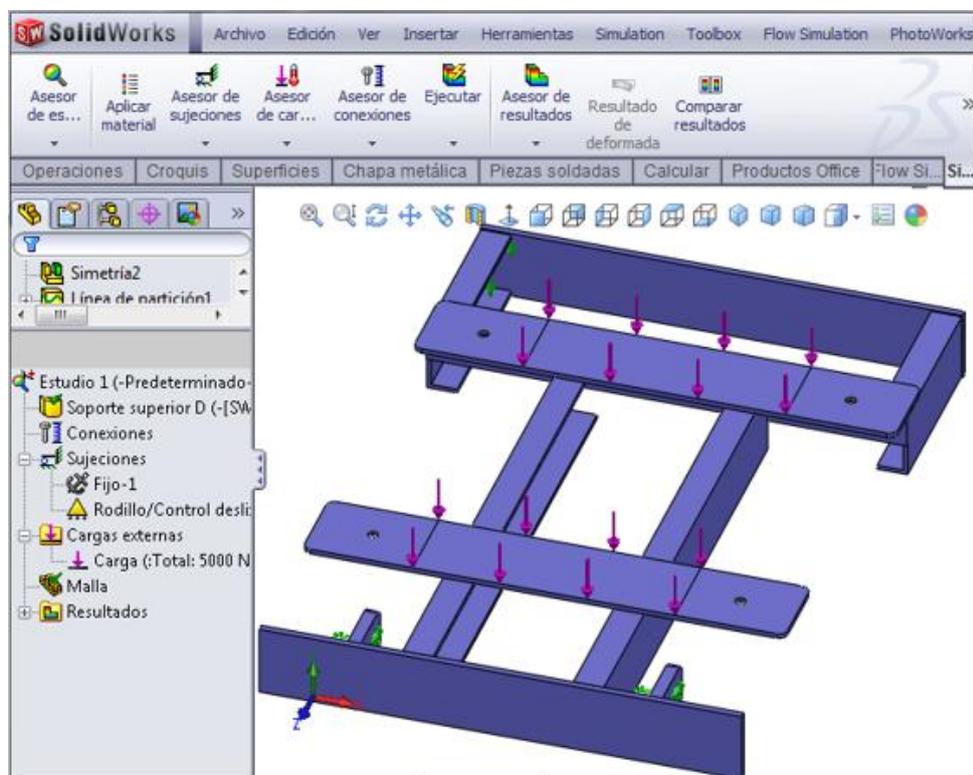


Figura 2.32: Asignación de cargas y sujeciones a la plataforma superior

Mallado y Ejecución de Estudio de Diseño

Luego de asignar la carga y restringir al modelo de la plataforma superior se procede a mallar el modelo para luego ejecutar su estudio de diseño.

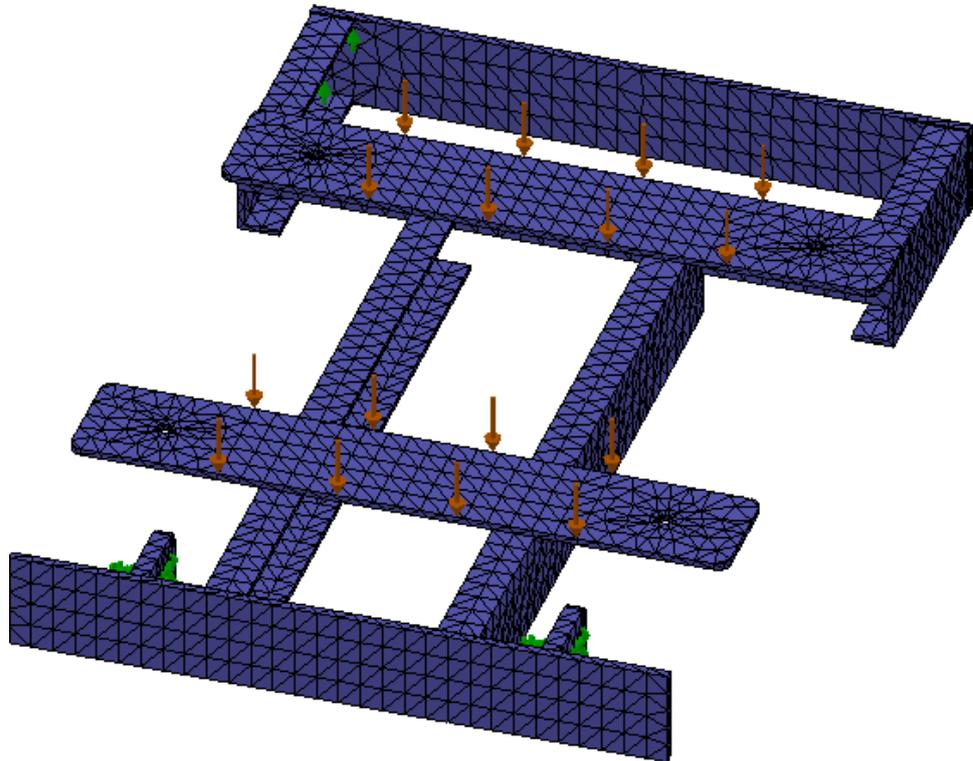


Figura 2.33: Mallado del modelo de la plataforma superior

Resultados

Con el modelo de la plataforma mallado se procede a crear el estudio de diseño para luego realizar el análisis de esfuerzos de la plataforma superior del elevador en el programa SolidWorksSimulation, obteniéndose los siguientes resultados:

Esfuerzo de Von Mises

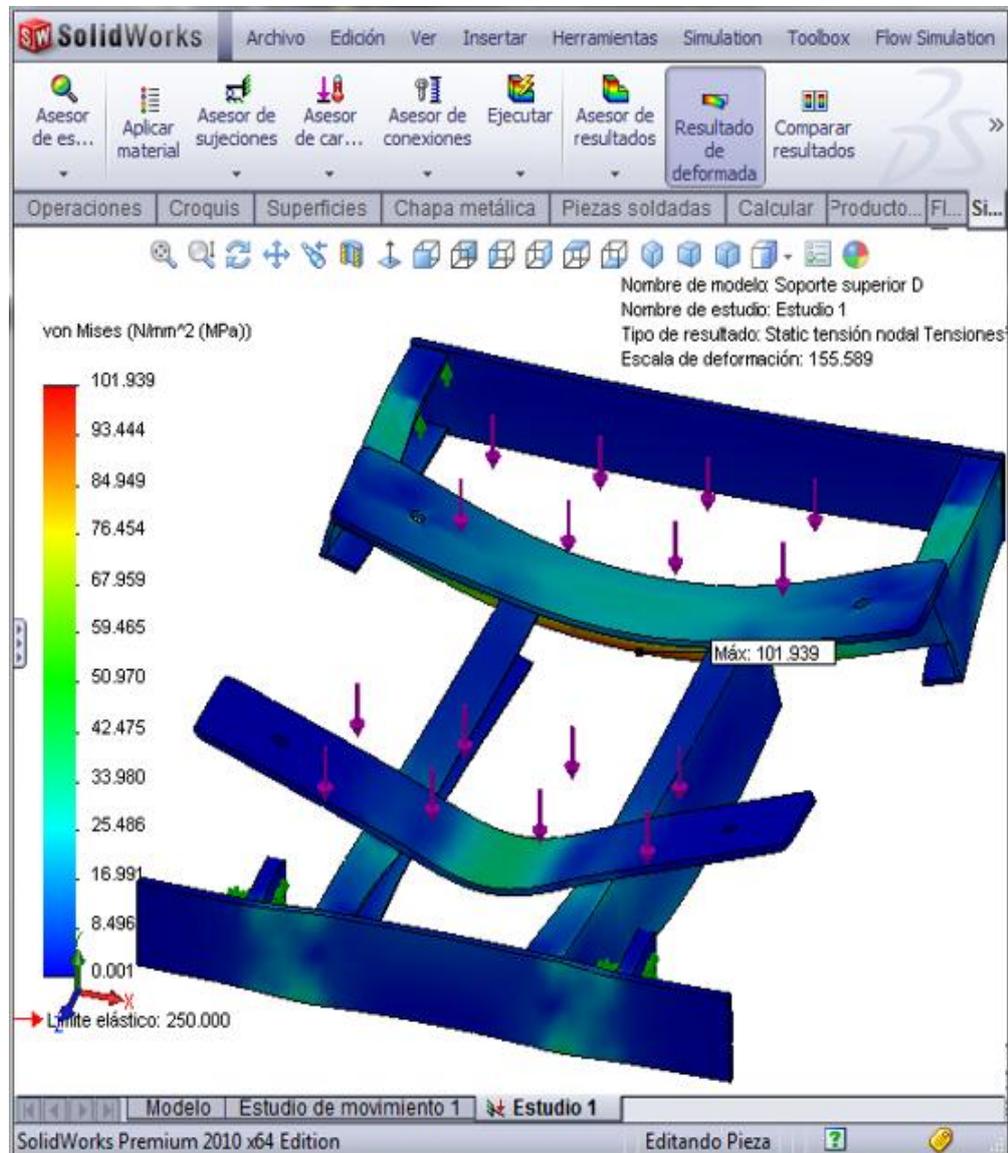


Figura 2.34: Tensión de Von Mises en la plataforma superior

Al analizar la figura 2.34 se observa que la máxima tensión de Von Mises ocurre en la placa vertical inferior de la plataforma superior y su valor es de 101.938MPa, pero al ser esta tensión menor que el límite elástico del material se concluye que el soporte resiste ésta tensión máxima.

