

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

CONSTRUCCIÓN DE UN MONTACARGAS HIDRAULICO MANUAL PARA EL TRANSPORTE DEL TANQUE GENERADOR DE ACETILENO DEL TALLER DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA**

NELSON DARIO JATIVA QUISHPE
dario801@hotmail.com

DIRECTOR: ING. VICENTE SALOMÓN TOAPANTA MUÑOZ
vicentoapanta@yahoo.es

Quito, Noviembre 2011

DECLARACIÓN

Yo Nelson Dario Játiva Quishpe, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Nelson Dario Játiva Quishpe

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Nelson Dario Játiva Quishpe, bajo mi supervisión.

Ing. Vicente Toapanta
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitirme vivir estos momentos de mucha alegría.

A mis padres por guiarme por el camino correcto y enseñarme a distinguir la felicidad de tener una familia muy unida.

A mi madre por el inmenso cariño y apoyo, que me ha sabido brindar en todos los momentos.

DEDICATORIA

A mis padres: Nelson y Lourdes.

CONTENIDO

SIMBOLOGÍA	XIII
GLOSARIO	XIV
RESUMEN	XV
PRESENTACIÓN.....	XVI

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1	GENERALIDADES DEL MONTACARGAS.....	1
1.1.1	PARTES INTEGRANTES DE UN MONTACARGAS	1
1.1.1.1	Mecanismo de elevación de carga.....	2
1.1.1.2	Estructura soporte.....	2
1.1.1.3	Carro de elevación	2
1.1.1.4	Horquillas	2
1.2	EL TRANSPORTE DE MATERIALES.....	3
1.2.1	CARRETILLAS Y CARROS DE MANO	4
1.2.2	MONTACARGAS MOTORIZADOS	6
1.2.2.1	Aditamentos para el manejo de materiales	10
1.2.3	CARRITOS TRANSPORTADORES MOTORIZADOS.....	13
1.2.4	TRACTORES Y TRENES CON TRACTOR.....	15
1.2.5	GRÚAS INDUSTRIALES MÓVILES	15
1.3	SISTEMAS HIDRÁULICOS	16
1.3.1	PRESIÓN.....	17
1.3.2	COMPONENTES BÁSICOS.....	17
1.3.2.1	Bombas hidráulicas.....	18
1.3.3	CILINDROS O BOTELLAS	20

1.3.4	TIPOS DE CILINDROS HIDRÁULICOS	21
1.4	ESTRUCTURAS METÁLICAS	22
1.4.1	TIPOS DE ESTRUCTURAS	23
1.4.1.1	Estructura Isostática.....	23
1.4.1.2	Estructura Hipostática	23
1.4.1.3	Estructura Hiperestática.....	24
1.4.2	APOYOS.....	25
1.4.3	VIGAS.....	25
1.4.3.1	Vigas de alma llena.....	26
1.4.3.2	Vigas en celosía.....	26
1.5	SOLDADURA.....	27
1.5.1	PROCESOS DE SOLDADURA.....	28
1.5.1.1	Soldadura por arco.....	28
1.5.1.2	Fuentes de energía	28
1.5.1.3	Soldadura SMAW.....	30
1.5.1.4	Geometría	31
1.5.1.5	Calidad.....	33
1.5.1.6	Soldabilidad	33
1.5.1.7	Seguridad.....	33

CAPITULO II

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO	34
2.1.1	REQUISITOS DEL MONTACARGAS MANUAL	34

2.1.2	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS.....	34
2.2	SELECCIÓN DEL EQUIPO TRANSPORTADOR.....	37
2.3	SELECCIÓN DE LA BOMBA HIDRÁULICA	38
2.4	SELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA HIDRÁULICO	38
2.4.1	ALTERNATIVA N° 1 CONJUNTO BOMBA Y CILINDRO	39
2.4.2	ALTERNATIVA N° 2 GATO HIDRÁULICO TIPO BOTELLA ...	40
2.4.3	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA GATO HIDRÁULICO ...	42
2.5	SELECCIÓN DE RUEDAS PARA EL MONTACARGAS	42
2.5.1	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA LAS RUEDAS ...	44
2.6	ETAPAS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL.....	44
2.6.1	ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN.....	45
2.6.2	ESTIMACIÓN DE LAS SOLICITACIONES O ACCIONES.....	45
2.6.3	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	46
2.6.4	IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA	46
2.6.5	DETERMINAR LAS ACCIONES DE DISEÑO	47

CAPITULO III

DIMENSIONAMIENTO

3.1	CALCULO ESTRUCTURAL.....	48
3.1.1	PIEZAS SOMETIDAS A FLEXIÓN.....	49
3.1.2	CALCULO DE VIGAS	51
3.1.3	PIEZAS SIMPLES SOMETIDAS A COMPRESIÓN AXIAL.....	54
3.1.4	CARGA CRITICA.....	56
3.2	ESQUEMA GENERAL DEL MONTACARGAS.....	59
3.2.1	DETERMINACIÓN DE FUERZAS Y REACCIONES	60

3.2.1.1	Cargas en las Horquillas	61
3.2.1.1.1	Diseño de la horquilla.....	61
3.2.1.2	Cargas en la viga Transversal	64
3.2.1.1.1	Diseño de la viga.....	64
3.2.1.3	Cargas en la estructura soporte.....	67
3.2.1.1.1	Diseño de la estructura soporte	67
3.2.1.4	Cargas en la columna	69
3.2.1.1.1	Diseño de la columna.....	70
3.3	HOJAS DE PROCESOS	72
3.4	PLANOS DE CONSTRUCCIÓN	73

CAPITULO IV

CONSTRUCCIÓN MONTAJE Y DESMONTAJE

4.1	ANÁLISIS CONSTRUCTIVO	74
4.2	SISTEMA DE PRUEBA DE LA MAQUINA.....	81

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	82
5.2	RECOMENDACIONES	84
	BIBLIOGRAFÍA	85

ANEXOS

TABLA DE UNIDADES DE PRESIÓN	ANEXO 1
------------------------------------	---------

TABLAS DE PIEZAS SOMETIDAS A FLEXIÓN Y PANDEO	ANEXO 2
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS	ANEXO 3
CARACTERÍSTICAS DEL GATO HIDRÁULICO	ANEXO 4
GRAFICA DEL CORTANTE MÁXIMO Y MOMENTO FLECTOR .	ANEXO 5
HOJAS DE PROCESOS.....	ANEXO 6
PLANOS DE CONSTRUCCIÓN	ANEXO 7
FOTOGRAFÍAS	ANEXO 8

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

Fig. 1.1	Carretilla de dos manos de dos ruedas.....	4
Fig. 1.2	Plataforma con rodajas tipo no inclinable.....	5
Fig. 1.3	Carro para fabrica tipo selector de materiales	5
Fig. 1.4	Patines semivivos	6
Fig. 1.5	Carretilla elevadora hidráulica.....	6
Fig. 1.6	Montacargas con contrapeso.....	7
Fig. 1.7	Montacargas de caballete	8
Fig. 1.8	Montacargas de carga lateral.....	8
Fig. 1.9	Montacargas con conductor a pie	9
Fig. 1.10	Montacargas con carga en la parte inferior.....	9
Fig. 1.11	Ariete.....	10
Fig. 1.12	Aditamentos para barriles	11
Fig. 1.13	Empujador lateral.....	11
Fig. 1.14	Empuje y tracción.....	12
Fig. 1.15	Uñas ajustables	12
Fig. 1.16	Estabilizadores de carga.....	13

Fig. 1.17	Girador	13
Fig. 1.18	Carrito con conductor a pie	14
Fig. 1.19	Carrito con conductor	15
Fig. 1.20	Tractor utilizado para aplicación industrial	15
Fig. 1.21	Grúa industrial móvil	16
Fig. 1.22	Esquema de un sistema hidráulico	18
Fig. 1.23	Bomba hidráulica	18
Fig. 1.24	Bomba de engranajes	19
Fig. 1.25	Bomba de pistón axial.....	19
Fig. 1.26	Bomba de paletas equilibradas.....	20
Fig. 1.27	Cilindro hidráulico.....	20
Fig. 1.28	Cilindro de simple efecto con muelle.....	21
Fig. 1.29	Cilindro de doble vástago.....	21
Fig. 1.30	Cilindro telescópico.....	21
Fig. 1.31	Esquema de estructura metálica.....	22
Fig. 1.32	- a Viga.....	23
Fig. 1.32	- b Columna	23
Fig. 1.32	- c Losa	23
Fig. 1.33	Condición isostática	23
Fig. 1.34	Estructura hipostática.....	24
Fig. 1.35	Estructura hiperestática	24
Fig. 1.36	- a Estático	25
Fig. 1.36	- b Articulación	25
Fig. 1.36	- c Empotramiento	25
Fig. 1.37	Vigas de alma llena.....	26
Fig. 1.38	Vigas en celosía.....	26

Fig. 1.39	Proceso de soldadura SMAW	30
Fig. 1.40	Tipos comunes de juntas de soldadura	31
Fig. 1.36	Junta de soldadura en V	32

CAPITULO II

Fig. 2.1	Sistema Bomba-Cilindro	40
Fig. 2.2	Gato hidráulico tipo botella.....	41

CAPITULO III

Fig. 3.1	Viga deformada.....	50
Fig. 3.2	Reacción de los apoyos	51
Fig. 3.3	Piezas sometidas a pandeo	54
Fig. 3.4	Acción de cargas axiales sobre una columna	55
Fig. 3.5-a	Elementos y partes del montacargas hidráulico.....	59
Fig. 3.5-b	Elementos, partes y dimensiones del montacargas.....	60
Fig. 3.6	Horquillas: a) dimensiones, b)diagrama de cuerpo libre	61
Fig. 3.7	Viga: a) dimensiones, b)diagrama de cuerpo libre	64
Fig. 3.8	Estructura: a) dimensiones, b)diagrama de cuerpo libre.....	67
Fig. 3.9	Columna: a) dimensiones, b)diagrama de cuerpo libre.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Producto laminado	27
Tabla 3.1	Valores máximos de la relación flecha-luz.....	50
Tabla 3.2	Valores del Coeficiente	53
Tabla 3.3	Valores del coeficiente de seguridad según la esbeltez.....	57
Tabla 4.1	Régimen de pruebas para el montacargas hidráulico	81

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1 Presión.....	17
Ecuación 3.1 Tensión de trabajo	52
Ecuación 3.2 Flecha	52
Ecuación 3.3 Carga de pandeo	56
Ecuación 3.4 Radio de giro.....	56
Ecuación 3.5 Esbeltez mecánica.....	57
Ecuación 3.6 Esbeltez mecánica.....	57
Ecuación 3.7 Tensión de trabajo	58
Ecuación 3.8 Coeficiente de seguridad	58
Ecuación 9.9 Carga real	58

SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
L	Longitud
$C_{m\acute{a}x}$	Cortante máxima
$M_{m\acute{a}x}$	Momento flector máximo
W	Momento resistente
σ	Esfuerzo de trabajo
f	Flecha, flexión
IK	Longitud de pandeo
P_{ki}	Carga de pandeo
i	Radio de giro, valor de interferencia
A	Área
λ	Esbeltez mecánica
R	Resistencia límite práctica (límite de fluencia)
I_m	Momento de inercia
n	Factor de seguridad
e	Espesor
$P_{m\acute{a}x}$	Carga máxima resistente a la rotura
K	Coefficiente adimensional
S_y	Límite de fluencia
G	Módulo de elasticidad transversal
r	Radio del centro de gravedad
Psi	Libra fuerza por pulgada cuadrada

GLOSARIO

- **Acciones o Cargas:** Es una fuerza que causa un efecto sobre un cuerpo, provocando que este experimente cambios de posición, o forma.
- **Alineamiento:** Colocar en forma paralela dos o más objetos.
- **Celosía:** Enrejado de pequeños listones de madera o de hierro, que se pone en las ventanas de los edificios.
- **Columna:** Soporte vertical de gran altura respecto a su sección transversal.
- **Empotramiento:** sujetar algo en la pared o en el suelo, generalmente asegurándolo con concreto, o tornillos.
- **Flecha:** Longitud que se deforma un elemento por la acción de una carga, medida desde su eje neutro
- **Flexión:** Encorvamiento transitorio que experimenta un sólido por la acción de una fuerza que lo deforma elásticamente.
- **Pandeo:** Flexión de una viga, provocada por una compresión lateral.
- **Perfil:** Barra metálica obtenida por laminación, forja, estampación o estirado cuya sección transversal tiene diversas formas, tales como simples, dobles, cuadradas, redondas, rectangulares, triangulares, etc.
- **Potencia:** Energía que absorbe o sede un dispositivo en la unidad de tiempo.

RESUMEN

El presente proyecto se realizó con la finalidad de tecnificar cada vez más los procesos de trabajo en los pequeños talleres de la ciudad (Quito), en donde se realiza el transporte de materiales y herramientas a través de un método como es el mecánico.

Para estos casos de transporte seguro se utiliza el método Hidráulico, uno de los más recomendados por los fabricantes de montacargas, se construyó un montacargas hidráulico manual de 2 Ton, cuyo diseño se trata en el capítulo III, dispositivos de montaje y desmontaje en el capítulo IV, y además se implantó en el proceso una ecuación que permite calcular la presión de trabajo que se requiere, para ascender y descender equipos y materiales de distinto peso.

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

Donde:

p = es la presión

F = la fuerza ejercida por el fluido

A = es el área del cilindro a utilizar

PRESENTACIÓN

La exigencia de productos y servicios de alta calidad a bajo precio, son factores muy importantes para ser competitivos en el mercado, es por esto que hoy en día es indispensable que los propietarios de las industrias se preocupen por el ente más importante dentro de la misma que es el trabajador, proporcionándole una capacitación continua para hacer de ellos un personal calificado, junto con maquinaria con otros implementos que le faciliten su desenvolvimiento dentro de las empresas.

El problema es que en el Ecuador, la gran mayoría de máquinas en las que se incluyen los montacargas y sus accesorios, son importados por lo cual sus precios son considerablemente altos, siendo este el principal motivo para que los pequeños empresarios de este país, no implanten tecnología en sus lugares de trabajo que les permita realizar sus actividades de manera más sencilla, segura, y garantizada.

El presente proyecto pretende a través de la investigación y aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la Carrera de PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA, diseñar y construir un montacargas hidráulico manual junto con otros dispositivos, que permitan el transporte del tanque generador de acetileno para su correcto uso y mantenimiento en forma segura, garantizada, y que sea de un bajo costo de adquisición.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. GENERALIDADES DEL MONTACARGAS

El montacargas para uso general en cualquier medio, es un elevador de carga móvil, llamado también carretilla elevadora con contrapeso¹, porque el peso de la carga está equilibrado por la propia carretilla.

El mecanismo de elevación es; de un cilindro hidráulico que levanta el sistema de horquillas, pero también puede ser accionado por baterías y motores de combustión interna.

El fundamento básico para la construcción de los montacargas es la adaptación de los elementos que lo conforman, un elevador móvil de carga y cuyo mecanismo de elevación está formado por máquinas simples tales como: un gato hidráulico, perfiles, ángulos, platinas, etc., y así de esta manera saber aprovechar la ventaja mecánica de estas partes.

1.1.1. PARTES INTEGRANTES DE UN MONTACARGAS.

Un montacargas está constituido por las siguientes partes:

1. Mecanismo de elevación de carga.
2. Estructura soporte.
3. Carro de elevación.
4. Horquillas.

¹ CUEVA VILLAROEL, MARCOS. Tesis de grado 1986.

1.1.1.1. Mecanismo De Elevación De Carga.

Es la parte fundamental del montacargas ya que este sirve para dar elevación a las diferentes cosas que se requiera transportar. Dentro de los varios mecanismos de elevación accionados a mano las más utilizadas son: cabrias, tornillos de potencia, poleas, aparejos diferenciales y cilindros hidráulicos accionados a mano².

1.1.1.2. Estructura Soporte.

Consiste en un bastidor estructural con ruedas para transportar la carga, y un pórtico de carga o mástil con guías de deslizamiento formando la base del montacargas manual.

1.1.1.3. Carro De Elevación.

Es el transportador vertical que se desplaza por el pórtico de carga, en donde estarán sujetas las horquillas de elevación, que sirven para elevar o bajar la carga, está formado por una estructura metálica con los siguientes elementos: viga soporte de horquillas, viga de asentamiento de horquillas y un soporte para la aplicación.

1.1.1.4. Horquillas.

Es una estructura en forma de "L" en la cual se colocara la carga a elevar o bajar para transportar de un sitio a otro o según la necesidad de la persona.

² CUEVA VILLAROEL, MARCOS. Tesis de grado 1986.

1.2. EL TRANSPORTE DE MATERIALES.

El equipo móvil para manejo de materiales consta de máquinas que, en esencia, dependen de su propia fuente de potencia para su movimiento y tienen trayectorias independientes³.

Este equipo de transportadores motorizados produce un enlace para transporte, flexible y de bajo costo relativo entre las secciones de una planta., esta clasificación del equipo general incluye desde las carretillas sencillas de dos ruedas hasta aparatos muy complejos controlados a base de computadoras.

En el grupo móvil para manejo de materiales hay una amplia serie de vehículos para usos generales. El equipo motorizado depende de su fuente de potencia integral para su operación. El equipo no motorizado depende de una máquina motriz desconectable que puede ser un tractor o en muchos casos lo mueve a mano un operario. El equipo móvil menos complejo permite el transporte entre dos lugares pero no tiene capacidad para colocar ni elevar. Otras unidades elevan o colocan en posición aproximada la carga, además de transportarla, los transportadores con ejes múltiples mueven la carga y también tienen capacidad para ubicarla a lo largo de dos o más posiciones para efectuar la carga y la descarga.

El equipo móvil para manejo de materiales se clasifica en cinco grupos generales, cada uno de los cuales se describirá en este capítulo.

- Carretilla y carros de mano
- Montacargas motorizados
- Carretillas en general, manuales o hidráulicas
- Tractores y trenes con tractor
- Grúas industriales móviles

³ Mc GRAW HILL, Manual de mantenimiento industrial, Tomo III, Pág. 8-68

1.2.1. CARRETILLAS Y CARROS DE MANO.

Este tipo de equipo es el más fundamental para el manejo de los materiales. Su sencillez básica permite una fácil adaptación para un solo uso.

En general, las carretillas y carros se describen de la siguiente manera:

- **Carretillas de dos ruedas.-** Las carretillas de dos ruedas (fig. 1.1) son en esencia palancas montadas sobre dos ruedas. El eje que conecta las ruedas sirve como apoyo para la palanca y soporta hasta el 80% del peso de la carga. Por lo general se utilizan para movimientos en distancias cortas, no repetitivos, de cargas pequeñas sobre pisos lisos. Las carretillas están destinadas para llevar gran variedad de material en sacos, barriles, pacas (balas) y cajas.

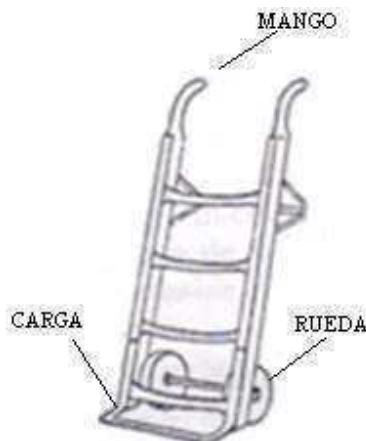


Fig. 1.1. Carretillas de mano de dos ruedas.

- **Plataformas con rodajas para maniobras.-** Estas plataformas son pequeñas (fig. 1.2) para mover una carga a una distancia corta y en forma intermitente. Estas plataformas típicas tienen ruedas, del tipo de rodajas y el operario tira o empuja para moverlas.



Fig. 1.2. Plataforma con rodajas tipo no inclinable.

- **Carros para fábricas.-** Los carros para fábricas (fig. 1.3) son plataformas con ruedas, los cuales mueve el operario o los remolca un tractor desconectable.

Los carros para fábrica son de mano, se guían por el sentido de la fuerza del movimiento y son muy similares a las plataformas con rodajas para maniobras. Están disponibles varias disposiciones de ruedas, que son un término medio entre maniobrabilidad y estabilidad.



Fig. 1.3. Carro para fábrica tipo selector de materiales.

- **Patines semivivos.-** Es una plataforma o caja rectangular (fig. 1.4) que tiene dos ruedas en un extremo y dos soportes o patines fijos en el otro. El lado que tiene los soportes fijos tiene también un fuerte pasador para enganchar, el cual se conecta un gato de dos ruedas. El gato y su palanca se emplean para elevar y dirigir, lo cual permite que el operario manibre el patín.



Fig. 1.4. Patines semivivos

- **Carretillas elevadoras hidráulicas.-** Estas carretillas (fig. 1.5) se utilizan para movimiento en la estación de trabajo y, a veces, en distancias cortas. Su capacidad por lo general es de 2500 a 4500 libras.

En estas carretillas se suelen utilizar horquillas (uñas) para levantar tarimas o plataformas para recipientes especiales y para mover y colocar las cargas pesadas.

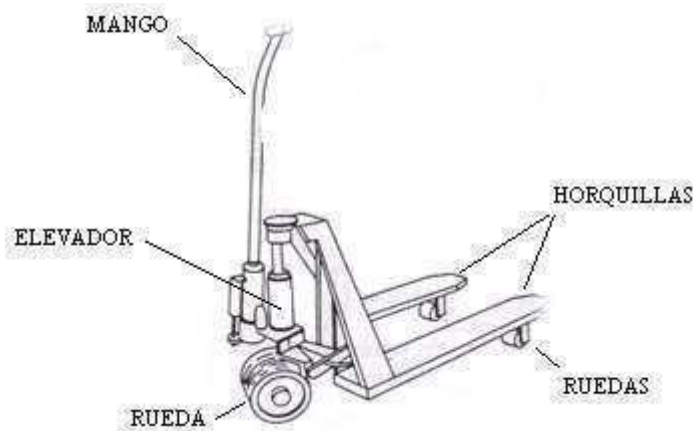


Fig. 1.5. Carretilla elevadora hidráulica

1.2.2. MONTACARGAS MOTORIZADOS.

Este grupo es el más grande y variado para el movimiento de materiales. El montacargas motorizado debe su popularidad a su adaptabilidad, pues puede tomar con facilidad una carga unitaria, transportarla con rapidez en lugares muy distintos y luego colocar la carga en sentido vertical en casi

cualquier punto dentro de su alcance. Los montacargas motorizados suelen tener horquillas para llevar una carga unitaria aunque hay una gran variedad de aditamentos especiales que se pueden utilizar en vez de las uñas. La potencia para los montacargas se obtiene de un motor de combustión interna y de un motor eléctrico y acumuladores.

Los diversos montacargas pueden operar en gran variedad de terrenos, según sea su diseño y forma específica, depende de la combinación de ruedas y llantas.

Son comunes las capacidades de carga desde 1000 hasta mas de 40000 libras estos son para uso de la intemperie, en particular para transportar y apilar grandes cargas como por ejemplo contenedores para embarques.

A continuación se describen los diversos tipos de montacargas:

- **Montacargas con contrapeso.**- Estos montacargas (fig. 1.6) utilizan un contrapeso del tamaño requerido para contrabalancear la masa de carga que mueven. Por lo general, tiene un mástil o torre reclinable a fin de girar el mecanismo elevador hacia atrás desde la vertical para contrabalancear más la carga durante el movimiento.

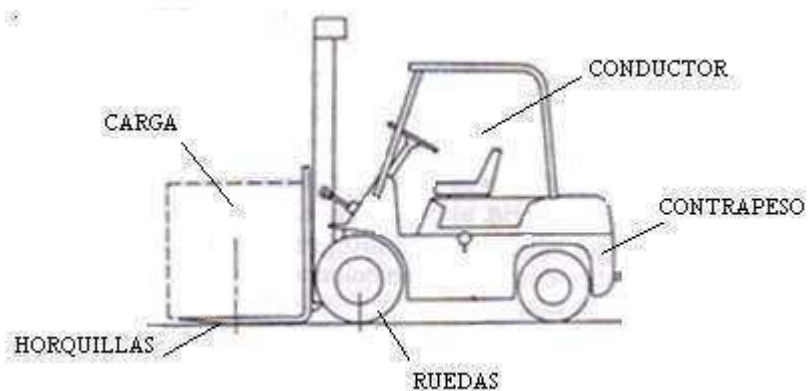


Fig. 1.6. Montacargas con contrapeso

- **Montacargas de caballete.-** en este caso (fig. 1.7) se colocan las dos ruedas principales de soporte de carga en o hacia delante del centro de carga; con esto, el montacargas es muy estable. El diseño de montacargas es más compacto y de menor peso que el de contrapeso.

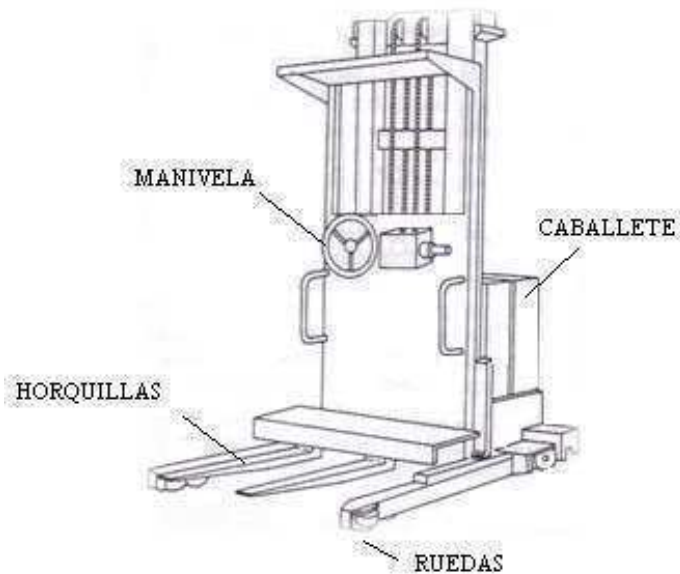


Fig. 1.7. Montacargas de caballete

- **Montacargas de carga lateral.-** Estos montacargas (fig. 1.8) son una combinación de montacargas de caballete y montacargas para pasillos estrechos. Se utilizan cuando existen pasillos estrechos, se requiere transporte rápido o hay que manejar cargas largas y estrechas, como tubos o barras. No hay que girar ni voltear este montacargas para tomar o dejar las cargas.

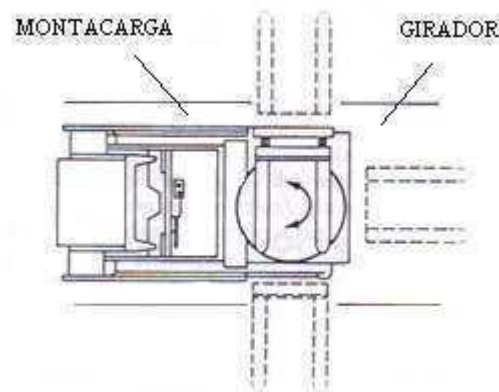


Fig. 1.8. Montacargas de carga lateral

- **Montacargas con conductor a pie.-** En estos montacargas (fig. 1.9) el conductor camina junto con el vehículo y dirige su funcionamiento mediante una unidad de control, la cual está básicamente igual a la utilizada en los montacargas con contrapesos y de caballete de tamaño más grande. Se utilizan para elevar y apilar cargas ligeras y moverlas en distancias cortas.

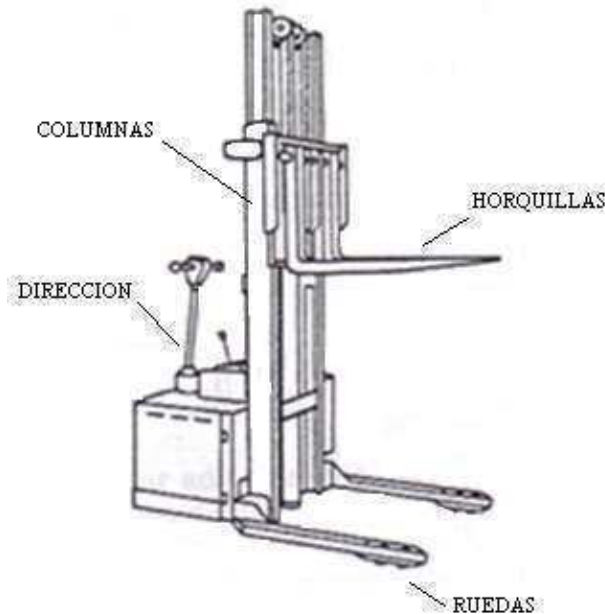


Fig. 1.9. Montacargas con conductor a pie

- **Montacargas con carga en la parte inferior.-** Estos montacargas (fig. 1.10) son de gran capacidad, muy maniobrables. Para cargar y descargar se mueve el montacargas sobre la carga unitaria. La carga y la descarga y son muy rápidos. Se pueden transportar cargas unitarias casi a velocidades de carretera.

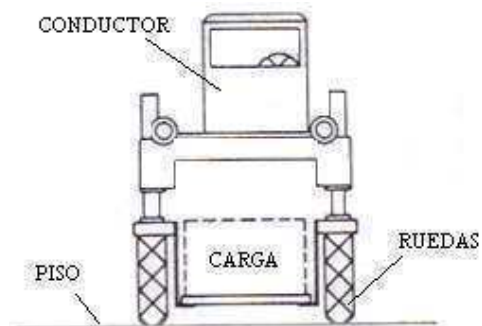


Fig. 1.10. Montacargas con carga en la parte inferior

1.2.2.1. Aditamentos Para El Manejo De Materiales.

Los aditamentos de mayor uso son las uñas de los montacargas. Se pueden ajustar a diversas anchuras y su longitud suele ser entre 30 y 60 pulgadas.

Las uñas de dos etapas permiten una altura de elevación de unos 18 pies; las piernas de tres y cuatro etapas permiten alturas de elevación hasta de 20 pies.

Muchas veces se equipa a los montacargas con aditamentos para efectuar funciones especiales de manejo o solo para que opere con más eficiencia en una situación dada. En algunos casos, estos aditamentos sustituyen a las uñas convencionales para manejar productos que no se pueden llevar en las uñas. En otros casos, el aditamento se utiliza para aumentar la capacidad de trabajo de las uñas porque les permiten movimientos adicionales.

A continuación se enumeran y se hace una breve descripción de los aditamentos más comunes.

- **Ariete.-** Un solo saliente o barra (fig. 1.11), montado en lugar de las uñas para transportar rollos o bobinas en donde es fácil la entrada horizontal. Los arietes son de muchas longitudes y diámetros para manejar gran variedad de productos, desde bobinas de acero hasta rollos de alfombra.

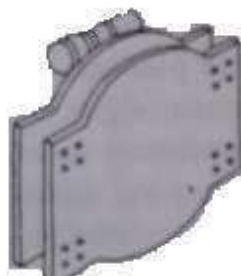


Fig. 1.11. Ariete.

- **Aditamento para barriles.-** Se utiliza para agarrar el reborde superior de tambores metálicos y transportarlos en posición vertical (fig. 1.12).

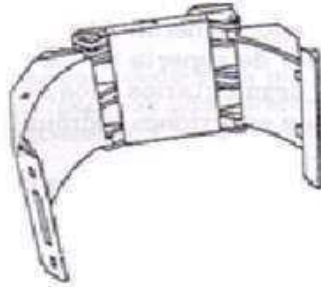


Fig. 1.12. Aditamentos para barriles.

- **Empujador lateral.-** Su función principal es acelerar la colocación de cargas y aprovechar al máximo el espacio entre las cargas en las estanterías (fig. 1.13). El empujador también reduce el desgaste del montacargas, pues no hay que moverlo con tanta frecuencia.



Fig. 1.13. Empujador lateral.

- **Empuje y tracción.-** Su finalidad es colocar las cargas en almacenamientos de gran densidad sin usar tarimas (fig. 1.14). En lugar de tarima, se utiliza una hoja delgada para arrastrar debajo de la carga. Esta hoja se agarra con abrazaderas hidráulicas, se tira de ella hacia la placa del montacargas para cargar y se empuja a su siguiente posición.

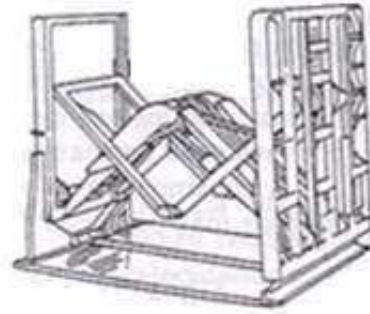


Fig. 1.14. Empuje y tracción.

- **Uñas ajustables.**- Cuando se trabaja con gran variedad de tamaños de tarimas y de cargas, se utiliza las uñas ajustables (fig. 1.15). Aunque la mayor parte de las uñas son de ajuste manual, las de ajuste mecánico o hidráulico permiten al operador ajustarlas desde su asiento.

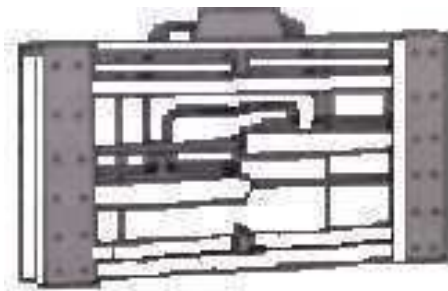


Fig. 1.15. Uñas ajustables.

- **Estabilizadores de carga.**- Para sujetar con seguridad (fig. 1.16) las cargas sueltas e inestables durante el transporte, están disponibles diversos estabilizadores de carga. Consisten en una abrazadera vertical que ejerce presión descendente contra la carga y mantiene en su lugar durante el movimiento.

