

Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales

etsii UPCT

Documento N°1: Memoria

Titulación: Ingeniería Técnica
Industrial

Especialidad: Mecánica

Alumno/a: José Eduardo Aparicio
Perea

Director/a/s: Miguel Lucas Rodríguez

Cartagena, 3 de Julio de 2013



Documento Nº1: Memoria

1.-Antecedentes

A petición del departamento de Ingeniería Mecánica se ha encargado al Ingeniero Técnico Industrial José Eduardo Aparicio Perea la redacción del Proyecto “Diseño del montacargas de un pequeño almacén con capacidad de salvar un piso de altura y con una carga máxima de 3000 Kg” como proyecto fin de carrera para la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Mecánica.

2.-Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto el cálculo de las instalaciones necesarias para la puesta en funcionamiento de un montacargas apto sólo para cargas a situar en la localidad de Cartagena Provincia Murcia, así como la de solicitar de los organismos competentes la autorización y legalización de las instalaciones proyectadas, al mismo tiempo que se describen dichas instalaciones.

3.-Reglamentación industrial aplicada

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Código técnico de la edificación, documento básico de seguridad estructural aceros (CTE-DB-SE-A).
- Instrucciones del hormigón estructural EHE-98.
- Reglamento de aparatos de elevación y manutención (RAE).
- Reglas de seguridad para la fabricación e instalación de montacargas. Montacargas únicamente para el transporte de mercancías. Parte 31: Montacargas accesibles sólo para cargas. (UNE-EN 81-31).
- Guías para la cabina y el contrapeso perfiles en T (UNE 58702).
- Accesorios hidráulicos según ISO 6020-1 serie SK.
- Simbología hidráulica según norma DIN ISO 1219.
- Normativa de tornillos según DIN 13, tuercas hexagonales según DIN 558 y arandelas según DIN 125 A.
- Ley de prevención de riesgos laborales.
- Ley de salud laboral.
- Simbología según electrotécnica según norma DIN EN 60617.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión 2002 (REBT-2002).

4.-Descripción general de las instalaciones

A continuación se describe cada una de las partes de las que consta el montacargas así como su estructura autoportante:



4.1.-Preparación del hueco

El hueco del montacargas tiene unas dimensiones superficiales de 2500x1800 mm², con una altura del foso de 1094 mm un recorrido de 4000 mm y una huída de 2300 mm. En él se procederá a una limpieza y desbroce del terreno y a una excavación mediante pala. Todos los elementos sobrantes serán retirados mediante un camión que los dejará en el vertedero.

También se procederá a un picado de pared justo donde se ubican cada uno de los pilares de la estructura autoportante. Cada una de las cuatro picados tendrá una superficie de 100x300 mm² y una altura total de 6520 mm, y se dejará sin picar justo las zonas de forjado que sirven como apoyo a la estructura.

4.2-Estructura autoportante

El hueco está hecho de ladrillo, y por tanto no tiene capacidad autoportante para soportar los esfuerzos que a través de las guías le transmite el montacargas. Es por ello que se procederá a la instalación de una estructura que absorba esos esfuerzos y no dañe al almacén.

La estructura autoportante se basará en cuatro pilares UPN260 de acero S275JR que serán ubicados en las esquinas del hueco. Cada uno tiene una longitud de 6975 mm.

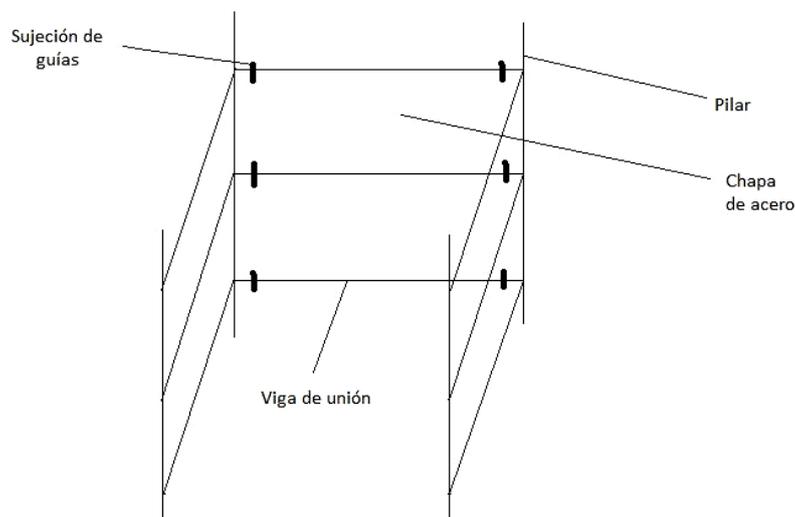
Cada uno de los pilares serán soldados a unas placas de anclaje que se encontrarán en el suelo del foso, también estarán unidos a dos placas de anclaje, situadas en los dos forjados de la pared, mediante tornillería. En el extremo superior estarán libres.

Estos pilares estarán unidos mediante unas vigas L80x12 de acero S275JR con longitud transversal de 2480 mm y longitudinal 1232 mm. La separación vertical entre viga y viga es de 1000 mm.

La unión de los pilares con estas vigas se llevará a cabo mediante soldadura.

Para cercar totalmente el hueco se instalarán unas planchas de acero S275JR de dimensiones en la zona transversal del hueco de 2480x976x2 mm³ y en la zona longitudinal del hueco de 1232x976x2 mm³. La unión se efectuará de la siguiente manera: cada plancha estará unida a una viga L80x12 en la zona superior de la plancha y a una segunda viga L80x12 en la zona inferior de la plancha, de manera que se atornillarán cuatro tornillos y cada uno en una esquina.

Esquemáticamente:





Para la determinación del dimensionamiento de los pilares, vigas y planchas se han considerado las fuerzas de guiado más desfavorables y teniendo en cuenta un factor de seguridad igual o superior a 2.5 según norma.

4.3-Plataforma

La plataforma se compondrá de dos pilares de perfil tubo cuadrado 160x160x6 de longitud 3300 mm y acero S275. Estos pilares se unirán, formando un pórtico, en la parte superior mediante una placa de acero S235JR de dimensión 170x2220x5 mm³ por soldadura, que dará rigidez a éstos.

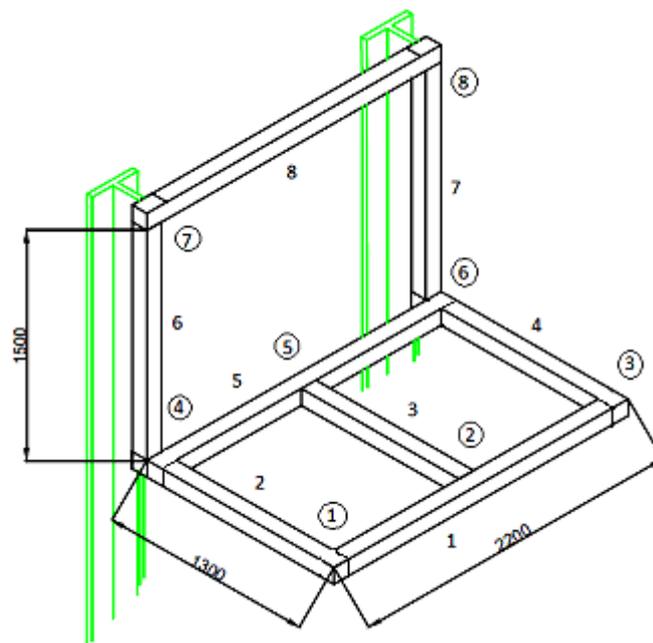
En la parte inferior de los pilares se encontrará soldada una viga de perfil tubo cuadrado 140x140x5 de longitud 2220 mm, la cuál llevará en su parte inferior soldada una placa de dimensión 220x220x12.5 mm³, que será la unión entre el chasis y el cilindro hidráulico.

A esta última viga se le soldarán tres vigas de acero S275JR colocadas de la siguiente manera: dos vigas, cada uno en un extremo, y de perfil tubo cuadrado 120x120x3.2 de longitud 1160 mm, y el tercero, en el centro, de perfil tubo cuadrado 110x110x3.2 y de longitud 1160 mm. De manera que las tres vigas se encontrarán en voladizo.

Estas tres vigas se unirán por sus extremos a una viga de acero S275JR de perfil tubo cuadrado 45x45x3.2 de longitud 1960 mm por medio de soldadura. Y con ello se formará una estructura rectangular cerrada.

En los extremos de los pilares se instalarán las rozaderas con sus soportes, que serán los puntos de agarre de la plataforma sobre las guías.

Esquemáticamente:



Para el dimensionamiento de la plataforma se ha tenido en cuenta la carga máxima de 3000 kg distribuida uniformemente sobre la estructura rectangular de la plataforma, considerando también el peso de la chapa de acero y de la barandilla. Para la viga que sirve de unión en la parte inferior de los pilares se ha dimensionado teniendo en cuenta la fuerza ejercida por el cilindro hidráulico en el punto medio. Esta fuerza corresponde con el



peso total, suma de la carga máxima, plataforma, chapa de acero y barandilla.

Además para el dimensionamiento de los pilares de la plataforma se han considerado las fuerzas de guiado más desfavorables, simultáneamente con aplicación en su extremo.

En todos los casos se ha tomado un factor de seguridad de 2.5 o superior.

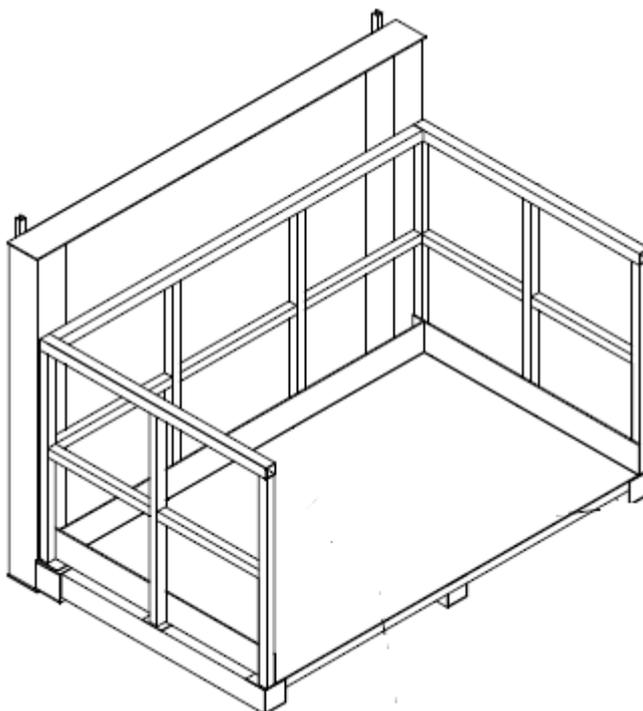
4.4-Barandilla y chapa de acero

Se instalará sobre la plataforma una barandilla perimetralmente que tendrá una altura de 1100 mm. Se compondrá de unos perfiles, en posición vertical, de tubo cuadrado 45x45x5 de acero S235JR que se soldarán a unas placas que estarán enganchadas a la plataforma mediante tornillería. Por otra parte estos perfiles se unirán en la zona superior de manera horizontal (pasamanos) y por la zona intermedia también de manera horizontal. El perfil del pasamanos será de tubo cuadrado 55x55x3.2 de acero S235JR y el perfil de la barra intermedia será de tubo cuadrado 45x45x5 de acero S235JR.

A lo largo de la parte inferior de la barandilla se soldará un guardapiés de altura 150 mm y que será de acero S275JR de espesor 6.5 mm.

Sobre la estructura rectangular de la plataforma se soldará una chapa de acero S275JR de dimensión 2070x1235x4 mm³.

Ilustración plataforma-barandilla-chapa de acero:



Para el dimensionamiento de la barandilla se ha considerado como hipótesis más desfavorable, según norma UNE, una fuerza en el extremo superior de 1000 N.

Para el guardapiés se ha considerado como hipótesis una fuerza de 1000 N justo en el punto medio de la placa, y considerando a ésta como una viga rectangular biapoyada de anchura unitaria.



Para la chapa de acero se ha considerado una carga uniformemente distribuida de 3000 Kg con seis apoyos.

En todos los casos se ha tomado como factor de seguridad de 2.5 o superior según norma.

4.5-Guías de cabina

Como sistema de guiado del montacargas se montarán dos guías, de perfil T114/B, con una longitud de 7175 mm cada uno. El material será de acero S275JR.

Las guías estarán soldadas a unas placas de anclaje que se encontrarán en el foso. También estarán ancladas lateralmente mediante unas fijaciones angulares, las cuáles irán atornilladas a las vigas L80x12 de la estructura autoportante y mediante bridas a las guías. La distancia máxima entre fijaciones será de 1000 mm.

Estas guías se engancharán al montacargas mediante las rozaderas que se encuentran en los pilares del mismo.

Cada pilar tiene una rozadera en el extremo superior y otra en el inferior, por tanto cada guía estará unida a un pilar por medio de dos rozaderas. La distancia entre estas dos rozaderas será de 1650 mm.

Por todo ello el montacargas será del tipo "Mochila", es decir, que se encontrará en voladizo.

Las guías se han calculado tomando como hipótesis las que especifica la norma UNE. Las hipótesis consideradas son:

- 1._Funcionamiento de un componente de seguridad.
- 2._Utilización normal, funcionamiento.
- 3._Utilización normal, carga.

Las hipótesis de cálculo se basan en las excentricidades de la carga, para el montacargas tipo mochila. Se consideran tanto el peso de carga máxima como la de la plataforma, incluyendo barandilla y chapa de acero.

4.6-Amortiguadores de foso

Se instalarán en el foso tres muelles helicoidales que servirán de sistema de amortiguación del montacargas. Se montarán soldándose a unas bancadas que estarán ancladas al foso, de manera que cuando el montacargas llegue a la planta baja pueda ser amortiguado por los muelles, y por tanto no tenga que trabajar el motor.

Estos muelles tendrán como dimensiones: un diámetro exterior de 128 mm, una altura de 280 mm, un diámetro de alambre 28 mm y con una carrera máxima de 80 mm.

Ilustración:





Los muelles se han seleccionado de forma que cada uno soporte su parte proporcional del peso total.

4.7-Cilindro hidráulico

Como sistema propulsor del montacargas se instalará un cilindro hidráulico de acción directa.

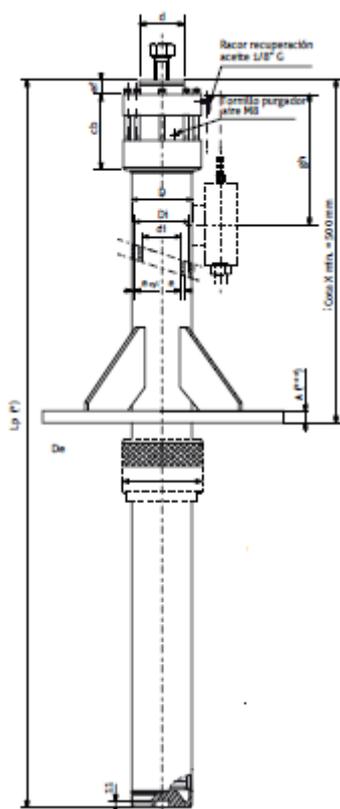
El cilindro hidráulico se encontrará empotrado en el foso mediante un pozo de 4020 mm de profundidad y un diámetro de 180 mm. Además dispondrá de su propia placa de anclaje diseñada por el fabricante.

El cilindro hidráulico se unirá a la plataforma por medio de una placa oscilante, que será la que incluye el cilindro, de la siguiente manera: la placa de la plataforma se atornillará a una placa intermedia, y ésta se unirá a la placa oscilante también mediante tornillería.

Las dimensiones geométricas serán: diámetro externo del vástago de 100 mm, con un espesor de 5 mm.

Características técnicas: presión estática máxima de 47 bar, una carrera total de 4360 mm.

Ilustración:



El cálculo para seleccionar el cilindro hidráulico se ha basado en: soportar la presión estática que exige el montacargas, se han comprobado que cumplen los requisitos de espesores de émbolos, cilindros, canalizaciones y accesorios, y por último el pandeo.



4.8-Central hidráulica

La central hidráulica se compondrá de los siguientes elementos que se describen a continuación:

-Válvula antirretorno: Tiene como objetivo cerrar por completo el paso del fluido en circulación en un sentido y dejarlo libre en el contrario.

Es una válvula solenoide, generalmente cerrada, que mantiene la plataforma en su lugar cuando se eleva. Cuando se activa, la válvula se abre para permitir que baje el elevador

Se utiliza para mantener la presión de servicio en la tubería y para evitar el golpe de ariete en la línea de descarga de la bomba.



-Válvula de arranque: Tiene como función evitar una subida repentina de la presión del fluido al arrancar la máquina, al permitir que suba de forma gradual.



-Válvula de descarga: Se utilizan para eliminar la fase de compresión. Consiste en un conducto de descarga a la atmósfera que permite la salida del fluido cuando la presión de este supera la acción antagonista de un resorte sobre el obturador. Se ubica cerca de la bomba para evitar una presión crítica aguas abajo.





-Válvula reguladora de caudal: Permiten controlar la velocidad de avance o retroceso de un cilindro. Cada reguladora de caudal sólo regula la velocidad en un sentido.

El fluido puede circular por la estrangulación o por el antirretorno, cuando el antirretorno le deje paso libre circulará a la misma velocidad que en el resto del circuito, sin embargo, cuando el antirretorno le corte el paso el único camino que le quedará será la estrangulación y por lo tanto disminuirá su velocidad.



-Válvula de descenso: La válvula de descenso manual está ubicada en la parte superior de la válvula antirretorno, sobre el cilindro de elevación. La válvula antirretorno está conectada a la válvula de descenso manual, que, a su vez, está conectada a un cable, que al tirar de él, abre manualmente el puerto de bajada del elevador de la válvula y permite que la plataforma se baje en caso de pérdida de alimentación hidráulica.



-Electroválvula de cambio de velocidad: Permite controlar el flujo de un fluido a través del conducto. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoidal.

El solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. La válvula se mantiene cerrada por la acción de un muelle y el solenoide lo abre venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.





-Electroválvula de bajada: Controla eléctricamente la bajada del elevador.



-Electroválvula de arranque: Controla eléctricamente la subida repentina de presión al arrancar la máquina.



-Compensador de presión en bajada: Válvula de regulación de caudal, roscada, regula en una dirección el caudal constante independientemente de la presión.



-Válvula de sobrepresión: Permite derivar el fluido hacia el depósito cuando la presión del sistema sobrepasa un valor determinado.





-Presostato de máxima: encargado de parar la bomba del sistema de presión, cuando el depósito acumulador está lleno.



-Válvula de bajada manual: dispone de la función de cierre automático, descarga manual de emergencia.



-Válvula para controlar presión mínima en cilindro: Permite controlar la presión del cilindro.



-Tornillos: Sirven para regular las válvulas anteriormente descritas.

El caudal de la bomba será de 100 l/min.

El motor será trifásico con una frecuencia de 50 HZ y una potencia de 13 CV.

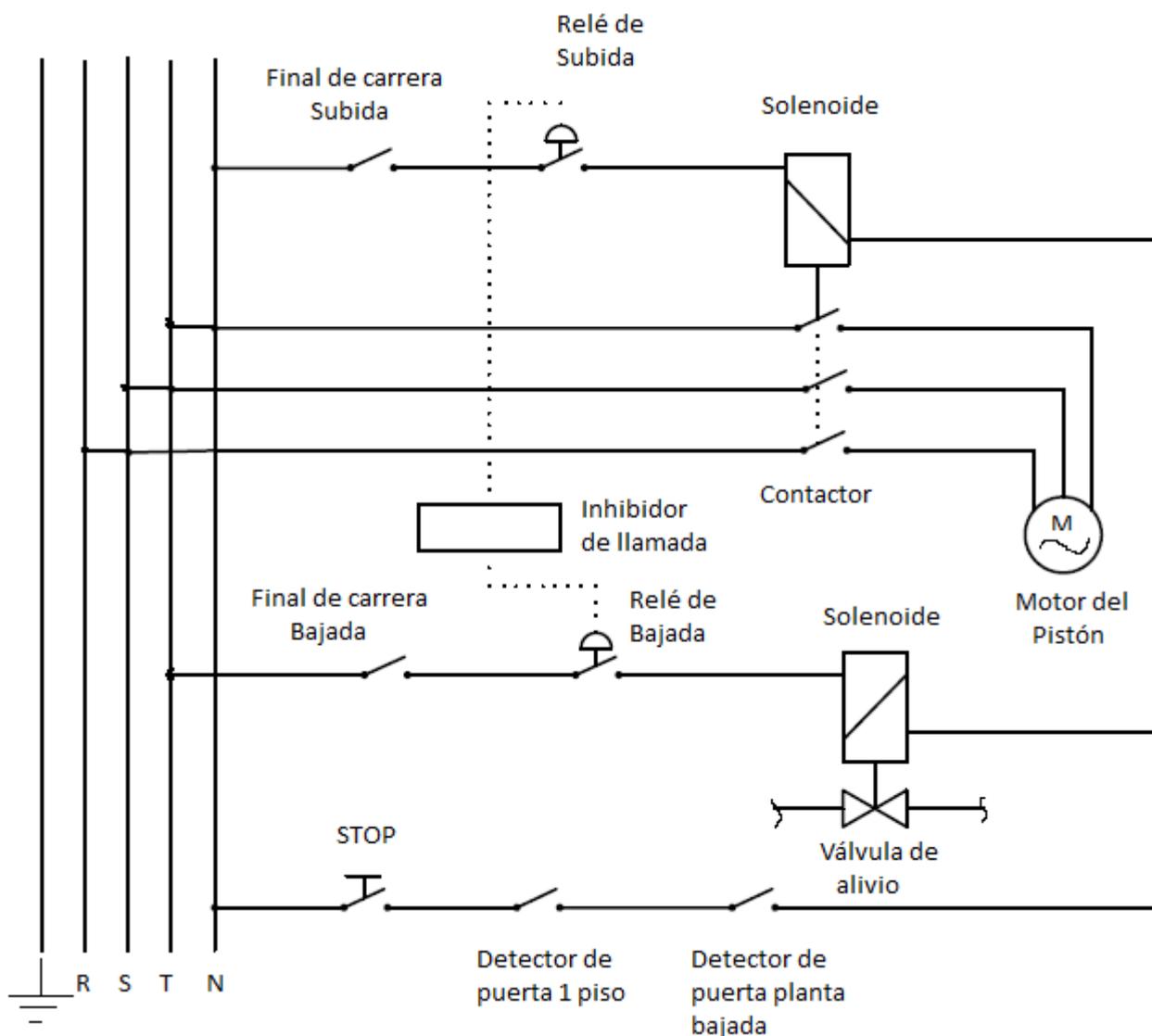
El depósito de aceite tendrá una capacidad máxima de 170 l.

Para la determinación de la central hidráulica necesaria se han considerado los pasos y fórmulas que el fabricante guiaba en su catálogo.



4.9-Instalación eléctrica

El sistema eléctrico dispondrá del siguiente esquema:



A continuación se describen cada uno de los dispositivos eléctricos y electrónicos del sistema:

-Final de carrera: Son dispositivos mecánicos situados al final del recorrido de la plataforma.

Cuando la plataforma del montacargas llega arriba activa el final de carrera, abriéndose el contacto y por lo tanto parando el motor y con ello la plataforma.

Cuando la plataforma llega abajo activa el final de carrera abriéndose el contacto y por lo tanto cerrando la válvula de alivio y con ello parando la plataforma.



-Relé: Se encargan de la supervisión de la regulación del nivel de la plataforma, dando por correcta ésta y cerrando los contactos de seguridad para poder realizar la maniobra de apertura de puertas cuando los contactos de los sensores de nivelación está en la posición correcta.



-Solenoide: Tienen como función almacenar energía magnética, para que cuando se necesite active el contactor y pueda alimentar al motor y así poner en movimiento la plataforma.

También tiene como misión aportar la energía necesaria para activar la válvula de alivio y de esta manera provocar el descenso de la plataforma.



-Contactores: Cuando se cierra permite el paso del flujo eléctrico y así alimentar al motor que provoca el ascenso del montacargas.

Cuando se abre se deja de alimentar al motor y por tanto cesa de ascender el montacargas.



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 13 de 38



-Detector de puerta: Las puertas son de funcionamiento no automático de acceso al montacargas, por tanto se instala un detector de puertas que poseen un sistema de seguridad que impide el funcionamiento del montacargas cuando una de ellas está abierta. Este dispositivo detecta esta apertura y emite una señal que indica al usuario que dejó la puerta abierta o mal cerrada, de manera que pueda cerrarla bien, para que el montacargas pueda volver a ser utilizado.



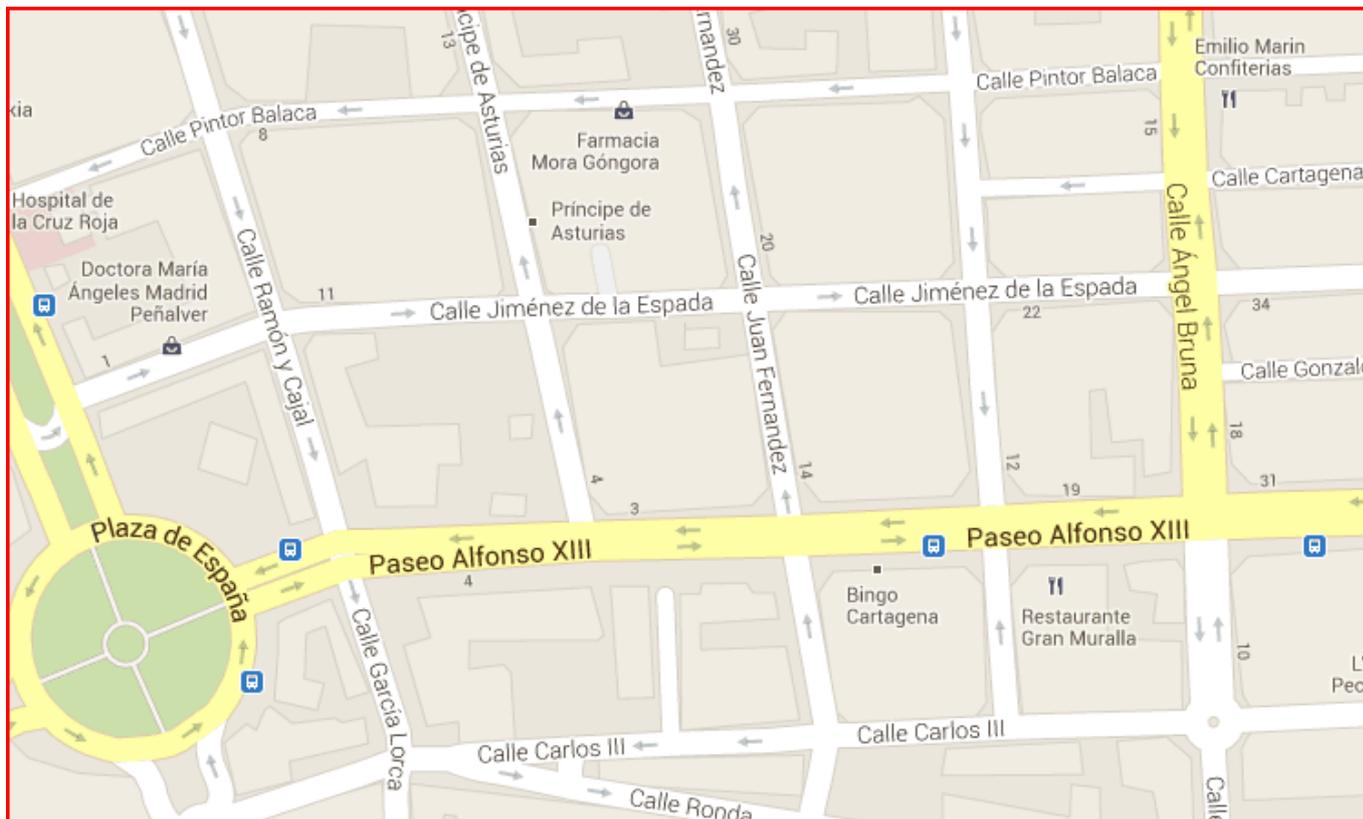
-STOP: Permite la parada de emergencia del montacargas.





