

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO



SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE VOLTEO EN UN
CAMIÓN TOYOTA DYNA PARA 5 TONELADAS.”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

**DANIEL ESTUARDO BASANTES VILLEGAS
SANTIAGO DAVID POZO REVELO**

Latacunga, Noviembre 2008

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Basantes Villegas Daniel Estuardo
Pozo Revelo Santiago David

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE VOLTEO EN UN CAMIÓN TOYOTA DYNA PARA 5 TONELADAS”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Latacunga, Noviembre del 2008.

Basantes Villegas Daniel Estuardo
CI.- 180388640-5

Pozo Revelo Santiago David
CI.- 040112475-5

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Basantes Villegas Daniel Estuardo

Pozo Revelo Santiago David.

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo “DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE VOLTEO EN UN CAMIÓN TOYOTA DYNA PARA 5 TONELADAS” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Noviembre del 2008.

Basantes Villegas Daniel Estuardo

CI.- 180388640-5

Pozo Revelo Santiago David

CI.-040112475-5

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. JUAN CASTRO (DIRECTOR)

ING. OSCAR ARTEAGA (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE VOLTEO EN UN CAMIÓN TOYOTA DYNA PARA 5 TONELADAS” realizado por los señores: DANIEL ESTUARDO BASATES VILLEGAS y SANTIAGO DAVID POZO REVELO 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 de Acrobat. Autorizan a los señores: DANIEL ESTUARDO BASATES VILLEGAS y SANTIAGO DAVID POZO REVELO que lo entreguen al ING. JUAN CASTRO CLAVIJO, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Noviembre del 2008

Ing. Juan Castro
DIRECTOR

Ing. Oscar Arteaga
CODIRECTOR

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico de manera especial a mis padres ya que con su ayuda, esfuerzo y especial comprensión he podido culminar esta meta, por lo que mediante el mismo retribuyo su esfuerzo y sacrificio.

SANTIAGO.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de tener a mi lado personas que me quieren y estiman como son mis padres quienes fueron mi pilar en esta meta que me fijé y que ahora la puedo cumplir. Además agradezco de manera especial a mi tía que siempre me apoyo incondicionalmente. También agradezco a mis hermanos que gracias a su comprensión pude terminar mis estudios. Agradezco también a todos mis compañeros con los cuales pasamos momentos buenos y malos pero siempre permanecimos unidos.

A todos ellos gracias.

SANTIAGO.

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a la luz de mi camino, mis padres ya que tanto en las buenas pero principalmente en las malas me brindaron ese apoyo incondicional e indispensable para junto a ellos poder cumplir otro sueño y a la vez completar una gran meta profesional de mi vida.

Daniel

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento infinito para aquel amigo que nunca falla, llamado Dios, aquel que esta junto a mí siempre y me ha regalado personas que me quieren y apoyan, dándome la posibilidad de cumplir este objetivo.

A mis padres y hermanos un agradecimiento especial por estar junto a mí cuando más los necesite y salir los cinco siempre victoriosos de cualquier problema.

Agradezco a todos mis amigos que durante cinco años me acompañaron en la construcción de una meta, por eso y mucho más los considero parte de mi familia.

Daniel

RESUMEN

El presente proyecto está elaborado con el objetivo de diseñar y construir un sistema de volteo que satisfaga las necesidades de pequeñas constructoras.

Para su diseño y construcción se tomo en cuenta una carga media como son 5 toneladas, el dato que nos servirá para seleccionar todos los elementos que son parte de este proyecto.

En el capítulo I, se estudia de manera clara todo lo referente a sistemas hidráulicos como son bombas, válvulas, cilindros y demás elementos necesarios para el diseño del sistema. Además en este capítulo se estudia todos los componentes de los camiones de volteo, como son caja de volteo, puerta trasera y también los sistemas básicos de los camiones.

En el capítulo II nos enfocamos al diseño mecánico, en donde con la ayuda del software SolidWorks modelamos el cajón de volteo , así como también la estructura soporte y procedimos a asignar cargas y restricciones para poder simular tensiones en el sistema.

El capítulo III realizamos el diseño hidráulico en el cual tomando en cuenta todos los parámetros y requerimientos del proyecto procedimos a seleccionar tanto la bomba como el cilindro hidráulico. En este capítulo también hicimos la simulación del sistema hidráulico antes de construirlo con la ayuda de un software por lo que pudimos confirmar que los datos de presión y caudal eran los correctos.

El capítulo IV se basa en el proceso de construcción del sistema tanto hidráulico como mecánico, mostrándose fotos de todo el proceso e indicando como fue construido paso a paso.

En el capítulo V mostramos todo lo que tiene que ver con el mantenimiento del sistema, indicando cronogramas de mantenimiento así como también el proceso y la manera de cómo realizarlo correctamente.

En este capítulo también se muestra normas de seguridad tanto en la instalación del sistema como también en la manipulación de todos los componentes hidráulicos y mecánicos.

PRESENTACIÓN

En la construcción del conocimiento, el trabajo intelectual es la actividad que desplegamos permanentemente en la búsqueda de explicaciones lógicas ante los fenómenos y las leyes físicas que rigen nuestro universo. Leyes que ya fueron analizadas por científicos como Sr. Isaac Newton, Albert Einstein, entre otros y que hoy nos brindan la posibilidad de aprovechar sus ventajas y contrarrestar sus consecuencias.

Teniendo en cuenta lo expuesto previamente presentamos el proyecto denominado " DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE VOLTEO EN UN CAMIÓN TOYOTA DYNA" con el cual se espera conocer y disipar dudas de una forma muy practica campos como la hidráulica, diseño de estructuras, ciencia de los materiales, mecanismos, soldadura, entre las más importantes.

El proyecto en si trata de diseñar para luego construir de forma real un sistema de volteo que logre levantar alrededor de 5 toneladas de peso, esperamos que el proyecto aclare dudas sobre la construcción de estos sistemas y las consideraciones a tener en cuenta.

El sistema fue construido para las prestaciones de un camión de tamaño medio, obedeciendo a la necesidad de un problema muy común que se da en la pequeña construcción como son los altos costos de transporte de material para una determinada utilización del mismo.

Para un adecuado desempeño del camión ya sea cuando se traslada el material o en el momento de voltearlo, se diseñara el sistema utilizando un software de diseño mecánico llamado SolidWorks el mismo que facilita en gran medida nuestro trabajo.

Para el diseño del cajón se tomo en cuenta el material a cargar, su peso y esfuerzos a los que estará sometido, además de escoger los materiales correctos de construcción y el tipo de soldadura necesario.

Un sistema importante construido en el proyecto es el hidráulico, en el cual se considero aspectos de seguridad y desempeño, para cumplirlos se escogió los elementos más idóneos que puedan satisfacer las condiciones del trabajo a realizarse.

Para obtener energía es decir presión en el sistema hidráulico nos valimos de un toma fuerza el cual recibe movimiento del eje de masa de la caja de transmisión del Toyota Dyna.

El proyecto casi en su totalidad fue construido con piezas usadas, pero que antes de ser utilizadas pasaron por un estricto control de buen funcionamiento, esto con el fin de minimizar los costos de construcción.

La construcción y adaptación de todos los elementos es de único y exclusivo trabajo de sus autores por lo que no existen proyectos semejantes de los cuales se haya tomado información sobre construcción ni diseño, a excepción de propiedades de los materiales a utilizar y datos importantes que guiaron el diseño mecánico, hidráulico, para luego culminar con su construcción.

ÍNDICE

CARÁTULA	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	ix
PRESENTACION	xi

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1.- MECÁNICA DE FLUIDOS	1
1.2.- FLUIDOS COMPRESIBLES E INCOMPRESIBLES	1
1.3.- PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS	2
1.3.1.- PESO ESPECÍFICO	2
1.3.2.- DENSIDAD	2
1.3.3.- VISCOSIDAD	2
1.4.- PRESIÓN	3
1.4.1.- RELACIÓN ENTRE PRESIÓN Y ELEVACIÓN	3
1.5.- POTENCIA	3
1.6.- PERDIDAS POR FRICCIÓN	4
1.7.- EL PRINCIPIO DE PASCAL Y SUS APLICACIONES	5
1.8.-EQUILIBRIO DINÁMICO	6
1.9.- SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA	7
1.10.- CILINDROS HIDRÁULICOS	12
1.10.1.- DEFINICIÓN Y PARTES	12
1.10.2.-TIPOS DE CILINDROS	13
1.10.2.1.- Cilindros de simple efecto	14
1.10.2.2.- Émbolos buzo	15

1.10.2.3.- Cilindros telescópicos	16
1.11.- VÁLVULAS	16
1.11.1.- DEFINICIÓN	16
1.11.2.- ELECTROVÁLVULAS (VÁLVULAS ELECTROMAGNÉTICAS)	17
1.11.2.1.- Funcionamiento	18
1.12.- RECIPIENTES PARA ALMACENAMIENTO DE ACEITE	19
1.12.1.- GENERALIDADES	19
1.12.2.- DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE	22
1.13.- BOMBAS	23
1.13.1.- DEFINICIÓN	23
1.13.2.- CLASIFICACIÓN	24
1.13.2.1.- Bombas de volumen fijo o bombas de desplazamiento fijo	25
1.13.2.2.- Bombas de engranes o piñones	25
1.13.2.3.- Bombas de engranes de baja presión	25
1.13.2.4.- Bombas de engranes de alta presión	26
1.14.- FLUIDO HIDRAULICO	27
1.14.1.- LIQUIDO	27
1.14.2.- PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN	28
1.15.- CAMIONES DE VOLTEO	29
1.15.1.- CONSTRUCCIÓN	29
1.15.2.- EL BASTIDOR	30
1.15.3.- LOS MUELLES Y EJES	31
1.15.4.- LOS FRENOS	32
1.15.5.- EL MOTOR	33
1.15.6.- EMBRAGUE	34
1.15.7.- LA TRANSMISIÓN	34
1.15.8.- EJE IMPULSOR	35
1.15.9.- EL DIFERENCIAL	36
1.15.10.- LOS EJES	38
1.15.11.- CUBOS Y RUEDAS	39
1.15.12.- LAS LLANTAS	40
1.15.12.3.- Rotación	41
1.15.13.- LA CAJA DE VOLTEO	41
1.15.13.1.- LA CAJA	41
1.15.13.2.- La puerta trasera	43
1.15.14.- EL SISTEMA ELEVADOR	44
1.16.- TOMA DE FUERZA	46
1.17.- LA SOLDADURA OXIACETILÉNICA	48
1.17.1.- OXICORTE	49
1.18.- SOLDADURA POR ARCO METÁLICO	50
1.19.- EL ACERO	50
1.19.1.- PROPIEDADES DEL ACERO	50

1.19.2.- RECUBRIMIENTOS DEL ACERO	51
1.19.3.- SOLDABILIDAD	51
1.19.4.- CLASES	52

CAPÍTULO II

DISEÑO MECÁNICO

2.1.- INTRODUCCIÓN A SOLIDWORKS	54
2.1.1.-CONCEPTOS BÁSICOS	54
2.1.2.- CONCEPTOS BÁSICOS DE COSMOSWORKS	54
2.2.- CONCEPTOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS	55
2.3.- COSMOSWORKS PROFESSIONAL OFRECE LOS SIGUIENTES TIPOS DE ESTUDIOS	57
2.3.1.-ESTUDIOS ESTÁTICOS (O DE TENSIÓN)	57
2.3.2.- ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL	57
2.3.3.- ESTUDIOS DE FRECUENCIA	58
2.3.4.- ESTUDIOS DE PANDEO	59
2.3.5.- ESTUDIOS TÉRMICOS	59
2.3.6.-ESTUDIOS DE OPTIMIZACIÓN	59
2.3.7.- ESTUDIOS NO LINEALES	60
2.3.8.- ESTUDIOS DE CHOQUE	60
2.3.9.-ESTUDIOS DE FATIGA	60
2.4.- ESTUDIOS DE DISEÑO	61
2.5.- BENEFICIOS DEL ANÁLISIS	61
2.6.- CRITERIO DE MÁXIMA TENSIÓN DE VON MISES	62
2.7.- DEFINICIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD	63
2.7.1.- INTERPRETACIÓN DE FACTORES DE SEGURIDAD	64
2.8.- CÁLCULOS DE DISEÑO	64
2.9.-DISEÑO DE LA ESTRUCTURA SOPORTE DEL CAJÓN	65
2.9.1.- MODELADO ESTRUCTURAL	65
2.9.2.- CÁLCULO DE PRESIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA, DEBIDO AL PESO DEL MATERIAL Y CAJÓN	66
2.9.3.- FUERZA CON RESPECTO A LA ACELERACIÓN DEL MÓVIL	66
2.9.4.- CÁLCULO DEL ÁREA DE APLICACIÓN DE LA FUERZA	68
2.10.- ASIGNACIÓN DE CARGAS Y RESTRICCIONES	69
2.11.- RESULTADOS	70
2.12.-VERIFICACIÓN DE DISEÑO	73
2.13.- DISEÑO DEL CAJÓN	75
2.13.1.-MODELADO DEL CAJÓN	76
2.13.2.- CALCULO DE PRESION EJERCIDA POR EL MATERIAL	76
2.14.- ESTUDIO DEL CAJÓN	79
2.14.1.-ASIGNACIÓN DE CARGAS Y RESTRICCIONES	79

2.14.2.- RESULTADOS	80
2.14.3.-VERIFICACIÓN DE DISEÑO	82
2.15.- ANÁLISIS DE MOVIMIENTO MEDIANTE COSMOS MOTION	84

CAPÍTULO III

DISEÑO HIDRÁULICO

3.1.- REQUISITOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO	90
3.2.- SELECCIÓN DE COMPONENTES HIDRÁULICOS	91
3.2.1.- SELECCIÓN DEL CILINDRO	91
3.2.2.- SELECCIÓN DE LA BOMBA HIDRÁULICA	92
3.2.2.1.- Cálculo de pérdidas	93
3.2.2.2.- Cálculo de pérdidas menores (válvulas y juntas)	95
3.3.- SIMULACIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO	98
3.3.1.- Fase 1	98
3.3.2.- Fase 2	99
3.3.3.- Fase 3	99

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA DE VOLTEO

4.1.- HERRAMIENTAS A UTILIZAR	101
4.2.- CONSTRUCCIÓN	102

CAPÍTULO V

MANTENIMIENTO Y NORMAS DE SEGURIDAD DEL SISTEMA

5.1.- MANTENIMIENTO DE LA BOMBA	118
5.1.1.- REGLAS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE BOMBAS HIDRÁULICAS	118
5.1.1.1.- Operación	119
5.1.1.2.- Mantenimiento y reparación	119
5.2.- MANTENIMIENTO DE LOS CILINDROS HIDRAULICOS	119
5.3.- NORMAS DE SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE VOLTEO	120
5.4.- CUADRO DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE VOLTEO	121
5.5.- INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	122
5.6.- INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	123
5.6.1.- PRECAUCIONES DURANTE LA OPERACIÓN	123

5.6.2.- PARA SUBIR Y BAJAR UN SISTEMA DE VOLTEO CON CONTROL DE CABLE	123
5.7.- INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO	124
5.8.- SOLUCIÓN DE FALLAS	125
5.9.- INSTRUCCIONES PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL CILINDRO	127
5.10.- INSTALACIÓN DEL ENSAMBLE DE LA FLECHA DE LA BOMBA	128
5.11.- NORMAS DE SEGURIDAD EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	129
5.11.1.- NORMAS EN EL PROCESO DE SOLDADURA	129
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFÍA	134
ANEXOS	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Viscosidad en paredes	3
Figura 1.2 Principio de Pascal	5
Figura 1.3 Prensa Hidráulica	6
Figura 1.4 Partes de un cilindro	13
Figura 1.5 Cilindro con doble vástago	14
Figura 1.6 Cilindro de simple efecto	14
Figura 1.7 Émbolos buzo	15
Figura 1.8 Cilindros de retroceso	16
Figura 1.9 Cilindro telescópico	16
Figura 1.10 Válvulas distribuidoras 3/2 con mandos electromagnéticos	17
Figura 1.11 Válvula distribuidora 4/2	19
Figura 1.12 Reservorio del vehículo	19
Figura 1.13 Tanque en forma de T	21
Figura 1.14 Tanque con división intermedia	23
Figura 1.15 Bomba de engranes Simple.	25
Figura 1.16 Camión de volteo	29
Figura 1.17 Bastidor del camión	30
Figura 1.18 Muelle y eje traseros	31
Figura 1.19 Frenos de discos múltiples	33
Figura 1.20 Motor de un camión de volteo	33
Figura 1.21 Embrague de dos discos	34
Figura 1.22 Transmisión de un camión de volteo	35

Figura 1.23	Diferencial	36
Figura 1.24	Diferencial de dos velocidades de doble reducción	39
Figura 1.25	Cubo de las ruedas traseras	39
Figura 1.26	Cubierta del eje y transmisiones	39
Figura 1.27	Tipos de llantas para camiones de volteo	40
Figura 1.28	Rotación de llantas dobles	41
Figura 1.29	Cajas de volteo	42
Figura 1.30	Cajas de volteo con protectores	44
Figura 1.31	Elevador sencillo	46
Figura 1.32	Toma fuerza para un Toyota	47
Figura 1.33	Oxicorte	49
Figura 1.34	Soldadura por arco eléctrico	50
Figura 1.35	Clases de recubrimientos	51
Figura 1.36	Unión soldada	52
Figura 1.37	Tabla de características del Acero A36	53
Figura 2.1	Ejemplo de Análisis de elementos	55
Figura 2.2	Modelo CAD de una pieza	55
Figura 2.3	Modelo subdividido en piezas pequeñas (elementos)	55
Figura 2.4	Un elemento tetraédrico	56
Figura 2.5	Análisis lineal y no lineal	58
Figura 2.6	Factor de seguridad	63
Figura 2.7	Modelado de la estructura soporte	66
Figura 2.8	Área de contacto de la estructura soporte	68
Figura 2.9	Cargas y restricciones en la estructura soporte	69
Figura 2.10	Tensión de Von Mises	70
Figura 2.11	Resultados de Desplazamientos	71

Figura 2.12 Resultados de Deformaciones Unitarias	72
Figura 2.13 Cuadro de Resultados de la verificación de Diseño	73
Figura 2.14 Distribución del factor de seguridad	74
Figura 2.17 Modelaje del cajón en SolidWorks	76
Figura 2.18 Cajón mallado, con restricciones y cargas	79
Figura 2.19 Resultados de tensiones	80
Figura 2.20 Resultados de desplazamientos	81
Figura 2.21 Resultados de deformaciones unitarias	82
Figura 2.22 Cuadro de resultados	83
Figura 2.23 Distribución del factor de seguridad en el cajón	84
Figura 2.24 Modelado del sistema de volteo completo	85
Figura 2.25 Sistema de Volteo totalmente abierto	86
Figura 2.26 Velocidad angular	87
Figura 2.27 Fuerza aplicada de la punta del vástago	87
Figura 2.28 Gráfica de la velocidad lineal del cilindro	88
Figura 2.29 Grafica de la energía del cilindro	89
Figura 3.1 Bombas para camiones de volteo	97
Figura 3.2 Fase 1	98
Figura 3.3 Fase 2	99
Figura 3.4 Fase 3	100
Figura 4.1 Desmontaje del cajón	102
Figura 4.2 Corte del chasis	103
Figura 4.3 Pulido de bordes cortantes	103
Figura 4.4 Perforación del chasis	104
Figura 4.5 Mecanismo de ascenso de Rueda	105
Figura 4.6 Corte de piezas	106

Figura 4.7 Soldadura de los perfiles estructurales	106
Figura 4.8 Alineación de la estructura soporte	107
Figura 4.9 Uniones chasis-estructura	107
Figura 4.10 Guías del cajón	108
Figura 4.11 platinas y bocines	108
Figura 4.12 Construcción de las bisagras	109
Figura 4.13 Acoplamiento del toma fuerzas a la caja de cambios	109
Figura 4.14 Árbol de transferencia del toma Fuerza	110
Figura 4.15 Base de la bomba hidráulica	111
Figura 4.16 Reservorio de Aceite	112
Figura 4.17 Base superior del cilindro	112
Figura 4.18 Base inferior del cilindro	113
Figura 4.19 Modelado del sistema de apertura de la puerta	114
Figura 4.20 Palanca de apertura de la compuerta	114
Figura 4.21 Uñeta de retención de la compuerta	115
Figura 4.22 Bisagras puerta trasera	115
Figura 4.23 Modelado del mecanismo de apertura de la válvula	116
Figura 4.24 Mandos de accionamiento	117
Figura 4.25 Terminales de los mandos: a) válvula b) toma fuerza	117
Figura 5.1 Riesgos de incendio	130
Figura 5.2 Ventilación en la soldadura	130
Figura 5.3 La humedad en la soldadura	131

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1.- MECÁNICA DE FLUIDOS

Es la parte de la física que se ocupa de la acción de los fluidos en reposo o en movimiento, así como de las aplicaciones y mecanismos de ingeniería que utilizan fluidos. La mecánica de fluidos es fundamental en campos tan diversos como la aeronáutica, la ingeniería química, civil e industrial, la meteorología, las construcciones navales y la oceanografía.

La mecánica de fluidos puede subdividirse en dos campos principales: la estática de fluidos, o hidrostática, que se ocupa de los fluidos en reposo, y la dinámica de fluidos, que trata de los fluidos en movimiento. El término de hidrodinámica se aplica al flujo de líquidos o al flujo de los gases a baja velocidad, en el que puede considerarse que el gas es esencialmente incompresible. La aerodinámica, o dinámica de gases, se ocupa del comportamiento de los gases cuando los cambios de velocidad y presión son lo suficientemente grandes para que sea necesario incluir los efectos de la compresibilidad.

Entre las aplicaciones de la mecánica de fluidos están la propulsión a chorro, las turbinas, los compresores y las bombas. La hidráulica estudia la utilización en ingeniería de la presión del agua o del aceite.

1.2.- FLUIDOS COMPRESIBLES E INCOMPRESIBLES

Aquellos flujos donde las variaciones en densidad son insignificantes se denominan *incompresibles*; cuando las variaciones en densidad dentro de un flujo no se pueden despreciar, se llaman *compresibles*. Si se consideran los dos estados de la materia incluidos en la definición de fluido, líquido y gas, se podría caer en el error de generalizar diciendo que todos los flujos líquidos son flujos incompresibles y que todos los flujos de gases son flujos compresibles. La primera parte de esta generalización es correcta para la mayor parte de los casos prácticos, es decir, casi todos los flujos líquidos son esencialmente incompresibles. Por otra parte, los flujos de gases se pueden también considerar

como incompresibles si las velocidades son pequeñas respecto a la velocidad del sonido en el fluido.

1.3.- PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Los fluidos, como todos los materiales, tienen propiedades físicas que permiten caracterizar y cuantificar su comportamiento así como distinguirlos de otros. Algunas de estas propiedades son exclusivas de los fluidos y otras son típicas de todas las sustancias. Características como la viscosidad, tensión superficial y presión de vapor solo se pueden definir en los líquidos y gases. Sin embargo la masa específica, el peso específico y la densidad son atributos de cualquier materia.

1.3.1.- PESO ESPECÍFICO

El peso específico corresponde a la fuerza con que la tierra atrae a una unidad de volumen. Se designa por γ . La masa y el peso específico están relacionados por:

$$\gamma = w / V$$

1.3.2.- DENSIDAD

La densidad es la cantidad de masa por unidad de volumen de una sustancia

Por consiguiente utilizando la letra griega ρ (rho):

$$\rho = m / V$$

1.3.3.- VISCOSIDAD

La viscosidad es una propiedad distintiva de los fluidos. Está ligada a la resistencia que opone un fluido a deformarse continuamente cuando se le somete a un esfuerzo de corte. Esta propiedad es utilizada para distinguir el comportamiento entre fluidos y sólidos. Además los fluidos pueden ser en general clasificados de acuerdo a la relación que exista entre el esfuerzo de corte aplicado y la velocidad de deformación.

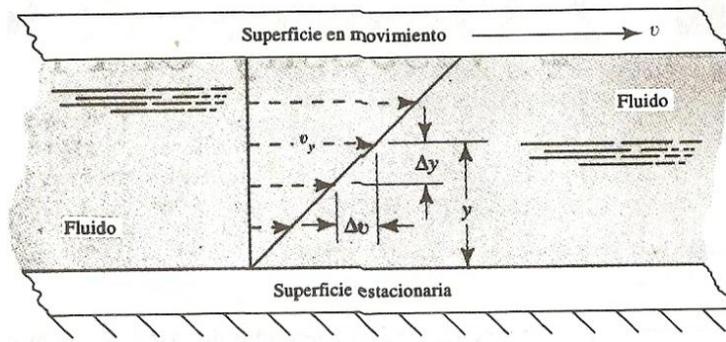


Figura 1.1 Viscosidad en paredes

1.4.- PRESIÓN

La presión se define como la cantidad de fuerza ejercida sobre un área unitaria de una sustancia. Esto se puede establecer con la ecuación:

$$P = F / A$$

1.4.1.- RELACIÓN ENTRE PRESIÓN Y ELEVACIÓN

El cambio de presión en un líquido homogéneo en reposo debido al cambio en elevación se puede calcular a partir de:

$$\Delta p = \gamma \cdot h$$

γ = peso específico del líquido

h = cambio de elevación

1.5.- POTENCIA

La potencia se define como la rapidez con que se realiza un trabajo. En mecánica de fluidos podemos modificar este enunciado y considerar que la potencia es la rapidez con que la energía está siendo transferida. La unidad de potencia en el SI es el watt (W), que es equivalente a 1.0 N.m/s.

$$P_A = h_A W$$

Donde:

W = Rapidez de flujo de peso (N/s)

$W = \gamma \cdot Q$

1.6.- PÉRDIDAS POR FRICCIÓN

A medida que un fluido fluye por un conducto, tubo o algún otro dispositivo, ocurren pérdidas de energía debido a la fricción interna en el fluido. Tales pérdidas de energía traen como resultado una disminución la presión entre dos puntos del sistema de flujo.

El termino h_L se define como la energía perdida por el sistema. Una componente de la perdida se debe a la fricción en el fluido en movimiento. La fricción es proporcional a la cabeza de velocidad del flujo y al cociente de la longitud entre el diámetro de la corriente de flujo, para el caso de flujo en conductos y tubos. Lo anterior se expresa en la siguiente ecuación:

$$h_L = f \times L/D \times v^2/2g$$

h_L = pérdida de energía debido a la fricción (N . m/N , m , lb-pie/lb,pie)

L = longitud de corriente de flujo (m o pie)

D = diámetro del conducto (m o pie)

v = velocidad del flujo promedio (m/s o pie/s)

f = factor de fricción (sin dimensiones)

1.7.- EL PRINCIPIO DE PASCAL Y SUS APLICACIONES

La presión aplicada en un punto de un líquido contenido en un recipiente se transmite con el mismo valor a cada una de las partes del mismo.

Este enunciado, obtenido a partir de observaciones y experimentos por el físico y matemático francés Blas Pascal (1623-1662), se conoce como principio de Pascal.

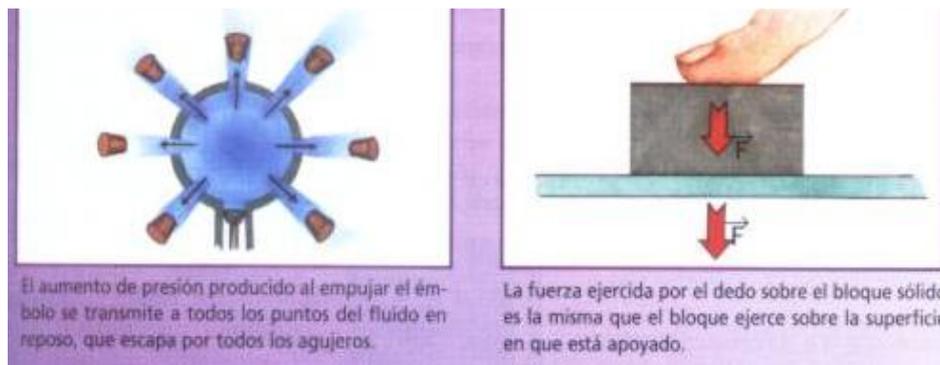


Figura 1.2 Principio de Pascal

El principio de Pascal puede ser interpretado como una consecuencia de la ecuación fundamental de la hidrostática y del carácter incompresible de los líquidos. En esta clase de fluidos la densidad es constante, de modo que de acuerdo con la ecuación $p = p_0 + g \cdot h$ si se aumenta la presión en la superficie libre, por ejemplo, la presión en el fondo ha de aumentar en la misma medida, ya que $g \cdot h$ no varía al no hacerlo h .

La prensa hidráulica constituye la aplicación fundamental del principio de Pascal y también un dispositivo que permite entender mejor su significado. Consiste, en esencia, en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí, y cuyo interior está completamente lleno de un líquido que puede ser agua o aceite. Dos émbolos de secciones diferentes se ajustan, respectivamente, en cada uno de los dos cilindros, de modo que estén en contacto con el líquido. Cuando sobre el émbolo de menor sección S_1 se ejerce una fuerza F_1 la presión p_1 que se origina en el líquido en contacto con él se transmite íntegramente y de forma instantánea

a todo el resto del líquido; por tanto, será igual a la presión p_2 que ejerce el líquido sobre el émbolo de mayor sección A_2 , es decir:

$$p_1 = p_2$$

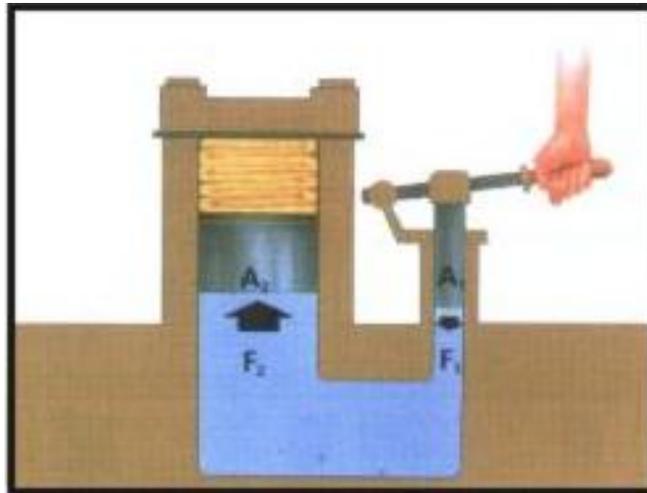


Figura 1.3 Prensa Hidráulica

Si la sección A_2 es veinte veces mayor que la A_1 , la fuerza F_1 aplicada sobre el émbolo pequeño se ve multiplicada por veinte en el émbolo grande.