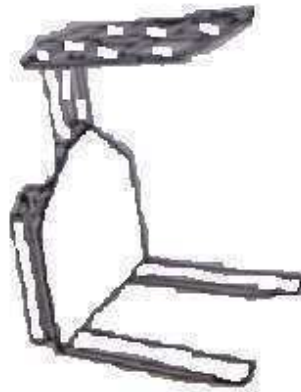


Fig. 1.16. Estabilizadores de carga.

- **Girador.-** Permite girar la carga 360°, por lo general, para descargar. El girador (fig. 1.17) se usa con uñas para carga unitaria, las horquillas quedan fijas entre ellas durante la rotación. También se puede con diversas abrazaderas cuando se necesita la rotación.

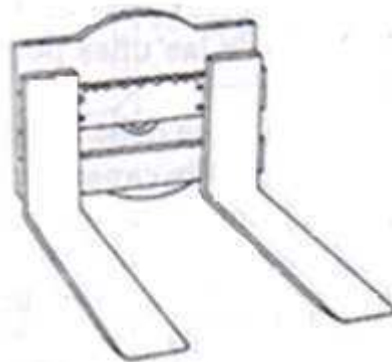


Fig. 1.17. Girador.

1.2.3. CARRITOS TRANSPORTADORES MOTORIZADOS

Estos carritos se utilizan cuando, el proceso de manufactura es en gran cantidad, se utilizan sistemas de transportadores para mover materiales de un lugar a otro. Cuando se trata de volúmenes pequeños o de varios movimientos de densidad variable se utilizan vehículos con plataforma fija, los cuales dependen de un sistema auxiliar, para carga y descarga y no están relacionados con un modulo específico de unidad de carga.

- **Carrito con conductor a pie.-** Este carrito típico (fig. 1.18) es de suspensión en tres puntos y tiene motor eléctrico y acumulador, aunque algunos están disponibles con un motor pequeño de combustión interna, enfriado por aire. Son similares en diseño a los montacargas sin conductor ya descritos excepto que tienen plataforma fija. Los hay con capacidades de carga de 1000 a 3000 libras y su aplicación está limitada a cargas que no estén en recipientes. Se cargan y descargan a mano, si son objetos pesados, se utilizan diferenciales y grúas.

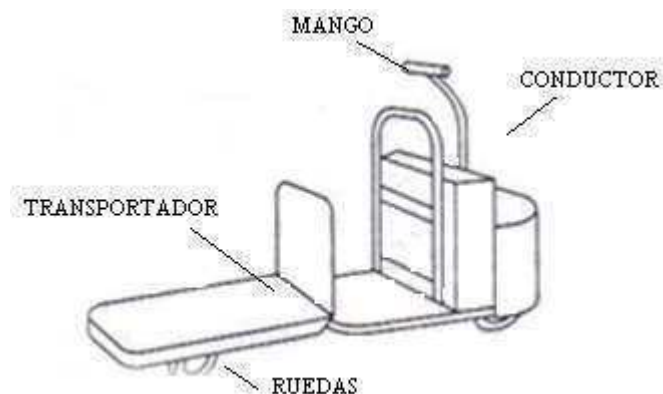


Fig. 1.18. Carrito con conductor a pie

- **Carrito con conductor.-** Este carrito (fig. 1.19) está construido para gran variedad de aplicaciones especiales, como transporte de personal, carros contra incendio y talleres portátiles para mantenimiento. En su forma más sencilla, tienen asiento para el conductor y plataforma plana para la carga. Estos vehículos pueden trabajar en terrenos irregulares por utilizar llantas neumáticas y pueden alcanzar velocidades hasta de 30 km/h.

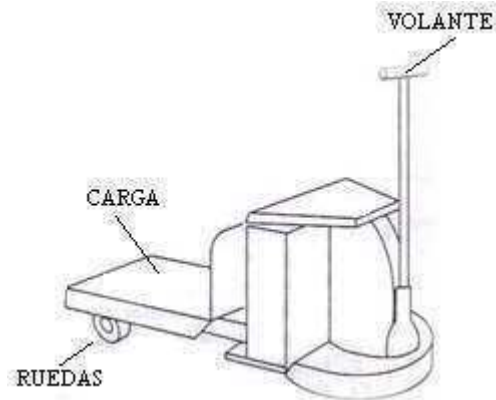


Fig. 1.19. Carrito con conductor.

1.2.4. TRACTORES Y TRENES CON TRACTOR.

El termino tractor (fig. 1.20). Se aplica a un vehículo de motor desconectable que sirve de medio de locomoción para un vehículo o grupo de vehículos transportadores de carga que no tienen su propia impulsión. El tractor es un vehículo dirigitible que maneja un operador.

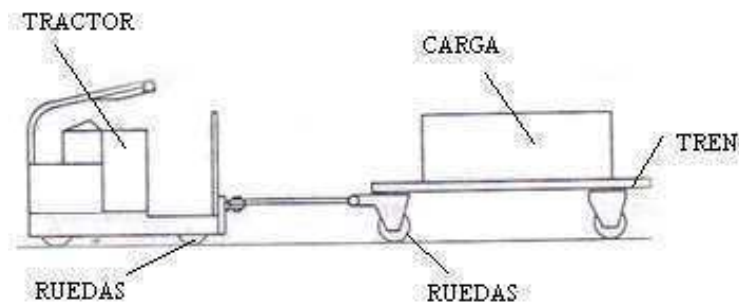


Fig. 1.20. Tractor utilizado para aplicación industrial

En todas las pendientes de más de 5% hay que consultar con el fabricante, pues se debe tener en cuenta una serie de factores que varían según el tipo de tractor

1.1.5. GRÚAS INDUSTRIALES MÓVILES

Las grúas industriales móviles o autopropulsadas (fig. 1.21), desempeñan una serie de funciones de manejo de materiales para producción y dentro

de una planta. Son adaptables en especial para cargas de tamaños grandes o poco comunes cuando se requiere una colocación cuidadosa. En algunas aplicaciones, solo se utiliza para colocar una carga dada; en otras aplicaciones, son transportador y colocador primario.

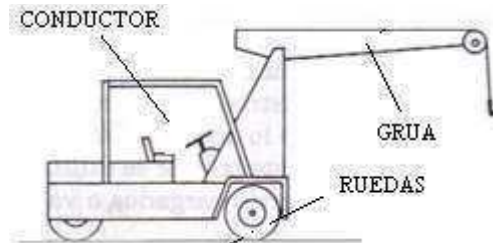


Fig. 1.21. Grúa industrial móvil.

1.3. SISTEMAS HIDRÁULICOS

Los sistemas hidráulicos pueden ser simples o complejos. Consiguen operar a altas temperaturas (por ejemplo 60 °C), altas presiones y ciclos rápidos. Se comportan como los circuitos neumáticos, excepto en lo tocante a su principal propiedad: la incompresibilidad del fluido. Esto les confiere a estos sistemas una gran facilidad para obtener avances o desplazamientos lentos y adecuados para el mecanizado con máquina herramienta, además cuentan con la posibilidad de aumentar muchísimo la presión de funcionamiento y obtener las fuerzas elevadas que necesitan ciertas máquinas como la prensa hidráulica. Esta clase de sistemas son muy empleados en la actualidad debido a factores tales como:

- **Simplicidad.** Hay pocas piezas en movimiento (bombas, motores y cilindros).
- **Flexibilidad.** El aceite se adapta a las tuberías y transmite la fuerza como si fuera una barra de acero.
- **Tamaño.** Son pequeños comparado con sistemas mecánicos y eléctricos a igual potencia.

- **Seguridad.** Brindan altos índices de seguridad, salvo algún peligro de incendio en ciertas instalaciones.
- **Multiplicación de fuerzas.** Principio muy usado para las prensas hidráulicas.

1.3.1. PRESIÓN

La presión es la relación entre una fuerza (F) que actúa sobre una determinada superficie (A), y se mide en unidades de fuerzas por unidades de área. Esta carga se puede aplicar a un punto de la superficie o distribuirse sobre ella, y cada vez que esta es ejercida se produce una flexión, y un cambio de volumen o dimensión. Su cálculo se lo realiza mediante la ecuación 1.1.

$$p = \frac{F}{A} \qquad \text{Ecuación 1.1}$$

Su unidad es el pascal Pa, presión que corresponde a la fuerza de 1N (newton) actuando uniformemente sobre una superficie de 1m², pero existen otras unidades de presión como muestra la tabla del anexo 1.

1.3.2. COMPONENTES BÁSICOS⁴.

Muchos de los sistemas hidráulicos se estructuran de cinco componentes mecánicos básicamente: bombas, válvulas, depósitos, cilindros o botellas, y filtros, sin dejar de lado las tuberías y el fluido. (fig. 1.22).

⁴ www.filtercouncil.org

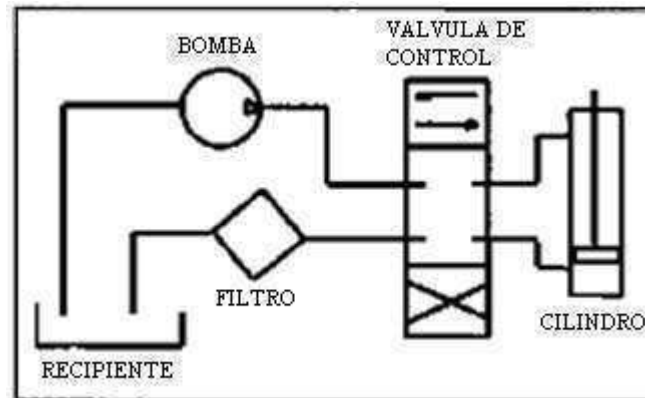


Fig. 1.22. Esquema de un sistema hidráulico.

No importa que tan sofisticado se vuelva el sistema, el fluido hidráulico lleva a cabo en él cuatro funciones simples: Transmitir potencia, lubricar bomba, válvulas y sellos, proteger el sistema removiendo contaminantes (Humedad, suciedad, calor, aire), y sellar con los componentes internos.

1.3.2.1. Bombas Hidráulicas

Las bombas son los órganos que generan la potencia hidráulica en el circuito, la cual se transmite dentro del mismo cilindro a través del fluido que por el circula (fig. 1.23).



Fig. 1.23. Bomba Hidráulica

La presión es la fuerza en una determinada área, creada por la resistencia a la circulación del fluido, cuyo tránsito por el sistema hidráulico, debe ser dirigido convenientemente a los diversos cilindros, y actuadores, de

acuerdo a las exigencias y secuencias del trabajo a realizar. Existen tres tipos de bombas que son los más utilizados en máquinas que cuentan con sistemas hidráulicos:

- a) **De engranajes:** Son bombas rotatorias, de desplazamiento positivo, adecuadas para la transmisión de potencia, generalmente se les considera como bombas para líquidos viscosos (fig. 1.24), y tienen una eficiencia (rendimiento) volumétrico aproximado de 85 a 96 %.

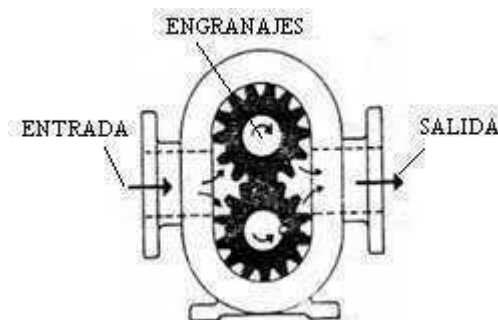


Fig. 1.24. Bomba de engranajes

- b) **De pistones:** Se aplican cuando se requieren altas presiones hidráulicas y grandes esfuerzos (fig. 1.25), funcionan según el principio de un cilindro hidráulico, donde un pistón es movido alternativamente dentro de un orificio, aspirando el fluido al retraerse y expulsándolo en su carrera hacia adelante. Son eficientes para trabajar con líquidos viscosos, y tiene un rendimiento volumétrico aproximado de 95 a 98%.



Fig. 1.25. Bomba de pistón axial.

- c) **De paletas:** Son bombas centrífugas, de desplazamiento no positivo, poco utilizadas para trabajar con líquidos viscosos, en su mayoría son empleadas como bombas de agua en vehículos, máquinas para lavar

vajilla o lavadoras, y cuentan con un rendimiento volumétrico aproximado de 85 a 93 %. (Fig. 1.26)

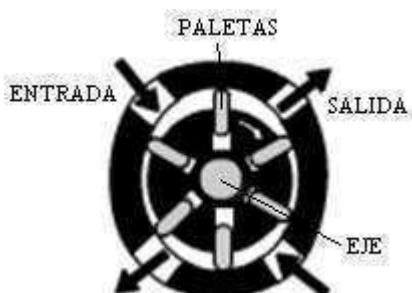


Fig. 1.26. Bomba de paletas equilibradas.

1.3.3. CILINDROS O BOTELLAS

Los cilindros son actuadores lineales, utilizados para convertir la fuerza hidráulica en fuerza o movimiento mecánico lineal, en ocasiones son llamados "motores lineales" y son posiblemente la forma más habitual de uso de energía en instalaciones hidráulicas, el principio de funcionamiento es simple: el fluido bajo presión enviado por una de las conexiones del cilindro, actúa contra el área del pistón, éste unido al vástago es desplazado linealmente en su longitud con una fuerza que es usada para mover o cargar (fig. 1.27), la distancia recorrida por el pistón se llama carrera. La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal del fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo, y La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo. Cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo da como resultado la potencia.

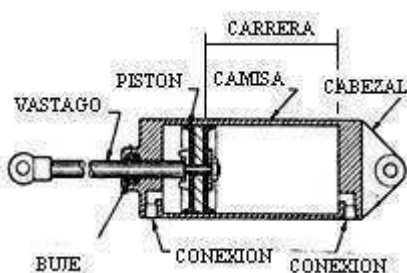


Fig. 1.27. Cilindro Hidráulico.

1.3.4. TIPOS DE CILINDROS HIDRÁULICOS.

Básicamente, los cilindros hidráulicos se definen por su sistema de desplazamiento en:

- **Cilindros hidráulicos de Simple Efecto**, el movimiento de retorno del mismo se efectúa por un muelle o resorte, y en ocasiones por gravedad. (fig. 1.28)

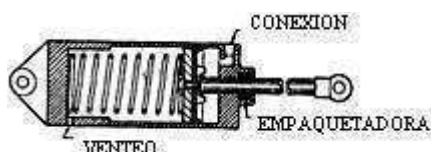


Fig. 1.28. Cilindro de simple efecto con muelle.

- **Cilindros hidráulicos de doble Efecto**, se utiliza la presión Hidráulica para el movimiento en ambos sentidos. (fig. 1.29).

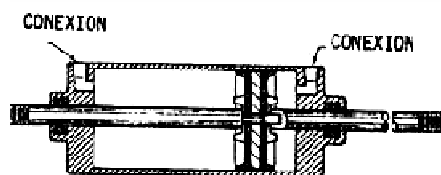


Fig. 1.29 Cilindro de doble vástago.

- **Cilindros hidráulicos Telescópicos**, cilindro que contiene otros de menor diámetro en su interior y que se expanden por etapas. (fig. 1.30)

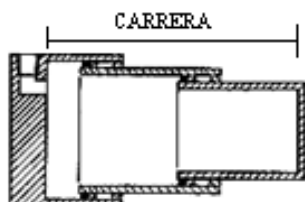


Fig. 1.30 Cilindro telescópico.

1.4. ESTRUCTURAS METÁLICAS

Se tiene presente que una estructura metálica es un conjunto de eslabones (cuerpos rígidos) y articulaciones ligadas entre sí, que no transmiten movimiento. Forman un conjunto estable capaz de recibir cargas externas, resistirlas internamente y transmitir las a sus apoyos, donde esas fuerzas externas encontrarán su sistema estático equilibrante⁵. (Fig. 1.31).

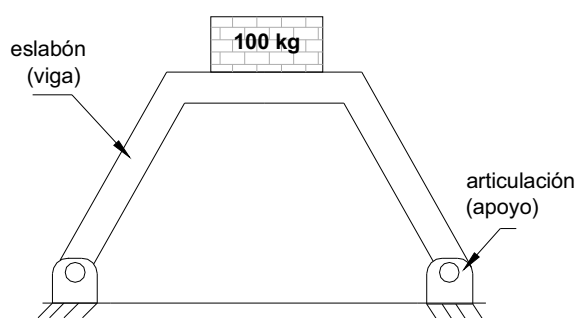


Fig. 1.31. Esquema de Estructura metálica.

Son la parte primordial y a la vez las más grandes en las máquinas, tiene como objetivo sostener todos los elementos que componen el sistema, de manera que la máquina en funcionamiento no ponga en riesgo la vida humana. Las piezas que la componen poseen evidentemente tres dimensiones, pero en general pueden ocurrir dos casos:

- Dos dimensiones, son grandes con relación a la tercera (fig. 1.32-c): Se le llamará barra y estará representada por su eje (lugar geométrico del centro de gravedad de su sección transversal), por ejemplo: barras horizontales (vigas), barras verticales (columnas). (fig. 1.32-a y b).
- Una dimensión, es pequeña con relación a las otras dos. Es el caso de losas o placas cuyo espesor es pequeño respecto a su superficie. (fig. 1.32-c).

⁵ <http://lorenzoasuservicio.50megs.com/facu/modulo1/modulo1.htm#bolita>

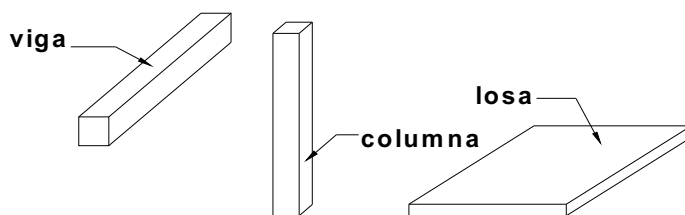


Fig. 1.32-a Viga Fig. 1.32-b Columna Fig. 1.32-c Losa

1.4.1. TIPOS DE ESTRUCTURAS.

Existen tres tipos diferentes de estructuras metálicas, cada una con diferentes características respecto a su estabilidad. Se clasifican en base a una relación entre el número de incógnitas y las ecuaciones de estática aplicables:

1.4.1.1. Estructura Isostática.

Ocurre cuando el número de incógnitas (reacciones) es igual al número de ecuaciones de estática aplicables, produciendo una situación de equilibrio estable, ante cualquier deformación impuesta a la estructura, ésta tiende a volver a su situación inicial. (Fig. 1.33).

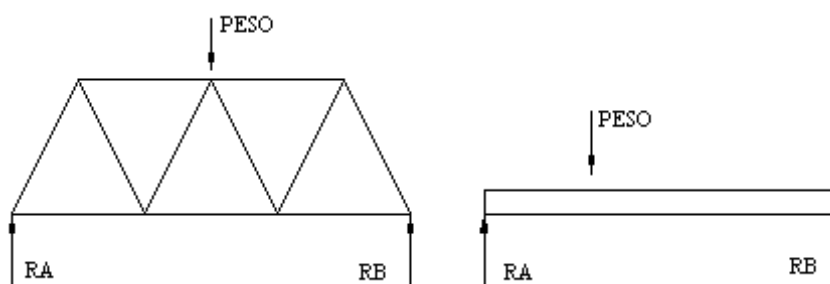


Fig. 1.33 Condición isostática;

Donde R_A = reacción en el punto A y R_B = reacción en el punto B.

1.4.1.2. Estructura Hipostática.

Este tipo de estructuras se originan cuando el número de apoyos es inferior a lo necesario para impedir los movimientos posibles de la estructura, es decir se cuenta con más ecuaciones que incógnitas. Puede ocurrir una situación de carga para la cual se consigue equilibrio, pues

cualquier deformación impuesta a la estructura tenderá a seguir hasta su ruina, por lo que las estructuras hipostáticas son inadmisibles para las construcciones⁶. (Fig. 1.34).

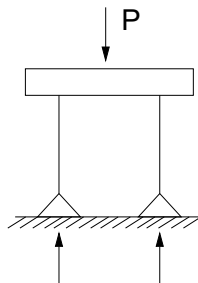


Fig. 1.34. Estructura hipostática

1.4.1.3. Estructura Hiperestática.

Con el fin de conseguir un ahorro en cuanto a costo o simplemente por la naturaleza del material empleado, la mayoría de estructuras son hiperestáticas, es decir, no se pueden resolver solamente con las ecuaciones de la estática; el número de apoyos es superior a lo necesario para impedir todos los movimientos posibles de la estructura, haciendo que cuente con un equilibrio estable.

En este caso el número de ecuaciones es inferior al número de incógnitas, produciendo un sistema indeterminado (Fig. 1.35), por lo tanto se requiere de todas las propiedades de los elementos tales como módulo de elasticidad, momento de inercia y área de las secciones transversales⁷.

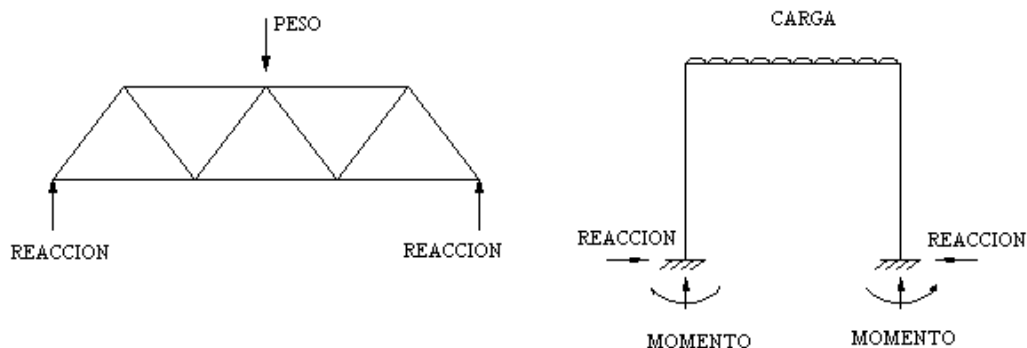


Fig. 1.35. Estructura hiperestática.

⁶ <http://lorenzoasuservicio.50megs.com/facu/modulo1/modulo1.htm#bolita>

⁷ LEÓN de la BARRA, A; Apuntes de Análisis Estructural; España; 1997

1.4.2. APOYOS

Una estructura plana posee tres grados de libertad, dos de traslación y una de rotación; la traslación puede expresarse por sus dos componentes según ejes ortogonales, y la rotación alrededor de un eje perpendicular al plano que contiene a las fuerzas.

Estos grados de libertad deben ser restringidos para evitar toda tendencia al movimiento de la estructura y lograr su equilibrio. Esta restricción está dada por los apoyos, ya que provocan reacciones en la dirección contraria a la de los movimientos, formando este conjunto de cargas y reacciones, un sistema de fuerzas en equilibrio.

- **Apoyo de primer género:** impide el movimiento en la dirección perpendicular al plano de apoyo. (Fig. 36-a).
- **Apoyo de segundo género o articulación:** impide traslaciones en cualquier dirección, permitiendo sólo rotaciones. (Fig. 36-b).
- **Apoyo de tercer género o empotramiento:** este tipo de apoyo impide todo tipo de movimiento de la estructura. (Fig. 36-c).

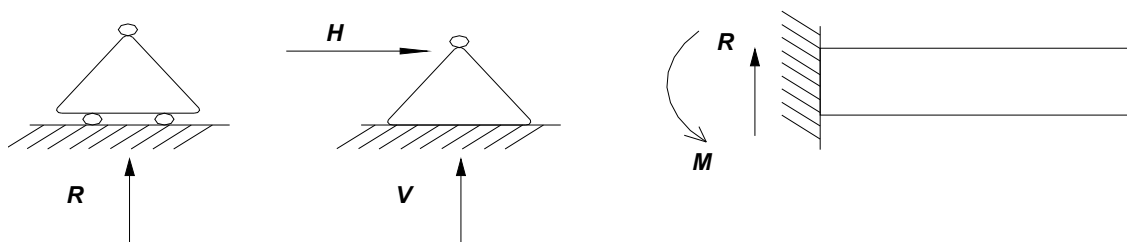


Fig. 1.36-a Estático Fig. 1.36-b Articulación Fig. 1.36-c Empotramiento

1.4.3. VIGAS.

Las vigas al igual que las columnas son barras que están sometidas a fuerzas o momentos situados en un plano que contiene a su eje

longitudinal⁸; estas al interactuar con el elemento pueden producir efectos tales como: compresión, corte, tracción, torsión, y flexión. Estos efectos provocan en la viga, o en la columna deformaciones parciales, totales, y en casos extremos la rotura.

1.4.3.1. Vigas De Alma Llena

La (fig. 1.37), muestra las vigas de alma llena, son llamadas así, debido a que dicha parte no está aligerada, son usadas para luces y cargas moderadas, y se emplean en gran parte por motivos económicos. Dentro de este tipo de vigas tenemos: Los perfiles laminados sencillos (Ver tabla 1.1), y las vigas armadas (chapas soldadas).

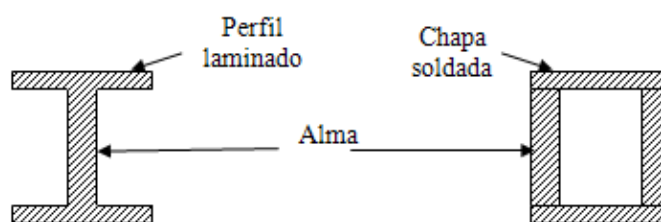


Fig. 1.37. Vigas de alma llena.

1.4.3.2. Vigas en Celosía









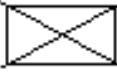
Este tipo de vigas cuentan con el alma aligerada, son usadas para luces y cargas superiores a las tratadas anteriormente, y de igual forma, por economía del material se utilizan las vigas de celosía en lugar de las armadas aunque su ejecución requiera una mayor mano de obra. (fig. 1.38)



Fig. 1.38. Vigas en celosía.

⁸ ESPINOSA, D.; Resistencia de Materiales Mecánicos; EPN - ESFOT; Quito; 2004

Tabla 1.1. Producto laminado.

PRODUCTO LAMINADO	ESQUEMA
PERFILES IPN o DOBLE T	
PERFILES IPE	
PERFILES HE	
PERFILES UPN	
PERFILES ANGULARES	
PERFILES ENT	
REDONDO	
CUADRADO	
RECTANGULAR	

1.5. SOLDADURA.

La soldadura es un proceso de fabricación en donde se realiza la unión de dos materiales, (generalmente metales), usualmente logrado a través de la fusión, en la cual las piezas son soldadas fundiendo ambas y agregando un material de relleno fundido (metal de aporte).

Muchas fuentes de energía diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido. La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un arco eléctrico.

La unión satisfactoria implica que debe pasar las pruebas mecánicas (tensión y dobléz). Las técnicas son los diferentes procesos (SMAW, SAW, GTAW, etc.) utilizados para la situación más conveniente y favorable, lo que hace que sea lo más económico, sin dejar de lado la seguridad.

1.5.1. PROCESOS DE SOLDADURA.

1.5.1.1. Soldadura por arco.

Este proceso usa una fuente de alimentación para soldadura para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Puede usar tanto corriente continua (CC) como alterna (CA), y electrodos consumibles o no consumibles. A veces, la región de la soldadura es protegida por un cierto tipo de gas inerte o semi-inerte, conocido como gas de protección, y el material de relleno a veces es usado también.

1.5.1.2. Fuentes de energía.

Para proveer la energía eléctrica necesaria para los procesos de la soldadura de arco, pueden ser usadas un número diferentes de fuentes de alimentación. La clasificación más común son las fuentes de alimentación de corriente constante y las fuentes de alimentación de voltaje constante.

Esto es importante en la soldadura manual, ya que puede ser difícil sostener el electrodo perfectamente estable, y como resultado, la longitud

del arco y el voltaje tienden a fluctuar. Las fuentes de alimentación de voltaje constante mantienen el voltaje constante y varían la corriente.

En estos procesos, la longitud del arco es mantenida constante, puesto que cualquier fluctuación en la distancia entre material base es rápidamente rectificado por un cambio grande en la corriente. Por ejemplo, si el alambre y el material base se acercan demasiado, la corriente aumentará rápidamente, lo que a su vez causa que aumente el calor y la extremidad del alambre se funde, volviéndolo a su distancia de separación original⁹.

El tipo de corriente usado en la soldadura de arco también juega un papel importante. Los electrodos de proceso consumibles como los de la soldadura de arco de metal blindado y la soldadura de arco metálico con gas generalmente usan corriente directa, pero el electrodo puede ser cargado positiva o negativamente. En la soldadura, el ánodo cargado positivamente tendrá una concentración mayor de calor, y como resultado, cambiar la polaridad del electrodo tiene un impacto en las propiedades de la soldadura. Si el electrodo es cargado negativamente, el metal base estará más caliente, incrementando la penetración y la velocidad de la soldadura.

Alternativamente, un electrodo cargado positivamente resulta en soldaduras más superficiales¹⁰. Los procesos de electrodo no consumibles, tales como la soldadura de arco de gas tungsteno, pueden usar cualquier tipo de corriente directa, así como también corriente alterna. Sin embargo, con la corriente directa, debido a que el electrodo solo crea el arco y no proporciona el material de relleno, un electrodo positivamente cargado causa soldaduras superficiales, mientras que un electrodo negativamente cargado hace soldaduras más profundas¹¹.

⁹ Kalpakjian and Schmid, p 780

¹⁰ Lincoln Electric, 1.1-10

¹¹ Lincoln Electric, p 5.4-5

La corriente alterna se mueve rápidamente entre estos dos, dando por resultado las soldaduras de mediana penetración. Una desventaja de la CA, el hecho de que el arco debe ser re-encendido después de cada paso por cero, se ha tratado con la invención de unidades de energía especiales que producen un patrón cuadrado de onda en vez del patrón normal de la onda de seno, haciendo posibles pasos a cero rápidos y minimizando los efectos del problema¹².

1.5.1.3. Soldadura SMAW.

Uno de los tipos más comunes de soldadura de arco es la soldadura manual con electrodo revestido (SMAW, Shielded Metal Arc Welding) (fig. 1.39), que también es conocida como soldadura manual de arco metálico (MMA) o soldadura de electrodo. La corriente eléctrica se usa para crear un arco entre el material base y la varilla de electrodo consumible, que es de acero y está cubierto con un fundente que protege el área de la soldadura contra la oxidación y la contaminación por medio de la producción del gas CO_2 durante el proceso de la soldadura. El núcleo en sí mismo del electrodo actúa como material de relleno, haciendo innecesario un material de relleno adicional.



Fig. 1.39. Proceso de soldadura SMAW

¹² Weman, p 16

El proceso es versátil y puede realizarse con un equipo relativamente barato, haciéndolo adecuado para trabajos de taller y trabajo de campo¹³.

Un operador puede hacerse razonablemente competente con una modesta cantidad de entrenamiento y puede alcanzar la maestría con experiencia. Los tiempos de soldadura son algo lentos, puesto que los electrodos consumibles deben ser sustituidos con frecuencia y porque la escoria, debe ser retirada después de soldar¹⁴. Además, el proceso es generalmente limitado a materiales de soldadura ferrosos, aunque electrodos especializados han hecho posible la soldadura del hierro fundido, níquel, aluminio, cobre, y de otros metales.

1.5.1.4. Geometría

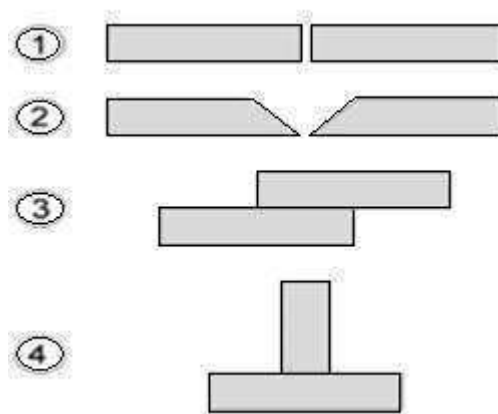


Fig. 1.40. Tipos comunes de juntas de soldadura: (1) La juntura de extremo cuadrado, (2) Juntura de preparación solo-V, (3) Juntura de regazo o traslape, (4) Juntura-T.

Las soldaduras pueden ser preparadas geoméricamente de muchas maneras diferentes (fig. 1.40). Los cuatro tipos básicos de juntas de soldadura son: la junta de extremo, la junta de regazo, la junta de esquina, la junta de borde, y la junta-T. Existen otras variaciones, como por ejemplo la preparación de juntas doble-V.

¹³ Cary and Helzer, p 103

¹⁴ Weman, p 63

La preparación de juntas solo-U y doble-U son también bastante comunes en lugar de tener bordes rectos como la preparación de juntas solo-V y doble-V, ellas son curvadas, teniendo la forma de una U. Las juntas de traslape también son comúnmente más que dos piezas gruesas dependiendo del proceso usado y del grosor del material, muchas piezas pueden ser soldadas juntas en una geometría de junta de traslape¹⁵.

A menudo, ciertos procesos de soldadura usan exclusivamente o casi exclusivamente diseños de junta particulares. Esto permite, por ejemplo, la soldadura de secciones gruesas dispuestas (fig. 1.41) en una preparación de junta solo-V¹⁶.



Fig. 1.41. Junta de soldadura en V

La sección transversal de una junta de extremo soldado, con el gris más oscuro representando la zona de la soldadura o la fusión, el gris medio la zona afectada por el calor, y el gris más claro el material base.

Las propiedades de la zona de fusión dependen principalmente del metal de relleno usado, y su compatibilidad con los materiales base.

El metal en esta área es con frecuencia más débil que el material base y la zona de fusión, y es también donde son encontradas las tensiones residuales¹⁷.