Desplazamientos resultantes

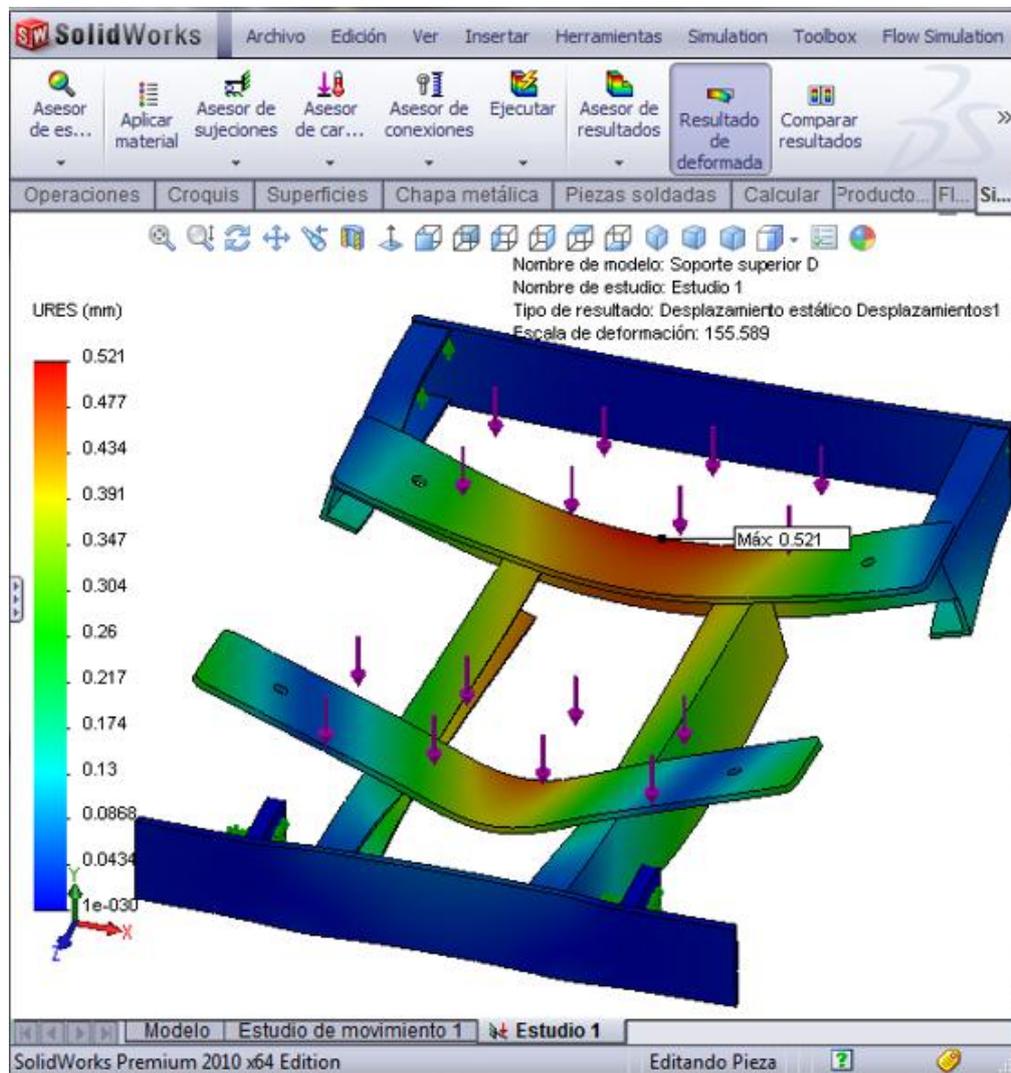


Figura 2.35: Desplazamientos resultantes de la plataforma superior

Del análisis de la figura 2.35 se determina que el mayor desplazamiento en la plataforma superior se produce en la zona central de las planchas donde descansan los sistemas de transmisión de los vehículos y su valor máximo es de 0.521mm el mismo que se considera que no afecta de forma importante en el funcionamiento normal del elevador.

Factor de seguridad

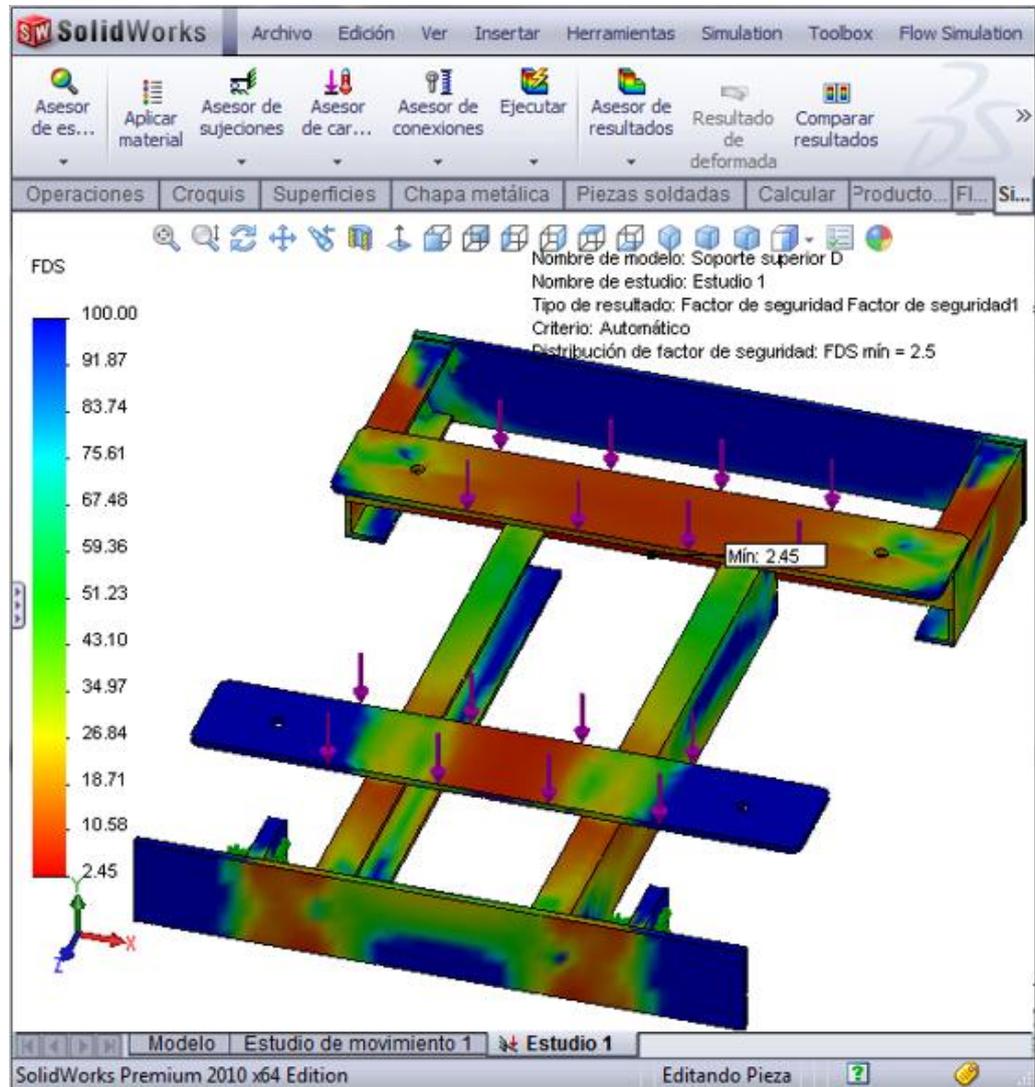


Figura 2.36: Distribución del factor de seguridad de la plataforma superior

En cuanto al factor de seguridad, en la figura 2.36 se muestra la distribución del mismo y se observa que las zonas críticas se encuentran en la zona central de las planchas donde descansan los sistemas de transmisión de los vehículos, sin embargo; al ser su valor mínimo igual a 2.45, el diseño es confiable.

Los brazos estabilizadores están formados por una placa soporte y un tornillo de potencia y son los encargados de mantener nivelado y estable el elevador de tijeras mediante la regulación, por medio del tornillo de potencia, de la altura de cada uno de los cuatro brazos estabilizadores.