La prensa hidráulica es una máquina simple semejante a la palanca de Arquímedes, que permite amplificar la intensidad de las fuerzas y constituye el fundamento de elevadores, prensas, frenos y muchos otros dispositivos hidráulicos de maquinaria industrial.

1.8.-EQUILIBRIO DINÁMICO

En los sistemas hidráulicos la presión se produce por el flujo de líquido desde una bomba impulsada por un eje en rotación que es conectado a la transmisión por medio de un toma fuerza.

El flujo queda confinado por los conductos, carcasa y mangueras, se dirige y controla las válvulas o electroválvulas haciendo funcionar cilindros y otros subsistemas

Los tubos y mangueras que conducen el líquido pueden ser largos, cortos anchos, intermedios, las pérdidas de potencia en tubería son mínimas

1.9.- SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA

A continuación, enlistamos los símbolos de uso más común dentro de los sistemas hidráulicos de potencia.

——— Línea de presión hidráulica

- - - - Línea de presión piloto o de drenaje

 Filtro de aceite

 Filtro de aceite con válvula check integrada

 Bomba hidráulica - desplazamiento fijo

 Bomba hidráulica - desplazamiento variable



Bomba hidráulica - desplazamiento variable con presión compensada y drenaje externo



Bomba hidráulica - desplazamiento variable entrega de caudal en ambos puertos "A" y "B" con drenaje externo



Válvula de alivio con valor de apertura fijo



Válvula de alivio con valor de apertura regulable



Válvula check o anti-retorno



Válvula check o anti-retorno con resorte



Control de dirección de dos posiciones, dos vías



Control de dirección de dos posiciones, tres vías



Control de dirección de dos posiciones, cuatro vías



Control de dirección de tres posiciones, cuatro vías



Control de flujo con regulación



Control de flujo con regulación y válvula check integrada



Control de flujo con regulación con presión y temperatura compensada



Cilindro hidráulico de doble efecto



Cilindro hidráulico de doble efecto con amortiguación en ambos sentidos



Cilindro hidráulico de doble efecto con amortiguación regulable en ambos sentidos



Cilindro hidráulico telescópico de simple efecto



Cilindro hidráulico telescópico de doble efecto



Motor hidráulico de desplazamiento fijo, uni-direccional, con drenaje externo



Motor hidráulico de desplazamiento fijo, bi-direccional, con drenaje externo



Intercambiador de calor agua-aceite



Intercambiador de calor aire-aceite



Acumulador de presión hidráulica con pre-carga de gas



Motor eléctrico



Tanque para almacenamiento de aceite



Filtro respirador - tapón llenador



Indicador de nivel de aceite en el tanque con medidor de temperatura



Indicador de presión o manómetro



Válvula aisladora para manómetro



Medidor de flujo



Interruptor de nivel



Interruptor por temperatura



Interruptor por presión



Línea flexible – manguera

1.10.- CILINDROS HIDRÁULICOS

1.10.1.- DEFINICIÓN Y PARTES

En los sistemas hidráulicos y neumáticos la energía es transmitida a través de tuberías. Esta 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 1.4, vemos un corte esquemático de un cilindro típico. Este es denominado de doble efecto por que realiza ambas carreras por la acción del fluido.

Las partes de trabajo esenciales son: La camisa cilíndrica encerrada entre dos cabezales, El pistón con sus guarniciones, y El vástago con su buje y guarnición.

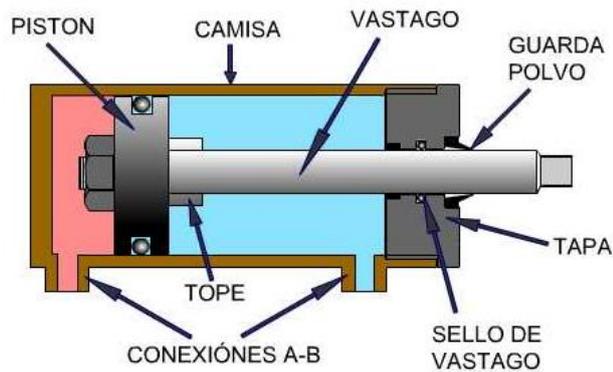


Figura 1.4 Partes de un cilindro

1.10.2.-TIPOS DE CILINDROS

El cilindro de doble efecto mostrado en la figura 1.5 constituye la conformación más corriente de los cilindros hidráulicos y neumáticos, sin embargo para aplicaciones especiales existen variaciones cuyo principio de funcionamiento es idéntico al que hemos descrito

La figura 1.5 nos ilustra un cilindro de doble vástago. Esta configuración es deseable cuando se necesita que el desplazamiento volumétrico o la fuerza sean iguales en ambos sentidos.

En muchos trabajos la producción puede incrementarse mediante el uso de estaciones de trabajo operadas alternativamente por un cilindro de doble vástago Fig.1.5.

Cada estación puede realizar el mismo trabajo, o dos operaciones diferentes en una secuencia progresiva por ejemplo, diferentes operaciones en una misma pieza.

Una de los vástagos puede ser empleado para actuar sobre micro contactos o micro válvulas para establecer una secuencia, en la figura 1.5.

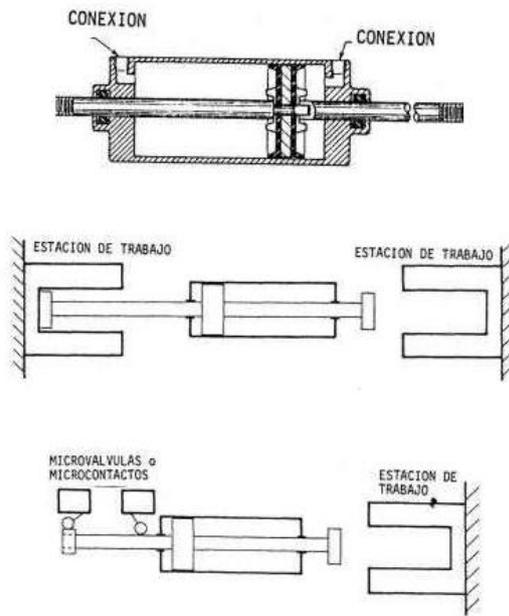


Figura 1.5 Cilindro con doble vástago

1.10.2.1.- Cilindros de simple efecto

Cuando es necesaria la aplicación de fuerza en un solo sentido. El fluido es aplicado en la cara delantera del cilindro y la opuesta conectada a la atmósfera como en la figura 1.6.

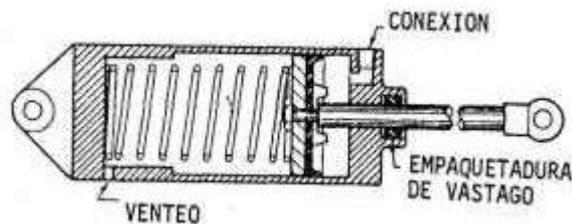


Figura 1.6 Cilindro de simple efecto

Después de que la carrera de retroceso se ha completado, el pistón es retornado a su posición original por la acción de un resorte interno, externo, o gravedad u otro medio mecánico. El fluido actúa sobre el área "neta" del pistón por lo tanto

para el cálculo de fuerza debe restarse el área representada por el vástago.

ATENCIÓN: El resorte de retorno esta calculad exclusivamente para vencer la fricción propia del cilindro y "no" para manejar cargas externas.

Los cilindros de simple efecto con resorte interior se emplean en carreras cortas (máximas 100 mm.) ya que el resorte necesita un espacio adicional en la construcción del cilindro, lo que hace que estos sean más largos que uno de doble efecto para la misma carrera.

En la figura 1.6 vemos un cilindro de simple efecto de empuje, estos cilindros se emplean en carreras cortas y diámetros pequeños para tareas tales como sujeción de piezas

1.10.2.2.- Émbolos buzo

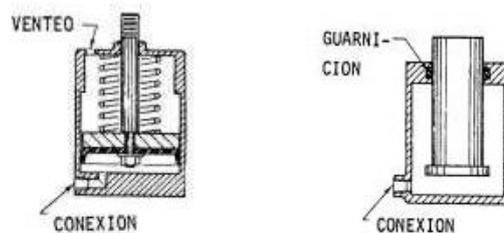


Figura 1.7 Émbolos buzo

En estos elementos, el fluido desplaza al vástago que esta empaquetado por la guarnición existente en el cabezal delantero. Este componente que encuentra su aplicación fundamentalmente en prensas hidráulicas, retorna a su posición original por acción de la gravedad, resortes internos o externos o cilindros adicionales que vemos en la figura 1.7.

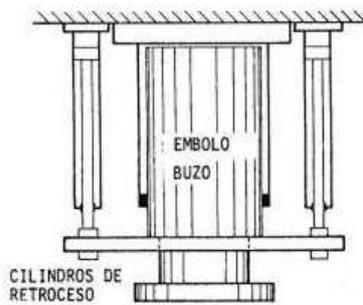


Figura 1.8 Cilindros de retroceso

1.10.2.3.- Cilindros telescópicos

Tienen dos o más buzos telescópicos y se construyen con un máximo de seis. Usualmente son de simple efecto del tipo empuje como la figura 1.17, o de doble efecto. Los buzos se extienden en una secuencia establecida por el área, sale primero el mayor y en forma subsiguiente los de menor diámetro.

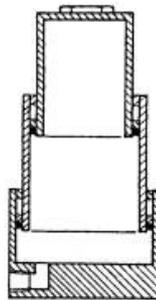


Figura 1.9 Cilindro telescópico

1.11.- VÁLVULAS

1.11.1.- DEFINICIÓN

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.

Las válvulas 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.

La palabra flujo expresa el movimiento de un fluido, pero también significa para nosotros la cantidad total de fluido que ha pasado por una sección determinada de un conducto. Caudal es el flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo.

1.11.2.- ELECTROVÁLVULAS (VÁLVULAS ELECTROMAGNÉTICAS)

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeña, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

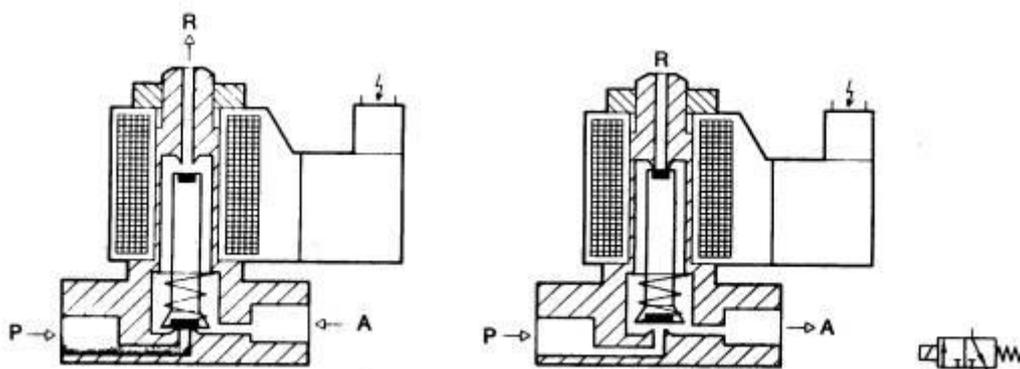


Figura 1.10 Válvulas distribuidoras 3/2 con mandos electromagnéticos

Al conectar el imán, el núcleo (inducido) es atraído hacia arriba venciendo la resistencia del muelle. Se unen los empalmes P y A. El núcleo obtura, con su parte trasera, la salida R. Al desconectar el electroimán, el muelle empuja al núcleo hasta su asiento inferior y cierra el paso de P hacia A. El aire de la tubería de trabajo A puede escapar entonces hacia R. Esta válvula tiene solapo; el tiempo de conexión es muy corto.

Para reducir al mínimo el tamaño de los electroimanes, se utilizan válvulas de mando indirecto, que se componen de dos válvulas: Una válvula electromagnética de servopilotaje (312, de diámetro nominal pequeño) y una válvula principal, de mando neumático.

1.11.2.1.- Funcionamiento

El conducto de alimentación P de la válvula principal tiene una derivación interna hacia el asiento de la válvula de mando indirecto. Un muelle empuja el núcleo contra el asiento de esta válvula. Al excitar el electroimán, el núcleo es atraído, y el aire fluye hacia el émbolo de mando de la válvula principal, empujándolo hacia abajo y levantando los discos de válvula de su asiento. Primeramente se cierra la unión entre P y R (la válvula no tiene solapo). Entonces, el aire puede fluir de P hacia A y escapar de B hacia R.

Al desconectar el electroimán, el muelle empuja el núcleo hasta su asiento y corta el paso del aire de mando. Los émbolos de mando en la válvula principal son empujados a su posición inicial por los muelles.

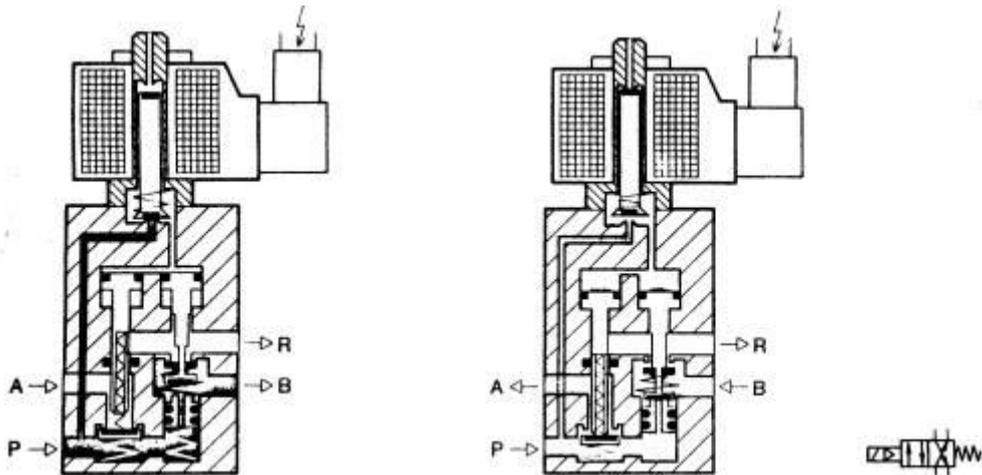


Figura 1.11 Válvula distribuidora 4/2 (válvula electromagnética y de mando indirecto)

1.12.- RECIPIENTES PARA ALMACENAMIENTO DE ACEITE

1.12.1.- GENERALIDADES

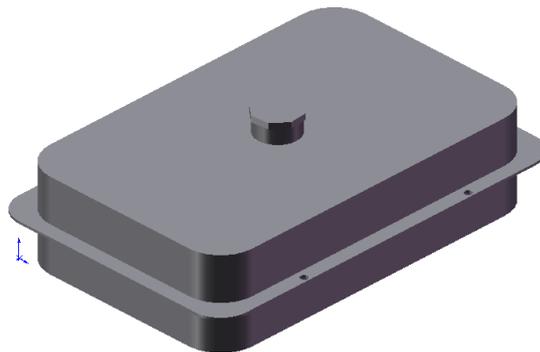


Figura 1.12 Reservorio del vehículo

Normalmente ignorados dentro de un sistema hidráulico de potencia, los recipientes para almacenamiento del aceite son en realidad, un componente fundamental que cumple con diversos propósitos más allá del de almacenar al fluido del sistema.

Funciones como la de enfriamiento y de-aireación del fluido, monitoreo de la temperatura mediante el termómetro localizado en una de sus paredes, integrante del proceso de limpieza del fluido mediante el o los filtros e imanes que se encuentran en su interior, son características que tanto el ingeniero de diseño como el encargado de mantenimiento del Sistema Hidráulico, no debe pasar por alto para el correcto funcionamiento del mismo.

En general las funciones que un tanque de almacenamiento de fluido debe cumplir, son:

- Proporcionar una superficie para la transferencia de calor, desde el fluido del sistema hacia el medio ambiente que rodea al recipiente.
- Proporcionar un volumen suficiente, que permita que el fluido que llega a una alta velocidad desde el sistema, repose un periodo de tiempo en el cual las partículas más grandes que contaminan al fluido se asienten y que el aire que el fluido ha recolectado durante su trayecto en el sistema, escape.
- Establecer una barrera física, mediante la mampara en su interior, para impedir que el aceite de retorno proveniente del sistema, sea succionado por la bomba nuevamente en forma inmediata.
- Alojar diversos accesorios que forman parte del sistema hidráulico, tales como el termómetro para la medición de la temperatura del fluido, el tapón filtro-respirador, el filtro colador de succión, diversos interruptores eléctricos como el de bajo nivel de fluido, el de alta temperatura del fluido y el de baja temperatura del fluido, el calentador por resistencia eléctrica para el fluido en caso de medio ambiente de bajas temperaturas.
- Dependiendo del diseño de la unidad hidráulica, servir de estructura para la construcción de dicha unidad y sirviendo de base en algunos casos para el montaje del motor eléctrico, la bomba hidráulica, filtros de presión y retorno, etc.

En la Figura 3.11, se muestra un tanque de almacenamiento de aceite estándar.

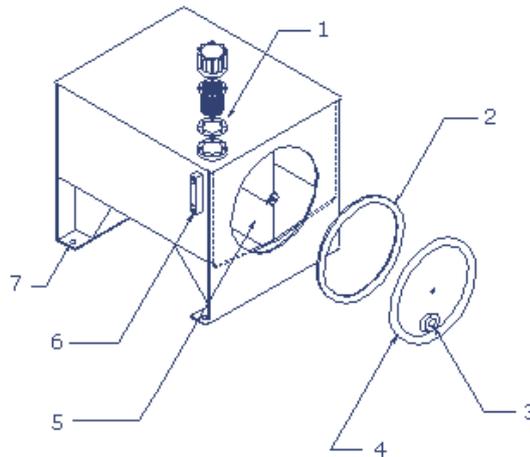


Figura 1.13 Tanque en forma de T

En ella se muestran los accesorios principales e indispensables que debe tener todo recipiente de almacenamiento de aceite y que son:

1. Filtro para llenado – Tapón respirador
2. Sello para tapa (2 pzas.)
3. Orificio para drenaje
4. Tapa registro para labores de limpieza y mantenimiento (2 pzas.)
5. Mampara que sirve para separar el lado de succión y el lado de retorno del aceite
6. Dispositivo para lectura del nivel de aceite – Termómetro para lectura de la temperatura del aceite
7. Orificios para sujeción

1.12.2.- DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE

Existen dos casos muy particulares para establecer los criterios de dimensionamiento del tanque de almacenamiento del aceite en un sistema hidráulico; el primero se refiere a aquellos sistemas en aplicaciones industriales, en donde un criterio general es establecer el volumen del tanque en función del caudal de la o las bombas que componen el sistema. La forma de hacerlo consiste, en multiplicar por tres el volumen de aceite que la o las bombas estarán suministrando por minuto.

Por ejemplo, si en un sistema hidráulico se tiene una bomba que suministra 20 galones por minuto al sistema, el recipiente de almacenamiento mínimo deberá tener un volumen de 60 galones de capacidad.

El criterio anterior se ve modificado por los siguientes factores:

- Si el valor obtenido en el cálculo anterior resulta igual o muy aproximado al tamaño nominal ofrecido por el proveedor, se recomienda elegir el tamaño inmediatamente superior, ya que por ningún motivo, el recipiente de almacenamiento deberá llenarse al 100% de su capacidad.
- Si el tanque de almacenamiento va a servir de base para la instalación de otros componentes del sistema, y la cantidad de estos satura el área disponible en el tanque, se recomienda elegir un tamaño más grande o bien elegir otra opción de diseño como tanques tipo “L” (Ver Figura 3.12), tanques tipo “T” o bien de diseño especial para esa aplicación en particular.
- Si la temperatura del medio ambiente que rodea a la unidad de potencia es muy alta, se recomienda elegir un tanque de mayores dimensiones, a fin de aumentar el área de transferencia de calor y lograr así que el tanque cumpla con su función de enfriamiento dentro del sistema.

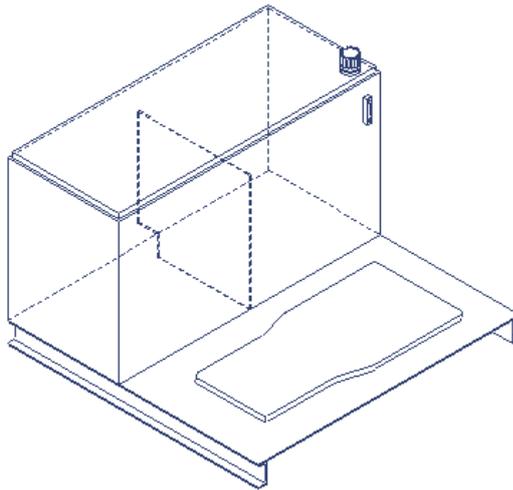


Figura 1.14 Tanque con división intermedia

1.13.- BOMBAS

1.13.1.- DEFINICIÓN

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 proceso de transformación de energía se efectúa en dos etapas: aspiración y descarga.

Aspiración

Al comunicarse energía mecánica a la bomba, ésta comienza a girar y con esto se genera una disminución de la presión en la entrada de la bomba, como el depósito de aceite se encuentra sometido a presión atmosférica, se genera

entonces una diferencia de presiones lo que provoca la succión y con ello el impulso del aceite hacia la entrada de la bomba.

Descarga

Al entrar aceite, la bomba lo toma y lo traslada hasta la salida y se asegura por la forma constructiva que el fluido no retroceda. Dado esto, el fluido no encontrará más alternativa que ingresar al sistema que es donde se encuentra espacio disponible, consiguiéndose así la descarga.

1.13.2.- CLASIFICACIÓN

BOMBAS	Amplitud Presión	Volumen	Amplitud Velocidad	Eficiencia Volum.	Eficiencia Total
Bomba de engrane Baja Presión	0 Lb/plg ²	5 Gal/min	500 rpm	80 %	75 - 80 %
Bomba engrane 1500 Lb/plg ²	1500 Lb/plg ²	10 Gal/min	1200 rpm	80 %	75 - 80 %
Bomba engrane 2000 Lb/plg ²	2000 Lb/plg ²	15 Gal/ min	1800 rpm	90 %	80 - 85%
Bomba Paleta equilibrada. 1000 Lb/plg ²	1000 Lb/plg ²	1.1 - 55 Gal/min	1000 rpm	> 90 %	80 - 85 %
Bomba Pistón Placa empuje angular	3000 Lb/plg ²	2 - 120 Gal/min	1200-1800 rpm	90 %	> 85 %
	5000 Lb/plg ²	7.5 - 41 Gal/min		90 %	> 80 %
Diseño Dynex	6000 - 8000 Lb/plg ²	2.9 - 4.2 Gal/min	1200 - 2200 rpm	90 %	> 85 %

Las bombas se clasifican de la siguiente manera:

1.13.2.1. -Bombas de volumen fijo o bombas de desplazamiento fijo

Estas bombas se caracterizan porque entregan un producto fijo a velocidad constante. Este tipo de bomba se usa más comúnmente en los circuitos industriales básicos de aplicación mecánica de la hidráulica.

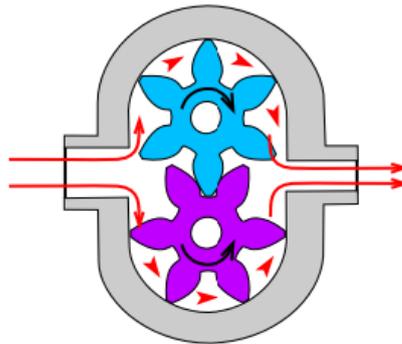


Figura 1.15 Bomba de engranes Simple.

1.13.2.2.- Bombas de engranes o piñones

La bomba de engranes se denomina también "caballo de carga" y se puede asegurar que es una de las más utilizadas. La capacidad puede ser grande o pequeña y su costo variará con su capacidad de presión y volumen. Además la simplicidad de su construcción permite esta ventaja de precio. Las bombas de engranes exhiben buenas capacidades de vacío a la entrada y para las situaciones normales también son autocebantes; otra característica importante es la cantidad relativamente pequeña de pulsación en el volumen producido. En este tipo de bombas de engrane, el engranado de cada combinación de engranes o dientes producirán una unidad o pulso de presión.

1.13.2.3.- Bombas de engranes de baja presión

Su funcionamiento es a grandes rasgos el siguiente: La flecha impulsora gira, los dos piñones como están engranados, girarán en direcciones opuestas. La rotación es hacia el orificio de entrada desde el punto de engrane. Conforme los

dientes de los dos piñones se separan, se formará una cavidad y se producirá un vacío en el orificio de entrada. Este vacío permitirá a la presión atmosférica forzar el fluido al lado de entrada de la bomba. El fluido será confinado en el espacio entre los dientes del engrane. La rotación continuada de los engranes permitirá que el fluido llegue hasta la salida.

Una desventaja de este tipo de bombas son los escapes o pérdidas internas en la bomba producidas en la acción o esfuerzo para bombear un fluido a presión. El desgaste de este tipo de bombas generalmente es causado por operar a presiones arriba de la presión prevista en el diseño, aunque también puede ser usado por cojinetes inadecuados.

1.13.2.4.- Bombas de engranes de alta presión

Los factores que mejoran la capacidad de una bomba para desarrollar un vacío alto en la admisión, también producirán incrementos muy favorables en la eficiencia volumétrica y total de la bomba.

La capacidad relativamente alta de vacío en la admisión de las bombas de engrane, las ha hecho más adaptables a los problemas que se presentan en el equipo móvil y para minería.

1.14.- FLUÍDO HIDRÁULICO

1.14.1.- LÍQUIDO

Es un aceite a base de petróleo semejante pero no igual al aceite del motor, diferente al líquido de frenos (que es a base de glicerina) que es para sistemas estáticos. Su viscosidad se especifica en igual forma que en el aceite para motor, es decir:

SAE 5w es muy delgado y escapa por sellos

SAE 40w es muy grueso y consume potencia adicional pudiendo el funcionamiento ser lento

El ideal y más difundido es el SAE 10w en sus distintas marcas

Cuando los incrementos de espesor al pasar de caliente a frío son mínimos, el aceite es bueno

Un aceite hidráulico debe tener las siguientes características:

- Lubricar el sistema
- Penetrar en espacios reducidos
- Resistir el arrastre
- Medio enfriador
- Mantener la fricción al mínimo
- No permitir formación de burbujas de aire y espuma que ocasionan funcionamiento errático
- No se debe mezclar con el agua

1.14.2.- PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN

Debido a las características del sistema como son: presión, temperatura y esfuerzo a realizar; se escogió como fluido hidráulico al Texaco Rando HD el cual proporciona valor a través de:

- Vida útil del equipo más larga

Su paquete anti desgaste especial reduce el desgaste mediante la protección de superficies cuando la carga provoca la falla de la película de lubricante.

- Reducción en el tiempo de reparación

Su efectivo inhibidor de herrumbre y oxidación evita la producción de partículas abrasivas en la formación de herrumbre, así como depósitos, barnices y lodos derivados de las fallas en el aceite, las cuales pueden dañar las superficies y juntas del equipo y bloquear los filtros de forma prematura.

- Operación libre de problemas

Sus características de buena estabilidad hidrolítica y de separación del agua proporcionan excelente filtrabilidad en la presencia de contaminación por agua. Sus buenas propiedades anti-espuma y de liberación de aire aseguran una operación suave y eficiencia del sistema.

- Vida extendida de servicio del aceite

Su alta estabilidad a la oxidación resiste el engrasamiento del aceite y la formación de depósitos en servicio, eliminando la necesidad del cambio no programado del fluido hidráulico

1.15.- CAMIONES DE VOLTEO

1.15.1.- CONSTRUCCIÓN

El camión de volteo es, probablemente, la más familiar de las máquinas que se usan para hacer excavaciones. Sin embargo, su estructura es más bien complicada y es tan importante, que se considera indispensable hacer una descripción detallada de ella.

Se compone de cuatro partes principales:

El chasis, que incluye el bastidor, la defensa, los muelles, los ejes muertos, ruedas y llantas neumáticas. El tren de potencia, que está soportado por el chasis, consta del motor, el embrague, la transmisión, el eje de propulsión, el diferencial y los ejes vivos. La cabina es el compartimiento para el operador.

El volteo que incluye la caja, puerta trasera, protector de la cabina, y el sistema hidráulico y controles, es una unidad completamente separada, generalmente construida por un fabricante diferente y que puede adaptar a varios modelos de camiones.



Figura 1.16 Camión de volteo

1.15.2.- EL BASTIDOR

El bastidor, mostrado en la Figura 1.17, consiste en dos canales de acero laminados con contravientos, algunos de los cuales sirven de soporte al motor y a la transmisión. El travesaño delantero, se prolonga a los lados y sirve de defensa.

Los miembros laterales del bastidor, atrás de la cabina tienen una separación de 34 plg. La distancia del respaldo de la cabina al eje trasero es de 5 pies, y se puede obtener otro chasis en el que esta distancia se alarga a 6, 7 u 8.5 pies. Las anchuras y longitudes que se dan en esta sección se han uniformado en la mayor parte de los modelos de camiones para comodidad en la montadura de los volteos.

Para usarlos con volteos, los miembros laterales se cortan inmediatamente atrás del travesaño trasero.

Deben colocarse ganchos para tiro en la parte superior de los largueros del bastidor, inmediatamente detrás de la defensa delantera, y en el travesaño trasero. Es muy útil para remolcar otras máquinas un gancho trasero de clavija o giratorio.