5.-Emplazamiento de la instalación

El comercio al que se le va a instalar el montacargas se encuentra en la localidad de Cartagena, provincia Murcia, con calle Juan Fernández nº2.



6.-Estudio de seguridad y salud

6.1 Fases de ejecución

6.1.1 Movimiento de Tierras

Riesgos:

-Referentes a maquinaria y vehículos: vuelcos, choques, atropellos, golpes y caídas en el ascenso o descenso de los mismos.

-Choques de maquinaria contra personas, objetos u otras máquinas.

-Atrapamientos y atropellos de personas con la maquinaria.

-Desplomes de las paredes o taludes de la excavación y edificios colindantes.

-Fallo de las entibaciones.

-Proyección de tierra y piedras.

-Pisadas sobre materiales punzantes.



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 15 de 38

- Golpes, atrapamientos y aplastamientos.
- Afectaciones cutáneas.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Exposición a ruido y vibraciones.
- Emisión de polvo: Inhalación o molestias en los ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Inundaciones o filtraciones de agua.
- Incendios y explosiones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se procederá a la localización de conducciones de gas, agua y electricidad, previo al inicio del movimiento de tierras. El corte de suministro o desvío de las conducciones se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la misma.
- Se realizará un estudio geotécnico que indique las características y resistencia del terreno, así como la profundidad del nivel freático.
- Se señalizará la zona y cerrará el ámbito de actuación mediante vallas de 2 m de altura como mínimo y una distancia mínima de 1,5m al borde superior del talud de la excavación.
- Se señalará el acceso de la maquinaria y del personal a la obra, siendo estos diferenciados.
- Se señalizarán las zonas de circulación en obra para vehículos y personas y las zonas de acopio de materiales.
- Se dispondrán rampas de acceso para camiones y vehículos cuyas pendientes no serán superiores al 8% en tramos rectos y 12% en tramos curvos.
- El acceso del personal al fondo de la excavación se realizará mediante escaleras de mano o rampas provistos de barandillas normalizadas.
- Se realizará un estudio previo del suelo para comprobar su estabilidad y calcular el talud necesario dependiendo del terreno.
- Los bordes superiores del talud, dependiendo de las características del terreno y profundidad de la excavación, se indicará la mínima distancia de acercamiento al mismo para personas y vehículos.
- Se evitarán los acopios pesados a distancias menores a 2m del borde del talud de la excavación.
- Se dispondrán barandillas protectoras de 90cm de altura, con barra intermedia y rodapiés en el perímetro de la excavación, en el borde superior del talud y a 0,6m del mismo.
- Los bordes de huecos, escaleras y pasarelas estarán provistos de barandillas normalizadas.



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 16 de 38

- Los operarios no deberán permanecer en planos inclinados con fuertes pendientes.
- Los operarios no deberán permanecer en el radio de acción de máquinas o vehículos en movimientos.
- Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.
- El ascenso o descenso de cargas se realizará lentamente, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.
- Las cargas no serán superiores a las indicadas.
- La maquinaria a utilizar en la excavación cumplirá con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de maquinaria.
- La maquinaria dispondrá de un sistema óptico-acústico para señalar la maniobra.
- Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de herramientas eléctricas.
- Evitar la acumulación de polvo, gases nocivos o falta de oxígeno.
- La iluminación en la zona de trabajo será siempre suficiente.
- Se dispondrá de extintores en obra.
- Se dispondrá de una bomba de achique cuando haya previsión de fuertes lluvias o inundaciones.
- En caso de haber llovido, se respetarán especialmente las medidas de prevención debido al aumento de la peligrosidad de desplomes.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad homologado.
- Calzado con suela antideslizante.
- Calzado con puntera reforzada.
- Botas de goma o PVC.
- Protectores auditivos.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.
- Cinturón de seguridad y puntos de amarre.



6.1.2 Cimentación

Riesgos:

- Caídas a distinto o mismo nivel de objetos y trabajadores.
- Golpes, choques y cortes con herramientas u otros materiales.
- Referentes a maquinaria y vehículos: vuelcos, choques, atropellos, golpes y caídas en el ascenso o descenso de los mismos.
- Choques y atrapamientos de maquinaria contra personas, objetos u otras máquinas.
- Atrapamientos por desplome de tierras.
- Proyección de tierra y piedras.
- Hundimiento o rotura de encofrados.
- Fallo de las entibaciones.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Dermatitis por contacto con el hormigón o cemento.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Quemaduras y radiaciones a causa del oxicorte.
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura.
- En trabajos de soldadura, quemaduras y lesiones oculares por proyecciones de metal, quemaduras con la llama del soplete, lesiones por explosión de gas o por contacto con piezas metálicas calientes.
- Cefáleas y conjuntivitis agudas a causa de las radiaciones de la soldadura.
- Exposición al polvo, ruido y vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Inundaciones o filtraciones de agua.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.
- Se señalarán en obra y respetarán las zonas de circulación de vehículos, personas y el almacenamiento de acopios de materiales.
- Se dispondrán barandillas rígidas y resistentes para señalar pozos, zanjas, bordes de excavación, desniveles en el terreno y lados abiertos de plataformas con alturas superiores a 2 m.



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 18 de 38

- Se realizarán entibaciones cuando exista peligro de desprendimiento de tierras.
 - Se colocarán escaleras peldañeadas con sus correspondientes barandillas, para el acceso al fondo de la excavación.
 - El vertido del hormigón se realizará por tongadas desde una altura adecuada.
 - Especial cuidado del vibrado del hormigón en zonas húmedas.
 - Prohibido el atado de las armaduras en el interior de los pozos.
 - Prohibido el ascenso por las armaduras.
 - Los operarios no deberán permanecer en el radio de acción de máquinas o vehículos en movimientos.
 - Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.
 - El ascenso o descenso de cargas se realizará lentamente, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.
 - Las cargas no serán superiores a las indicadas.
 - La maquinaria a utilizar en la excavación cumplirá con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de maquinaria.
 - La maquinaria dispondrá de un sistema óptico-acústico para señalar la maniobra.
 - Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de herramientas eléctricas.
 - Retirar clavos y materiales punzantes.
 - Evitar la acumulación de polvo, gases nocivos o falta de oxígeno.
 - Estudio para medir el nivel del ruido y del polvo al que se expondrá el operario.
 - Prohibido trabajar con vientos superiores a 50 km/h.
 - Se dispondrá de una bomba de achique cuando haya previsión de fuertes lluvias o inundaciones.
 - Iluminación suficiente en la zona de trabajo.
- Equipos de protección individual:
- Casco de seguridad homologado.
 - Calzado con puntera reforzada.
 - Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
 - Botas de goma o PVC.
 - Protectores auditivos.



- Mascarillas antipolvo.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Guantes de goma o PVC.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Cinturón de seguridad y puntos de amarre.
- Gafas de seguridad.
- Fajas de protección dorso lumbar.
- Mandil de cuero.

6.1.3 Circuito hidráulico

Riesgos:

- Referentes a maquinaria y vehículos: vuelcos, choques, atropellos, golpes y caídas en el ascenso o descenso de los mismos.
- Choques de maquinaria contra personas, objetos u otras máquinas.
- Atrapamientos y atropellos de personas con la maquinaria.
- Proyección de tierra y piedras.
- Caídas a mismo y distinto nivel de personas u objetos.
- Atrapamientos por desplomes de tierras de las paredes o taludes de la excavación y edificios colindantes.
- Fallo de las entibaciones.
- Vuelco del material de acopio.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Golpes y cortes con herramientas u otros materiales.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Infecciones.
- Exposición a ruido y vibraciones
- Emisión de polvo: Inhalación o molestias en los ojos.



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 20 de 38

-Contactos eléctricos.

-Explosión o incendios.

-Inundaciones o filtraciones de agua.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

-Se cuidará la influencia del circuito hidráulico sobre otras conducciones (gas, electricidad...), el andamiaje y medios auxiliares.

-Se realizarán entibaciones cuando exista peligro de desprendimiento de tierras.

-Se utilizarán escaleras normalizadas sujetas firmemente para ascender y descender a la excavación de zanjas o pozos.

-Ningún operario permanecerá solo en el interior de una zanja mayor de 1,50 m. sin que nadie en el exterior de la excavación vigile permanentemente su presencia.

-El vertido del hormigón se realizará por tongadas desde una altura adecuada para que no se desprenda los laterales de la excavación.

-El acopio de los tubos se realizará a distancia suficiente de la zona de excavación de zanjas y pozos observando que no se compromete la estabilidad de los mismos.

-Las tuberías se acopiarán sobre superficies horizontales impidiendo el contacto directo de las mismas con el terreno mediante la colocación de cuñas y topes que además evitarán el deslizamiento de los tubos.

-Está prohibido el uso de llamas para la detección de gas.

-Prohibido fumar en interior de pozos y galerías.

-Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de herramientas eléctricas.

-Iluminación suficiente en la zona de trabajo.

Equipos de protección individual:

-Casco de seguridad homologado.

-Calzado con puntera reforzada.

-Botas de goma o PVC.

-Guantes de cuero.

-Guantes de goma o PVC.

-Ropa de trabajo adecuada.

-Ropa de trabajo ajustada e impermeable.



-Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

-Polainas y manguitos de soldador.

6.1.4 Estructuras

6.1.4.1 Acero

Riesgos:

-Choques de maquinaria contra personas, objetos u otras máquinas.

-Atrapamientos y atropellos de personas con la maquinaria.

-Desplomes de elementos

-Atrapamientos y aplastamientos.

-Vuelco del material de acopio.

-Desplome de elementos punteados.

-Proyección de partículas en los ojos.

-Caídas a mismo nivel de trabajadores.

-Caídas de personas u objetos a distinto nivel: De vehículos de transporte, trabajos de soldadura, ensamblado de pilares y vigas, traslado de cargas, colapso de andamios...

-Golpes y cortes con herramientas u otros materiales: transporte, acopios...

-Pisadas sobre materiales punzantes.

-Sobreesfuerzos.

-Exposición a ruido y vibraciones.

-Emisión de polvo: Inhalación o molestias en los ojos.

-Contactos eléctricos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

-La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.

-Iluminación suficiente en la zona de trabajo. Se colocarán puntos de luz de emergencia donde se prevé a escasez de luz.

-Prohibido trabajar en caso de hielo, nieve, lluvia o vientos superiores a 12 m/s con viento constante y 9 m/s si es racheado.

-Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se deberán guardar las mínimas distancias.

-Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 22 de 38

-Los trabajos en altura se reducirán al máximo.

-El acopio de estructuras metálicas, se realizará sobre una zona compactada, horizontalmente, sobre durmientes de madera.

-La altura del material acopiado será inferior a 1,5 m.

-Los acopios se realizarán lo más próximo posible a la zona de montaje y alejado de la circulación de la maquinaria.

-La estructura metálica quedará arriostrada y conectada a tierra.

-Si se colocan andamios metálicos modulares, barandillas perimetrales y redes, todos ellos quedarán conectados a tierra.

-No sobrecargar o golpear los andamios y elementos punteados.

-Queda prohibido transitar encima de los perfiles sin sujeción y protecciones adecuada.

-Queda terminantemente prohibido trepar por la estructura. Se utilizarán escaleras de mano para acceder a las mismas.

-El transporte y colocación de elementos estructurales se realizará por medios mecánicos, amarrado de 2 puntos y lentamente; Las vigas y pilares serán manipuladas por 3 operarios.

-No se soltarán las cargas de la grúa sin fijarlos correctamente en su lugar.

-No se elevará una nueva planta sin terminar los cordones de soldadura en la planta inferior.

-Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de herramientas eléctricas.

Equipos de protección individual:

-Casco de seguridad homologado.

-Calzado con puntera reforzada.

-Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.

-Gafas de seguridad antiimpactos.

-Gafas protectoras ante la radiación.

-Protectores auditivos.

-Guantes de cuero.

-Guantes aislantes.

-Ropa de trabajo adecuada.

-Ropa de trabajo impermeable.



-Cinturón de seguridad y puntos de amarre.

-Fajas de protección dorsolumbar.

6.1.5 Cerramientos y Distribución

Riesgos:

-Caídas a distinto nivel de personas u objetos: Desde andamios, por huecos de forjado o fachada.....

-Caídas a mismo nivel de personas.

-Golpes y cortes con herramientas u otros materiales.

-Atrapamientos y aplastamientos.

-Desplomes de elementos

-Vuelco del material de acopio.

-Sobreesfuerzos.

-Pisadas sobre materiales punzantes.

-Afecciones cutáneas por contacto con lubricantes de maquinado.

-Dermatitis por contacto con hormigón o cemento.

-Proyección de partículas en los ojos.

-Exposición a ruido y vibraciones.

-Inhalación de polvo y vapores tóxicos procedentes de pinturas o materiales semejantes.

-Contactos eléctricos.

-Golpes y atrapamientos durante el transporte de grandes cargas suspendidas.

-Aplastamiento de manos y pies en el recibido de las cargas.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

-La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.

-Iluminación suficiente en la zona de trabajo. Se colocarán puntos de luz de emergencia donde se prevé la escasez de luz.

-Señalizar y proteger mediante marquesinas los accesos a obra.

-Se colocarán pasarelas de 60 cm. de ancho, sólidas y con barandillas para acceder al forjado de la planta baja desde el terreno, ante la imposibilidad de acceder directamente.

-Prohibido el acceso a toda planta no protegida en huecos y perímetro.



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 24 de 38

- El acceso a la planta de trabajo se realizará mediante escaleras peldañeadas protegidas con barandillas de 90 cm., listón intermedio y rodapiés.
- El transporte de cargas se realizará por medios mecánicos, lentamente, evitando movimientos bruscos.
- Las cargas se transportarán paletizadas, enflejadas y sujetas.
- Prohibido el uso del montacargas para el transporte de personas.
- Para recibir la carga en planta, se retirará la barandilla durante el menor tiempo posible y el operario permanecerá unido del cinturón de seguridad al cable de seguridad durante es recibido.
- Los huecos de ascensor, escaleras o patios permanecerán protegidas mediante barandillas, redes, mallazos o tableros.
- Las aberturas perimetrales, los huecos de fachada (balcones o descansillos) y puertas de ascensor se protegerán mediante barandillas rígidas y resistentes.
- Se colocarán cables de seguridad sujetos a pilares cercanos a fachada para amarrar el mosquetón del cinturón de seguridad.
- Prohibido trabajar en niveles superiores si provocan riesgos a los niveles inferiores, o paramentos levantados en menos de 48 horas con incidencia de fuertes vientos.
- Se realizará la evacuación de escombros y cascotes mediante tubos de vertido, carretillas o bateas cerradas perimetralmente.
- Queda prohibido el lanzamiento de escombros a través de huecos de forjado o fachada.
- Se utilizarán herramientas o maquinaria eléctrica para cortar las piezas, las cuales deberán permanecer húmedas. Se utilizarán mascarillas autofiltrantes, en su defecto.
- Estarán provistas de carcasa todas aquellas máquinas o herramientas capaces de producir cortes o golpes.
- Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de herramientas eléctricas.
- Se utilizarán lámparas portátiles con portalámparas estanco con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla con gancho de cuelgue, manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentado a 24 voltios.
- Se colocarán señales de peligro: "Peligro de caída desde altura ", "Obligatorio utilizar el cinturón de seguridad ", "Peligro, cargas suspendidas "...
- Los andamios se colocarán y utilizarán siguiendo las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de andamios y las indicaciones del fabricante y la normativa correspondiente.
- Prohibido saltar desde los andamios a la estructura y viceversa.



Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad homologado.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Gafas de seguridad antiimpactos.
- Protectores auditivos.
- Mascarillas antipolvo para ambientes pulvígenos y equipos de respiración autónoma.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Guantes de PVC o goma para la manipulación de aislamientos: Lana de vidrio, fibra de vidrio, lana mineral o similares.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Cinturones portaherramientas.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Fajas de protección dorsolumbar.

6.1.6 Acabados

Riesgos:

- Caídas a distinto y mismo nivel de personas u objetos.
- Golpes y cortes con herramientas u otros materiales.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Desplomes de elementos
- Sobreesfuerzos.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Dermatitis por contacto con hormigón o cemento.
- Afecciones cutáneas por contacto con pastas y lubricantes de maquinado.
- Inhalación de polvo y vapores tóxicos procedentes de pinturas o materiales semejantes.



-Exposición a ruido y vibraciones.

-Contactos eléctricos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

-La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.

-Los materiales se acopiarán sin invadir las zonas de circulación ni producir sobrecargas.

-Prohibido el acceso a toda planta no protegida en huecos y perímetro.

-El transporte de cargas se realizará por medios mecánicos.

-Prohibido el uso del montacargas para el transporte de personas.

-Se realizará la evacuación de escombros y cascotes mediante tubos de vertido, carretillas o bateas cerradas perimetralmente.

-Queda prohibido el lanzamiento de escombros a través de huecos de forjado o fachada.

-Iluminación mínima de 100 lux en la zona de trabajo. Se colocarán puntos de luz de emergencia donde se prevea escasez de luz.

-Se utilizarán lámparas portátiles con portalámparas estanco con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla con gancho de cuelgue, manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentado a 24 voltios.

-Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de herramientas eléctricas.

-Los huecos horizontales de ascensor, escaleras o patios permanecerán protegidas mediante barandillas, redes, mallazos o tableros.

-Las aberturas perimetrales, los huecos de fachada (balcones o descansillos) y puertas de ascensor se protegerán mediante barandillas rígidas y resistentes.

-Se colocarán cables de seguridad, menores a 2 m de longitud, sujetos a elementos estructurales sólidos para amarrar el mosquetón del cinturón de seguridad.

-En caso de que sea necesario la retirada de la barandilla, se realizará durante el menor tiempo posible y el operario permanecerá unido del cinturón de seguridad al cable de seguridad en todo momento.

-Los andamios se colocarán y utilizarán siguiendo las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de andamios y las indicaciones del fabricante y la normativa correspondiente.

Equipos de protección individual:

-Casco de seguridad homologado.

-Calzado con puntera reforzada.



- Gafas de seguridad antiimpactos.
- Mascarillas antipolvo para ambientes pulvígenos.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Cinturón de seguridad y puntos de amarre.
- Cinturones portaherramientas.
- Fajas de protección dorsolumbar.

6.1.7 Metálica

Riesgos:

- Inhalación de humos y vapores metálicos.
- Proyección de partículas.
- Quemaduras.
- Radiaciones del arco voltaico.
- Contactos eléctricos con herramientas eléctricas o durante las operaciones de soldadura.
- Incendios.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La carpintería metálica se izará en paquetes perfectamente flejados y sujetos, mediante eslingas.
- Los elementos longitudinales se transportarán al hombro, con el extremo delantero a una altura superior al casco de quien lo transporta, para evitar golpes a otras personas.
- Los elementos metálicos inseguros permanecerán apuntalados hasta conseguir una perfecta consolidación del recibido.

Equipos de protección individual:

- Gafas protectoras ante la radiación.
- Guantes dieléctricos.
- Pantalla soldador.
- Mandil de cuero.
- Polainas y manguitos de soldador.
- Yelmo de soldador de manos libres.



-Mascarillas de protección frente a humos y vapores metálicos.

6.1.8 Instalaciones

Riesgos:

- Caídas a mismo y distinto nivel de personas u objetos.
- Cortes, golpes y pinchazos con herramientas o materiales.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Pisadas sobre materiales punzantes.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Exposición a ruido y vibraciones
- Contactos eléctricos.
- Incendios y explosiones.
- Inundaciones o filtraciones de agua.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.
- El material de la instalación se acopiará en los lugares señalados en los planos.
- Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este estudio dentro del apartado de herramientas eléctricas.

Se utilizarán lámparas portátiles con portalámparas estanco con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla con gancho de cuelgue, manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentado a 24 voltios.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Fajas antilumbago.
- Cinturón de seguridad anticaída.

6.1.8.1 Electricidad



Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La instalación eléctrica será realizada por técnicos especialistas, haciendo uso del REBT.
- Cortar el suministro de energía por el interruptor principal, que se colocará en un lugar visible y conocido por los operarios, ante cualquier operación que se realice en la red.
- La conexión del cuadro general con la línea suministradora será el último cableado de la instalación.
- Inspeccionar las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos, antes de la entrada en carga de la instalación.
- Se utilizarán clavijas macho-hembra para el conexionado de los cables al cuadro de suministro.
- Se colocarán planos de distribución sobre los cuadros eléctricos.
- Las plataformas y herramientas estarán protegidas con material aislante.
- Protección adecuada de los huecos, antes de la instalación de andamios de borriquetas o escaleras de mano, para la realización del cableado y conexión de la instalación eléctrica.
- Iluminación mínima de 200 lux en la zona de trabajo.

Equipos de protección individual:

- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos.
- Guantes aislantes.
- Comprobadores de temperatura.

6.2 Medios Auxiliares

6.2.1 Andamios

Riesgos:

- Caída de personas u objetos a distinto nivel.
- Caídas o atrapamientos por desplome o derrumbamiento del andamio.
- Golpes, cortes o choques con herramientas u objetos.
- Atrapamiento de pies y dedos.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Los andamios se montarán y desmontarán, siguiendo las instrucciones del fabricante.



-Los andamios y sus alrededores deberán permanecer ordenados, libres de obstáculos y limpios de residuos.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad de polietileno.
- Calzado con suela antideslizante.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Guantes dieléctricos.
- Guantes de cuero u otros resistentes a la abrasión, desgarros, cortes...
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón de seguridad, tipo arnés, con dispositivo anticaída.
- Faja de protección dorsolumbar.
- Ropa de trabajo adecuada.

6.2.1.1 Andamio de Borriquetas

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Los andamios se colocarán apoyados sobre superficies firmes, estables y niveladas.
- Aquellos andamios de borriquetas superior a dos metros de altura, estarán provistos de barandilla de 90 cm, pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Andamios de tres a seis metros de altura, se arriostrarán mediante "Cruces de San Andrés".
- Seis metros, es la máxima altura para andamios de borriquetas.
- Las borriquetas metálicas dispondrán de una cadenilla limitadora de la apertura máxima.
- Las borriquetas de madera deberán estar en perfectas condiciones, sin deformaciones ni roturas...
- Se utilizará un mínimo de 2 borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido el uso de bidones, bovedillas, pilas de materiales...como sustitución a ellos.
- La separación entre borriquetas dependerá de las cargas y el espesor de los tablones. Cuando sea superior a 3,5 m, se colocará otro caballete intermedio.
- Prohibida la colocación de las borriquetas sobre cables eléctricos, aprisionándolos, de tal manera que aumente el riesgo de contactos eléctricos.



-Las plataformas de trabajo de madera, estarán formadas por tres tablonces con una anchura mínima de 60cm. y espesor mínimo de 5 cm. En caso de plataformas para depositar materiales, tendrán un ancho de 80cm.

-Las plataformas, estarán ancladas a las borriquetas.

-Cuando se realicen trabajos en bordes de forjados, balcones, se anclarán los andamios al suelo y techo, se colocarán barandillas (de 90 cm, pasamanos, listón intermedio y rodapié), puntos fuertes donde amarrar el cinturón de seguridad y redes verticales de seguridad ante la caída de personas u objetos a la vía pública.

-Prohibido instalar un andamio encima de otro.

6.2.3 Escaleras de Mano

Riesgos:

-Caída de personas u objetos a distinto nivel.

-Golpes, cortes o choques con herramientas u objetos.

-Contactos eléctricos, en caso de las metálicas.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

-Las escaleras dispondrán de zapatas antideslizante, o topes que impidan su desplazamiento.

-Las escaleras se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otras personas u objetos. Si la longitud es excesiva, será transportada por 2 operarios.

-Las escaleras se apoyarán sobre superficies horizontales estables, evitando el uso de ladrillos, bovedillas o similares para nivelarlos.

-Se instalarán ganchos en la estructura donde amarrar el extremo superior de la escalera.

-La inclinación de la escalera será inferior al 75 % con el plano horizontal. La distancia del apoyo inferior al paramento vertical será $l/4$, siendo l la distancia entre apoyos.

-El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1 m. del apoyo superior, medido en el plano vertical.

-El operario se colocará en posición frontal, es decir, mirando hacia los peldaños, para realizar el ascenso y descenso por la escalera, agarrándose con las 2 manos en los peldaños, y no en los largueros.

-Los operarios utilizarán las escaleras, de uno en uno, evitando el ascenso o descenso de la escalera por 2 o más personas a la vez.

-Los trabajos que requieran el uso de las 2 manos o transmitan vibraciones, no podrán ser realizados desde la escalera.

-Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad con dispositivo anticaída para trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3 m.