Asignación de Cargas y Sujeciones

Cada brazo estabilizador debe soportar la cuarta parte del peso del sistema de transmisión y de todos los componentes mecánicos, hidráulicos y eléctricos del elevador de tijeras:

$$\text{Peso de la carga (peso sistema de transmisión)} = 5000N$$

$$\text{Peso de los diferentes componentes del elevador} = 4000N$$

$$\text{Carga que soporta cada brazo estabilizador} = \frac{9000 N}{4} = 2250$$

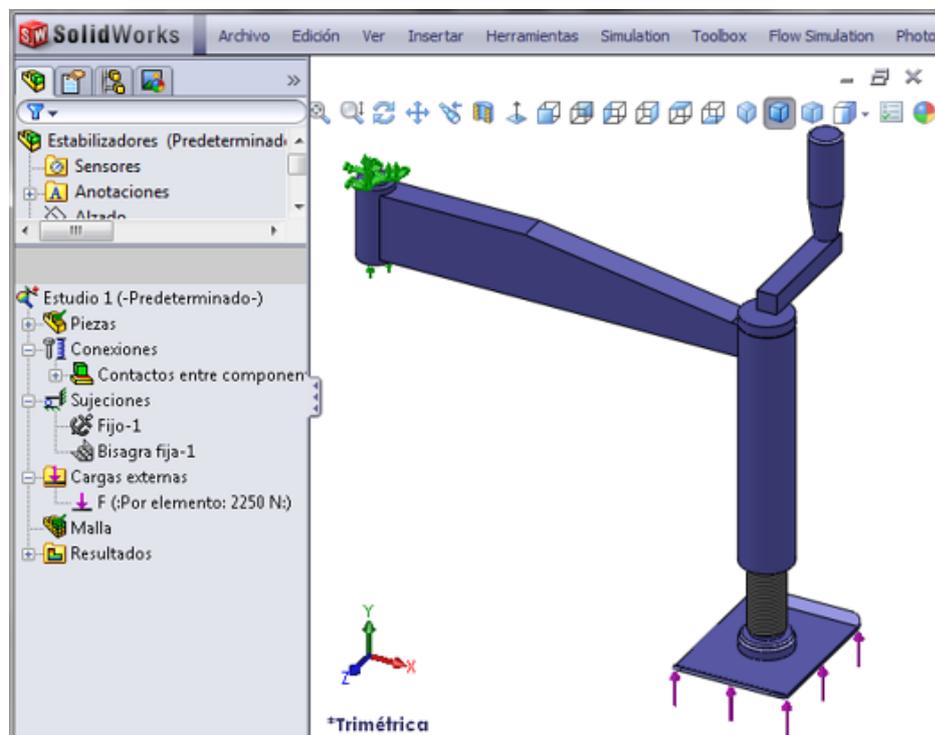


Figura 2.37: Asignación de cargas y sujeciones de los brazos estabilizadores

Mallado y Ejecución de Estudio de Diseño

Una vez asignadas las cargas y sujeciones a los brazos estabilizadores, se procede a crear la malla del modelo para su posterior análisis de esfuerzos.

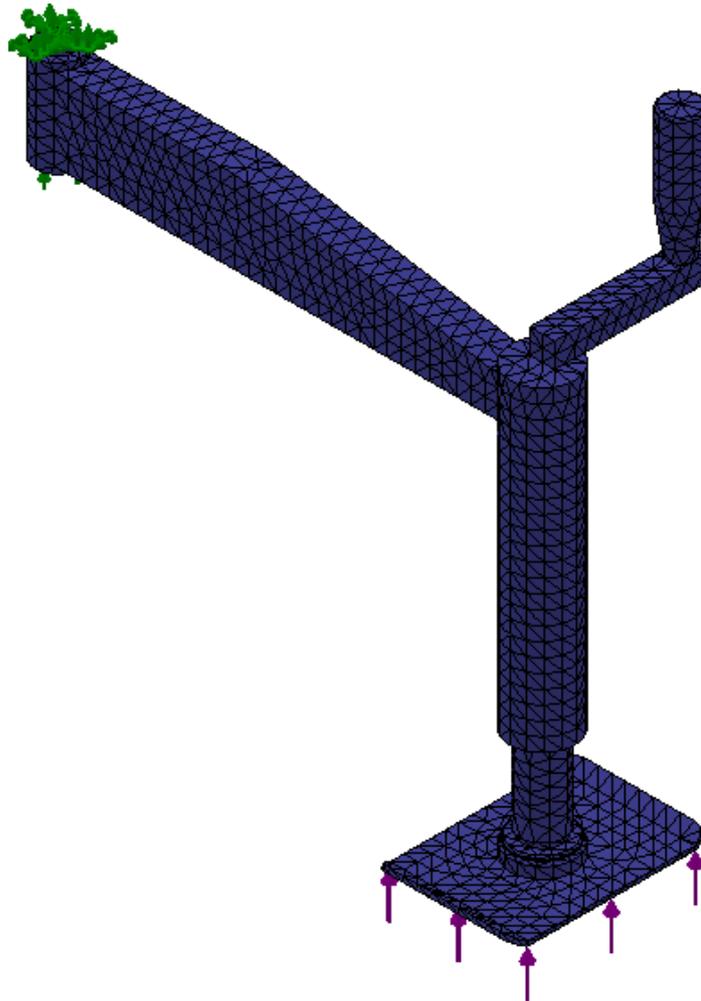


Figura 2.38: Mallado del modelo de los brazos estabilizadores

Resultados

Con el modelo de los brazos estabilizadores mallado se procede a ejecutar su análisis de esfuerzos para posteriormente generar los diferentes resultados, los mismos que se muestran a continuación:

Esfuerzo de Von Mises

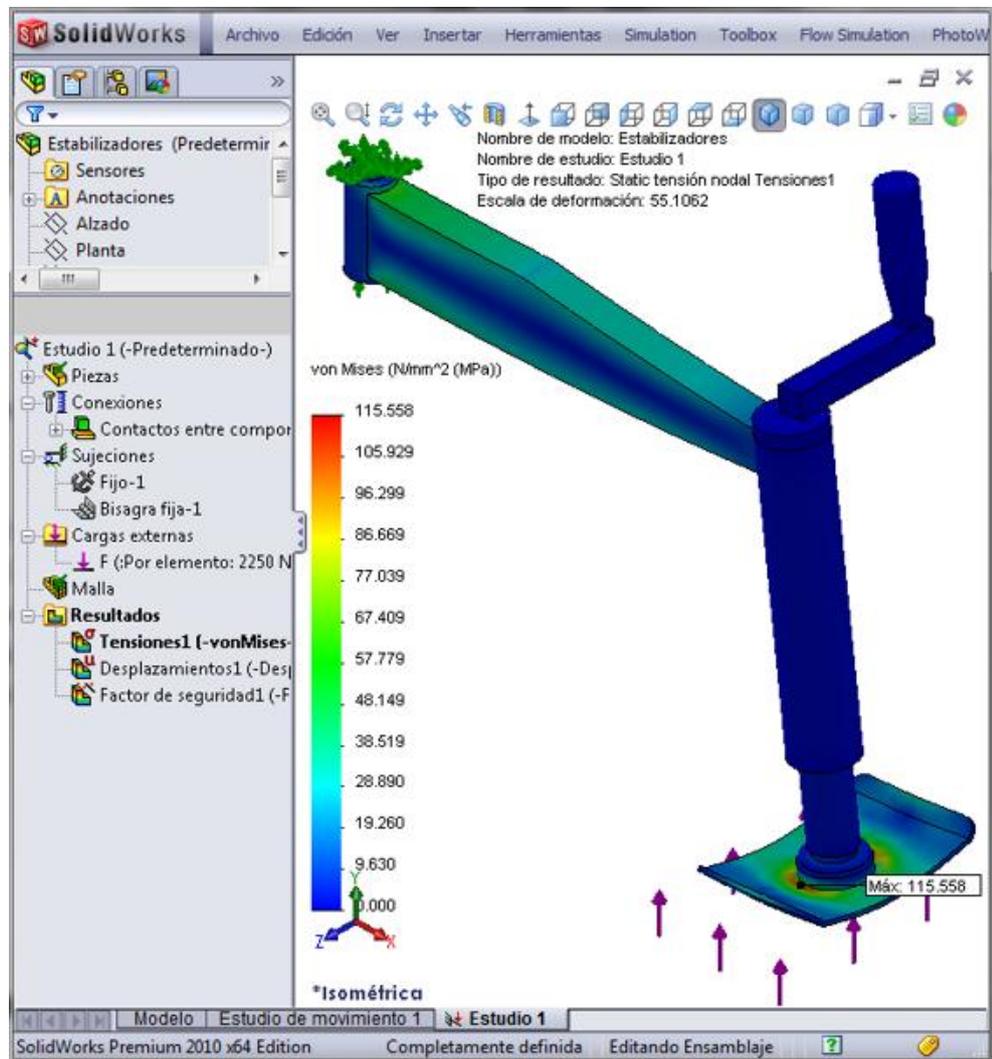


Figura 2.39: Tensión de Von Mises en el brazo estabilizador

En la figura 2.39 se observa que en el brazo estabilizador la máxima tensión de Von Mises es de 115.558MPa y se produce en la placa base sobre la que se apoya el tornillo de potencia, sin embargo, al ser ésta tensión menor que el límite elástico del material, se concluye que los brazos estabilizadores pueden resistir sin fallar la tensión máxima.