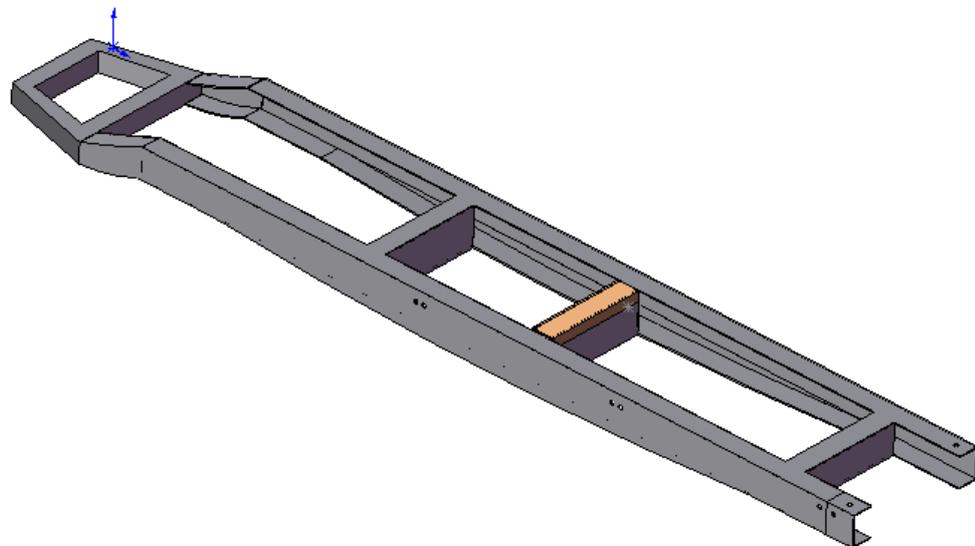


Figura 1.17 Bastidor del camión

1.15.3.- LOS MUELLES Y EJES

Los muelles son, generalmente, de tipo de hojas y se muestran en las Fig. 1.18 Se sujetan al bastidor con dos grilletes, uno de los cuales es una articulación sencilla de pasador. La otra es una articulación en U para prever el aumento de longitud de los muelles cuando se comprimen.

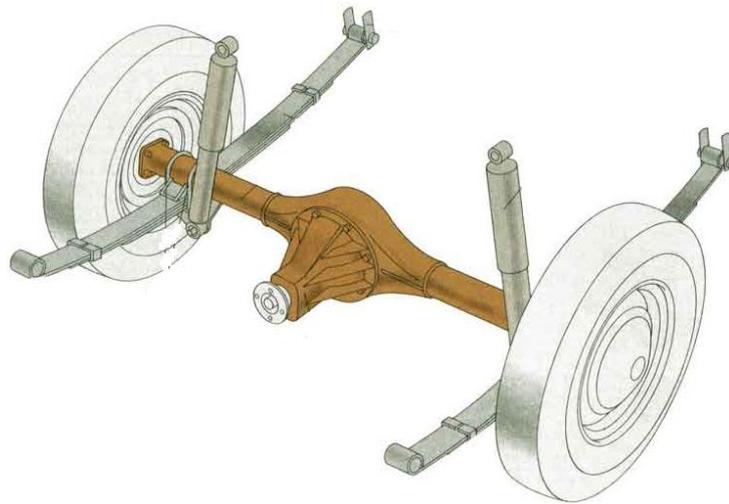


Figura 1.18 Muelle y eje traseros

Los muelles traseros soportan la mayor parte de la carga, y tienen una sección proporcionalmente mayor. Se coloca un muelle auxiliar, precisamente debajo del muelle principal, debajo de los soportes del bastidor, los cuales se apoyan en sus extremos cuando el muelle principal está parcialmente comprimido. El muelle auxiliar le da la resistencia suficiente para soportar cargas pesadas, sin tener que aumentar su rigidez para las cargas ligeras.

Cada muelle se sujeta al eje por medio de un par de columpios y con el tornillo central, cuya cabeza se adapta a una Caja en la parte superior del eje. La potencia para frenar en las cuatro ruedas y Tracción en las traseras, se transmiten al bastidor a través de los muelles, de manera que es muy importante que todas las conexiones estén muy apretadas. Si los columpios están sueltos, se puede

cortar el perno central y desalinearse el eje. El eje delantero está formado por viga I de centro bajo, y el trasero es hueco y lleva el diferencial y las flechas.

Los cubos de las ruedas delanteras giran alrededor de pivotes casi verticales que están sujetos a los extremos de los ejes. El mecanismo de la dirección es semejante al que se usa en los automóviles. Los muelles traseros tienen cuatro funciones: soportar el peso del camión, absorber los choques del camino, dar estabilidad a la cubierta del eje contra la torsión producida como reacción a la rotación de las ruedas, y evitar que la cubierta gire hacia adelante o hacia atrás, como respuesta a las fuerzas de propulsión y de frenado.

1.15.4.- LOS FRENOS

Los frenos de servicio de las cuatro ruedas o de pedal, son generalmente hidráulicos con un reforzador de aire enrarecido en los modelos pequeños, y de aire comprimido en los grandes. Es muy importante, tanto para la seguridad como para el mantenimiento económico, que los frenos sean lo suficientemente poderosos para las cargas que el camión va a soportar.

El freno de estacionamiento es sencillo y va en el eje de propulsión, o una conexión de palancas a los dos frenos traseros de servicio. Los frenos de mano, con frecuencia, son ineficaces, a menos que se mantengan limpios y bien apretados. El conductor debe conectar el freno, apagar el motor y poner la transmisión en baja cuando deje el camión aun en una pendiente ligera porque puede suceder que la velocidad o el freno solos no lo detengan. El engrane de la velocidad puede soltarse o botarse, y el freno puede resbalarse.

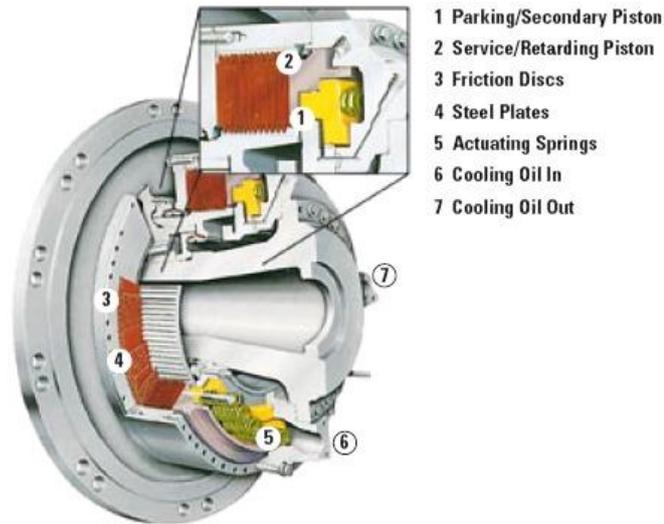


Figura 1.19 Frenos de discos múltiples

1.15.5.- EL MOTOR

Los camiones más pequeños para carretera tienen motores de gasolina y los mayores tienen motores diesel. En los camiones medianos el motor de gasolina es el usual, con la opción de cambiarlo a diesel a un costo adicional. Los motores diesel compensan su alto costo con el menor precio del combustible.

Los motores de gasolina generalmente utilizan gasolina ordinaria, y pueden estar equipados para quemar gas licuado.

A veces se ofrece la opción de un motor con seis cilindros o uno mayor con ocho.



Figura 1.20 Motor de un camión de volteo

1.15.6.- EMBRAGUE

El embrague normal es del tipo seco, de uno o de dos discos, colocado en el volante del motor. Embraga por el empuje de resortes y se suelta empujando el pedal.

La cuestión más importante en la conservación del embrague es tener el cuidado de que haya un juego cuando menos de media pulgada cuando el pedal está en la posición extrema superior. La falta de juego produce el mismo resultado que estar apoyando el pie en el pedal del embrague, desgaste en el cojinete de desembrague y peligro de que patine.

Generalmente, es necesario quitar la transmisión antes de quitar el embrague.

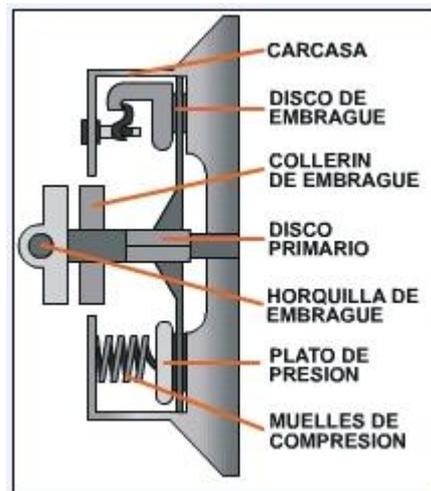


Figura 1.21 Embrague de dos discos

1.15.7.- LA TRANSMISIÓN

Los camiones ligeros tienen transmisiones de cuatro o cinco velocidades, los grandes de cinco a veinte. Cuando son más velocidades, generalmente llevan una palanca de botón o de gancho junto a la palanca de cambio, que mueve una transmisión auxiliar eléctricamente o por medio de aire. Cada posición de la palanca principal da entonces dos o tres relaciones diferentes, lo que depende de la posición de los engranes auxiliares.

Con cinco o más velocidades, la transmisión directa puede estar en el engrane de mayor velocidad o en uno de menor velocidad. Cuando las dos transmisiones están en el engrane de más baja velocidad, la del camión es muy lenta y es la que se emplea para descargar en movimiento tolvas, como en las máquinas pavimentadoras.

La toma de fuerza generalmente queda al lado de la transmisión, y para el volteo impulsa una flecha que va a la bomba del sistema elevador. La toma de fuerza se opera acoplando su engrane en la transmisión. Debe oprimirse el pedal del embrague cuando se acopla, pero cuando tiene carga, se puede desconectar sin desembragar.

Los camiones para la carretera pueden tener transmisiones Hydramatic, u otras, pero son raras en los camiones de volteo. Muchos de los camiones de acarreo para fuera del camino tienen convertidores de torsión con transmisiones de cambio de potencia con tres o cuatro velocidades. Todas ellas tienen mecanismos completamente especiales, y se tendrán que estudiar las instrucciones del fabricante con respecto a ellas.

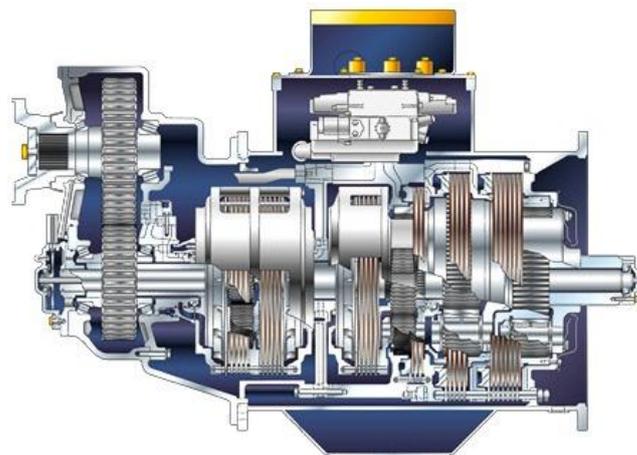


Figura 1.22 Transmisión de un camión de volteo

1.15.8.- EJE IMPULSOR

El eje impulsor transmite la potencia de la parte trasera de la transmisión al piñón del diferencial. Puede estar construido de una pieza o de dos. Si está construido de dos, es probable que la pieza delantera lleve el tambor del freno de

estacionamiento, y-que esté apoyado en el extremo trasero en un cojinete en un travesaño del bastidor.

Los ejes de una pieza, o la pieza trasera de los de dos, tienen una junta universal en cada extremo, lo que es necesario tanto porque está inclinado hacia abajo para llegar al conjunto del eje trasero como porque el eje y el bastidor cambian de posición relativa entre sí al pasar por algún bache.

Cuando el camión se mueve rápidamente, el eje impulsor gira a alta velocidad. En estas condiciones puede vibrar si está desequilibrado lo que puede ser el resultado del abollamiento por algún golpe o doblez, o por la falla de una unión universal. Los defectos en el eje se pueden encontrar por inspección, tanto cuando está inmóvil como cuando está girando con una rueda levantada con un gato.

1.15.9.- EL DIFERENCIAL

Los diferenciales, que, con frecuencia, se llaman ejes impulsores. Las unidades menores, con frecuencia, usan un sistema impulsor hipoidal, como el de la Fig. 1.23. Aumenta el número de modelos que ofrecen diferenciales de acoplamiento directo.

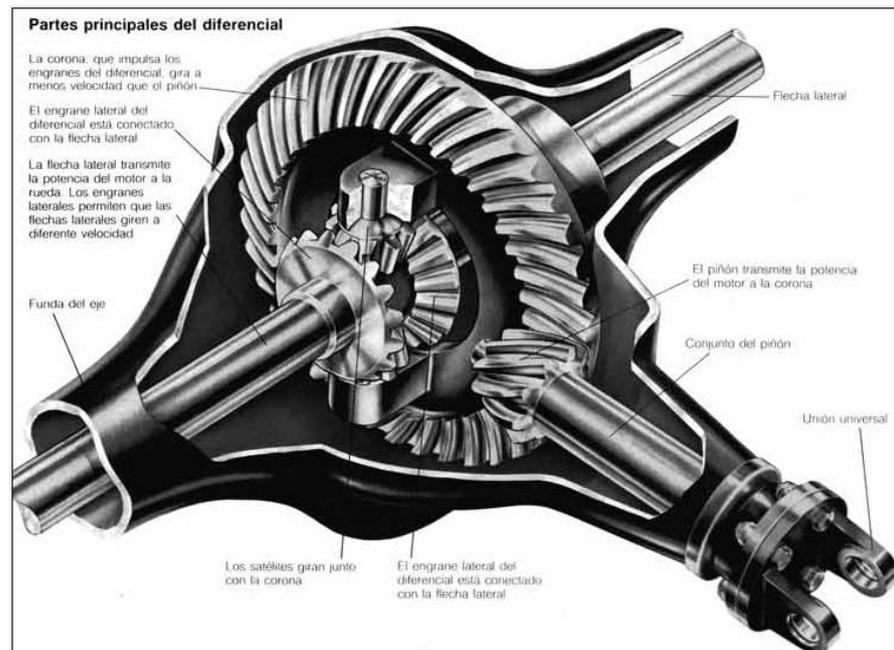


Figura 1.23 Diferencial

Se puede obtener como equipo opcional un diferencial de dos velocidades, generalmente llamado eje de dos velocidades, mostrado en la Fig. 1.12. En velocidad alta, la corona hace girar los engranes del porta diferencial y de la cruceta a través del grupo superior de engranes, y en baja velocidad a través del grupo inferior.



Figura 1.24 Diferencial de dos velocidades de doble reducción

Los engranes más pequeños giran libremente en la cruceta, que está unida a la corona. Un embrague de quijada lateral está acoplado por estrías de la flecha. Está controlado por un diafragma que funciona con aire enrarecido por medio de una cámara de aire conectada en la parte exterior de la cubierta.

Cuando se acoplan sus dientes con los dientes de cada engrane, se transmite la potencia a ese engrane y a través del engrane grande al diferencial. No permanecerá en posición neutra.

Los ejes de dos velocidades son convenientes para la mayor parte del trabajo que ejecutan los camiones de volteo.

Los diferenciales reciben una cantidad terrífica de golpes y es importante que reciban el cuidado adecuado, que incluye la atención cuidadosa a la calidad y cantidad de lubricante, a los cambios regulares, y a los tapones magnéticos para recoger limaduras. Conforme se va gastando el piñón y la corona va

aumentando su juego, hasta ser excesivo. Si se puede torcer la flecha impulsora para adelante y para atrás sin que den vuelta los ejes es necesario mover el piñón hacia adentro, lo que se hace generalmente poniendo o quitando lainas.

1.15.10.- LOS EJES

Los ejes vivos, también llamados flechas del eje, están acoplados por estrías en los engranes correspondientes. Transmiten la potencia a los cubos de las ruedas o a las transmisiones finales. Los del tipo completamente flotante, no soportan ningún peso, y están apoyados en los cojinetes en el diferencial y en los cubos de las ruedas.

El extremo exterior de las flechas del eje se amplía para formar una platina, que se atornilla a la parte exterior del cubo de las ruedas. Estos tornillos deben resistir todo el par de propulsión del camión, y deben mantenerse muy apretados para evitar que se corten.

En cualquier camión se puede romper una flecha impulsora, pero esta avería es más común en los camiones de acarreo para el camino, y parece que es más frecuente con determinados conductores y camiones.

Los camiones para el camino tienen transmisiones finales que reducen los esfuerzos en los ejes. Algunos camiones para el camino tienen ejes muy mal diseñados, que se rompen con esfuerzos que no afectarían a los de otra marca. Las sobrecargas y el piso blando aumentan la frecuencia de las rupturas.

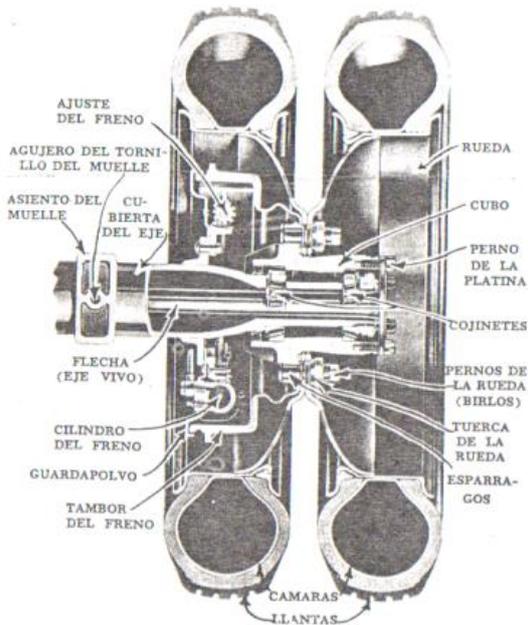


Figura 1.25 Cubo de las ruedas traseras

1.15.11.- CUBOS Y RUEDAS

Los cubos de las ruedas traseras llevan la potencia de las platinas de las flechas a las ruedas propulsoras a través de los birlos y el rozamiento del contacto; llevan también los tambores del freno, y transmiten el empuje de las llantas sobre el camino y el arrastre de los frenos a través de los cojinetes del cubo a la cubierta de los ejes, de donde va a través de los muelles traseros y de los columpios delanteros al bastidor.

La rueda y la llanta funcionan como una unidad mientras se mantiene una presión suficiente en el aire. El rozamiento de las llantas con el camino convierte el movimiento giratorio de los ejes en movimiento recto hacia adelante o hacia atrás de las cubiertas del eje y del camión.

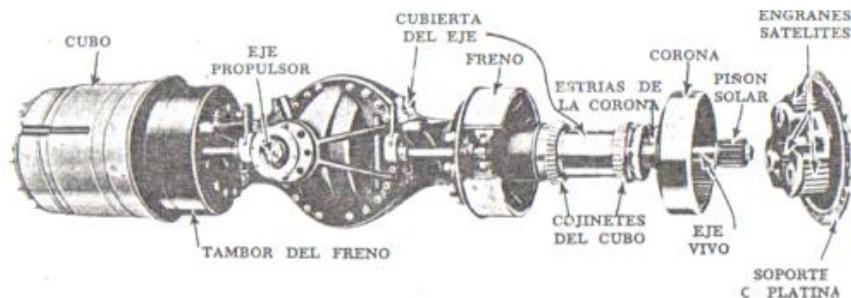


Figura 1.26 Cubierta del eje y transmisiones

1.15.12.- LAS LLANTAS

Las llantas construidas para la carretera se gastan más conforme aumenta la velocidad, pero la rapidez del desgaste aumenta tanto como en los caminos construidos para trabajar fuera del camino. Se consideran velocidades moderadas en los caminos, las de treinta a cuarenta millas por hora.

La velocidad es especialmente perjudicial cuando se combina con curvas, el frenado excesivo, o caminos irregulares y polvosos. La falta de inflado y la sobrecarga pueden causar daños severos.

Para usarlas en los volteos, generalmente la mejor inversión se hace en las llantas más grandes que se puedan conseguir, debido a la tracción adicional que proporcionan, y por su resistencia a los abusos.



Figura 1.27 Tipos de llantas para camiones de volteo

Las ruedas delanteras generalmente llevan mucho menos peso que las traseras, y con frecuencia pueden usarse con seguridad llantas más pequeñas y más ligeras. Sin embargo, cuando todas las llantas son del mismo tamaño, solamente es necesario llevar una de repuesto.

1.15.12.3.- Rotación

La rotación sistemática de las llantas evitará que se produzcan diferencias de tamaño perjudiciales en ellas. El sistema más sencillo es cambiar las llantas de la derecha a la izquierda, poniendo las llantas del lado interior en el exterior y recíprocamente.

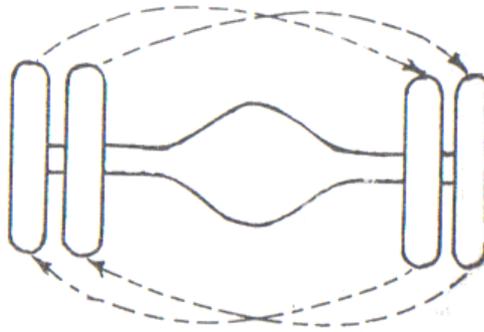


Figura 1.28 Rotación de llantas dobles

1.15.13.- LA CAJA DE VOLTEO

La unidad de la caja de volteo consta de la caja, de la puerta, accesorios como cadenas, pasadores y equipos opcionales como los protectores de la cabina. El sistema elevador, que a menudo se vende como unidad separada, que incluye un bastidor auxiliar, una bomba, válvula, cilindro hidráulico y los controles.

Existen numerosos modelos de cajas y de sistemas elevadores para cada camión. Generalmente estas unidades no las fabrica el constructor del camión.

1.15.13.1.- LA CAJA

La Figura. 1.29 muestra una caja para servicio medio. Un bastidor auxiliar del sistema elevador se extiende hacia atrás de la cabina y está atornillado al bastidor del camión. Está unido a su parte trasera por fuertes articulaciones al bastidor de la caja, que consiste de dos vigas que descansan en el bastidor auxiliar, y de travesaños para soportar el piso y los lados.

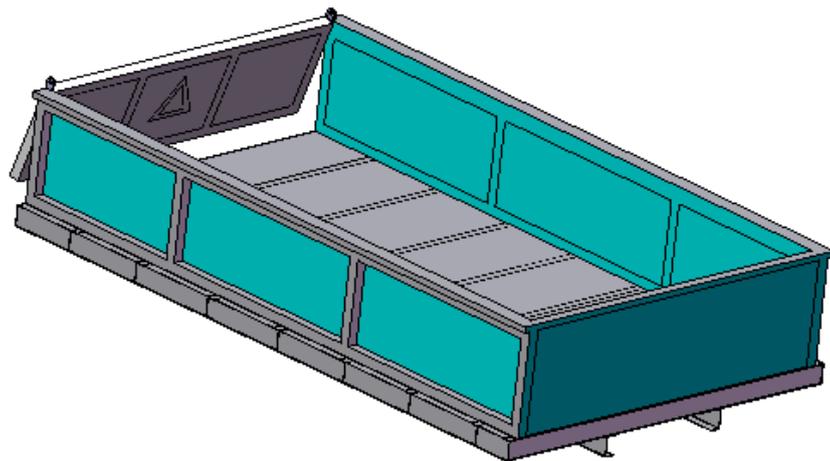
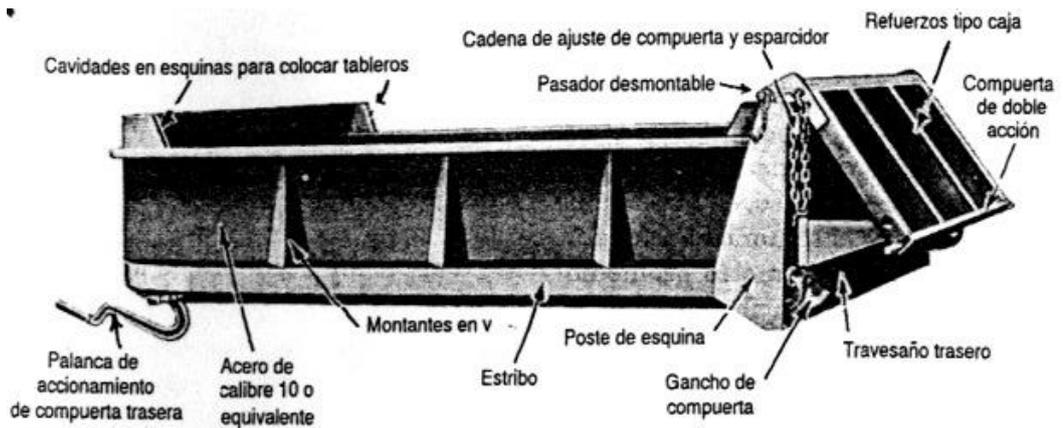


Figura 1.29 Cajas de volteo

Los costados son de lámina de acero, reforzada por un borde arriba y abajo, y refuerzos de sección en V o piramidales a los lados, que están soldados a la pared delantera que también está reforzada con rebordes. En la parte trasera, postes gruesos que parten del bastidor se combinan para formar una estructura suficientemente rígida para resistir la flexión hacia afuera.

Las esquinas delanteras y traseras tienen ranuras acanaladas en las que pueden colocarse tabloneras laterales. Generalmente son de 1 1/2 plg de grueso, y pueden ser tan altos como se quiera. Se pueden utilizar para aumentar la capacidad de la caja o para evitar los escurrimientos laterales.

1.15.13.2.- La puerta trasera

La puerta trasera de doble acción es algo más alta que los costados, y, generalmente, lleva bisagra acodadas en la parte superior para aumentar la abertura de descarga para los objetos voluminosos y para hacer un cierre más efectivo. Está hecha de láminas de acero con refuerzos.

Las bisagras superiores están equipadas con pernos que se pueden quitar y poner. Los pasadores inferiores forman parte de la puerta, pero la bisagra se puede abrir por medio de una palanca que va en U, esquina delantera izquierda de la caja al alcance del conductor.

Si la caja está apoyada en el bastidor auxiliar y se abre el pestillo, la puerta quedara en posición cerrada, con los pasadores de la bisagra inferior apoyados en el hueco de los pestillos. Cuando la palanca de la puerta se mueve hacia arriba, accionando los pestillos hacia adelante y hacia arriba contra el poste, cerrando herméticamente la puerta contra la caja.

La caja y la puerta se mantienen en esta posición para cargar y transportar.

Para vaciar, se empuja la palanca de la puerta hacia abajo y la caja se levanta de la parte delantera, girando sobre sus articulaciones traseras. Su propio peso y la presión de la carga deslizando contra ella, hacen que la puerta gire hacia afuera en sus bisagras superiores. Cuando se ha terminado de vaciar la carga, se baja caja, la puerta gira cerrándose, luego se asegura levantando la palanca.

Las dos esquinas traseras llevan dos agujeros, de tal tamaño y forma, que la cadena que está sujeta a la parte superior de la puerta puede pasar por la parte superior del agujero, pero cualquier eslabón que cae en la ranura inferior queda sujeto.

La puerta trasera puede sujetarse en cualquier ángulo deseado soltándola de las bisagras superiores, manteniéndola sujeta en las inferiores, y pasando las cadenas por las ranuras superiores. Se hacen ajustes levantando a mano la puerta para que su peso no obre sobre la cadena, luego se saca ésta de la ranura

levantándola y metiéndola, o sacándola a la longitud deseada. La otra cadena se ajusta luego, procurando que su tensión sea tan semejante como sea posible.

La puerta se puede sujetar también de las bisagras superiores y soltarse en las inferiores, y reducir la abertura por medio de las cadenas. Cada una de ellas se pasa por el respaldo de la puerta por un agujero que lleva en su reborde lateral, y por delante hasta la ranura inferior. Se reduce la abertura de la puerta para extender capas parejas delgadas de los materiales que corren libremente.

El protector de la cabina, que es un aditamento opcional, es una hoja de acero reforzada, curvada o doblada hacia arriba y hacia adelante sobre la cabina. Es casi una necesidad para los camiones que se cargan por arriba. Se le hace agujeros para permitirle al conductor ver dentro de la caja por la Ventana trasera de la cabina.

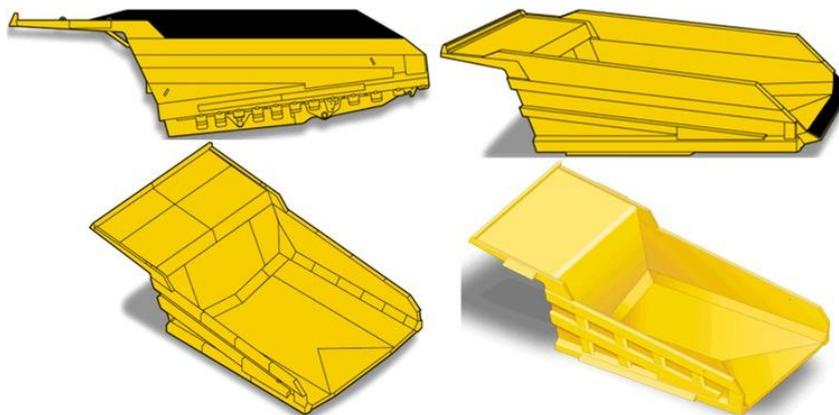


Figura 1.30 Cajas de volteo con protectores

1.15.14.- EL SISTEMA ELEVADOR

En la Figura1.31 se muestra un elevador del tipo directo consta de una bomba hidráulica, una válvula y un cilindro.

La bomba se mueve por medio de una toma de fuerza de la transmisión flechas y juntas universales, y trabaja solamente cuando están conectadas al embrague del motor y el engrane de la toma de fuerza.

En muchos elevadores, la válvula está construida dentro de la bomba y tiene las posiciones, UP, HOLD y DOWN (para subir, sostener y bajar). Se controla de la cabina, ya sea por medio de unas palancas en el piso o de un botón y cable en tablero. La palanca es más resistente, pero ocupa lugar en el piso, interfiere con el aislamiento de la cabina, y puede impedir al operador vigilar la carga cuidadosamente. El cilindro, de un solo efecto está atornillado a un travesaño que ésta articulado al bastidor auxiliar de la caja y el vástago del pistón está articulado a un travesaño de la caja. Un resorte de acero en forma de hélice está colocado entre el pistón y la culata del cilindro, para amortiguar el golpe, del pistón cuando se le obliga a llegar hasta el límite de su recorrido, y para ayudar a empezar a moverse a la caja hacia abajo cuando se suprime la presión.

Cuando la caja está abajo, el cilindro, queda un poco elevado con respecto a la horizontal. Cuando se empuja el pistón empuja hacia atrás y hacia arriba. Los pernos de conexión se hacen de suficiente resistencia para soportar la presión hacia atrás, para poder levantar la caja. El brazo de palanca es menor y la carga mayor al empezar a levantar el volteo. Al elevarse la caja, gran parte del peso se transfiere del cilindro a las bisagras traseras.

Varios mecanismos elevadores tienen la característica de que el brazo de palanca Es mayor al principio de la maniobra de volteo, de manera que la caja se mueve lentamente al principio y con mayor rapidez al llegar a su posición más alta.