-No colocar escaleras aprisionando cables o apoyados sobre cuadros eléctricos.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad de polietileno.
- Casco de seguridad dieléctrico.
- Calzado antideslizante.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Cinturón de seguridad amarrado a un punto fijo, independiente a la escalera.
- Cinturón portaherramientas.
- Guantes aislantes ante contactos eléctricos.
- Guantes de cuero u otros resistentes a la abrasión, desgarros, cortes...
- Ropa de trabajo adecuada.

6.2.3.1 Escaleras Metálicas

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Los largueros de la escalera serán de una sola pieza, sin deformaciones, golpes o abolladuras. Se utilizarán elementos prefabricados para realizar los empalmes de escaleras, evitando las uniones soldadas entre elementos.
- Los peldaños tendrán el mismo espacio entre ellos, evitando elementos flojos, rotos o peldaños sustituidos por barras o cuerdas.
- Prohibido el uso de escaleras metálicas para realizar trabajos de instalación eléctrica o en zonas próximas a instalaciones eléctricas.

6.2.3.2 Escaleras de Madera

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Los largueros de la escalera serán de una sola pieza, sin nudos ni deterioros.
- Los peldaños tendrán el mismo espacio entre ellos y estarán ensamblados, evitando elementos flojos, rotos, clavos salientes o peldaños sustituidos por barras o cuerdas.
- Se utilizarán escaleras de madera para realizar trabajos de instalación eléctrica o en zonas próximas a ella, preferentemente en el interior del edificio.



6.2.3 Escaleras de Tijera

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Dispondrán de una cadenilla limitadora de apertura máxima en la mitad de su altura, y un tope de seguridad en la articulación superior.
- La escalera se colocará siempre en posición horizontal y de máxima de apertura.
- Prohibido su utilización como borriquetas o caballetes para el apoyo de plataformas.
- No se utilizarán en la realización de trabajos en alturas que obliguen al operario colocarse en los 3 últimos peldaños de la escalera.

6.2.4 Puntales

Riesgos:

- Caída de puntales u otros elementos sobre personas durante el transporte, por instalación inadecuada de los puntales, rotura del puntal...
- Golpes, cortes o choques con herramientas u objetos.
- Atrapamiento de pies y dedos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El acopio de puntales se realizará en una superficie sensiblemente horizontal, sobre durmientes de madera nivelados, por capas horizontales que se dispondrán perpendiculares a la capa inferior sobre la que se asientan. En caso de acopios con alturas que comprometan la estabilidad de los mismos, se dispondrán pies derechos que limiten el desmoronamiento del acopio.
- Los puntales se encontrarán acopiados siempre que no estén siendo utilizados en labores concretas, evitando que queden dispersos por la obra especialmente en posición vertical apoyados en paramentos o similar.
- El transporte de los puntales se realizará por medios mecánicos, en paquetes flejados, asegurando que no se producirá el deslizamiento de ningún elemento durante el transporte.
- Se prohíbe el transporte de más de dos puntales a hombro de ningún operario
- Los puntales telescópicos, se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados.
- Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda en el momento en que sean colocados.
- Los puntales apoyarán toda la cabeza de los mismos a la cara del tablón. En caso de puntales que se han de disponer inclinados respecto a la carga, se acuñarán perfectamente, de manera que la cabeza apoye totalmente.



-Los puntales tendrán la dimensión suficiente para cubrir el trabajo a realizar, quedando totalmente prohibido el apoyo de éstos sobre cualquier material o elemento de obra para alcanzar la altura necesaria.

-Se prohíben las sobrecargas puntuales de los puntales.

-Se prohíbe la retirada de puntales o corrección de la disposición de los mismos, una vez han entrado en carga, sin que haya transcurrido el periodo suficiente para el desapuntalamiento.

Equipos de protección individual:

-Casco de seguridad de polietileno.

-Calzado con suela antideslizante.

-Calzado con puntera reforzada.

-Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.

-Guantes de cuero u otros resistentes a la abrasión, desgarros, cortes...

-Faja de protección dorsolumbar.

-Ropa de trabajo adecuada.

6.3 Maquinaria

En este punto se detalla memoria descriptiva de la maquinaria prevista durante la ejecución de la obra, señalando para cada una de ellas los riesgos no eliminables totalmente y las medidas preventivas y protecciones técnicas tendientes a controlar y reducir dichos riesgos.

6.3.1 Transporte

Riesgos:

-Caída de personas a distinto nivel al ascender o descender de la máquina.

-Vuelcos, deslizamientos... de la maquinaria.

-Choques contra objetos u otras máquinas.

-Atropellos de personas con la maquinaria.

-Atrapamientos.

-Proyección de tierra y piedras.

-Polvo, ruido y vibraciones.

-Contactos con infraestructura urbana: red de saneamiento, suministro de agua, conductos de gas o electricidad.

-Quemaduras.



Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Incluso para circulación por el interior de la obra, los conductores dispondrán del correspondiente permiso y la formación específica adecuada.
- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos, limpia de residuos y suficientemente iluminada y no se permitirá el paso de peatones u operarios.
- Se trazarán y señalizarán los caminos de paso de vehículos que permanecerán en correctas condiciones, evitando la formación de baches, blandones y zonas de barro excesivo.
- El ascenso y descenso del conductor al vehículo se realizará en posición frontal, haciendo uso de los peldaños y asideros, evitando saltar al suelo, y con el motor apagado.
- La cabina deberá permanecer limpia de trapos sucios y combustible.
- Los terrenos secos serán regados para disminuir la concentración de polvo originado por los vehículos
- Se circulará a una velocidad máxima de 20 Km/h dentro del recinto de la obra.
- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.
- Las operaciones de mantenimiento se realizarán con el motor apagado.
- El cambio de aceite se realizará en frío.
- Los neumáticos tendrán la presión indicada por el fabricante y se revisará semanalmente.
- No se abrirá la tapa del radiador cuando se produzca un calentamiento excesivo del motor, ya que los vapores provocarían quemaduras graves.
- Se comprobará el funcionamiento de los frenos si se ha trabajado en terrenos inundados.
- Se realizará comprobación diaria del funcionamiento del motor, frenos, niveles de aceite, luces y dispositivos acústicos.
- Dispondrán de botiquín de primeros auxilios y extintor timbrado y revisado.
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad de polietileno.
- Calzado de seguridad adecuados para la conducción.
- Botas impermeables.
- Botas de goma o PVC.
- Guantes aislantes de vibraciones.
- Guantes de cuero.



-Guantes de goma o PVC.

-Ropa de trabajo impermeable.

-Gafas de protección.

-Protectores auditivos.

-Cinturón abdominal antivibratorio.

6.3.1.1 Camión Transporte

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

-Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.

-Las cargas se repartirán uniformemente en la caja; En caso de materiales sueltos, serán cubiertos mediante una lona y formarán una pendiente máxima del 5 %.

-Prohibido el transporte de personas fuera de la cabina.

-Se colocará el freno en posición de frenado y calzos de inmovilización debajo de las ruedas en caso de estar situado en pendientes antes de proceder a las operaciones de carga y descarga.

-Para la realización de la carga y descarga, el conductor permanecerá fuera de la cabina.

-La carga y descarga se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.

-Se utilizarán escaleras metálicas con ganchos de inmovilización y seguridad para ascender o descender a la caja. Evitando subir trepando sobre la caja o bajar saltando directamente al suelo.

7.-Plan de obra

Tiempo de ejecución según capítulos de los que constan las operaciones:

-Movimiento de tierras: 10 días

-Estructura metálica: 40 días

-Instalación cilindro hidráulico: 5 días

-Instalación central hidráulica: 20 días

-Instalación eléctrica: 15 días

El tiempo de ejecución de la obra se ha estimado en 3 meses.



8.-Presupuesto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| | | |
|-------------|--------------------------------------|------------|
| Capítulo 1º | Movimiento de tierras..... | 137.07 € |
| Capítulo 2º | Hormigonado..... | 24.99 € |
| Capítulo 3º | Estructura metálica..... | 7522.75 € |
| Capítulo 4º | Pintura..... | 3018.44 € |
| Capítulo 5º | Hidráulica..... | 10000.00 € |
| Capítulo 6º | Sistema eléctrico y electrónico..... | 2122.03 € |
| Capítulo 7º | Otros..... | 2986.48 € |

Total 25811.76 €

Asciende el **Presupuesto de ejecución material** a la cantidad de veinticinco mil ochocientos once euros con setentaiséis céntimos.

| | |
|---|------------|
| Presupuesto de ejecución material..... | 25811.76 € |
| 12% de Beneficio Industrial sobre el Presupuesto de ejecución material..... | 3097.41 € |

Total 28909.17 €

Asciende el **Presupuesto de ejecución por** contrata a la cantidad de veintiocho mil novecientos nueve euros con diecisiete céntimos.

9.-Agradecimientos

Querer agradecer en primer lugar a mi familia por el apoyo prestado y seguir animándome, no sólo durante la realización del presente proyecto sino durante toda la carrera. Mis padres en particular, por la cantidad de viajes que han tenido que hacer para que pudiera asistir a la universidad y decir que siempre es de agradecer que nunca haya tenido problemas para poder matricularme y seguir estudiando la carrera, lo cuál es una suerte.

En segundo lugar, agradecer a mis amigos que también son una forma de olvidarte durante un tiempo de tus obligaciones, para luego volver con más fuerza, y seguir trabajando con el proyecto de una manera más relajada.



Sin olvidar a mis compañeros y amigos de la carrera que han sido un grandísimo apoyo, porque bien saben ellos lo que cuesta acabar con esta carrera.

Y por último agradecer a mi director del proyecto Miguel Lucas Rodríguez, que aunque me ha repetido muchas veces que no hace falta porque es su trabajo, yo le tengo que agradecer, que con la realización del proyecto he aprendido a poder aplicar muchos de los conocimientos que a lo largo de la carrera he estudiado, además de la exigencia de tener que moverme yo sólo, y con ello aprender a encontrar las cosas por mí mismo. También por haberme guiado durante el proyecto, y haber finalizado de la mejor manera.

10.-Documentos de los que consta este proyecto

- Documento Nº 1 Memoria
- Documento Nº 2 Planos
- Documento Nº 3 Pliegos de condiciones
- Documento Nº 4 Presupuesto

11.-Bibliografía

-José Luis Morales Guerrero, Rafael Vilar Hernández. "Apuntes de Elasticidad y Resistencia de materiales". Universidad Politécnica de Cartagena.

-S. Timoshenko. "Resistencia de Materiales" primera parte y segunda parte.

-Jorge Ripoll Camús, Ignacio González Pérez. "Apuntes de Diseño de Máquinas". Universidad Politécnica de Cartagena.

-Francisco Melgarejo Marín. "Apuntes de Oficina Técnica". Universidad Politécnica de Cartagena.

-Dolores Ojados González, José Antonio Guillamón. "Apuntes de Dibujo Asistido por Ordenador". Universidad Politécnica de Cartagena.

12.-Conclusión

Estimando que la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las prescripciones de la legislación vigente y que de acuerdo con ellos se ha cubierto las condiciones impuestas por la especificación entregada por el profesor del departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica de Cartagena Miguel Lucas Rodríguez, se somete a la aprobación por los organismos oficiales, dando por terminado en Cartagena, a 3 de Julio de 2013.

Firmado: José Eduardo Aparicio Perea

Ingeniero Técnico Industrial

Fecha: Murcia, 03 de Julio de 2013



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1.-Antecedentes..... | 1 |
| 2.-Objeto del proyecto..... | 1 |
| 3.-Reglamentación industrial aplicada..... | 1 |
| 4.-Descripción general de las instalaciones..... | 1 |
| 4.1.-Preparación del hueco..... | 2 |
| 4.2.-Estructura autoportante..... | 2 |
| 4.3.-Plataforma..... | 3 |
| 4.4.-Barandilla y chapa de acero..... | 4 |
| 4.5.-Guías de cabina..... | 5 |
| 4.6.-Amortiguadores de foso..... | 5 |
| 4.7.-Cilindro hidráulico..... | 6 |
| 4.8.-Central hidráulica..... | 7 |
| 4.9.-Instalación eléctrica..... | 11 |
| 5.-Emplazamiento de la instalación..... | 14 |
| 6.-Estudio de seguridad y salud..... | 14 |
| 6.1.-Fases de ejecución..... | 14 |
| 6.1.1.-Movimientos de tierra..... | 14 |
| 6.1.2.-Cimentación..... | 17 |
| 6.1.3.-Circuito hidráulico..... | 19 |
| 6.1.4.-Estructura..... | 21 |
| 6.1.4.1.- Acero..... | 21 |
| 6.1.5.-Cerramientos y distribución..... | 23 |
| 6.1.6.-Acabados..... | 25 |
| 6.1.7.-Metálica..... | 27 |



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 0 de 38

| | |
|---|----|
| 6.1.8.-Instalaciones..... | 28 |
| 6.1.8.1-Electricidad..... | 28 |
| 6.2.-Medios auxiliares..... | 29 |
| 6.2.1.-Andamios..... | 30 |
| 6.2.1.1.-Andamios de borriquetas..... | 30 |
| 6.2.3.-Escaleras de mano..... | 31 |
| 6.2.3.1.-Escaleras metálicas..... | 32 |
| 6.2.3.2.-Escaleras de madera..... | 32 |
| 6.2.3.3.-Escaleras de tijeras..... | 33 |
| 6.2.4.-Puntales..... | 33 |
| 6.3.-Maquinaria..... | 34 |
| 6.3.1.-Transporte..... | 34 |
| 6.3.1.1.-Camión transporte..... | 36 |
| 7.-Plan de obra..... | 36 |
| 8.-Presupuesto..... | 37 |
| 9.-Agradecimientos..... | 37 |
| 10.-Documentos de los que consta este proyecto..... | 38 |
| 11.-Bibliografía..... | 38 |
| 12.-Conclusión..... | 38 |



A. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

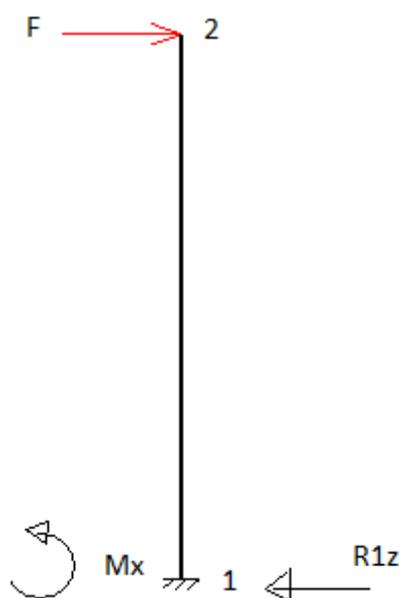
En el siguiente anexo se justificarán cada uno de los componentes del montacargas así como las hipótesis tomadas para ellos.

A.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA BARANDILLA Y LA CHAPA DE ACERO

A.1.1 Barandilla

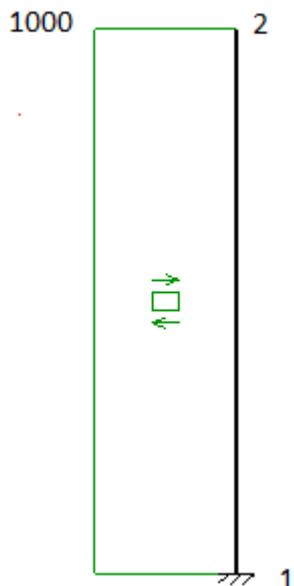
Según norma UNE-EN81.31 la barandilla tiene que soportar una fuerza en el extremo superior y perpendicular a ella de valor 1000 N, además la flecha máxima no puede sobrepasar los 10 mm.

Esquemáticamente puede representarse de la siguiente manera:



Por equilibrio de fuerzas se deduce que la reacción es $R1z=1000$ N y momento de empotramiento $Mx=F \cdot y=1000 \cdot 1100=1100000$ Nmm en la dirección mostrada en la imagen superior.

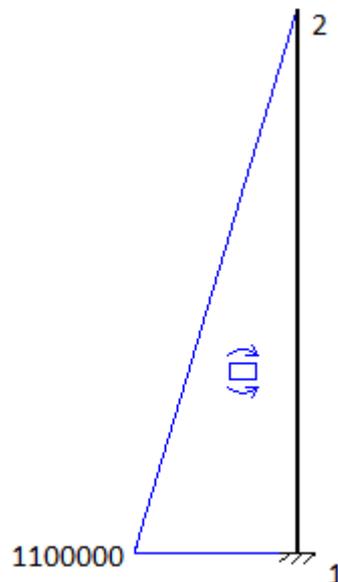
El diagrama de esfuerzos cortantes de la barandilla es:





La norma establece para las barandillas una altura comprendida entre 700-1100 mm, por lo que se tomará $l=1100$ mm ya que la distancia libre es superior a 0.85 m.

El diagrama de momentos flectores de la barandilla es:



Ecuación del momento flector en función de la distancia:

$$M_{(y)} = M_x - R_{1z} \cdot y$$

Donde el momento flector en el punto 1 es para $y=0$:

$$M_1 = M_x = 1100000 \text{ Nmm}$$

El momento flector en el punto 2 es para $y=l=1100$ mm:

$$M_2 = 0$$

De los diagramas de esfuerzos se tiene que la sección crítica es el punto 1, por tanto es en este punto donde se estudiará el perfil más adecuado. El material escogido es acero de calidad S235JR con $\sigma_{admissible}=360$ Mpa.

Flecha admisible:

La flecha máxima para el caso actual es:

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{F l^3}{3 E I_x}$$

Donde F =la fuerza aplicada (1000 N)

l =longitud ($l=1100$ mm)

E =Módulo de elasticidad (en este caso acero estructural $E=210000$ Mpa)

I_x =Momento de inercia con respecto al eje x



Se tiene que cumplir:

$$\delta_{adm} \geq \delta_{m\acute{a}x} \rightarrow \delta_{adm} \geq \frac{F l^3}{3 E I_x} \rightarrow I_x \geq \frac{F l^3}{3 E \delta_{adm}} = \frac{1000 \cdot 1100^3}{3 \cdot 210000 \cdot 10} = 211269.84 \text{ mm}^4 = 21.13 \text{ cm}^4$$

Escogiendo un perfil de tubo cuadrado y teniendo en cuenta que tiene que cumplir lo anterior y siempre dando prioridad al perfil menos pesado con el menor espacio posible se tiene: Perfil barandilla= Tubo cuadrado 45 × 45 × 5

A continuación se comprobará si el perfil escogido resiste la tensión equivalente.

Tensión normal:

Para determinar la tensión normal se emplea la ecuación de Navier-Bernuilli:

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{I_x} \cdot z - \frac{M_z}{I_z} \cdot x$$

Donde σ_y = Tensión normal en la dirección y

N= Fuerza axial en la dirección y

Mx= Momento en la dirección x

Ix= Momento de inercia con respecto al eje x

z= Distancia en la dirección z

Mz= Momento en la dirección z

Iz= Momento de inercia con respecto al eje z

x= Distancia en la dirección x

En este caso no existen esfuerzos axiales y se tiene un par flector Mx:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{I_x} \cdot z$$

Definiendo el módulo resistente como:

$$W_x = \frac{I_x}{z}$$

La tensión normal queda:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x}$$

Para escoger el mínimo perfil necesario teniendo en cuenta el factor de seguridad se tiene:

$$W_x \geq \frac{M_x}{\sigma_z} = \frac{M_x}{\frac{\sigma_{adm}}{\eta}} = \frac{M_x}{\sigma_{adm}} \cdot \eta = \frac{1100000}{360} \cdot 2.5 = 7638.89 \text{ mm}^3 = 7.64 \text{ cm}^3$$

El perfil escogido por la condición de la flecha máxima permisible tiene un módulo de flexión de 9.221 cm³, por tanto cumple Perfil barandilla= Tubo cuadrado 45 × 45 × 5



La tensión normal con este perfil es:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} = \frac{1100000}{9.221 \cdot 10^3} = 119.29 \text{ Mpa}$$

Este esfuerzo normal máximo se produce justo en los extremos superior e inferior de la sección. Por tanto en las alas de la sección.

Tensión por cortadura:

En este caso se emplea la ecuación de Colignon:

$$\tau_{xz} = \frac{V_z Q_x}{I_x t}$$

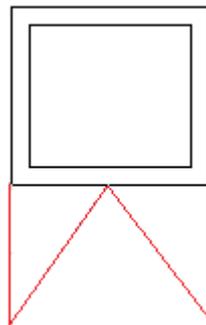
Donde V_z = fuerza por cortadura en la dirección z

Q_x = Momento estático respecto del eje x

I_x = Momento de inercia respecto del eje x

t = Espesor

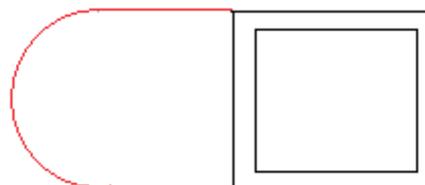
Distribución del esfuerzo tangencial en perfil tubo cuadrado en el Ala:



Donde la tensión por cortadura máxima es:

$$\tau_{Ala,c} = \frac{V_z(L-t)^2}{4 I_x}$$

Distribución del esfuerzo tangencial en perfil tubo cuadrado en el Alma:



Donde la tensión por cortadura máxima es:

$$\tau_{Alma,c} = \frac{3 V_z(L-t)^2}{8 I_x}$$

Con todo ello y para el perfil escogido se tiene:



Tensión tangencial máxima por cortadura en el ala para este perfil es:

$$\tau_{Ala,c} = \frac{V_z(L-t)^2}{4 I_x} = \frac{1000 \cdot (45-5)^2}{4 \cdot 20.75 \cdot 10^4} = 1.93 \text{ Mpa}$$

Tensión tangencial máxima por cortadura en el alma para este perfil:

$$\tau_{Alma,c} = \frac{3 V_z(L-t)^2}{8 I_x} = \frac{3 \cdot 1000 \cdot (45-5)^2}{8 \cdot 20.75 \cdot 10^4} = 2.89 \text{ Mpa}$$

Ecuación de Von Mises:

La ecuación de Von Mises para un estado plano es:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_y^2 + 3 \tau_{xz}^2}$$

Tensión de Von Mises para el ala:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_y^2 + 3 \tau_{xz,c}^2} = \sqrt{119.29^2 + 3 \cdot 1.93^2} = 119.34 \text{ Mpa}$$

Según la norma UNE 81.31 la estructura se comprobará para que exista un factor de seguridad mínimo de 2.5 ($\eta=2.5$). Luego ha de cumplirse:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e}$$

Donde σ_{adm} es la tensión a tracción admisible y depende de la calidad del acero escogido. Para este proyecto se ha escogido un acero de calidad media S235JR, tenemos una resistencia a tracción de $\sigma_{adm}=360$ Mpa sustituyendo se tiene:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{360}{119.34} = 3.02 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Tensión Von mises en el alma:

$$\sigma_e = \sqrt{3 \tau_{xz,c}^2} = \sqrt{3} \cdot \tau_{xz,c} = \sqrt{3} \cdot 2.89 = 5.01 \text{ Mpa}$$

Al ser inferior la tensión producida en el ala, cumple. Por todo ello:

Perfil barandilla = Tubo cuadrado 45 × 45 × 5

Para facilitar la fabricación de la barandilla en su conjunto, el pasamanos de la barandilla emplea un perfil de mayor tamaño y con características mecánicas iguales o superiores que las del perfil anterior asegurando así su validez.

Por tanto para el **pasamanos se emplea el perfil = Tubo cuadrado 55 × 55 × 3.2**

Guardapiés:

La altura del guardapiés es de 150 mm, ya que es la que exige como mínimo la norma.

Para el cálculo del espesor se toma como hipótesis: una viga rectangular biapoyada (debido a su unión con las barandillas), con aplicación de la fuerza en el punto medio de ésta y con valor de 1000 N.

Por tanto cada apoyo resiste la mitad de la fuerza, 500 N.



El par máximo que tiene que resistir el guardapiés es

$$M_y = F \cdot \frac{l}{2}$$

Donde l es la distancia máxima de apoyo en la barandilla (l = 673.33 mm). El par es:

$$M_y = F \cdot \frac{l}{2} = 500 \cdot \frac{673.33}{2} = 168332.5 \text{ Nmm}$$

La tensión normal máxima es:

$$\sigma_z = \frac{M_y}{I_y} \cdot x = \frac{M_y}{\frac{b \cdot e^3}{12}} \cdot \frac{e}{2} = \frac{6 M_y}{b e^2}$$

Donde e = espesor de la chapa

b = base del guardapiés que coincide con su altura, b = 150 mm.

Despejando el espesor nos queda

$$e \geq \sqrt{\frac{6 M_y}{b \sigma_z}}$$

siendo

$$\sigma_z = \frac{\sigma_{adm}}{\eta}$$

con $\sigma_{adm} = 410 \text{ Mpa}$ (acero SJR 275), $\eta = 2.5$

sustituyendo en la ecuación anterior se determina el espesor del guardapiés:

$$e \geq \sqrt{\frac{6 M_y}{b \sigma_z}} = \sqrt{\frac{6 M_y}{b \frac{\sigma_{adm}}{\eta}}} = \sqrt{\frac{6 M_y}{b \sigma_{adm}} \cdot \eta} = \sqrt{\frac{6 \cdot 168332.5}{150 \cdot 410}} \cdot 2.5 = 6.41 \text{ mm} \rightarrow e = 6.5 \text{ mm}$$

Espesor del guardapiés = 6.5 mm

A.1.2 Chapa de acero

La chapa de acero se considera que está cargada superficialmente y uniformemente distribuida. Esta carga es:

$$q = \frac{Q g}{A}$$

Donde q es la carga por unidad de área.

Q=carga nominal (3000 Kg)

g=aceleración gravitatoria (9.81 m/s²)

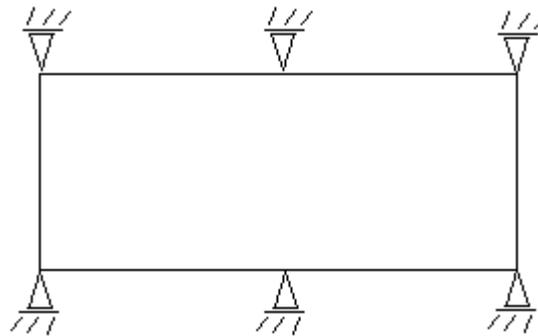
A=área de la chapa (2070x1235 mm²)

Sustituyendo en la ecuación se tiene:

$$q = \frac{Q g}{A} = \frac{3000 \cdot 9.81}{2070 \cdot 1235} = 0.0115 \text{ N/mm}^2$$



La chapa de acero está sobre seis apoyos. Esquemáticamente se representa de la siguiente manera:



Para determinar el espesor de la chapa de acero se emplea el método que propone el libro “Resistencia de materiales” tomo 2 de Timoshenko para determinar el momento máximo para placas apoyadas en los bordes. Para tomar este método se considera la mitad de la chapa, que por tanto estará apoyada sobre cuatro apoyos situados en las esquinas del rectángulo y por tanto la carga que le corresponde será la mitad de la anteriormente calculada. Luego para esta hipótesis es:

$$q' = \frac{1}{2} q = \frac{1}{2} \cdot 0.0115 = 5.75 \cdot 10^{-3} N/mm^2$$

Las dimensiones del rectángulo son: 1035x1235 sobre cuatro apoyos.