¹⁵ Hicks, p 52–55

¹⁶ Cary and Helzer, p 19, 103, 206

¹⁷ Cary and Helzer, p 401–04

1.5.1.5. Calidad.

Muy a menudo, la medida principal usada para juzgar la calidad de una soldadura es su fortaleza y la fortaleza del material alrededor de ella. Muchos factores distintos influyen en esto, incluyendo el método de soldadura, la cantidad y la concentración de la entrada de calor, el material base, el material de relleno, el material fundente, el diseño del empalme, y las interacciones entre todos estos factores. Para probar la calidad de una soldadura se usan tanto ensayos no destructivos como ensayos destructivos, para verificar que las soldaduras están libres de defectos, tienen niveles aceptables de tensiones y distorsión residuales, y tienen propiedades aceptables de zona afectada por el calor.

1.5.1.6. Soldabilidad.

La calidad de una soldadura también es dependiente de la combinación de los materiales usados para el material base y el material de relleno. No todos los metales son adecuados para la soldadura, y no todos los metales de relleno trabajan bien con material base aceptable.

1.5.1.7. Seguridad

La soldadura sin las precauciones apropiadas puede ser una práctica peligrosa y dañina para la salud. Sin embargo, con el uso de la nueva tecnología y la protección apropiada, los riesgos de lesión o muerte asociados a la soldadura pueden ser prácticamente eliminados.

Para prevenir estos accidentes, las personas que sueldan deben utilizar ropa de protección, como calzado de seguridad, guantes de cuero gruesos y chaquetas protectoras de mangas largas para evitar la exposición a las chispas, el calor y las posibles llamas.

CAPITULO II

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.

2.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.

2.1.1. REQUISITOS DEL MONTACARGAS MANUAL.

El montacargas manual servirá para levantar y bajar el tanque generador de acetileno, por la potencia desarrollada por una persona, mediante la utilización de un mecanismo de elevación accionado manualmente.

El montacargas manual debe cumplir con los requisitos de; fácil operación y tamaño adecuado para su maniobrabilidad y deberá pasar por todos los accesos del laboratorio de Procesos de Producción Mecánica y como punto final el costo también deberá ser lo más bajo posible.

2.1.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS.

Para la determinación de los parámetros que intervendrán en la construcción del montacargas manual, se considerara las necesidades, requerimientos y condiciones de trabajo a la que va a estar sometido la máquina, de esto se ha podido determinar los siguientes puntos.

- Potencia desarrollada por una persona
- Capacidad de carga
- Tamaño máximo
- Altura de elevación

- Tipo de trabajo
- Vida útil
- Costos
- Peso

A continuación se justifica y se detalla cada una de los anteriores puntos.

- **Potencia desarrollada por una persona.** La fuerza media ejercida por una persona sobre un gato hidráulico a un trabajo prolongado es de 98 N (10 kg)¹⁸. La fuerza máxima que puede ejercer un hombre empujando o tirando del montacargas es de 50-59 kg, a una velocidad promedio de 0.5 m/s¹⁹.
- **Capacidad de carga.** Por lo general los aparatos de elevación de baja capacidad están diseñados para levantar pesos de hasta 2.000 kg, cumpliendo con esta capacidad de carga las necesidades del laboratorio de Procesos De Producción Mecánica para transportar el tanque generador de acetileno para su respectivo uso y mantenimiento y para la adecuada manipulación de carga y de seguridad del manejo del montacargas manual.
- **Tamaño máximo.** De acuerdo a las medidas tomadas tanto de espacio total para el acceso a los diferentes puntos del laboratorio, el montacargas manual tendrá las siguientes dimensiones: alto 1110 mm, ancho 760 mm, largo 700 mm, así de esta manera el montacargas manual cumplirá el requisito de maniobrabilidad y fácil transportación.
- **Altura de elevación.** Esta en correlación con la altura de elevación que puede brindar la dimensión vertical del carro de elevación que se

¹⁸ CUEVA VILLAROEL, MARCOS. Tesis de grado 1986

¹⁹ CUEVA VILLAROEL, MARCOS. Tesis de grado 1986

desliza por el pórtico de carga y será este de 100 mm por motivo de seguridad al momento de transportar el tanque generador de acetileno.

- **Tipo de trabajo.** La principal aplicación del montacargas manual será en operación, de mantenimiento y servicio de transporte para el tanque generador de acetileno que se encuentra en el laboratorio de Procesos de Producción Mecánica, por esta razón se considera que estará sujeto a un trabajo no muy continuo.
- **Vida útil²⁰.** Estimando los elementos de la máquina se deduce que la parte más afectada y con mayor desarrollo de trabajo es el gato hidráulico ya que está sometido a esfuerzos muy altos y al peso total de la carga, el cual calculado su vida útil será de 100.000 ciclos considerando la altura de elevación de 100 mm y un trabajo no muy continuo.
- **Costos.** En el mercado local resulta difícil obtener la cotización de un montacargas manual con las características que se describen por lo tanto se impone un costo tope de 500 USD, basándose en el precio de los materiales que se va a utilizar.
- **Peso.** Es uno de los parámetros que afecta la maniobrabilidad del equipo.

La forma estructural del montacargas que cumple con las especificaciones requeridas, está formada por una estructura metálica en forma de H, esta estructura no necesita ningún tipo de contrapeso.

Para una acertada selección de alternativas de los elementos que constituirán el montacargas es necesario proceder de la siguiente manera.

²⁰ SHUGULI PAREDES, CRISTHIAN, Proyecto de Titulación ESFOT 2006

- Se dividirá a la máquina en partes principales que la conformaran.
- Cada parte, elemento o sistema, se procederá a seleccionar de acuerdo a: la fiabilidad, propiedad mecánica y sobre todo lo más importante que son los costos.

2.2. SELECCIÓN DEL EQUIPO TRANSPORTADOR.

Los datos de un montacargas, a menudo, tiene un medio nivel de utilización. El equipo transportador se utiliza mucho después de que ha concluido su vida útil y aumenta sus costos debido a los inventarios de piezas y repuestos (reparaciones) y mantenimiento, y se reduce su productividad.

Se ha calculado que en los talleres mecánicos que utilizan transportadores que la duración económica promedio de un vehículo transportador son 11000 horas o unos 10 años de operación dependiendo de su uso y aplicaciones.

Otras consideraciones generales para establecer los requisitos del equipo incluyen.

- Condiciones de la carga unitaria y su tamaño y centros.
- Terreno, condiciones ambientales y anchura de pasillos.
- Longitud, tipo y frecuencia de los movimientos.
- Requisitos de ubicación de las cargas.
- Riesgos inherentes en la zona de movimiento.
- Economía de operación y facilidades de mantenimiento.
- Mantenimiento y piezas de repuestos.
- Normalización (estandarización) del equipo.

Naturaleza crítica de las operaciones de la planta a las cuales sirven.

2.3. SELECCIÓN DE LA BOMBA HIDRÁULICA.

Estos mecanismos nunca deben ser escogidos de forma empírica, el objetivo siempre es seleccionar una bomba de modo que, las características de trabajo en relación al sistema en el cual opera, sean tales que el punto de funcionamiento esté cerca del PMR (punto de máximo de rendimiento), logrando con esto minimizar el consumo de energía y optimizar su rendimiento.

Existen factores importantes a considerar para la selección de una bomba, dentro de los cuales tenemos:

- Presión máxima requerida para producir suficiente fuerza de salida de los actuadores.
- Rendimiento volumétrico de la bomba.
- Seguridad de operación.
- Fácil mantenimiento.
- Condiciones de funcionamiento, continuo o de corta duración.
- Instalación interior o exterior.

2.4. SELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA HIDRÁULICO.

La selección es realizada apoyándose en los parámetros de funcionamiento a los que va estar sujeto dicho sistema en condiciones normales de trabajo, así como también en el costo de adquisición, y el mantenimiento; partiendo desde:

- **Fuente de energía.-** De accionamiento manual.
- **Instalación.-** El sistema irá colocado externamente tanto el cilindro como la bomba, y el émbolo.

- **Tipo de bomba.-** Al ser el sistema de accionamiento manual, la bomba de pistón la opción más adecuada, ya que se operan manualmente, soporta elevadas presiones de trabajo, su rendimiento volumétrico es de 95 a 98 %, y son de fácil mantenimiento.
- **Tipo de cilindro.-** El montacargas ejecuta las operaciones subir, bajar y transportar al tanque generador, por esta razón, según lo más recomendable es emplear un cilindro de simple efecto. En cuanto a la fuerza de trabajo requerida, se realiza el cálculo para determinar el peso total que resistirá la estructura y como el tanque pesa 100 kg, pero con el fin de darle una mayor seguridad a la máquina, la fuerza es sobredimensionada en un 200% dando como resultado una carga de 2 Tn.
- **Montaje.-** Con el objetivo de facilitar el montaje del sistema hidráulico en la estructura metálica, este se va a ensamblar mediante soldadura.
- **Seguridad de operación.-** El sistema debe brindar el más alto índice de seguridad para el operador, siguiendo una regla básica “LA SEGURIDAD está por encima de la CALIDAD y CALIDAD antes que la PRODUCCIÓN”.
- **Costo.-** El precio a la fecha de Julio del 2011 asciende a 150 USD.

En base a lo anterior, a continuación se presentan dos alternativas que cumplen con estos requerimientos.

2.4.1. ALTERNATIVA N° 1: CONJUNTO BOMBA Y CILINDRO.

El conjunto se compone de: Una bomba hidráulica de velocidad constante y acción simple, con un depósito de 400 cm³, proporciona una presión de trabajo de 700 bares, y está dotada de un sistema de protección integrado con una “válvula de alivio” para impedir la sobre-presión; que transmite el

fluido por una tubería flexible, hasta un cilindro de acción simple con capacidad de 10 Tn., una carrera de 155 mm, un émbolo de 50 mm de diámetro. (fig. 2.1).



Fig. 2.1. Sistema Bomba-Cilindro

Ventajas

- Estos sistemas son Idóneos para aplicaciones donde hay muy poco recorrido.
- Son de fácil acoplamiento, así como sencillos para transportar.
- Su estructura es completamente metálica, excepto la tubería, lo que evita quemaduras en entornos de soldadura.
- Ideal para pequeños trabajos de elevación y prensado.

Desventajas

- El costo total en Ecuador a la fecha Diciembre del 2010, asciende a \$ 500 lo que dificulta su adquisición.
- Su mantenimiento es complicado, y costoso.

2.4.2. ALTERNATIVA N° 2: GATO HIDRÁULICO TIPO BOTELLA.

Es un sistema compacto compuesto de un depósito en forma de botella que se posiciona sobre una base. El depósito está dividido en dos

cámaras, la primera se encarga de contener el fluido, y la segunda es un cilindro de émbolo buzo, este es accionado mediante una pequeña bomba de pistón situada en la base, la cual contiene en su interior un sistema de cañerías por donde se desplaza el aceite. El pistón posee una capacidad de 2 Tn., carrera de 150 mm, un diámetro de 20 mm, y opera en posición vertical y horizontal. (fig. 2.2).



Fig. 2.2. Gato hidráulico tipo botella

Ventajas

- Su tamaño los hace muy sencillos de transportar de un lugar a otro.
- Cuenta con un tornillo de extensión de 80 mm, dando una carrera de 230 mm.
- Posee una válvula de seguridad en la base para evitar problemas de sobre-presión.
- Al ser un sistema compacto evita fugas de aceite mejorando su eficiencia.
- Son de manejo simple, seguro, y de fácil mantenimiento.
- Puede ser empleado en trabajos de elevación, o prensado.
- El costo en Ecuador a la fecha de 30 de septiembre es del 2010 es de: \$ 20.

Desventajas

- El sistema no funciona en posición vertical con el émbolo hacia abajo, por lo cual es necesario instalar un acumulador en la parte superior.
- Necesita de resortes externos para el retroceso del émbolo.
- Debido a que la cañería esta en el interior de la base, resulta un poco complicado colocar un manómetro, puesto que los trabajos pueden dejar limaduras en el interior afectando gravemente su funcionamiento.

2.4.3. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA GATO HIDRÁULICO.

En vista que las dos muestran características muy parecidas, y que cumplen con casi todos los parámetros establecidos para el desarrollo funcional del presente proyecto, se opta por tomar la opción N° 2 GATO HIDRÁULICO TIPO BOTELLA, por presentar una diferencia en cuanto al costo de \$ 450 en comparación con la alternativa N° 1, ayudando de esta forma a mejorar la rentabilidad del proyecto, y además porque este sistema requiere de un menor espacio físico en la estructura metálica.

2.5. SELECCIÓN DE RUEDAS PARA EL MONTACARGAS.

- **Ruedas macizas.-** Se hacen con hierro semi-acerado, acero forjado, plásticos moldeados, caucho (hule) duro y materiales compuestos. Se deben limitar a diámetros pequeños y movimientos a bajo velocidad y no se deben utilizar para transmitir potencia. Tienen poca resistencia al giro, y muy corta duración si van sobrecargadas o se emplean en pisos malos, producen vibración de la carga porque no hay amortiguación.

- **Ruedas con llantas de hule acojinadas.-** Son ruedas metálicas que tienen la circunferencia maquinada, sobre la cual se instala a presión o moldea una llanta de caucho. Es la de menor capacidad de carga de todas las ruedas. Se requiere mínima potencia para mover el vehículo porque hay mínima fricción por la rodadura.
- **Ruedas con llantas resistentes al aceite.-** Las llantas son de compuestos especiales de caucho resistentes al aceite y resistirán los efectos perjudiciales del aceite sobre el caucho.
- **Ruedas con llantas de alta tracción.-** Las llantas son de caucho impregnado con abrasivos u otros materiales para dar tracción adicional en pisos mojados o con hielo.
- **Ruedas con llantas para baja potencia.-** Las llantas se fabrican con compuestos de caucho que ofrecen mínima resistencia a la rodadura y requieren baja potencia, para ocasionar menor descarga de los acumuladores de los vehículos.
- **Ruedas con llantas que no dejan marca.-** Las llantas se fabrican con un llenador para el caucho que no sea carbono, para evitar marcas en el piso y la contaminación.
- **Ruedas con llantas conductoras.-** Las llantas evitan la posibilidad de producir chispas por electricidad estática en lugares con atmosferas peligrosas o explosivas, pues mantienen la conductividad entre el vehículo y el piso.
- **Ruedas con llantas laminadas.-** Las llantas se hacen con secciones del casco de llantas neumáticas, ensartadas en una banda de acero. Son muy duras y tienen un rodamiento muy brusco. Se prestan para

lugares en donde hay mucha basura, como depósitos de chatarra o manejo de desechos.

- **Ruedas con llantas de poliuretano.**- Aunque son más costosas que las de caucho, tienen mucha mayor capacidad de carga y son menos susceptible a las cortaduras que la mayor parte de llantas de caucho y sus compuestos. La dureza de las llantas de poliuretano produce rodamiento mucho más brusco y más daños en el piso de la planta.
- **Ruedas con llantas inflables (neumáticos).**- Estas ruedas tienen llantas neumáticas de caucho vulcanizado y reforzado, son muy similares a la de los vehículos automotores. Son de los tipos con cámara y sin cámara. Su capacidad de carga es menor, para su tamaño, que las llantas macizas. Su uso amortigua más la carga, permite más velocidad, mantenimiento más fácil y reduce los daños en el piso.

2.5.1. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA LAS RUEDAS.

En vista que todas muestran características muy parecidas, y que cumplen con casi todos los parámetros establecidos para el desarrollo funcional del presente proyecto, se opta por tomar la opción de las ruedas con llantas resistentes al aceite ayudando de esta forma a evitar posibles accidentes dentro del taller, y además porque estas ruedas requieren de un menor espacio físico en la base de la estructura metálica.

2.6. ETAPAS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL.

Es el proceso creativo mediante el cual se da forma a un sistema estructural para que cumpla una función determinada con un grado de seguridad razonable, y que en servicio tenga un comportamiento adecuado. Es importante considerar ciertas restricciones que surgen de la

interacción con otros aspectos del proyecto global como son; las limitaciones en cuanto al costo, el tiempo de ejecución, y la satisfacción de determinadas exigencias estéticas.

La solución al problema de diseño no puede obtenerse mediante un proceso matemático rígido, donde se aplique rutinariamente un determinado conjunto de reglas y formulas, esto es un proceso en el cual el proyecto necesita atravesar por ciertas etapas.

2.6.1. ETAPA DE ESTRUCTURACIÓN.

Es quizás la etapa más importante del diseño estructural pues, la optimización del resultado final del diseño depende en gran medida del acierto que se haya tenido en adoptar la estructura más adecuada para una edificación específica.

En esta etapa de estructuración se seleccionan los materiales que van a constituir la estructura, se define el sistema estructural principal, el arreglo y dimensiones preliminares de los elementos estructurales más comunes. El objetivo debe ser el de adoptar la solución óptima dentro de un conjunto de posibles opciones de estructuración.

2.6.2. ESTIMACIÓN DE LAS SOLICITACIONES O ACCIONES.

En esta etapa del proyecto, se identifican las acciones que se considera van a incidir o que tienen posibilidad de actuar sobre el sistema estructural durante su vida útil. Dichas acciones, atendiendo a los conceptos de seguridad estructural y de los criterios de diseño, son clasificadas en base a la variación de su intensidad con el tiempo. Se distinguen así los siguientes tipos:

- **Acciones permanentes**, son las que actúan en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede considerarse que no varía con el

tiempo. Las principales a tomar en cuenta son: las cargas muertas, las deformaciones y los desplazamientos debido al esfuerzo.

- **Acciones variables**, son aquellas que inciden sobre la estructura con una intensidad variable con el tiempo, pero que alcanzan valores importantes durante lapsos grandes. Se pueden considerar las siguientes: cargas vivas, cambios de temperaturas y cambios volumétricos.

2.6.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

Es el procedimiento que lleva a determinar la respuesta o reacción del sistema estructural ante la sollicitación de las acciones externas que puedan incidir sobre él, produciendo algún efecto.

La respuesta de una estructura o de un elemento es su comportamiento bajo una acción determinada; está en función de sus propias características, se expresa en base a deformaciones, agrietamiento, vibraciones, esfuerzos, reacciones, etc., y es evaluada modelando las acciones como fuerzas concentradas, lineales, o uniformemente distribuidas. Si la acción es de carácter dinámico se puede proponer un sistema de fuerzas equivalentes.

2.6.4. IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA²¹.

Consiste en seleccionar un modelo teórico y analítico factible de ser analizado con los procedimientos de cálculo disponible. La selección del modelo analítico de la estructura puede estar integrada de las siguientes partes:

- **Modelo geométrico.** Esquema que representa las principales características geométricas de la estructura.

²¹ www.monografias.com/trabajos6/dies/dies.shtml

- **Modelo de las condiciones de continuidad en las fronteras.** Debe establecerse como cada elemento está conectado a sus adyacentes y cuáles son las condiciones de apoyo de la estructura.
- **Modelo del comportamiento de los materiales.** Debe suponerse una relación acción – respuesta, o esfuerzo - deformación del material del que se compone la estructura.
- **Modelo de las acciones impuestas.** Las acciones que afectan la estructura para una condición dada de funcionamiento se representan por fuerzas o deformaciones impuestas.

2.6.5. DETERMINAR LAS ACCIONES DE DISEÑO.

En muchas situaciones las cargas y otras acciones que introducen esfuerzos en la estructura están definidas por los reglamentos de las construcciones y es obligación del proyectista sujetarse a ellos, además determina la respuesta de las acciones de diseño en el modelo elegido para la estructura.

CAPÍTULO III

DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento abarca: Selección del tipo de viga para la estructura, esquema de la estructura metálica de la máquina, determinación de fuerzas y reacciones de los elementos que la componen, análisis estructural de los elementos, esquema de los aditamentos para las operaciones de montaje y desmontaje, hojas de procesos, y planos de construcción.

3.1 CÁLCULO ESTRUCTURAL.

Podría ser considerado como el punto más esencial dentro de la etapa del análisis estructural razón por la cual se ha decidido tratarlo como un tema independiente.

Es muy importante que se haga énfasis en la realización de un óptimo cálculo en todo proyecto de estructuras metálicas, ya que es la parte del diseño que tiene la finalidad de hallar las dimensiones adecuadas de los elementos que las constituyen, relacionando de la mejor forma la resistencia del elemento con las cargas externas que se le apliquen.

Existen varios métodos de cálculo que determinan los efectos producidos sobre vigas, y columnas, los más frecuentemente utilizados son: Doble

integración, viga conjugada, área de momento, y método de la energía elástica²².

Actualmente también se cuenta con programas computacionales como el SAP 2000, VIGAS, etc., sin embargo es un requisito importante el propio juicio o criterio del diseñador pues los resultados calculados sólo proporcionan la base para adoptar las decisiones finales.

3.1.1. PIEZAS SOMETIDAS A FLEXIÓN²³.

Un material trabaja a flexión cuando soporta cargas perpendiculares al eje que dan origen a esfuerzos internos de flexión y cortantes en la barra, y además también hace que ésta fleje en sentido perpendicular a su eje longitudinal.

La deformación de una viga se suele expresar en función de la flecha desde la posición no deformada. Se mide desde la superficie neutra de viga deformada hasta la posición original de dicha superficie. En el ejemplo representado en la (fig. 3.1), se observa que, por efecto de una carga F , la viga ha flejado una distancia (f).

En la flexión se han de distinguir tres hechos importantes, a saber:

- La parte superior (a) sufre una compresión de sus moléculas.
- La parte inferior (b) sufre un alargamiento de sus moléculas.
- La línea del eje (xx'), parte central o fibra neutra, no sufre deformación.

Donde: F = Carga aplicada.

²² VILORIA, JOSÉ R.; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada; Editorial Thomson; España

²³ VILORIA, JOSÉ R.; Prontuario de Mecánica Industrial Aplicada; Editorial Thomson; España

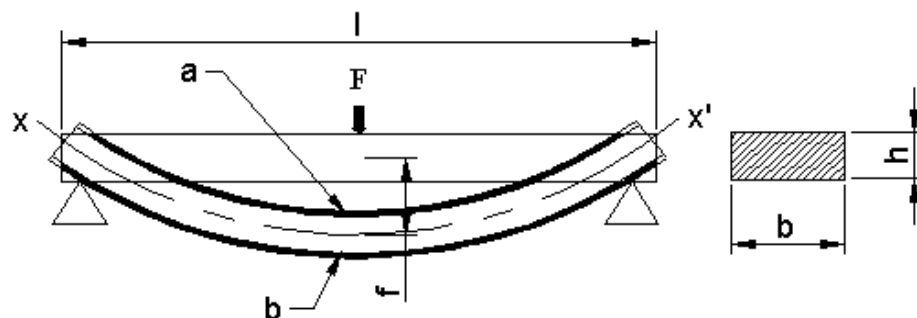


Fig. 3.1. Viga deformada

Las condiciones de diseño de las vigas frecuentemente imponen limitaciones sobre las deflexiones, lo mismo que sobre los esfuerzos. Por esto además del cálculo de los esfuerzos es importante determinar las distancias de las flechas, por ejemplo el código AISC, indica que a flecha máxima no debe exceder de $1/300$ de la longitud de la viga²⁴, en cambio otras normas presentan el factor de división en función de la longitud y el tipo de trabajo que realice la viga como muestra la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Valores máximos de la relación flecha-luz²⁵

LIMITACIONES DE LAS FLECHAS DE LAS VIGAS	
Vigas o viguetas de cubierta	$L / 250$
Vigas de hasta 5 m de luz y viguetas de forjado que no soporten muros de fábrica	$L / 300$
Vigas de mas de 5 m de luz; que no soporten muros de fábrica	$L / 400$
Vigas y viguetas de forjado; que soporten muros de fábrica	$L / 500$
Ménsulas con la flecha medida en el extremo libre	$L / 300$
Cualquier otro elemento (a menos que se justifique debidamente)	$L / 500$

Para que una pieza sometida a flexión pueda considerarse correctamente calculada, y por tanto pueda ser empleada, es preciso que esta cumpla con las siguientes condiciones, las cuales se refieren a:

²⁴ ESPINOSA, D.; Resistencia de Materiales Mecánicos; Folleto ESFOT; Quito; 2004.

²⁵ NORMA NBE EA-95; Estructuras de Acero en Edificación; España; 1995.

- **Estado tensional:** Tensiones combinadas inferiores a la tensión admisible.
- **Estado de deformación:** Flechas que no alcancen un límite preestablecido.
- **Estabilidad:** Comprobación de posibles fenómenos de pandeo lateral, local y abollamiento del alma.

En el caso particular de la estabilidad, no son necesarias las comprobaciones de pandeo local del ala, ni de abolladura del alma, cuando se trata de secciones laminadas.

3.1.2. CÁLCULO DE VIGAS.

Diagrama de cuerpo libre; Es el primer paso a seguir en el análisis de cualquier tipo de viga, consiste en representar gráficamente las condiciones y tipos de carga a la que está sometido el cuerpo. (fig. 3.2)

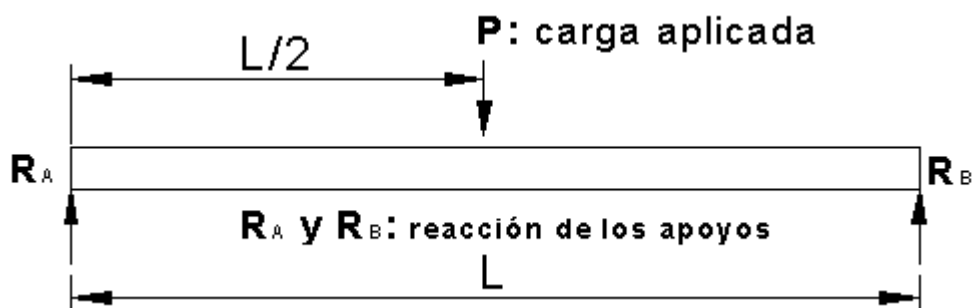


Fig. 3.2. Reacción de los apoyos.

Cortante Máximo ($C_{m\acute{a}x}$); Consiste en calcular la fuerza cortante máxima que soporta la viga en un determinado punto, debido a la carga aplicada sobre ella. El resultado hallado es usado en forma de valor absoluto. (Tabla A 2.1 y A 2.2)

Momento Flector Máximo (M_{máx}); Es el tercer paso en el análisis; al igual que en el cortante máximo se debe obtener el más alto valor que se produce en la viga debido a las cargas aplicadas, y el resultado es usado en valor absoluto.

(Tabla A 2.3, A2.4)

Momento Resistente (W); Es la relación entre el momento flector máximo y el límite de fluencia del material a usar, pero cuando se desconoce alguno de estos valores y si el eje del cuerpo pasa por su centro de gravedad se puede emplear para el cálculo las ecuaciones. (Tabla A2.5).

En el caso del perfil G el resultado obtenido es una guía para seleccionar el W (momento resistente) más conveniente de los datos que se muestran en la (tabla A 2.6)

Esfuerzo de Trabajo (σ); Es el esfuerzo máximo de trabajo al cual está sujeto el elemento, producto de la carga aplicada. Este valor debe ser menor o igual al límite de fluencia del material que está hecho el cuerpo. Ecuación 3.1.

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{W_{xx'}} \quad \text{Ecuación 3.1.}$$

La Flecha (f)²⁶; Es la deformación que sufre la viga a causa de las cargas que se le aplican; cuando esta se halla en el centro de la distancia comprendida entre los apoyos de una viga de alma llena, de sección constante y constituida por un perfil simétrico de canto h y luz L ; puede calcularse mediante la ecuación 3.2.

$$f_{(\text{mm})} \cong \alpha \bullet \frac{\sigma(\text{Kg/mm}^2) \cdot L^2 (\text{m}^2)}{h_{(\text{cm})}} \quad \text{Ecuación 3.2.}$$

²⁶ NORMA NBE EA-95; Estructuras de Acero en Edificación; España; 1995

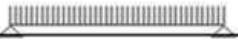
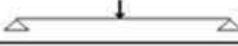





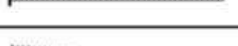
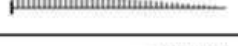



σ : Tensión de trabajo.

α : Coeficiente que depende del tipo de apoyo de la viga y del tipo de carga. (Ver tabla 3.2).

h: Espesor del cuerpo.

Para casos de vigas las cuales sus diagramas no coincidan con los mostrados en la tabla 3.1, el cálculo de la flecha se lo realiza mediante el método de doble integración, los cuales dan como resultado distintas ecuaciones que dependen del sistema de fuerzas que se aplique en determinado tipo de viga, como se muestra en la siguiente tabla 3.2.

Tabla 3.2. Valores del coeficiente α

Clases de sustentación y tipo de carga	α
	1,000
	0,800
	0,300
	0,250
	0,340
	0,400
	2,380
	1,930
	2,650
	3,180
	0,415
	0,448

3.1.3. PIEZAS SIMPLES SOMETIDAS A COMPRESIÓN AXIAL.

Una pieza larga montada en posición vertical (columnas, postes, etc.) y sometida a compresión está expuesta a pandeo, que es una deformación en forma de curva que se produce en la pieza sobre su eje longitudinal.

La longitud de pandeo o zona curvada (l_k) de una pieza larga sometida a compresión dependerá del tipo de anclaje o apoyo que tenga en sus extremos. Se pueden dar cuatro casos de pandeo, tal como se representa en la figura 3.3.

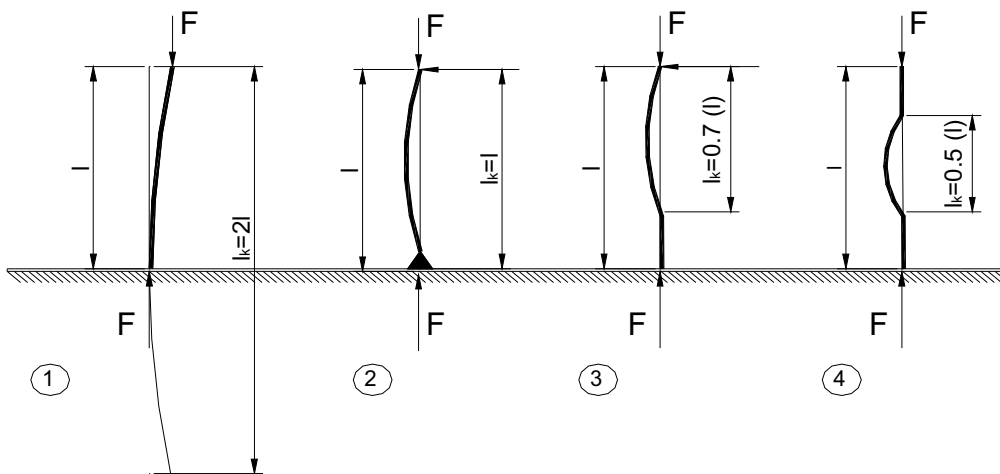


Fig. 3.3. Piezas sometidas a pandeo donde l_k =longitud de pandeo y F = carga aplicada a la viga.

- (1) Cuando un extremo está libre el otro empotrado: $l_k=2l$
- (2) Cuando los dos extremos están articulados: $l_k=l$
- (3) Cuando un extremo está fijo y el otro articulado: $l_k= 0.7 \cdot l$
- (4) Cuando los dos extremos están fijos: $l_k= 0.5 \cdot l$

Mientras la carga permanezca por debajo de un determinado valor P_{ki} que es la carga exterior crítica, la barra conserva su forma recta siendo su equilibrio estable. Incrementando F hasta alcanzar dicho valor, además de la posibilidad del estado de equilibrio con la forma recta de la pieza aparecen otros posibles estados de equilibrio; en los que la forma se

convierte en curva con desplazamientos infinitesimales de sus diversos puntos. (fig. 3.4).

Para nuevos incrementos de la carga F , los desplazamientos se hacen finitos y la pieza prismática se encuentra sometida a flexión compuesta debido al descentramiento de la carga F , con relación a la directriz de la

barra cuyo valor máximo será $F \times y \times \frac{L}{2}$; al alcanzar la carga exterior el

valor crítico que de lugar al cambio de forma, la pieza prismática se comporta como si se produjese una pérdida repentina de la capacidad de resistencia hasta el punto que sobreviene la ruptura bajo tensiones de compresión, que no solo son inferiores a los límites de rotura, sino a aquellas correspondientes a los límites de fluencia y proporcionalidad²⁷.

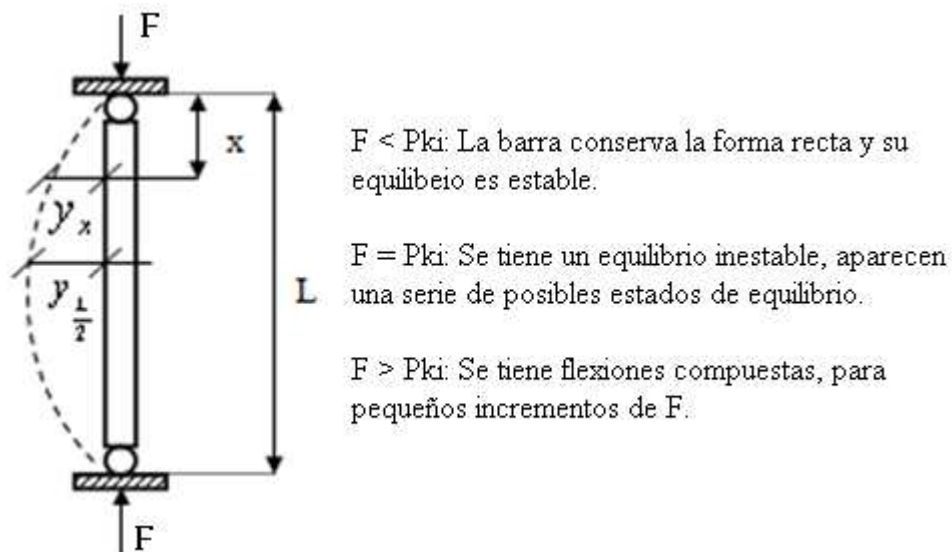


Fig. 3.4. Acción de cargas axiales sobre una columna

²⁷ www.infomecanica.com/estructuras.htm

3.1.4. CARGA CRÍTICA.

Euler determinó la carga crítica de rotura P_{ki} para una pieza que axialmente comprimida satisface las siguientes condiciones:

- La pieza es biarticulada, de sección transversal constante e l constante.
- El módulo de elasticidad E permanece constante hasta la rotura.
- El eje de la pieza es matemáticamente recto.
- La carga externa P actúa exactamente en el eje.
- Los recorridos de los puntos del eje de la pieza son muy pequeños.