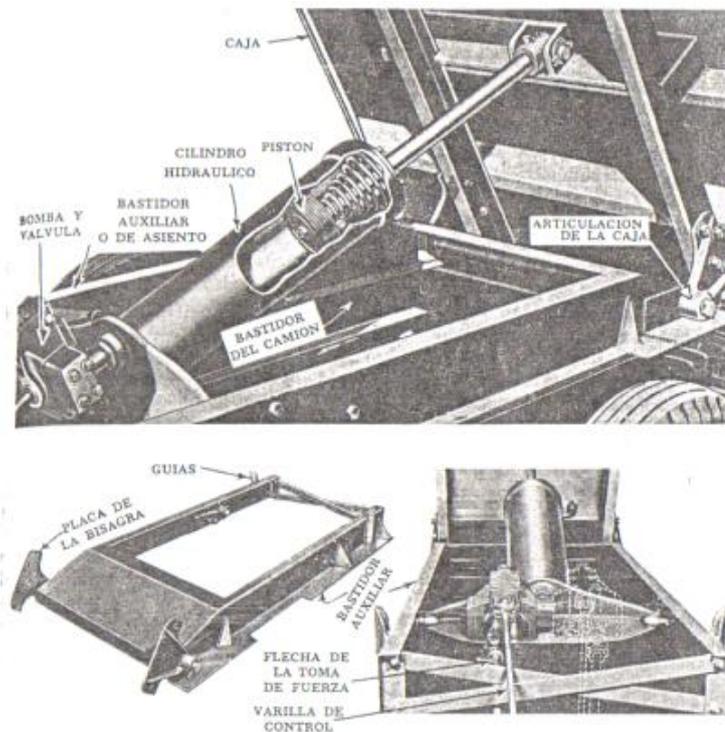


Figura 1.31 Elevador sencillo

Generalmente, se pueden conseguir varios tamaños diferentes de sistemas elevadores para una caja. Si se usa el mayor, probablemente tenga suficiente resistencia para no sufrir con las cargas de cualquier tamaño que tenga que levantar y no se verá apurado con las cargas normales, lo que reducirá los esfuerzos de todas sus partes y tendrá una vida más larga. El costo extra, en proporción al costó total de un camión, no es grande.

1.16.- TOMA DE FUERZA

Son órganos mecánicos que, montados en los vehículos industriales, cumplen la función de tomar la fuerza para transmitirla a otros aparatos como pueden ser bombas hidráulicas de engranaje y de pistones.

En el mercado automotriz e industrial existe una vasta gama de tomas de fuerza con enganche mecánico, neumático, de vacío y de embrague para la mayor parte de los vehículos disponibles en el mercado.



Figura 1.32 Toma fuerza para un Toyota

Las tomas de fuerza pueden montarse en los siguientes lugares:

1. En el motor

- En la parte delantera del motor
- En la salida delantera del cigüeñal con polea trapezoidal biranurada
- Por montaje directo de la bomba en el compresor de aire
- En la parte trasera del motor (p.ej. salida del árbol de levas, toma de fuerza del lado de la rueda volante)

2. En la caja de cambios

3. En la caja de distribución.

A la hora de seleccionar la toma de fuerza se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Pares de motor admisibles
- Dirección de giro
- Factores de impacto
- Vida útil

- Régimen crítico
- Longitud máxima del árbol articulado
- Angulo de flexión del árbol articulado
- Desmultiplicación
- Refrigeración (no producir acumulación térmica en la toma de fuerza)
- Montaje y accesibilidad
- Montaje de la bomba
- Las instrucciones de los fabricantes de tomas de fuerza
- Las instrucciones de los fabricantes de bombas
- Las instrucciones de los fabricantes de árboles articulados.

1.17.- LA SOLDADURA OXIACETILÉNICA

La soldadura oxiacetilénica o autógena es una unión por fusión simultánea de los bordes a empalmar, que presenta teóricamente todos los caracteres de la homogeneidad, así como propiedades físicas, químicas y mecánicas a las de la materia soldada.

La soldadura oxiacetilénica es adecuada para soldar:

- planchas delgadas de acero
- tuberías complicadas
- aluminio (método barato) Para pequeños talleres
- algunos otros metales (acero inoxidable, cobre, latón, níquel)

1.17.1.- OXICORTE

El oxicorte es una técnica auxiliar a la soldadura, que se utiliza para la preparación de los bordes de las piezas a soldar cuando son de espesor considerable, y para realizar el corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos ferrosos.

El oxicorte consta de dos etapas: en la primera, el acero se calienta a alta temperatura (900°C) con la llama producida por el oxígeno y un gas combustible; en la segunda, una corriente de oxígeno corta el metal y remueve los óxidos de hierro producidos.



Figura 1.33

Oxicorte

1.19.2.- RECUBRIMIENTOS DEL ACERO

Hay 3 tipos de recubrimientos del acero que se usa especialmente para la construcción de planchas para cubiertas y paredes de acero, estos recubrimientos son: Aluzinc ó Galvalume, que es una aleación de aluminio, zinc y silicio. El Galvanizado es un recubrimiento en base de zinc, este puede ser por inmersión en caliente ó electrolítico. El tercer recubrimiento es el prepintado, que es una pintura tipo poliéster colocada sobre un primer y este a su vez sobre un acero recubierto con Aluzinc (Galvalume).



Figura 1.35 Clases de recubrimientos

1.19.3.-SOLDABILIDAD

Las condiciones de soldabilidad deben estar claramente establecidas entre el fabricante y el comprador, ya que dependen esencialmente de la composición química del Producto, del tipo de electrodo a ser usado y del proceso de soldadura.

La unión soldada está compuesta de todas las partes que son afectados por el calor durante la soldadura.

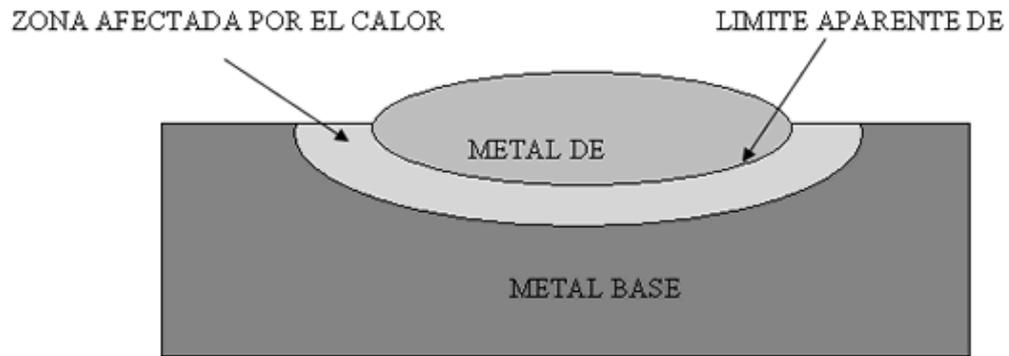


Figura 1.36 Unión soldada

1.19.4.- CLASES

- **Acero dulce 1015-1020 (Thomas)**

Aleación: C% 0.15 – 0.23 max Si% 0.1 - 0.2 Mn% 0.30 - 0.60

Denominación según:

DIN: St.37k

AISI 1015 - 1020

. **Descripción:**

Este acero se utiliza para piezas simples como pasadoras, engranajes, ejes, piezas troqueladas y estampadas, tornillería etc...Es utilizado por la industria en general.

Estado de entrega: Natural negro o calibrado ISA h-11.

Dureza en estado de entrega: natural 37-45 kg/mm².

Medidas disponibles:

Redondos:

Calibrado ISA h-11:1/8" – 7"

Acabado natural negro 7" – 15.1/2" Cuadrados: 10" – 12"

Platinas: 1" x 1/8" – 8" x 2"

Material

Elija el origen del material

Material de SolidWorks
 Personalizado
 Biblioteca Centor
 Desde archivos de biblioteca

cosmos materials

- [-] AISI 4340 S
- [-] AISI 4340 S
- [-] AISI Type 3
- [-] AISI Type A
- [-] **ASTM A36**
- [-] Alloy Steel (
- [-] Cast Alloy S
- [-] Cast Carbor
- [-] Cast Stainle
- [-] Chrome Stai
- [-] Galvanized
- [-] Plain Carbor
- [-] Stainless St
- [-] Wrought Sta
- [-] Aluminium Alloy

Propiedades Tablas y curvas Curvas S-N de fatiga

Propiedades de material

Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal

Unidades: SI

Categoría:

Nombre: ASTM A36 Steel

Descripción:

Propiedad	Descripción	Valor	Unidades	Dependencia de la
EX	Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante
NUXY	Coefficiente de Poissc	0.26	NA	Constante
GXY	Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante
DENS	Densidad	7850	kg/m ³	Constante
SIGXT	Límite de tracción	400000000	N/m ²	Constante
SIGXC	Límite de compresión		N/m ²	Constante
SIGYLD	Límite elástico	250000000	N/m ²	Constante
ALPX	Coefficiente de dilatac		/Kelvin	Constante
KX	Conductividad térmic.		W/(m.K)	Constante
C	Calor específico		J/(kg.K)	Constante

Figura 1.37 Tabla de características del Acero A36

CAPÍTULO II

DISEÑO MECÁNICO

2.1.- INTRODUCCIÓN A SOLIDWORKS

SolidWorks es un software de automatización de diseño mecánico en 3D que aprovecha la conocida interfaz gráfica Microsoft Windows.

Esta herramienta de fácil aprendizaje hace posible que los diseñadores mecánicos croquicen con rapidez sus ideas, experimenten con operaciones y cotas, y produzcan modelos y dibujos detallados.

2.1.1.-CONCEPTOS BÁSICOS

Un modelo de SolidWorks consiste en geometría sólida 3D en un documento de pieza o ensamblaje.

Generalmente, se empieza con un croquis, se crea una operación base y, a continuación, se agregan más operaciones al modelo.

La relación de asociación entre las piezas, ensamblajes y dibujos garantiza que los cambios realizados en un documento o una vista se realizaran automáticamente en el resto de documentos y vistas.

2.1.2.- CONCEPTOS BÁSICOS DE COSMOSWORKS

COSMOSWorks es un sistema de análisis de diseño que está completamente integrado con SolidWorks.

COSMOSWorks proporciona una solución de pantalla para los análisis de tensión, frecuencia, pandeo, térmicos y de optimización. Alimentado por programas de resolución de problemas rápidos (solvers),

COSMOSWorks le permite resolver grandes problemas de manera rápida utilizando su computadora personal.

COSMOSWorks reduce el tiempo de salida al mercado ahorrando tiempo y esfuerzo en la búsqueda de resultados óptimos.



Figura 2.1 Ejemplo de Análisis de elementos

2.2.- CONCEPTOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS

COSMOSWorks utiliza el Método de elemento finito (FEM). El FEM es una técnica numérica para analizar diseños de ingeniería. El FEM está aceptado como el método de análisis estándar debido a su generalidad y compatibilidad para ser implementado en computadoras. El FEM divide el modelo en numerosas piezas pequeñas de formas simples llamadas "elementos", que reemplazan eficazmente un problema complejo por muchos problemas simples que deben ser resueltos de manera simultánea.

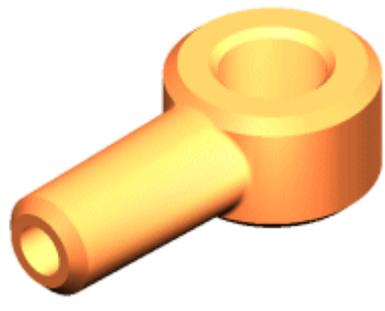


Figura2.2 Modelo CAD de una pieza

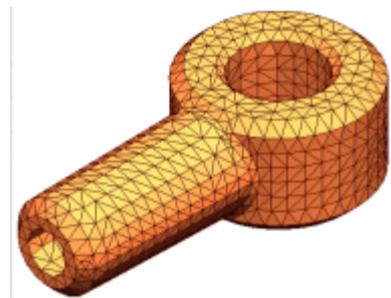


Figura2.3 Modelo subdividido en piezas pequeñas (elementos)

Los elementos comparten puntos comunes denominados nodos. El proceso de división del modelo en pequeñas piezas se denomina mallado.

2.3.- COSMOSWORKS PROFESSIONAL OFRECE LOS SIGUIENTES TIPOS DE ESTUDIOS:

2.3.1.-ESTUDIOS ESTÁTICOS (O DE TENSIÓN)

Los estudios estáticos calculan desplazamientos, fuerzas de reacción, deformaciones unitarias, tensiones y la distribución del factor de seguridad. El material falla en ubicaciones donde las tensiones exceden cierto nivel. Los cálculos del factor de seguridad están basados en el criterio de fallos. COSMOSWorks ofrece cuatro criterios de fallos.

Debido a que los materiales a utilizar son dúctiles para el presente proyecto el diseño de los elementos mecánicos se basará en el criterio de la energía de distorsión (Von Mises)

Los estudios estáticos pueden ayudarle a evitar fallos ocasionados por altas tensiones. Un factor de seguridad menor que la unidad indica un fallo del material. Factores de seguridad elevados en una región contigua indican tensiones bajas y la posibilidad de eliminar algún material de esta región.

2.3.2.- ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL

Cuando se aplican cargas a un sólido, el sólido se deforma y el efecto de las cargas se transmite a través del sólido. Las cargas externas inducen fuerzas internas y reacciones para renderizar el sólido a un estado de equilibrio.

El análisis estático lineal calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas aplicadas.

El análisis estático lineal realiza las siguientes suposiciones:

Suposición estática. Todas las cargas se aplican lenta y gradualmente hasta que alcanzan sus magnitudes completas. Una vez que alcanzan sus magnitudes completas, las cargas permanecen constantes

Suposición de linealidad. La relación entre cargas y respuestas inducidas es lineal.

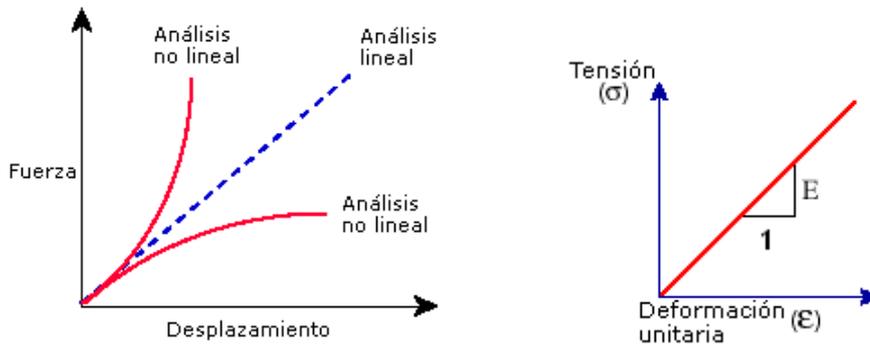


Figura 2.5 Análisis lineal y no lineal

2.3.3.- ESTUDIOS DE FRECUENCIA

Un sólido alterado de su posición de descanso tiende a vibrar con ciertas frecuencias denominadas naturales o resonantes. La frecuencia natural más baja se denomina frecuencia fundamental. Para cada frecuencia natural, el sólido adquiere una determinada forma denominada forma modal. El análisis de frecuencia calcula las frecuencias naturales y las formas modales asociadas.

Se produce una respuesta excesiva si un sólido está sujeto a una carga dinámica que vibra en una de sus frecuencias naturales. Este fenómeno se denomina resonancia. Por ejemplo, un automóvil con una rueda mal alineada tiembla violentamente cuando alcanza una determinada velocidad a causa de la resonancia. El temblor, en cambio, disminuye o desaparece a otras velocidades. Otro ejemplo es el de un sonido fuerte, como la voz de un cantante de ópera, que puede romper un cristal.

El análisis de frecuencia puede ayudarnos a evitar fallos provocados por tensiones excesivas causadas por la resonancia. También proporciona información sobre cómo solucionar problemas relacionados con la respuesta dinámica.

2.3.4.- ESTUDIOS DE PANDEO

El pandeo es un desplazamiento amplio y repentino ocasionado por cargas axiales. Las estructuras delgadas sujetas a cargas axiales pueden fallar debido al pandeo en niveles de carga menores que los requeridos para causar un fallo del material. El pandeo puede ocurrir de diferentes modos bajo el efecto de diferentes niveles de carga. En muchos casos, sólo la carga de pandeo menor resulta de interés.

2.3.5.- ESTUDIOS TÉRMICOS

Los estudios térmicos calculan temperaturas, gradientes de temperatura y flujo del calor sobre la base de la generación de calor y condiciones de conducción, convección y radiación. Los estudios térmicos pueden ayudarle a evitar condiciones térmicas no deseadas, tales como el sobrecalentamiento y la fusión.

2.3.6.-ESTUDIOS DE OPTIMIZACIÓN

Los estudios de optimización automatizan la búsqueda del diseño óptimo sobre la base de un modelo geométrico. COSMOSWorks está equipado con una tecnología que permite detectar rápidamente tendencias e identificar la solución óptima utilizando el número mínimo de ejecuciones. Los estudios de optimización requieren la definición de los siguientes puntos:

- **Objetivo.** Defina el objetivo del estudio. Por ejemplo, material mínimo a ser utilizado.
- **VARIABLES DE DISEÑO O RESTRICCIONES GEOMÉTRICAS.** Seleccione las cotas que pueden cambiar y establezca sus intervalos.
- **RESTRICCIONES DE COMPORTAMIENTO.** Establezca las condiciones que debe cumplir el diseño óptimo. Por ejemplo, puede establecer que el componente de tensión no exceda cierto valor y que la frecuencia natural se encuentre dentro de un intervalo especificado.

2.3.7.- ESTUDIOS NO LINEALES

Cuando las suposiciones del análisis estático lineal no son aplicables, se pueden usar los estudios no lineales para resolver problemas. Las principales fuentes de no linealidad son: grandes desplazamientos, propiedades de material no lineales y contacto. Los estudios no lineales calculan desplazamientos, fuerzas de reacción, deformaciones unitarias y tensiones en niveles variables crecientes de cargas y restricciones.

Los estudios no lineales pueden ayudarlo a determinar el comportamiento del diseño más allá de las limitaciones de los estudios estáticos y de pandeo.

2.3.8.- ESTUDIOS DE CHOQUE

Los estudios de choque evalúan los efectos ocasionados al dejar caer el diseño sobre un suelo rígido. Se puede especificar la distancia de la caída y la velocidad en el momento del impacto, además de la gravedad. El programa soluciona un problema dinámico como una función de tiempo, por medio de la utilización de métodos de integración explícitos. Debido a la gran cantidad de información que el análisis puede generar, el programa guarda resultados en ciertos momentos y ubicaciones, tal como haya sido especificado antes de ejecutar el análisis.

Cuando el análisis se ha completado, se puede trazar o graficar desplazamientos, velocidades, aceleraciones, deformaciones unitarias y tensiones.

2.3.9.-ESTUDIOS DE FATIGA

La carga repetida debilita los objetos a lo largo del tiempo, incluso cuando las tensiones inducidas son considerablemente inferiores a los límites de tensión permitidos. El número de ciclos requeridos para la falla de fatiga que ocurrirán en una ubicación depende del material y de las fluctuaciones de tensión. Esta información, para un material en particular, es proporcionada por una curva denominada curva S-N. La curva describe el número de ciclos que ocasionan fallas para diferentes niveles de tensión. Los estudios de fatiga evalúan la vida consumida de un objeto sobre la base de casos de fatiga y curvas S-N.

2.4.- ESTUDIOS DE DISEÑO

Por lo general, un modelo está sujeto a diferentes entornos de servicios y condiciones de funcionamiento durante su ciclo de vida. Por lo tanto, es importante considerar todos los escenarios de cargas y condiciones de contorno posibles y probar diferentes propiedades de material en el análisis de un modelo.

Un estudio de diseño se define por los siguientes factores:

- cotas del modelo.
- tipo de estudio y opciones relacionadas para definir la intención del análisis.
- propiedades de material.
- condiciones de carga y de contorno.

2.5.- BENEFICIOS DEL ANÁLISIS

Luego de construir su diseño en SolidWorks, deberá asegurarse del eficaz funcionamiento de éste en el campo. Sin herramientas de análisis, esta tarea sólo se puede afrontar realizando ciclos de desarrollo de productos costosos y que insumen una gran cantidad de tiempo. Un ciclo de desarrollo de producto normalmente incluye los siguientes pasos:

- Construcción de un modelo.
- Construcción de un prototipo del diseño.
- Prueba del prototipo en el campo.
- Evaluación de los resultados de las pruebas de campo.
- Modificación del diseño basándose en los resultados de la prueba de campo.

Este proceso continúa hasta que se haya alcanzado una solución satisfactoria. El análisis le puede ayudar a realizar las siguientes tareas:

- Reducir el costo simulando la prueba de su modelo en la computadora en lugar de realizar pruebas de campo costosas.
- Adelantar la comercialización del producto reduciendo el número de ciclos de desarrollo del mismo.
- Mejorar productos probando rápidamente múltiples conceptos y situaciones antes de tomar una decisión final, lo cual le proporciona más tiempo para idear nuevos diseños.

2.6.- CRITERIO DE MÁXIMA TENSIÓN DE VON MISES

El criterio de máxima tensión de Von Mises se basa en la teoría de Von Mises-Hencky, también conocida como teoría de la energía de distorsión máxima.

En términos de las tensiones principales σ_1 , σ_2 y σ_3 , la tensión de Von Mises se expresa de la siguiente manera:

$$\sigma_{\text{VonMises}} = \left\{ \left[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 \right] / 2 \right\}^{(1/2)}$$

La teoría expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación cuando la tensión de von Mises es igual al límite de tensión. En la mayoría de los casos, el límite de fluencia (S_y) se utiliza como el límite de tensión. Sin embargo, el software le permite utilizar el límite de tensión de tracción/ruptura o establecer su propio límite de tensión.

$$\sigma_{\text{Von Mises}} \geq \sigma_{\text{limit}}$$

El límite de fluencia es una propiedad dependiente de la temperatura. Este valor especificado del límite de fluencia debe considerar la temperatura del componente. El factor de seguridad en una ubicación se calcula a partir de:

$$\text{Factor de seguridad (FDS)} = \sigma_{\text{limit}} / \sigma_{\text{vonMises}}$$

NOTAS:

- Las áreas del trazado de FDS con valores superiores a 100 se muestran con el color del valor 100. Si el valor máximo del factor de seguridad (FDS) es inferior a 100, la escala del gráfico se ajusta desde el valor de FDS mínimo al máximo.
- Si seleccionó el trazado de Áreas por debajo del factor de seguridad, el software muestra las regiones del modelo con factores de seguridad inferiores al valor especificado en rojo (regiones no seguras) y las regiones con factores de seguridad superiores en azul (zonas seguras).

2.7.- DEFINICIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD

El Asistente para Verificación de diseño evalúa el factor de seguridad en cada nodo, según el criterio de fallos. Se puede realizar el trazado de la distribución del factor de seguridad en todo el modelo se puede realizar únicamente el trazado de regiones del modelo con un factor de seguridad inferior al valor especificado para identificar las áreas débiles del diseño. Los factores de seguridad altos en una región indican que puede quitar material de dicha región. Muchos códigos de diseño requieren un factor de seguridad mínimo entre 1.5 y 3.0.

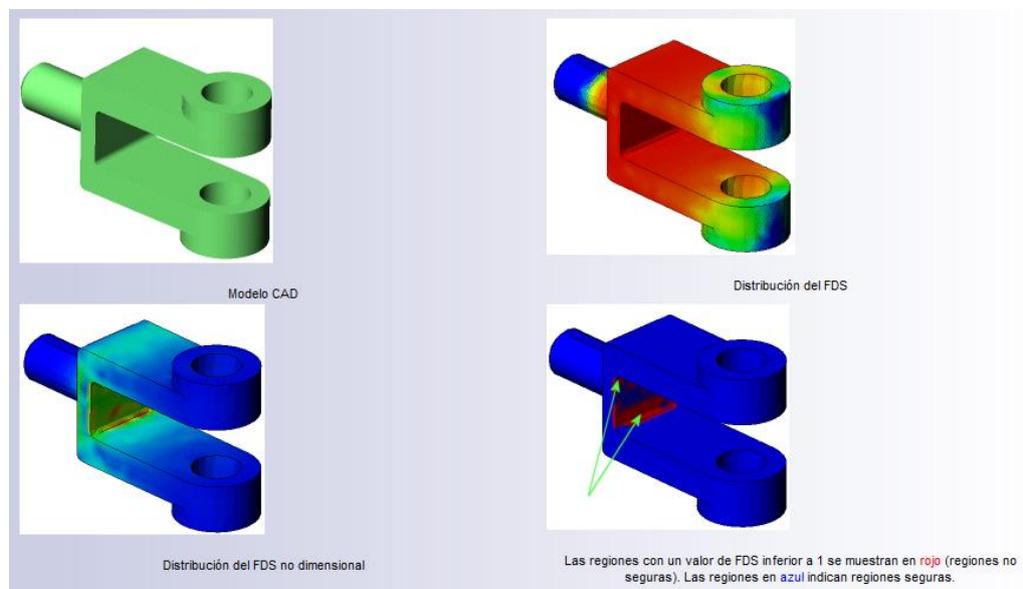


Figura 2.6 Factor de seguridad

2.7.1.- INTERPRETACIÓN DE FACTORES DE SEGURIDAD

- Un factor de seguridad inferior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha fallado.
- Un factor de seguridad de 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha empezado a fallar.
- Un factor de seguridad superior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación es seguro.
- El material que se encuentra en una ubicación empezará a fallar si aplica nuevas cargas iguales a las actuales multiplicadas por el factor de seguridad resultante.

2.8.- CÁLCULOS DE DISEÑO

PESO DEL MATERIAL

Peso del material = Volumen interno del cajón x Densidad del Material

VOLUMEN INTERNO DEL CAJÓN

$$V = l \times a \times h$$

$$V = (1,65m)(3m)(0,5m)$$

$$V = 2,475 \text{ m}^3$$

La densidad del material ha sido tomada de la tabla 1 la cual se muestra en los Anexos.

Tomando en cuenta la densidad de los materiales más comunes que se utilizan en nuestro medio como son:

Arcilla seca, roca descompuesta 75% roca Y 25% tierra, tierra apisonada y seca, arena seca y suelta, arenisca, piedra triturada y tierra vegetal.

La Mayor de las densidades de estos materiales es la de roca descompuesta 75% roca Y 25% tierra la cual es de $1960 \frac{Kg}{m^3}$

Entonces el peso total del material seria:

$$\text{Peso del material} = 2,475m^3 \times 1960 \frac{Kg}{m^3}$$

$$\text{Peso del material} = 4851 \text{ Kg}$$

Utilizando la herramienta "Propiedades Físicas" del Software SolidWorks se calculo el peso total del cajón el cual es de 1150 kg.

Entonces el peso total que se va a levantar es de:

$$W = W_{\text{material}} + W_{\text{cajon}}$$

$$W_{\text{Total}} = 4851\text{Kg} + 1150 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{Total}} = 6000 \text{ Kg.}$$

2.9.-DISEÑO DE LA ESTRUCTURA SOPORTE DEL CAJÓN

2.9.1.- MODELADO ESTRUCTURAL

Utilizando las herramientas de SolidWorks se modelo la siguiente forma de estructura.

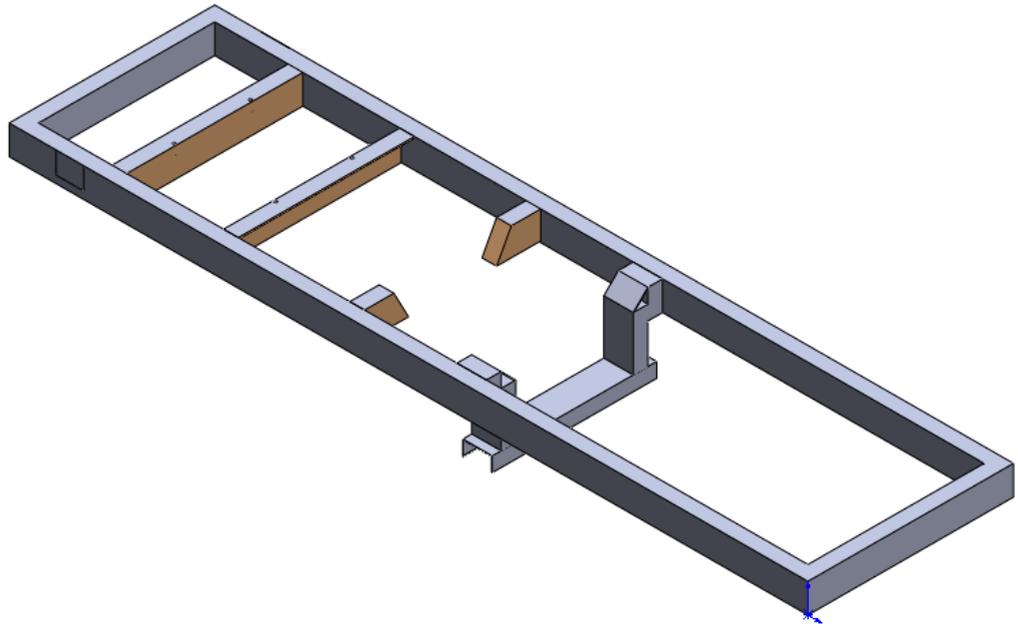


Figura 2.7 Modelado de la estructura soporte

2.9.2.- CÁLCULO DE PRESIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA, DEBIDO AL PESO DEL MATERIAL Y CAJÓN

$$W = 5000 \text{ kg (material)} + 1000 \text{ Kg (cajón)}$$

$$W = 6000 \text{ Kg}$$

$$F = m \cdot g$$

$$F = (6000 \text{ kg}) (9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$F = 58800 \text{ N}$$

2.9.3.- FUERZA CON RESPECTO A LA ACELERACIÓN DEL MÓVIL

$$\text{Velocidad inicial} = 50 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = 13,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Velocidad final} = 0$$

Tiempo = 10s

$$a = \frac{V_f - V_o}{t}$$

$$a = \frac{(0 - 13,88) \frac{m}{s}}{10s}$$

$$a = 1,388 \frac{m}{s^2}$$

$$F = m * a$$

$$F = (6000kg)(1,388 \frac{m}{s^2})$$

$$F_a = 8328N$$

FUERZA TOTAL

$$F_t = F_a + F_x$$

$$F_t = (8328 + 58800)N$$

$$F_t = 67128N$$

2.9.4.- CÁLCULO DEL ÁREA DE APLICACIÓN DE LA FUERZA

Debido a que la carga se distribuye en forma uniforme el área de la pieza es:

$$A = b \times a$$

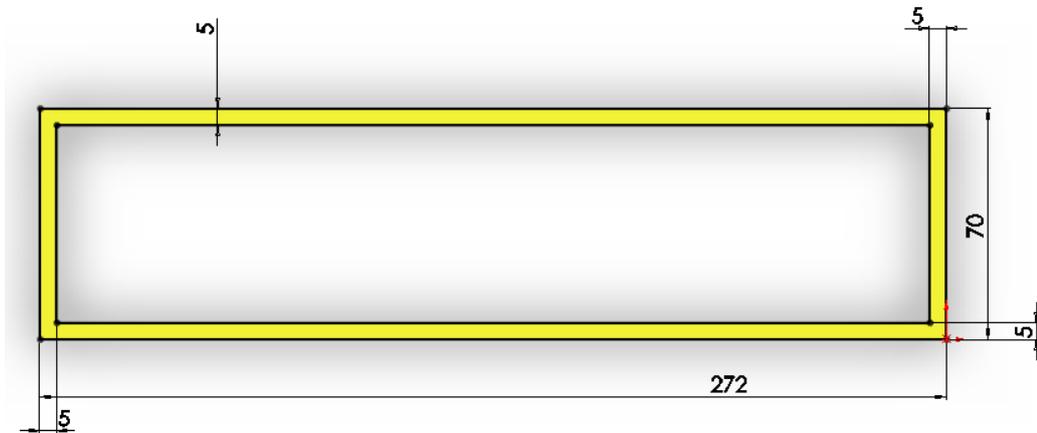


Figura 2.8 Área de contacto de la estructura soporte

Área viga frontal

$$A = (272 \times 5) \text{ cm}^2$$

$$A = 1360 \text{ cm}^2 = 0,136 \text{ m}^2$$

Área viga lateral

$$A = (60 \times 5) \text{ cm}^2$$

$$A = 300 \text{ cm}^2 = 0,03 \text{ m}^2$$

Área de aplicación de la fuerza

$$A = 2(0,03 \text{ m}^2) + 2(0,136 \text{ m}^2)$$

$$A = 0,332 \text{ m}^2$$

PRESIÓN

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

$$P = \frac{67128N}{0,332m^2}$$

$$P = 202192,77 \frac{N}{m^2}$$

$$P = 202,2KPa$$

2.10.- ASIGNACIÓN DE CARGAS Y RESTRICCIONES

Para empezar el análisis colocamos restricciones en la base de la nueva estructura a ser analizada, así mismo colocamos la presión que ejerce el cajón sobre la estructura soporte.