El momento máximo por unidad de anchura es:

$$m_{m\acute{a}x} = \beta_1 q' a^2$$

Donde a es el lado más corto de la placa (en ese caso 1035mm)

β_1 es una constante que depende de la relación entre el lado más largo y el más corto de la siguiente manera:

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| b/a | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 |
| α | 0.0443 | 0.0530 | 0.0616 | 0.0697 | 0.0770 | 0.0843 | 0.0906 | 0.0964 |
| β_1 | 0.0479 | 0.0553 | 0.0626 | 0.0693 | 0.0753 | 0.0812 | 0.0862 | 0.0908 |
| β_2 | 0.0479 | 0.0494 | 0.0501 | 0.0504 | 0.0506 | 0.0500 | 0.0493 | 0.0486 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| b/a | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | ∞ |
| α | 0.1017 | 0.1064 | 0.1106 | 0.1336 | 0.1400 | 0.1416 | 0.1422 |
| β_1 | 0.0948 | 0.0985 | 0.1017 | 0.1189 | 0.1235 | 0.1246 | 0.1250 |
| β_2 | 0.0479 | 0.0471 | 0.0464 | 0.0404 | 0.0384 | 0.0375 | 0.0375 |

$$\frac{b}{a} = \frac{1235}{1035} = 1.19$$



Interpolando queda

$$\beta_1 = 0.0553 - \frac{(1.1 - 1.19)(0.0553 - 0.0623)}{(1.1 - 1.2)} = 0.0616$$

El momento máximo por unidad de anchura es:

$$m_{\text{máx}} = \beta_1 q' a^2 = 0.0616 \cdot 5.75 \cdot 10^{-3} \cdot 1035^2 = 379.43 \text{ Nmm/mm}$$

La tensión normal máxima es:

$$\sigma_x = \frac{M_z}{I_z} \cdot y = \frac{M_z}{\frac{b \cdot e^3}{12}} \cdot \frac{e}{2} = \frac{6 M_z}{b e^2} = \frac{6 m_{\text{máx}}}{e^2}$$

Donde e=espesor de la chapa

Despejando el espesor nos queda

$$e \geq \sqrt{\frac{6 m_{\text{máx}}}{\sigma_x}}$$

siendo

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{adm}}{\eta}$$

con $\sigma_{adm}=410 \text{ Mpa}$, $\eta = 2.5$

sustituyendo en la ecuación anterior se determina el espesor de la chapa:

$$e \geq \sqrt{\frac{6 m_{\text{máx}}}{\sigma_x}} = \sqrt{\frac{6 m_{\text{máx}}}{\frac{\sigma_{adm}}{\eta}}} = \sqrt{\frac{6 m_{\text{máx}}}{\sigma_{adm}} \cdot \eta} = \sqrt{\frac{6 \cdot 379.43}{410} \cdot 2.5} = 3.73 \text{ mm} \rightarrow e = 4 \text{ mm}$$

A.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA DEL MONTACARGAS.

Para el dimensionamiento de los perfiles que componen la plataforma primero se determina el peso de la barandilla y el peso de la chapa de acero.

A.2.1 Peso de la barandilla

La longitud de la barandilla excepto el pasamanos es:

$$l_1 = (8 \cdot 1045) + (582.5 \cdot 4) + (673.33 \cdot 3) = 12709.99 \text{ mm}$$

La longitud del pasamanos es:

$$l_2 = (2 \cdot 1300) + 2090 = 4690 \text{ mm}$$

El peso de los perfiles de la barandilla es

$$P_{\text{perfil}} = p_1 l_1 + p_2 l_2$$

Donde p_1 corresponde con el peso por unidad de longitud del perfil 45x45x5 (6.190 Kg/m)

p_2 corresponde con el peso por unidad de longitud del perfil 55x55x3.2 (5.170 Kg/m)



Por tanto el peso de los perfiles es:

$$P_{perfil} = p_1 l_1 + p_2 l_2 = 6.190 \cdot 12709.99 \cdot 10^{-3} + 5.170 \cdot 4690 \cdot 10^{-3} = 102.92 \text{ Kg}$$

Para tener el peso total de la barandilla se le suma el peso del guardapiés. El peso de la barandilla queda:

$$B = P_{perfil} + P_{guardapiés} = P_{perfil} + \rho \cdot Vol$$

Donde ρ es la densidad del acero (7850 Kg/m³)

$$Vol = \text{Volumen del guardapiés} = [(2090 \times 150 \times 6.5) + (1300 \times 150 \times 6.5 \times 2) \cdot 10^{-9}] = 4.57 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Por tanto el peso de la barandilla es:

$$B = P_{perfil} + P_{guardapiés} = P_{perfil} + \rho \cdot Vol = 102.92 + 7850 \cdot 4.57 \cdot 10^{-3} = 138.79 \text{ Kg}$$

A.2.2 Peso de la chapa de acero

El peso de la chapa es:

$$\text{Peso de la chapa} = \rho \cdot Vol$$

Donde ρ es la densidad del acero (7850 Kg/m³)

Vol= Volumen de la chapa

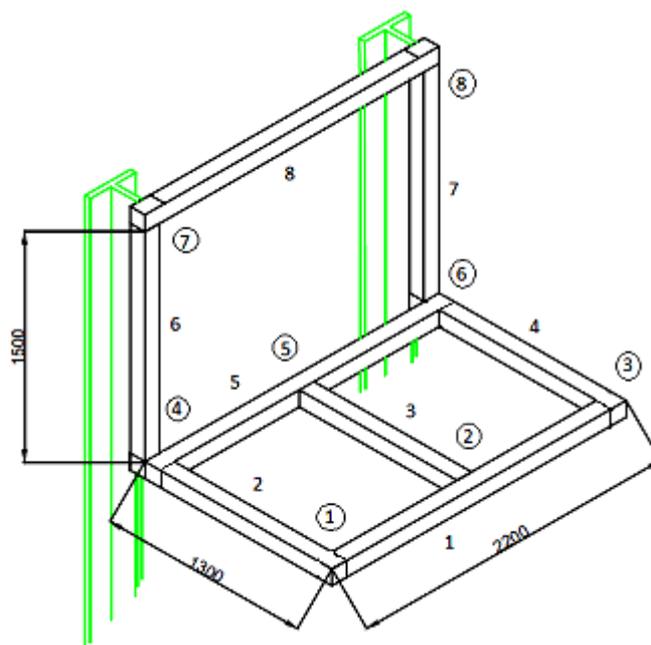
$$\text{Peso de la chapa} = 7850 \cdot 2070 \cdot 1235 \cdot 4 \cdot 10^{-9} = 80.27 \text{ Kg}$$

A.2.3 Peso total barandilla y chapa de acero:

$$S = B + \text{peso de la chapa} = 138.79 + 80.27 = 219.06 \text{ Kg}$$

A.2.4 Dimensionamiento de la plataforma

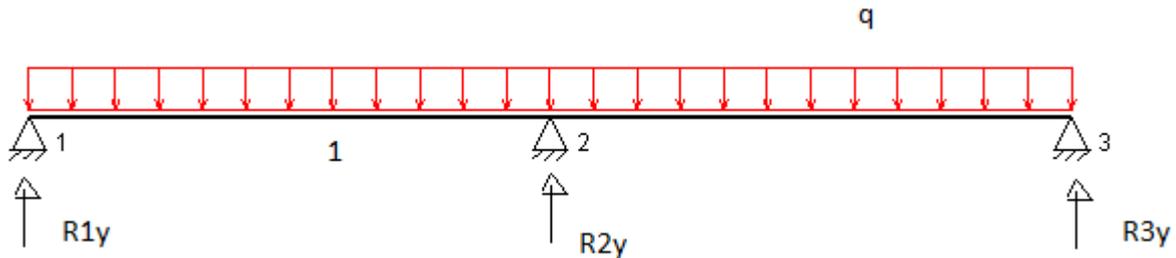
Para la identificación de cada una de las vigas y pilares que conforman la plataforma se le asigna un número. Los nudos están rodeados por un círculo:





Viga 1:

La viga está sometida a una carga distribuida de la siguiente manera (plano y-z):



Desde el punto de vista del plano y-z la carga se distribuye a través de dos vigas de valor:

$$q = \frac{1}{2} \cdot \frac{(S + Q) g}{l} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(219.06 + 3000) \cdot 9.81}{2200} = 7.18 \text{ N/mm}$$

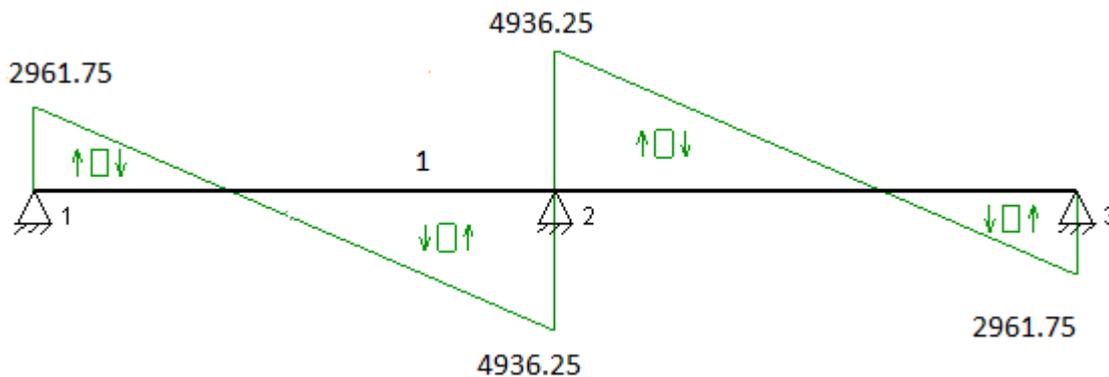
Estructura triapoyada y por lo tanto hiperestática. Las reacciones son:

$$R_{1y} = R_{3y} = \frac{3}{16} q l = \frac{3}{16} \cdot 7.18 \cdot 2200 = 2961.75 \text{ N}$$

Con sentido hacia arriba.

$$R_{2y} = \frac{5}{8} q l = \frac{5}{8} \cdot 7.18 \cdot 2200 = 9872.5 \text{ N}$$

El diagrama de esfuerzos cortantes de la viga 1 es:



Ecuación del cortante en función de la distancia:

$$V_{(z)} = 2961.75 - q \cdot z$$

Desde 0 a 1100. El resto se deduce por simetría.

El esfuerzo cortante en el punto 1 es para z=0:

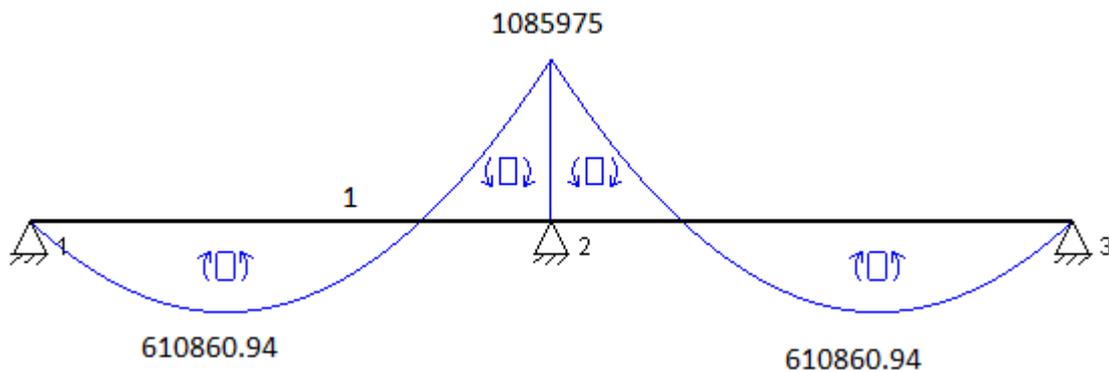
$$V_1 = 2961.75 \text{ N}$$

El esfuerzo cortante en el punto 2 es para z=l/2:

$$V_0 = 2961.75 - 7.18 \cdot 1100 = -4936.25 \text{ N}$$



El diagrama de momentos flectores de la viga 1 es:



Donde el momento flector en $z=3l/16$:

$$M = \frac{9}{512} q l^2 = \frac{9}{512} \cdot 7.18 \cdot 2200^2 = 610860.94 \text{ Nmm}$$

Sentido horario.

Y donde el momento flector en $z=l/2$:

$$M_2 = \frac{1}{32} q l^2 = \frac{1}{32} \cdot 7.18 \cdot 2200^2 = 1085975 \text{ Nmm}$$

Sentido antihorario.

El resto se deduce por simetría.

De los diagramas de esfuerzos tenemos que la sección más crítica es el punto 2.

Tensión normal:

Solo existe flexión en una dirección, quedando por tanto:

$$\sigma_z = \frac{M_x}{W_x}$$

Donde W_x es el módulo resistente por flexión. Para escoger el perfil tenemos:

$$W_x \geq \frac{M_x}{\sigma_z} = \frac{M_x}{\frac{\sigma_{adm}}{\eta}} = \frac{M_x}{\sigma_{adm}} \cdot \eta = \frac{1085975}{410} \cdot 2.5 = 6621.8 \text{ mm}^3 = 6.62 \text{ cm}^3$$

Teniendo en cuenta que se va a escoger un perfil tubo cuadrado $45 \times 45 \times 3.2$ se tiene que $W_x=6.815 \text{ cm}^3$

La tensión normal con ese perfil es

$$\sigma_z = \frac{M_x}{W_x} = \frac{1085975}{6.815 \cdot 10^3} = 159.35 \text{ Mpa}$$

Este perfil se comprobará en combinación con la cortadura.



Tensión por cortadura:

Tensión tangencial máxima por cortadura en el ala para este perfil :

$$\tau_{Ala,c} = \frac{V_y(L-t)^2}{4 I_x} = \frac{4936.25 \cdot (45 - 3.2)^2}{4 \cdot 15.33 \cdot 10^4} = 14.07 \text{ Mpa}$$

Tensión tangencial máxima por cortadura en el alma para este perfil:

$$\tau_{Alma,c} = \frac{3 V_y(L-t)^2}{8 I_x} = \frac{3 \cdot 4936.25 \cdot (45 - 3.2)^2}{8 \cdot 15.33 \cdot 10^4} = 21.1 \text{ Mpa}$$

Ecuación de Von Mises:

La ecuación de Von Mises para un estado plano es:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_z^2 + 3 \tau_{xy}^2}$$

Tensión de Von Mises para el ala:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_z^2 + 3 \tau_{xy,c}^2} = \sqrt{159.35^2 + 3 \cdot 14.07^2} = 161.2 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{161.2} = 2.54 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Tensión Von mises en el alma:

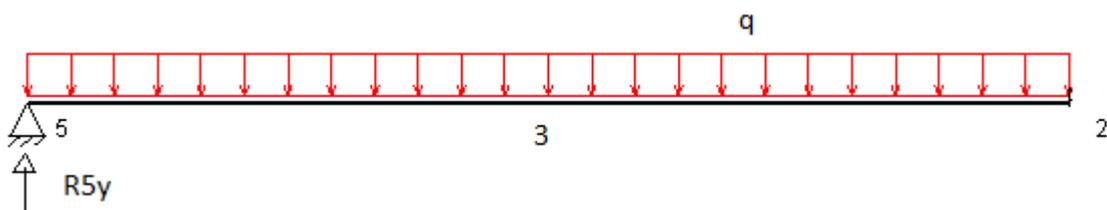
$$\sigma_e = \sqrt{3} \cdot \tau_{yx,c} = \sqrt{3} \cdot 21.1 = 36.55 \text{ Mpa}$$

Al ser menor que el anterior, cumple.

Perfil viga 1= Tubo cuadrado 45 × 45 × 3.2

Viga 3:

La viga está sometida a una carga distribuida de la siguiente manera (plano y-x):



Desde el punto de vista del plano y-x la carga se distribuye a través de tres vigas de valor:

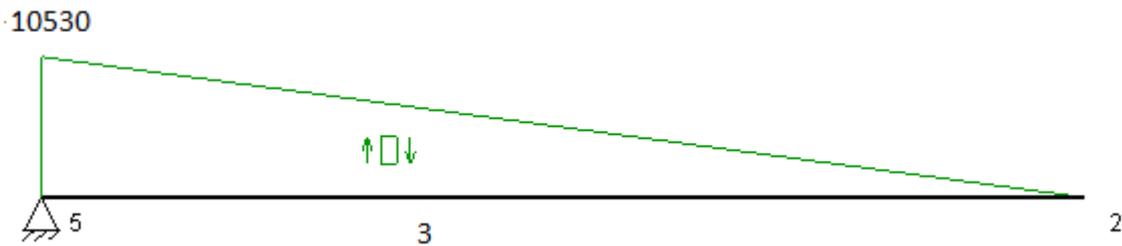
$$q = \frac{1}{3} \cdot \frac{(S + Q) g}{l} = \frac{1}{3} \cdot \frac{(219.06 + 3000) \cdot 9.81}{1300} = 8.1 \text{ Nmm}$$

La reacción vertical es:

$$R_{5y} = q l = 8.1 \cdot 1300 = 10530 \text{ N}$$



El diagrama de esfuerzos cortantes de la viga 3 es:



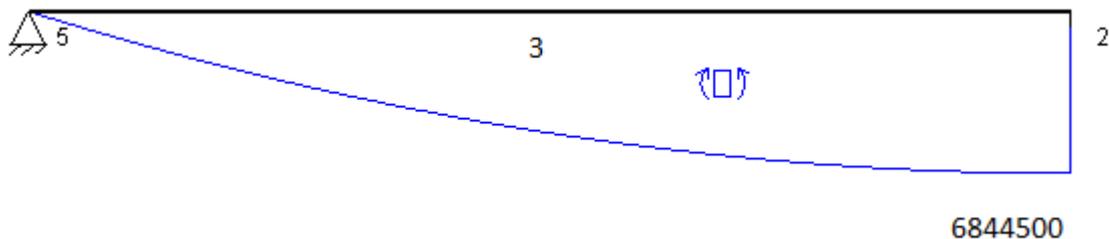
Ecuación del cortante en función de la distancia:

$$V(x) = q l - q \cdot x$$

Donde el esfuerzo cortante en el punto 5 es para $x=0$: $V_5=10530$ N

El esfuerzo cortante en el punto 2 es para $x=1300$ mm: $V_2=0$

El diagrama de momentos flectores de la viga 3 es:



Ecuación del flector en función de la distancia:

$$M(x) = q l \cdot x - q \cdot \frac{x^2}{2}$$

Donde la flexión en el punto 5 es para $x=0$: $M_5=0$

El flector en el punto 2 es para $x=l=1300$ mm:

$$M_2 = \frac{q l^2}{2} = \frac{8.1 \cdot 1300^2}{2} = 6844500 \text{ Nmm}$$

Observando los diagramas de esfuerzos se tiene que la sección crítica es el punto 2, ya que el esfuerzo por flexión es de mayor orden que la cortadura.

Tensión normal :

$$W_z \geq \frac{M_z}{\sigma_{adm}} \cdot \eta = \frac{6844500}{410} \cdot 2.5 = 41734.76 \text{ mm}^3 = 41.73 \text{ cm}^3$$

Teniendo en cuenta que se va a escoger un perfil tubo cuadrado y considerando la opción con el peso más bajo se toma el perfil $110 \times 110 \times 3.2$ ($W_z=46.98 \text{ cm}^3$)

La tensión normal con ese perfil es

$$\sigma_x = \frac{M_z}{W_z} = \frac{6844500}{46.98 \cdot 10^3} = 145.69 \text{ Mpa}$$



Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{145.69} = 2.81 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

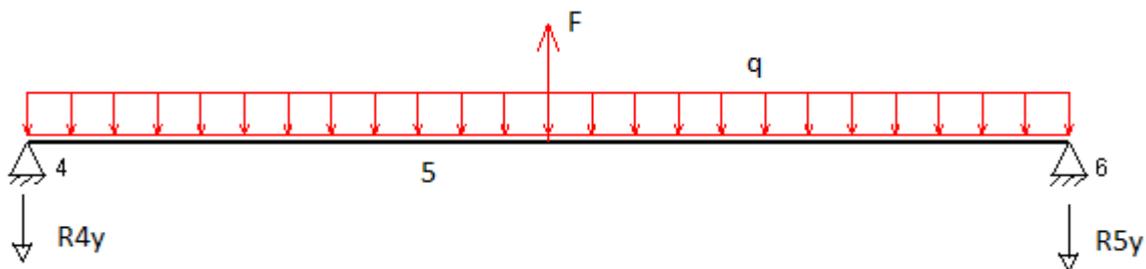
Perfil viga 3= Tubo cuadrado 110 × 110 × 3.2

-Viga 5:

En la viga 5 se encuentra el cilindro hidráulico impulsando el montacargas. Por tanto ejercerá una fuerza ascendente de valor el peso total del montacargas más la carga. Esta fuerza no es conocida, por lo que se tiene que proceder a una estimación, dimensionar los perfiles y comprobar si el peso estimado está por encima del peso ya dimensionado (siempre y cuando no exista una gran desviación). Si el peso estimado se encuentra por debajo del ya dimensionado se debe de proceder a una siguiente iteración.

Además de la fuerza ya mencionada hay que considerar la carga correspondiente a esta viga.

La viga está sometida a una carga distribuida y una fuerza puntual en el centro de la siguiente manera (plano y-z):



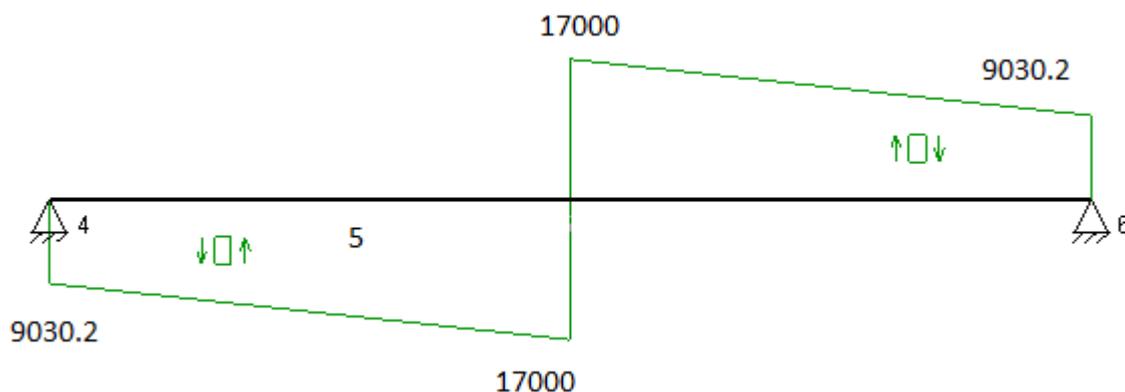
Desde el punto de vista del plano y-z la carga se distribuye a través de dos vigas de valor la misma que la de la viga 1: $q=7.2 \text{ N/mm}$. Por motivos de facilitar uniones entre vigas se toma como longitud 2220 mm.

La fuerza se estima en 34000 N (considerando el peso conocido más la dimensión media más probable)

Por simetría las reacciones son iguales en magnitud y sentido. Por sumatorio de fuerzas se obtiene:

$$\sum F = 0 \rightarrow -2 \cdot R_{4y} + F - q \cdot l = 0 \rightarrow R_{4y} = R_{5y} = \frac{F - q \cdot l}{2} = \frac{34000 - 7.18 \cdot 2220}{2} = 9030.2 \text{ N}$$

El diagrama de esfuerzos cortantes de la viga 5 es:





Ecuación del cortante en función de la distancia:

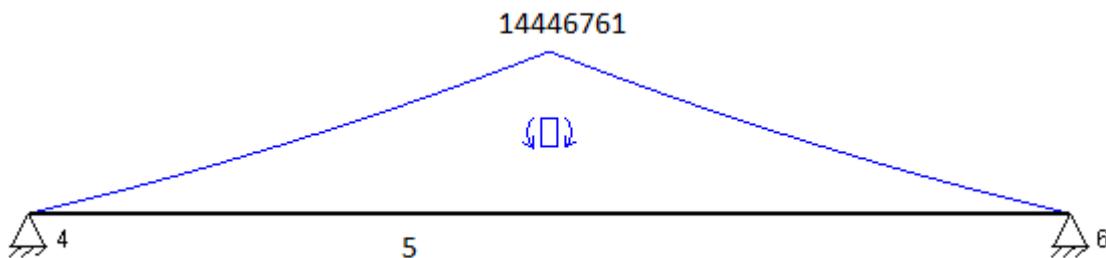
$$V_{(z)} = -9030.2 - q \cdot z$$

Desde 0 a 1110. El resto se deduce por simetría.

El cortante en el punto 4 es para $z=0$: $V_4 = -9030.2$ N

El cortante en el centro de la viga es para $z=1110$ mm $V = -9030.2 - 7.18 \cdot 1110 = -17000$ N

El diagrama de momentos flectores de la viga 5 es:



Ecuación del flector en función de la distancia:

$$M_{(z)} = -9030.2 \cdot z - q \cdot \frac{z^2}{2}$$

Desde 0 a 1110. El resto se deduce por simetría.

Donde la flexión en el punto 4 es para $z=0$: $M_4=0$

El flector en el punto 2 es para $z=l/2=1110$ mm:

$$M_{(z)} = -9030.2 \cdot 1110 - 7.18 \cdot \frac{1110^2}{2} = -14446761 \text{ Nmm}$$

Observando los diagramas de esfuerzos se deduce que la sección crítica es el centro de la viga.

Tensión normal :

$$W_x \geq \frac{M_x}{\sigma_{adm}} \cdot \eta = \frac{14446761}{410} \cdot 2.5 = 88090.01 \text{ mm}^3 = 88.09 \text{ cm}^3$$

Luego el perfil idóneo es tubo cuadrado $140 \times 140 \times 5$ con $W_x=112 \text{ cm}^3$, $I_x=784.2 \text{ cm}^4$

La tensión normal es:

$$\sigma_z = \frac{M_x}{W_x} = \frac{14446761}{112 \cdot 10^3} = 128.99 \text{ Mpa}$$

Además de la fuerza y la carga que se acaba de estudiar también nos encontramos con la torsión que es transmitida debido la flexión de la viga 2.