Desplazamientos resultantes

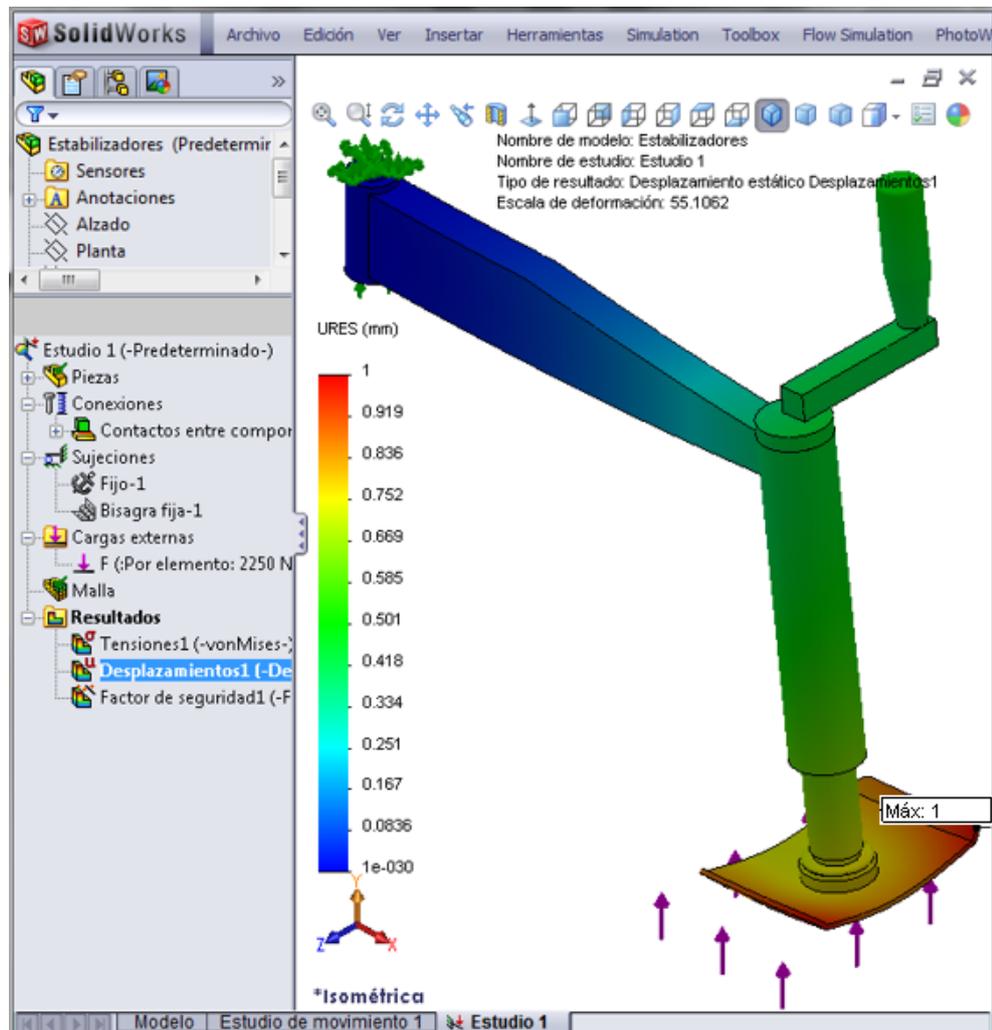


Figura 2.40: Desplazamientos resultantes en el brazo estabilizador

Al analizar la figura 2.40 se observa que el brazo estabilizador sufre un desplazamiento máximo de 1.0 mm el mismo que se produce en la placa base sobre la que se apoya el tornillo de potencia, sin embargo al ser éste desplazamiento muy pequeño se considera que no afecta el funcionamiento normal y seguro del elevador de tijeras.

Factor de seguridad

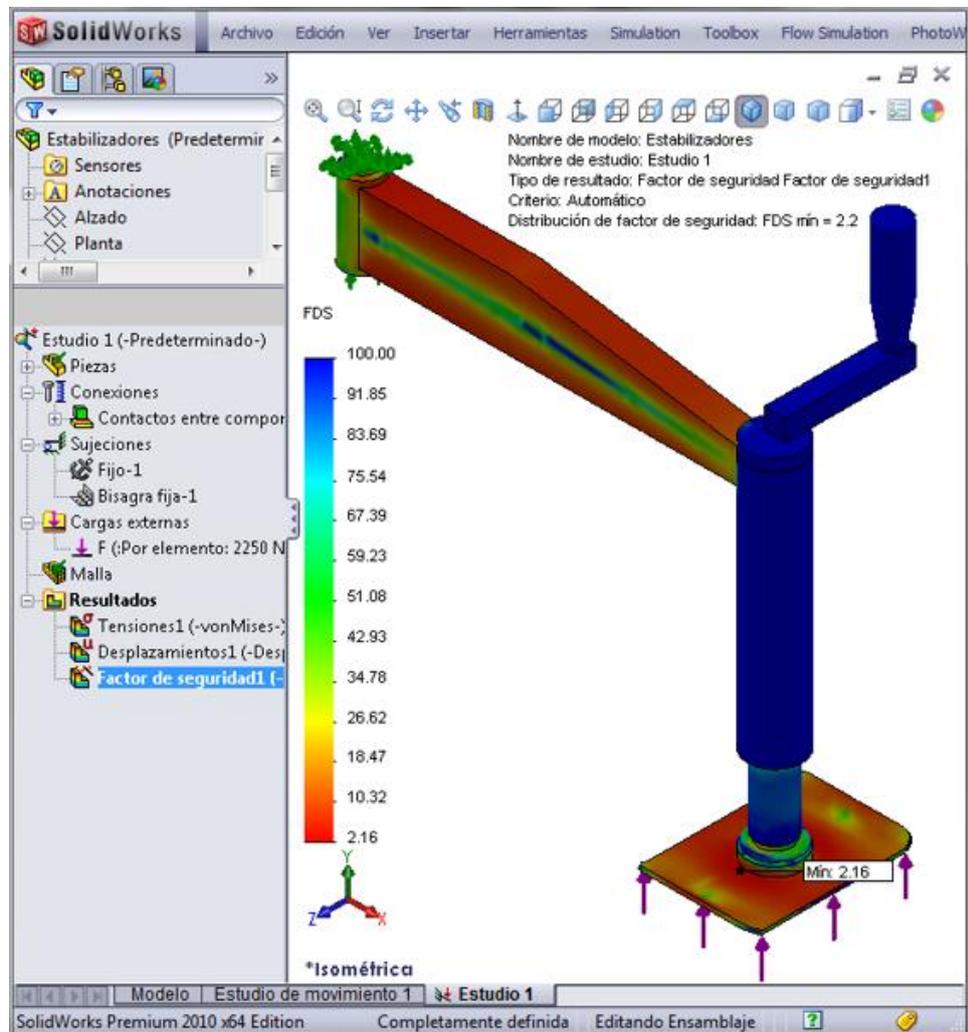


Figura 2.41 Distribución del factor de seguridad en el brazo estabilizador

Con respecto al factor de seguridad, en la figura 2.41 se muestra su distribución y se observa que las partes críticas se encuentran en la placa base sobre la que se apoya el tornillo de potencia y su valor mínimo es de 2.16, por lo que se concluye que el diseño de los brazos estabilizadores es seguro.

CAPÍTULO 3

DISEÑO HIDRÁULICO

3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros de diseño que influyen directamente en el diseño hidráulico del elevador de tijeras son:

Fuerza máxima requerida en el pistón	= 30825N
Velocidad media de accionamiento del pistón	= 25 mm/s
Carrera máxima del pistón	= 250 mm

Para seleccionar los diferentes componentes del sistema hidráulico es necesario determinar los requerimientos de presión y caudal de aceite en el circuito hidráulico.

3.2 CALCULO DE PRESIÓN Y CAUDAL

Presión

La presión que debe entregar la bomba y que tienen que soportar todos los elementos del circuito hidráulico se determina en base al diámetro del pistón y la fuerza máxima requerida por el pistón.

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

$$p = \frac{30825 \text{ N}}{\frac{\pi \cdot 0.075^2}{4}}$$

$$p = 6.97 \text{ MPa} = 1000 \text{ psi}$$

Dónde:

$$p = \text{presión}$$

F = fuerza máxima requerida en el pistón = 30825 N

A = área del pistón

D = diámetro del pistón = 75 mm

Caudal

El caudal requerido por el sistema se calcula en función de la velocidad de accionamiento del pistón (25 mm/s) y el área transversal del mismo.

$$Caudal = V \cdot A$$

$$Caudal = 0.025 \text{ m/s} \cdot \frac{\pi \cdot 0.075^2}{4} \text{ m}^2$$

$$Caudal = 0.11 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 6.6 \text{ lt/min}$$

Dónde:

V = velocidad de salida del pistón hidráulico = 25 mm/s

A = área del pistón

3.3 DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

Para el diseño del circuito hidráulico se tomó en cuenta los requerimientos funcionales del elevador de tijeras así como parámetros que nos garanticen una segura y confiable operación del equipo y que cumpla con las siguientes funciones:

Accionamiento del sistema hidráulico para ascenso o descenso del elevador de tijeras mediante una botonera manual con accionamiento eléctrico.

Bloqueo del sistema hidráulico a la altura deseada cuando se deja de presionar el botón de ascenso o el de descenso.

Para simular y comprobar el adecuado funcionamiento del circuito hidráulico se utilizó el software de FESTOFluidSim el cual nos permite observar

el funcionamiento de los diferentes componentes del sistema en las diferentes etapas de funcionamiento.