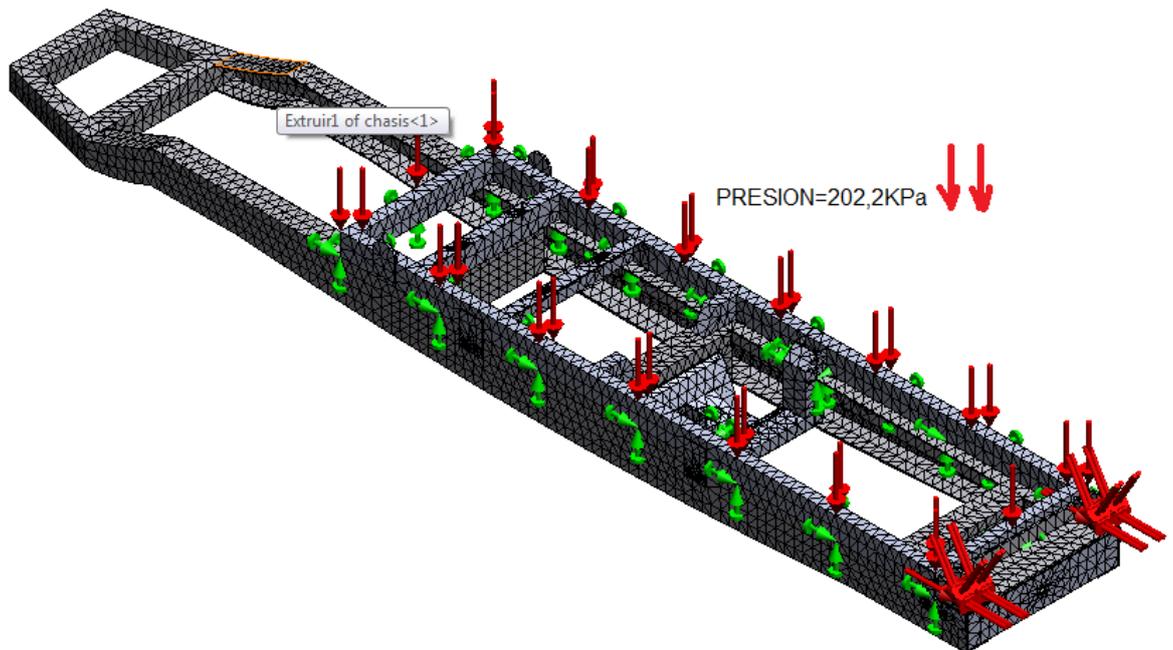


Figura 2.9 Cargas y restricciones en la estructura soporte

2.11.- RESULTADOS

Luego de asignar las restricciones en el chasis del móvil y las presiones en las superficies críticas del soporte, se envió a mallar el sólido y se ejecutó el estudio para obtener los siguientes resultados y verificaciones de diseño:

TENSIONES (Von Mises)

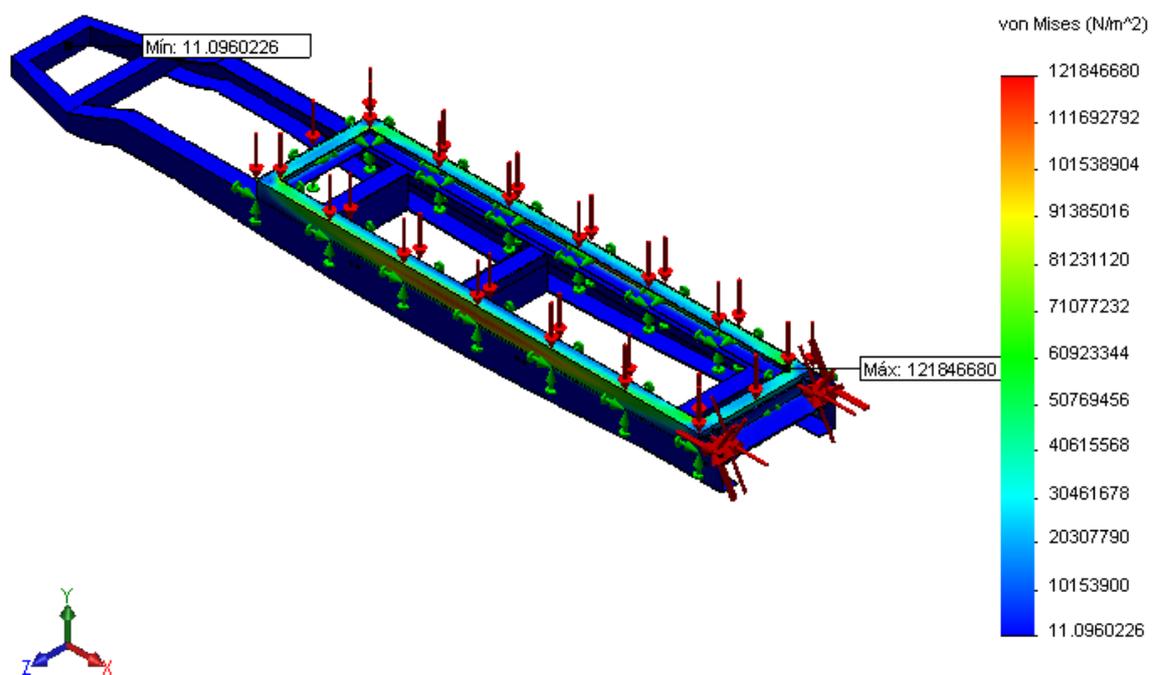


Figura 2.10 Tensión de Von Mises

El primer resultado es la tensión de Von Mises, como podemos observar en la grafica se muestra una escala de colores mostrando con color rojo a zonas inseguras y de color azul las zonas más seguras.

Además podemos observar los valores de tensiones y verificamos que el mayor que se produce en el modelo es menor al límite de fluencia propio del material.

DESPLAZAMIENTOS

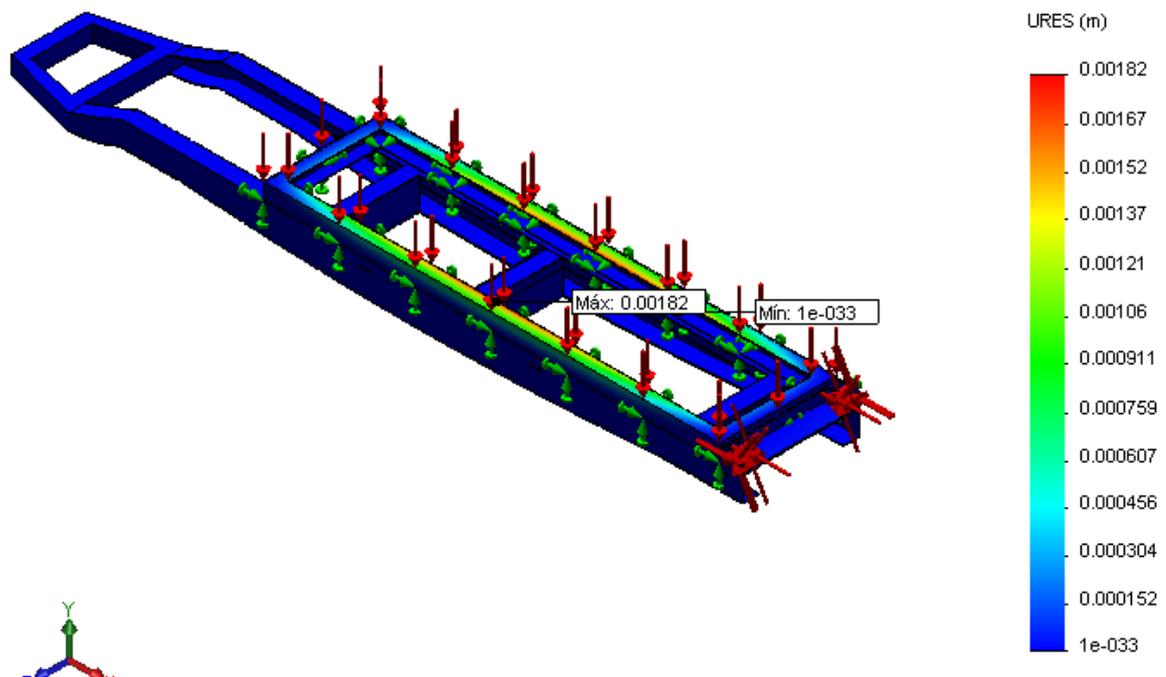


Figura 2.11 Resultados de Desplazamientos

El segundo resultado son los desplazamientos debido a la aplicación de presión. Tomando el mismo criterio anterior de la escala de colores podemos observar que la mayoría de zonas son seguras y que el valor máximo de desplazamiento es muy bajo para ser considerado.

DEFORMACIONES UNITARIAS

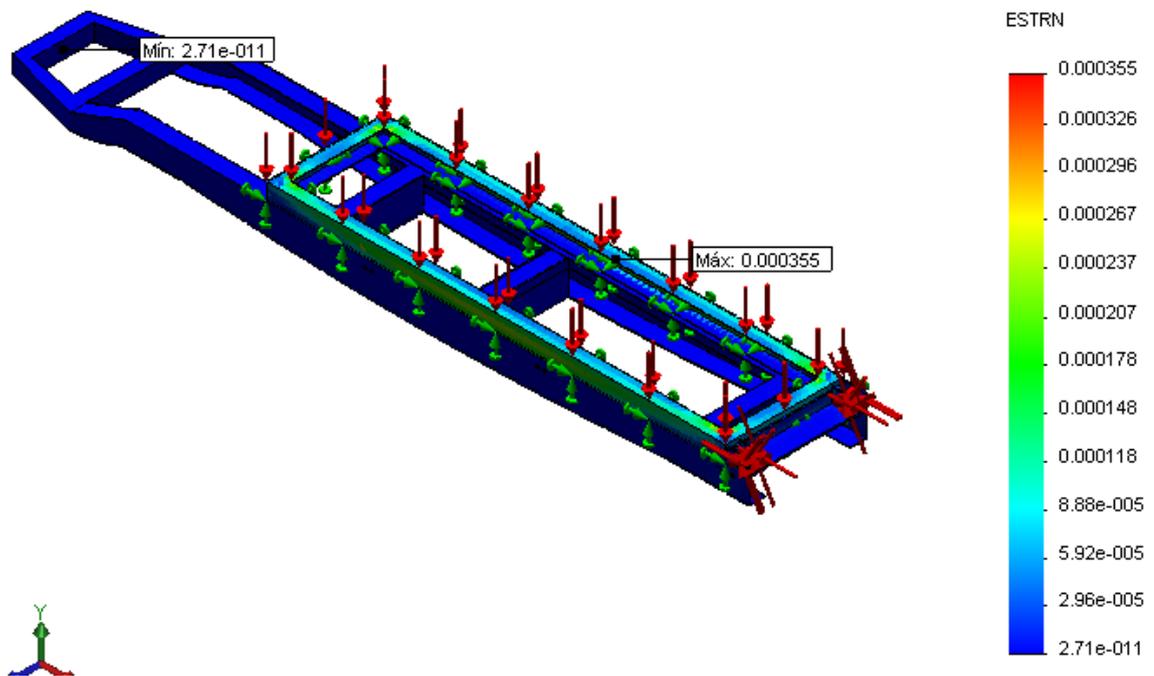


Figura 2.12 Resultados de Deformaciones Unitarias

El tercer resultado es el de las deformaciones unitarias y aquí también observamos que el diseño es seguro ya que ninguna zona del modelo se presenta en color rojo y el valor máximo de deformación no causa ningún cambio físico en la estructura.

2.12.-VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Para materiales dúctiles utilizamos la verificación de diseño tensión máxima de Von Mises

VERIFICACIÓN VONMISES :

The image shows two panels from a software interface for design verification. The left panel is titled "Paso 2 de 3" and the right panel is titled "Verificación de diseño" with a sub-panel "Paso 3 de 3".

Paso 2 de 3:

- Units: N/m²
- Establecer límite de tensión:
 - hasta límite elástico
 - hasta límite de ruptura
 - hasta: 2,5e+008
- Factor de multiplicación: 1
- Material involucrado: ASTM A36 Steel
- Límite elástico: 2,5e+008 N/m²
- Límite de ruptura: 4e+008 N/m²
- Tensión máxima en el modelo:
Tensiones von Mises: 1,218e+008 N/m²

Verificación de diseño - Paso 3 de 3:

- Distribución del factor de seguridad
- Distribución no dimensional de tensiones
- Áreas por debajo del factor de seguridad
- Factor de seguridad mínimo Basado en el criterio de la t: 1
- Factor de seguridad: 2,05176

Figura 2.13 Cuadro de Resultados de la verificación de Diseño

$$\frac{\sigma_{vonMises}}{\sigma_{limit}} < 1$$

Material: ASTM A36

Limite de fluencia: $2.5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$

Resistencia última: $4 \times 10^8 \text{ N/m}^2$

Máxima tensión en el modelo

Tensión de Von Mises: $1.218 \times 10^8 \text{ N/m}^2$

Criterio: Tensión máxima Von Mises

$$\frac{1.218 \times 10^8}{2.5 \times 10^8} = 0.4872 < 1$$

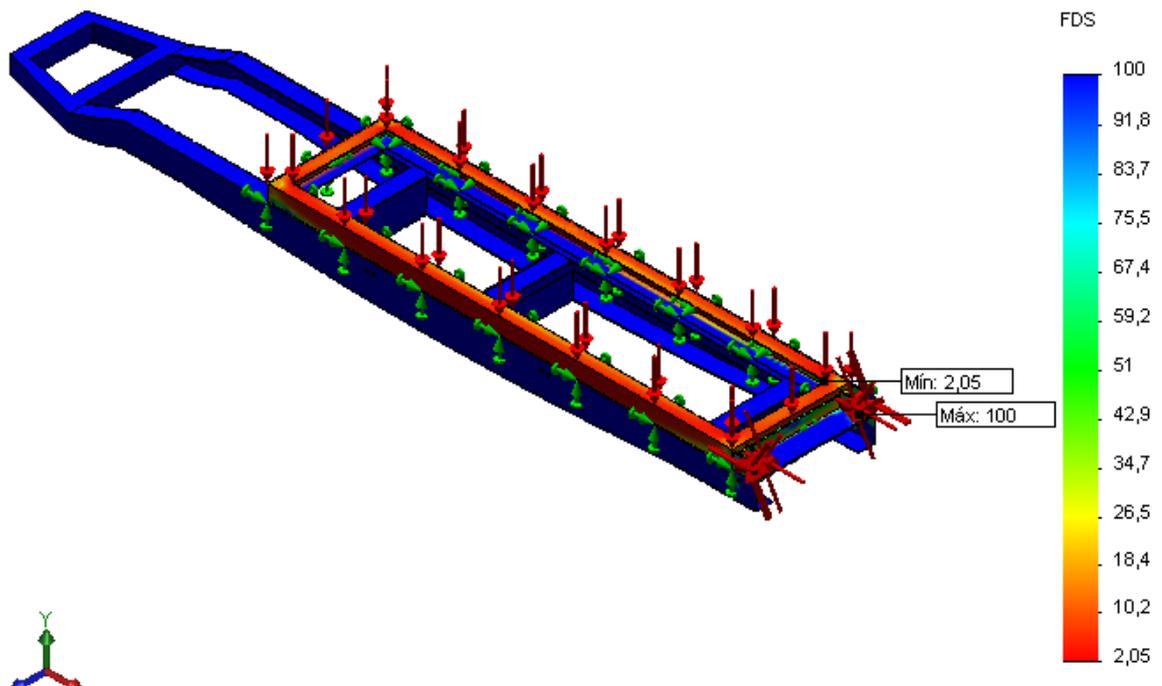


Figura 2.14 Distribución del factor de seguridad

En este análisis podemos observar la escala de colores teniendo como conclusión de que las zonas de color azul son seguras y el material no sufrirá ningún daño ni alteración.

Observamos que en las zonas de color rojo el factor de seguridad es de 2.05 por lo que también son seguras.

2.13.- DISEÑO DEL CAJÓN

Para el diseño del cajón se debía tomar en cuenta la presión que ejerce el material sobre las paredes y la estructura del cajón.

Uno de los puntos más críticos en el diseño sería cuando el camión este subiendo en una pendiente o a su vez bajando ya que en este momento las paredes del cajón tanto la frontal como la trasera sufrirían un esfuerzo mayor, debido a que la presión máxima del material se aplicaría en estas dos paredes.

Además también se tomo en cuenta la fuerza de frenado del vehículo ya que en ese momento se crea una fuerza crítica en las paredes del cajón que se debe tomar muy en cuenta.

Para el análisis se tomo en cuenta una pendiente máxima de 45° y una velocidad máxima del vehículo cargado de 50 km/h y un tiempo de frenado de 10 s.

2.13.1.-MODELADO DEL CAJÓN

Utilizando las herramientas de dibujo del software procedimos a modelar el cajón. Las cotas totales del cajón se observan en los anexos (Plano 1).

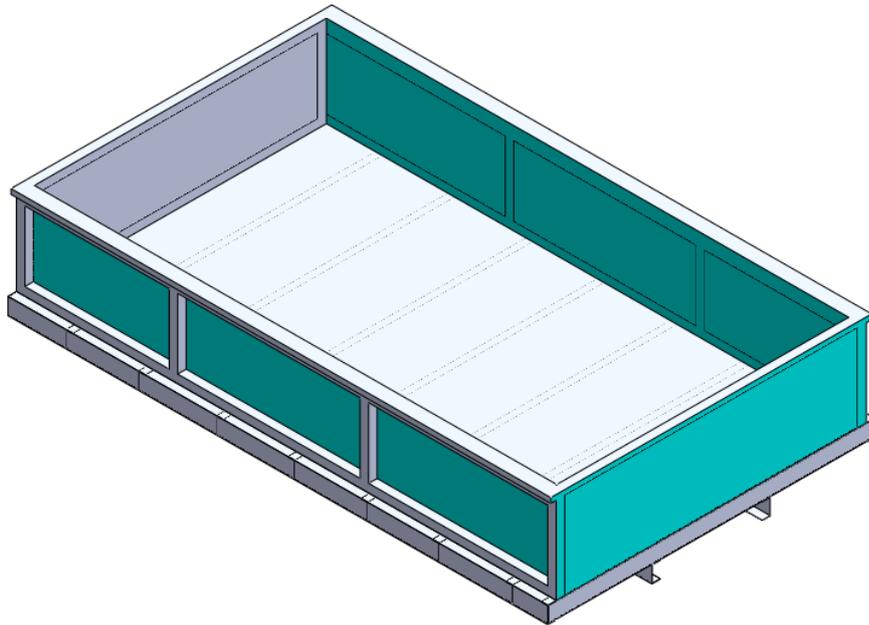


Figura 2.17 Modelaje del cajón en SolidWorks

2.13.2.- CÁLCULO DE PRESIÓN EJERCIDA POR EL MATERIAL

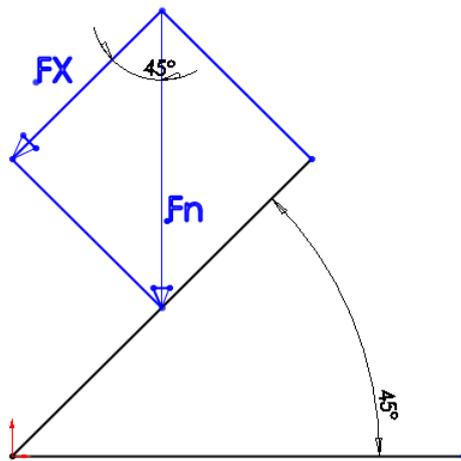
Masa = 5000 kg

$$F = m \cdot g$$

$$F = (5000kg)(9,8 \frac{m}{s^2})$$

$$F = 49000 N$$

FUERZA CON RESPECTO A UNA PENDIENTE DE 45°



$$\cos 45^\circ = \frac{F_x}{F}$$

$$F_x = (\cos 45^\circ)(F)$$

$$F_x = (\cos 45^\circ)(49000N)$$

$$F_x = 34648,23 N$$

FUERZA CON RESPECTO A LA ACELERACIÓN DEL MÓVIL

$$\text{Velocidad inicial} = 50 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = 13,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Velocidad final} = 0$$

$$\text{Tiempo} = 10\text{s}$$

$$a = \frac{V_f - V_o}{t}$$

$$a = \frac{(0 - 13,88) \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10\text{s}}$$

$$a = 1,388 \frac{m}{s^2}$$

$$F = m * a$$

$$F = (5000kg)(1,388 \frac{m}{s^2})$$

$$F_a = 6940N$$

Fuerza Total

$$F_t = F_a + F_x$$

$$F_t = (6940 + 34648,23)N$$

$$F_t = 41588,23N$$

Área de aplicación de la fuerza

$$A = b * h$$

$$A = (1,72 * 51,5)cm = 8858cm^2$$

$$A = 0,8772m^2$$

Presión

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

$$P = \frac{41588,23N}{0,8772m^2}$$

$$P = 47410,28 \frac{N}{m^2}$$

$$P = 47,4KPa$$

Una vez conocida la presión a la que va estar sometido el cajón de volteo se procede a realizar el diseño mecánico mediante SOLID WORKS

2.14.- ESTUDIO DEL CAJÓN

2.14.1.-ASIGNACIÓN DE CARGAS Y RESTRICCIONES

Antes de obtener los resultados se procedió a mallar el molde y aplicar restricciones en la base además de aplicar presiones en las paredes del cajón.

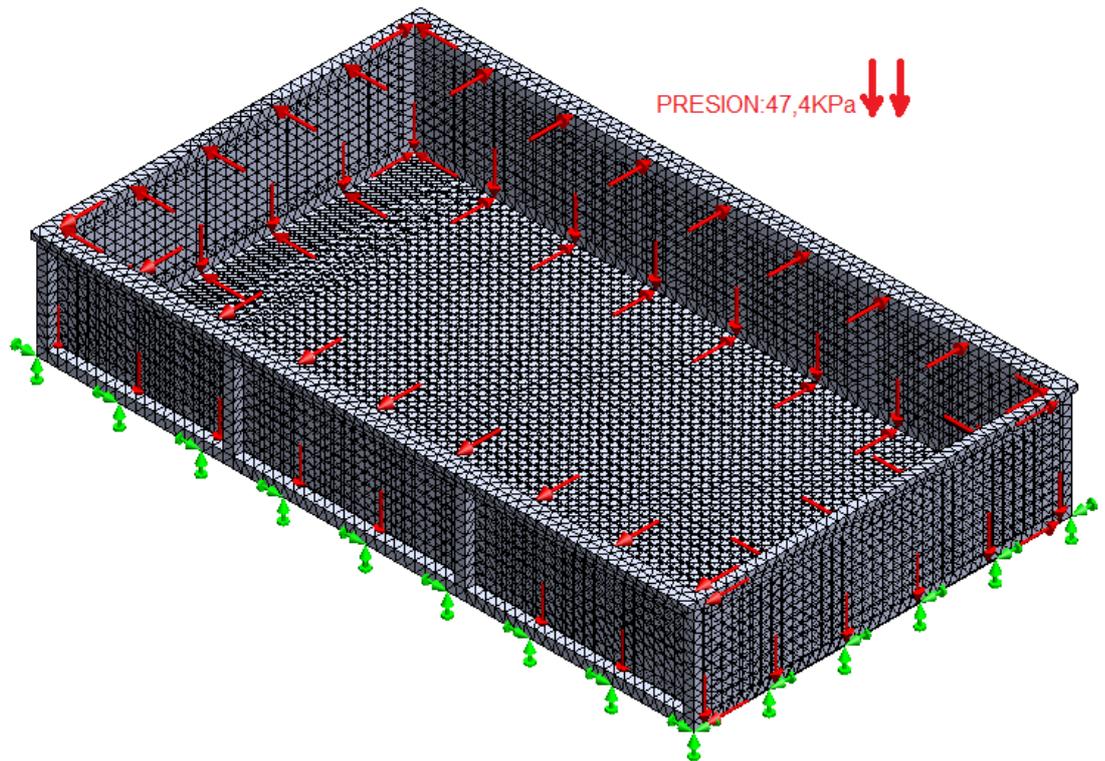


Figura 2.18 Cajón mallado, con restricciones y cargas

2.14.2.- RESULTADOS

TENSIONES (INTENSIDAD)

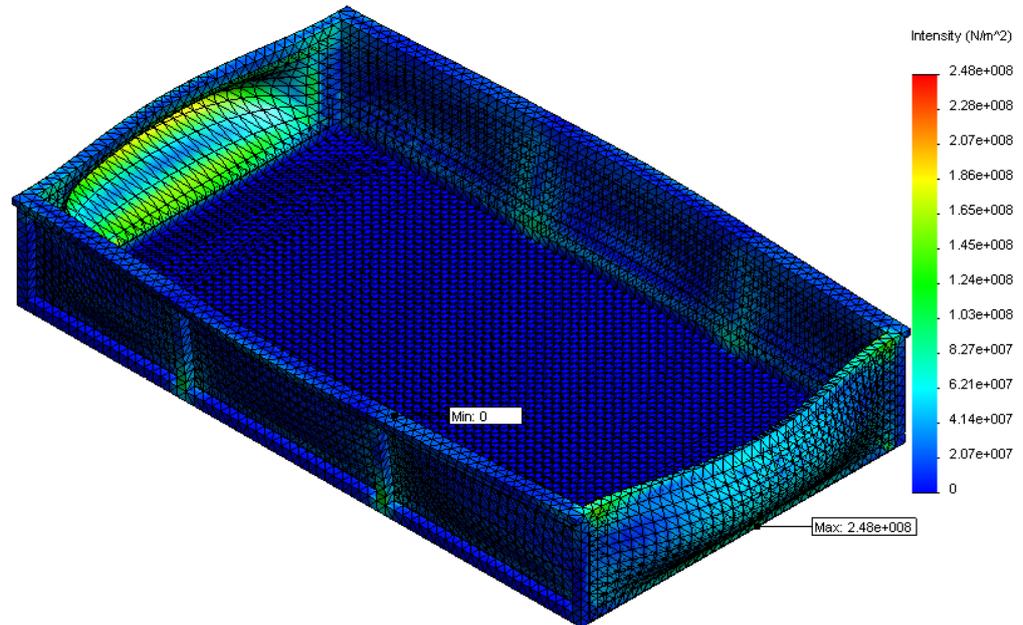


Figura 2.19 Resultados de tensiones

En el primer resultado podemos observar el análisis de tensiones en donde se puede apreciar valores máximos y mínimos de tensiones.

En el modelo las tensiones máximas encontradas no superan el límite de fluencia por lo que el diseño cubre todas las expectativas.