Tensión por torsión:

El esfuerzo tangencial máximo por torsión es

$$\tau_{xy,t} = \frac{T}{C}$$

Donde T= Par torsor



C= Constante de torsión (para el perfil $140 \times 140 \times 5$: C= 169.6 cm³)

Para poder determinar el par torsor provocado por la flexión de la viga 2 es necesario determinar el de torsión unitario

El ángulo de torsión unitario es

$$\vartheta = \frac{T}{GJ}$$

Donde G= Módulo de rigidez (para el acero 81000 Mpa)

J= Momento de inercia de torsión

Además el ángulo de giro del apoyo 4 sobre la viga 2 se corresponde con el ángulo de torsión de la viga 5

$$\theta_{4,2} = \vartheta_5 l_5$$

El giro producido en el apoyo 4 sobre la viga 2 es debido a una viga apoyada en uno de sus extremos en voladizo y con carga distribuida la que corresponde a la tercera parte del total (al igual que la viga 3 anteriormente calculada): q=8.1 N/mm

$$\theta_{4,2} = \frac{q l_2^3}{3 E I_2}$$

Las propiedades que pertenecen a las de la viga 2 son las del perfil $120 \times 120 \times 3.2$,que es el que se ha considerado como el más probable, con el módulo de elasticidad del acero E=210000 Mpa, I₂=1300 mm, I_x=338.1 cm⁴ sustituyendo valores tenemos

$$\theta_{4,2} = \frac{q l_2^3}{24 E I_2} = \frac{8.1 \cdot 1300^3}{3 \cdot 210000 \cdot 338.1 \cdot 10^4} = 8.35 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

El ángulo de giro unitario por torsión de la viga 5 es

$$\vartheta_5 = \frac{\theta_{4,2}}{l_5} = \frac{8.35 \cdot 10^{-3}}{2220} = 3.76 \cdot 10^{-6} \text{ rad/mm}$$

El par torsor es

$$T = GJ\vartheta$$

Donde J es el momento de inercia por torsión (para el perfil $140 \times 140 \times 5$: J= 1259 cm⁴)

El par torsor para el perfil escogido por tensión normal es

$$T = GJ\vartheta = 81000 \cdot 1259 \cdot 10^4 \cdot 3.76 \cdot 10^{-6} = 3834410.4 \text{ Nmm}$$

El esfuerzo tangencial máximo es

$$\tau_{xy,t2} = \frac{T}{C} = \frac{3834410.4}{169.6 \cdot 10^3} = 22.61 \text{ Mpa}$$

Por otra parte el pilar del pórtico también provoca una deformación angular en la viga 5 nudo 4.

El pilar tiene que soportar las fuerzas de guiado. Éstas son estimadas teniendo en cuenta la aproximación antes mencionada de la fuerza ejercida por el cilindro (las fórmulas empleadas se encuentran en el apartado "Cálculo de guías"), dando como resultado:



Según hipótesis 1:

$$F_x = 11753.59 \text{ N} ; F_z = 0 \text{ N}$$

Según hipótesis 2:

$$F_x = 10014.54 \text{ N} ; F_z = 5886 \text{ N}$$

La dirección de estas fuerzas varía a lo largo del recorrido del montacargas, por tanto se toma la dirección que le sea más desfavorable.

Para confirmar la validez de los supuestos se tiene que cumplir, en el apartado "Cálculo de guías", que las fuerzas de guiado calculadas en dicho apartado son iguales o mayores que las de aproximación.

La fuerza F_x sobre el pilar del pórtico es la que produce la torsión en la viga 5 y es la que se considera, ya que la fuerza F_z provoca flexión en el nudo y teniendo en cuenta las cargas ya consideradas anteriormente ésta se puede despreciar.

Por tanto la fuerza que se considera para el cálculo de la torsión corresponde con la hipótesis 1 ya que ésta tiene mayor magnitud: $F_x = 11753.59 \text{ N}$.

El ángulo de giro del apoyo 4 sobre el pilar 6 se corresponde con el ángulo de torsión de la viga 5

$$\theta_{4,6} = \vartheta_5 l_5$$

Este giro es debido al pilar, apoyado en un extremo y libre por el otro, con fuerza en el extremo libre perpendicular al pilar.

$$\theta_{4,6} = \frac{F_x l_6^2}{2 E I_6}$$

Las propiedades que pertenecen a las del pilar 6 son las del perfil $160 \times 160 \times 6$, que es el que se ha considerado como el más probable, con el módulo de elasticidad del acero $E = 210000 \text{ Mpa}$, $I_6 = 1650 \text{ mm}$, $I_x = 1394 \text{ cm}^4$, sustituyendo valores tenemos

$$\theta_{4,6} = \frac{F_x l_6^2}{2 E I_6} = \frac{11753.59 \cdot 1650^2}{2 \cdot 210000 \cdot 1394 \cdot 10^4} = 5.47 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

El ángulo de giro unitario por torsión de la viga 5 es

$$\vartheta_5 = \frac{\theta_{4,6}}{l_5} = \frac{5.47 \cdot 10^{-3}}{2220} = 2.46 \cdot 10^{-6} \text{ rad/mm}$$

El par torsor para el perfil 140X140X5 es

$$T = G J \vartheta = 81000 \cdot 1259 \cdot 10^4 \cdot 2.46 \cdot 10^{-6} = 2508683.4 \text{ Nmm}$$

El esfuerzo tangencial máximo es

$$\tau_{xy,t6} = \frac{T}{C} = \frac{2508683.4}{169.6 \cdot 10^3} = 14.79 \text{ Mpa}$$

Tensión por cortadura:

Tensión tangencial máxima por cortadura en el ala para este perfil es:

$$\tau_{Ala,c} = \frac{V_y (L - t)^2}{4 I_x} = \frac{17000 \cdot (140 - 5)^2}{4 \cdot 784.2 \cdot 10^4} = 9.88 \text{ Mpa}$$



Tensión tangencial máxima por cortadura en el alma para este perfil:

$$\tau_{Alma,c} = \frac{3 V_y(L-t)^2}{8 I_x} = \frac{3 \cdot 17000 \cdot (140 - 5)^2}{8 \cdot 784.2 \cdot 10^4} = 14.82 \text{ Mpa}$$

Ecuación de Von Mises:

Tensión de Von Mises para el ala:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_z^2 + 3 \tau_{xy}^2} = \sqrt{\sigma_z^2 + 3 (\tau_{xy,c} + \tau_{xy,t2} + \tau_{xy,t6})^2} = \sqrt{128.99^2 + 3 \cdot (9.88 + 22.61 + 14.79)^2} \\ = 152.79 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{152.79} = 2.68 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Tensión Von mises en el alma:

$$\sigma_e = \sqrt{3} \cdot (\tau_{xy,c} + \tau_{xy,t2} + \tau_{xy,t6}) = \sqrt{3} \cdot (14.82 + 22.61 + 14.79) = 90.45 \text{ Mpa}$$

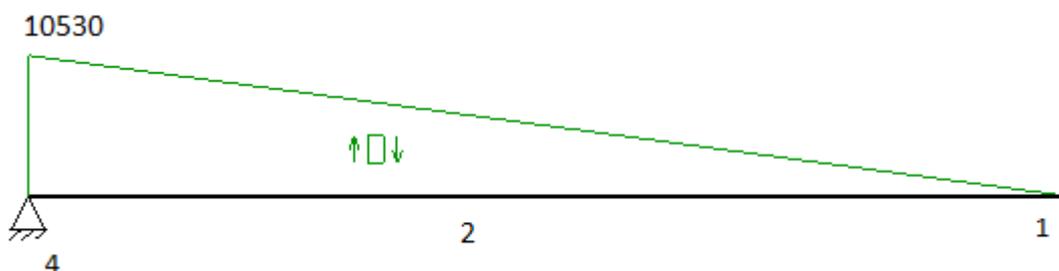
Al ser menor que el anterior, cumple.

Perfil viga 5= Tubo cuadrado 140 × 140 × 5

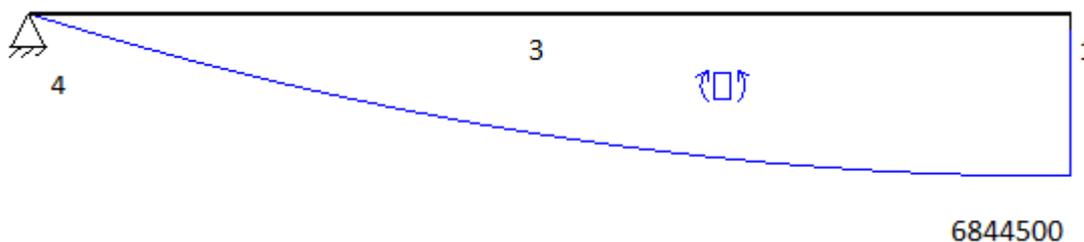
-Vigas 2,4:

Las vigas 2 y 4 tienen el mismo esquema que la viga 3 por tanto:

El diagrama de esfuerzos cortantes de las vigas 2 y 4 es:



El diagrama de momentos flectores de las vigas 2 y 4 es:



Tensión normal sección 1 :

Teniendo en cuenta que el perfil estimado es el perfil tubo cuadrado 120 × 120 × 3.2 se tiene:

$$\sigma_x = \frac{M_z}{W_z} = \frac{6844500}{56.36 \cdot 10^3} = 121.44 \text{ Mpa}$$



Tensión por torsión:

En la viga 2 nudo 4 se producen dos giros simultáneos del mismo sentido, uno producido por el pilar 6 y el otro debido a la viga 5. Por ello se comprueba que giro es el mayor de los dos, pues éste, el de mayor magnitud es el que le provoca la deformación.

El giro producido en el apoyo 4 del pilar 6 es:

$$\theta_{4,6} = \frac{F_z l_6^2}{2 E I_6}$$

Donde la fuerza F_z es la fuerza de guiado que provoca la torsión de la viga 2, anteriormente comentada y de valor $F_z=5886$ N. Por tanto:

$$\theta_{4,6} = \frac{F_z l_6^2}{2 E I_6} = \frac{5886 \cdot 1650^2}{2 \cdot 210000 \cdot 1394 \cdot 10^4} = 2.74 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

El giro producido en el apoyo 4 de la viga 5 es:

$$\theta_{4,5} = \frac{F l_5^2}{16 E I_5} - \frac{q_5 l_5^3}{24 E I_5} = \frac{34000 \cdot 2220^2}{16 \cdot 210000 \cdot 784.2 \cdot 10^4} - \frac{7.2 \cdot 2220^3}{24 \cdot 210000 \cdot 784.2 \cdot 10^4} = 6.36 \cdot 10^{-3} - 1.99 \cdot 10^{-3}$$
$$\rightarrow \theta_{4,5} = 4.37 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Por tanto el mayor giro se produce debido a la viga 5 con valor $4.37 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$

Además la viga 1 produce un giro en la viga 2 que también hay que tener en cuenta.

El giro producido en el apoyo 1 de la viga 1 es:

$$\theta_{1,1} = \frac{q l_1^3}{384 E I_1} = \frac{7.2 \cdot 2200^3}{384 \cdot 210000 \cdot 15.33 \cdot 10^4} = 6.2 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Teniendo en cuenta que los dos giros tienen sentidos opuestos se han de sumar:

$$\theta_e = \theta_{4,6} + \theta_{1,1} = 4.37 \cdot 10^{-3} + 6.2 \cdot 10^{-3} = 10.57 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

El ángulo de giro unitario por torsión de la viga 2 es

$$\vartheta_2 = \frac{\theta_e}{l_2} = \frac{10.57 \cdot 10^{-3}}{1300} = 8.13 \cdot 10^{-6} \text{ rad/mm}$$

El par torsor para el perfil escogido por tensión normal es

$$T = G J \vartheta = 81000 \cdot 516.4 \cdot 10^4 \cdot 8.13 \cdot 10^{-6} = 3400648.92 \text{ Nmm}$$

El esfuerzo tangencial máximo es

$$\tau_{yz,t} = \frac{T}{C} = \frac{3400648.92}{82.84 \cdot 10^3} = 41.05 \text{ Mpa}$$

En esta sección la cortadura es cero.

Ecuación de Von Mises sección 1:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \tau_{yz,t}^2} = \sqrt{121.44^2 + 3 \cdot 41.05^2} = 140.72 \text{ Mpa}$$



Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{140.72} = 2.91 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Tensión por cortadura sección 4:

Solo se calculará en el alma ya que tiene mayor valor la tensión tangencial que en el ala.

Tensión tangencial máxima por cortadura en el alma para este perfil:

$$\tau_{Alma,c} = \frac{3 V_y (L - t)^2}{8 I_z} = \frac{3 \cdot 10530 \cdot (120 - 3.2)^2}{8 \cdot 338.1 \cdot 10^4} = 15.93 \text{ Mpa}$$

Ecuación de Von Mises sección 4:

Tensión Von mises en el alma:

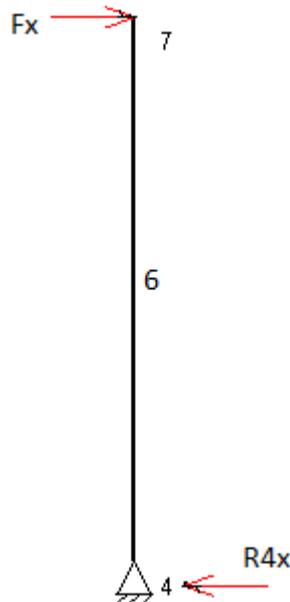
$$\sigma_e = \sqrt{3} \cdot (\tau_{yz,c} + \tau_{yz,t}) = \sqrt{3} \cdot (15.93 + 41.05) = 98.69 \text{ Mpa}$$

Al ser menor el esfuerzo Von Mises que en la sección 1 se tiene que se cumple.

Perfil vigas 2 y 4= Tubo cuadrado 120 × 120 × 3.2

-Pilares 6 y 7:

Esquemáticamente puede representarse de la siguiente manera según hipótesis 1 de las fuerzas de guiado:

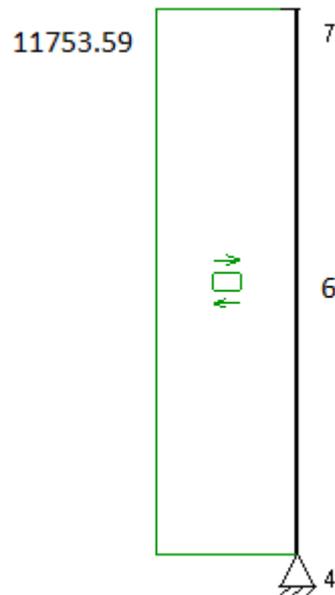


Donde $F_x = 11559.89 \text{ N}$.

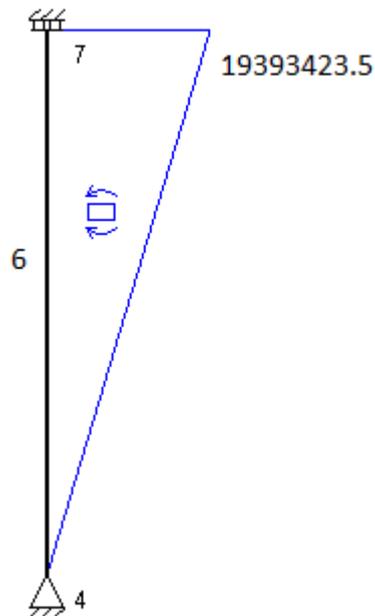
Por equilibrio de fuerzas se deduce que la reacción es $R_{4x} = 11753.59 \text{ N}$ en la dirección mostrada en la imagen superior.



El diagrama de esfuerzos cortantes del pilar 6 y 7 según hipótesis 1 es:



El diagrama de momentos flectores de las pilares 6 y 7 según hipótesis 1 es:



Ecuación del momento flector en función de la distancia:

$$M_{(y)} = R_{4x} \cdot y$$

Donde el momento flector en el punto 4 es para $y=0$:

$$M_4 = 0$$

El momento flector en el punto 7 es para $y=l=1650$ mm:

$$M_2 = 11753.59 \cdot 1650 = 19393423.5 \text{ Nmm}$$

Por tanto la sección crítica es el punto 7.



Tensión normal :

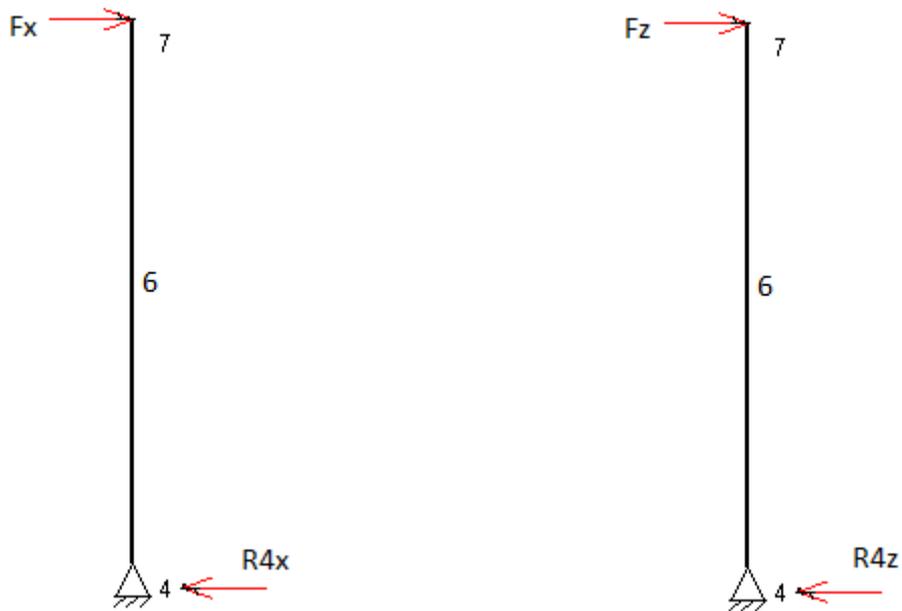
Teniendo en cuenta que el perfil estimado es el perfil tubo cuadrado $160 \times 160 \times 6$ se tiene:

$$\sigma_y = \frac{M_z}{W_z} = \frac{19393423.5}{174.2 \cdot 10^3} = 111.33 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

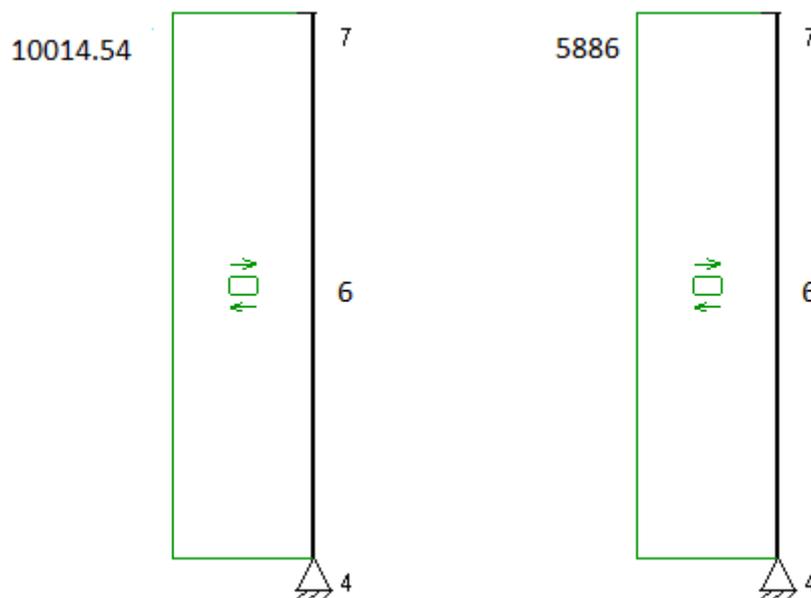
$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{111.33} = 3.68 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Esquemáticamente puede representarse de la siguiente manera según hipótesis 2 de las fuerzas de guiado:



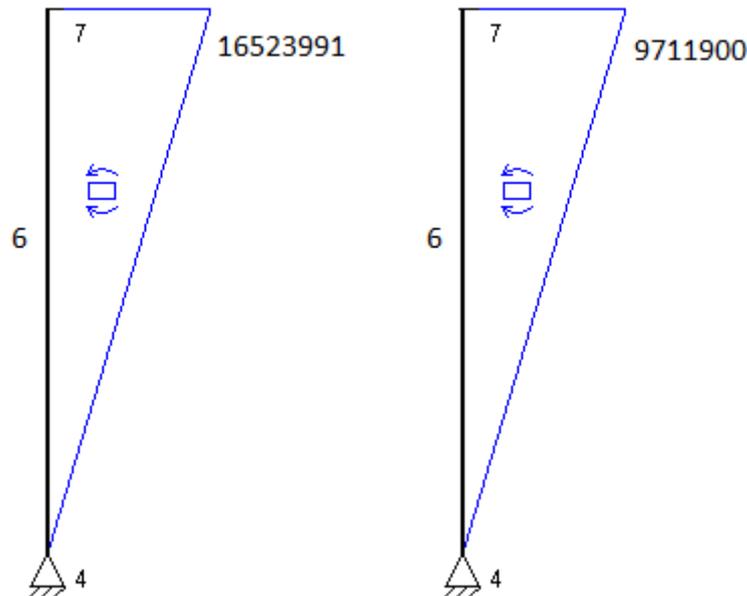
Donde $F_x=10014.54 \text{ N}$; $F_z=5886 \text{ N}$

El diagrama de esfuerzos cortantes del pilar 6 y 7 según hipótesis 2 es:





El diagrama de momentos flectores de las pilares 6 y 7 según hipótesis 2 es:



Donde se ha procedido de igual manera que anteriormente dando los momentos máximos:

$$M_z = 10014.54 \cdot 1650 = 16523991 \text{ Nmm}$$

$$M_x = 5886 \cdot 1650 = 9711900 \text{ Nmm}$$

Tomando valores absolutos sin conocer si se trata de tracción o de compresión da la tensión máxima

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_z}{W_z}$$

La tensión normal con el perfil 160X160X6 es:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_z}{W_z} = \frac{9711900}{174.2 \cdot 10^3} + \frac{16523991}{174.2 \cdot 10^3} = 150.61 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{150.61} = 2.72 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Perfil pilares 6 y 7= Tubo cuadrado 160 × 160 × 6

-Viga 8:

Esta viga no está sometida a ningún tipo de esfuerzo. Tiene como función servir de unión a los dos pilares y dar rigidez, además de ejercer de soporte a las rozaderas.

Su dimensión es 170X2220X5 (mm³). Su acero es SJR235.

-Comprobación de fuerza estimada:

Para que las fuerzas de guiado aproximadas sean válidas se tiene que cumplir que la fuerza aproximada esté por encima de la fuerza real:



Peso de los perfiles

$$\begin{aligned} &= \sum \left(\frac{p}{l} \right) \cdot l = (4.160 \cdot 1960 \cdot 10^{-3}) + (10.7 \cdot 1160 \cdot 10^{-3}) + (20.6 \cdot 2220 \cdot 10^{-3}) \\ &+ (11.7 \cdot 1160 \cdot 2 \cdot 10^{-3}) + (28.1 \cdot 1650 \cdot 2 \cdot 10^{-3}) + (170 \cdot 2220 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 7850) \\ &= 200.98 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Peso total = Peso de los perfiles + S+Q = 200.98+219.06+3000 = 3420.04 Kg

Luego la fuerza es $F = \text{peso total} \cdot g = 3420.04 \cdot 9.81 = 33550.59 \text{ N}$

Error obtenido por la aproximación = $34000 - 33550.59 = 449.41 \text{ N}$

Los cálculos se consideran válidos, puesto que el error es de pequeña magnitud, y además la desviación es en un sentido que favorece al coeficiente de seguridad.

A.3 CÁLCULO DE LAS GUÍAS.

Según norma UNE-EN81.31 el cálculo de las guías se ha de comprobar bajo tres hipótesis que son las siguientes:

- 1._ Funcionamiento de un componente de seguridad.
- 2._ Utilización normal, funcionamiento.
- 3._ Utilización normal, carga.

El montacargas es accionado por un cilindro hidráulico de acción directa, y por tanto el montacargas siempre está apoyado sobre el pistón, además en caso de fallo de la cámara del mismo o fuga rápida del aceite hidráulico el montacargas nunca se desplomará, ya que descenderá a velocidad moderada conforme se vacía dicho aceite.

Al no existir desplome no hay necesidad de un freno dinámico o válvula paracaídas, y por tanto dicho efecto no van a tener que soportarlo las guías.

De todo ello se deduce que la primera hipótesis "Funcionamiento de un componente de seguridad" no afecta al montacargas objeto del presente proyecto.

Por otra parte el montacargas no dispone de una pisadera, y por ello la tercera hipótesis "Utilización normal, carga" tampoco afecta al montacargas.

Luego la única hipótesis que se comprobará será la segunda "Utilización normal, funcionamiento"

-Cálculo guías según hipótesis 2 "Utilización normal, funcionamiento":

Según dicha norma los montacargas se pueden clasificar según la disposición de la plataforma y sus guías. En este caso se tiene: "Guiado y suspensión en voladizo".