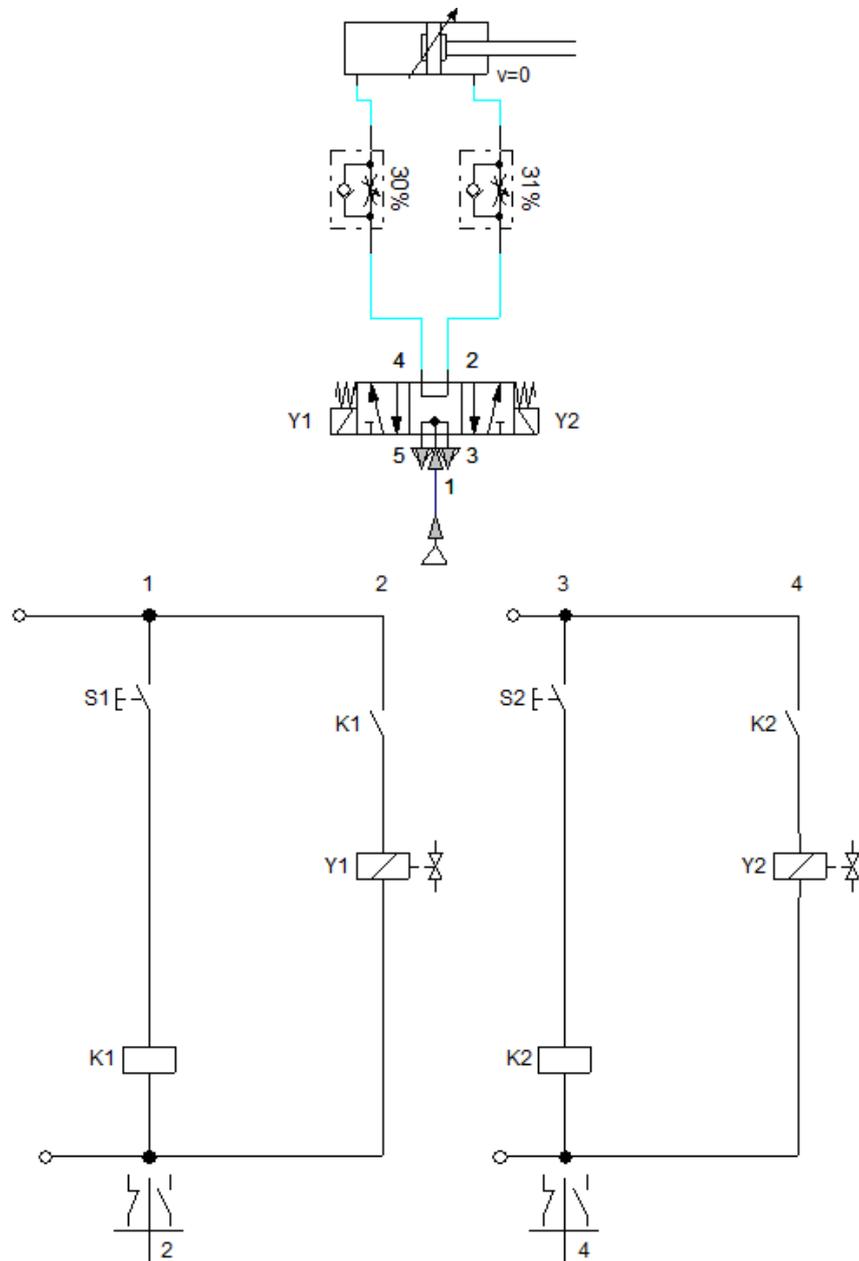


Figura 3.1: Funcionamiento del circuito cuando no se presiona ningún botón

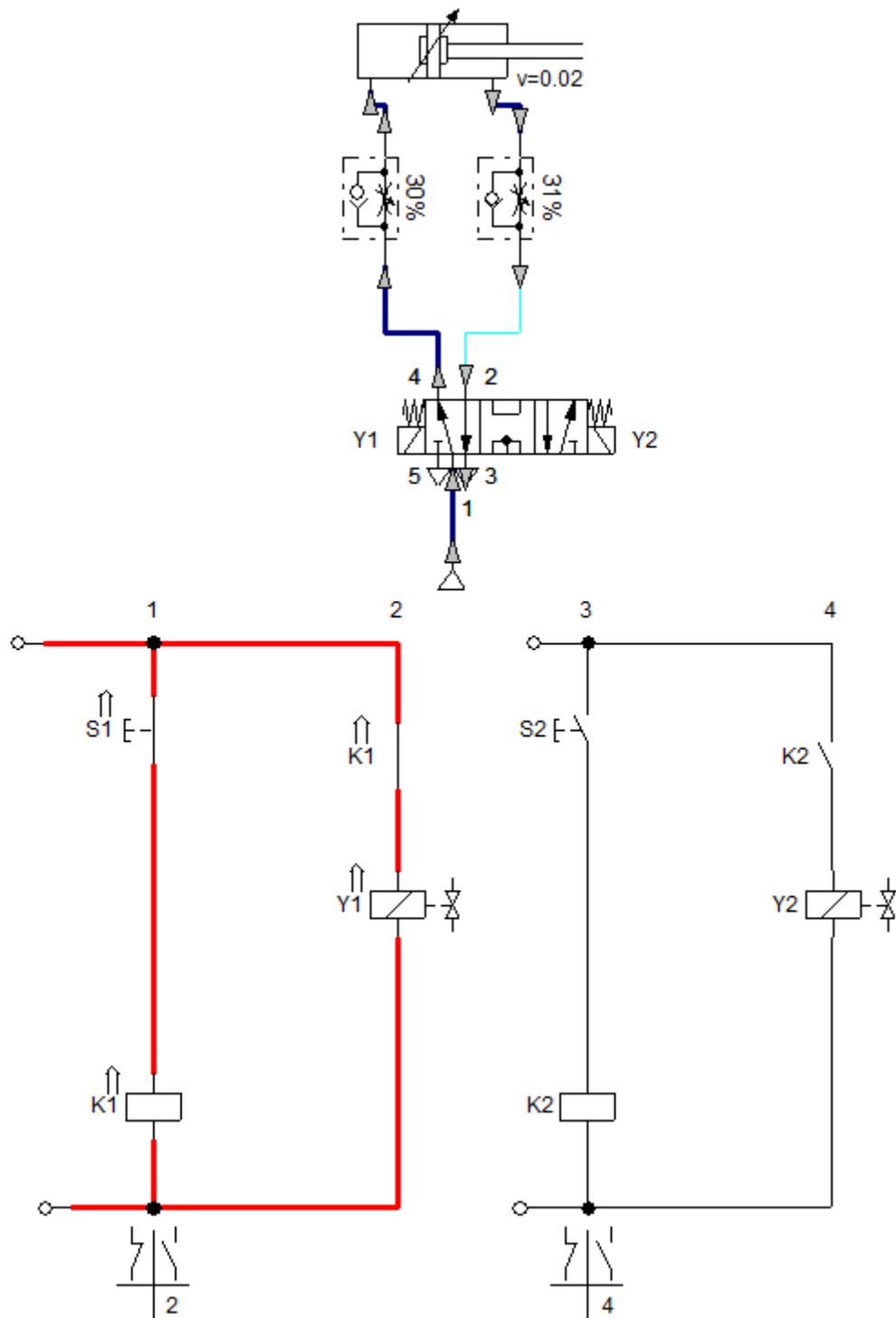


Figura 3.2: Funcionamiento del circuito hidráulico cuando se presiona el botón de ascenso

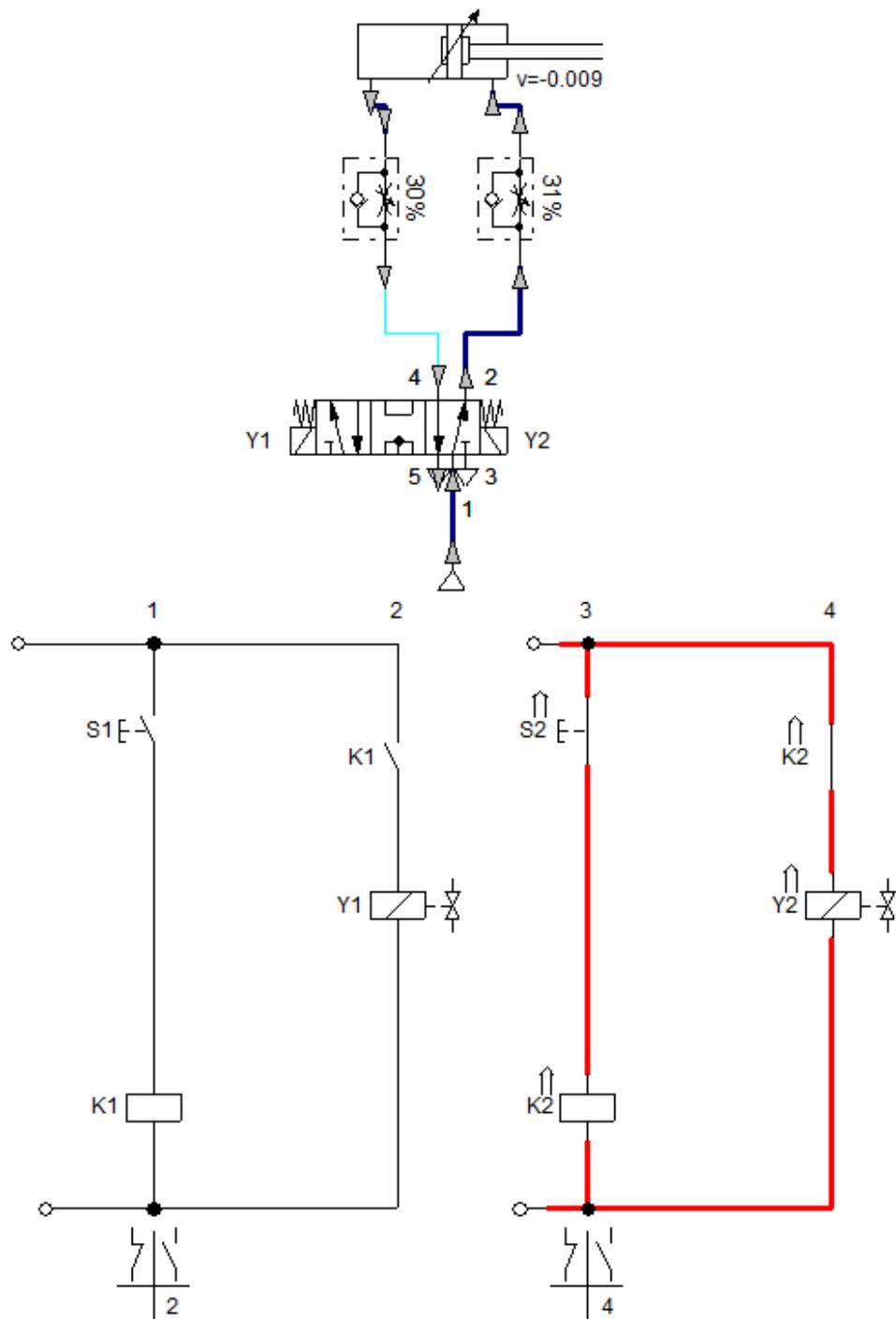


Figura 3.3: Funcionamiento del circuito hidráulico cuando se presiona el botón de descenso