DESPLAZAMIENTO

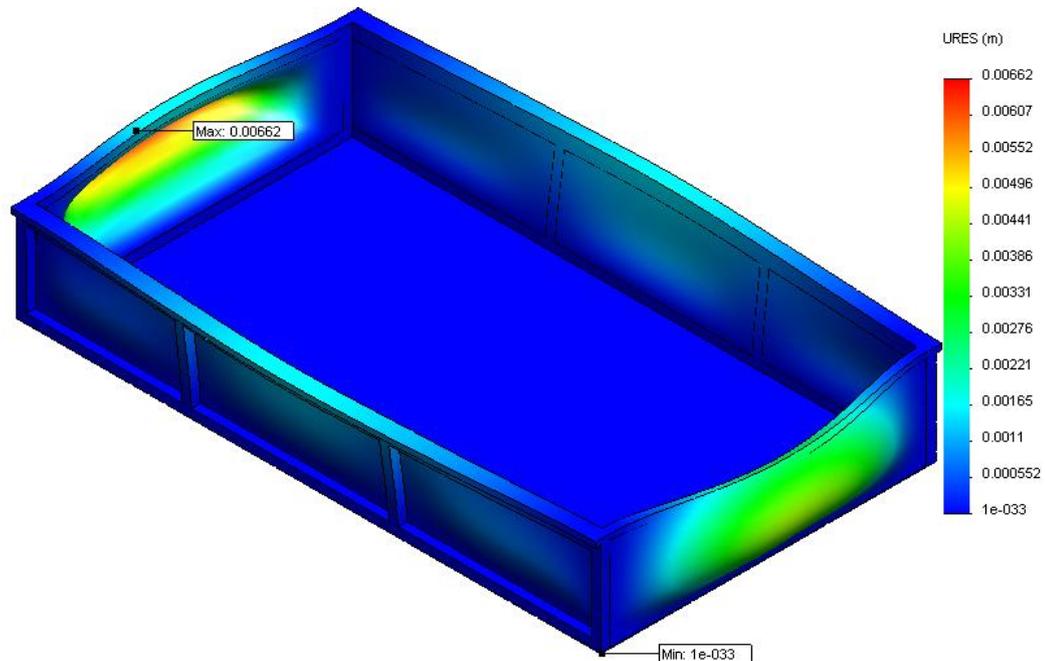


Figura 2.20 Resultados de desplazamientos

El segundo resultado son los desplazamientos ocurridos en el momento de aplicar presiones en el modelo. Observando la escala de colores apreciamos que los mayores desplazamientos ocurren en las paredes delantera y posterior, pero estos valores son muy bajos para ser tomados en cuenta.

DEFORMACIONES UNITARIAS

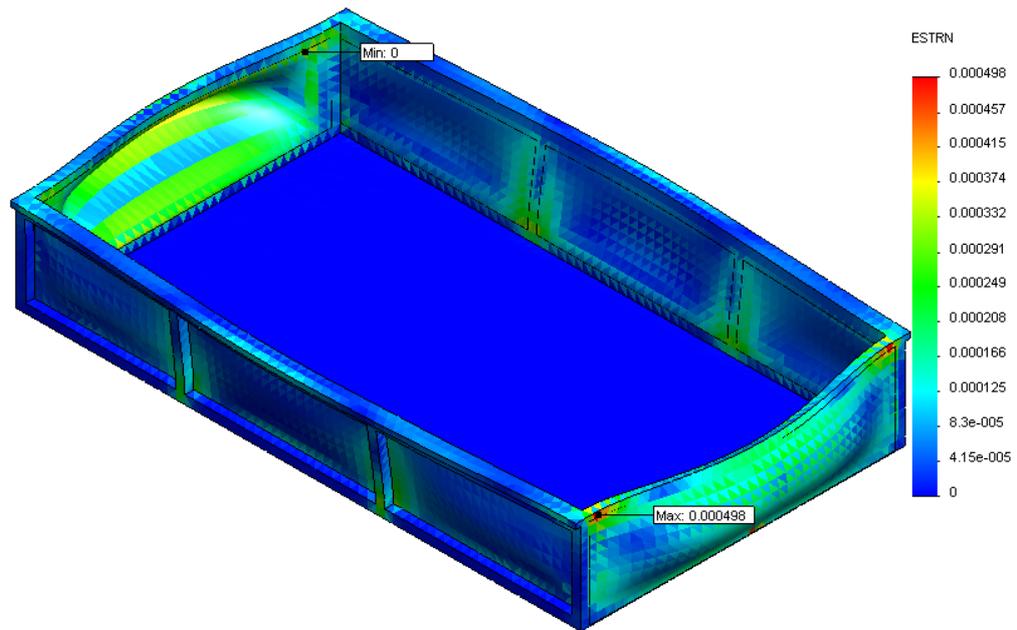


Figura 2.21 Resultados de deformaciones unitarias

En este resultado podemos observar las deformaciones unitarias ocurridas en el modelo. Aquí apreciamos que las mayores deformaciones ocurren en las paredes posterior y delantera, como también en los travesaños del sistema.

Dichos valores de deformaciones son bajos y tomando en cuenta el factor de seguridad el diseño cumple con los parámetros de diseño.

2.14.3.-VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Una vez obtenidos los resultados de tensiones, deformaciones y desplazamientos en CosmosWorks se procede a realizar la verificación de diseño en base a conceptos de materiales dúctiles.

En esta verificación se obtendrá además el factor de seguridad mínimo para la optimización del diseño.

Estos son los resultados de la verificación:

VERIFICACIÓN VONMISES

Las dos graficas a continuación son resultados de la Verificación de diseño con CosmosWorks:

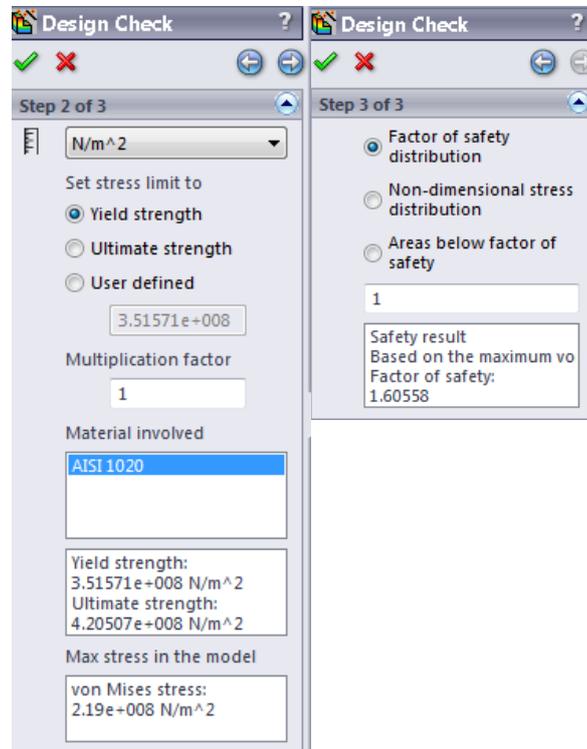


Figura 2.22 Cuadro de resultados

$$\frac{\sigma_{vonMises}}{\sigma_{limit}} < 1$$

Material: AISI 1020

Límite de Fluencia: $351571000 \frac{N}{m^2}$

Resistencia ultima: $420507000 \frac{N}{m^2}$

Máxima tensión en el modelo

Tensión de VonMises : $219000000 \frac{N}{m^2}$

Criterio: Tensión máxima VonMises

$$\frac{21900000}{357511000} = 0,6125 < 1$$

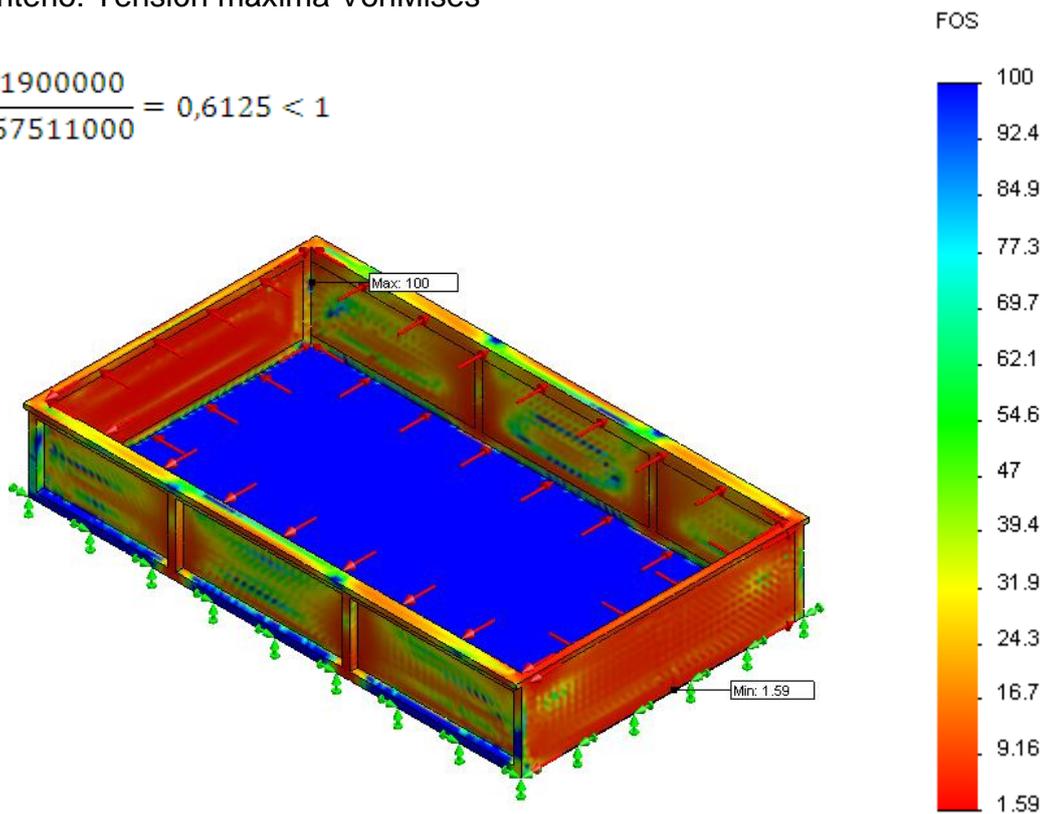


Figura 2.23 Distribución del factor de seguridad en el cajón

Con esta verificación de diseño se ha obtenido un factor de seguridad mínimo de 1.60558, con lo cual el modelo cumple con las tensiones aplicadas al mismo.

Además este software nos permite dar una verificación de zonas seguras, utilizando una escala de colores. En este caso podemos observar zonas seguras con color azul y a medida que el color cambia a rojo se tornan inseguras

2.15.- ANÁLISIS DE MOVIMIENTO MEDIANTE COSMOS MOTION

Otra de las herramientas muy importantes que nos presenta el software SolidWorks es CosmosMotion el cual nos permite simular el movimiento de un mecanismo y calcular posiciones, velocidades, aceleraciones, fuerzas de inercia, potencia, etc, generadas en los diferentes elementos para los diferentes intervalos de tiempo

Para la utilización de esta herramienta primero se tuvo que modelar en SolidWorks el sistema con todos sus componentes como son: cajón, cilindro hidráulico, chasis, corrediza, bisagras y demás componentes que conforman el sistema de volteo.

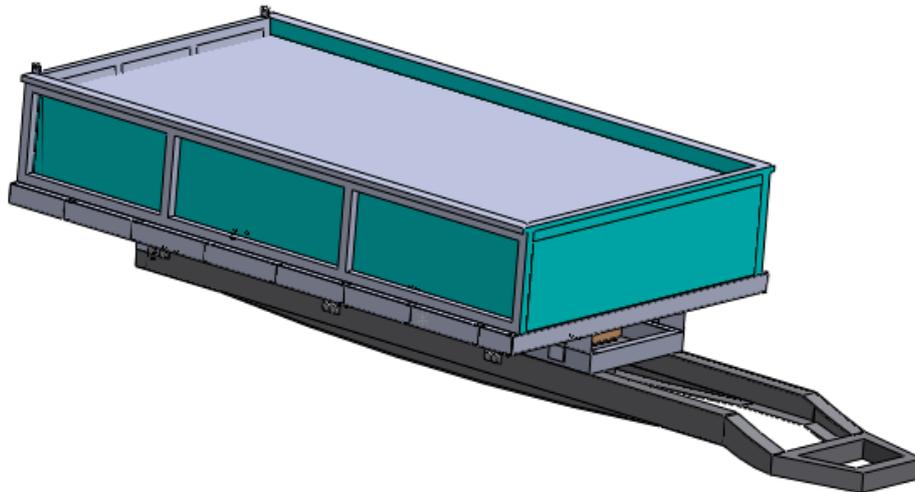


Figura 2.24 Modelado del sistema de volteo completo.

Para esta simulación se tomo un mínimo tiempo que le toma a los camiones de volteo comunes en alcanzar su máxima inclinación del cajón. Además se tomo una velocidad de ascenso de 2,5 cm/s, que es la de los camiones de nuestro medio.

En el siguiente gráfico se puede observar el sistema de volteo con el cajón totalmente arriba.

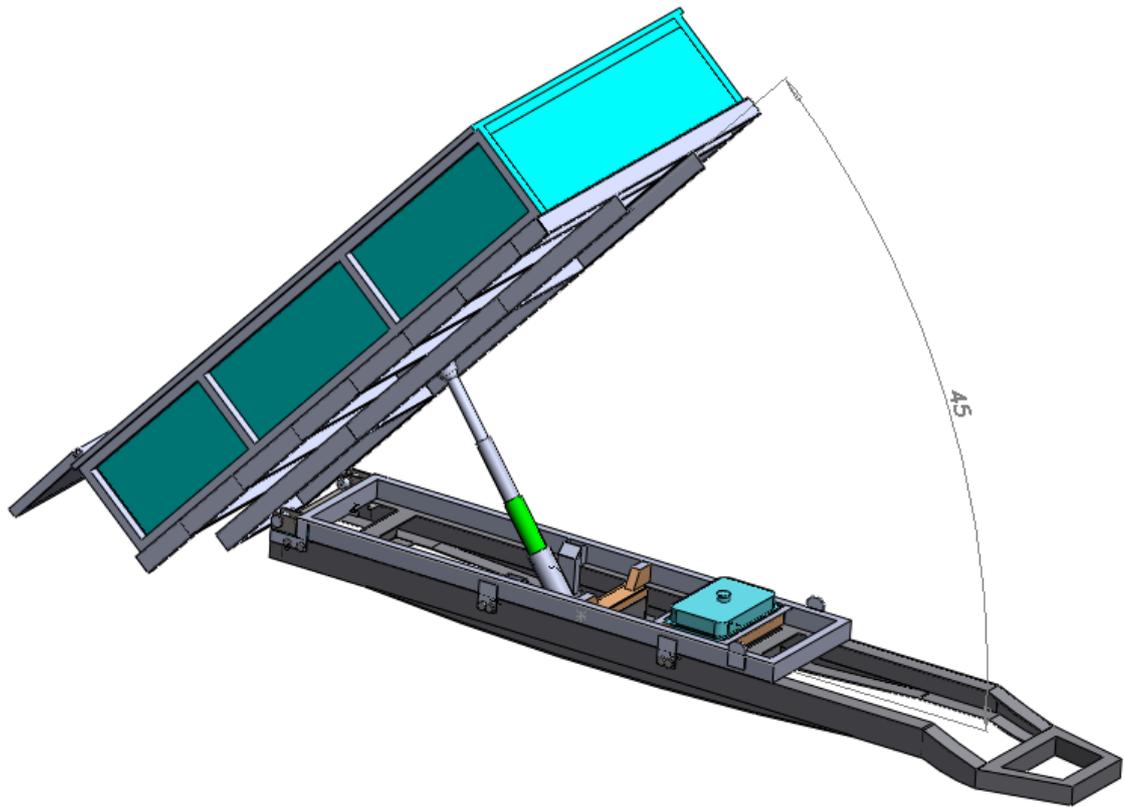


Figura 2.25 Sistema de Volteo totalmente abierto

Ingresados todos los datos se pudo obtener algunos resultados del estudio:

En la primera gráfica podemos observar la velocidad angular vs el tiempo del cajón de volteo.

Esta Velocidad observamos que decrece a medida que el tiempo avanza, siendo cero en el tiempo máximo de 32 seg.

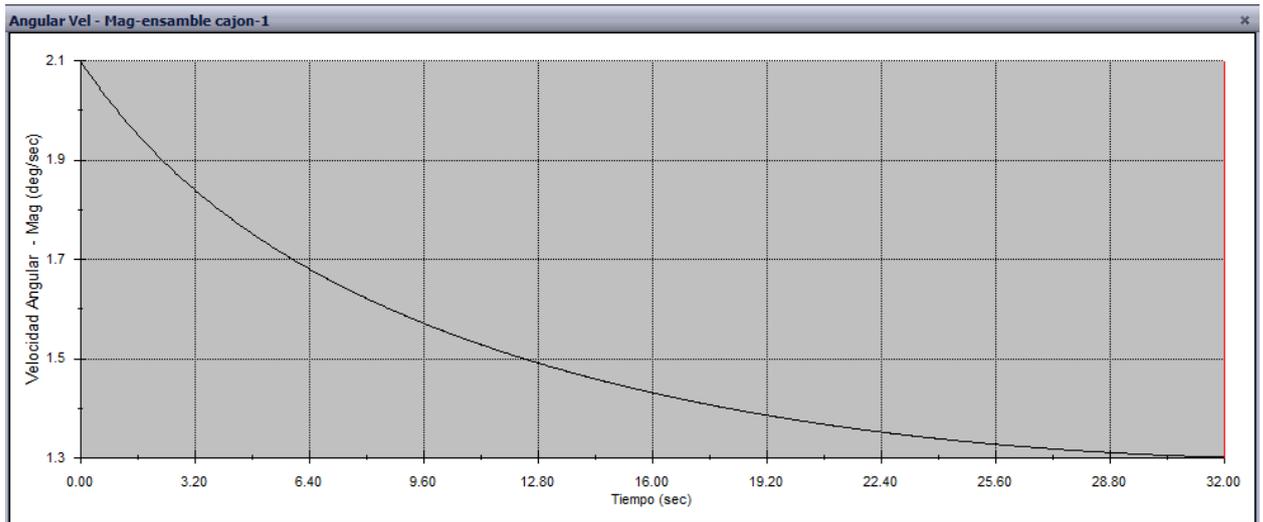


Figura 2.26 Velocidad angular

La segunda grafica nos muestra la fuerza aplicada del pistón al cajón de volteo.

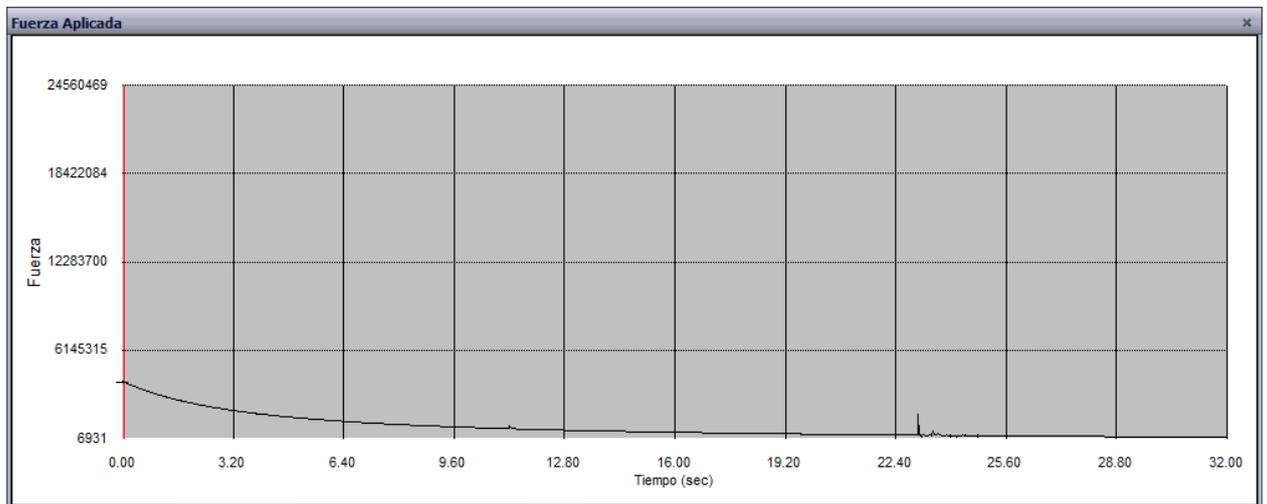


Figura 2.27 Fuerza aplicada de la punta del vástago

En este caso la fuerza decrece a medida en que el tiempo avanza debido a que la carga del cajón comienza a caer y por lo tanto el esfuerzo que tiene que hacer el pistón es menor.

Luego tenemos la gráfica de la velocidad lineal del cilindro en donde como podemos observar comienza con 9 cm/seg en el comienzo del movimiento y luego desciende hasta tornarse 0 en un tiempo de 32 seg.

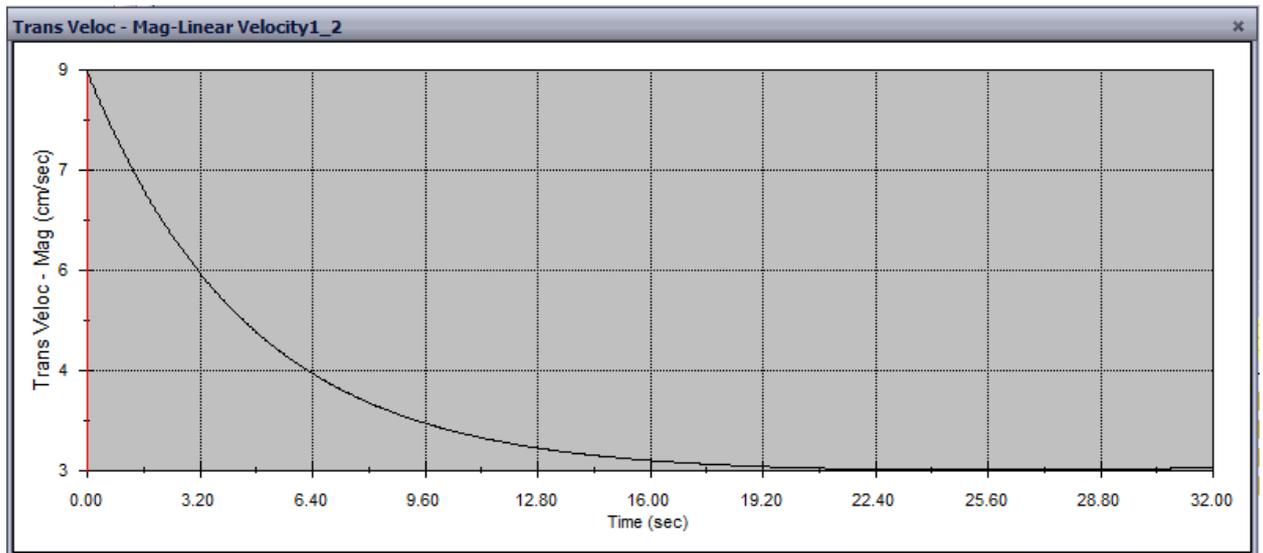


Figura 2.28 Gráfica de la velocidad lineal del cilindro.

A continuación tenemos la grafica de la energía dada por el cilindro. Aquí observamos que en el inicio del movimiento es decir cuando el cajón está empezando a levantarse la energía es máxima , bajando a medida que el tiempo avanza.

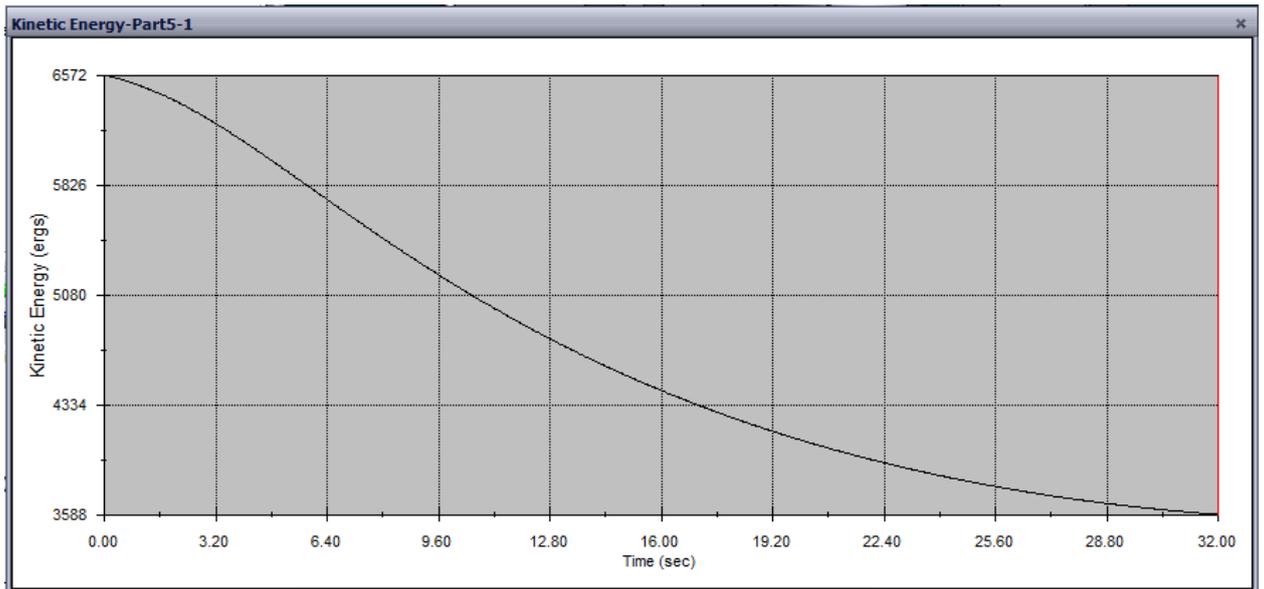


Figura 2.29 Grafica de la energía del cilindro

Del análisis de los resultados se comprobó que el diseño es correcto por lo que se procede a generar los planos con SolidWorks las mismas que se muestran en el apéndice.

CAPÍTULO III

DISEÑO HIDRÁULICO

3.1.- REQUISITOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO

Empezando por un buen diseño del sistema hidráulico se garantiza el éxito de un sistema de volteo, el cual es del tipo dinámico.

Se fundamenta en el hecho de que los líquidos no se pueden comprimir excepto en condiciones extremas de laboratorio

La presión aplicada en cualquier parte de un líquido confinado, se aplicara sin cambio en la superficie de confinamiento.

Para este diseño tenemos que los requisitos y parámetros son los siguientes:

Peso total a ser levantado = 6 Toneladas

Velocidad de ascenso del cajón = 2.5 m/s

Capacidad del cajón = 2.5 m³

Las propiedades y aplicaciones del aceite hidráulico a ser utilizado son :

Texaco Rando HD ISO 32, 46, o 68 son recomendados para:

- Bombas, de pistón, o de engranes, especialmente cuando las presiones exceden las 1000 psi
- Compresores recíprocos ligeramente cargados
- Motores y chumaceras

Texaco Rando HD ISO 100, 150, o 220 son recomendados para:

- Engranajes de reducción de equipos hidráulicos
- Compresores de aire recíprocos
- Chumaceras sencillas y antifricción

- Sistemas de aceite circulante

Para el sistema de volteo construido aplican el Rando HD ISO 32, 46, y 68; pero por su costo se escogió HD ISO 32 que cumple satisfactoriamente con los requerimientos del sistema.

Densidad del aceite hidráulico:

$$\rho = 512.345 \frac{Kg}{m^3}$$

Viscosidad Dinámica:

$$\mu = 8.3 \times 10^{-2} \frac{Kg}{m \cdot seg}$$

Viscosidad Cinemática:

$$\nu = 162 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

3.2.- SELECCIÓN DE COMPONENTES HIDRÁULICOS

3.2.1.- SELECCIÓN DEL CILINDRO

Para la selección del cilindro se tomo en cuenta algunos factores como son:

- Espacio disponible que se tiene en el camión
- Carrera total necesaria del vástago del cilindro para que el cajón se incline entre 45° y 50°
- Peso total a ser elevado

En nuestro caso particular el espacio que teníamos disponible en el cajón era reducido por lo cual se opto por escoger un cilindro telescópico, el cual nos da la ventaja de tener un cuerpo pequeño y una carrera del cilindro larga.

En cuanto tiene que ver con la carrera del cilindro, necesitamos que sea entre 90 cm y 110 cm para lograr una inclinación entre 45° y 50° del cajón del camión.

Utilizando catálogos de cilindros hidráulicos (Tabla 5) existentes en nuestro medio se escogió el siguiente cilindro:

Datos:

Carrera Total necesaria = Entre 90cm y 110cm

Peso Total a ser Elevado= Peso del Cajón + Peso del Material

Peso Total a ser Elevado= 6000 kg = 6 ton.

3.2.2.- SELECCIÓN DE LA BOMBA HIDRÁULICA

DATOS:

PESO TOTAL A SER ELEVADO:

$$W_T = W_{\text{material}} + W_{\text{cajón}}$$

$$W_T = 5000 \text{ Kg} + 1000 \text{ Kg}$$

$$W_T = 6000 \text{ Kg} = 13200 \text{ lb}$$

DIÁMETRO DEL PISTÓN:

$$\Phi = 104\text{mm} = 4.09 \text{ plg}$$

Recorrido Total del Vástago del Cilindro:

$$L = 100 \text{ cm} = 39.37 \text{ plg}$$

PRESIÓN DE LA BOMBA:

$$P = \frac{F_{\text{TOTAL}}}{A_{\text{PISTON}}}$$

ÁREA DEL PISTON:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * 4.09\text{plg}^2}{4}$$

$$A = 13.17 \text{ plg}^2$$

$$P = \frac{13200 \text{ lb}}{13.17 \text{ plg}^2}$$

$$P = 1002.27 \text{ psi}$$

CAUDAL DE LA BOMBA:

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

$$\text{Volumen} = A * L$$

$$\text{Volumen} = 13.17 \text{ plg}^2 * 39.37 \text{ plg}$$

$$\text{Volumen} = 518.5 \text{ plg}^3 = 31.7 \text{ gl}$$

$$Q = \frac{2.25 \text{ gl}}{0.53333 \text{ min}}$$

$$Q = 27 \text{ GPM}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS

PÉRDIDAS POR FRICCIÓN

DATOS:

$$Q = 27 \text{ GPM} = 1.7055 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$D_{\text{conducto}} = 32 \text{ mm} = 0.032 \text{ m}$$

$$A_{\text{interna}} = 8.042 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ (Tabla 2 Anexos)}$$

Densidad del aceite hidráulico:

$$P = 512.345 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Viscosidad Dinámica:

$$\mu = 8.3 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg}}{\text{m} \cdot \text{seg}}$$

Viscosidad Cinemática:

$$\nu = 162 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Velocidad media del fluido:

$$V_m = \frac{Q}{A}$$

$$V_m = \frac{1.7055 \times 10^{-3}}{8.042 \times 10^{-4}}$$

$$V_m = 2.1207 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Lo primero que debemos determinar es el número de Reynolds para saber si el flujo es turbulento o laminar:

$$N_R = \frac{V_m D \rho}{\mu}$$

$$N_R = \frac{2.1207 \times 0.032 \times 512.345}{8.3 \times 10^{-2}}$$

$$N_R = 418.91$$

Puesto que $N_R < 2000$, el flujo es laminar.