Carga de pandeo P_{ki} (Euler).

$$P_{ki} = \pi \frac{E * I_m}{lk^2}$$

Ecuación 3.3

I_m : Momento de inercia de la sección

lk : Longitud de pandeo

Radio de giro (i), este depende de la forma de la sección y no del material.

$$i = \sqrt{\frac{I_m}{A}}$$

Ecuación 3.4

I_m : Momento de inercia de la sección

A : Sección

Esbeltez mecánica (λ), se produce en piezas sometidas a compresión, y es consecuencia del pandeo, se calcula a través de la relación entre la longitud de pandeo y el radio de giro mínimo de la sección.

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$

Ecuación 3.5

Si el valor de λ es \geq que el dado en la tabla 3.3, el cálculo de la carga crítica a soportar por la columna o pilar se hará en función de la fórmula de Euler. Si λ es menor que el valor dado en la tabla se aplicará la fórmula de *Rankine* para calcular la carga de pandeo (Ecuación 3.6).

$$P_{ki} = \frac{R * A}{1 + \frac{L^2 * A}{\lambda^2 * I_m}}$$

Ecuación 3.6

R: Resistencia límite práctica, trabajando a compresión.

A: Sección

l_k : Longitud de pandeo

λ : Valor de la esbeltez mecánica.

I_m : Momento de inercia de la sección

Tabla. 3.3. Valores de coeficiente de seguridad según la esbeltez (λ)²⁸

	Aceros	Fundición	Madera	Hormigón
Coeficiente de seguridad	4 a 5	8	10	8 a 10
λ	100	60	70	140

Tensión de Trabajo (σ), es el máximo esfuerzo al que está sometido la columna, y debe ser menor o igual al límite de fluencia del material.

²⁸ www.infomecanica.com/estructuras.htm

$$\sigma = \frac{P_{Ki} * w}{A}$$

Ecuación 3.7

W: Coeficiente de pandeo (tabla A 2.9)

Coeficiente de Seguridad (n), es la relación entre el límite de fluencia del material y la tensión de trabajo. Por lo general se encuentra entre 1 y 2.

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

Ecuación 3.8

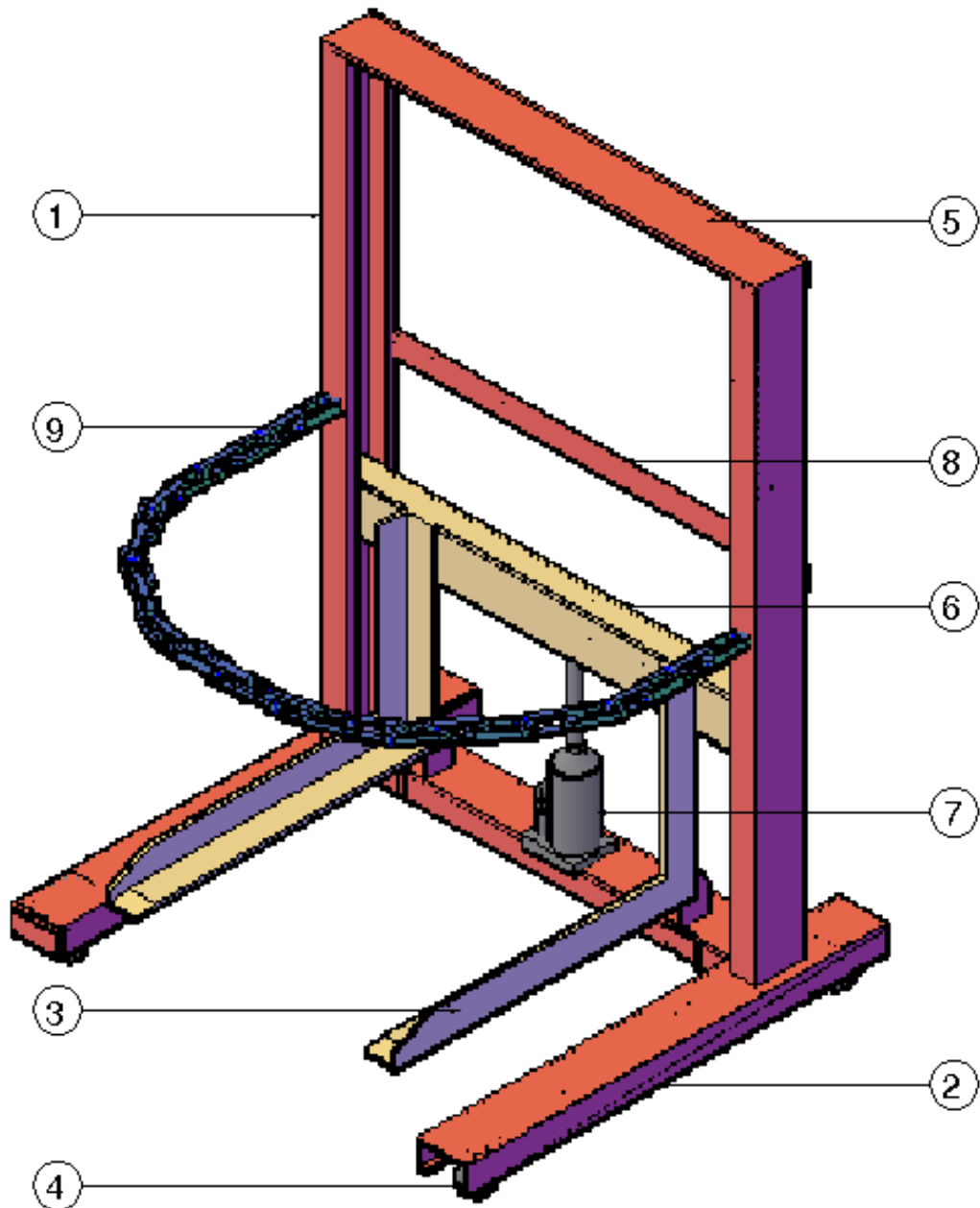
Carga Real (PR), es el valor real de carga que puede soportar la columna, es la relación entre la carga crítica y el coeficiente de seguridad. Se calcula a través de la ecuación:

$$P_R = \frac{P_{Ki}}{n}$$

Ecuación 3.9

3.2. ESQUEMA GENERAL DEL MONTACARGAS.

La figura 3.5 a y 3.5 b, muestran el esquema general de la máquina a construir.



- 1.-Columnas, 2.-Base soporte, 3.-Horquillas, 4.-Ruedas estructura, 5.-Tapa superior, 6.-Viga transversal, 7.-Gato hidráulico, 8.-Platina transversal, 9.-Cadena

Fig. 3.5-a. Elementos y partes del montacargas hidráulico

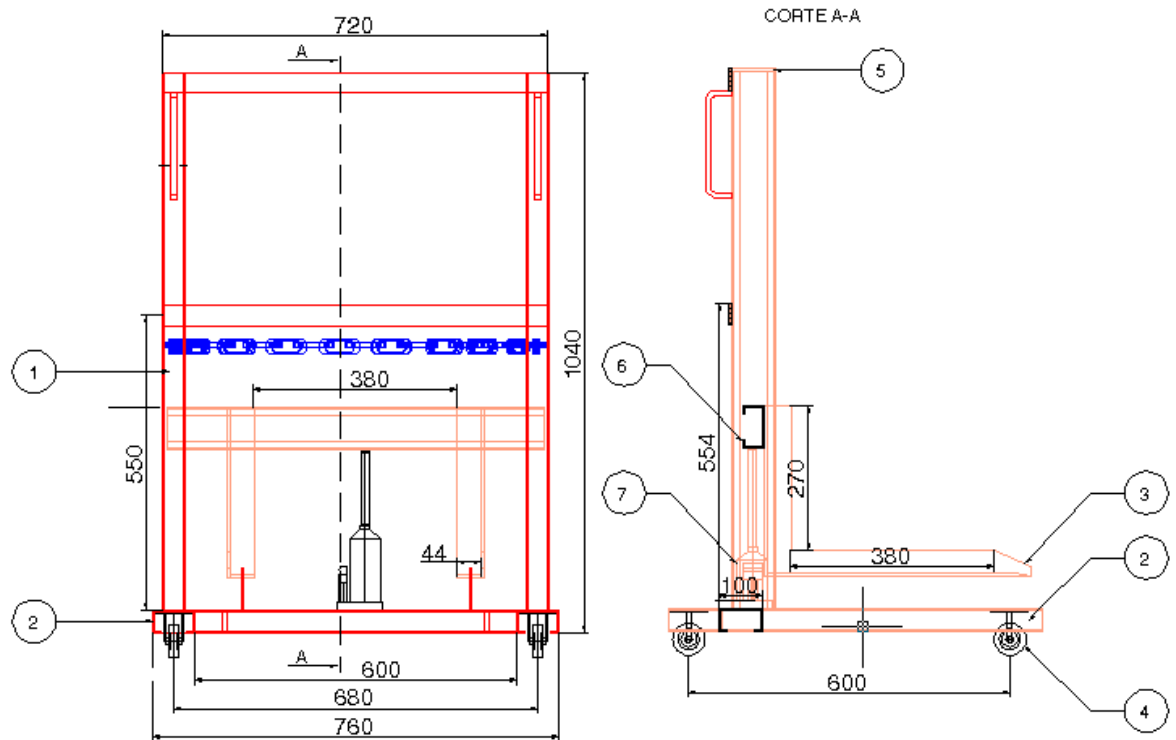


Fig. 3.5-b. Elementos, partes y dimensiones del montacargas.

- 1.-Columnas, 2.-Base soporte, 3.-Horquillas, 4.-Ruedas estructura, 5.-
Tapa superior, 6.-Viga transversal, 7.-Gato hidráulico, 8.-Platina
transversal,
9.-Cadena

3.2.1. DETERMINACIÓN DE FUERZAS Y REACCIONES.

En el montacargas la carga principal se genera desde el gato hidráulico, ésta es transferida hacia la correas en “G” de elevación y descenso la cual esta soldada con las horquillas y esta su vez se apoya sobre las columnas o rieles a que se traslada la carga por medio de las guías que la sostienen; además la fuerza de trabajo del pistón genera una reacción que debe ser soportada por la estructura que esta va sujeta a las columnas a través de soldadura, formado este conjunto de cargas y reacciones un sistema de fuerzas y equilibrio

3.2.1.1. Cargas en las horquillas.

El cuerpo en el cual se va a trabajar es posicionado sobre el gato hidráulico, que a su vez está soldado con las uñas, en donde por la acción de una fuerza proporcionada por el pistón del gato hidráulico se realiza la operación de elevación y declinación del tanque generador, generándose reacciones en los apoyos que sostienen al sistema como se muestra en el diagrama de cuerpo libre de la figura 3.6.

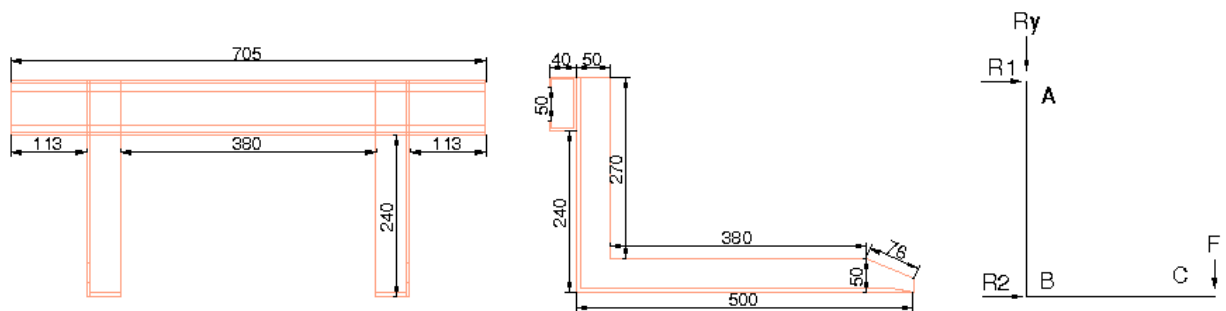


Fig. 3.6. Horquillas: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre

Donde: F = Fuerza de trabajo ejercida por el peso del tanque.
 R_1 y R_2 = Reacciones de los apoyos.
 R_y = reacción vertical
 P = Peso de la horquilla.

3.2.1.1.1. Diseño de la horquilla.

El peso de los materiales es un dato necesario para llevar a cabo el cálculo, establecer su valor requiere de la configuración geométrica del cuerpo junto con sus dimensiones para lo cual se hace referencia a la figura 49-a. Considerando que el acero tiene una $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$ y analizando los componentes, se encuentra que el peso es:

$$P_{\text{horquilla}} = \text{Longitud} * \text{peso en kg/m} * \# \text{ de unidades}$$

$$P_{\text{horquilla}} = 0.8\text{m} * 4.43\text{kg/m} * 2$$

$$P_{\text{horquilla}} = 7.088 \text{ Kg}$$

Se toma la carga máxima que proporciona el gato hidráulico como la fuerza de trabajo del pistón, es decir:

$$F_t = 2000 \text{ kg}$$

Remplazando los datos del peso y de la fuerza de trabajo en la ecuación 8 de la tabla A2.1, donde A es igual a la reacción R_2 y se determina el valor del cortante máximo que en este caso se origina en los dos apoyos.

$$A = P$$

$$R_2 = A$$

$$A = R_2 = \frac{2000}{2}$$

$$R_2 = 1000 \text{ kg}$$

Además, la F y el $P_{\text{horquilla}}$, producen un momento flector sobre el cuerpo, el mismo que es calculado en base la ecuación 8 de la tabla A2.3, ya que el diagrama de cuerpo libre del ángulo coincide con el gráfico de dicha tabla, por lo tanto:

$$M_{f\text{máx}} = P * L$$

Donde: P es la fuerza aplicada y L la longitud resulta que:

$$M_{f\text{máx}} = 1000 \text{ kg} * 50 \text{ cm}$$

$$M_{f\text{máx}} = 50000 \text{ Kg.cm}$$

A continuación se lleva a cabo el cálculo del momento resistente que se lo realiza aplicando la ecuación 7-a de la tabla A 2.5, debido a que la fuerza

de trabajo que actúa sobre el ángulo es perpendicular al eje x, obteniendo:

$$W_{xx'} = \frac{50 * (2.5)^2}{6}$$

$$W_{xx'} = 52.08 \text{ cm}^3$$

Una vez calculado el $M_{f\text{máx}}$, el $W_{xx'}$, y teniendo en cuenta que se elige un acero ASTM A-36 (anexo 3) cuyo $S_y = 3600 \text{ Kg/cm}^2$, se determina el valor de la tensión de trabajo haciendo uso de la ecuación 3.1:

$$\sigma_t = \frac{M_{f\text{max}}}{W_{xx'}}$$

$$\sigma_t = \frac{5000}{52.08}$$

$$\sigma_t = 96,006 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore 96 \text{ Kg/cm}^2 \leq 3600 \text{ Kg/cm}^2$$

La deformación o flecha se la obtiene mediante la ecuación 3.0, y según el cuadro 2, no debe exceder de $L/500$ es decir 0.84mm, entonces:

$$f \cong \alpha * \left(\frac{\sigma * (L)^2}{h} \right)$$

$$f \cong 0.8 * \left(\frac{96.00 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} * (0.5)^2}{0.6} \right)$$

$$f \cong 0.40 \text{ mm} < 0.84 \text{ mm (flecha aceptable)}$$

Por último el coeficiente de seguridad se calcula empleando la ecuación 3.8:

$$n = \frac{S_y}{\sigma} = \frac{36000}{9600}$$

$$n = 3.7$$

Este factor es debido a que se emplea como fuerza de trabajo la capacidad máxima que tiene el gato hidráulico, la misma que fue sobredimensionada en un 100% de la requerida para subir o bajar el tanque generador.

3.2.1.2. Cargas en la viga transversal.

Se compone de un perfil "G" ASTM A-36 que está unido a través de dos placas de acero, como se observa en la figura 3.7. Cada carga es una de las horquillas que se encarga de sostener la viga anteriormente mencionada, se genera el sistema de fuerzas representado en el diagrama de cuerpo libre de la figura 3.7.

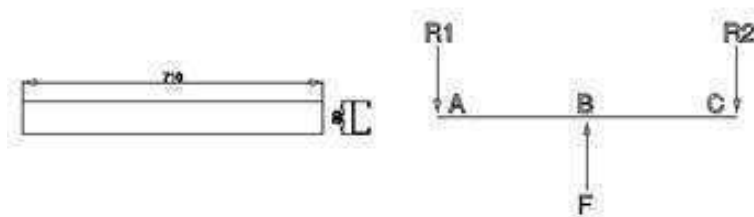


Fig. 3.7. Viga transversal: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre.

Donde: F = Fuerza de trabajo que provoca el gato hidráulico.

$R1$ y $R2$ = Reacciones de las cuñas.

P = Peso del perfil.

3.2.1.2.1. Diseño de la Viga.

El diagrama de cuerpo libre representado en la figura 3.7-b muestra claramente que la viga es un elemento que está sometido a flexión, por

esta razón los pasos para realizar el cálculo son similares al caso anterior cuando se analizaba el comportamiento de la platina.

El peso por cada metro de perfil G-80x40x3 mm según la tabla A2.6 es de 4.01 Kg/m, por lo tanto:

$$P_v = 0.71 \times 4.01 = 2.84 \text{ Kg}$$

La fuerza de trabajo al que está sometida la viga es en valor, igual a las reacciones que se dan sobre la viga, pues como ya explicé cada de ellas es la mitad del peso, entonces:

$$F_t = 2000 \text{ Kg}$$

El cortante máximo se determina mediante la ecuación 1 de la tabla A2.1:

Donde: Q = fuerza ejercida por el pistón

$$R_1 = A \text{ y } R_2 = B$$

$$A = B = Q / 2$$

$$R_1 = R_2 = \frac{2000}{2}$$

$$R_1 = R_2 = 1000 \text{ kg}$$

Se prosigue con el cálculo del momento flector máximo a través del uso de la ecuación 1 de la tabla A2.3:

$$M_{f\text{m}\acute{a}\text{x}} = \frac{(2000) * 0.7}{8}$$

$$M_{f\text{m}\acute{a}\text{x}} = 175 \text{ Kg.cm}$$

El cómputo de momento resistente se lo hace en función a la ecuación 3.1, para lo cual se elige un acero A-36 (anexo A3) con un $S_y = 36000 \text{ Kg/cm}^2$

$$W_{xx}' = \frac{M_{\text{máx}}}{S_y} = \frac{175}{36000}$$

$$W_{xx}' = 4.86 \text{ cm}^3$$

$$\therefore W_{xx}' = 12.3 \text{ cm}^3 \text{ (según Anexo 3)}$$

Remplazando $M_{\text{máx}}$ y W_{xx}' en la ecuación 3.1, se define el la tensión de trabajo que experimenta el cuerpo bajo la acción de la carga, de donde:

$$\sigma_t = \frac{175}{12.3}$$

$$\sigma_t = 14.22 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore 14.22 \text{ Kg/cm}^2 \leq 36000 \text{ Kg/cm}^2$$

La deformación que sufre la viga se la obtiene mediante la ecuación 3.2, en la tabla 3.1 advierte que no debe exceder de $L/500$ es decir 14.2 mm, entonces:

$$f \cong 0.8 * \left(\frac{14.22 * (0.7)^2}{500} \right)$$

$$f \cong 0.01 \text{ mm} < 14.2 \text{ mm (flecha aceptable)}$$

De igual forma, utilizando la ecuación 3.8 se determina el factor de seguridad que vale:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_t} = \frac{36000}{14.22}$$

$$n = 2.53$$

Este valor obtenido garantiza la seguridad de la viga ante la acción de la máxima carga que puede producir el gato hidráulico, con el fin de que no

se produzca ninguna deformación permanente en el elemento. Por lo tanto el perfil G de acero A-36 es aceptable.

3.2.1.3. Cargas en la estructura soporte.

Son fuerzas que actúan en las caras superiores de las correas con el fin de sostener a las columnas, esto origina un sistema de fuerzas y reacciones sobre el cuerpo, las mismas que se muestra en la figura 3.8.

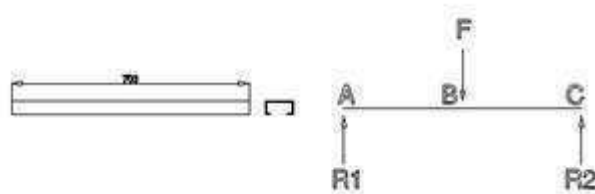


Fig. 3.8. Estructura soporte: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre.

Donde: F = Fuerza de la columna.

$R_{c1} = R_{c2}$ = Reacciones del perfil base

3.2.1.3.1 Diseño de la estructura soporte.

El diseño se basará en considerar a la estructura como una viga simplemente apoyada sobre dos cargas puntuales y un peso total, cuyo peso es tomado en cuenta por ser un material acero ASTM A-36 cuyas características se aprecian en el anexo A5.3.

$$S_y = 36000 \text{Kg/cm}^2$$

El cortante máximo se determina mediante la ecuación 1 de la tabla A2.1:

$$R_1 = R_2 = \frac{250}{2}$$

$$R_1 = R_2 = 125 \text{ kg}$$

Se prosigue con el cálculo del momento flector a través del uso de la ecuación 1 de la tabla A2.5:

$$M_{f\text{m}\acute{a}\text{x}} = \frac{(125 * 0.7)}{8}$$

$$M_{f\text{m}\acute{a}\text{x}} = 10.93 \text{ Kg.cm}$$

El cómputo de momento resistente se lo hace en función a la ecuación 3.1, para lo cual se elige un acero A-36 (anexo A3) con un $S_y = 36000 \text{ Kg/cm}^2$

$$W_{xx'} = \frac{M_{\text{m}\acute{a}\text{x}}}{S_y} = \frac{125}{36000}$$

$$W_{xx'} = 0.0034 \text{ cm}^3$$

$$\therefore W_{xx'} = 12.3 \text{ cm}^3 \text{ (según Anexo 3)}$$

Remplazando $M_{\text{m}\acute{a}\text{x}}$ y $W_{xx'}$ en la ecuación 2.1, se define el la tensión de trabajo que experimenta el cuerpo bajo la acción de la carga, de donde:

$$\sigma_t = \frac{10.93}{0.0034}$$

$$\sigma_t = 314.78 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore 314.78 \text{ Kg/cm}^2 \leq 36000 \text{ Kg/cm}^2$$

La deformación que sufre la viga se la obtiene mediante la ecuación 3.2, en la tabla 3.1 advierte que no debe exceder de $L/500$ es decir 14.2 mm, entonces:

$$f \cong 0.8 * \left(\frac{314.78 \times (0.7)^2}{500} \right)$$

$$f \cong 0.24 \text{ mm} < 14.2 \text{ mm (flecha aceptable)}$$

De igual forma, utilizando la ecuación 3.8 se determina el factor de seguridad que vale:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_t} = \frac{36000}{314.78}$$

$$n = 1.14$$

Este valor obtenido garantiza la seguridad de la viga ante la acción de la máxima carga que puede producir el gato hidráulico, con el fin de que no se produzca ninguna deformación permanente en el elemento. Por lo tanto el perfil G de acero A-36 es aceptable.

3.2.1.4. Cargas en la Columna.

Las columnas son las partes más importantes de la estructura metálica, se encargan de sostener al resto de componentes, mantener la estabilidad de la máquina, y permitir un buen funcionamiento de la misma.

La figura 3.9, muestra un esquema del dispositivo, sus dimensiones, y el diagrama de cuerpo libre; dando a conocer también que el elemento empleado como columna es un perfil ASTM A-36.

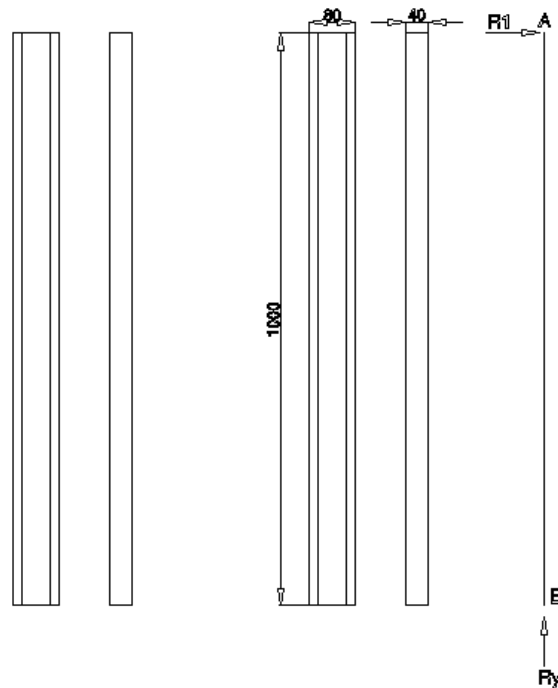


Fig. 3.9. Columna: a) dimensiones, b) diagrama de cuerpo libre

Donde: R_1 = Fuerza de trabajo.

R_y = Reacción del piso

P = Peso total que soporta la columna.

3.2.1.4.1. Diseño de la Columna.

Por motivos de facilitar el cálculo se ha desplazado la fuerza de trabajo de su posición normal al extremo superior de la columna (Ver fig. 3.12-b), considerando de esta manera que la longitud total del cuerpo está sometida a compresión axial y por ende al efecto de pandeo; teniendo en cuenta además que sus dos extremos están fijos.

La tabla A 2.6 designa los siguientes parámetros para un perfil ASTM A-36:

$$I_{yy} = 49\text{cm}^4 \quad A_{\text{Bruta}} = 5.11\text{cm}^2 \quad I_{yy} = 1.46\text{cm}$$

Al contar con sus dos extremos fijos la longitud de pandeo es:

$$l_k = 0.5 * L$$

$$l_k = 0.5 * 100$$

$$l_k = 50\text{cm}$$

Remplazando el valor de la longitud de pandeo y el radio de giro en la ecuación 6.0 se obtiene la esbeltez mecánica, es decir:

$$\lambda = \frac{50}{1.46}$$

$$\lambda = 34.24$$

Se opta por un perfil de Acero A-36 cuyo $S_y = 36000 \text{ Kg/cm}^2$ (anexo 3), para el cual el valor de esbeltez mecánica obtenido representa según la tabla A 2.9, un coeficiente de pandeo igual a:

$$w = 1.16$$

A continuación se calcula la carga crítica aplicando la ecuación 3.7:

$$P_{Ki} = \frac{3600 * 5.11}{1 + \frac{(50)^2 * 5.11}{(34.24)^2 * 49}}$$

$$P_{Ki} = 150493.19 \text{ Kg}$$

Aplicando la ecuación 3.8, se determina la tensión de trabajo que se produce por efecto de la carga crítica, de donde:

$$\sigma = \frac{150493.19}{5.11}$$

$$\sigma = 29450.72\text{kg/cm}^2$$

$$\therefore 29450.72 \text{Kg/cm}^2 \leq 36000 \text{Kg/cm}^2$$

En consecuencia el coeficiente de seguridad según la ecuación 3.8 es:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_t} = \frac{36000}{29450.72}$$

$$n = 1.22 \text{ (factor aceptable)}$$

Finalmente, empleando la ecuación 3.9 se obtiene el valor de la carga real que puede soportar la columna, teniendo:

$$P_R = \frac{150493.19}{1.22}$$

$$P_R = 123355.07 \text{ Kg}$$

El valor de la carga real es mayor que la fuerza de trabajo, lo cual permite aprobar el tipo de perfil utilizado.

Para facilitar el cálculo se ha recurrido a la ayuda de un programa estructural, llamado SAP2000, que sus respectivos cálculos estarán en la parte de anexos, en el anexo 5.

3.3 HOJAS DE PROCESOS

Cada uno de los componentes a construirse requiere de una secuencia de elaboración que permita efectuar un trabajo, ordenado, seguro. Las hojas de procesos proveen al operador la información necesaria para realizar este cometido, agilitando de esta manera la elaboración del elemento.

Para el presente proyecto se han realizado las hojas de procesos de los elementos más importantes y se detallan en el Anexo 6.

3.4 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Los planos de taller y montaje son necesarios para la construcción y el montaje de cualquier tipo de máquina, en estos se proporciona la información necesaria para el buen funcionamiento de todos los sistemas que forman parte de dicha máquina.

El Anexo 7 recopila los planos de conjunto y de taller del montacargas hidráulico.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN MONTAJE Y DESMONTAJE.

4.1 ANÁLISIS CONSTRUCTIVO.

Con las especificaciones indicadas en el capítulo anterior y en los planos correspondientes, la construcción del montacargas hidráulico manual, requiere de una utilización de maquinas-herramientas básicas lo que determina una facilidad de fabricación y bajo costo del producto.

Para la construcción de las diferentes piezas se requiere de un taller que disponga de las siguientes maquinas:

- Soldadura eléctrica.
- Soldadura oxiacetilénica.
- Sierra eléctrica de vaivén.
- Esmeril de mano.
- Cizalladora.
- Tornillo de banco.
- Instrumentos de medición.
- Electrodo E-6013.
- Disco de corte.
- Amoladora.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL MONTACARGAS.

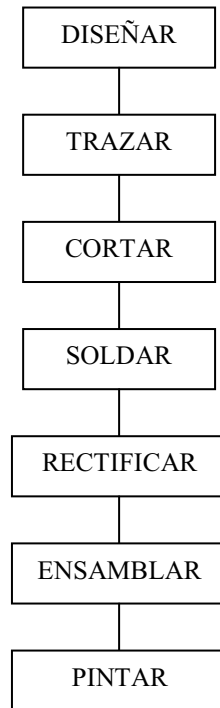


DIAGRAMA DE FLUJO EXPLICADO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL MONTACARGAS.

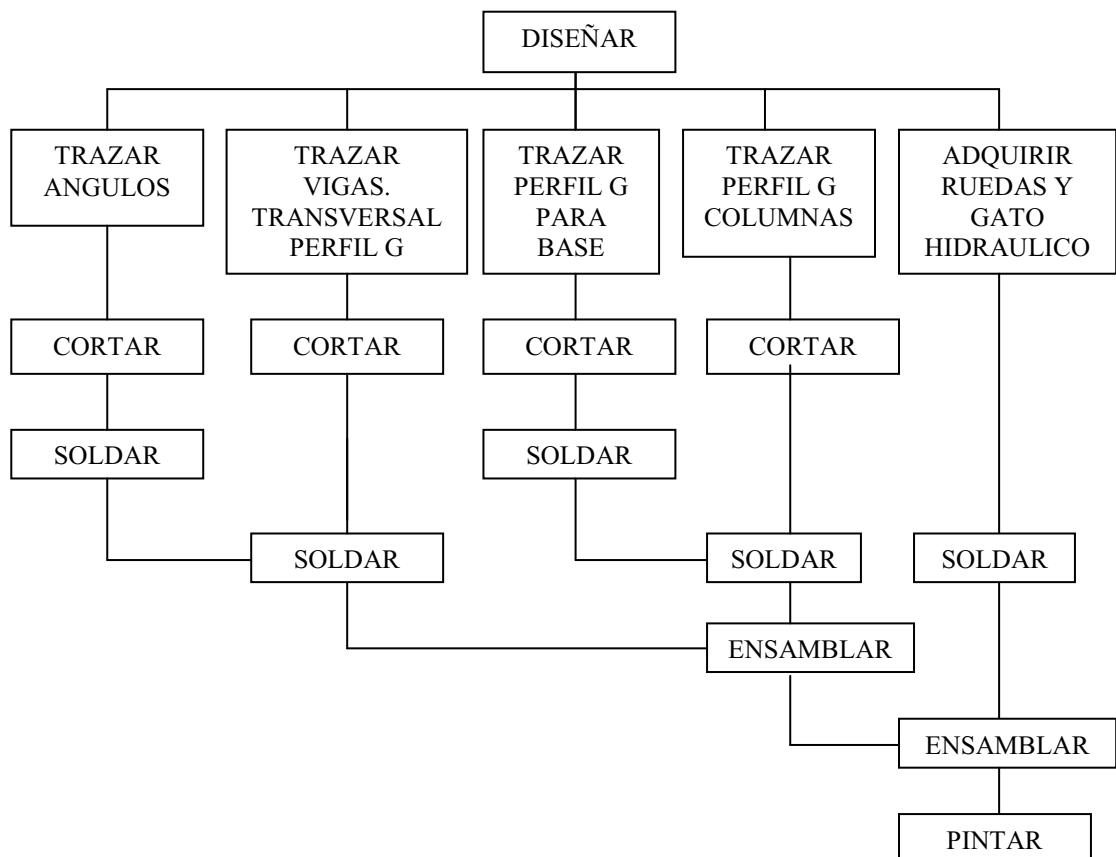


Diagrama de Procesos.