3.4 CALCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA

La potencia mínima requerida en el motor eléctrico que acciona la bomba hidráulica se determina en función de la velocidad de salida del pistón y su fuerza máxima.

$$Pot = F \cdot V$$

$$Pot = 30825 \text{ N} \cdot 0.025 \text{ m/s}$$

$$Pot = 770 \text{ W} = 1.03 \text{ hp}$$

Utilizando un margen de seguridad del 30% con el objeto contemplar situaciones particulares adversas, así como los diferentes tipos de pérdidas en el sistema, se determina que se requiere un motor eléctrico de 1.5 hp.

3.5 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

Los diferentes componentes del circuito hidráulico fueron seleccionados en función del caudal total, la presión máxima y la potencia requerida por el sistema.

CAPÍTULO 4

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA

4.1 CONSTRUCCION DEL MECANISMO ELEVADOR

4.1.1 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS A UTILIZAR

Durante el proceso de construcción, montaje e instalación del elevador electro hidráulico se utilizaron los siguientes equipos, herramientas y accesorios:

Tabla 4.1: Equipos utilizados en la construcción del elevador

Numero	Equipo
1	Soldadora SMAW
2	Torno
3	Cortadora de plasma
4	Taladro de pedestal
5	Taladro de mano
6	Esmeril
7	Amoladora
8	Entenalla
9	Arco de sierra
10	Calibrador pie de rey
11	Tijeras
12	Brocas
13	Martillos, playos, destornilladores, flexómetros, escuadra, etc.

4.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Para el proceso de construcción del elevador electro hidráulico deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones.

- El tipo de material a utilizarse en la construcción de la estructura soporte es el PERFIL ESTRUCTURA “C”, ya que debe ser robusto y compacto debido a que debe soportara 500kg, más el peso del sistema elevador.
- Para la construcción del sistema elevador como: tijeras, pines, bocines, ect. Están construidos en acero.
- Las formas y dimensiones están detallados en los planos correspondientes.

Las partes principales constitutivas del elevador se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 4.2: Partes constitutivas de la máquina

Sistema/Estructura	Elemento	Cantidad	Material/Modelo
Estructura Soporte	Base soporte	1	ASTM A36
	Base de ruedas	4	ASTM A36
	Base mandos y equipos hidraulicos	1	ASTM A36
	Estabilizadores	4	ASTM A36
Sistema de elevacion	Pines	28	ASTM A36
	Bocines	28	ASTM A36
	Brazos tijeras	16	ASTM A36
	Ruedas guias	4	ASTM A36
Sistema Hidraulico	Bomba Hidraulica	1	Hidro-tek
	Motor bifasico	1	Hidro-tek
	Cilindro Hidraulico 300 psi	1	Prince
	Electroválvula 4/3	1	Yuken
Sistema Electrico	Contactores	1	Siemens
	Rele		
	Breake	1	

4.2 CONSTRUCCION DE PINES Y BOCINES

Para la construcción de los pines y bocines de la maquina se utiliza acero de transmisión, el mismo que será maquinado para obtener estos elementos con las medidas establecidas en el plano.



Figura 4.1: Fabricación de pasadores y bocines

La función que cumplen los pines y bocines dentro del sistema de elevación es dar un acople con cada una de los elementos para facilitar un movimiento articulado.



Figura 4.2: Bocines y pines

4.3 CONSTRUCCION DE TIJERAS

Para la construcción de las tijeras de elevación se a utiliza dos brazos de acero, los cuales han sido cortados mediante el proceso de corte por plasma (Fig. 4.3).



Figura 4.3: Brazos de acero

El siguiente proceso es colocar los bocines en los brazos para realizar el acoplamiento entre ellos con los pines.



4.4 CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA SOPORTE DEL ELEVADOR

Para la construcción de esta estructura se ha utilizado un diseño idóneo de viga de perfil en “C” (Fig. 4.5.), el cual se cortará mediante el proceso de corte por plasma y una suelda con el proceso SMAW según las medidas establecidas.



Figura 4.5: Estructura perfil en “C”

La estructura soporte tiene la función de sostener el conjunto del sistema móvil y la carga aplicada al mecanismo (500 kg).



Figura 4.6: Soporte del elevador

4.5 CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA DEL ELEVADOR

Para la fabricación de esta plataforma se ha utilizado una estructura de perfil en “C” que cumpla con las especificaciones requeridas, la cual ha sido cortada mediante el proceso de corte por plasma y soldada mediante el proceso SMAW.



Figura 4.7: Plataforma del elevador

Esta plataforma tiene la finalidad de acoplarse a los mecanismos que constituye el sistema de transmisión del automóvil.

4.6 CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS SECUNDARIOS

Los elementos secundarios que se han fabricado para la maquina son los siguientes:

- Estabilizadores
- Rodillos
- Acoples de plataforma del elevador

4.6.1 ESTABILIZADORES

Los estabilizadores están constituidos por cuatro partes:

- Soporte de estabilizador
- Brazos de estabilizador
- Bocín roscado
- Tornillo de sujeción

Para la construcción del soporte del estabilizador se ha utilizado una estructura de perfil “C” para la sujeción del brazo del estabilizador.

Para la construcción de los brazos estabilizadores se ha realizado el corte de la plancha de acero según las medidas establecidas (Figura. 4.8.).



Figura 4.8: Brazo del estabilizador

Para cada brazos estabilizador se ha fabricado dos bocines (Figura. 4.9.), que serán soldados a cada extremo del brazo, para el bocín que se ha soldado al extremo del brazo tiene un roscado interno para el acople del tornillo de sujeción.



Figura 4.9: Fabricación Bocines

Los tornillos de sujeción están fabricados por un eje de transmisión ASTM A36 que serán acoplados con el bocín roscado.

Estos tornillos son regulados para que tengan contacto con el piso para dar mayor estabilidad al elevador.

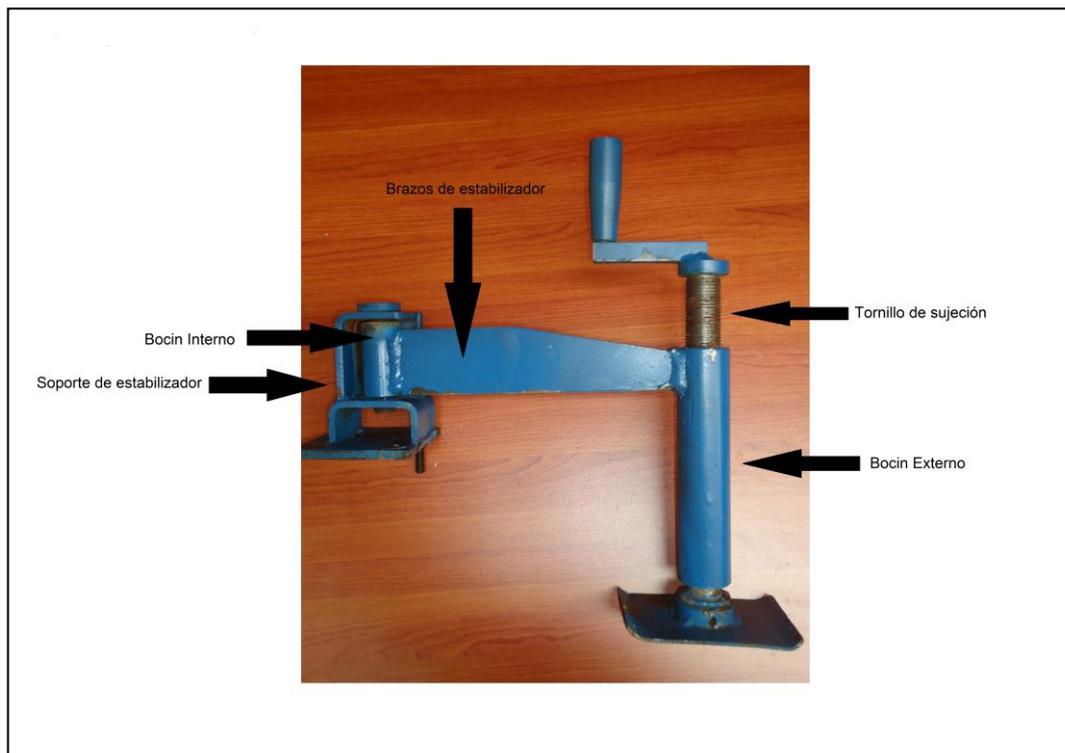


Figura 4.10: Estabilizador

4.6.2 RODILLOS

Los rodillos tienen la función de dar movimiento en los extremos de las tijeras que tienen contacto con las rieles de los soportes del elevador.