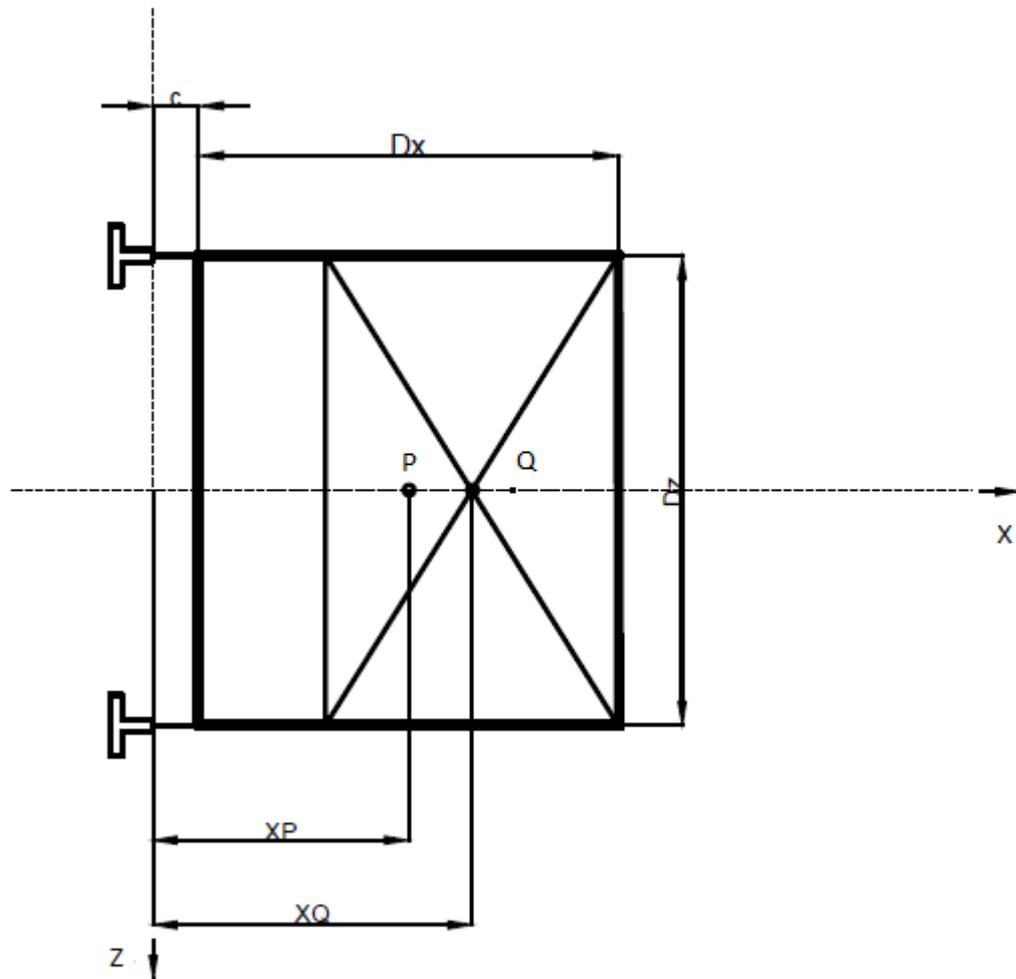
La norma establece en cada una de las hipótesis dos casos diferentes para la distribución de la carga. Por tanto se tendrá que comprobar si cumple la hipótesis bajo los dos diferentes casos.

Se representa esquemáticamente cada uno de los casos así como cada una de las distancias importantes para poder calcular las fuerzas.

A continuación cada una de las ecuaciones que aparecen se han sacado de la misma norma.



3.1 Distribución de la carga caso 1, con respecto al eje de las x:



Donde x_P, z_P es la posición de la masa (P) de la cabina, en relación con las coordenadas cruzadas de las guías, referida a los ejes x-z respectivamente.

x_Q, z_Q es la distancia de la carga nominal (Q) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías, referida a los ejes x-z respectivamente.

D_x es la profundidad de la cabina según el eje X

D_z es la anchura de la cabina según el eje Z

Donde

$$x_P = c + \frac{1}{2} \cdot D_x = 160 + \frac{1}{2} \cdot 1300 = 810 \text{ mm}$$

$$z_P = 0$$

$$x_Q = c + \frac{5}{8} \cdot D_x = 160 + \frac{5}{8} \cdot 1300 = 972.5 \text{ mm}$$

$$z_Q = 0$$



3.1.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje de los Z, debido a las fuerzas de guiado:

La fuerza de flexión es:

$$F_x = \frac{k_2 g [(Q \cdot x_Q) + (P \cdot x_P)]}{n h}$$

Donde k2=Factor de impacto funcionando (según norma k2=1.2)

n=número de guías (2 guías)

h=distancia entre guidoras de cabina (1650 mm)

$$P = \text{peso perfiles} + S = 200.98 + 219.06 = 420.04 \text{ Kg}$$

con todo ello se tiene que la fuerza es:

$$F_x = \frac{k_2 g [(Q \cdot x_Q) + (P \cdot x_P)]}{n h} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot [(3000 \cdot 972.5) + (420.04 \cdot 810)]}{2 \cdot 1650} = 11621.22 \text{ N}$$

El par de flexión es:

$$M_z = \frac{3 F_x l}{16}$$

Donde l=es la máxima distancia entre fijaciones de guía. Esta distancia se toma 1000 mm ya que se considera suficiente para asegurar el buen anclaje de las guías a la estructura.

Sustituyendo valores se tiene que el par es:

$$M_z = \frac{3 F_x l}{16} = \frac{3 \cdot 11621.22 \cdot 1000}{16} = 2178978.75 \text{ Nmm}$$

El esfuerzo de flexión es:

$$\sigma_y = \frac{M_z}{W_z}$$

Para poder determinar la tensión es necesario fijar un perfil. Se ha adoptado para las guías perfiles tipo T, que son los más adecuados para el uso de ascensores y montacargas. En principio, por espacio y siendo un perfil medio se escoge el perfil T114/B ($W_z=29.7 \text{ cm}^3$). Después se comprobará si es adecuado desde el punto de vista de seguridad.

Sustituyendo valores según perfil escogido el esfuerzo de flexión es:

$$\sigma_y = \frac{M_z}{W_z} = \frac{2178978.75}{29.7 \cdot 10^3} = 73.37 \text{ Mpa}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje de las X, debido a las fuerzas de guiado:

La fuerza de flexión es:

$$F_z = \frac{k_2 g [(Q \cdot z_Q) + (P \cdot z_P)]}{\frac{n}{2} h} = 0$$



El par de flexión es:

$$M_x = \frac{3 F_z l}{16} = 0$$

El esfuerzo de flexión es:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} = 0$$

3.1.2 Esfuerzo de pandeo

Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

3.1.3 Esfuerzos combinados

Se han de cumplir dos condiciones

1._ Condición:

$$\sigma_m \leq \sigma_{perm}$$

Donde σ_m =esfuerzo de flexión total. Cuya ecuación es:

$$\sigma_m = \sum \sigma_y$$

Por tanto el esfuerzo de flexión total es:

$$\sigma_m = \sum \sigma_y = 73.37 \text{ Mpa}$$

σ_{perm} =esfuerzo permisible. En el caso de las guías la norma establece el siguiente cuadro de valores posible:

| Casos de carga | Elongación (A5) | Factor de seguridad |
|---------------------------|-----------------|---------------------|
| Carga de uso normal | A5 >= 12% | 2,25 |
| | 8% <= A5 < 12% | 3,75 |
| Activación del paracaídas | A5 >= 12% | 1,8 |
| | 8% <= A5 < 12% | 3 |

El material escogido es acero de calidad media S275JR con $\sigma_{adm} = 410 \text{ Mpa}$, con una elongación A5 = 23%, además el caso de carga es "Carga de uso normal". Por tanto el factor de seguridad es $\eta = 2.25$.

Con todo ello se tiene que el esfuerzo permisible es:

$$\sigma_{perm} = \frac{\sigma_{adm}}{\eta} = \frac{410}{2.25} = 182.22 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\sigma_m \leq \sigma_{perm} \rightarrow 73.37 < 182.22 \rightarrow \text{Cumple}$$

2._ Condición:

$$\sigma \leq \sigma_{perm}$$

Donde σ =esfuerzo de flexión y compresión. Cuya ecuación es:



$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 M}{A}$$

Donde k_3 =Factor de impacto para partes auxiliares. El montacargas no contiene partes auxiliares.

M =es la fuerza en la guía debido a equipos auxiliares. No existen equipos auxiliares.

A =es el área de la sección transversal de guía.

Por todo ello la ecuación se reduce a:

$$\sigma = \sigma_m$$

Cuya ecuación ya se comprobó que cumplía en el apartado anterior.

3.1.4 Torsión de la base

Se tiene que cumplir:

$$\sigma_F \leq \sigma_{perm}$$

Donde σ_F =esfuerzo por torsión. Cuya ecuación viene dada por:

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot F_z}{c^2}$$

Donde c =es la anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía, para perfiles T.

Como $F_z=0$, entonces $\sigma_F = 0$

3.1.5 Flechas

Se han de cumplir dos condiciones

1._ Condición:

$$\delta_x \leq \delta_{perm}$$

Donde δ_x =flecha en la dirección x. Cuya ecuación y resultado es:

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x l^3}{48 E I_z} = 0.7 \cdot \frac{11621.22 \cdot 1000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 179 \cdot 10^4} = 0.451 \text{ mm}$$

Según la norma la deflexión tiene que cumplir:

$$\delta_{perm} = 5 \text{ mm}$$

Comprobación:

$$\delta_x \leq \delta_{perm} \rightarrow 0.451 < 5 \rightarrow \text{Cumple}$$

2._ Condición:

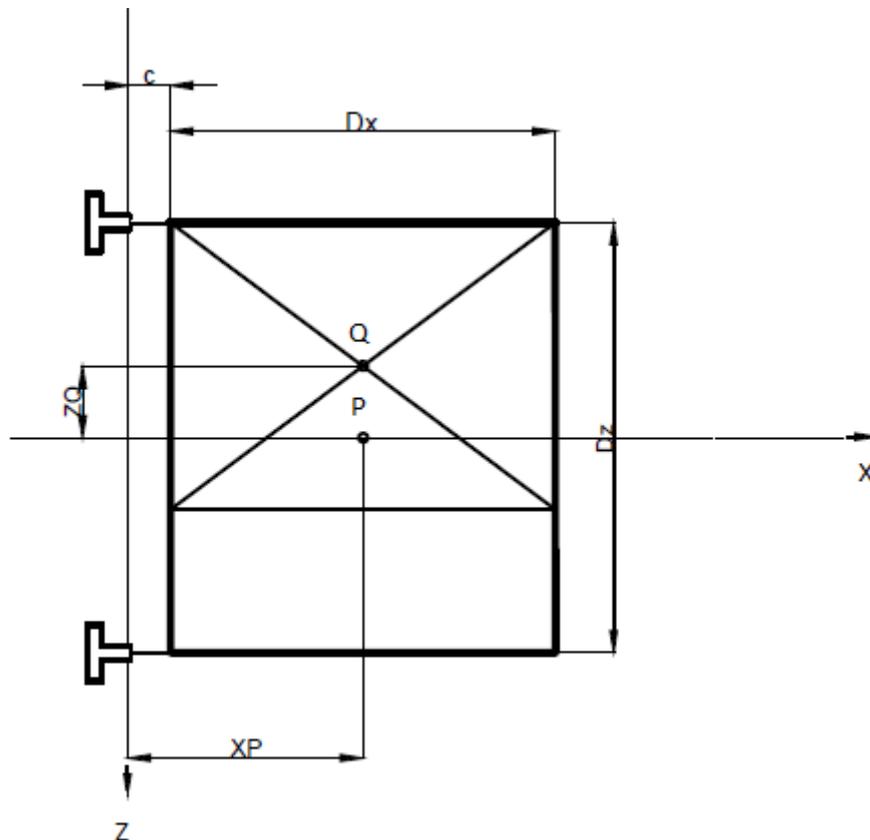
$$\delta_z \leq \delta_{perm}$$

Donde δ_z =flecha en la dirección z. Cuya ecuación y resultado es:

$$\delta_z = 0.7 \cdot \frac{F_z l^3}{48 E I_x} = 0$$

Por tanto cumple.

3.2 Distribución de la carga caso 2, con respecto al eje de las z:



Donde

$$x_p = c + \frac{1}{2} \cdot D_x = 160 + \frac{1}{2} \cdot 1300 = 810 \text{ mm}$$

$$z_p = 0$$

$$x_Q = c + \frac{1}{2} \cdot D_x = 810 \text{ mm}$$

$$z_Q = \frac{1}{8} \cdot D_z = \frac{1}{8} \cdot 2200 = 275 \text{ mm}$$

3.2.1 Esfuerzos de flexión

a) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje de los Z, debido a las fuerzas de guiado:

La fuerza de flexión es:

$$F_x = \frac{k_2 g [(Q \cdot x_Q) + (P \cdot x_P)]}{n h} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot [(3000 \cdot 810) + (420.04 \cdot 810)]}{2 \cdot 1650} = 9882.17 \text{ N}$$

El par de flexión es:

$$M_z = \frac{3 F_x l}{16} = \frac{3 \cdot 9882.17 \cdot 1000}{16} = 1852906.88 \text{ Nmm}$$



El esfuerzo de flexión es:

$$\sigma_y = \frac{M_z}{W_z} = \frac{1852906.88}{29.7 \cdot 10^3} = 62.39 \text{ Mpa}$$

b) Esfuerzos de flexión sobre la guía con respecto al eje de las X, debido a las fuerzas de guiado:

La fuerza de flexión es:

$$F_z = \frac{k_2 g [(Q \cdot z_Q) + (P \cdot z_P)]}{\frac{n}{2} h} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot [(3000 \cdot 275) + (420.04 \cdot 0)]}{\frac{2}{2} \cdot 1650} = 5886 \text{ N}$$

El par de flexión es:

$$M_x = \frac{3 F_z l}{16} = \frac{3 \cdot 5886 \cdot 1000}{16} = 1103625 \text{ Nmm}$$

El esfuerzo de flexión es:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} = \frac{1103625}{19.1 \cdot 10^3} = 57.78 \text{ Mpa}$$

3.2.2 Esfuerzo de pandeo

Ningún esfuerzo de pandeo aparece durante la carga en utilización normal.

3.1.3 Esfuerzos combinados

1. Condición:

El esfuerzo de flexión total es:

$$\sigma_m = \sum \sigma_y = 62.39 + 57.78 = 120.17 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\sigma_m \leq \sigma_{perm} \rightarrow 120.17 < 182.22 \rightarrow \text{Cumple}$$

2. Condición:

$$\sigma \leq \sigma_{perm}$$

Ocurre lo mismo que en el caso 1.

3.2.4 Torsión de la base

El esfuerzo por torsión es:

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot F_z}{c^2} = \frac{1.85 \cdot 5886}{9.5^2} = 120.65 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\sigma_F \leq \sigma_{perm} \rightarrow 120.65 < 182.22 \rightarrow \text{Cumple}$$

3.2.5 Flechas

La flecha en la dirección x es:



$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x l^3}{48 E I_z} = 0.7 \cdot \frac{9882.17 \cdot 1000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 179 \cdot 10^4} = 0.383 \text{ mm}$$

Comprobación:

$$\delta_x \leq \delta_{perm} \rightarrow 0.383 < 5 \rightarrow \text{Cumple}$$

La flecha en la dirección z es:

$$\delta_z = 0.7 \cdot \frac{F_z l^3}{48 E I_x} = 0.7 \cdot \frac{5886 \cdot 1000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 108 \cdot 10^4} = 0.378 \text{ mm}$$

Comprobación:

$$\delta_z \leq \delta_{perm} \rightarrow 0.378 < 5 \rightarrow \text{Cumple}$$

Luego tanto el perfil escogido como la distancia máxima entre fijaciones es correcta y cumplen todas las condiciones que propone la norma.

Distancia máxima entre fijaciones = 1000 mm

Perfil Guías= T114/B

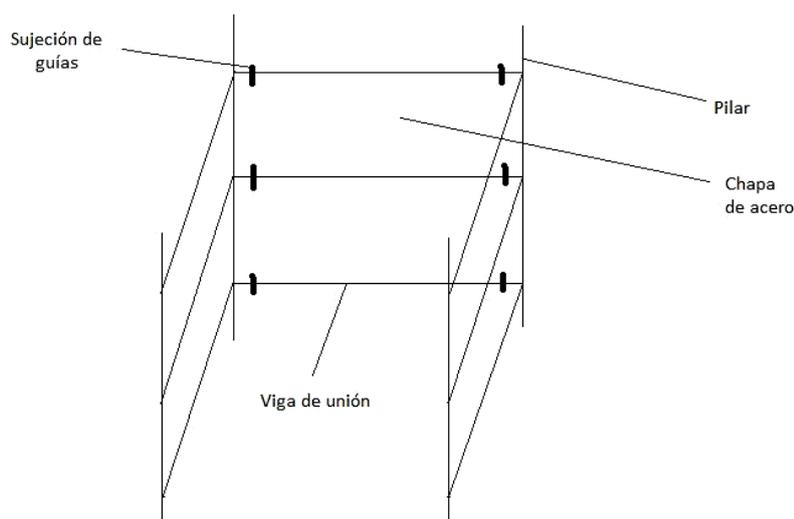
A.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL HUECO

Las paredes del hueco están hechas de ladrillo y por tanto no tienen capacidad portante para soportar los esfuerzos que se requieren para el cumplimiento de la norma UNE EN81-31. Por ello se monta una estructura cerrada dentro del hueco que soporte las solicitaciones que establece dicha norma. Esta estructura va anclada en el foso, en el sótano, en el techo y en el suelo de la primera planta, ya que estas zonas están hechas de forjados que sí permite su anclado.

La estructura se compone de cuatro pilares, uno en cada esquina del hueco, de unas vigas de unión para unir cada uno de los pilares y cercar la estructura, y por unas chapas de acero para cerrar totalmente la estructura.

La norma establece que las paredes deben resistir una fuerza 300 N distribuida uniformemente sobre una superficie de 5 cm² aplicada en ángulo recto. Por tanto cada uno de los componentes de la estructura tiene que soportar dicha fuerza.

Esquema de la estructura autoportante:





-Vigas de unión :

Las vigas de unión tienen la función de unir los pilares, pero también aquellas vigas que están unidas a las guías por medio de anclajes tienen que soportar los esfuerzos que las mismas guías le están transmitiendo.

Las fuerzas que aparecen en las guías ya se determinaron en el apartado anterior dando como resultados:

Caso 1:

$$F_x = 11621.22 \text{ N}$$

$$F_z = 0 \text{ N}$$

Caso 2:

$$F_x = 9882.17 \text{ N}$$

$$F_z = 5886 \text{ N}$$

De los resultados obtenidos no se puede garantizar que caso es más desfavorable y por tanto se comprobará para cada uno de los casos. Los resultados son mayores que los 300 N que establece la norma por tanto no se considerarán al ser de menor magnitud.

CASO 1:

La viga de unión tiene el siguiente esquema (plano z-x) :



Donde $F_x = 11621.22 \text{ N}$.

La distancia entre el apoyo A y la fuerza F_x más cercana es de 220 mm (ídem para el apoyo B). La longitud total de la viga es de 2480 mm.

Al existir simetría se deduce que $R_{Ax} = R_{Bx}$ y por equilibrio de fuerzas tenemos:

$$2 \cdot R_{Ax} - 2 \cdot F_x = 0 \rightarrow R_{Ax} = R_{Bx} = F_x = 11621.22 \text{ N}$$

Diagrama de fuerzas cortantes de las vigas de unión caso 1:

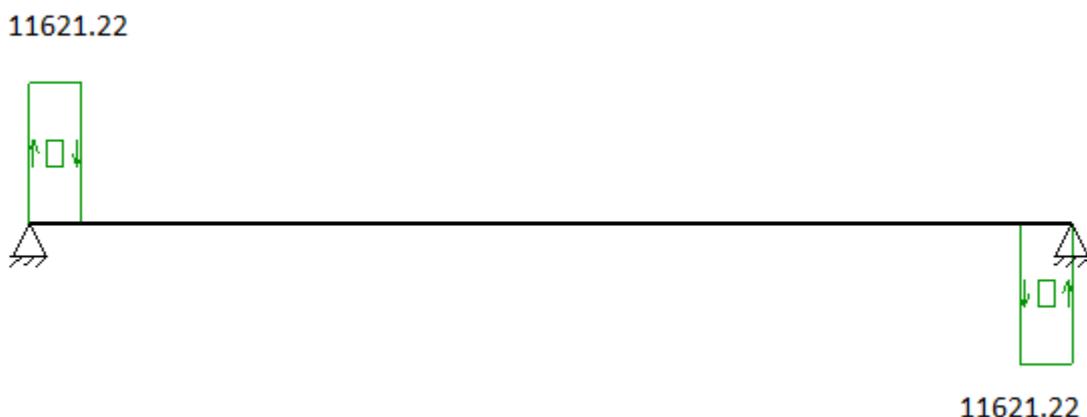
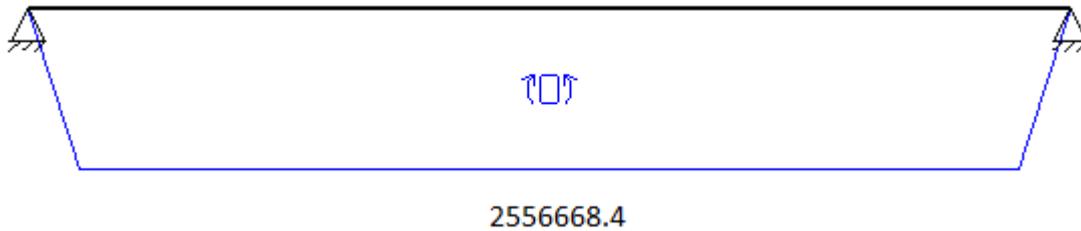




Diagrama de momentos flectores de las vigas de unión caso 1:



Donde el momento máximo se tiene de:

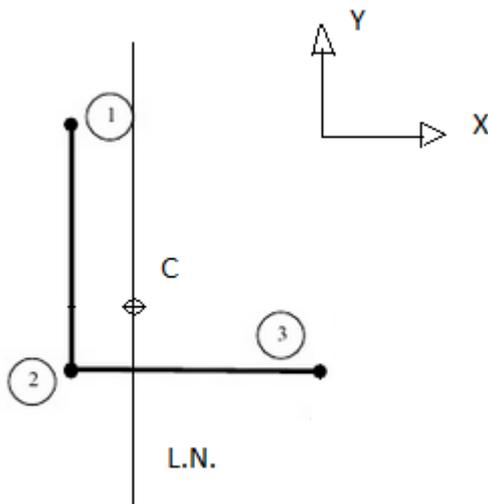
$$M_y = R_{Ax} \cdot 220 = 11621.22 \cdot 220 = 2556668.4 \text{ Nmm}$$

A partir de ahí la reacción se anula con la fuerza F_x , quedando sólo el momento producido por la reacción manteniéndose constante. Y por simetría se deduce el resto.

Tensión normal:

El perfil escogido para las vigas de unión tiene una sección del tipo "L".

Considerando que las cargas se encuentran en el centroide de la sección, el punto de la sección crítica se encuentra en el punto 1 del dibujo a continuación:



Esto es debido a:

Ecuación de la tensión normal simplificada

$$\sigma_z = \frac{M_y}{I_y} \cdot x$$

La línea neutra se encuentra en $\sigma_z = 0$ por tanto en $x=0$ (ver dibujo anterior). Como el punto más alejado es el punto 1 este será el punto crítico. Además en este punto la tensión tangencial por cortadura es cero, y como la tensión normal por flexión tiene más peso sólo se comprobará para éste.

El módulo resistente mínimo necesario es

$$W_y \geq \frac{M_y}{\sigma_{adm}} \cdot \eta = \frac{2556668.4}{410} \cdot 2.5 = 15589.44 \text{ mm}^3 = 15.59 \text{ cm}^3$$



Por tanto se escoge el perfil "L" 80 × 12 con $W_y=18.2 \text{ cm}^3$, $I_y=102 \text{ cm}^4$.

La tensión normal queda con este perfil:

$$\sigma_e = \frac{M_y}{W_y} = \frac{2556668.4}{18.2 \cdot 10^3} = 140.48 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{140.48} = 2.92 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

El perfil "L" 80 × 12 es válido.

Flecha admisible:

La norma UNE EN81-31 especifica que la máxima deformación permitida tiene que ser de 15 mm.

La flecha máxima que se produce en dicha viga producidas por las dos fuerzas es:

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{F a}{24 E I_y} (3 L^2 - 4 a^2)$$

Donde a es la distancia del apoyo A a la fuerza más próxima (por tanto $a=220 \text{ mm}$).

Por todo ello la flecha máxima es:

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{F a}{24 E I_y} (3 L^2 - 4 a^2) = \frac{11621.22 \cdot 220}{24 \cdot 210000 \cdot 102 \cdot 10^4} \cdot (3 \cdot 2480^2 - 4 \cdot 220^2) = 9.08 \text{ mm}$$

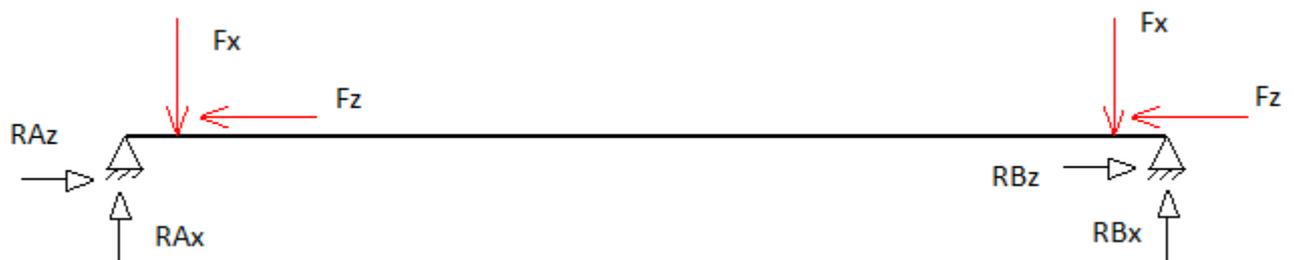
Comprobación:

$$\delta_{m\acute{a}x} \leq \delta_{perm} \rightarrow 9.08 < 15 \rightarrow \text{Cumple}$$

Por tanto el perfil "L" 80 × 12 sigue siendo válido.

CASO 2:

La viga de unión tiene el siguiente esquema (plano z-x) :



Donde $F_x=9882.17 \text{ N}$ y $F_z=5886 \text{ N}$.

La distancia entre el apoyo A y la fuerza F_x más cercana es de 220 mm (ídem para el apoyo B). La longitud total de la viga es de 2480 mm.