Entonces para flujo laminar utilizamos la siguiente ecuación:

$$h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V_m^2}{2g}$$

El factor de fricción f para flujo laminar se calcula de la siguiente manera:

$$f = \frac{64}{N_R}$$

$$f = 0.152777$$

$$h_L = 0.152777 \times \frac{1}{0.032} \times \frac{2.1207^2}{2(9.81)}$$

$$h_L = 1.09 \text{ m}$$

$$P1 = h_L \times \rho \times g$$

$$P1 = 1.09 \times 512.345 \times 9.81$$

$$P1 = 5478.4538 \frac{N}{m^2}$$

$$P1 = 0.7949 \text{ PSI}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS MENORES (VÁLVULAS Y JUNTURAS)

En nuestro caso este cálculo se lo hará solo para codos ya que la válvula de distribución está incluida en el cuerpo de la bomba:

Para calcular las pérdidas en codos la formula es la siguiente:

$$h_L = K \left(\frac{V_m^2}{2g} \right)$$

El método para determinar el coeficiente de resistencia K es:

$$K = \left(\frac{L_\epsilon}{D} \right) f_T$$

Tomando en cuenta la tabla 3 de los anexos encontramos la proporción de longitud equivalente $\frac{L_\epsilon}{D}$ para un codo de radio largo de 90°.

Para este mismo tipo de codo el factor de fricción f_T y según la tabla 4 es :

$$f_T = 0.022$$

Entonces reemplazando en la anterior ecuación

$$K = 0.44$$

Por lo tanto las pérdidas serían:

$$h_L = 0.44 \left(\frac{2.1207^2}{2(9.81)} \right)$$

$$h_L = 0.1008 \text{ m}$$

Para nuestro caso son cuatro codos iguales :

$$h_L = 0.4032 \text{ m}$$

$$P_2 = h_L \times \rho \times g$$

$$P_2 = 2026.5253 \frac{N}{m^2}$$

$$P_2 = 0.2940 \text{ PSI}$$

$$P_T = 0.7949 + 0.2940$$

$$P_T = 1.0889 \text{ PSI}$$

Entonces la presión total que debe dar la bomba es :

$$P_{\text{BOMBA}} = 1.0889 + 1002.27$$

$$P_{\text{BOMBA}} = 1003.3589 \text{ PSI}$$

Una vez obtenidas las características de la bomba que cumplan con todas las demandas del diseño se opto por escoger la siguiente bomba de marca PERMCO y con las siguientes características que satisfacen el diseño y nos un factor de seguridad de 1.5:

DMD-400



DMD-25 w/ aft air shift

Figura 3.1 Bombas para camiones de volteo

Características:

- Flows of 37 and 46 GPM at 1800 RPM
- Pressures to 2500 PSI
- Speeds to 2400 RPM
- Neutral Lock-out Safety Cap for Use with Pull-out Cable
- 100% Factory Tested
- 2 Line for Intermittent Duty or 3 Line for Continuous Duty Systems
- Built-in Direct Acting Relief Valve Set at Factory

Esta Bomba tiene la particularidad de en su cuerpo tener incluida una válvula del tipo 2/2 por lo que no fue necesario escoger este dispositivo.

Además viene incluida una válvula reguladora de presión con lo cual se asegura un buen funcionamiento del sistema a máxima carga.

3.3.- SIMULACIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

Para la simulación del circuito Hidráulico se utilizó el software FESTO FLUIDSIM el cual nos permite observar el funcionamiento de los diferentes componentes del sistema.

3.3.1.- Fase 1

El primer gráfico nos muestra el circuito completo en estado de reposo con la designación de cada componente

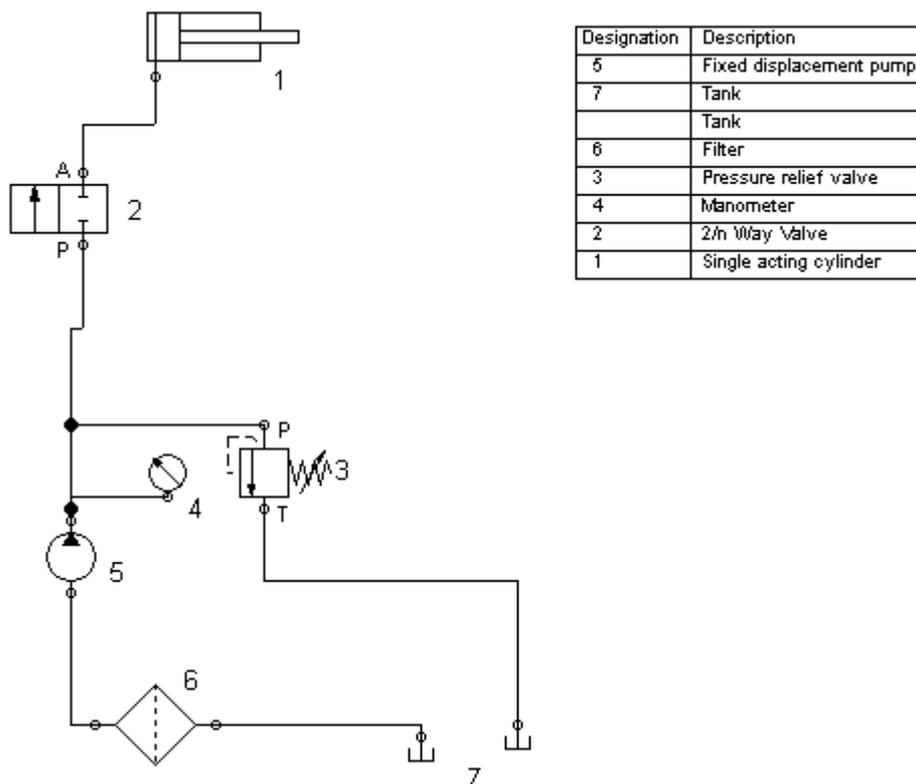


Figura 3.2 Fase 1

3.3.2.- Fase 2

El siguiente gráfico nos muestra el sistema cuando la bomba hidráulica está en funcionamiento y nos da una presión de 1002 PSI.

En esta fase la válvula está cerrada y no permite el paso del fluido al cilindro.

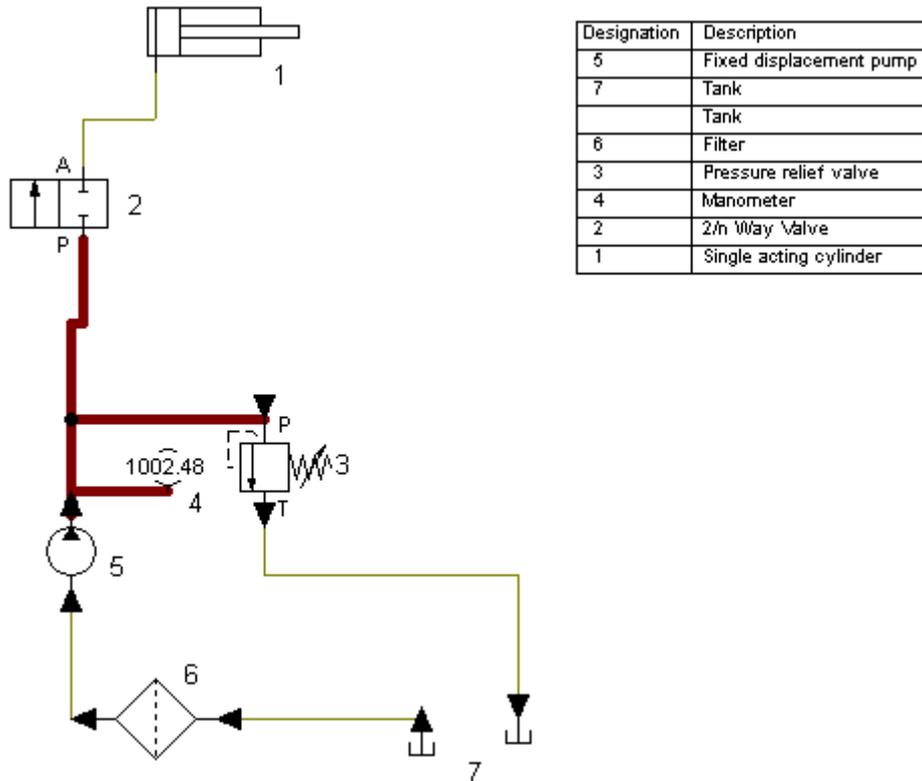
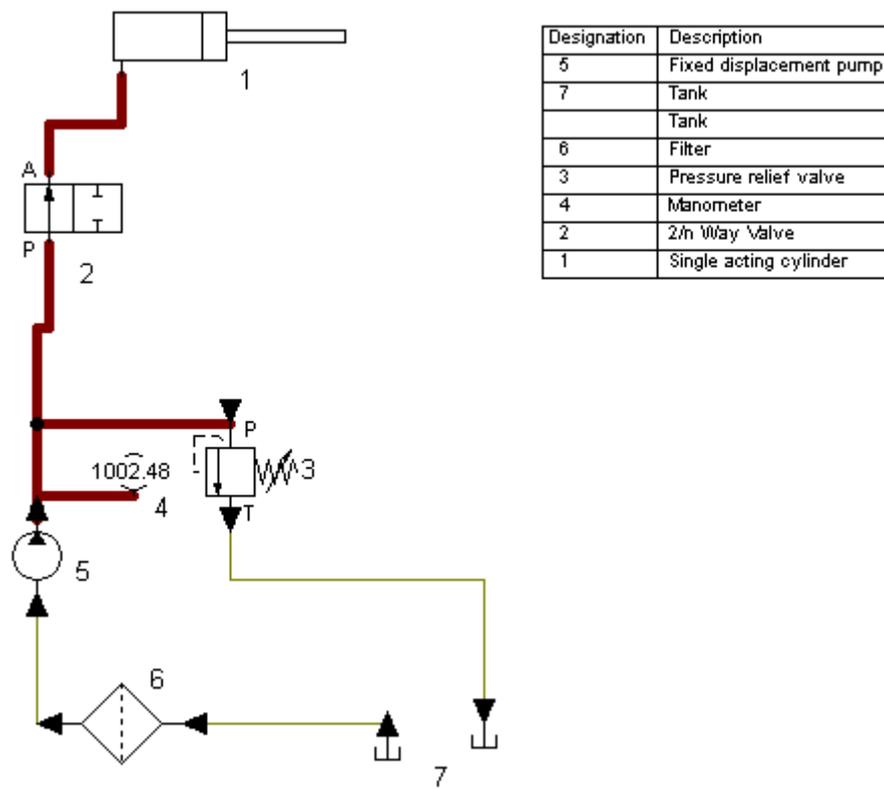


Figura 3.3 Fase 2

3.3.3.- Fase 3

En el último gráfico tenemos el funcionamiento total del circuito estando el vástago totalmente afuera y la válvula abierta permitiendo el paso del fluido hidráulico hacia el cilindro.



Designation	Description
5	Fixed displacement pump
7	Tank
	Tank
6	Filter
3	Pressure relief valve
4	Manometer
2	2/3 Way Valve
1	Single acting cylinder

Figura 3.4 Fase 3

CAPÍTULO IV

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA DE VOLTEO

4.1.- HERRAMIENTAS A UTILIZAR

- Destornillador
- Alicata
- Cinta métrica
- El flexómetro
- Tornillo de banco
- El calibre
- Martillo
- Diferentes llaves
- Broca
- Soldadura oxiacetilénica
- Pulidora manual
- Taladro de mano
- Prensa
- Escuadra

4.2.- CONSTRUCCIÓN

Con la ayuda de las herramientas ya antes mencionadas y tomando en cuenta todos los parámetros de diseño se procede a la construcción del sistema.

Para construir el sistema se inicio desmontando el cajón del auto, esto retirando las abrazaderas que los unían para luego con la ayuda de un tecele retirarlo



Figura 4.1 Desmontaje del cajón

Luego el primer paso es recortar el chasis del camión ya que el largo del cajón de volteo es igual a este por lo que no podrá girar los 50° necesarios para que el material caída en su totalidad del cajón.

Utilizando la soldadura oxiacetilénica en su función de corte recortamos 28 cm del chasis, los cuales permitirán que el giro del cajón se complete.



Figura 4.2 Corte del chasis

Una vez recortados los 28 cm del chasis se procede a pulir sus extremos para evitar que estos queden cortantes con la ayuda de una pulidora manual.



Figura 4.3 Pulido de bordes cortantes

Una de las partes más importantes de la base del nuevo sistema de volteo es donde se soldaran las bisagras del cajón.

Para esta base se ha utilizado un perfil estructural en L cortado a la medida del ancho del chasis. Tomando en cuenta que el sistema de volteo instalado en este vehículo será removible esta base será unida al chasis mediante pernos .

Por lo tanto se procedió a hacer agujeros tanto en la base como en el chasis con la ayuda de un taladro de mano.



Figura 4.4 Perforación del chasis

En la pieza recortada del chasis estaba el mecanismo de ascenso y descenso de la rueda de emergencia por que esta pieza habrá que volverla a soldar al chasis recortado utilizando una nueva pieza de acero agujerada en el centro para que pueda pasar la varilla del mecanismo.



Figura 4.5 Mecanismo de ascenso de Rueda

La siguiente pieza a ser construida será la base en donde se asentara el cajón de volteo. Esta será construida de un perfil estructural en forma de C.

Lo primero que se hizo es recortar las piezas a la medida con la ayuda del oxicorte.

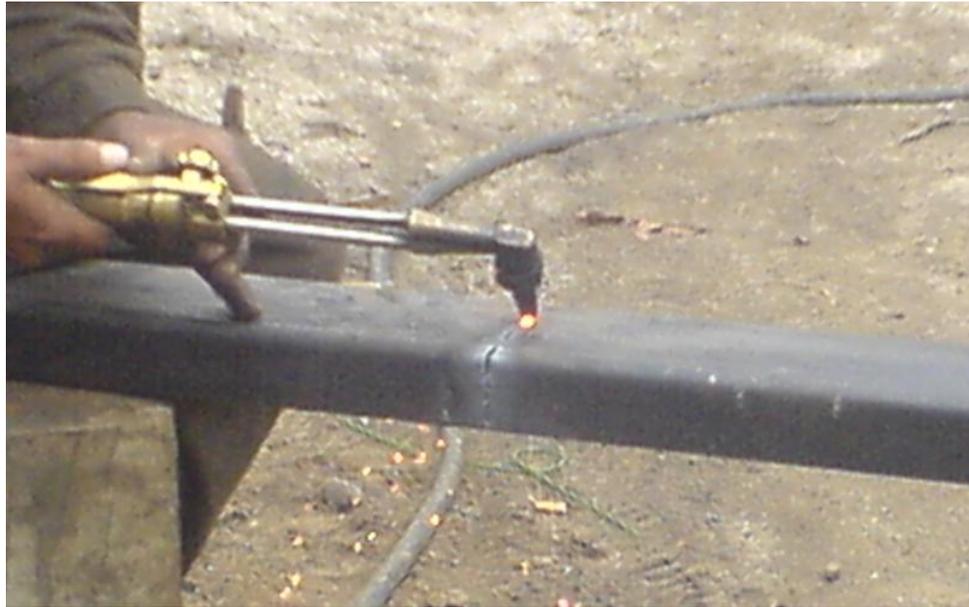


Figura 4.6 Corte de piezas

Una vez recortados los pedazos de perfil estructural se procede a soldarlos utilizando la soldadura por arco eléctrico SMAW.



Figura 4.7 Soldadura de los perfiles estructurales

Una vez construida la base del cajón de volteo se procede a alinearle con el chasis con la ayuda de una prensa y una escuadra , ya que esta alineación nos permitirá luego poder unirla al chasis mediante pernos y placas soldadas al chasis.



Figura 4.8 Alineación de la estructura soporte

Para sujetar la nueva base se procedió a construir unas platinas las cuales irán soldadas a la base para luego ser empernadas al chasis y así poder facilitar el desmontaje en caso de ser necesario.



Figura 4.9 Uniones chasis-estructura

Otro tipo de platinas de mayor grueso fueron soldadas en la parte delantera de la estructura pero con sentido contrario, las cuales servirán para alinear y sujetar al

cajón en la posición pasiva, estas fueron soldadas a 15 cm del extremo de la estructura.



Figura 4.10 Guías del cajón

Una vez construida la base del cajón de volteo se procede a fabricar las bisagras las cuales se las ha hecho con platinas y bocines que fueron maquinadas en el torno



Figura 4.11 platinas y bocines

Una vez construidas las bisagras se las une al cajón soldándolas por medio de platinas, por el otro lado es decir en la estructura base son soldadas cuatro platinas con un orificio de diámetro igual al de las bisagras y al del pin que es el encargado de juntar al cajón con la base.



Figura 4.12 Construcción de las bisagras

El siguiente punto es instalar el toma fuerza a la caja de cambios.

El engranaje del toma fuerza que se dispone, coincide con el engranaje de primera de masa de la caja de cambios.

Un problema que se tuvo es que el toma fuerza no asentaba en la carcasa de la caja de cambios, debido a que este no es propio de la marca Toyota. La solución fue construir unas platinas que servirán como alzas y así ensamblar correctamente el toma fuerzas a la caja de cambios.



Figura 4.13 Acoplamiento del toma fuerzas a la caja de cambios

Para transmitir el movimiento del toma fuerzas a la bomba hidráulica se instaló un cardán el cual en él un extremo es sujetado por un perno al eje del toma fuerzas y en su otro extremo es estriado para poder acoplarse al eje de la bomba hidráulica.



Figura 4.14 Árbol de transferencia del toma Fuerza

Para sujetar la bomba hidráulica a el chasis se construyo una base en la cual ira alojada la bomba sujeta con cuatro pernos

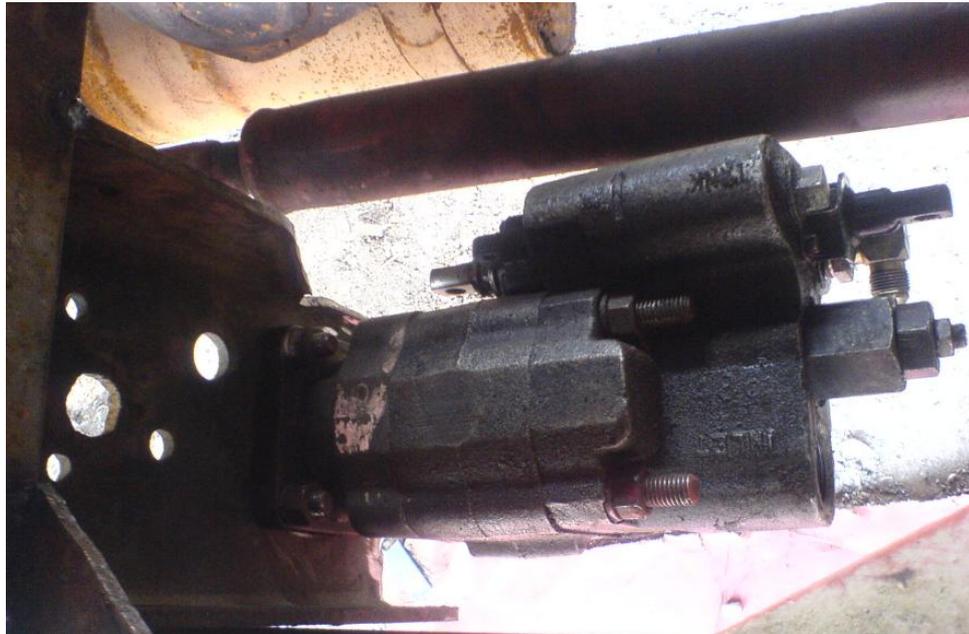


Figura 4.15 Base de la bomba hidráulica

Para colocar el reservorio de aceite el cual fue tomado de otro camión de volteo que tenia las mismas características del nuestro por lo que no fue necesaria su construcción , se construyo las bases las cuales fueron soldadas al chasis. Se hizo agujeros para poder sujetar el reservorio a dichas bases . La capacidad del reservorio es de 20 litros.



Figura 4.16 Reservorio de Aceite

Otro elemento muy importante en el sistema es el cilindro telescópico que fue escogido para este sistema. El vástago de este en su parte extrema posee un sistema de rótula el cual debía ser unido al cajón de volteo para lo que se lo soldó mediante una platina al cajón.



Figura 4.17 Base superior del cilindro

Luego se procedió a construir la base en la cual iría alojado el cilindro telescópico. Para esto se soldó una serie de platinas a la base del sistema de volteo las cuales sostendrán al cilindro y permitirán su movimiento.



Figura 4.18 Base inferior del cilindro

Una vez instalado la bomba hidráulica y el cilindro se procedió a instalar el resto de los accesorios hidráulicos como son mangueras y acoples.

Otro sistema muy importante es el mecanismo de apertura de la puerta trasera el cual fue construido con un sistema de varillas, que es accionado por una palanca situada en la parte delantera del cajón.

A continuación mostramos el sistema de apertura que antes de ser a construido fue modelado en SolidWorks

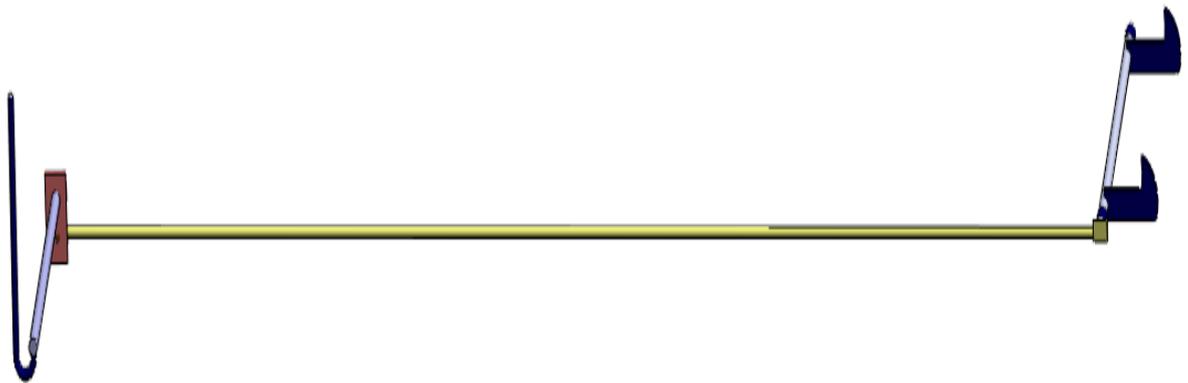


Figura 4.19 Modelado del sistema de apertura de la puerta



Figura 4.20 Palanca de apertura de la compuerta

La palanca, por medio de una varilla que recorre todo el cajón abre o sierra unas uñetas que fueron construidas en la parte posterior del cajón de volteo, las cuales tienen la finalidad de abrir y cerrar la compuerta.



Figura 4.21 Uñeta de retención de la compuerta

En este cajón se procedió a construir las bisagras de la puerta trasera para lo que se utilizó unas platinas con agujeros así como también pernos los cuales servirían de ejes en la apertura de las puertas.



Figura 4.22 Bisagras puerta trasera

De acuerdo con el diseño mecánico hecho no fue necesario construir otro cajón ya que el que tiene el camión cumple con todos los parámetros necesarios en este sistema por lo se procedió a reforzarlo en sus partes más críticas así como también en las partes en donde van sujetos tanto cilindro como las bisagras del sistema.

Una vez construido el sistema mecánico e hidráulico se procedió a la construcción de los accionamientos de los mismos, es decir el acople del toma fuerza al movimiento del motor y la apertura y cierre de la válvula, que se montaron en la cabina del camión.

Antes de construir los sistemas de accionamiento se modelo el mecanismo de apertura de la válvula en SolidWorks que a continuación se presenta.

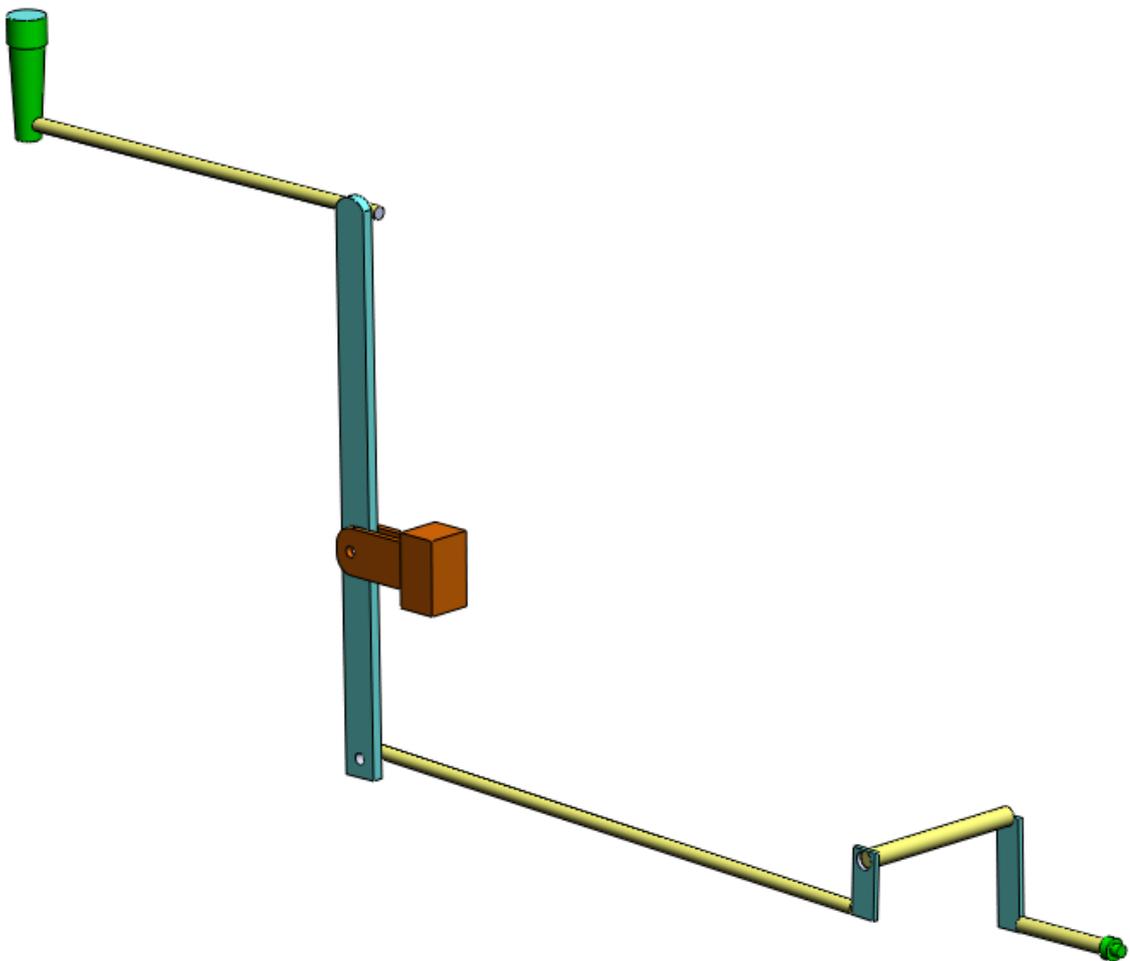


Figura 4.23 Modelado del mecanismo de apertura de la válvula

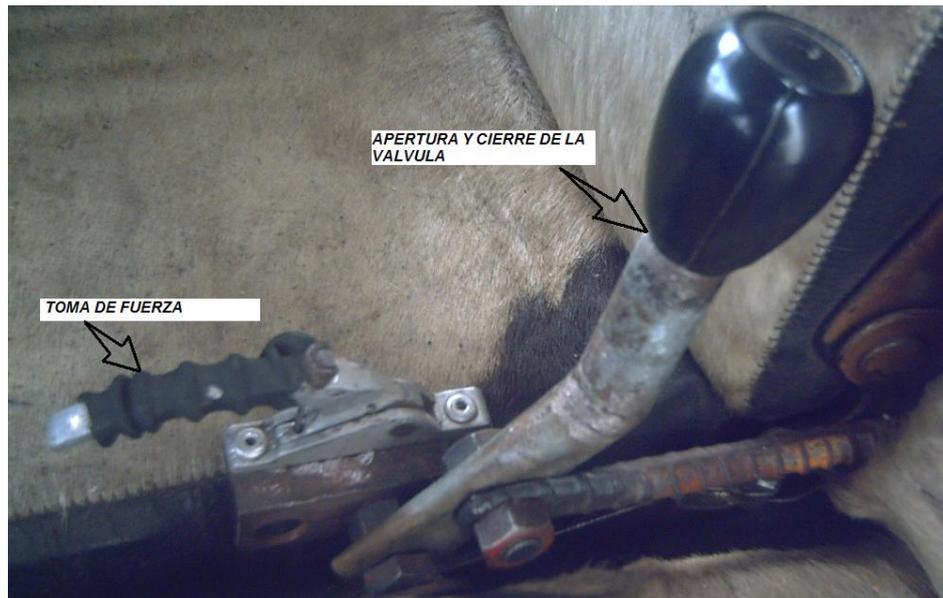


Figura 4.24 Mandos de accionamiento

Para el accionamiento de la válvula se lo realizo por medio de un sistema de varillas que conectan a la válvula y al mando de la cabina.

El toma fuerza por el contrario es accionado por un cable flexible.

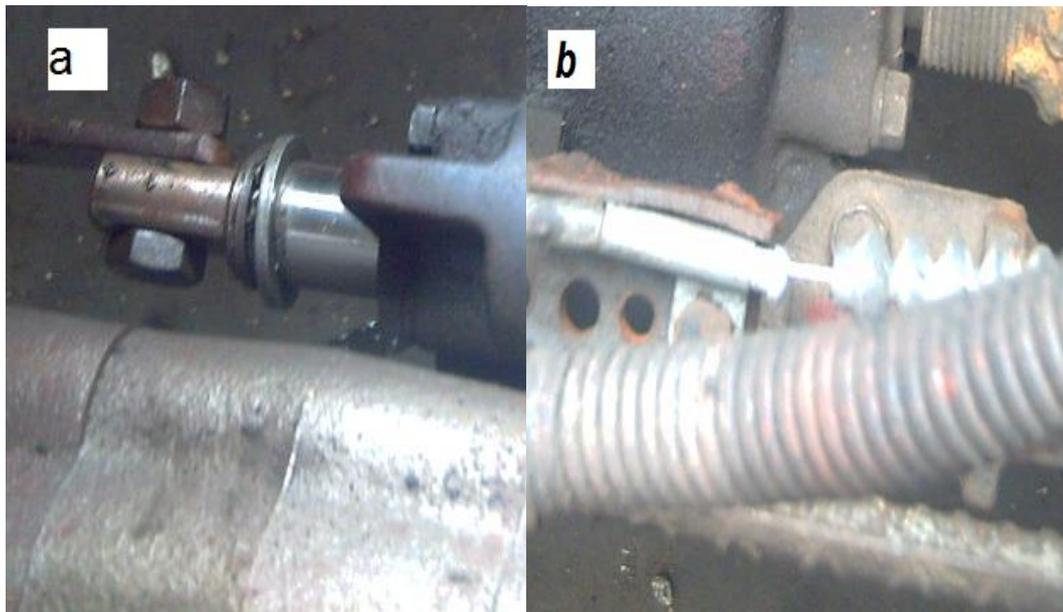


Figura 4.25 Terminales de los mandos: a) válvula b) toma fuerza

CAPÍTULO V

MANTENIMIENTO Y NORMAS DE SEGURIDAD DEL SISTEMA

5.1.- MANTENIMIENTO DE LA BOMBA

La frecuencia de mantenimiento no es la misma para todas las bombas, sino que varía con las condiciones del servicio. Una bomba que maneje líquidos limpios, no corrosivos, requiere mucho menos mantenimiento que una bomba del mismo tamaño y tipo que tenga que manejar líquidos corrosivos o arenisca.