Están fabricados con un eje de transmisión de acero, la construcción consta de un eje y un rodillo que gira en el eje para generar un movimiento giratorio.

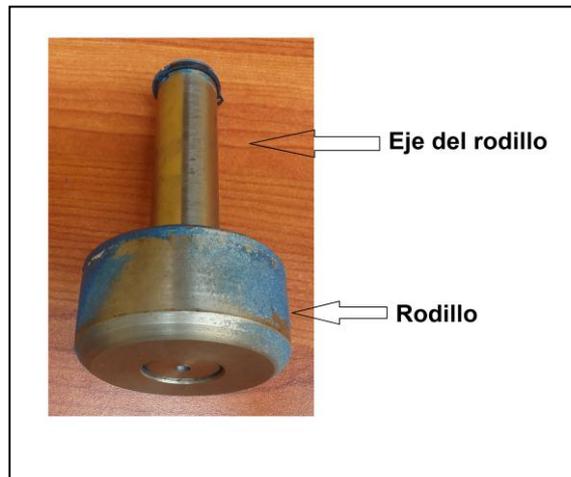


Figura 4.11: Rodillo

Los rodillos van sujetos a cada extremo de las tijeras que tiene contacto con las bases del elevador (Fig. 4.12.).



Figura 4.12. Rodillos

4.6.3 ACOPLER DE PLATAFORMA DEL ELEVADOR

Los acoples del elevador tienen la función de dar un mejor acople a cada de las partes que constituye el sistema de transmisión.

Estos acoples están fabricados de platinas de acero en forma de “L”.



Figura 4.13: Acoples de plataforma

4.7 PROCESO DE SOLDADURA PARA CADA UNO DE LOS ELEMENTOS

En el proceso para la soldadura en el taller se tienen que planificar y llevar a cabo cuidadosamente:

- corte por plasma y corte por sierra
- preparación de bordes para soldaduras
- soldadura

Corte por plasma y corte por sierra

La fabricación de una estructura empieza, en general, con la preparación de los extremos de las barras. Los métodos que se usan con más frecuencia son el corte por plasma y corte por sierra.

En esencia, una máquina de cortar por plasma consta de un transformador de corriente (puede ir a 220 V o a 380 V) al cual va conectada una pistola con un gatillo. La pistola consta de una tobera o boquilla que contiene un electrodo de Tungsteno (material conductor de muy alto punto de fusión). Al apretar el gatillo, por la tobera sale aire a 4 atm. de presión, y se cierra

el circuito eléctrico sobre el metal a cortar. De este modo, la alta intensidad que pasa por el punto de contacto entre el electrodo de tungsteno y el metal a cortar, produce la fusión de éste último, y a la vez, el aire a presión expulsa el metal fundido hacia el exterior, produciéndose un corte muy limpio.

En el corte por sierra se utiliza una maquina de disco o una sierra manual, Se puede definir el corte por sierra como una operación de corte con desprendimiento de viruta, empleando una herramienta manual de múltiples filos” El corte por sierra en el taller mecánico, se realiza con una sierra de mano. Esta herramienta es de uso corriente en la mayoría de los trabajos realizados de ajuste mecánico. El corte por sierra nos permite separa secciones grandes de materia, pero también, realizar cortes lo más próximos a las líneas de trazado, permitiendo así, ahorrar tiempo y esfuerzo para terminar una pieza mecánica.

Métodos para soldar placas de acero

Hay cinco subgrupos de la soldadura por fusión denominados autógena, por arco metálico, por resistencia eléctrica, por haz de electrones y por plasma. La soldadura por arco se utiliza de manera predominante, en las tres versiones siguientes, para la unión de juntas:

- Soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)
- Soldadura por arco con núcleo de fundente (FCAW)
- Soldadura por arco metálico y gas (GMAW)

En cuanto a los equipos y máquinas para soldar, hay que diferenciar tres métodos, la soldadura manual, con máquina semiautomática o totalmente automática. Los dos primeros se emplean normalmente en las soldaduras de placas de acero.

En nuestro caso utilizaremos en proceso SMAW ya que este cumple con todos los requerimientos como son:

- Tipo de material a soldar
- Material de aporte
- Tipo de corriente
- Espesor
- Calidad del cordón (estética)

Tipos comunes de juntas de soldadura a utilizar

Las soldaduras pueden ser preparadas geoméricamente de muchas maneras diferentes. Los cinco tipos básicos de juntas de soldadura son:

- La junta a tope
- La junta en escuadra
- La junta a traslape
- La junta en cuña
- La junta en T

En nuestro caso se ha utilizado la junta a tope, junta en escuadra y la junta en T.

La junta a tope

La junta a tope, es la unión mas usada en la industria por la simplicidad de ensamblé y se puede definir como: La unión entre miembros que caen en el mismo plano. (Fig. 4.14.)

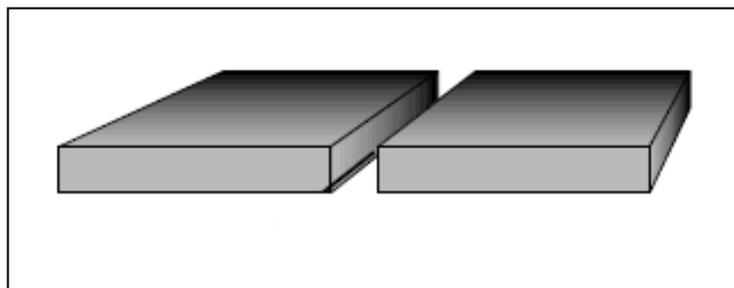


Figura 4.14: Junta a tope

Junta a escuadra

Cuando se sueldan dos piezas de metal formando una L, la unión se llama Junta a escuadra. Una junta a escuadra puede soldarse con la varilla de soldar o sin ella. La unión a escuadra se puede definir como: La unión entre miembros que forman ángulo recto. (Fig. 4.15.)

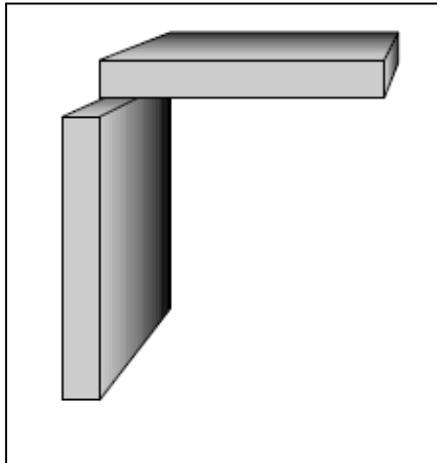


Figura 4.15: Junta a escuadra

Junta en T

Esta junta se usa extensamente en la industria y se le llama unión t por que se asemeja a la letra T, la unión T se puedes definir como: La unión entre miembros que se encuentran formando ángulos rectos.(Fig.4.16.)

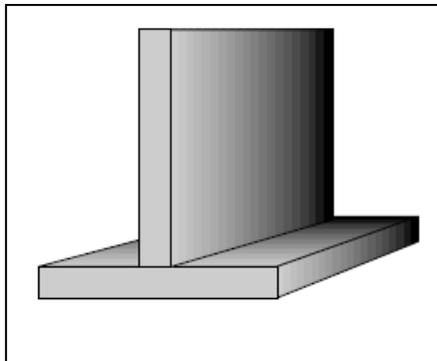


Figura 4.16: Junta en T

Técnicas de soldadura

Preparados convenientemente los empalmes por soldar, veamos cómo elegir la técnica más correcta. Cuando sea posible, disponer la pieza en plano, la calidad de la soldadura resulta mejor. Hay casos en que esto no es posible y la pieza debe ser dispuesta horizontalmente en un plano vertical o incluso encima de la cabeza.

En nuestro caso por la facilidad de poder elegir el modo de soldar se aplico una soldadura en plano

Soldadura de cabeza en plano

El operador debe preocuparse de realizar una soldadura sin roturas y de suficiente penetración. Los factores que influyen la ejecución son: la corriente, la distancia entre los bordes, la inclinación y el diámetro del electrodo. Para la soldadura con una junta a tope se debe tener el electrodo inclinado de $45/55^\circ$ respecto al plano horizontal (fig. 4.17).

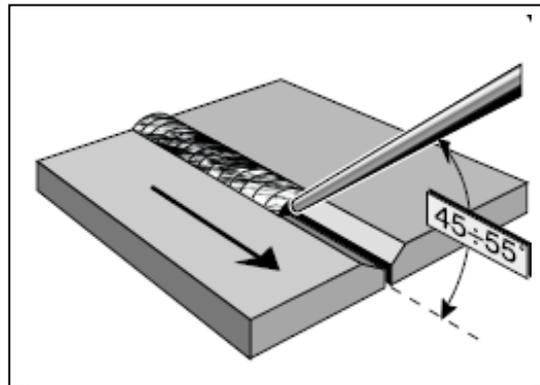


Figura 4.17: Soldadura de cabeza en plano

Cuando al soldar una junta en T, es mejor disponerlo como se indica en la (Figura 4.18). Si la pieza no puede ser girada, la soldadura se efectúa eliminando el movimiento transversal, con el electrodo inclinado de 50° en el sentido de avance y de 40° respecto al plano horizontal (Figura 4.19.).