Al existir simetría se deduce que $R_{Ax}=R_{Bx}$ y por equilibrio de fuerzas se tiene:

$$2 \cdot R_{Ax} - 2 \cdot F_x = 0 \rightarrow R_{Ax} = R_{Bx} = F_x = 9882.17 \text{ N}$$



además por el mismo motivo de antes $R_{Az}=R_{Bz}$ y por equilibrio de fuerzas se tiene:

$$2 \cdot R_{Az} - 2 \cdot F_z = 0 \rightarrow R_{Az} = R_{Bz} = F_z = -5886 \text{ N}$$

Diagrama de fuerzas axiales de las vigas de unión caso 2:



Diagrama de fuerzas cortantes de las vigas de unión caso 2:

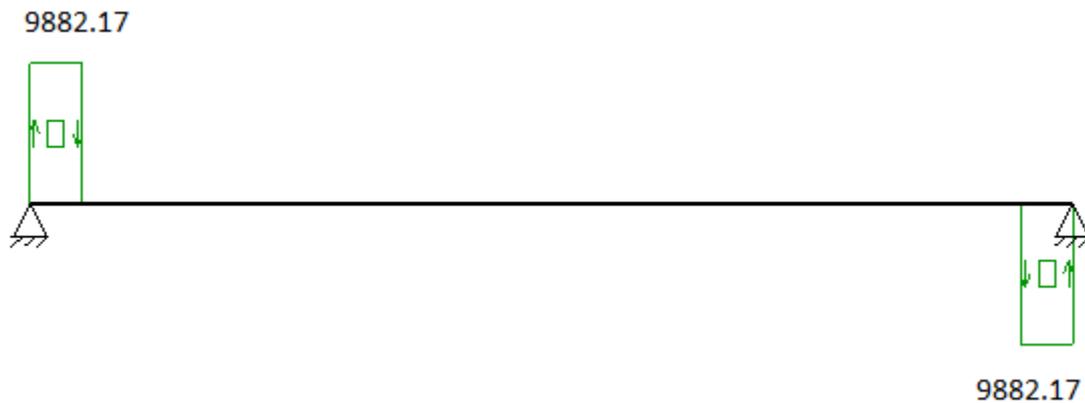
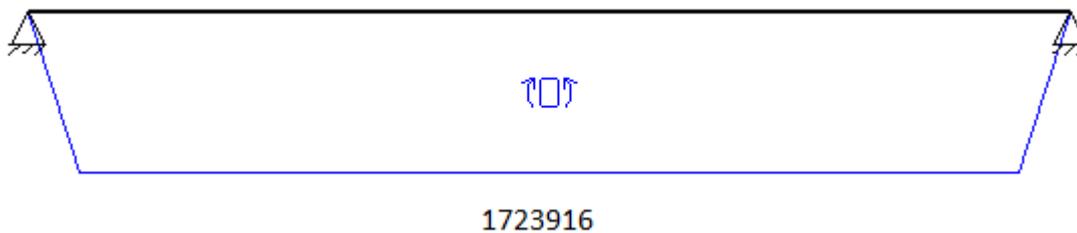


Diagrama de momentos flectores de las vigas de unión caso 2:



Donde el momento máximo se tiene de:

$$M_y = R_{Ax} \cdot 200 = 9882.17 \cdot 220 = 2174077.4 \text{ Nmm}$$

Tensión normal:

La tensión normal es

$$\sigma_z = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} - \frac{M_y}{W_y}$$

Donde $M_x=0$

$$\sigma_z = \frac{N}{A} - \frac{M_y}{W_y} = \frac{N}{A} - \frac{M_y}{I_y} \cdot x$$



La línea neutra se encuentra en

$$\sigma_z = 0 \rightarrow x = \frac{N I_y}{A M_y}$$

Por tanto x es constante, y por ello, como pasaba anteriormente, el punto más desfavorable es el 1. Es por ello que se comprueba el esfuerzo axial y por flexión.

Se comprueba si el perfil mínimo escogido en el caso 1 es válido para el caso 2, cuyas propiedades son: $W_y=18.2 \text{ cm}^3$, $I_y=102 \text{ cm}^4$, $A=17.90 \text{ cm}^2$.

La tensión normal con este perfil es:

$$\sigma_z = \frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{5886}{17.90 \cdot 10^2} + \frac{2174077.4}{18.2 \cdot 10^3} = 3.29 + 119.45 = 122.74 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{122.74} = 3.34 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

El perfil "L" 80 × 12 es válido.

Perfil viga de unión de la estructura autoportante= "L" 80 × 12

Además cumple con la flecha admisible del caso 2 ya que la fórmula que se emplea es la misma y la única magnitud que cambia es la de la fuerza, que en el caso 1 es de mayor orden que en el caso 2.

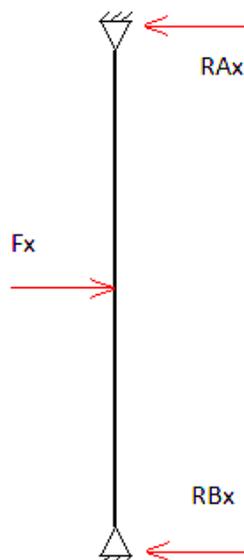
-Pilares:

Las reacciones producidas en las vigas de unión las han de soportar los pilares.

El punto de aplicación más desfavorable de estas fuerzas es en el punto medio del pilar.

CASO 1:

El pilar tiene el siguiente esquema (plano y-x) :





Donde $F_x=11621.22$ N.

La longitud resistente del pilar (del sótano al primer piso) es el recorrido del montacargas, por tanto la longitud resistente del pilar es de 4 m.

Al existir simetría se deduce que $R_{Ax}=R_{Bx}$ y por equilibrio de fuerzas tenemos:

$$2 \cdot R_{Ax} - F_x = 0 \rightarrow R_{Ax} = R_{Bx} = \frac{F_x}{2} = \frac{11621.22}{2} = 5810.61 \text{ N}$$

Diagrama de fuerzas cortantes de los pilares caso 1:

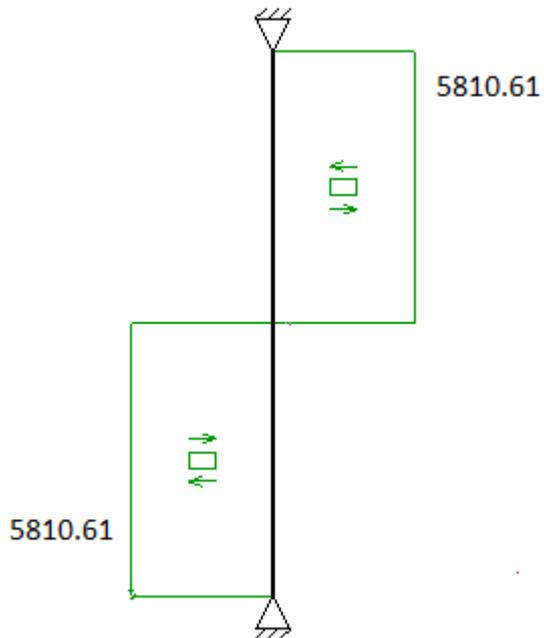
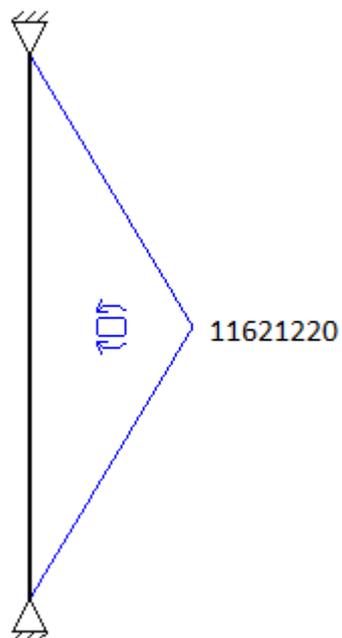


Diagrama de momentos flectores de los pilares caso 1:





Donde el momento flector máximo es

$$M = R_{Ax} \cdot \frac{l}{2} = 5810.61 \cdot \frac{4000}{2} = 11621220 \text{ Nmm}$$

Tensión normal:

La tensión normal es

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{W_z} - \frac{M_x}{W_x}$$

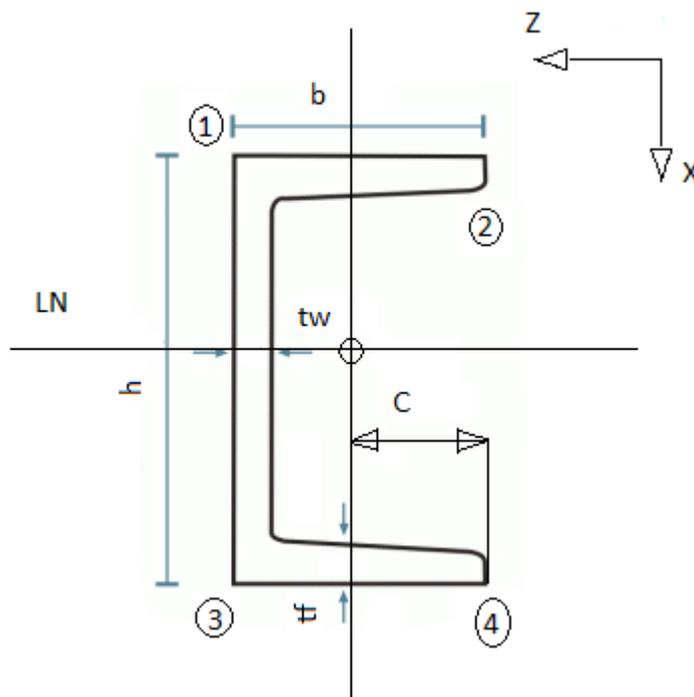
Además se tiene $N=0$, $M_x=0$

$$\sigma_y = \frac{M_z}{W_z} = \frac{M_z}{I_z} \cdot x$$

La línea neutra queda en

$$\sigma_y = 0 \rightarrow x = 0$$

Por tanto para un perfil UPN se tiene:



Donde se deduce que la tensión normal máxima se produce en los extremos del perfil (señalados numéricamente). Además se tiene que en los puntos 1 y 3 existe tensión tangencial por cortante. Por todo ello los esfuerzos se determinan en estos puntos que tienen igual magnitud de signo contrario.

El módulo resistente mínimo necesario es

$$W_z \geq \frac{M_z}{\sigma_{adm}} \cdot \eta = \frac{11621220}{410} \cdot 2.5 = 70861.1 \text{ mm}^3 = 70.86 \text{ cm}^3$$

Por tanto se escoge el perfil UPN 140 con $W_z=86.4 \text{ cm}^3$, $I_z=605 \text{ cm}^4$.



La tensión normal con este perfil es:

$$\sigma_y = \frac{M_z}{W_z} = \frac{11621220}{86.4 \cdot 10^3} = 134.5 \text{ Mpa}$$

Tensión por cortadura:

La tensión por cortadura en los puntos 1 y 3 es:

$$\tau_{xz} = \frac{V_x b (h - t_f)}{4 I_z}$$

Sustituyendo valores numéricos del perfil UPN 140 se tiene

$$\tau_{xz} = \frac{V_x b (h - t_f)}{4 I_z} = \frac{5810.61 \cdot 60 \cdot (140 - 10)}{4 \cdot 605 \cdot 10^4} = 1.87 \text{ Mpa}$$

Ecuación de Von Mises:

La tensión equivalente es:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_y^2 + 3 \tau_{xz}^2} = \sqrt{134.5^2 + 3 \cdot 1.87^2} = 134.54 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{134.54} = 3.05 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Flecha admisible:

La flecha máxima que se produce en dicho pilar es:

$$\delta_{m\acute{a}x} = \frac{F l^3}{48 E I_z} = \frac{11621.22 \cdot 4000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 605 \cdot 10^4} = 12.2 \text{ mm}$$

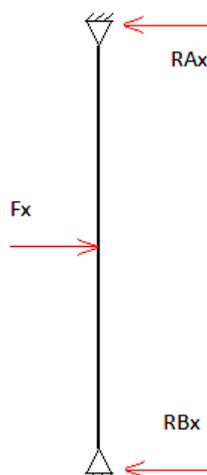
Comprobación:

$$\delta_{m\acute{a}x} \leq \delta_{perm} \rightarrow 12.2 < 15 \rightarrow \text{Cumple}$$

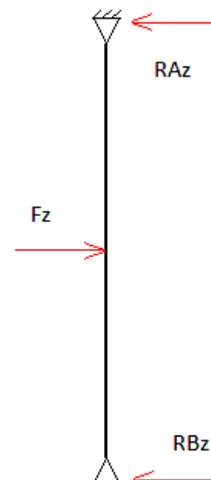
Por tanto el perfil según caso 1 es UPN 140.

CASO 2:

El pilar tiene el siguiente esquema (plano y-x) :



El pilar tiene el siguiente esquema (plano y-z) :





DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0) Hoja 40 de 93

Donde $F_x=9882.17$ N y $F_z=5886$ N.

Al existir simetría se deduce que $R_{Ax}=R_{Bx}$ y por equilibrio de fuerzas tenemos:

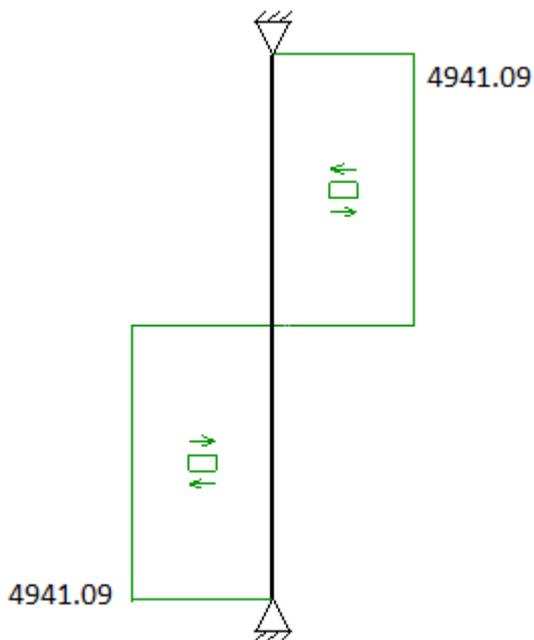
$$2 \cdot R_{Ax} - F_x = 0 \rightarrow R_{Ax} = R_{Bx} = \frac{F_x}{2} = \frac{9882.17}{2} = 4941.09 \text{ N}$$

Ídem para el plano y-z.

$$2 \cdot R_{Az} - F_z = 0 \rightarrow R_{Az} = R_{Bz} = \frac{F_z}{2} = \frac{5886}{2} = 2943 \text{ N}$$

Diagrama de fuerzas cortantes de los pilares caso 2:

Plano y-x:



Plano y-z:

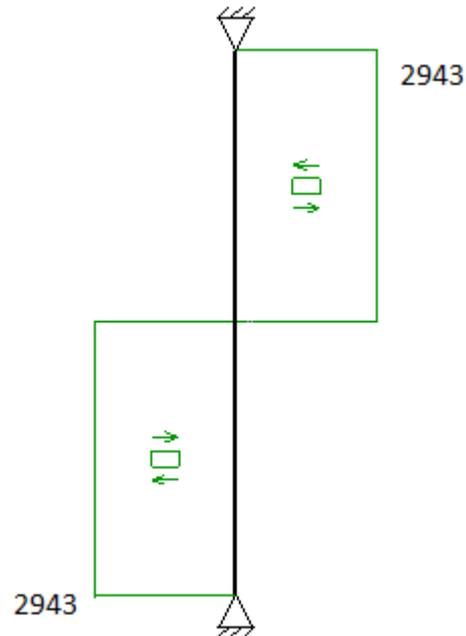
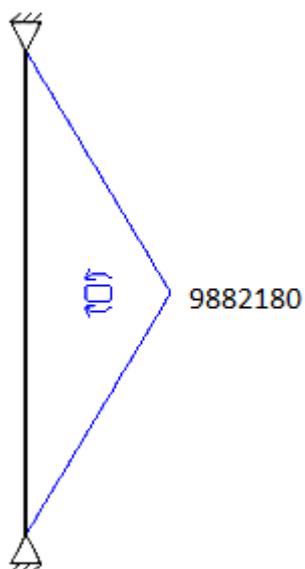
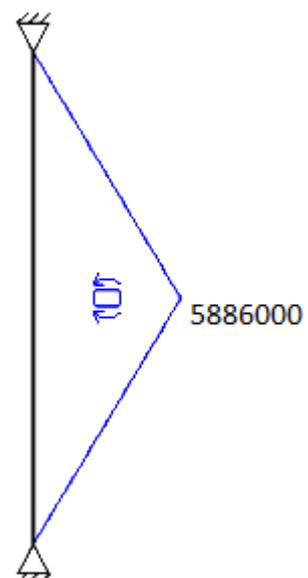


Diagrama de momentos flectores de los pilares caso 2:

Plano y-x:



Plano y-z:





Donde el momento flector máximo en el plano y-x es

$$M_z = R_{Ax} \cdot \frac{l}{2} = 4941.09 \cdot \frac{4000}{2} = 9882180 \text{ Nmm}$$

Donde el momento flector máximo en el plano y-z es

$$M_x = R_{Az} \cdot \frac{l}{2} = 2943 \cdot \frac{4000}{2} = 5886000 \text{ Nmm}$$

Tensión normal:

La tensión normal es

$$\sigma_y = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{W_z} - \frac{M_x}{W_x}$$

Donde N=0

$$\sigma_y = \frac{M_z}{W_z} - \frac{M_x}{W_x} = \frac{M_z}{I_z} \cdot x - \frac{M_x}{I_x} \cdot z$$

Por tanto la línea neutra:

$$\sigma_y = 0 \rightarrow x = \frac{M_x I_z}{M_z I_x} \cdot z$$

Por tanto se tiene que los puntos críticos están localizados en los extremos de la sección. Los puntos 1 y 3 siguen siendo más desfavorables al aparecer cortadura en las dos direcciones.

Tomando valores absolutos sin conocer si se trata de tracción o de compresión da la tensión máxima

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_z}{W_z}$$

En el caso 1 se determinó como válido el perfil UPN 140. La tensión normal con este perfil es:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_z}{W_z} = \frac{5886000}{14.8 \cdot 10^3} + \frac{9882180}{86.4 \cdot 10^3} = 397.7 + 114.38 = 512.08 \text{ Mpa}$$

El acero escogido tiene una resistencia a tracción de 410 Mpa, por tanto no cumple. Del resultado anterior se deduce que el mayor peso reside en el cociente M_x/W_x , por tanto se predimensionará para este valor y luego se comprobará con la segunda componente del sumando.

$$W_x \geq \frac{M_x}{\sigma_{adm}} \cdot \eta = \frac{5886000}{410} \cdot 2.5 = 35890.24 \text{ mm}^3 = 35.89 \text{ cm}^3$$

Por tanto UPN 240 con $W_x=39.6 \text{ cm}^3$, $W_z=300 \text{ cm}^3$.

La tensión normal total con este perfil es:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_z}{W_z} = \frac{5886000}{39.6 \cdot 10^3} + \frac{9882180}{300 \cdot 10^3} = 148.64 + 32.94 = 181.58 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{181.58} = 2.26 < 2.5 \rightarrow \text{no cumple}$$

No es válido, por tanto escogemos el perfil UPN 260: $W_x=47.7 \text{ cm}^3$, $W_z=371 \text{ cm}^3$.



La tensión normal total con este perfil es:

$$\sigma_y = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_z}{W_z} = \frac{5886000}{47.7 \cdot 10^3} + \frac{9882180}{371 \cdot 10^3} = 123.4 + 26.64 = 150.04 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{150.04} = 2.73 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Tensión por cortadura:

En este caso se tienen dos cortantes con momentos estáticos diferentes y por tanto ecuaciones diferentes.

Tensión cortante debido al cortante V_x

$$\tau_{xz} = \frac{V_x b (h - t_f)}{4 I_z}$$

Tensión cortante debido al cortante V_z

$$\tau_{xz} = \frac{V_z C^2}{2 I_x}$$

Donde cada una de las cotas está señalada en el dibujo anterior del perfil. La tensión por cortadura total será la suma de las dos tensiones tangenciales:

$$\tau_{xz} = \frac{V_x b (h - t_f)}{4 I_z} + \frac{V_z C^2}{2 I_x}$$

Para el caso del perfil UPN 260 se tiene:

$$\tau_{xz} = \frac{V_x b (h - t_f)}{4 I_z} + \frac{V_z C^2}{2 I_x} = \frac{4941.09 \cdot 90 \cdot (260 - 14)}{4 \cdot 4820 \cdot 10^4} + \frac{2943 \cdot 66.46^2}{2 \cdot 317 \cdot 10^4} = 0.567 + 2.05 = 2.62 \text{ Mpa}$$

Ecuación de Von Mises:

La tensión equivalente es:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_y^2 + 3 \tau_{xz}^2} = \sqrt{150.04^2 + 3 \cdot 2.62^2} = 150.11 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{410}{150.11} = 2.73 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Flecha admisible:

En este caso será la suma de las resultantes de las flechas.

La flecha máxima que se produce en dicho pilar en el plano y-x es:

$$\delta_{m\acute{a}x,1} = 0.7 \cdot \frac{F_x l^3}{48 E I_z} = 0.7 \cdot \frac{9882.17 \cdot 4000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 4820 \cdot 10^4} = 0.911 \text{ mm}$$

La flecha máxima que se produce en dicho pilar en el plano y-z es:

$$\delta_{m\acute{a}x,2} = 0.7 \cdot \frac{F_z l^3}{48 E I_x} = 0.7 \cdot \frac{5886 \cdot 4000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 317 \cdot 10^4} = 8.25 \text{ mm}$$



Comprobación:

$$\delta_{perm} \geq \delta_{m\acute{a}x,1} + \delta_{m\acute{a}x,2} \rightarrow 0.911 + 8.25 = 9.16 < 15 \rightarrow \text{Cumple}$$

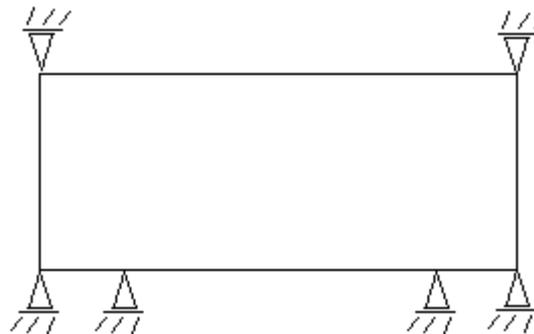
Por tanto el caso más desfavorable es el 2, y por ello el perfil escogido es:

Perfil pilares de la estructura autoportante= UPN 260

-Chapas de acero:

El caso más desfavorable es una chapa de acero de dimensiones 2480X976 mm² con una fuerza puntual en el centro de dicha chapa. El valor de esta fuerza es la que especifica la norma UNE para el hueco, es decir 300 N.

Se considera que la chapa está sobre 6 apoyos de la siguiente manera:



La fuerza desplazada a cada lado de la chapa es:

$$F_d = \frac{F}{2} = \frac{300}{2} = 150 \text{ N}$$

Para el cálculo del espesor mínimo se considera el lado de la chapa más desfavorable que es la que tiene dos apoyos.

Por tanto cada reacción soportará la mitad:

$$R = \frac{F_d}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ N}$$

Se toma como hipótesis una viga biapoyada con fuerza puntual en el centro de la viga. Cada reacción soporta la reacción anterior, es decir 75 N. Por tanto el par máximo provocado en la viga es:

$$M_y = R \cdot \frac{l}{2}$$

Donde l es la longitud de la viga. La situación más desfavorable es para l=2480 mm quedando:

$$M_y = R \cdot \frac{l}{2} = 75 \cdot \frac{2480}{2} = 93000 \text{ Nmm}$$

El espesor mínimo para un acero de resistencia a tracción 410 Mpa es:

$$\frac{\sigma_{adm}}{\eta} \geq \frac{M_y}{I_y} \cdot x = \frac{M_y}{\frac{b \cdot e^3}{12}} \cdot \frac{e}{2} = \frac{6 M_y}{b e^2} \rightarrow e \geq \sqrt{\frac{6 M_y}{b \sigma_{adm}}} \cdot \eta = \sqrt{\frac{6 \cdot 93000}{976 \cdot 410}} \cdot 2.5 = 1.87 \text{ mm} \rightarrow e = 2 \text{ mm}$$

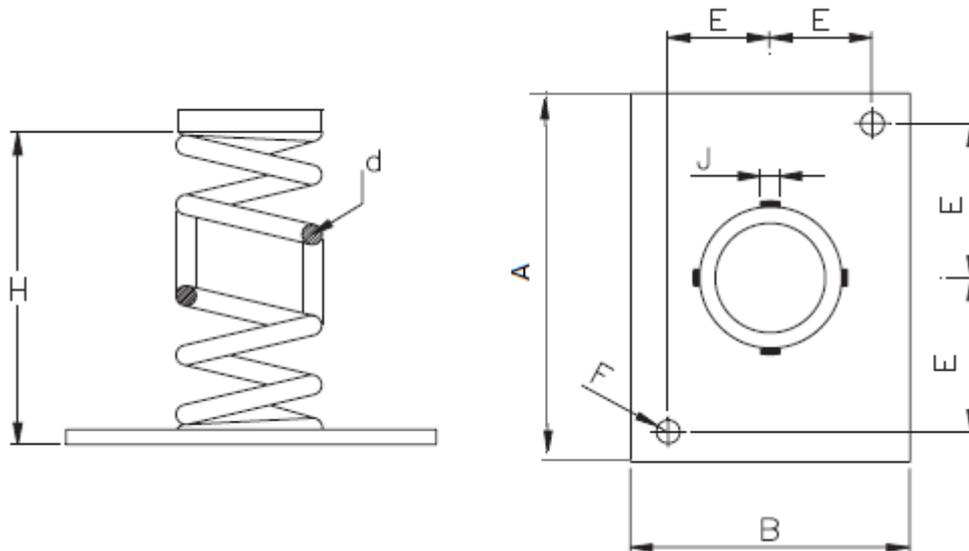
Por tanto:

Espesor de la chapa de acero de la estructura autoportante= 2 mm



A.5 AMORTIGUADORES DE FOSO

Se toma para los amortiguadores de foso la serie de productos de la empresa “RALOE”. Son de la clase de amortiguador de resorte:



Las medidas y especificaciones técnicas de los amortiguadores son:

| REF. | D | d | H | A | B | C | E | Ø F | J | CARGA MIN. | CARGA MÁX. | VELOC. MAX. | CÓD. |
|-------|-----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|------------|------------|-------------|------|
| - | 74 | 13 | 182 | 150 | 100 | 60 | 30 | 12 | 30 | 275 KG | 440 KG | 0.63 m/s | HM01 |
| - | 82 | 16 | 226 | 150 | 100 | 60 | 30 | 12 | 30 | 450 KG | 720 KG | 0.63 m/s | HM02 |
| - | 105 | 20 | 214 | 150 | 100 | 60 | 30 | 12 | 30 | 700 KG | 1120 KG | 0.63 m/s | HM03 |
| - | 95 | 14 | 284 | 150 | 100 | 60 | 30 | 12 | 40 | 275 KG | 440 KG | 1.00 m/s | HM04 |
| - | 122 | 18 | 288 | 200 | 150 | 80 | 60 | 12 | 50 | 450 KG | 720 KG | 1.00 m/s | HM05 |
| - | 146 | 22 | 299 | 200 | 150 | 80 | 60 | 12 | 50 | 700 KG | 1120 KG | 1.00 m/s | HM06 |
| - | 128 | 28 | 280 | 200 | 150 | 80 | 60 | 12 | 50 | 1525 KG | 2440 KG | 0.63 m/s | HM10 |
| PLANO | | | | | | | | | | | | | |

Donde c = carrera máxima.