Una inspección periódica resulta económica en comparación con las apagadas forzosas debidas a daños o fallas de las diferentes partes de la bomba. Las inspecciones de la bomba deben hacerse bimestral o anualmente, según la clase de servicio; mientras más pesado sea el servicio más frecuentemente debe ser la inspección. La inspección debe ser completa y debe incluir un chequeo cuidadoso de las tolerancias entre las partes giratorias y las estacionarias, así como el estado en que se encuentran todas las partes expuestas a roce o a daños causados por arenisca y/o corrosión.

5.1.1.- REGLAS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE BOMBAS HIDRÁULICAS

Las siguientes reglas, evidentemente fundamentales, ayudarán a obtener el servicio más seguro, el mantenimiento más económico, y la mayor vida posible para las bombas hidráulicas. El mantenimiento adecuado no comienza con la reparación o la reposición de las piezas dañadas, sino con una buena selección e instalación, es decir, evitando que haya que reponer o reparar. Estas reglas estarán basadas en cuatro temas diferentes: Instalación, operación y mantenimiento.

5.1.1.1.- Operación

- La bomba no debe trabajar en seco.
- No debe trabajarse una bomba con caudales excesivamente pequeños.
- Efectuar observaciones frecuentes.
- No debe pretenderse impedir totalmente el goteo de las cajas de empaque.
- No debe utilizarse demasiado lubricante en los rodamientos.
- Inspeccionar el sistema (según su uso).

5.1.1.2.- Mantenimiento y reparación

- No debe desmontarse totalmente la bomba para su reparación.
- Tener mucho cuidado en el desmontaje.
- Es necesario un cuidado especial al examinar y reacondicionar los ajustes.
- Al iniciar una revisión total deben tenerse disponibles juntas nuevas.
- Revisar todas las partes montadas en el rotor.
- Llevar un registro completo de las inspecciones y reparaciones.

5.2.- MANTENIMIENTO DE LOS CILINDROS HIDRAULICOS

Daremos ahora unos cuantos consejos generales para evitar incidencias y averías en las instalaciones con cilindros hidráulicos:

- Lubricar con aceite hidráulico limpio las juntas, conectores y racores antes de usarlos.
- Comprobar la presión de funcionamiento del circuito hidráulico para evitar sobrepresiones.
- Comprobar el apriete de los conectores hidráulicos del cilindro para evitar fugas.
- Comprobar los soportes de los cilindros, tanto en holgura como en alineación.
- Limpiar la suciedad del vástago, usando fuelles en instalaciones en zonas de polvo o suciedad alta.
- Mantener el aceite hidráulico en perfectas condiciones ayuda en gran medida a la conservación de todos los elementos de una instalación hidráulica.

5.3.- NORMAS DE SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE VOLTEO

- Apagar la bomba hidráulica.
- Bajar el implemento hasta el piso.
- Mueva la palanca del hidráulico hacia adelante y hacia atrás varias veces para reducir la presión.
- Seguir las instrucciones del manual del operador. Procedimientos específicos para mantenimiento de sistemas hidráulicos proveen normas de seguridad.
- Mantenga las manos y el cuerpo alejados de tubitos y boquillas que botan fluido a presión alta.
- Buscar ayuda médica si el líquido penetra en la piel.

5.4.- CUADRO DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE VOLTEO

<p>Inspección diaria o cada 10 horas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe el nivel de fluido hidráulico. • Compruebe que no hay pérdidas en las bombas y cilindros hidráulicos. • Compruebe el estado o posibles pérdidas en las mangueras y 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.
<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 soportes y bombas hidráulicas no están flojos o se han perdido.
<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

	<p>hidráulico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compruebe que los orificios de desagüe de la bomba no tienen pérdidas.
<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 lave las rejillas de la boca de llenado.

5.5.- INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

1. Siempre asegúrese de que el control en la cabina trabaja sin obstrucciones y está en buenas condiciones de operación. Los controles deben estar claramente señalados en su función y operación.
2. Siempre verifique que no hay cableado aéreo, obstáculos o personas antes de inclinar la caja.
3. Descargue con el vehículo detenido, en piso sin declive y con una carga balanceada.
4. El operador debe permanecer en la cabina a cargo de los controles durante todo el ciclo de descarga. Si hay personas cerca del área de descarga el operador debe apoyarse en una persona auxiliar para asegurarse de que la gente se mantenga a una distancia segura.
5. Nunca permita que nadie se coloque debajo de una caja que se esté descargando.
6. Siga todas las instrucciones de seguridad de la toma de fuerza:
 - A. No se ponga debajo del vehículo cuando el motor esté funcionando.

B. No trabaje en la toma de fuerza o en la flecha cuando el motor esté funcionando.

C. No embrague ni desembrague manualmente la toma de fuerza o la bomba del sistema de volteo desde debajo del vehículo cuando el motor esté funcionando.

5.6.- INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

5.6.1.- PRECAUCIONES DURANTE LA OPERACIÓN

A. No opere el gato mientras el vehículo esté en movimiento

B. Asegúrese de que toda la carga esté nivelada en la caja.

C. No vacíe las cargas mientras el vehículo esté en piso con declive o inestable.

D. Nunca opere la bomba de la toma de fuerza a una velocidad mayor de la Especificada. (Máximo 1800RPM.)

E. Desembrague la toma de fuerza mientras esté manejando el vehículo para prevenir daños a la bomba.

F. No aumente la presión de la bomba. Puede provocarse un daño importante si se exceden las especificaciones.

G. Nunca permita que la tijera o el cilindro hidráulico bote o vibre al detener su Movimiento.

5.6.2.- PARA SUBIR Y BAJAR UN SISTEMA DE VOLTEO CON CONTROL DE CABLE

A. Ponga el freno de emergencia / estacionado.

B. Ponga la palanca de velocidades en estacionar o en neutral. Verifique que no hay obstáculos alrededor del vehículo.

C. Embrague la flecha de la toma de fuerza mientras el motor está en neutral.

D. Active la válvula hasta su máxima posición para elevar la caja.

E. Precaución: No exceda las RPM especificadas para la flecha.

F. Para detener el sistema de volteo en cualquier posición mientras se está subiendo, coloque el control en la posición central.

G. Detener el sistema de volteo justo antes de que los cilindros estén completamente extendidos ayudará a aumentar la duración del cilindro hidráulico y de la bomba.

H. Para bajar la caja, mantenga la bomba encendida, ponga la palanca en su posición de bajar.

I. Nunca permita que el sistema de volteo bote o vibre cuando esté deteniendo su movimiento. Esto puede provocar daños importantes al chasis y al gato.

5.7.- INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

1. Con inspecciones y mantenimiento frecuentes prolongará la duración de su sistema de volteo.

Revise todos los pernos, pasadores de chavetas, mangueras hidráulicas, nivel de fluido hidráulico, uniones universales y partes de la transmisión de fuerza cada 50 ciclos de uso o cada semana, lo que suceda primero.

2. Lubrique todas las graseras antes de usar el sistema de volteo por primera vez y cada 50 ciclos a partir de entonces. El engrasado del gato prevendrá daños y ayudará a mantener su capacidad de levante. En condiciones extremas se puede requerir un mantenimiento más frecuente.

3. Cambie el aceite cuando se ensucie o al menos cada 12 meses. El aceite sucio incrementa el desgaste de los sellos y provoca fugas. Los aceites que se recomiendan a continuación se seleccionaron según las siguientes características. Su capacidad de levantar el cilindro en un mínimo de tiempo, así como sus propiedades anti-corrosión, anti-desgaste y anti-espumantes.

Texaco Rando HD proporciona valor a través de:

- Vida útil del equipo más larga — Si paquete anti desgaste especial reduce el desgaste mediante la protección de superficies cuando la carga provoca la falla de la película de lubricante.
- Reducción en el tiempo de reparación — Su efectivo inhibidor de herrumbre y oxidación evita la producción de partículas abrasivas en la formación de herrumbre, así como depósitos, barnices y lodos derivados de las fallas en el

aceite, las cuales pueden dañar las superficies y juntas del equipo y bloquear los filtros de forma prematura.

- Operación libre de problemas — Sus características de buena estabilidad hidrolítica y de separación del agua proporcionan excelente filtrabilidad en la presencia de contaminación por agua. Sus buenas propiedades anti-espuma y de liberación de aire aseguran una operación suave y eficiencia del sistema.
- Vida extendida de servicio del aceite — Su alta estabilidad a la oxidación resiste el engrasamiento del aceite y la formación de depósitos en servicio, eliminando la necesidad del cambio no programado del fluido hidráulico.

5.8.- SOLUCIÓN DE FALLAS

El gato no subirá suavemente:

- A. Si hay aire en los cilindros.

Fallas para elevar la carga adecuadamente:

- A. Libere los sujetadores de la caja.
- B. La capacidad del gato se ha excedido.
- C. Ductos hidráulicos perforados u obstruidos.
- D. La válvula de control no recorre toda su carrera, reduciendo la velocidad del Gato.
- E. El puerto de succión de la bomba está bloqueado con aceite sucio o con aceite muy grueso para climas fríos.
- F. La bomba no está funcionando porque la flecha de la toma de fuerza no está Girando o porque la bomba está dañada.

.

El gato no levanta completamente:

- A. Verifique el nivel de aceite en el depósito.

- B. Aire en el (los) cilindro(s).
- C. Lubrique todos los componentes del gato.

Falla al bajar el gato:

- A. La válvula de control no completa su recorrido.
- B. Verifique si hay ductos hidráulicos perforados u obstruidos.
- C. Lubrique todos los componentes del gato.

Fuga de aceite:

- A. Revise todas las mangueras y uniones.
- B. Las fugas por las tapas roscadas del cilindro pueden requerir de reparación del mismo.

Aceite salpicándose desde el tanque de aceite:

- A. Espumado del aceite provocado por el uso de aceite demasiado delgado, o por aire en los ductos hidráulicos. Ejecute varios ciclos del gato y purgue el (Los) cilindro(s).
- B. La toma de fuerza no está embragada durante el descenso.
- C. El peso de la caja es excesivo, provocando que el descenso sea demasiado rápido. En ésta situación debe instalarse una válvula de control de flujo.

El gato se eleva muy despacio.

- A. El aceite es muy delgado para clima frío.
- B. Un ducto hidráulico está bloqueado parcialmente o perforado.
- C. El filtro de aceite está sucio.
- D. La bomba está desgastada o defectuosa.
- E. La válvula de control no completa su recorrido.

5.9.- INSTRUCCIONES PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL CILINDRO

Equipo especial requerido:

- A.** Tornillo de banco de cobre o con cubierta de bronce o “insertos de tornillo”.
- B.** Aceite a presión disponible.
- C.** Tuercas y llaves spanner de pistón.

General:

- A.** Siempre que esté sujetando una superficie que pase a través de un o-ring o Sello, debe tenerse especial cuidado para evitar ralladuras, rasguños o Deformación.
- B.** Todas las partes que tengan escoria o muescas en sus superficies móviles, Deben ser reemplazadas por partes nuevas.
- C.** Mantenga muy limpias las partes del cilindro cuando las esté reensamblando.

Desarmado:

- A.** Extienda las partes del cilindro ya sea manualmente o con aceite a presión.

CUIDADO: ¡Nunca use aire a presión para extender los cilindros o sus secciones!

- B.** Sujete la camisa del cilindro con un tornillo de banco y desatornille la tapa roscada de la camisa del cilindro.

C. Quite la tapa roscada con el pistón del cilindro o tubo

- D.** Para cilindros telescópicos o multi sección, continúe aflojando las tapas roscadas y quitando las secciones más pequeñas una a la vez.

CUIDADO: No use llaves para extracción de tubos u otras herramientas que puedan dañar o rayar los pistones y tubos!

- E.** Quite la(s) tapa(s) roscada(s) de los pistones o tubos.

F. Quite todos los O-rings, anillos de soporte y anillos de desgaste.

Consejo:

Mantener juntas todas las partes (tuerca, pistón, o tubo del cilindro) juntos, hará más fácil la identificación de las partes. Ésto hará más sencilla la labor de reensamble del cilindro.

G. Limpie todas las partes metálicas y séquelas minuciosamente.

H. Instale todos los O-rings, anillos de soporte, topes de anillo y anillos de desgaste usando grasa limpia para mantener las partes en su sitio de ser necesario. Engrase todos los O-rings antes de instalarlos. Asegúrese de tener todas las partes perfectamente colocadas en su lugar antes de intentar el ensamble final.

I. Lubrique con aceite todas las partes móviles: pistón, vástago del cilindro, tubos del cilindro, etc.

J. Ensamble todas las tapas roscadas en su respectivo tubo del cilindro.

K. Reensamble el cilindro en orden inverso al que usó para desensamblar. Apriete todas las tapas roscadas mientras lo hace. Cuando reensamble el montaje superior del cilindro use locktite 290.

PRECAUCIÓN: Asegúrese de no dañar los o-rings, sellos, etc., al ensamblar el cilindro.

L. Ahora el cilindro está listo para instalarse en el ensamble del gato.

5.10.- INSTALACIÓN DEL ENSAMBLE DE LA FLECHA DE LA BOMBA

Cuando esté instalando la bomba y su flecha, trate de colocar la bomba de manera que la superficie de la bomba quede a 46° de la superficie de la toma de fuerza. Esto permitirá que se instale el ensamble de la flecha sin tener que ajustar

su longitud. Si no es posible colocar la bomba con esta ubicación el instalador tendrá que cortar la flecha siguiendo el procedimiento enlistado abajo.

Al instalar la bomba asegúrese de que provee el claro necesario para el giro de la flecha motriz y su protector sin ninguna interferencia

Mida la distancia real desde la superficie de la caja de la bomba hasta la superficie de la caja de la toma de fuerza. Reste esta medida de 46". La diferencia es la cantidad que la flecha motriz debe ser acortada. Tanto los protectores interior y exterior como la flecha hexagonal deben ser acortadas esta cantidad.

A. Separe las dos secciones de la flecha.

B. Corte la cantidad necesaria de los tubos de plástico interior y exterior.

C. Corte la misma longitud de la flecha hexagonal y bisele el extremo de la flecha. Tenga cuidado para no dañar las cubiertas de plástico durante el proceso de acortamiento ya que esto puede interferir con la operación adecuada de el protector.

D. Reensamble la flecha e instálela en la unidad.

E. Engrase la flecha motriz.

5.11.- NORMAS DE SEGURIDAD EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

5.11.1.- NORMAS EN EL PROCESO DE SOLDADURA

Condiciones ambientales que deben ser consideradas:

Riesgos de Incendio:

Nunca se debe soldar en la proximidad de líquidos inflamables, gases, vapores, metales en polvo o polvos combustibles.

Cuando el área de soldadura contiene gases, vapores o polvos, es necesario mantener perfectamente aireado y ventilado el lugar mientras se suelda.

Nunca soldar en la vecindad de materiales inflamables o de combustibles no protegidos.



Figura 5.1 Riesgos de incendio

Ventilación:

Soldar en áreas confinadas sin ventilación adecuada puede considerarse una operación arriesgada, porque al consumirse el oxígeno disponible, a la par con el calor de la soldadura y el humo restante, el operador queda expuesto a severas molestias y enfermedades.

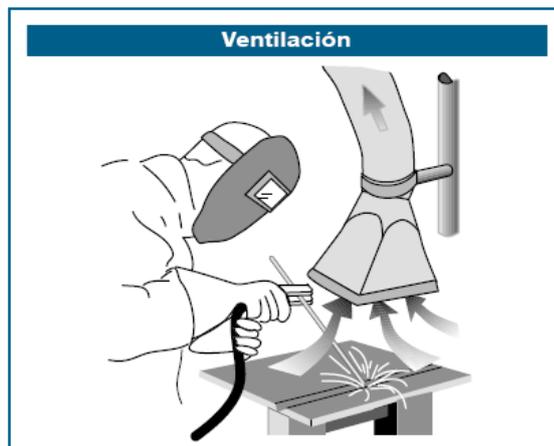


Figura 5.2 Ventilación en la Soldadura

Humedad:

La humedad entre el cuerpo y algo electrificado forma una línea a tierra que puede conducir corriente al cuerpo del operador y producir un choque eléctrico.

El operador nunca debe estar sobre una poza o sobre suelo húmedo cuando suelda, como tampoco trabajar en un lugar húmedo.

Deberá conservar sus manos, vestimenta y lugar de trabajo continuamente secos.

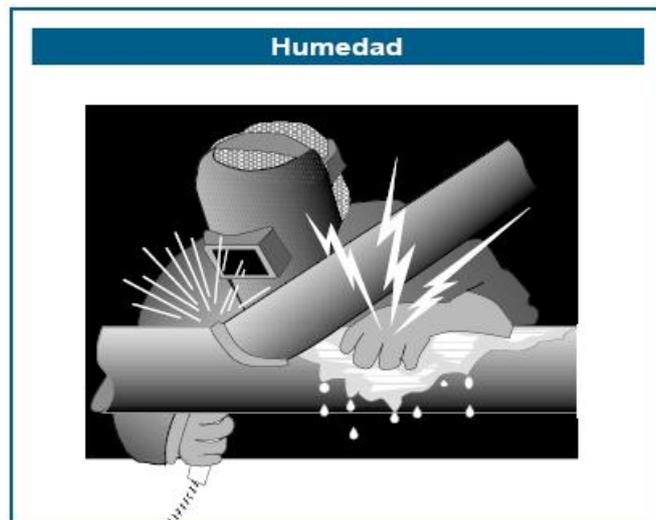


Figura 5.3 La humedad en la soldadura

CONCLUSIONES:

- Para el diseño mecánico se utilizó el software SolidWorks que es un programa de automatización de diseño mecánico en 3D que aprovecha la conocida interfaz gráfica Microsoft Windows, además de permitir a los diseñadores mecánicos croquizar con rapidez sus ideas, experimentar con operaciones y cotas, y producir modelos y dibujos detallados.
- Después de realizar el análisis con el software SolidWorks, los resultados nos muestran que el modelo es óptimo para la construcción ya que resiste las cargas máximas que se pueden dar en la realidad.
- El acero que se escogió para la construcción del cajón es el ASTM A36 el cual nos ofrece una gran resistencia a la tensión y fatiga, por lo que es ideal para este tipo de proyectos. En cambio para la construcción de las bisagras y pines utilizamos el acero AISI 1020 el cual es recomendado para este tipo de piezas ya que tiene una gran dureza y en el mercado se encuentra en las medidas y formas que necesitábamos para este proyecto.
- Utilizar la energía hidráulica nos ayuda mucho el trabajo realizado en diferentes áreas, por lo que su estudio y aplicación es muy importante en nuestro medio.
- El uso de cilindros telescópicos en sistemas hidráulicos se debe a que su cuerpo es pequeño y su carrera es amplia, por lo que se lo puede utilizar cuando el espacio para su instalación es reducido y se necesita de una carrera larga.
- La Válvula direccional que en nuestro sistema hidráulico utilizamos es del tipo 2/2 la cual nos da las dos posiciones necesarias como son de ascenso y descenso.

RECOMENDACIONES:

- Cuando se instale la bomba hidráulica tomar muy en cuenta la alineación de esta con el toma de fuerza ya que así se evitara posibles daños en el eje de la bomba.
- Llevar un registro de las horas de uso del sistema hidráulico para poder cumplir con el cronograma de mantenimientos,
- Cuando el cajón de volteo este levantado evitar que cualquier persona se ponga en la parte inferior del mismo para evitar accidentes.
- Siempre verifique que no hay cableado aéreo, obstáculos o personas antes de inclinar la caja.
- Nunca descargar el material del cajón cuando el vehículo este en movimiento, siempre se lo debe hacer con el camión detenido, en piso sin declive y con una carga balanceada.
- No embrague ni desembrague manualmente la toma de fuerza o la bomba del sistema de volteo desde debajo del vehículo cuando el motor esté funcionando.
- Mantenga siempre limpio el líquido hidráulico del sistema ya que de esta manera se podrá evitar posibles daños en la bomba y cilindro hidráulico.
- Todos los días antes de utilizar el camión hacer una revisión visual de todo el sistema en busca de posibles fugas, así como también revisar el nivel del aceite hidráulico.

BIBLIOGRAFÍA:

- WWW.PERMCO.COM
- WWW.NOVACERO.COM.EC
- WWW.CARGAFACIL.COM
- WWW.ENERPAC.COM
- SISTEMAS DE VOLTEO HARSCH. Manual de instalación.
- MANUAL DE RENDIMIENTO. CATERPILLAR. Edición 28. Peoria, Illinois E.E.U.U 1997
- REPARACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA. Herbert L. Nichols Jr. Editorial Continental. México.
- MECÁNICA DE FLUIDOS APLICADA. Robert L. Mott . México, D.F.
- INSTALACIONES HIDRÁULICAS. Ruth Clemencia Manrique Mantilla. Bogotá, Universidad Santo Tomas , 1990.
- DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS. Roberth L. Mott. Segunda Edición. México D.F. Prentice Hall Hispanoamericana 1995.

ANEXOS

TABLA 1

Tablas

PESO* DE LOS MATERIALES	SUELTO		EN BANCO		FACTORES DE CARGA
	kg/m ³	lb/yd ³	kg/m ³	lb/yd ³	
Basalto	1960	3300	2970	5000	0,67
Bauxita, Caolín	1420	2400	1900	3200	0,75
Caliche	1250	2100	2260	3800	0,55
Carnotita, mineral de uranio	1630	2750	2200	3700	0,74
Ceniza	560	950	860	1450	0,66
Arcilla — en su lecho natural	1660	2800	2020	3400	0,82
seca	1480	2500	1840	3100	0,81
mojada	1660	2800	2080	3500	0,80
Arcilla y grava — secas	1420	2400	1660	2800	0,85
mojadas	1540	2600	1840	3100	0,85
Carbón — antracita en bruto	1190	2000	1600	2700	0,74
lavada	1100	1850	—	—	0,74
ceniza, carbón bituminoso	530-650	900-1100	590-890	1000-1500	0,93
bituminoso en bruto	950	1600	1280	2150	0,74
lavado	830	1400	—	—	0,74
Roca descompuesta —	—	—	—	—	—
75% roca, 25% tierra	1960	3300	2790	4700	0,70
50% roca, 50% tierra	1720	2900	2280	3850	0,75
25% roca, 75% tierra	1570	2650	1960	3300	0,80
Tierra — Apisonada y seca	1510	2550	1900	3200	0,80
Excavada y mojada	1600	2700	2020	3400	0,79
Marga	1250	2100	1540	2600	0,81
Granito fragmentado	1660	2800	2730	4600	0,61
Grava — Como sale de cantera	1930	3250	2170	3650	0,89
Seca	1510	2550	1690	2850	0,89
Seca, de 6 a 50 mm	1690	2850	1900	3200	0,89
Mojada de 6 a 50 mm	2020	3400	2260	3800	0,89
Yeso — Fragmentado	1810	3050	3170	5350	0,57
Triturado	1600	2700	2790	4700	0,57
Hematita, mineral de hierro	1810-2450	4000-5400	2130-2900	4700-6400	0,85
Piedra caliza — fragmentada	1540	2600	2610	4400	0,59
triturada	1540	2600	—	—	—
Magnetita, mineral de hierro	2790	4700	3260	5500	0,85
Pirita, mineral de hierro	2580	4350	3030	5100	0,85
Arena — Seca y suelta	1420	2400	1600	2700	0,89
Húmeda	1690	2850	1900	3200	0,89
Mojada	1840	3100	2080	3500	0,89
Arena y Arcilla — suelta	1600	2700	2020	3400	0,79
compactada	2400	4050	—	—	—
Arena y grava — seca	1720	2900	1930	3250	0,89
mojada	2020	3400	2230	3750	0,91
Arenisca	1510	2550	2520	4250	0,60
Pizarra bituminosa	1250	2100	1660	2800	0,75
Escorias fragmentadas	1750	2950	2940	4950	0,60
Nieve — seca	130	220	—	—	—
mojada	520	860	—	—	—
Piedra triturada	1600	2700	2670	4500	0,60
Taçonita	1630-1900	3600-4200	2360-2700	5200-6100	0,58
Tierra vegetal	950	1600	1370	2300	0,70
Roca fragmentada	1750	2950	2610	4400	0,67
Virutas de madera**	—	—	—	—	—

*Varía según el contenido de humedad, el tamaño de grano, el grado de compactación, etc. Se deben hacer pruebas para determinar las características exactas de cada material.

**En las últimas páginas de la sección de Explotación Forestal se dan los pesos de las maderas comercialmente importantes. Para calcular los pesos de las diversas maderas, utilice las ecuaciones siguientes: $\text{kg/m}^3 = (\text{kg/m}^3) \times 0,4$
 $\text{lb/yd}^3 = (\text{lb/pie}^3) \times 0,4 \times 27$

TABLA 2

Diámetro		Área	
(mm)	(m)	(mm ²)	(m ²)
6	0.006	28.27	2.827×10^{-5}
12	0.012	113.1	1.131×10^{-4}
18	0.018	254.5	2.545×10^{-4}
25	0.025	490.9	4.909×10^{-4}
32	0.032	804.2	8.042×10^{-4}
40	0.040	1257	1.257×10^{-3}
45	0.045	1590	1.590×10^{-3}
50	0.050	1963	1.963×10^{-3}
60	0.060	2827	2.827×10^{-3}
75	0.075	4418	4.418×10^{-3}
90	0.090	6362	6.362×10^{-3}
100	0.100	7854	7.854×10^{-3}
115	0.115	1.039×10^4	1.039×10^{-2}
125	0.125	1.227×10^4	1.227×10^{-2}
150	0.150	1.767×10^4	1.767×10^{-2}
175	0.175	2.405×10^4	2.405×10^{-2}
200	0.200	3.142×10^4	3.142×10^{-2}
225	0.225	3.976×10^4	3.976×10^{-2}
250	0.250	4.909×10^4	4.909×10^{-2}
300	0.300	7.069×10^4	7.069×10^{-2}
450	0.450	1.590×10^5	1.590×10^{-1}
600	0.600	2.827×10^5	2.827×10^{-1}

TABLA 3

Tipo	Longitud equivalente en diámetros de conducto, L_e/D
Válvula de globo—completamente abierta	340
Válvula de ángulo—completamente abierta	150
Válvula de compuerta—completamente abierta	8
—3/4 abierta	35
—1/2 abierta	160
—1/4 abierta	900
Válvula de verificación—tipo giratorio	100
Válvula de verificación—tipo de bola	150
Válvula de mariposa—completamente abierta	45
Codo estándar de 90°	30
Codo de radio de largo de 90°	20
Codo de calle de 90°	50
Codo estándar de 45°	16
Codo de calle de 45°	26
Codo de devolución cerrada	50
Te estándar—con flujo a través de un tramo	20
Te estándar—con flujo a través de una rama	60

TABLA 4

Tamaño de conducto (pulg)	Factor de fricción(f_T)
$\frac{1}{2}$	0.027
$\frac{3}{4}$	0.025
1	0.023
1 $\frac{1}{4}$	0.022
1 $\frac{1}{2}$	0.021
2	0.019
2 $\frac{1}{2}$, 3	0.018

Tabla 5

Indice de la sección de cilindros

Fuerza ¹⁾ ton. (kN)	Carrera (mm)	Tipo de cilindro	Serie	
5-95 (45-933)	16-362	Cilindros de uso general, de simple efecto (incluyen los accesorios)	RC	
20-150 (229-1589)	50-250	Cilindros de aluminio, Simple efecto, con tuerca de bloqueo, émbolo hueco, doble efecto	RAC RACL RACH RAR	
5-520 (45-5114)	6-62	Cilindros planos con tuerca de seguridad y de poca altura, de simple efecto	CLP RSM RCS	
2,5-50 (24-505)	16-362	Cilindros de tracción, de simple efecto	BRC BRP	
13-145 (125-1429)	8-258	Cilindros de émbolo hueco, de simple y doble efecto	RCH RRH	
4-23 (35-222)	28-260	Cilindros industriales para producción, de doble efecto (incluyen los accesorios de montaje)	BRD	
10-520 (101-5108)	16-1219	Cilindros de carrera larga, de doble efecto	RR	
50-1000 (496-10260)	50-300	Cilindros de gran tonelaje, tuerca de retención integrada, de simple efecto	CLSG	
50-1000 (496-10260)	50-300	Cilindros de gran tonelaje, de poca altura retraídos, de simple efecto	CLS	
50-1000 (496-10265)	50-300	Cilindros de gran tonelaje, de doble efecto	CLRG	
50-1000 (496-10260)	50-300	Cilindros de gran tonelaje con tuerca de seguridad, simple efecto, protegidos contra la corrosión	CLL	
10-1000 (101-10260)	5000 max.	Sistemas de elevación sincronizados Sistemas de elevación por etapas Sistemas de izado sincronizados	SLS BLS, SL SHS	
1,4-150 (13-1335)	76-508	Gatos de aluminio Gatos de acero Gatos de botella	JHA, JH EBJ	
10-25 (101-232)	54-158	Cilindros, bombas manuales y válvulas resistentes a temperaturas elevadas y corrosión	RC P, V	

¹⁾ Los valores en ton. usados en este catálogo son para selección de cilindros. Para cálculos exactos, por favor usen los valores en kN.