- Diseño de todos los elementos que constituyen el montacargas.
- Trazar materiales a medidas nominales.
- Ajustar materiales perfiles “L” tipo horquilla en el tornillo de banco.
- Cortar los perfiles “L” tipo horquilla con la sierra de disco.

- Llevar los perfiles “L” cortados al área de soldadura.
- Sujetar perfil “L” para soldar.
- Soldar perfil “L” a medidas nominales.

- Llevar perfil “G” tipo viga transversal al banco de trabajo.
- Trazar perfil “G” tipo viga transversal a medidas nominales.
- Cortar perfil “G” tipo viga transversal.

- Llevar los perfiles “G” tipo viga transversal al área de soldadura.
- Soldar perfil “G” tipo viga transversal con perfil L tipo horquillas.

- Llevar perfiles “G” tipo viga columna al banco de trabajo.
- Trazar perfil “G” tipo viga columna a medidas nominales.
- Cortar perfil “G” tipo viga columna.

- Llevar los perfiles “G” tipo viga columna cortados al área de soldadura.
- Soldar perfiles “G” tipo viga columna para formar la estructura.

- Ensamblar ruedas con la estructura.

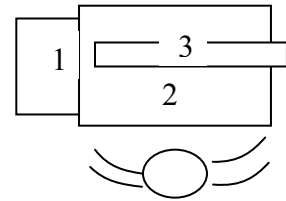
- Ensamblar el gato hidráulico a medidas nominales.

- Limpiar partes.

- Preparar partes para pintar.
- Pintar.

DIAGRAMA DE PROCESOS EXPLICADO DEL MONTACARGAS.

⇒	Transporte	1.- cortadora
○	Operación	2.- mesa de cortar
◻	Actividad combinada	3.- perfiles
D	Demora	



2 Perfiles "L" ASTM A-36, de 1m de largo (horquillas).

- ⇒ Sacar perfil "L" de área de almacenamiento.
- ◻ Llevar perfil "L" a cortadora.
- Poner perfil "L" en el banco de trabajo.
- ◻ Ajustar perfil "L".
- Cortar perfil "L".
- ◻ Sacar perfil "L".
- ⇒ Llevar a soldadora.
- ◻ Soldar.

1 Perfil "G" ASTM A-36, de 0.72 m largo (viga transversal).

- ⇒ Sacar perfil "G" de área de almacenamiento.
- ◻ Llevar perfil "G" a cortadora.
- Poner perfil "G" en mesa de cortadora.
- ◻ Ajustar tope.
- ⇒ Mover el perfil hacia tope.
- Cortar perfil "G".
- ◻ Sacar perfil "G".
- ⇒ Llevar a soldadora.
- ◻ Soldar perfil "G" con las horquillas.

- Eliminar escoria.

1 perfil “G” ASTM A-36, de 0.6 m largo (estructura base).

- ⇒ Sacar perfil “G” de área de almacenamiento.
- Llevar perfil “G” a cortadora.
- Poner perfil “G” en mesa de cortadora.
- Ajustar tope.
- ⇒ Mover el perfil “G” hacia tope.
- Cortar.
- Sacar perfil “G”.
- ⇒ Llevar a soldadora.

2 perfiles “G” ASTM A-36, de 0.7 m largo (estructura base).

- ⇒ Sacar perfil “G” de área de almacenamiento.
- Llevar perfil “G” a cortadora.
- Poner perfil “G” en mesa de cortadora.
- Ajustar tope.
- ⇒ Mover el perfil “G” hacia tope.
- Cortar.
- Sacar perfil “G”.
- ⇒ Llevar a soldadora.
- Soldar perfiles “G” de acuerdo al diseño con el perfil de 0.6 m.
- Eliminar escoria.

2 perfiles “G” ASTM A-36, de 1 m largo (columnas).

- ⇒ Sacar perfiles “G” de área de almacenamiento.
- Llevar perfiles “G” a cortadora.

- Poner perfil "G" en mesa de cortadora.
- Ajustar tope.
- Mover el perfil "G" hacia tope.
- Cortar.
- Sacar perfil "G".
- Llevar a soldadora.
- Soldar perfiles "G" con la estructura base.
- Eliminar escoria.

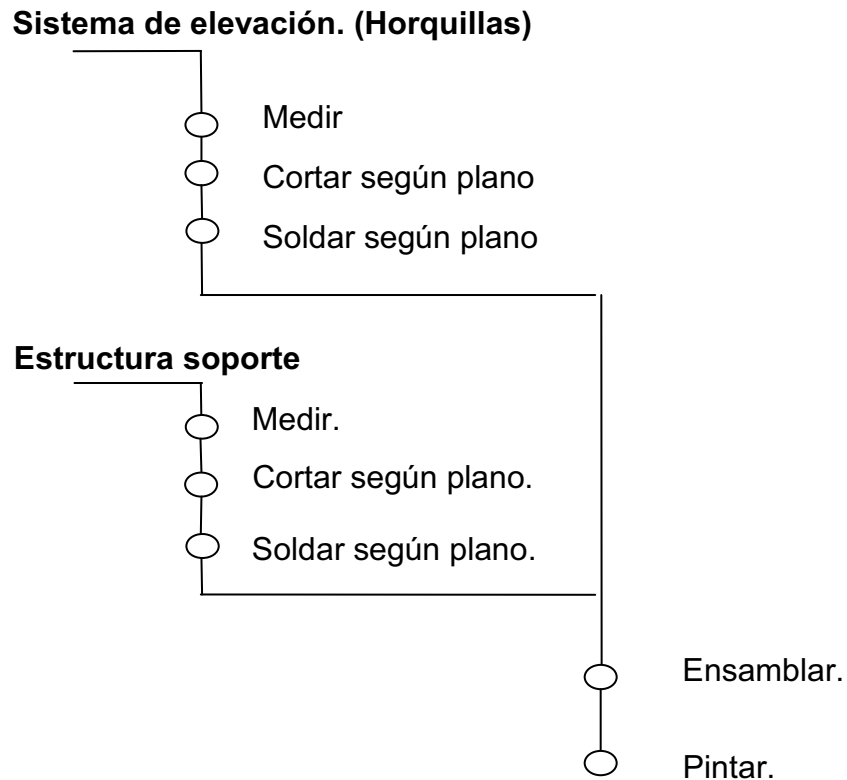
2 platinas ASTM A-36, de 0.72 m de largo.

- Sacar platinas de área de almacenamiento.
- Llevar platinas a cortadora.
- Poner platina en mesa de cortadora.
- Ajustar tope.
- Mover la platina hacia tope.
- Cortar.
- Sacar platina.
- Llevar a soldadora.
- Soldar con la estructura según el diseño.
- Eliminar escoria.

Gato hidráulico

- Sacar gato hidráulico de área de almacenamiento.
- Llevar a soldadora.
- Ubicar en la estructura a medidas nominales.
- Soldar gato hidráulico en la estructura.
- Verificar movimientos.
- Almacenamiento.

DIAGRAMA DE ENSAMBLE.



En el anexo 7 se presenta el diagrama de operaciones para la construcción y montaje del montacargas donde se indica el número de plano de construcción, los materiales base empleados, las diferentes operaciones tecnológicas aplicadas a la secuencia de montaje de los subconjunto y conjuntos del sistema final de la máquina.

En el diagrama de operaciones puede visualizar rápidamente todos los procesos y operaciones de cada una de las piezas para su fabricación como los elementos del montacargas y, como una vez, conformados se van ensamblando en el conjunto final de la máquina de manera sistemática.

Para las piezas compuestas se indica cada uno de los materiales que son necesarios y las operaciones de construcción y ensamble.

En el diagrama de operaciones también se puede observar la independencia de conformado de cada pieza dando facilidad para una

producción en serie y la construcción de piezas en diferentes talleres específicos para cada elemento.

4.2. SISTEMA DE PRUEBAS DE LA MÁQUINA.

Toda clase de máquinas al término de su construcción deben ser sometidas a diferentes tipos de pruebas, la finalidad es asegurar un óptimo funcionamiento de la misma, verificar que cumpla con todas las especificaciones del diseño, y controlar que tenga un buen acabado estético. A continuación en la tabla 4.1 se describe las pruebas a realizarse en el montacargas hidráulico manual.

Tabla 4.1 Régimen de pruebas para el montacargas hidráulico

<u>PRUEBA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>INSTRUMENTO DE CONTROL</u>
Control Dimensional	Verificar que la máquinas cumpla con las medidas nominales establecidas en los planos de taller	Flexómetro, escuadra y nivel
	Inspeccionar paralelismo entre las comunas, las tapa superior y el carro de elevación tomando como referencia el piso	
Funcionamiento en vacío	Accionar el sistema hidráulico y constatar que no exista fugas de aceite, verificar la estabilidad de la máquina,	Escuadra y flexómetro. Inspección manual, visual.
Funcionamiento con carga	Accionar el sistema hidráulico elevando la carga, revisar cualquier falla en los elementos de sujeción.	Inspección manual , visual, y auditiva
Calidad Superficial	Constatar el acabado superficial de la máquina, dando prioridad a la adherencia de la pintura	Inspección visual

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- ◆ Para el desarrollo del presente proyecto, fue necesario llevar a cabo una investigación de las diversas formas que se opera en los diferentes talleres mecánicos, al realizar el transporte del tanque generador de acetileno para su respectivo uso y mantenimiento, los cuales dieron un idea de la falta de conocimientos técnicos que hay en la realización de este tipo de trabajos, y la poca importancia que se le da al cuidado de estos elementos de soldadura.

- ◆ El conocimiento técnico del tanque generador, sus partes, y las características constructivas con que cuenta, advierten que la vida útil del elemento dependerá mucho de la forma y las condiciones en que se realice su respectivo mantenimiento.

- ◆ La implementación de los conocimientos técnicos dentro del mantenimiento del generador, así como el empleo de las herramientas adecuadas, garantizan la correcta realización del trabajo, y la calidad en las operaciones de subir, transportar y bajar al tanque generador, además de asegurar la integridad del operador.

- ◆ El montacargas hidráulico que proporciona la fuerza de elevación y descenso del tanque, fue diseñado en base a modelos básicos de este tipo de máquinas.

- ◆ La máquina está conformada por elementos sencillos, de fácil construcción, y materiales de gran disponibilidad en el mercado local, esto permitirá a futuro establecer una producción en serie de este tipos de máquinas y sus repuestos, mejorando cada vez su diseño, y disminuyendo los costos de construcción.

- ◆ Los materiales empleados fueron seleccionados en base a las buenas propiedades mecánicas establecidas en catálogos y que cumplían con las exigencias del diseño, a fin de obtener una máquina de buen rendimiento.

- ◆ La combinación de los conocimientos teórico-prácticos adquiridos en el transcurso de la Carrera de Tecnología en PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA, nos facultan llevar acabo construir aparatos que den solución a problemas cotidianos que se presentan en talleres o empresas, y que sean de bajo costo para facilitar su adquisición.

5.2. RECOMENDACIONES

- ◆ Cuando accione el sistema hidráulico, asegurarse de que no existan fugas de aceite, esto disminuye el rendimiento de trabajo y puede ocasionar accidentes durante su manipulación.
- ◆ No sobrepasar las 2 Tn establecidas como límite del gato hidráulico, puesto que de hacerlo esto accionará la válvula de seguridad y el sistema quedará deshabilitado.
- ◆ Al utilizar la máquina tenga siempre presente todas las normas de seguridad industrial, particularmente cuando se vaya a transportar el generador ya que por causas adversas o desconocimientos del transportador puede provocar accidentes.
- ◆ Sitúe la máquina en un ambiente limpio libre de polvo, lluvia, y vibraciones, para evitar cualquier falla de funcionamiento de la máquina, y en especial del gato hidráulico.
- ◆ Al realizar el ensamblaje de la máquina, ponga especial atención en la correcta posición de los componentes que soportan directamente la carga de trabajo.
- ◆ En el caso de sufrir daños o desgaste de algún componente, replácelos por otros que tengan las mismas características establecidas en los planos de construcción respectivos.

BIBLIOGRAFÍA

- HANDLEY, WILLIAM; Manual de seguridad industrial 1980
- ESPÍN GUERRERO, VÍCTOR; Diseño y construcción de un montacargas manual con mecanismo de elevación hidráulico 2004
- CUEVA VILLAROEL, MARCOS; Diseño y construcción de un montacarga manual para el laboratorio de maquinas herramientas 1986
- ACEROS BOHELER; Manual de Aceros Especiales; Quito; 1995
- ESPINOSA, DIEGO.; Resistencia de Materiales Mecánicos; EPN-ESFOT; Quito; 2004.
- HABICHT, F. H.; Máquinas Herramientas Modernas; Editorial Continental S.A.; México; 1963.
- INEN; Código de Dibujo Técnico Mecánico; Quito; 1989
- IVAN BOHMAN C.A.; Catálogo de Aceros Especiales; Quito; 2004
- LARBURU, NICOLAS; Prontuario de Máquinas; Editorial Paraninfo S.A.; España; 1990.
- LEÓN de la BARRA, A; Apuntes de Análisis Estructural; España; 1997
- MANUAL de MECÁNICA INDUSTRIAL; Tomo II; Neumática e Hidráulica; Editorial Cultura S.A.; Madrid; España.

- NORMA NBE EA-95; Estructuras de Acero en Edificación; España; 1995.
- STEYR, D. P. AG; Manual Técnico 282 S; Alemania; 1982
- www.ahmsa.com
- www.elprisma.com/apuntes/ingenieriamecanica/valvulashidraulicas/
- www.filtercouncil.org
- www.fis-services.de/gen/en/library/WL80250_2SB_09_05_neu2.pdf
- www.fluídica.sa.com/
- www.infomecanica.com/estructuras.htm
- <http://lorenzoasuservicio.50megs.com/facu/modulo1/modulo1.htm>
- www.metalunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp
- www.mega-sa.com
- www.nachi-fujikoshi.co.jp/
- www.ntnmexico.com.mx/pages/spa
- www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica22.htm
- www.solomantenimiento.com/articulos/cilindros-hidraulicos.htm
- www.tecnicaoleohidraulica.com/h_02_bombas.htm

ANEXOS

ANEXO 1

TABLA DE UNIDADES DE PRESION

Relación entre las unidades de presión.

Unidades	Pascal N/m²	Bar.	Kg f/m²	At técnicas kg/cm²	Torr mm de HG	Atm físicas (760 Torr)	Psi	Pulg. De Hg
Pascal	1	0,00001	0,10197162	1,0197162/10 ⁵	7,500615/10 ³	9,8692312/10 ⁶	1,45037/10 ⁴	2,95299/10 ⁴
Bar	10000	1	10197,162	1,0197162	750,065153	0,98692312	14,503771	29,53
Kgf/m²	9,80665	9,80665/10 ⁵	1	0.0001	0,07355591	9,678409/10 ⁵	142233,408	0.0228959
At	98066,5	0.980665	10000	1	735.55913	0,96784097	14,2233408	28,959
Torr	133.32233	1,333223/10 ³	13,5951	1,3595/10 ³	1	1,315789/10 ³	0,01933677	0,03937
Atm	101325,014	1,01325014	10332,276	1,0332276	760	1	14,6959489	29,92126
Lb//plg²	6894,757	0,06894757	7,030697/10 ⁶	0,07030697	51,714934	0,0680459	1	2.036.009
Pul. Hg	3386,4	0,033864	345,316	0.0345316	25,4	0,0334211	0,491157	1

ANEXO 2
TABLAS COMPLEMENTARIAS PARA EL ESTUDIO DE
PIEZAS SOMETIDAS A FLEXIÓN, Y PANDEO

Tabla A2.1 Cortante Máximo

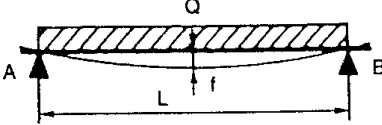
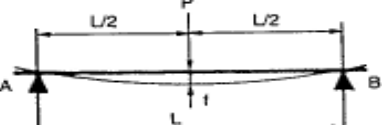
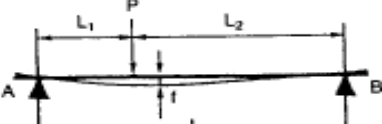
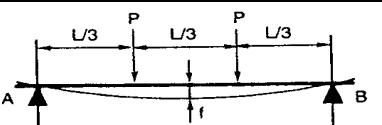
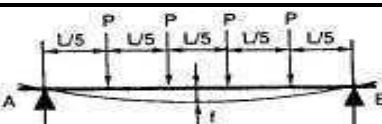
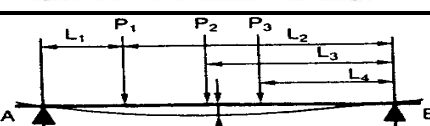
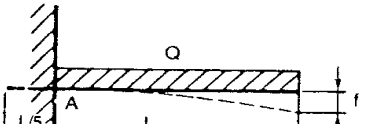

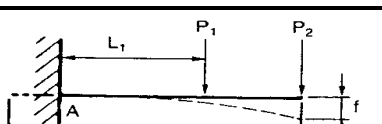
REACCIONES DE LOS APOYOS	
Diagrama	Ecuación
1) 	$A = B = \frac{Q}{2}$
2) 	$A = B = \frac{P}{2}$
3) 	$A = \frac{P \cdot L_2}{L} \quad B = \frac{P \cdot L_1}{L}$
4) 	$A = B = P$
5) 	$A = B = \frac{3P}{2}$
6) 	$A = \frac{P_1 \cdot L_2 + P_2 \cdot L_3 + P_3 \cdot L_4}{L}$ $B = P_1 + P_2 + P_3 - A$
7) 	$A = Q$
8) 	$A = P$
9) 	$A = P_1 + P_2$

Tabla A2.2 Cortante Máximo

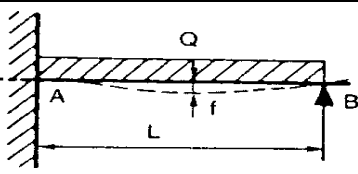
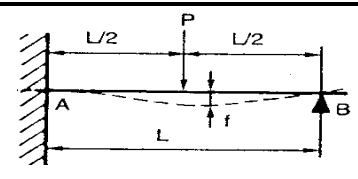
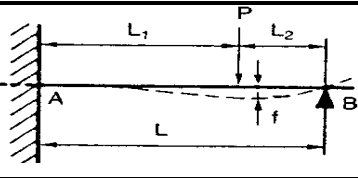
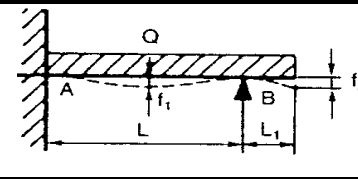
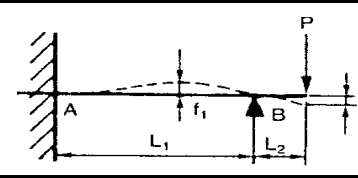
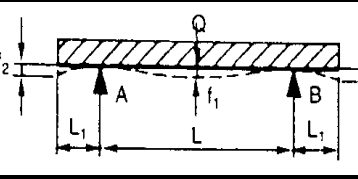
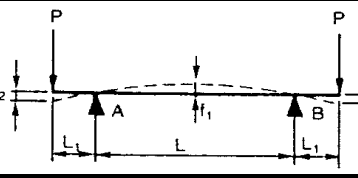
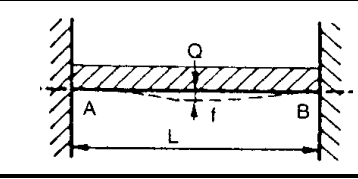
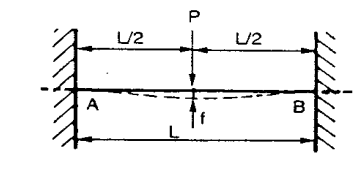
10)		$A = \frac{5Q}{8} \quad B = \frac{3Q}{8}$
11)		$A = \frac{11P}{16} \quad B = \frac{5P}{16}$
12)		$A = \frac{P \cdot L_1^2}{2 \cdot L^3} \cdot (L_2 + 2 \cdot L)$ $B = P - A$
13)		$B = \frac{Q}{8L(L+L_1)} \cdot (6L_1^2 + 8L \cdot L_1 + 3L^2)$ $A = Q - B$
14)		$B = \frac{0,5P}{L} \cdot (2L + 3L_1)$ $A = -\frac{1,5P \cdot L_1}{L}$
15)		$A = B = \frac{Q}{2}$
16)		$A = B = P$
17)		$A = B = \frac{Q}{2}$
18)		$A = B = \frac{P}{2}$

Tabla A2.3 Momento Flector Máximo

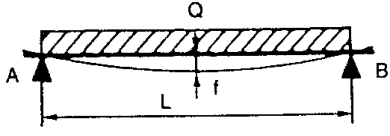
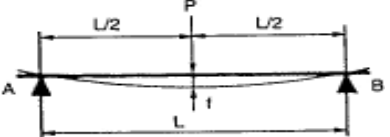
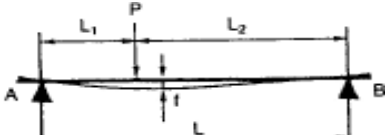
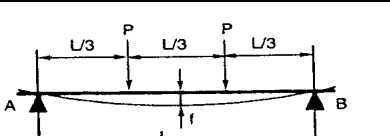
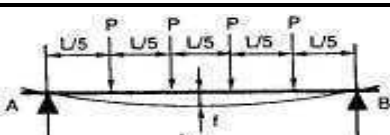
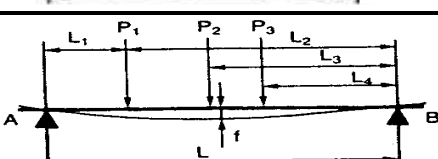
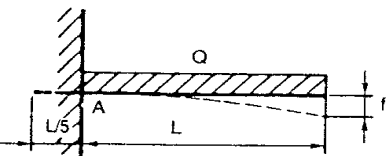
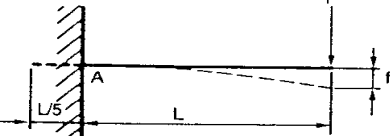
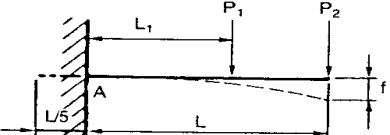
TECNOLOGÍA MECÁNICA	
Diagrama	Ecuación
1) 	$Mf = \frac{Q \cdot L^2}{8}$
2) 	$Mf = \frac{P \cdot L}{4}$
3) 	$Mf = \frac{P \cdot L_1 \cdot L_2}{L}$
4) 	$Mf = \frac{P \cdot L}{3}$
5) 	$Mf = \frac{P \cdot L}{2}$
6) 	$Mf_{P1} = R_A \cdot L_1$ $Mf_{P2} = R_A (L - L_3) - P_1 (L_2 - L_3)$ $Mf_{P3} = R_A (L - L_4) - P_1 (L_2 - L_4) - P_2 (L_3 - L_4)$
7) 	$Mf = \frac{Q \cdot L^2}{2}$
8) 	$Mf = P \cdot L$
9) 	$Mf_A = P_2 \cdot L + P_1 \cdot L_1$

Tabla A2.4 Momento Flector Máximo

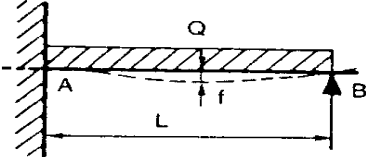
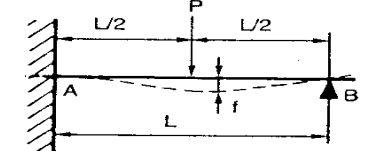
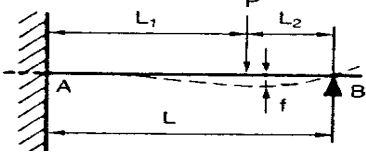
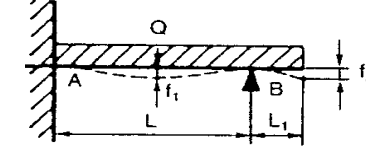
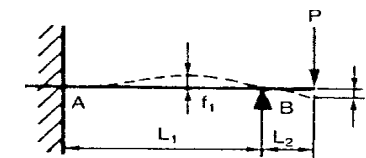
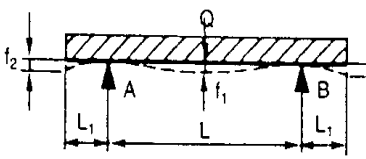
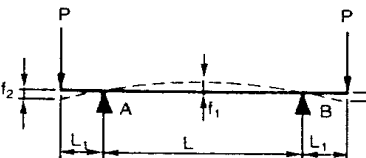
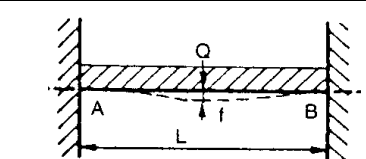
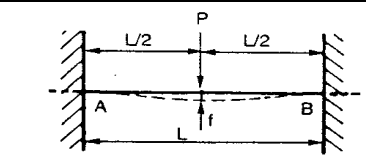
<p>10)</p> 	$Mf_A = \frac{Q \cdot L}{8} \quad Mf_B = \frac{9 \cdot Q \cdot L}{128}$
<p>11)</p> 	$Mf_A = \frac{3 P \cdot L}{16} \quad Mf_P = \frac{5 P \cdot L}{32}$
<p>12)</p> 	$Mf_A = \frac{P \cdot L_2 \cdot (L_2 - L_2^2)}{2 \cdot L^2}$ $Mf_P = \frac{P \cdot L_2}{2} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot L_2}{L} + \frac{L_2^3}{L^3} \right)$
<p>13)</p> 	$Mf_A = -\frac{Q(L_1 + L)}{2} + R_B \cdot L \quad Mf_B = -\frac{Q \cdot L_1^2}{2(L_1 + L)}$ $Mff_1 = \frac{Q \cdot L^2}{128(L_1 + L)} \cdot \left(\frac{36 \cdot L_1^4}{L^4} - \frac{28 \cdot L_1^2}{L^2} \right)$
<p>14)</p> 	$Mf_A = 0,5 P \cdot L_1$ $Mf_B = -(P \cdot L_1)$
<p>15)</p> 	$Mf_A = \frac{Q \cdot L_1^2}{2L_2} \quad Mf_B = Mf_A$
<p>16)</p> 	$Mf = P \cdot L_1$
<p>17)</p> 	$Mf_A = -\frac{Q \cdot L}{12} \quad Mf_B = Mf_A$
<p>18)</p> 	$Mf_A = -\frac{P \cdot L}{8} \quad Mf_B = Mf_A$

Tabla A2.5 Momento Resistente de Superficies básicas

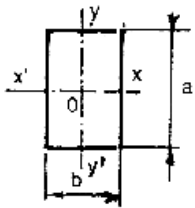
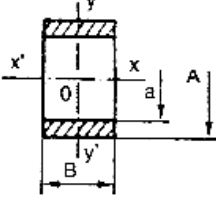
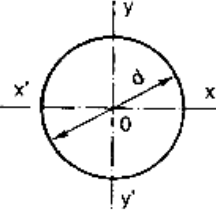
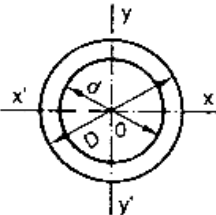
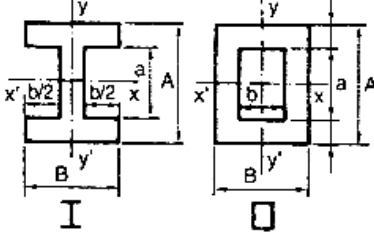
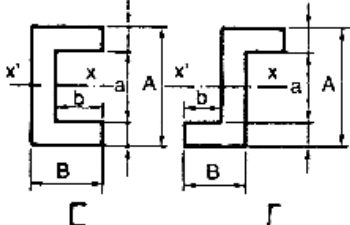
MOMENTOS DE INERCIA Y RESISTENCIA		
SUPERFICIE	INERCIA	RESISTENTE
	1. a) $I_{xx'} = \frac{ba^3}{12}$ b) $I_{yy'} = \frac{ab^3}{12}$	7. a) $W_{xx'} = \frac{ba^2}{6}$ b) $W_{yy'} = \frac{ab^2}{6}$
	2. a) $I_{xx'} = \frac{B}{12} (A^3 - a^3)$ b) $I_{yy'} = \frac{B^3}{12} (A - a)$	8. a) $V_{xx'} = \frac{B}{6} (A^3 - a^3)$ b) $W_{yy'} = \frac{B^2}{6} (A - a)$
	3. $I_{xx'} = I_{yy'} = \frac{\pi d^4}{64}$	9. $W_{xx'} = W_{yy'} = \frac{\pi d^3}{32}$
	4. $I_{xx'} = I_{yy'} = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{64}$	10. $W_{xx'} = W_{yy'} = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{32 D}$
	5. $I_{xx'} = \frac{BA^3 - ba^3}{12}$	11. $W_{xx'} = \frac{BA^3 - ba^3}{6 A}$
	6. $I_{xx'} = \frac{BA^3 - ba^3}{12}$	12. $W_{xx'} = \frac{BA^3 - ba^3}{6 A}$

Tabla A23.6 Especificaciones para perfil Normal tipo G



Correas "G"

Especificaciones Generales

<i>Calidad de acero</i>	ASTM A 36
<i>Otras calidades</i>	<i>Previa Consulta</i>
<i>Largo normal</i>	6,00 m.
<i>Otros largos</i>	<i>Previa Consulta</i>
<i>Espesores</i>	Desde 1.5 mm hasta 12 mm.
<i>Acabado</i>	Natural
<i>Otro acabado</i>	<i>Previa Consulta</i>





DIMENSIONES				PESOS		SECCION	PROPIEDADES						
A	B	C	e	6 metros	1 metro		EJE X-X			EJE Y-Y			
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg		I	W	i	I	W	i	X
80	40	15	2	16,68	2,78	3,54	35,30	8,81	3,16	8,07	3,18	1,51	1,46
80	40	15	3	24,06	4,01	5,11	49,00	12,30	3,10	10,80	4,27	1,46	1,46
100	50	15	2	20,40	3,40	4,34	69,20	13,80	4,00	15,00	4,57	1,86	1,73
100	50	15	3	29,70	4,95	6,31	97,80	19,60	3,94	20,50	6,25	1,80	1,72
100	50	20	4	40,26	6,71	8,55	126,70	25,34	3,85	28,50	9,05	1,83	1,85
100	50	25	5	51,12	8,52	10,86	162,51	30,50	3,75	36,52	12,09	1,83	1,98
125	50	15	2	22,80	3,80	4,84	116,00	18,60	4,91	16,20	4,69	1,83	1,56
125	50	15	3	33,24	5,54	7,06	165,00	26,50	4,84	22,20	6,43	1,77	1,55
125	50	20	4	44,99	7,49	9,55	217,00	34,70	4,77	30,90	9,32	1,80	1,68
125	50	25	5	57,00	9,50	12,11	264,32	42,29	4,67	39,88	12,46	1,82	1,80

Fuente: Catalogo de Aceros DIPAC. 7

Tabla A2.7 Flecha

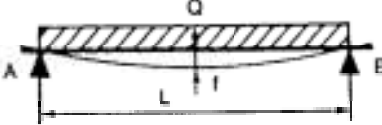
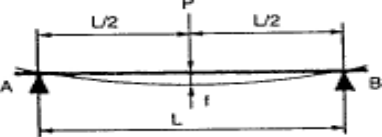
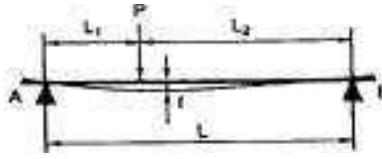
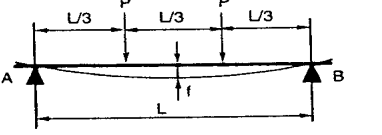
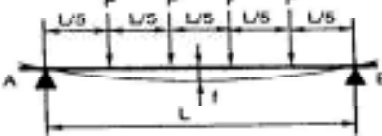
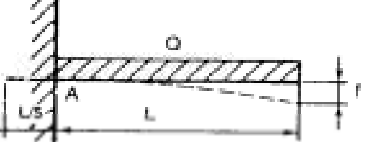
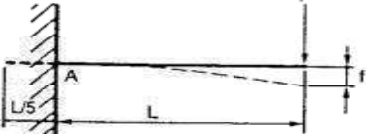

TECNOLOGÍA MECÁNICA	
Diagrama	Ecuación
1) 	$f = \frac{5 \cdot Q \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$
2) 	$f = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$
3) 	<p>Para $L_1 < L_2$</p> $f = \frac{P \cdot L_1}{27 \cdot E \cdot I \cdot L} \cdot \sqrt{3(L^2 - L_1^2)^3}$ <p>Para $L_1 > L_2$</p> $f = \frac{P \cdot L_2}{27 \cdot E \cdot I \cdot L} \cdot \sqrt{3(L^2 - L_2^2)^3}$
4) 	$f = \frac{23 \cdot P \cdot L^3}{648 \cdot E \cdot I}$
5) 	$f = \frac{19 \cdot P \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$
6) 	$f = \frac{Q \cdot L^3}{8 \cdot E \cdot I}$
7) 	$f = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$
8) 	$f = \frac{P_2 \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{P_1 \cdot L_1^3}{3 \cdot E \cdot I}$