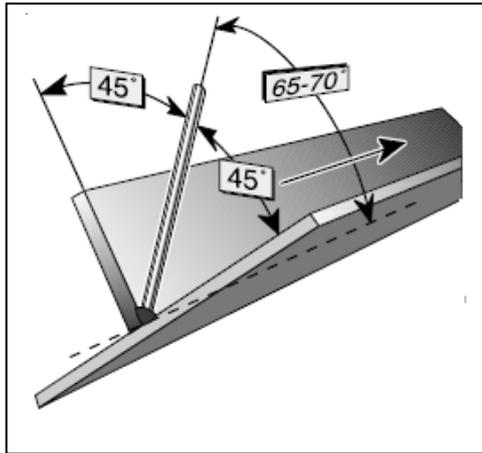


Figura 4.18. Soldadura en T

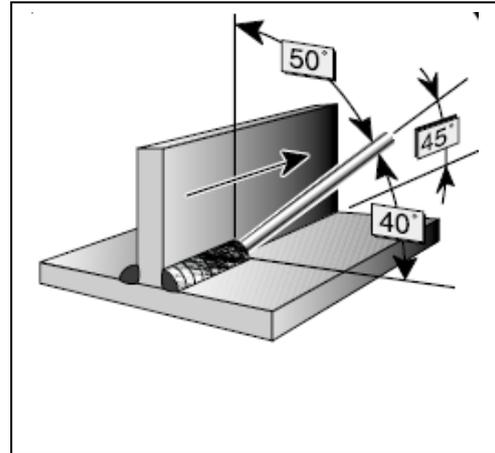


Figura 4.19. Soldadura en T

4.8 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA

En las siguientes graficas describimos todo el proceso de montaje:



Figura 4.20: Montaje de ruedas estabilizadoras en la estructura soporte.



Figura 4.21: Montaje del primer segmento de tijeras.



Figura 4.22: Montaje del segundo segmento de tijeras



Figura 4.23: Montaje del tercer segmento de tijeras



Figura 4.24: Montaje del cilindro hidráulico



Figura 4.25: Montaje de plataforma superior

4.9 MONTAJE DE ELEMENTOS HIDRÁULICOS Y ELECTRICOS.

En las siguientes graficas describimos todo el proceso de montaje:



Figura 4.26: Acoplamiento de las mangueras hidráulicas



Figura 4.27: Montaje del conjunto bomba-motor



Figura 4.28: Armado de los elementos eléctricos



Figura 4.29: Montaje del sistema eléctrico



Figura 4.30: Elevador armado

CAPÍTULO 5

PRUEBAS Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

5.1 PRUEBAS DE FIABILIDAD DEL ELEVADOR

Al cabo de la finalización de los procesos de fabricación del elevador, y montaje de los elementos mecánicos, elementos hidráulicos y los elementos eléctricos, se procedió a realizar las pruebas de campo correspondientes, con el fin de evaluar el desenvolvimiento del elevador en condiciones reales de funcionamiento.

Para las pruebas se ha dispuesto de dos pesos uno de 250 kg y otro de 500kg con estos pesos vamos a realizar las pruebas pertinentes (Tabla 5.1) para poder dar el visto bueno de seguridad y garantizar el correcto funcionamiento del elevador.

Tabla 5.1: Resultados de pruebas

Peso (Kg)	Tiempo (segundos)	Presión (bar)
250	10.2	85
500	8.9	100

5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS.

En la primera prueba con un peso de 250 kg el elevador tuvo un funcionamiento adecuado, no se registró ninguna deformación en las tijeras ni en los pasadores ya que estos soportan el movimiento con el peso.

Con respecto al sistema hidráulico no existieron fugas de aceite ni contratiempos con el motor ni la bomba.

En la segunda prueba con un peso de 500 kg de igual manera no se registraron ninguna anomalía ni con el sistema mecánico tampoco con el sistema hidráulico.

Es importante recalcar que la maquina no presenta fatiga alguna luego de haber realizado las pruebas pertinentes que hicieron posible obtener los valores para los análisis, y el trabajo en el campo.

5.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

<p>Inspección diaria o cada 10 horas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe el nivel del fluido hidráulico. • Compruebe que no existan pérdidas de aceite en la bomba, electro válvula y cilindro hidráulico. • Compruebe el estado o posibles pérdidas de aceite en las líneas hidráulicas y en la zona del depósito hidráulico.
<p>Inspección mensual o cada 250 horas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 horas. • Compruebe el estado de las conexiones en todas las líneas hidráulicas. • Realice la lubricación de las ruedas del elevador

<p>Inspección trimestral o cada 500 horas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 y las 250 horas. • Compruebe que los tornillos de los pasadores no estén flojos • Realice una lubricación total en todos los elementos móviles del elevador
<p>Inspección semestral o cada 1000 horas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250 y las 500 horas. • Compruebe la presión del sistema hidráulico.
<p>Inspección anual o cada 2000 horas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250, 500y las 1000 horas. • Cambie el aceite hidráulico y asegúrese de limpiar todo elemento corrosivo que se encuentre en las líneas del sistema.

5.4 INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

1. Con inspecciones y mantenimiento frecuentes se prolongará la vida útil del elevador.
2. Revise todos los pernos, pasadores, mangueras hidráulicas, nivel de fluido hidráulico, uniones de la válvula cada 50 periodos de uso
3. Cambie el aceite cuando se ensucie o al menos cada 12 meses.
4. El aceite sucio incrementa el desgaste de los sellos y provoca fugas.
5. El aceite que se recomiendan a continuación se ha seleccionado según las siguientes características:

Aceite Hidráulico ISO 68:

- Excelente protección contra el desgaste de bombas y motores hidráulicos.
- Excelente resistencia a la oxidación y estabilidad térmica.
- Protege contra el óxido y la corrosión.
- Excelente separador de agua
- Filtrabilidad excelente, incluso en presencia de una pequeña cantidad de agua.
- Buena resistencia a la espuma

5.5 NORMAS DE SEGURIDAD

1. Siempre asegúrese de trabajar con la protección adecuada como es mandil u overol, guantes y gafas de seguridad.

2. Siempre asegúrese de trabajar a una distancia prudente con respecto a las partes móviles del elevador para disminuir las probabilidades de un accidente.
3. Siempre verifique que no exista cableado aéreo u obstáculos con respecto a la máxima altura que alcanza el elevador.
4. Nunca permita que nadie coloque las manos dentro de las tijeras de elevación cuando la maquina se encuentre trabajando.
5. Asegúrese que el objeto a elevar este correctamente asegurado en la plataforma del elevador
6. Jamás debe operarse el elevador sin contar con el equipo apropiado.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que hemos llegado luego de haber realizado el diseño y la construcción del elevador hidráulico son las siguientes:

- Se ha logrado construir un elevador hidráulico para el sistema de transmisión del vehículo que cumple con todas las exigencias y normas de seguridad.
- El estudio y análisis del elevador hidráulico para el sistema de transmisión del vehículo fue realizado en un software CAD (SOLIDWORKS 2009), el cual es una herramienta muy efectiva en la realización de cálculos mediante elementos finitos y a la vez construir la máquina con un factor de seguridad muy elevado.
- El elevador hidráulico para el sistema de transmisión del vehículo es una herramienta de trabajo muy útil en el campo automotriz, dado que por lo general se trabaja con altos índices de inseguridad debido a la utilización de herramientas empíricas e inseguras que se han construido para desmontar y desarmar los sistemas de transmisión.
- El elevador hidráulico para el sistema de transmisión del vehículo facilita el montaje y desmontaje de los sistemas de transmisión en comparación con las herramientas inadecuadas que son utilizadas en ciertos talleres.

- El elevador hidráulico para el sistema de transmisión del vehículo optimiza el tiempo, costo y beneficio al realizar un trabajo de este tipo y lo más importante es que la seguridad es primordial para el operario, de igual los componentes de la transmisión del vehículo serán manipulados de la forma más correcta.

6.2 RECOMENDACIONES

A continuación presentamos las siguientes recomendaciones que se deben considerar a modo general y en el uso del elevador hidráulico para el sistema de transmisión del vehículo:

- Seguir las normas de seguridad antes de manipular la máquina.
- Revisar que las conexiones no tengan fugas para la operación eficiente del elevador hidráulico para el sistema de transmisión del vehículo.
- El área de trabajo debe ser lo suficientemente amplia para una operación eficaz de la máquina.
- Seguir los procedimientos de operación sugeridos para disminuir los riesgos.
- Cuando utilicemos el programa SOLIDWORKS 2010, debemos tener en cuenta que clase de estudio debemos aplicar a la estructura.

- Por ningún concepto trabaje sin equipo de seguridad (guantes, gafas, calzado apropiado, mandil u overol).

BIBLIOGRAFÍA

- MOTT, Robert L. “Diseño de elementos de maquinas”. Prentice Hall Hispanoamérica S.A. Segunda Edición. 1992.
- SHIGLEY. Joseph. “Diseño de ingeniería mecánica”. Sexta Edición. 1990.
- Beer, F. y Johnson, E.(1979). Mecánica vectorial para ingenieros I, Estática. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Latinoamericana, S.A.
- SolidWorks.