Tabla A2.8 Flecha

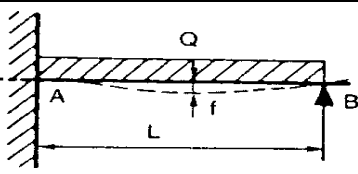
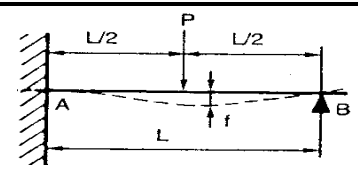
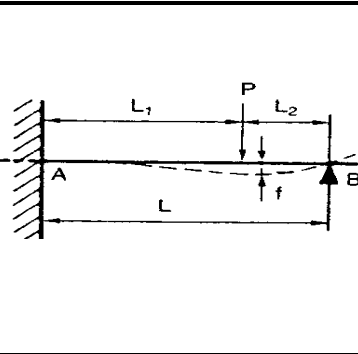
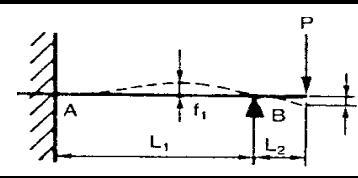
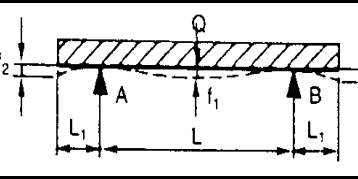
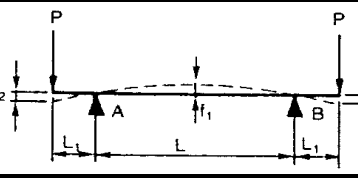
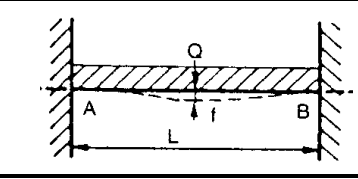
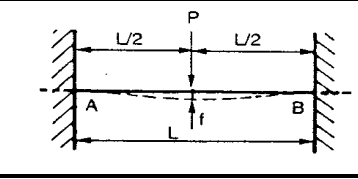
9)		$f = \frac{Q \cdot L^3}{185 \cdot E \cdot I}$
10)		$f = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot \sqrt{5} \cdot E \cdot I}$
11)		<p>Para $L_2 \leq 0,414 L$</p> $f = \frac{P \cdot L_2 \cdot L_1^2}{6 \cdot E \cdot I} \sqrt{\frac{L_2}{L_2 + 2 \cdot L}}$ <p>Para $L_2 > 0,414 L$</p> $f = \frac{P \cdot L_2}{3 \cdot E \cdot I} \cdot \frac{(L^3 - L_2^3)^3}{(3 \cdot L^2 - L_2^2)^2}$
12)		$f_1 = \frac{P \cdot L_1 \cdot L_2}{27 \cdot E \cdot I}$ $f_2 = \frac{P \cdot L_1^2}{12 \cdot E \cdot I} \cdot (3L + 4L_1)$
13)		$f = \frac{Q \cdot L_2^3}{24 \cdot E \cdot I} \cdot \left[\frac{5}{16} - \frac{5L_1}{2L_2} + 6 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^2 - 4 \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^3 - \left(\frac{L_1}{L_2} \right)^4 \right]$
14)		$f = \frac{P \cdot L^2 \cdot L_1}{8 \cdot E \cdot I}$
15)		$f = \frac{Q \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$
16)		$f = \frac{P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I}$

Tabla A2.9 Coeficiente de Pandeo del Acero

W	Coeficiente de pandeo ω para acero tipo A 42										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	20
30	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	30
40	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.11	1.12	1.12	40
50	1.13	1.14	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	50
60	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.29	1.30	1.31	1.33	60
70	1.34	1.36	1.37	1.39	1.40	1.42	1.44	1.46	1.47	1.49	70
80	1.51	1.53	1.55	1.57	1.60	1.62	1.64	1.66	1.69	1.71	80
90	1.74	1.76	1.79	1.81	1.84	1.86	1.89	1.92	1.95	1.98	90
100	2.01	2.03	2.06	2.09	2.13	2.16	2.19	2.22	2.25	2.29	100
110	2.32	2.35	2.39	2.42	2.46	2.49	2.53	2.56	2.60	2.64	110
120	2.67	2.71	2.75	2.79	2.82	2.86	2.90	2.94	2.98	3.02	120
130	3.06	3.11	3.15	3.19	3.23	3.27	3.32	3.36	3.40	3.45	130
140	3.49	3.54	3.58	3.63	3.67	3.72	3.77	3.81	3.86	3.91	140
150	3.96	4.00	4.05	4.10	4.15	4.20	4.25	4.30	4.35	4.40	150
160	4.45	4.51	4.56	4.61	4.66	4.72	4.77	4.83	4.88	4.93	160
170	4.99	5.04	5.10	5.15	5.21	5.26	5.32	5.38	5.44	5.49	170
180	5.55	5.61	5.67	5.73	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03	6.09	180
190	6.15	6.21	6.27	6.34	6.40	6.46	6.53	6.59	6.65	6.72	190
200	6.78	6.85	6.91	6.98	7.05	7.11	7.18	7.25	7.31	7.38	200
210	7.45	7.52	7.59	7.66	7.72	7.79	7.86	7.93	8.01	8.08	210
220	8.15	8.22	8.29	8.36	8.44	8.51	8.58	8.66	8.73	8.80	220
230	8.88	8.95	9.03	9.11	9.18	9.26	9.33	9.41	9.48	9.57	230
240	9.64	9.72	9.80	9.88	9.96	10.04	10.12	10.20	10.28	10.36	240
250	10.44										250

W	Coeficiente de pandeo ω para acero tipo A 52										λ
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	20
30	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.09	1.10	1.10	30
40	1.11	1.12	1.13	1.13	1.13	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	40
50	1.20	1.22	1.23	1.24	1.25	1.27	1.28	1.30	1.31	1.33	50
60	1.35	1.37	1.39	1.41	1.43	1.45	1.47	1.49	1.51	1.54	60
70	1.56	1.59	1.61	1.64	1.66	1.69	1.72	1.75	1.78	1.81	70
80	1.84	1.87	1.90	1.94	1.97	2.01	2.04	2.08	2.11	2.15	80
90	2.18	2.22	2.26	2.30	2.34	2.38	2.42	2.46	2.50	2.54	90
100	2.59	2.63	2.67	2.72	2.76	2.81	2.85	2.90	2.95	2.99	100
110	3.04	3.09	3.14	3.19	3.24	3.29	3.34	3.39	3.44	3.49	110
120	3.55	3.60	3.65	3.71	3.76	3.82	3.87	3.93	3.98	4.04	120
130	4.10	4.16	4.22	4.27	4.33	4.39	4.45	4.52	4.58	4.64	130
140	4.70	4.76	4.83	4.89	4.95	5.02	5.08	5.15	5.22	5.28	140
150	5.35	5.42	5.48	5.55	5.62	5.69	5.76	5.83	5.90	5.97	150
160	6.04	6.12	6.19	6.26	6.34	6.41	6.48	6.56	6.63	6.71	160
170	6.79	6.86	6.94	7.02	7.09	7.17	7.25	7.33	7.41	7.49	170
180	7.57	7.65	7.73	7.82	7.90	7.98	8.07	8.15	8.24	8.32	180
190	8.40	8.49	8.58	8.66	8.75	8.84	8.93	9.02	9.10	9.19	190
200	9.28	9.37	9.47	9.56	9.65	9.74	9.83	9.92	10.02	10.11	200
210	10.21	10.30	10.40	10.49	10.59	10.69	10.78	10.88	10.98	11.08	210
220	11.18	11.27	11.38	11.48	11.57	11.68	11.78	11.88	11.98	12.09	220
230	12.19	12.29	12.40	12.50	12.61	12.72	12.82	12.93	13.03	13.14	230
240	13.25	13.36	13.47	13.58	13.69	13.80	13.91	14.02	14.13	14.25	240
250	14.36										250

Fuente: Larbuo, Nicolás; Prontuario de Máquinas, pág. 201

Tabla A2.10 Pesos Teóricos de los aceros

Fórmulas para calcular los pesos teóricos

INFORMACIÓN

De acuerdo a las distintas necesidades de diferentes productos se ha formado los siguientes 3 grupos:

- Aceros inoxidables basados con una densidad de 800 Kg/m³
- Aceros rápidos basados con una densidad de 8200 Kg/m³
- Otros aceros basados con una densidad de 7850 Kg/m³

SECCION	FORMULA	FIGURAS DE CALCULO		
		ACERO INOXIDABLE	ACERO RAPIDO	OTROS
BARRA MACIZA	$\frac{D \times D \times \pi \times \rho}{4}$	$= \frac{6.28 \times D \times D}{1000}$	$\frac{6.44 \times D \times D}{1000}$	$\frac{6.16 \times D \times D}{1000}$
BARRA HUECA	$\frac{(D^2 - d^2) \times \pi \times \rho}{4}$	$= \frac{6.28 \times (D^2 - d^2)}{1000}$	$\frac{6.44 \times (D^2 - d^2)}{1000}$	$\frac{6.16 \times (D^2 - d^2)}{1000}$
BARRA CUADRADA	$D \times D \times \rho$	$= \frac{8.0 \times D \times D}{1000}$	$\frac{8.2 \times D \times D}{1000}$	$\frac{7.85 \times D \times D}{1000}$
PLATINA	$W \times T \times \rho$	$= \frac{8.0 \times W \times T}{1000}$	$\frac{8.2 \times W \times T}{1000}$	$\frac{7.85 \times W \times T}{1000}$
BARRA HEXAGONAL	$\frac{D \times D \times \pi \times \rho \times 1.1027}{4}$	$= \frac{6.45 \times D \times D}{1000}$	$\frac{6.61 \times D \times D}{1000}$	$\frac{6.33 \times D \times D}{1000}$
LAMINAS	$W \times T \times \rho$	$= 0.8 \times W \times T$	$0.82 \times W \times T$	$0.785 \times W \times T$
PLANCHAS	$L \times W \times T \times \rho$	$= 8.0 \times L \times W \times T$	$8.2 \times L \times W \times T$	$7.85 \times L \times W \times T$
TUBERIAS	$\frac{C \times (D-T) \times T}{4}$ C = Constante	$= \frac{25.04 \times (D-T) \times T}{1000}$	$\frac{25.66 \times (D-T) \times T}{1000}$	$\frac{24.66 \times (D-T) \times T}{1000}$

Abreviaturas:

- D = diámetro L = largo
 ρ = densidad W = ancho
 π = 3.1416 T = espesor

ANEXO 3
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS
CATALOGO DIPAC


ANEXO 4
CARACTERÍSTICAS DEL GATO HIDRAULICO

Tabla A4.1 Dimensiones de Gatos Hidráulicos tipo botella

GATOS HIDRÁULICOS DE BOTELLA


La base, el cilindro y el depósito forman un bloque compacto que proporciona mayor robustez y seguridad.

Absorben el esfuerzo lateral que produce la inclinación del eje del vehículo al ser elevado, sin que exista posibilidad de gripaje porque no hay roce metálico entre el pistón y el cilindro, aunque el gato se incline, (ver pág. 6) De mantenimiento fácil y rápido. Con asa de transporte a partir del MG-20.




MG-50

Los gatos MEGA pueden ser utilizados para trabajos en horizontal, colocando la bomba hacia abajo, según la figura.



GATOS HIDRÁULICOS DE BOTELLA






Los modelos MGD-50 y MGD-100 disponen de dos bombas (aproximación y trabajo).

Sobredimensionado espesor de base. Gran robustez y estabilidad.

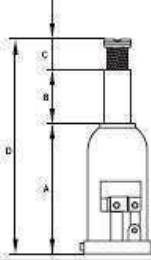
Manija de aproximación rápida a la carga.



MG-20 **MG-15** **MG-30**

Válvula de seguridad Hasta 5t, opcional.

Válvula de seguridad. Limitador hidráulico de recorrido.



Capacidad (t)	2	3	3	5	8	10	12	15	20	25	30	40	50	50	100
A	160	168	210	212	219	219	226	228	234	240	242	246	252	270	300
B	100	105	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
C	50	65	65	75	75	75	75	75	75	75	75	-	-	-	-
D	310	338	425	437	444	444	451	453	459	465	467	396	402	420	450
Peso (kg)	3,6	3,9	4,2	5	5,9	6,5	8	9	12,1	15	15,5	23,5	29,5	40	87
Referencias	MG-2	MG-3	MG-3A	MG-5	MG-8	MG-10	MG-12	MG-15	MG-20	MG-25	MG-30	MG-40	MG-50	MGD-50	MGD-100

Fuente: www.mega-sa.com, Catálogo Mega págs. 20 y 21

Tabla A4.2 Propiedades del acero ASTM A-36 y A-42

Características químicas y propiedades físicas

Especificación	Composición química % en peso (máximo)							Límite elástico KSI mín.	Última tensión KSI mín.	% de elong. en 8" mín.	Rango de dimensión
	C	Mn	P	S	Si	Cb	V				
ASTMA-283-A	0.14	0.90	0.035	0.040	0.40	-	-	24	45-60	27	1
ASTMA-283-B	0.17	0.90	0.035	0.040	0.40	-	-	27	50-65	25	1
ASTMA-283-C	0.24	0.90	0.035	0.040	0.40	-	-	30	55-75	22	1
ASTMA-36	0.27	1.20	0.040	0.050	0.40	-	-	36	58-80	20	1
ABS A	0.23	1.35	0.035	0.040	-	-	-	34	58-71	21	1
ABS B	0.21	0.80-1.10	0.035	0.040	0.35	-	-	34	58-71	21	1
ABS D	0.21	0.70-1.35	0.035	0.040	0.10-0.35	-	-	34	58-71	21	1
ABS E	0.18	0.70-1.35	0.035	0.040	0.10-0.35	-	-	34	58-71	21	1

Fuente: WWW.AHMSA.COM, HandbookAHASA.pdf

Tipo de acero (1)	Límite elástico(2) σ_e kg/cm ²
A37	2400
A42	2600
A52	3600

(1) Para los aceros contemplados en la norma UNE 36 080 (EN 10 025) se tomarán los valores de límite elástico indicados en la citada norma.

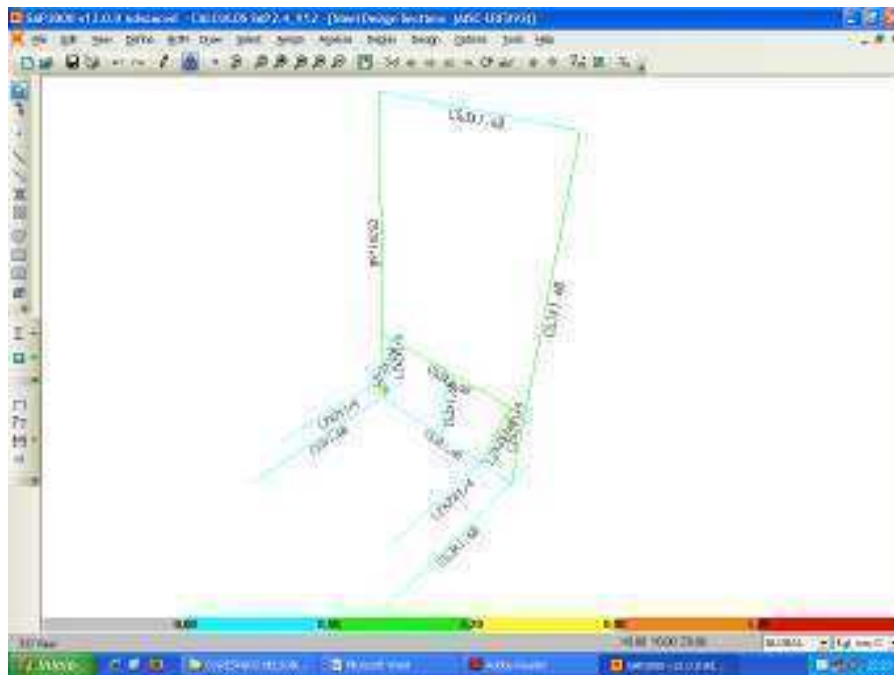
(2) Estos valores se aplicarán hasta espesores de 40 mm en acero A37 y acero A42.

Fuente: Norma Básica de la Edificación EA-95, pág. 84

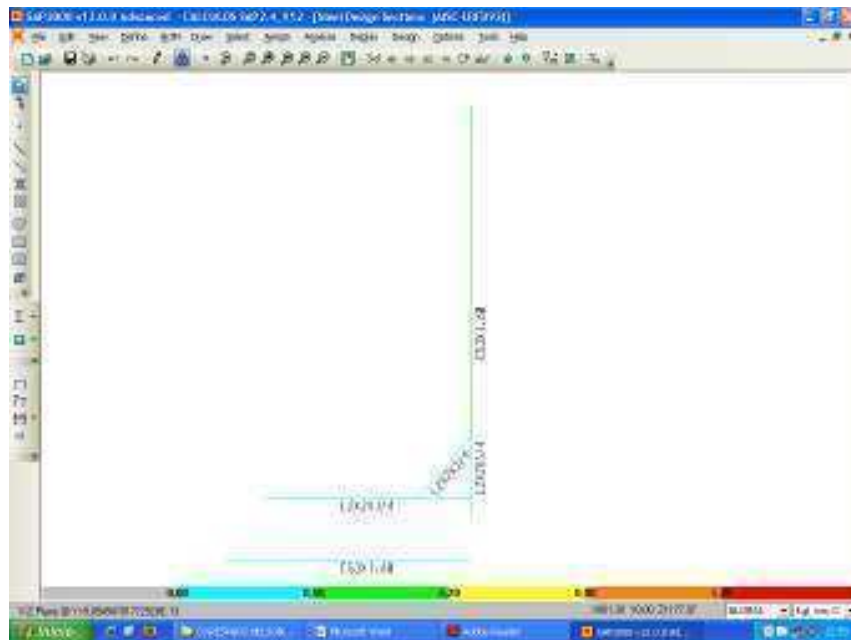
ANEXO 5

**GRAFICAS DEL CORTANTE MÁXIMO Y MOMENTO
FLECTOR, DE LOS COMPONENTES SOMETIDOS A FLEXIÓN**

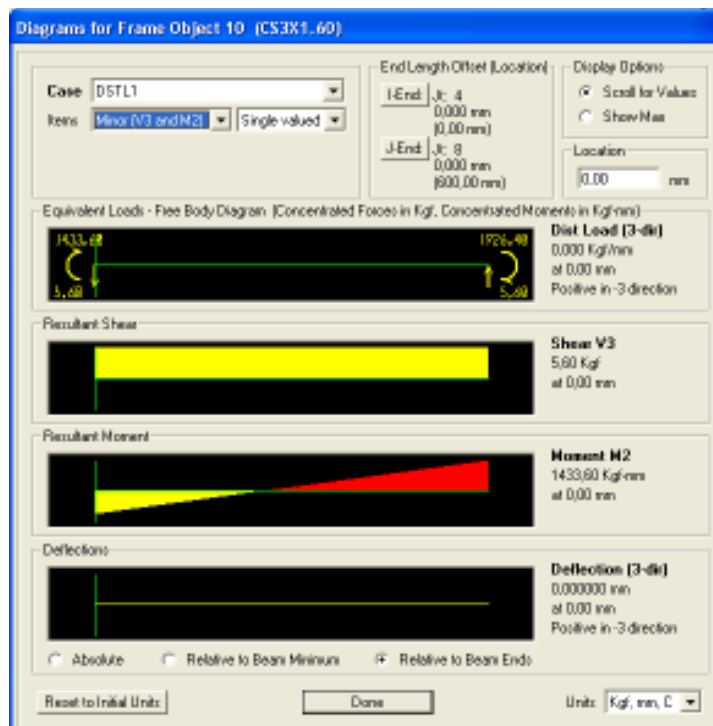
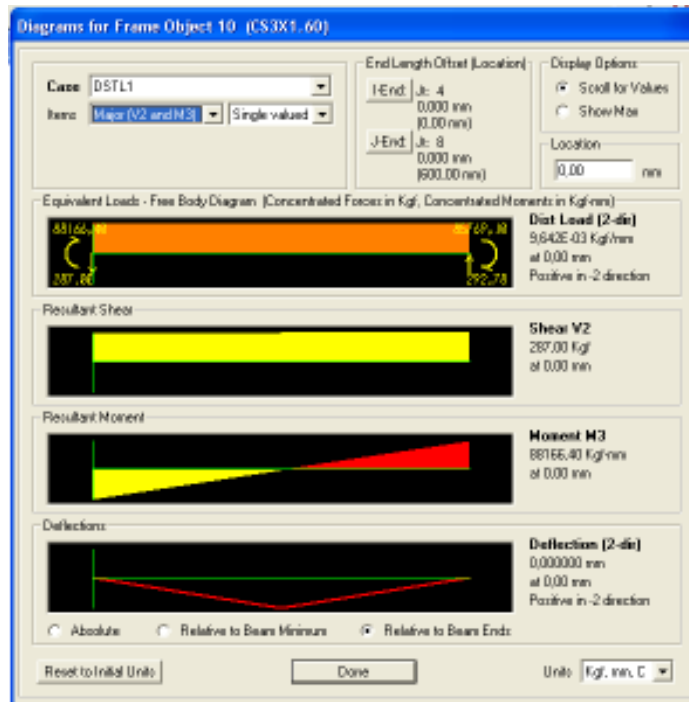
GRAFICA DE CARGAS Y PROPIEDADES ISOMETRICO



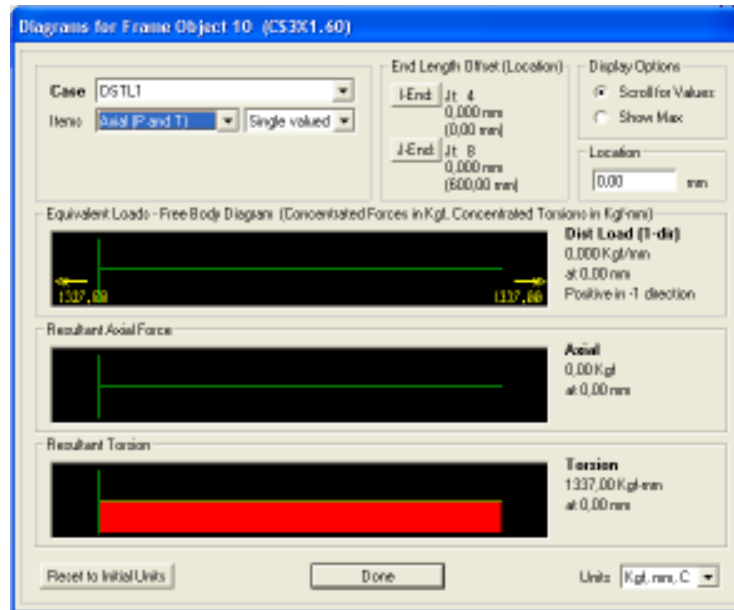
GRAFICA DE CARGAS Y PROPIEDADES VISTA LATERAL



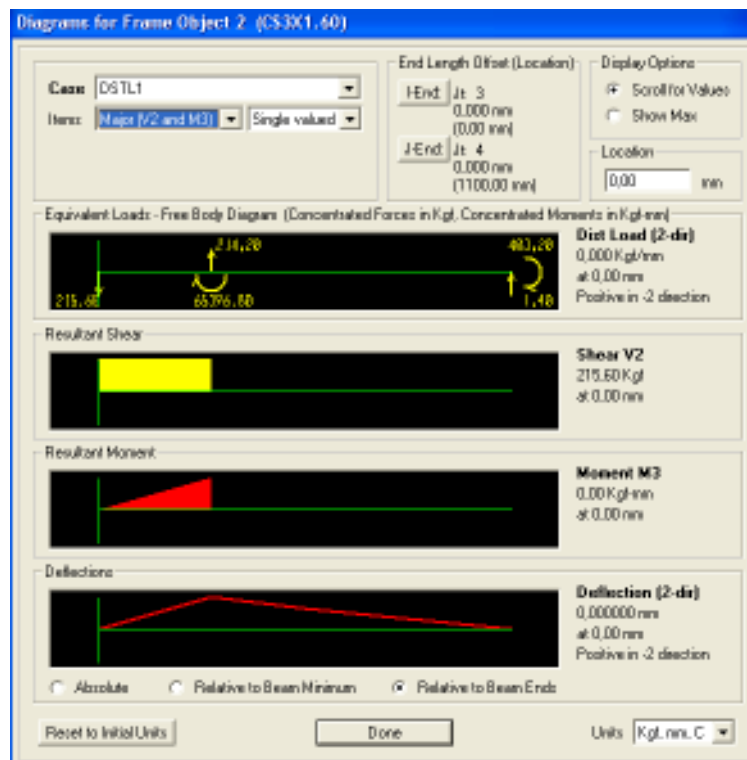
GRAFICAS DE ESFUERZO CORTANTE Y FLECTOR PLATINA

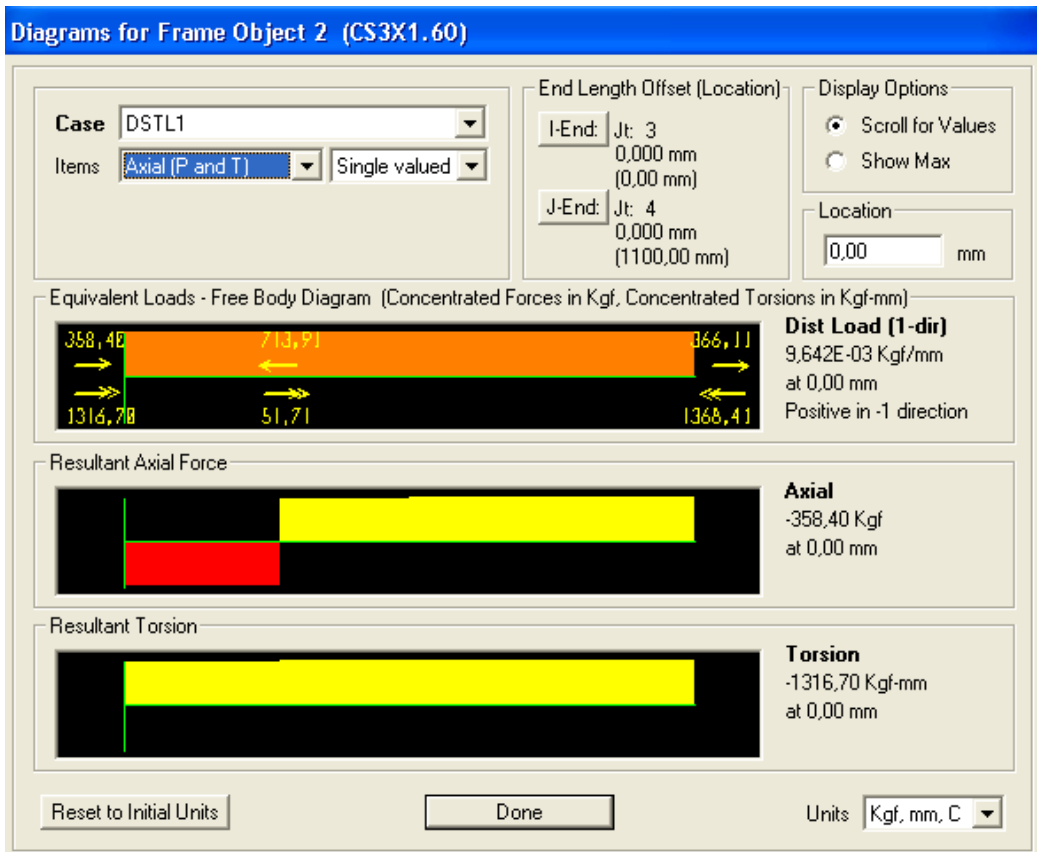
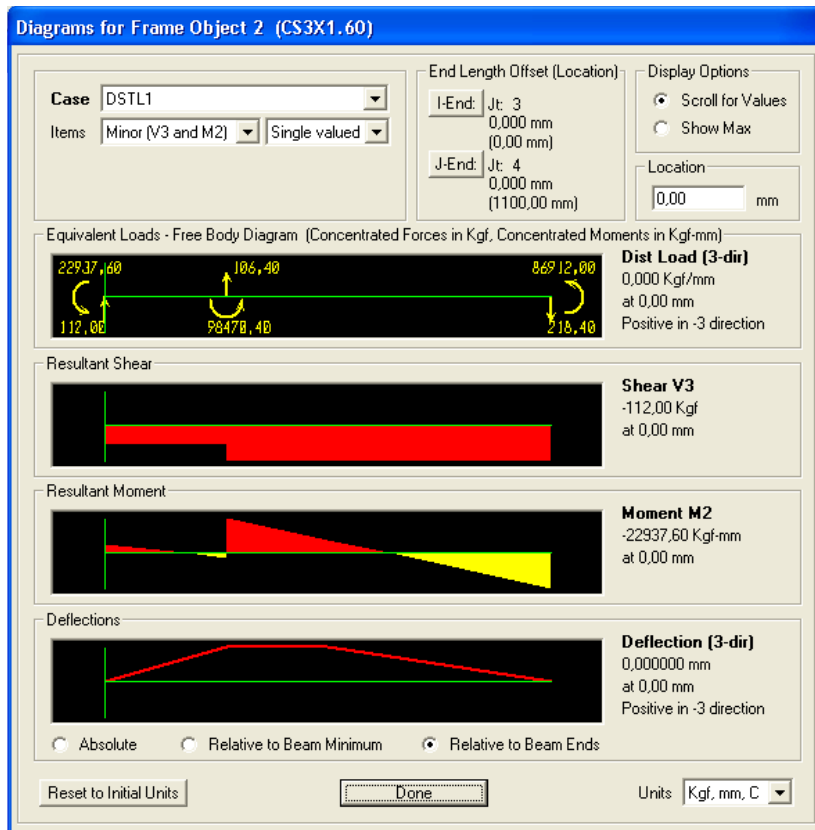


CARGA AXIAL PLATINA

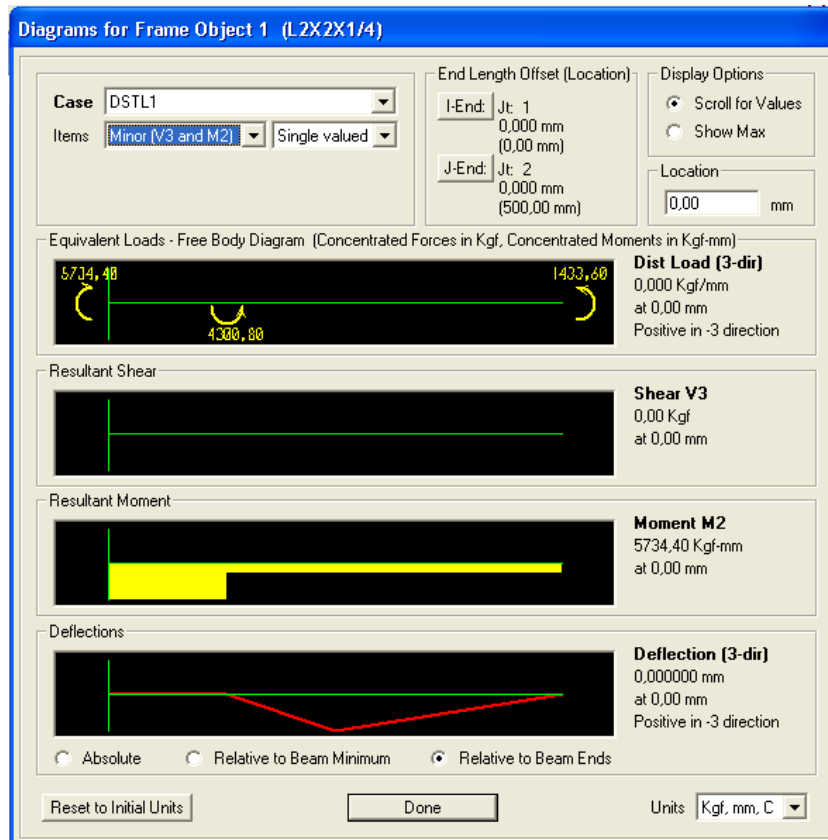
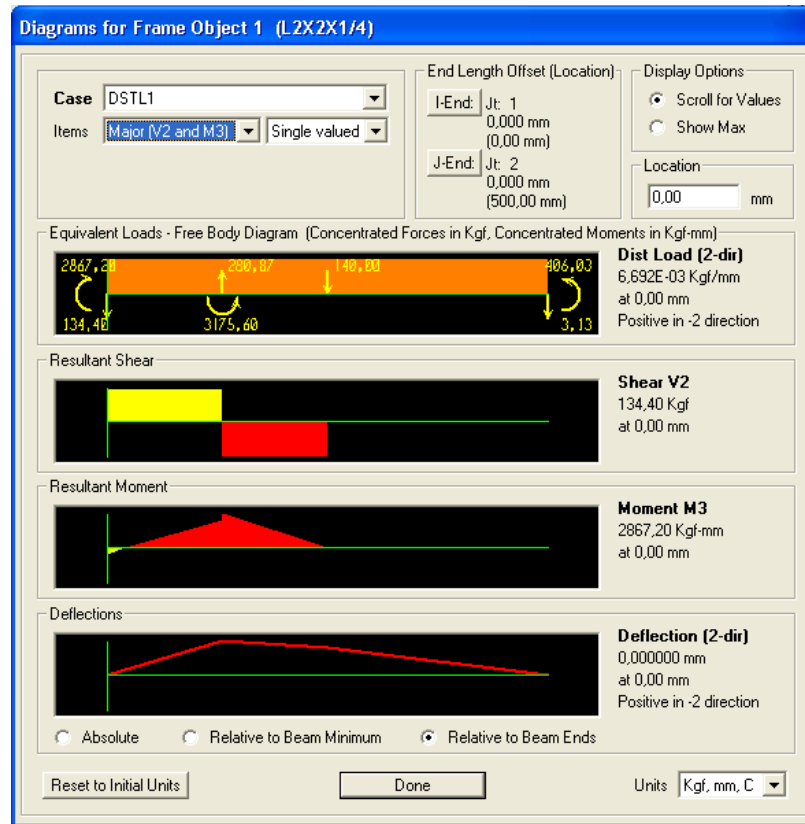


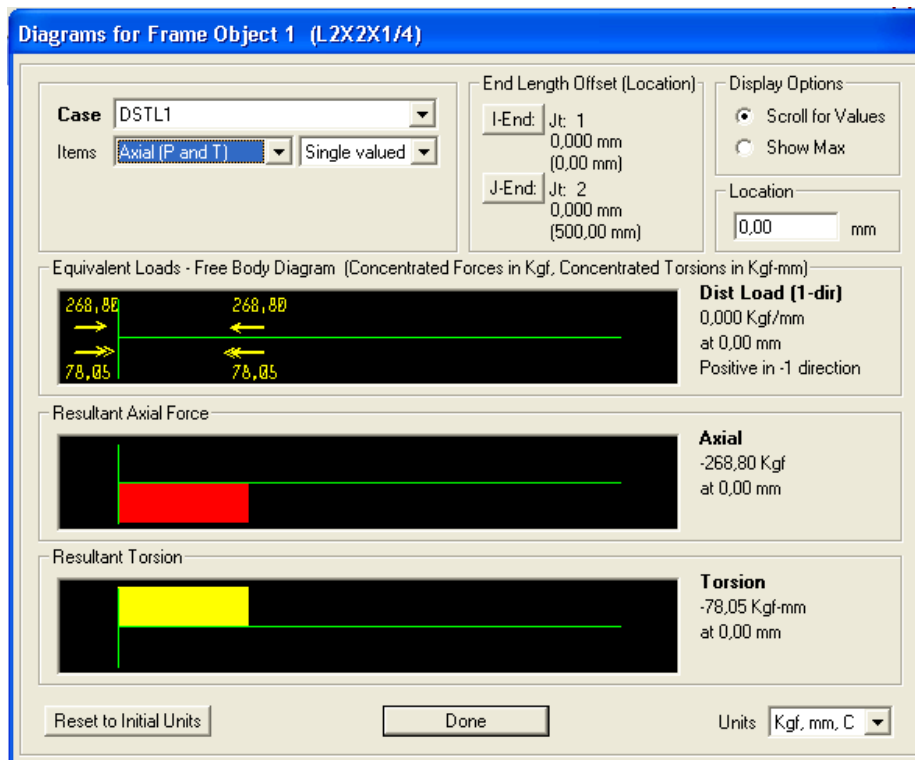
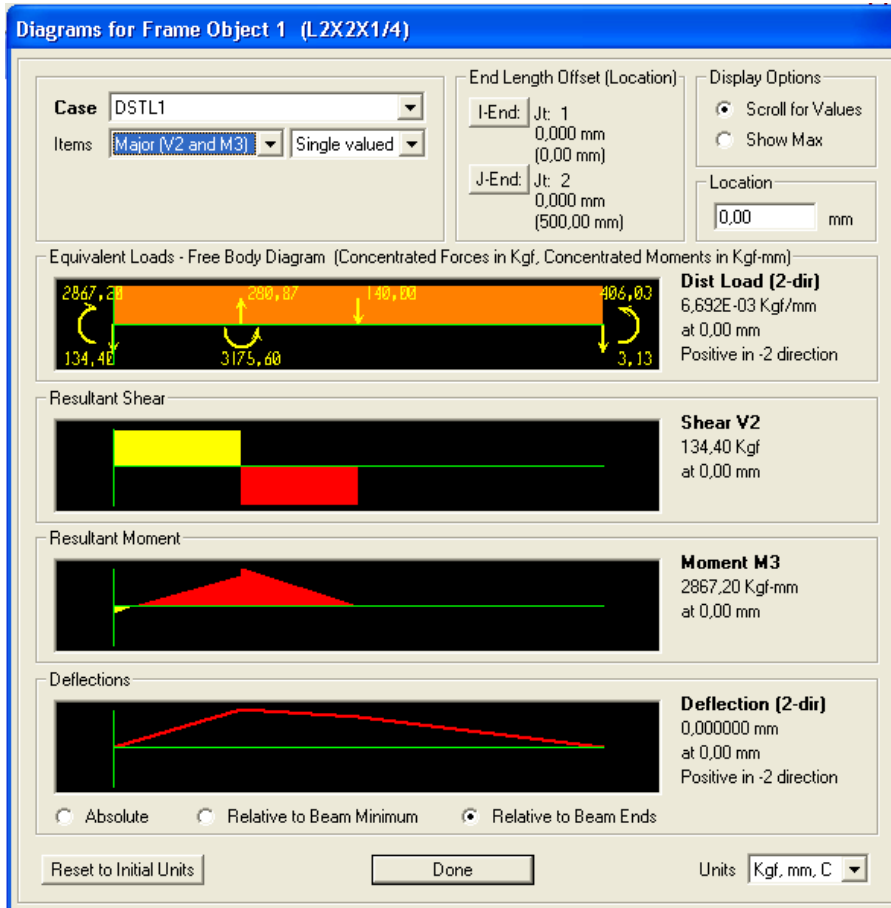
ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR COLUMNA





ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR HORQUILLA





ANEXO 6
HOJAS DE PROCESOS DE LOS COMPONENTES DEL
MONTACARGAS HIDRÁULICO

ANEXO 7
PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO 8
FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA # 1. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA



FOTOGRAFÍA # 2. SOLDADURA DE LA ESTRUCTURA



FOTOGRAFÍA # 3. VERIFICACIÓN DE LA SOLDADURA



FOTOGRAFÍA # 4. SOLDADURA DE REFUERZOS



FOTOGRAFÍA # 5. SOLDADURA DE REFUERZOS



FOTOGRAFÍA # 6. ENSAMBLAJE DE LOS ELEMENTOS



FOTOGRAFÍA # 7. PRUEBAS Y ENSAYOS



FOTOGRAFÍA # 8. TERMINACIÓN DEL MONTACARGAS



Lista de Tablas

Table: Modal Load Participation Ratios.....	2
Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 1 of 2.....	2
Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 2 of 2.....	2
Table: Modal Participation Factors.....	3
Table: Modal Periods And Frequencies.....	3
Table: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93, Part 1 of 2.....	4
Table: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93, Part 2 of 2.....	5
Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 1 of 5.....	5
Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 2 of 5.....	6
Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 3 of 5.....	7
Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 4 of 5.....	7
Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 5 of 5.....	8
Table: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93, Part 1 of 3.....	9
Table: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93, Part 2 of 3.....	9
Table: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93, Part 3 of 3.....	10

Table: Modal Load Participation Ratios

OutputCase	ItemType	Item	Static Percent	Dynamic Percent
MODAL	Acceleration	UX	105,2117	100,1159
MODAL	Acceleration	UY	173,7956	168,5902
MODAL	Acceleration	UZ	196,0191	103,4744

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 1 of 2

OutputCase	StepType	StepNum	Period Sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
MODAL	Mode	1,000000	442526,910	1,567E-03	0,93	4,695E-02	1,567E-03	0,93	4,695E-02	0,19	2,740E-02	3,629E-02
MODAL	Mode	2,000000	169114,4381	7,560E-02	2,842E-02	1,531E-02	7,717E-02	0,96	6,226E-02	4,699E-02	0,84	4,979E-02
MODAL	Mode	3,000000	-62009,111	1,209E-04	3,725E-02	0,44	7,729E-02	0,99	0,50	1,637E-02	2,416E-03	4,440E-03
MODAL	Mode	4,000000	55170,9781	6,685E-02	1,809E-05	6,687E-03	0,14	0,99	0,51	2,463E-02	2,934E-02	0,28
MODAL	Mode	5,000000	44736,6291	0,74	1,482E-03	7,291E-02	0,89	0,99	0,58	9,827E-02	9,372E-02	0,58
MODAL	Mode	6,000000	42690,0876	0,11	5,860E-03	0,42	1,00	1,00	1,00	0,62	7,051E-03	4,595E-02
MODAL	Mode	7,000000	1,000E+101	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
MODAL	Mode	8,000000	1,000E+101	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
MODAL	Mode	9,000000	442526,910	9,877E-04	0,58	2,961E-02	1,00	1,58	1,03	0,12	1,728E-02	2,288E-02
MODAL	Mode	10,000000	1,000E+101	0,00	0,00	0,00	1,00	1,58	1,03	0,00	0,00	0,00
MODAL	Mode	11,000000	442526,910	1,700E-04	0,10	5,098E-03	1,00	1,69	1,03	2,090E-02	2,974E-03	3,939E-03
MODAL	Mode	12,000000	442526,910	1,407E-06	8,325E-04	4,217E-05	1,00	1,69	1,03	1,729E-04	2,461E-05	3,259E-05

Table: Modal Participating Mass Ratios, Part 2 of 2

OutputCase	StepType	StepNum	SumRX	SumRY	SumRZ
MODAL	Mode	1,000000	0,19	2,740E-02	3,629E-02
MODAL	Mode	2,000000	0,24	0,87	8,608E-02
MODAL	Mode	3,000000	0,26	0,87	9,052E-02
MODAL	Mode	4,000000	0,28	0,90	0,37
MODAL	Mode	5,000000	0,38	0,99	0,95

MODAL	Mode	6,000000	1,00	1,00	1,00
MODAL	Mode	7,000000	1,00	1,00	1,00
MODAL	Mode	8,000000	1,00	1,00	1,00
MODAL	Mode	9,000000	1,12	1,02	1,02
MODAL	Mode	10,000000	1,12	1,02	1,02
MODAL	Mode	11,000000	1,14	1,02	1,03
MODAL	Mode	12,000000	1,14	1,02	1,03

Table: Modal Participation Factors

Table: Modal Participation Factors

OutputCase	StepType	StepNum	Period Sec	UX Kgf-s2	UY Kgf-s2	UZ Kgf-s2	RX Kgf-mm-s2	RY Kgf-mm-s2	RZ Kgf-mm-s2	ModalMass Kgf-mm-s2	ModalStiff Kgf-mm
MODAL	Mode	1,000000	442526,910	0,002751	-0,066916	0,015060	20,222244	6,495982	5,994971	1,0000	2,016E-10
MODAL	Mode	2,000000	169114,4381	-0,019110	-0,011717	-0,008600	9,990319	-35,966780	-7,022491	1,0000	1,380E-09
MODAL	Mode	3,000000	-62009,111	0,000764	-0,013415	-0,046219	-5,896552	-1,928784	2,097021	1,0000	-1,027E-08
MODAL	Mode	4,000000	55170,9781	-0,017970	-0,000296	0,005683	-7,232820	-6,722016	16,672809	1,0000	1,297E-08
MODAL	Mode	5,000000	44736,6291	-0,059838	0,002675	0,018767	-14,446910	-12,013257	-24,026796	1,0000	1,973E-08
MODAL	Mode	6,000000	42690,0876	-0,023530	-0,005320	-0,044823	36,322806	-3,295087	-6,746506	1,0000	2,166E-08
MODAL	Mode	7,000000	1,000E+101	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,0000	0,00
MODAL	Mode	8,000000	1,000E+101	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,0000	0,00
MODAL	Mode	9,000000	442526,910	-0,002184	0,053134	-0,011959	-16,057367	-5,158100	-4,760275	1,0000	2,016E-10
MODAL	Mode	10,000000	1,000E+101	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,0000	0,00
MODAL	Mode	11,000000	442526,910	-0,000906	0,022046	-0,004962	-6,662279	-2,140121	-1,975061	1,0000	2,016E-10
MODAL	Mode	12,000000	442526,910	0,000082	-0,002005	0,000451	0,606034	0,194676	0,179661	1,0000	2,016E-10

Table: Modal Periods And Frequencies

Table: Modal Periods And Frequencies

OutputCase	StepType	StepNum	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
MODAL	Mode	1,000000	442526,910	2,2597E-06	1,4198E-05	2,0160E-10
MODAL	Mode	2,000000	169114,4381	5,9132E-06	3,7153E-05	1,3804E-09
MODAL	Mode	3,000000	-62009,111	-1,6127E-05	-1,0133E-04	1,0267E-08
MODAL	Mode	4,000000	55170,9781	1,8125E-05	1,1389E-04	1,2970E-08
MODAL	Mode	5,000000	44736,6291	2,2353E-05	1,4045E-04	1,9726E-08

Table: Modal Periods And Frequencies

OutputCase	StepType	StepNum	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
MODAL	Mode	6,000000	42690,0876	2,3425E-05	1,4718E-04	2,1662E-08
MODAL	Mode	7,000000	1,000E+101	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
MODAL	Mode	8,000000	1,000E+101	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
MODAL	Mode	9,000000	442526,910	2,2597E-06	1,4198E-05	2,0160E-10
MODAL	Mode	10,000000	1,000E+101	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
MODAL	Mode	11,000000	442526,910	2,2597E-06	1,4198E-05	2,0160E-10
MODAL	Mode	12,000000	442526,910	2,2597E-06	1,4198E-05	2,0160E-10

Table: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93, Part 1 of 2

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location mm	ErrMsg
1	L2X2X1/4	Beam	No Messages	0,236036	PMM	DSTL1	130,61	No Messages
2	CS3X1.60	Column	No Messages	0,649639	PMM	DSTL1	300,00	No Messages
3	L2X2X1/4	Beam	No Messages	0,244509	PMM	DSTL1	130,61	No Messages
4	CS3X1.60	Column	No Messages	0,636286	PMM	DSTL1	1100,00	No Messages
5	CS3X1.60	Beam	No Messages	0,530190	PMM	DSTL1	550,00	No Messages
6	CS3X1.60	Beam	No Messages	0,261000	PMM	DSTL1	100,00	No Messages
7	CS3X1.60	Beam	No Messages	0,095313	PMM	DSTL1	100,00	No Messages
8	L2X2X1/4	Column	No Messages	0,458050	PMM	DSTL1	0,00	No Messages
9	L2X2X1/4	Column	No Messages	0,591954	PMM	DSTL1	0,00	No Messages
10	CS3X1.60	Beam	No Messages	0,190733	PMM	DSTL1	0,00	No Messages
11	CS3X1.60	Beam	No Messages	0,159641	PMM	DSTL1	0,00	No Messages
12	CS3X1.60	Column	No Messages	0,457070	PMM	DSTL1	300,00	No Messages
13	L2X2X1/4	Brace	No Messages	0,516484	PMM	DSTL1	0,00	No Messages
14	L2X2X1/4	Brace	No Messages	0,365090	PMM	DSTL1	0,00	No Messages

Table: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93, Part 2 of 2

Frame	WarnMsg
1	No Messages
2	No Messages
3	No Messages
4	No Messages
5	No Messages
6	No Messages
7	No Messages
8	No Messages
9	No Messages
10	No Messages
11	No Messages
12	No Messages
13	No Messages
14	No Messages

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 1 of 5

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 1 of 5

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location mm	Pu Kgf	MuMajor Kgf-mm	MuMinor Kgf-mm	VuMajor Kgf	VuMinor Kgf
1	L2X2X1/4	Beam	No Messages	DSTL1	130,61	0,00	-17920,00	1433,60	-145,60	0,00
2	CS3X1.60	Column	No Messages	DSTL1	300,00	358,40	716,80	-87808,00	1,40	-218,40
3	L2X2X1/4	Beam	No Messages	DSTL1	130,61	-358,40	-17787,26	234,21	202,47	-89,60
4	CS3X1.60	Column	No Messages	DSTL1	1100,00	-171,49	-806,40	86419,20	2,80	-214,20
5	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	550,00	5734,40	103219,20	-8601,60	358,40	-179,20
6	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	100,00	0,00	-48,21	35840,00	0,96	-358,40
7	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	100,00	0,00	-5782,61	11468,80	0,96	0,00
8	L2X2X1/4	Column	No Messages	DSTL1	0,00	-179,20	39782,40	11468,80	291,20	0,00
9	L2X2X1/4	Column	No Messages	DSTL1	0,00	-179,20	48025,60	5734,40	338,80	0,00

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 1 of 5

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Combo	Location mm	Pu Kgf	MuMajor Kgf-mm	MuMinor Kgf-mm	VuMajor Kgf	VuMinor Kgf
10	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	0,00	0,00	88166,40	1433,60	287,00	5,60
11	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	0,00	-716,80	-34406,40	9318,40	-212,80	58,80
12	CS3X1.60	Column	No Messages	DSTL1	300,00	2,89	-27955,20	54924,80	89,60	-336,00
13	L2X2X1/4	Brace	No Messages	DSTL1	0,00	358,40	-39424,00	0,00	-201,60	44,80
14	L2X2X1/4	Brace	No Messages	DSTL1	0,00	537,60	-31539,20	-11468,80	-156,80	-44,80

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 2 of 5

Frame	Tu Kgf-mm	Equation	TotalRatio	PRatio	MMAjRatio	MMinRatio	SRLimit	PuDsgn Kgf	PhiPnc Kgf	PhiPnt Kgf	MuMajDsgn Kgf-mm
1	0,00	(SAM 6-1b)	0,236036	0,000000	0,064223	0,171814	0,950000	0,00	12112,20	13873,40	-11657,65
2	-1368,41	(H1-1b)	0,649639	0,008966	0,001466	0,639207	0,950000	358,40	15479,00	19987,10	716,80
3	44,10	(SAM 6-1b)	0,244509	0,014795	0,068511	0,161203	0,950000	-358,40	12112,20	13873,40	-12436,06
4	-1319,68	(H1-1b)	0,636286	0,005539	0,001649	0,629097	0,950000	-171,49	15479,00	19987,10	-806,40
5	60636,80	(H1-1a)	0,530190	0,286905	0,187626	0,055659	0,950000	5734,40	17105,57	19987,10	103219,20
6	0,00	(H1-1b)	0,261000	0,000000	0,000000	0,260901	0,950000	0,00	16581,67	19987,10	-48,21
7	0,00	(H1-1b)	0,095313	0,000000	0,011825	0,083488	0,950000	0,00	16581,67	19987,10	-5782,61
8	-4,20	(SAM 6-1b)	0,458050	0,006941	0,199667	0,251442	0,950000	-179,20	12909,14	13873,40	36243,24
9	73,15	(SAM 6-1b)	0,591954	0,006941	0,209441	0,375572	0,950000	-179,20	12909,14	13873,40	38017,39
10	1337,00	(H1-1b)	0,190733	0,000000	0,180297	0,010436	0,950000	0,00	16581,67	19987,10	88166,40
11	1274,00	(H1-1b)	0,159641	0,021447	0,070360	0,067834	0,950000	-716,80	16710,80	19987,10	-34406,40
12	-1332,10	(H1-1b)	0,457070	0,000000	0,057167	0,399831	0,950000	2,89	17981,90	19987,10	-27955,20
13	48,83	(SAM 6-1b)	0,516484	0,012917	0,153576	0,349991	0,950000	358,40	12896,88	13873,40	-27876,98
14	135,45	(SAM 6-1b)	0,365090	0,019375	0,167538	0,178177	0,950000	537,60	12896,88	13873,40	-30411,25

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 3 of 5

Frame	PhiMnMaj Kgf-mm	CmMajor	B1Major	B2Major	XKMMajor	XLMajor	Cb	MuMinDsgn Kgf-mm	PhiMnMin Kgf-mm	CmMinor	B1Minor
1	181518,75	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,738772	1,000000	13685,06	79650,60	1,000000	1,000000
2	489007,78	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	4,783005	-87808,00	137370,13	1,000000	1,000000
3	181518,75	1,000000	1,001948	1,000000	1,000000	0,738772	1,000000	12839,93	79650,60	1,000000	1,007599
4	489007,78	0,850000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	4,645946	86419,20	137370,13	0,850000	1,000000
5	489007,78	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,416667	2,025500	-8601,60	137370,13	1,000000	1,000000
6	489007,78	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,857143	1,728165	35840,00	137370,13	1,000000	1,000000
7	489007,78	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,857143	1,368859	11468,80	137370,13	1,000000	1,000000
8	181518,75	1,000000	1,000088	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	-20027,54	79650,60	1,000000	1,000339
9	181518,75	1,000000	1,000088	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	-29914,55	79650,60	1,000000	1,000339
10	489007,78	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	2,259058	1433,60	137370,13	1,000000	1,000000
11	489007,78	0,850000	1,000000	1,000000	1,000000	0,500000	2,151261	9318,40	137370,13	0,850000	1,000000
12	489007,78	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,625000	54924,80	137370,13	1,000000	1,000000
13	181518,75	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	27876,98	79650,60	1,000000	1,000000
14	181518,75	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	14191,92	79650,60	1,000000	1,000000

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 4 of 5

Frame	B2Minor	XKMinor	XLMinor	Fy Kgf/mm2	E Kgf/mm2	Length mm	MajAxisAng Degrees	RLLF	SectClass	FramingType
1	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	500,00		1,000000	Non-Compact	Moment Resisting Frame
2	1,000000	1,038417	0,727273	25,311	20389,019	1100,00		1,000000	Seismic	Moment Resisting Frame
3	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	500,00		1,000000	Non-Compact	Moment Resisting Frame
4	1,000000	1,038417	0,727273	25,311	20389,019	1100,00		1,000000	Seismic	Moment Resisting Frame
5	1,000000	1,000000	0,833333	25,311	20389,019	600,00		1,000000	Seismic	Moment Resisting Frame
6	1,000000	1,000000	0,857143	25,311	20389,019	700,00		1,000000	Seismic	Moment Resisting Frame

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 4 of 5

Frame	B2Minor	XKMinor	XLMinor	Fy Kgf/mm2	E Kgf/mm2	Length mm	MajAxisAng Degrees	RLLF	SectClass	FramingType
7	1,000000	1,000000	0,857143	25,311	20389,019	700,00		1,000000	Seismic	Moment Resisting Frame
8	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	150,00		1,000000	Non-Compact	Moment Resisting Frame
9	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	150,00		1,000000	Non-Compact	Moment Resisting Frame
10	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	600,00		1,000000	Seismic	Moment Resisting Frame
11	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	600,00		1,000000	Seismic	Moment Resisting Frame
12	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	300,00		1,000000	Seismic	Moment Resisting Frame
13	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	198,90		1,000000	Non-Compact	Moment Resisting Frame
14	1,000000	1,000000	1,000000	25,311	20389,019	198,90		1,000000	Non-Compact	Moment Resisting Frame

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 5 of 5

Frame	SeisZone	Omega0	ErrnMsg	WarnMsg
1		3,000000	No Messages	No Messages
2		3,000000	No Messages	No Messages
3		3,000000	No Messages	No Messages
4		3,000000	No Messages	No Messages
5		3,000000	No Messages	No Messages
6		3,000000	No Messages	No Messages
7		3,000000	No Messages	No Messages
8		3,000000	No Messages	No Messages
9		3,000000	No Messages	No Messages
10		3,000000	No Messages	No Messages
11		3,000000	No Messages	No Messages
12		3,000000	No Messages	No Messages
13		3,000000	No Messages	No Messages

Table: Steel Design 2 - PMM Details - AISC-LRFD93, Part 5 of 5

Frame	SeisZone	Omega0	ErrMsg	WarnMsg
14		3,000000	No Messages	No Messages

Table: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93, Part 1 of 3

Frame	DesignSect	DesignType	Status	VMajorCombo	VMajorLoc	VMajorRatio	VuMajDsgn	PhiVnMaj	TuMajor
					mm		Kgf	Kgf	Kgf-mm
1	L2X2X1/4	Beam	No Messages	DSTL1	130,61	0,033024	145,60	4408,92	0,00
2	CS3X1.60	Column	No Messages	DSTL1	0,00	0,047942	215,60	4497,10	0,00
3	L2X2X1/4	Beam	No Messages	DSTL1	130,61	0,045924	202,47	4408,92	0,00
4	CS3X1.60	Column	No Messages	DSTL1	0,00	0,052300	235,20	4497,10	0,00
5	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	0,00	0,139468	627,20	4497,10	0,00
6	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	100,00	0,001245	5,60	4497,10	0,00
7	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	100,00	0,001245	5,60	4497,10	0,00
8	L2X2X1/4	Column	No Messages	DSTL1	0,00	0,066048	291,20	4408,92	0,00
9	L2X2X1/4	Column	No Messages	DSTL1	0,00	0,076844	338,80	4408,92	0,00
10	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	600,00	0,065105	292,78	4497,10	0,00
11	CS3X1.60	Beam	No Messages	DSTL1	0,00	0,047319	212,80	4497,10	0,00
12	CS3X1.60	Column	No Messages	DSTL1	0,00	0,019924	89,60	4497,10	0,00
13	L2X2X1/4	Brace	No Messages	DSTL1	0,00	0,045726	201,60	4408,92	0,00
14	L2X2X1/4	Brace	No Messages	DSTL1	0,00	0,035564	156,80	4408,92	0,00

Table: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93, Part 2 of 3

Frame	VMajorCombo	VMajorLoc	VMajorRatio	VuMinDsgn	PhiVnMin	TuMinor	SRLimit	RLLF	FramingType
		mm		Kgf	Kgf	Kgf-mm			
1	DSTL1	0,00	0,000000	145,60	4408,92	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
2	DSTL1	300,00	0,027218	215,60	8024,23	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
3	DSTL1	0,00	0,020322	202,47	4408,92	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame

Table: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93, Part 2 of 3

Frame	VMinorCombo	VMinorLoc mm	VMinorRatio	VuMinDsgn Kgf	PhiVnMin Kgf	TuMinor Kgf-mm	SRLimit	RLLF	FramingType
4	DSTL1	300,00	0,026694	235,20	8024,23	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
5	DSTL1	0,00	0,022332	627,20	8024,23	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
6	DSTL1	0,00	0,044665	5,60	8024,23	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
7	DSTL1	100,00	0,000349	5,60	8024,23	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
8	DSTL1	0,00	0,000000	291,20	4408,92	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
9	DSTL1	0,00	0,000000	338,80	4408,92	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
10	DSTL1	0,00	0,000698	292,78	8024,23	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
11	DSTL1	0,00	0,007328	212,80	8024,23	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
12	DSTL1	0,00	0,041873	89,60	8024,23	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
13	DSTL1	0,00	0,010161	201,60	4408,92	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame
14	DSTL1	0,00	0,010161	156,80	4408,92	0,00	0,950000	1,000000	Moment Resisting Frame

Table: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93, Part 3 of 3

Frame	ErrMsg	WarnMsg
1	No Messages	No Messages
2	No Messages	No Messages
3	No Messages	No Messages
4	No Messages	No Messages
5	No Messages	No Messages
6	No Messages	No Messages
7	No Messages	No Messages
8	No Messages	No Messages

Table: Steel Design 3 - Shear Details - AISC-LRFD93, Part 3 of 3

Frame	ErrMsg	WarnMsg
9	No Messages	No Messages
10	No Messages	No Messages
11	No Messages	No Messages
12	No Messages	No Messages
13	No Messages	No Messages
14	No Messages	No Messages

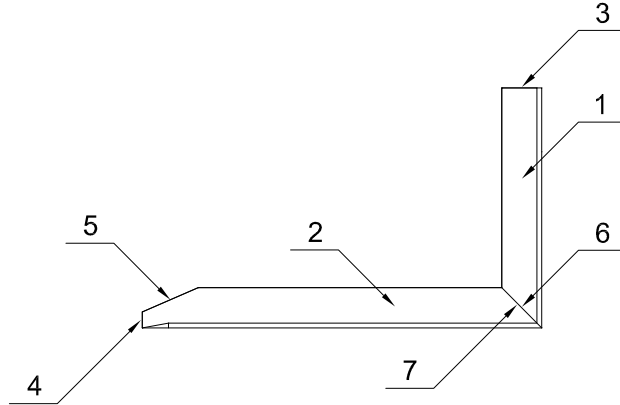
HOJA DE PROCESOS - 1

ELEMENTO - 1

CUÑAS

Tiempo total de duración: 2,6h.

POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO	OBSERVACIÓN
4	2	Cuñas	Acero A-36	L = 800	Ninguna



FASE	SUB FASE	OPERACIONES	CROQUIS	ÚTILES		TIEMPOS (min.)	
				TRABAJO	CONTROL	EMPLEADO	MAXIMO
Corte (1)	1.1	Cortar angulos 1 y 2, dejar a medida nominal las superficies 3 y 4.		Rayador. Ecuadra.	Flexometro. Ecuadra. Nivel.	40	50
Trazado (2)	2.1	Trazar medidas nominales para cortar los respectivos chaflanes en las superficies 5, 6, 7.		Flexometro. Ecuadra. Rayador. Granete.	Flexometro. Ecuadra.	10	20
Corte (3)	3.1	Cortar medidas nominales para chaflanes en la superficies 5, 6, 7.		Flexometro. Ecuadra. Rayador. Sierra. Lima.	Flexometro. Ecuadra.	40	60
Soldadura (4)	4.1	Unir los angulos 1 y 2 segun como se indica en la figura. Soldar las superficies 6 y 7.		Flexometro. Ecuadra. Electrodos. Suelda. Casco. Guantes.	Flexometro. Ecuadra.	10	30

Notas:

- Realizar todas las operaciones con las respectivas medidas de seguridad como son guantes, gafas, mandil, orejeras, etc.
- Verificar todas las medidas con los respectivos planos de taller y los elementos de verificación deberán estar en buen estado.
- Realizar la soldadura utilizando todas las normas de seguridad.

LABORATORIO DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS

PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

EPN - ESFOT

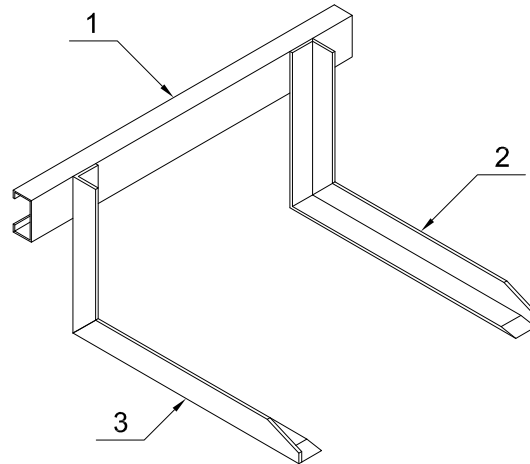
HOJA DE PROCESOS - 2

ELEMENTO - 1

HORQUILLA

Tiempo total de duración: 1,8h.

POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO	OBSERVACIÓN
4	1	Horquilla	Acero A-36	L = 720	Ninguna



FASE	SUB FASE	OPERACIONES	CROQUIS	ÚTILES		TIEMPOS (min.)	
				TRABAJO	CONTROL	EMPLEADO	MAXIMO
Trazado (1)	1.1	Trazar superficie 1 a medida nominal.		Rayador. Ecuadra.	Flexometro. Ecuadra. Nivel.	20	30
Corte (2)	2.1	Cortar a medidas nominales la superficie 1		Flexometro. Ecuadra. Rayador. Granete.	Flexometro. Ecuadra.	20	25
Limar (3)	3.1	Limar todas la superficies de 1, 2 y 3 a medidas nominales para realizar el respectivo ensamble de estas		Flexometro. Ecuadra. Rayador. Sierra. Lima.	Flexometro. Ecuadra.	20	25
Soldadura (4)	4.1	Unir las superficies 2 y 3 con la superficie 1y verificar todas las medidas nominales. Soldar las superficies 1 y 2 con 1.		Flexometro. Ecuadra. Electrodos. Suelda. Casco. Guantes.	Flexometro. Ecuadra.	10	30

Notas:

- Realizar todas las operaciones con las respectivas medidas de seguridad como son guantes, gafas, mandil, orejeras, etc .
- Verificar todas las medidas con los respectivos planos de taller y los elementos de verificacion deberan estar en buen estado .
- Realizar la soldadura utilizando todas las normas de seguridad .

LABORATORIO DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS

PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

EPN - ESFOT

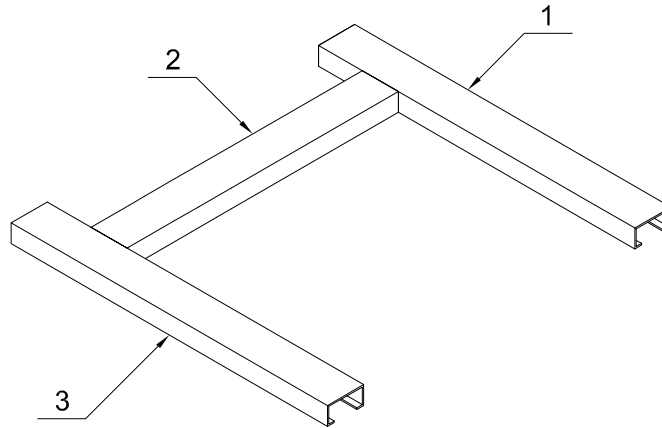
HOJA DE PROCESOS - 3


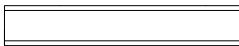
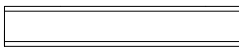
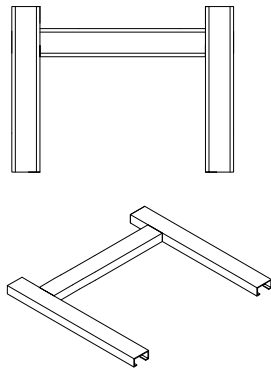
ELEMENTO - 1

BASE SOPORTE

Tiempo total de duración: 1,8h.

POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO	OBSERVACIÓN
4	3	Base Soporte	Acero A-36	L = 750	Ninguna



FASE	SUB FASE	OPERACIONES	CROQUIS	ÚTILES		TIEMPOS (min.)	
				TRABAJO	CONTROL	EMPLEADO	MAXIMO
Trazado (1)	1.1	Trazar superficies 1, 2 y 3 a medida nominal.		Rayador. Ecuadra.	Flexometro. Ecuadra. Nivel.	20	30
Corte (2)	2.1	Cortar a medidas nominales la s superficies 1, 2 y 3.		Flexometro. Ecuadra. Rayador.	Flexometro. Ecuadra.	20	30
Limar (3)	3.1	Limar a medidas nominales las superficies 1, 2 y 3.		Flexometro. Ecuadra. Rayador. Lima.	Flexometro. Ecuadra.	20	30
Soldadura (4)	4.1	Unir 1,2 y 3 segun como se indica en la figura. Soldar las superficies 1, 2 y 3. y verificar las medidas nominales		Flexometro. Ecuadra. Electrodos. Suelda. Casco. Guantes.	Flexometro. Ecuadra.	10	20

Notas:

- Realizar todas las operaciones con las respectivas medidas de seguridad como son guantes, gafas, mandil, orejeras, etc .
- Verificar todas las medidas con los respectivos planos de taller y los elementos de verificacion deberan estar en buen estado .
- Realizar la soldadura utilizando todas las normas de seguridad .

LABORATORIO DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS

PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

EPN - ESFOT

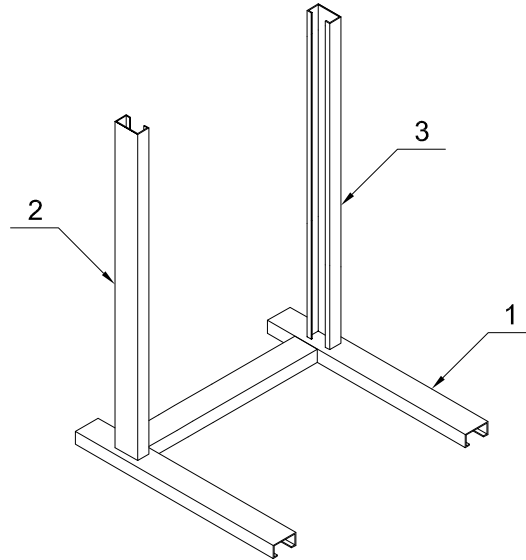
HOJA DE PROCESOS - 4

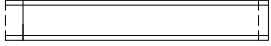
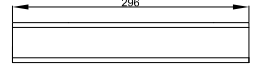

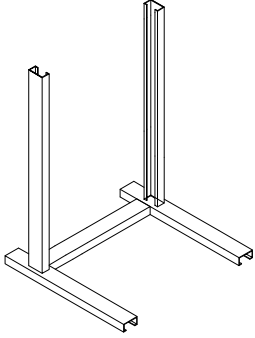
ELEMENTO - 1

ESTRUCTURA

Tiempo total de duración: 1,5h.

POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO	OBSERVACIÓN
4	2	Estructura	Acero A-36	L = 1000	Ninguna



FASE	SUB FASE	OPERACIONES	CROQUIS	ÚTILES		TIEMPOS (min.)	
				TRABAJO	CONTROL	EMPLEADO	MAXIMO
Trazado (1)	1.1	Trazar superficies 2 y 3 a medida nominal.		Rayador. Ecuadra.	Flexometro. Ecuadra. Nivel.	20	30
Corte (2)	2.1	Cortar a medidas nominales las superficies 2 y 3.		Flexometro. Ecuadra. Rayador.	Flexometro. Ecuadra.	20	20
Limar (3)	3.1	Limar a medidas nominales las superficies 2 y 3.		Flexometro. Ecuadra. Rayador. Lima.	Flexometro. Ecuadra.	20	20
Soldadura (4)	4.1	Unir 1,2 y 3 segun como se indica en la figura. Soldar las superficies 1, 2 y 3. y verificar las medidas nominales		Flexometro. Ecuadra. Electrodos. Suelta. Casco. Guantes.	Flexometro. Ecuadra.	10	20

Notas:

- Realizar todas las operaciones con las respectivas medidas de seguridad como son guantes, gafas, mandil, orejeras, etc .
- Verificar todas las medidas con los respectivos planos de taller y los elementos de verificacion deberan estar en buen estado .
- Realizar la soldadura utilizando todas las normas de seguridad .

**LABORATORIO DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS**

PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

EPN - ESFOT

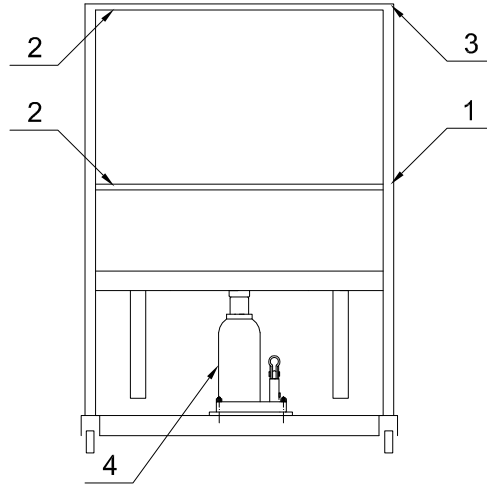
HOJA DE PROCESOS - 5

ELEMENTO - 1

PLATINAS TRANSVERSALES

Tiempo total de duración: 2,6h.

POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO	OBSERVACIÓN
4	2	Platinas	Acero A-36	L = 800	Ninguna



FASE	SUB FASE	OPERACIONES	CROQUIS	ÚTILES		TIEMPOS (min.)	
				TRABAJO	CONTROL	EMPLEADO	MAXIMO
Corte (1)	1.1	Trazar platinas 2 y 3, y dejar a medida nominal las superficies 2 y 3.		Rayador. Ecuadra.	Flexometro. Ecuadra. Nivel.	40	50
Trazado (2)	2.1	Trazar medidas nominales para cortar los respectivos chaflanes en las superficies 5, 6, 7.		Flexometro. Ecuadra. Rayador. Granete.	Flexometro. Ecuadra.	10	20
Soldadura (3)	3.1	Soldar 2 y 3 a medidas nominales con 1.		Suelda. Electrodos. Rayador.	Flexometro. Ecuadra.	40	60
Soldadura (4)	4.1	Unir los angulos 4 con la estructura segun como se indica en la figura. Soldar las superficies 4 con 1.		Suelda. Electrodos. Rayador.	Flexometro. Ecuadra.	10	30

Notas:

- Realizar todas las operaciones con las respectivas medidas de seguridad como son guantes, gafas, mandil, orejeras, etc .
- Verificar todas las medidas con los respectivos planos de taller y los elementos de verificacion deberan estar en buen estado .
- Realizar la soldadura utilizando todas las normas de seguridad .

LABORATORIO DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS

PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

EPN - ESFOT

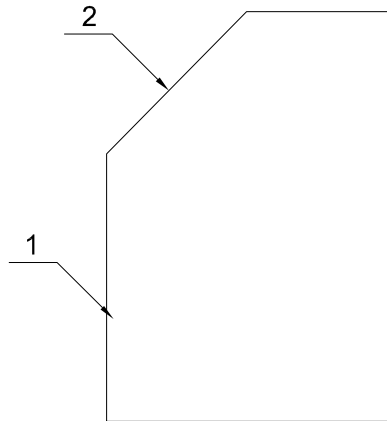
HOJA DE PROCESOS - 6

ELEMENTO - 1

MONTACARGAS

Tiempo total de duración: 1,5h.

POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO	OBSERVACIÓN
4	1	Montacargas	Acero A-36	L = 1000	Ninguna



FASE	SUB FASE	OPERACIONES	CROQUIS	ÚTILES		TIEMPOS (min.)	
				TRABAJO	CONTROL	EMPLEADO	MAXIMO
Trazado (1)	1.1	Trazar superficie 2 a medida nominal.		Rayador. Escuadra.	Flexometro. Escuadra. Nivel.	20	30
Corte (2)	2.1	Cortar a medida nominal la superficie 2.		Flexometro. Escuadra. Rayador.	Flexometro. Escuadra.	20	20
Limadora (3)	3.1	Limar todas las superficies .		Escuadra. Lima. Banco de trabajo	Flexometro. Escuadra.	20	20
Montaje (4)	4.1	Unir 1, segun como se indica en la figura. Soldar las superficies 1, con todo la estructura y verificar las medidas nominales		Flexometro. Escuadra. Electrodos. Solda. Casco. Guantes.	Flexometro. Escuadra.	10	20

Notas:

1. Realizar todas las operaciones con las respectivas medidas de seguridad como son guantes, gafas, mandil, orejeras, etc .
2. Verificar todas las medidas con los respectivos planos de taller y los elementos de verificación deberán estar en buen estado .
3. Realizar la soldadura utilizando todas las normas de seguridad .

LABORATORIO DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS

PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

EPN - ESFOT

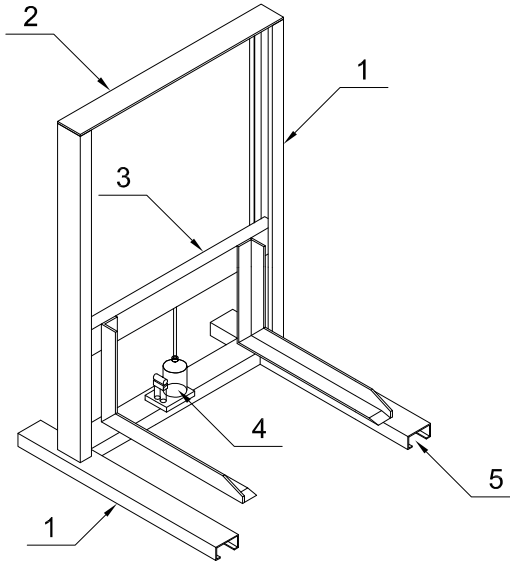
HOJA DE PROCESOS - 7

ELEMENTO - 1

MONTACARGAS

Tiempo total de duración: 1,5h.

POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MATERIAL	DIMENSIONES EN BRUTO	OBSERVACIÓN
4	1	Montacargas	Acero A-36	L = 1000	Ninguna



FASE	SUB FASE	OPERACIONES	CROQUIS	ÚTILES		TIEMPOS (min.)	
				TRABAJO	CONTROL	EMPLEADO	MAXIMO
Trazado (1)	1.1	Trazar superficie 2 a medida nominal.		Rayador. Ecuadra.	Flexometro. Ecuadra. Nivel.	20	30
Corte (2)	2.1	Cortar a medida nominale la superficie 2.		Flexometro. Ecuadra. Rayador.	Flexometro. Ecuadra.	20	20
Soldadura (3)	3.1	Soldar superficie 2 a superficie 1.		Flexometro. Ecuadra. Electrodos. Suelda.	Flexometro. Ecuadra.	20	20
Montaje (4)	4.1	Unir 1,2 y 3 segun como se indica en la figura. Soldar las superficies 1, 2 y 3. y verificar las medidas nominales		Flexometro. Ecuadra. Electrodos. Suelda. Casco. Guantes.	Flexometro. Ecuadra.	10	20

Notas:

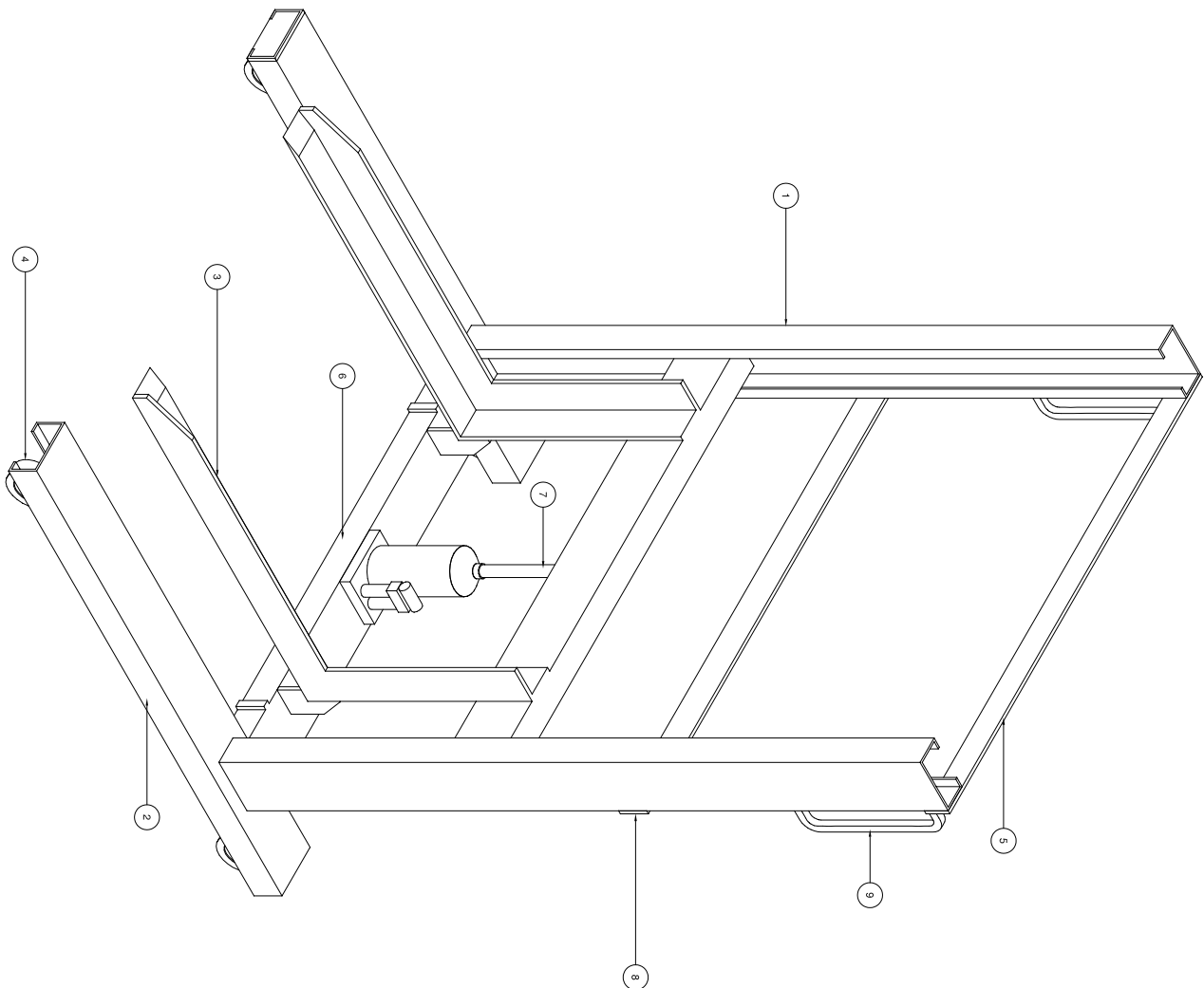
- Realizar todas las operaciones con las respectivas medidas de seguridad como son guantes, gafas, mandil, orejeras, etc .
- Verificar todas las medidas con los respectivos planos de taller y los elementos de verificacion deberan estar en buen estado .
- Realizar la soldadura utilizando todas las normas de seguridad .

LABORATORIO DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS

PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

EPN - ESFOT

ISOMETRICO MONTACARGAS HIDRAULICO MANUAL



ESPECIFICACIONES DE LA MAQUINA	
Capacidad de carga	5.750 kg
Velocidad de elevación	15.6 cm
Velocidad de descenso	15.6 cm
Altura de elevación	1.75 m
Altura de descenso	2.75 m

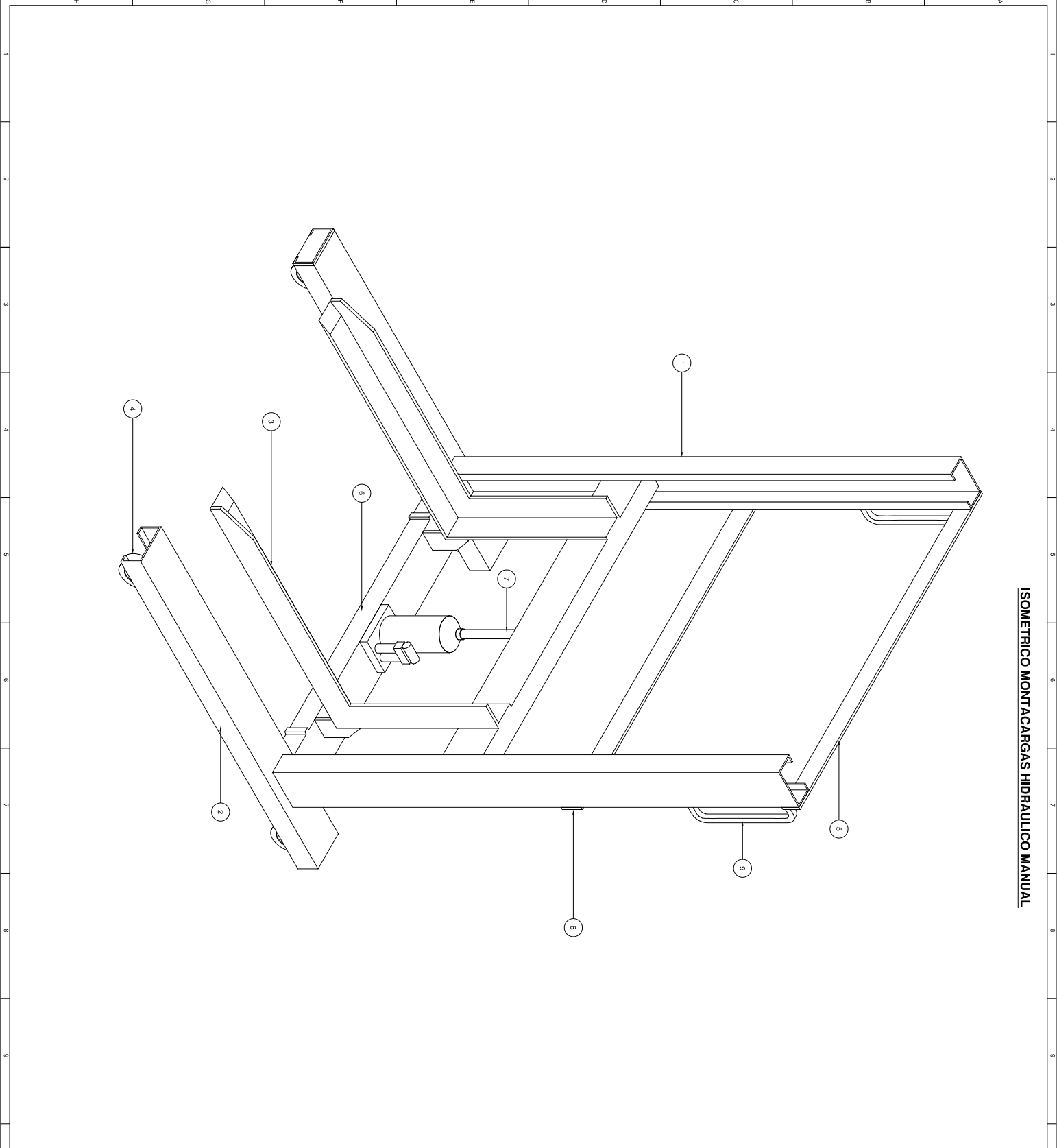
1. Controlar el nivel de aceite y cambiarlo si es necesario.
2. Hacer un examen visual de los cables, ponerlos en su lugar y asegurarse de que no estén dañados.
3. Inspeccionar el cable de acero y asegurarse de que no esté dañado.
4. Hacer un examen visual de los cables de acero y asegurarse de que no estén dañados.
5. Inspeccionar el sistema de frenado.
6. Seleccionar el nivel de elevación deseado.

REQUISITOS DE PIEZAS		REQUISITOS DE MATERIALES	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100

REQUISITOS DE MATERIALES		REQUISITOS DE MATERIALES	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100

REQUISITOS DE MATERIALES		REQUISITOS DE MATERIALES	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100

REQUISITOS DE MATERIALES		REQUISITOS DE MATERIALES	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100

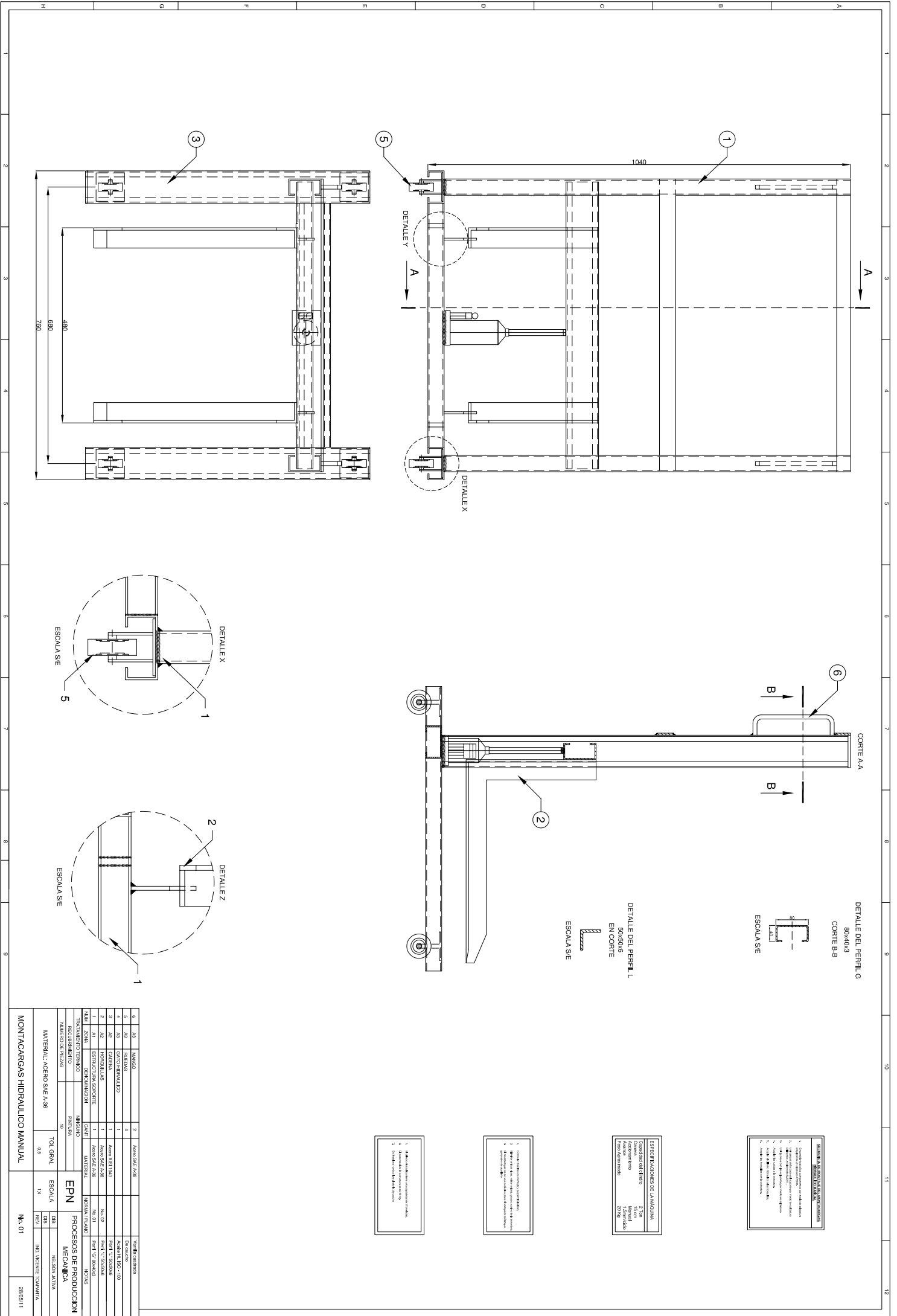


REQUISITOS DE MATERIALES		REQUISITOS DE MATERIALES	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100

REQUISITOS DE MATERIALES		REQUISITOS DE MATERIALES	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100

REQUISITOS DE MATERIALES		REQUISITOS DE MATERIALES	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100

REQUISITOS DE MATERIALES		REQUISITOS DE MATERIALES	
1	100	1	100
2	100	2	100
3	100	3	100
4	100	4	100
5	100	5	100
6	100	6	100
7	100	7	100
8	100	8	100
9	100	9	100



REGLAS DE MONTAJE Y DESMONTAJE

1. Limpie y revise los componentes antes de montar.
2. No fuerce los componentes al montar.
3. No use herramientas para montar o desmontar.
4. No toque los componentes con las manos sucias.
5. No toque los componentes con los dedos.

ESPECIFICACIONES DE LA MÁQUINA

Capacidad de carga: 2 Ton
 Capacidad de elevación: 1,5m
 Altura de elevación: 1,5m
 Tipo de motor: 2CV

1. Control de calidad de los componentes.
 2. Control de calidad de los materiales.
 3. Control de calidad de los procesos de fabricación.
 4. Control de calidad de los productos.

1. Control de calidad de los componentes.
 2. Control de calidad de los materiales.
 3. Control de calidad de los procesos de fabricación.
 4. Control de calidad de los productos.

NO.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	REQUISITOS
1	CHASIS	1	UNIDAD	ACERO SAE 408	VENTILACIONADO
2	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
3	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
4	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
5	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
6	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
7	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
8	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
9	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
10	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
11	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	
12	RODILLO	2	UNIDAD	ACERO SAE 408	

PROCESOS DE PRODUCCION

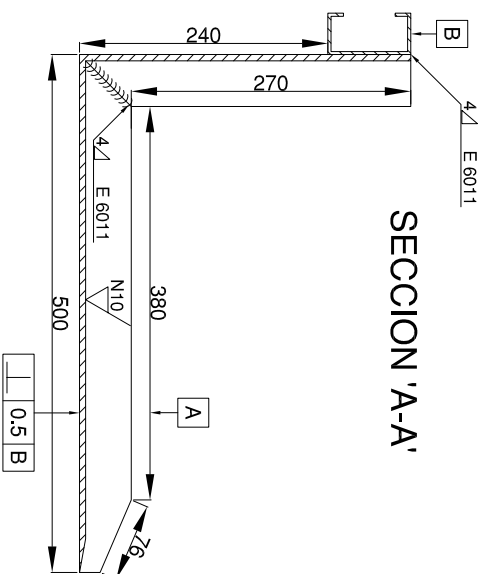
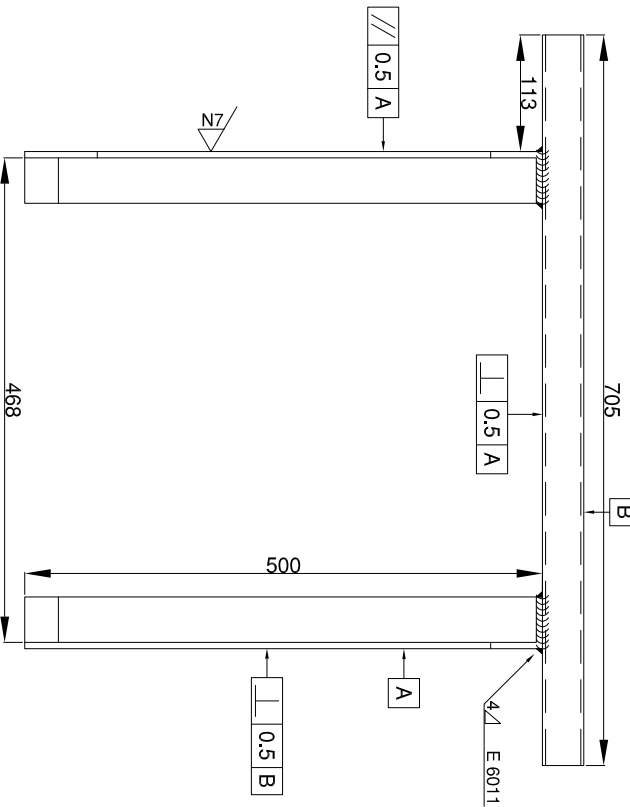
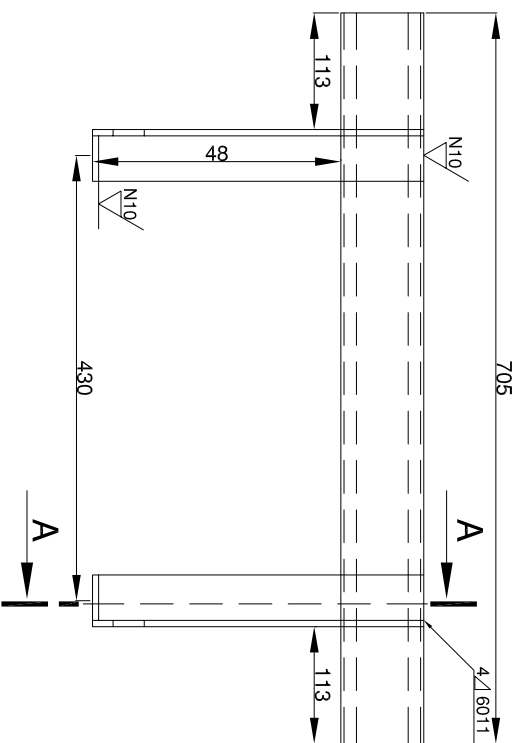
MECANICA

MONTACARGAS HIDRAULICO MANUAL

ESCALA: 1:4

NO. 01

28/05/11



SECCION 'A-A'

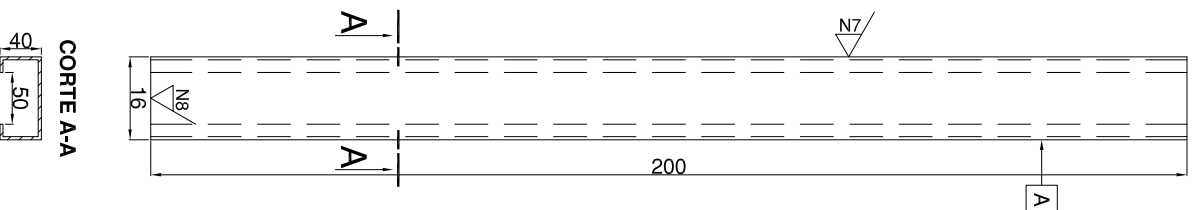
SECUENCIA DE MONTAJE DE LAS HORQUILLAS	
1.	Cortar angulas con una sierra de disco o de forma manual.
2.	Seleir angulas utilizando un abridor E-6013.
3.	Acoplar las horquillas a toda la estructura.
4.	Primar las horquillas.
5.	Realizar pruebas y ensayos a las horquillas.

TRATAMIENTO TERMICO	NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION MECANICA
RECURRIMIENTO	PINTURA		
NUMERO DE PIEZAS	3	ESCALA	DIB DIS
MATERIAL:	ACERO A-36	1:5	REV
		TOL GRAL	ING. VICENTE TOAPANTA
		0.5	

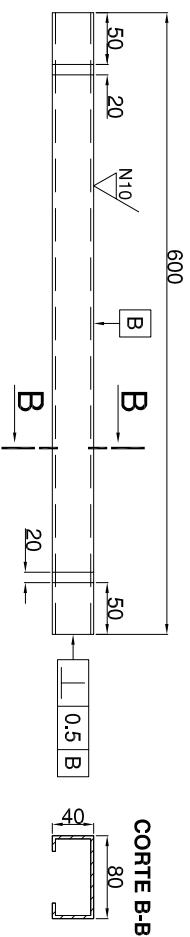
PLANOS DE TALLER HORQUILLAS	No. 02	28/05/2011
-----------------------------	--------	------------

PLANOS DE TALLER PERFILES G PARA EL MONTACARGAS HIDRAULICO MANUAL

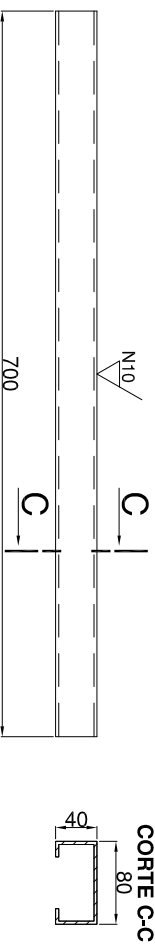
PERFIL "G" TIPO COLUMNAS
CANTIDAD 2



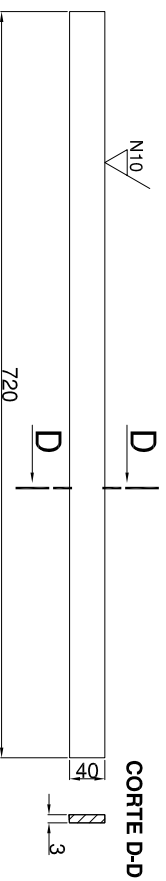
PERFIL "G" VIGA TRANSVERSAL ESTRUCTURA SOPORTE
CANTIDAD 2



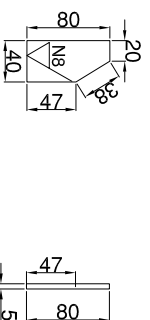
PERFIL "G" VIGAS ESTRUCTURA SOPORTE
CANTIDAD 1



PLATINAS ESTRUCTURA SOPORTE
CANTIDAD 2



SOPORTES DE LAS HORQUILLAS



TRATAMIENTO TERMICO	NINGUNO	EPN	PROCESOS DE PRODUCCION	
RECUBRIMIENTO	PINTURA		MECANICA	
NUMERO DE PIEZAS	10		DIB	NELSON JATIVA
MATERIAL:	ACERO A-36		DIS	
			REV	ING. VICENTE TOAPANTA
TOL GRAL	0.5	ESCALA	1:5	
PLANOS DE TALLER PERFILES "G"		No. 03		23/11/2009