El peso total del montacargas es de 3420.04 Kg. Se instalan 3 amortiguadores, por tanto cada amortiguador soportará su parte proporcional 1140.01 Kg, además la velocidad del montacargas está por debajo de 0.63 m/s. Observando la tabla el amortiguador de código HM10 es válido.

Amortiguador de foso: 3 amortiguadores HM10 con carrera máxima de 80mm.

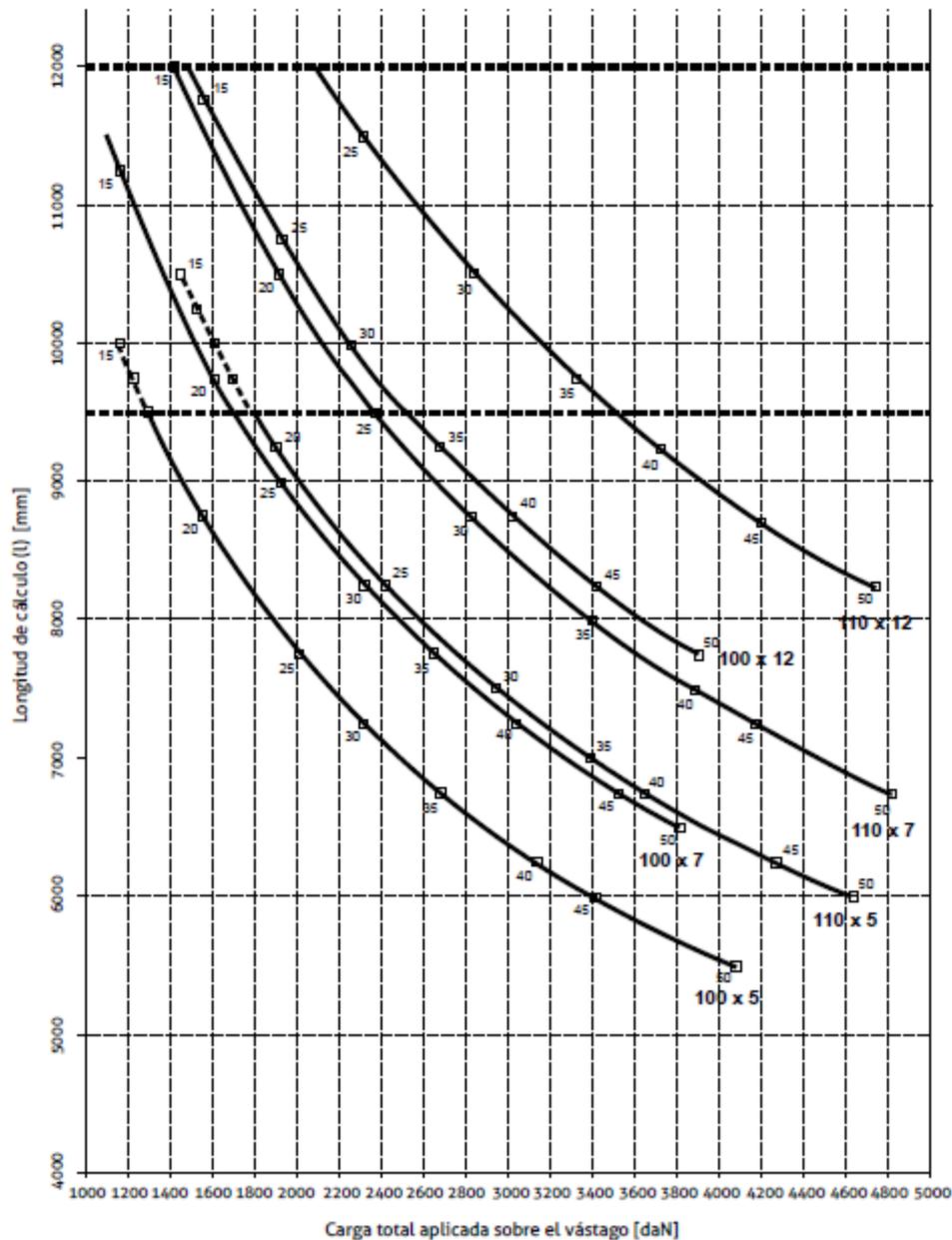
A.6 CÁLCULO DEL PISTÓN, CILINDRO Y CANALIZACIONES.

Cada una de las fórmulas y requisitos que a continuación se emplean se encuentran en la norma UNE EN81-31.

De las gráficas proporcionadas por el catálogo de ELEVALLA “Longitud de cálculo-Carga total en punta” del catálogo de cilindros hidráulicos se deduce que el pistón 100X5 es el adecuado.



4.2 Vástago $\phi 100-110$



Para longitud de cálculo de 4000 mm y carga total sobre el vástago de 3355.06 daN se tiene que el vástago 100x5 es suficiente.

Puesto que el punto no se encuentra en la línea de la gráfica, se comprueba en el siguiente apartado la presión a plena carga que no revase los 50 bar permitidos por el fabricante.

De este cilindro se comprueba cada uno de los requisitos que dicha norma exige para su cumplimiento.



A.7.1 Cálculo de resistencia a presión

-Cálculo presión a plena carga.

La presión a plena carga es:

$$p = \left[\frac{c_m (P + Q) + n P_r + n P_{rh}}{n \frac{\pi d^2}{4}} \right] g$$

Donde c_m = Coeficiente de suspensión diferencial. Para acción directa vale 1, para acción indirecta vale 2.

n = Número de pistones ($n = 1$).

P_{rh} = Masa del cabezal y la polea del cabezal si existen. Al ser de acción directa no existe.

d = Diámetro exterior del pistón ($d = 100$ mm).

P_r = Masa del vástago. Su ecuación es:

$$P_r = \frac{L_p}{1000} P_{rx} + P_{cx} (N - 1)$$

Donde L_p = Recorrido total del pistón. Según el fabricante para instalaciones de tracción directa central es:

$$L_p = L_c + (E_{sp} + E_{segp}) + (E_{si} + E_{segi} + \delta_{m\acute{a}x})$$

Donde L_c = Recorrido de la cabina ($L_c = 4000$ mm).

E_{sp} = Sobre-recorrido libre arriba ($E_{sp} = 155$ mm).

E_{segp} = Espacio de seguridad arriba ($E_{segp} = 30$ mm).

E_{si} = Sobre-recorrido libre abajo ($E_{si} = 40$ mm).

E_{segi} = Espacio de seguridad abajo ($E_{segi} = 55$ mm).

$\delta_{m\acute{a}x}$ = Recorrido del amortiguador ($\delta_{m\acute{a}x} = 80$ mm).

Por tanto el recorrido del pistón es:

$$L_p = L_c + (E_{sp} + E_{segp}) + (E_{si} + E_{segi} + \delta_{m\acute{a}x}) = 4000 + (155 + 30) + (40 + 55 + 80) = 4360 \text{ mm}$$

Volviendo a la ecuación anterior:

P_{rx} = Masa lineal del vástago ($P_{rx} = 1.5$ Kg/m).

P_{cx} = Masa de una unión del vástago. Nulo según fabricante.

N = Número de piezas en que está dividida el pistón (Para pistones simples vale 1).

Sustituyendo todas estos valores se tiene la masa del vástago:

$$P_r = \frac{L_p}{1000} P_{rx} + P_{cx} (N - 1) = \frac{4360}{1000} \cdot 1.5 = 6.54 \text{ Kg}$$



Y con todo ello la presión a plena carga es:

$$p = \left[\frac{c_m (P + Q) + n P_r + n P_{rh}}{n \frac{\pi d^2}{4}} \right] g = \left[\frac{1 \cdot (420.04 + 3000) + 1 \cdot 6.54}{1 \cdot \frac{\pi \cdot 100^2}{4}} \right] \cdot 9.81 = 4.28 \text{ Mpa} = 42.8 \text{ bar}$$

Según fabricante se tiene que cumplir:

$$p \leq p_{m\acute{a}x}$$

Donde $p_{m\acute{a}x} = 47 \text{ bar}$

Comprobación:

$$p \leq p_{m\acute{a}x} \rightarrow 42.8 < 47 \rightarrow \text{Cumple}$$

-Cálculo del espesor de los émbolos, cilindros, canalizaciones rígidas y accesorios.

-Cálculo del espesor de la pared del cilindro:

$$e_{cyl,d} = \frac{2.3 \cdot 1.7 p}{R_{p0.2}} \cdot \left(\frac{D}{2} \right) + e_0$$

Donde $e_{cyl,d}$ = Espesor teórico de la pared del cilindro.

e_0 es una constante que depende del espesor a estudiar. Para la pared del cilindro se toma 1.0 mm.

2.3 = Coeficiente de pérdidas por fricción (1.15) y picos de presión (2).

1.7 = Coeficiente de seguridad con relación al límite convencional de elasticidad.

D = Diámetro externo del cilindro. Para el cilindro escogido se tiene D = 133 mm.

$R_{p0.2}$ = Límite convencional de elasticidad (elongación no proporcional). Según el fabricante, el material es el que pertenece a la norma EN 10305-3. Por tanto se escoge el acero E460-F con las siguientes características mecánicas: $R_{p0.2} = 460 \text{ Mpa}$; $R_m = 520 \text{ Mpa}$.

$p = 4.28 \text{ Mpa}$. Calculado en el apartado anterior.

Con todo ello el espesor teórico de la pared del cilindro es:

$$e_{cyl,d} = \frac{2.3 \cdot 1.7 p}{R_{p0.2}} \cdot \left(\frac{D}{2} \right) + e_0 = \frac{2.3 \cdot 1.7 \cdot 4.28}{460} \cdot \left(\frac{133}{2} \right) + 1.0 = 3.42 \text{ mm}$$

Condición de validez:

$$e_{cyl} \geq e_{cyl,d}$$

Donde e_{cyl} = Espesor máximo de la pared del cilindro. Establecido por el fabricante según el cilindro escogido. En este caso se tiene $e_{cyl} = 4.5 \text{ mm}$

Comprobación:

$$e_{cyl} \geq e_{cyl,d} \rightarrow 4.5 > 3.42 \rightarrow \text{Cumple}$$

-Cálculo del espesor de la canalización rígida y flexibles:

El espesor de las canalizaciones las determina el fabricante de centrales hidráulicas, que tiene en cuenta las especificaciones y requisitos que le impone el presente proyecto en el siguiente apartado.



-Cálculo del espesor del émbolo:

$$e_{e,d} = \frac{2.3 \cdot 1.7 p}{R_{p0.2}} \cdot \left(\frac{D}{2}\right) + e_0$$

Donde $e_{e,d}$ = Espesor teórico del émbolo.

e_0 es una constante que depende del espesor a estudiar. Para el émbolo se toma 0.5 mm.

D = Diámetro externo del émbolo. Para el cilindro hidráulico escogido se tiene D = 100 mm.

$R_{p0.2}$ = Límite convencional de elasticidad (elongación no proporcional). Según el fabricante, el material es el que pertenece a la norma EN 10305-2 ó EN 10305-3. Por tanto se escoge el acero E320 (norma EN 10305-3) con las siguientes características mecánicas: $R_{p0.2} = 320 \text{ Mpa}$; $R_m = 410 \text{ Mpa}$.

Con todo ello el espesor teórico del émbolo es:

$$e_{e,d} = \frac{2.3 \cdot 1.7 p}{R_{p0.2}} \cdot \left(\frac{D}{2}\right) + e_0 = \frac{2.3 \cdot 1.7 \cdot 4.28}{320} \cdot \left(\frac{100}{2}\right) + 0.5 = 3.11 \text{ mm}$$

Condición de validez:

$$e_e \geq e_{e,d}$$

Donde e_e = Espesor máximo del émbolo. Establecido por el fabricante según el cilindro. En este caso se tiene $e_e = 5 \text{ mm}$

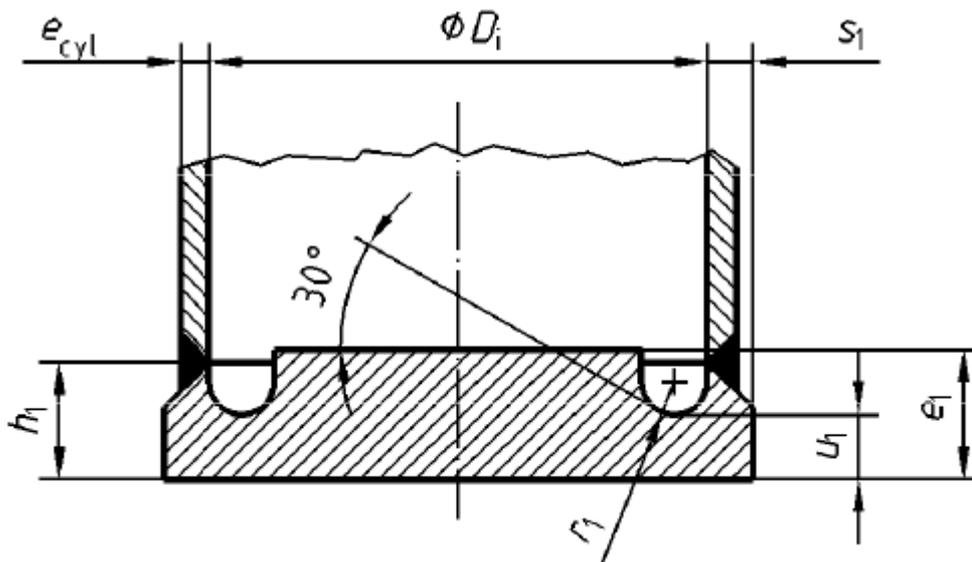
Comprobación:

$$e_e \geq e_{e,d} \rightarrow 5 > 3.11 \rightarrow \text{Cumple}$$

-Cálculo del espesor del fondo del cilindro:

La norma muestra tres tipos de construcciones con sus correspondientes fórmulas y condiciones que se tienen que cumplir.

Según el fabricante el fondo del cilindro es del tipo clasificado por la norma: "Fondo liso con ranuras de desahogo". Cuya disposición se muestra en la ilustración siguiente:





Se han de cumplir las condiciones para la liberación de tensiones en la junta soldada:

Condición 1:

$$r_1 \geq 0.2 s_1$$

Donde r_1 = Radio del fondo de la ranura de desahogo (según fabricante 6 mm).

s_1 = Espesor de la ranura de desahogo (según fabricante 6.75 mm).

Comprobación:

$$r_1 \geq 0.2 s_1 \rightarrow 6 > 0.2 \cdot 6.75 = 1.35 \rightarrow \text{Cumple}$$

Además tiene que cumplir que

$$r_1 \geq 5 \text{ mm} \rightarrow 6 > 5 \rightarrow \text{Cumple}$$

Condición 2:

$$u_1 \leq 1.5 s_1$$

Donde u_1 = Espesor del fondo en el fondo de la ranura de desahogo (según fabricante 8 mm).

Comprobación:

$$u_1 \leq 1.5 s_1 \rightarrow 8 < 1.5 \cdot 6.75 = 10.13 \rightarrow \text{Cumple}$$

Condición 3:

$$h_1 \geq u_1 + r_1$$

Donde h_1 = Espesor del fondo en la parte superior de la ranura de desahogo (según fabricante 29 mm).

Comprobación:

$$h_1 \geq u_1 + r_1 \rightarrow 29 > 8 + 6 = 14 \rightarrow \text{Cumple}$$

Condición 4:

El espesor teórico total del fondo es:

$$e_{1d} = 0.4 D_i \sqrt{\frac{2.3 \cdot 1.7 p}{R_{p0.2}}} + e_0$$

Donde D_i = Diámetro interior del cilindro (según fabricante 124 mm).

e_0 es una constante que depende del espesor a estudiar. Para la pared del cilindro se toma 1.0 mm.

$R_{p0.2}$ = Límite convencional de elasticidad (elongación no proporcional). Según el fabricante, el material es el que pertenece a la norma EN 10305-3. Por tanto se escoge el acero E460-F con las siguientes características mecánicas: $R_{p0.2} = 460 \text{ Mpa}$; $R_m = 520 \text{ Mpa}$.

Por tanto el espesor teórico total del fondo es:

$$e_{1d} = 0.4 D_i \sqrt{\frac{2.3 \cdot 1.7 p}{R_{p0.2}}} + e_0 = 0.4 \cdot 124 \cdot \sqrt{\frac{2.3 \cdot 1.7 \cdot 4.28}{460}} + 1.0 = 10.46 \text{ mm}$$



Concisión de validez:

$$e_1 \geq e_{1d}$$

Donde e_1 = Espesor total del fondo (según fabricante 30 mm).

Comprobación:

$$e_1 \geq e_{1d} \rightarrow 30 > 10.46 \rightarrow \text{Cumple}$$

Condición 5:

El espesor teórico del fondo en el fondo de la ranura de desahogo es:

$$u_{1d} = 1.3 \left(\frac{D_i}{2} - r_1 \right) \cdot \frac{2.3 \cdot 1.7 p}{R_{p0.2}} + e_0$$

Sustituyendo numéricamente se tiene:

$$u_{1d} = 1.3 \left(\frac{D_i}{2} - r_1 \right) \cdot \frac{2.3 \cdot 1.7 p}{R_{p0.2}} + e_0 = 1.3 \cdot \left(\frac{124}{2} - 6 \right) \cdot \frac{2.3 \cdot 1.7 \cdot 4.28}{460} + 1.0 = 3.65 \text{ mm}$$

Concisión de validez:

$$u_1 \geq u_{1d}$$

Donde u_1 = Espesor del fondo en el fondo de la ranura de desahogo (según fabricante 8 mm).

Comprobación:

$$u_1 \geq u_{1d} \rightarrow 8 > 3.65 \rightarrow \text{Cumple}$$

-A.7.2 Cálculo del émbolo a pandeo:

Según norma UNE se emplean unas ecuaciones dependiendo de que tipo de cilindro sea. El cilindro seleccionado se "Cilindro hidráulico simple".

Carga aplicada sobre el pistón:

$$F_5 = 1.4 g [c_m (P + Q) + 0.64 P_r + P_{rh}]$$

Donde 1.4 = Factor de sobrepresión.

El resto de magnitudes se ha explicado anteriormente.

Por tanto la carga aplicada sobre el pistón es:

$$F_5 = 1.4 g [c_m (P + Q) + 0.64 P_r + P_{rh}] = 1.4 \cdot 9.81 \cdot [1 \cdot (420.04 + 3000) + 0.64 \cdot 6.54] = 47028.31 \text{ N}$$

La carga admisible sobre el pistón depende del coeficiente de esbeltez del émbolo " λ_n ":

$$F_{m\acute{a}x} = \frac{\pi^2 E J_n}{2 l^2} \quad \text{para } \lambda_n \geq 100$$

$$F_{m\acute{a}x} = \frac{A_n}{2} \left[R_m - (R_m - 210) \left(\frac{\lambda_n}{100} \right)^2 \right] \quad \text{para } \lambda_n < 100$$

Donde J_n = Momento de inercia del área del émbolo.

2 = Coeficiente de seguridad a pandeo.



A_n = Sección transversal del émbolo.

l = Longitud máxima del pistón sujeta a pandeo.

El coeficiente de esbeltez se define como:

$$\lambda_n = \frac{l}{i_n}$$

Donde i_n = Radio de giro del émbolo. Para el cilindro hidráulico 100x5 se tiene $i_n = 33.60 \text{ mm}$.

l ya calculado anteriormente vale 4360 mm.

Por tanto el coeficiente de esbeltez es:

$$\lambda_n = \frac{l}{i_n} = \frac{4360}{33.60} = 129.76$$

Luego la fuerza admisible es:

$$F_{m\acute{a}x} = \frac{\pi^2 E J_n}{2 l^2}$$

J_n = Para el cilindro hidráulico 100x5 se tiene $J_n = 168.810 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$.

La fuerza admisible es:

$$F_{m\acute{a}x} = \frac{\pi^2 E J_n}{2 l^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 168.810 \cdot 10^4}{2 \cdot 4360^2} = 92026.78 \text{ N}$$

La condición de validez es:

$$F_5 \leq F_{m\acute{a}x}$$

Comprobación:

$$F_5 \leq F_{m\acute{a}x} \rightarrow 47028.31 < 92026.78 \rightarrow \text{Cumple}$$

Por tanto el cilindro es válido. Según codificación del producto se tiene:

Clave de codificación del cilindro hidráulico simple: FR 100 5 1 VT DU1 1/2 4360

A.7 SELECCIÓN DE LA CENTRAL HIDRÁULICA.

El catálogo es proporcionado por "MP ASCENSORES".

-Cálculo del caudal de la bomba:

Según el fabricante la velocidad del ascensor/montacargas para cilindros simples es:

$$v = \frac{c_m q \eta}{6 n \frac{\pi d^2}{4}}$$

Donde v = Velocidad del ascensor/montacargas (m/s). Según la norma UNE EN81-31 la velocidad tiene que ser menor de 0.3 m/s. Como primera toma se considera una velocidad media del montacargas de 0.15 m/s.

$c_m = 1$ ya comentado anteriormente.

q = Caudal de la bomba (l/min).



η = Rendimiento volumétrico de la bomba. Para bombas de cuidadosa ejecución y pequeños caudales se toma 0.94.

6 = Conversión de unidades de unidades.

n = Número de cilindros (1 cilindro).

d = Diámetro del émbolo (cm) (d = 10 cm).

Despejando el caudal se tiene:

$$v = \frac{c_m q \eta}{6 n \frac{\pi d^2}{4}} \rightarrow q = 6 \frac{n v}{\eta c_m} \cdot \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) = 6 \cdot \frac{1 \cdot 0.15}{0.94 \cdot 1} \cdot \left(\frac{\pi \cdot 10^2}{4} \right) = 75.2 \text{ l/min}$$

Por tanto se escoge:

Caudal de la bomba = 100 l/min.

Quedando definida la velocidad del montacargas:

$$v = \frac{c_m q \eta}{6 n \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1 \cdot 100 \cdot 0.94}{6 \cdot 1 \cdot \frac{\pi \cdot 10^2}{4}} = 0.199 \text{ m/s}$$

Velocidad del montacargas = 0.199 m/s.

-Cálculo de la potencia del motor:

La potencia del motor según el fabricante es:

$$P = \frac{p_b q}{\varphi \cdot 450}$$

Donde P = Potencia mínima requerida por el motor (CV).

q = Caudal de la bomba (l/min).

φ = Rendimiento estimado de la instalación (pérdidas de carga, efectos dinámicos, inercia, rozamientos.....) (según el fabricante estima entre 0.78 y 0.8). Se toma el valor más desfavorable 0.78.

450 = Factor de conversión de unidades.

p_b = Presión estática máxima. Ya calculado en anterior apartado 42.8 bar.

Por todo ello la potencia mínima es:

$$P = \frac{p_b q}{\varphi \cdot 450} = \frac{42.8 \cdot 100}{0.78 \cdot 450} = 12.19 \text{ CV}$$

Por tanto se escoge:

Motor = Motor trifásico a 50 HZ con potencia de 13 CV.



-Determinación del depósito de aceite:

La cantidad de aceite del depósito es:

$$Vol = (V_r + V_c) l$$

Donde V_r = Volumen de aceite de llenado por metro de recorrido (dm³/m). Según el cilindro hidráulico escogido anteriormente se tiene 7.9 dm³/m.

V_c = Volumen de aceite en circulación por metro de recorrido dm³/m. Según el cilindro hidráulico escogido anteriormente se tiene 4.3 dm³/m.

l = Recorrido (4360 mm).

Por tanto el volumen mínimo de aceite necesario en el depósito es:

$$Vol = (V_r + V_c) l = (4.3 + 7.9) \cdot 4360 \cdot 10^{-3} = 53.19 \text{ dm}^3 = 53.19 \text{ l}$$

Por tanto se escoge:

Depósito de aceite = Depósito de aceite tipo T1 con capacidad máxima de 170 l.

-Balance térmico. Número de conexiones/hora.

En la ficha técnica de la central hidráulica emplea un método de cálculo para determinar el número de conexiones/ hora para que la temperatura del aceite nunca alcance el valor límite de 70°C, y no se produzca su parada.

El número de conexiones/hora es:

$$n = \frac{450000 [E_1 + (E_2 L_c) + (E_3 L_t)]}{(P + Q) (L_r + 3.5)} \cdot R$$

Donde E_1 = Potencia calorífica de absorción y disipación de la central hidráulica.

E_2 = Potencia calorífica de absorción y disipación del cilindro.

E_3 = Potencia calorífica de absorción y disipación de la tubería de conducción.

Todas estas variables se determinan a partir de una tabla de valores que proporciona el fabricante:

| TABLA 1 | |
|----------|-------|
| DEPÓSITO | E1 |
| T1 | 0.742 |
| T2 | 1.152 |
| T3 | 1.484 |
| C1 | 0.533 |

| TABLA 2 | |
|----------|-------|
| CILINDRO | E2 |
| 60 | 0.220 |
| 70 | 0.215 |
| 80 | 0.245 |
| 90 | 0.291 |
| 100 | 0.305 |
| 110 | 0.354 |
| 120 | 0.346 |
| 130 | 0.394 |

| TABLA 3 | |
|---------|-------|
| TUBERÍA | E3 |
| 1.1/4" | 0.024 |
| 1.1/2" | 0.032 |

El depósito escogido es del tipo T1 por tanto $E_1 = 0.742$

El cilindro hidráulico tiene un diámetro del cilindro de 100 mm, por tanto $E_2 = 0.305$

La tubería seleccionada tiene un diámetro de 1 ¼ por tanto $E_3 = 0.024$



L_c = Longitud del cilindro (m). Según el fabricante de cilindros, para diámetros entre 70 y 140 mm se tiene que la longitud del cilindro es:

$$L_c = s + 160 \text{ (mm)} = 4000 + 160 = 4160 \text{ mm}$$

L_t = Longitud de la tubería de conducción (m). Se estima una longitud de tubería de 5 m.

L_r = Recorrido del montacargas (m) (4360 mm).

$P+Q$ = Peso total (Kg) (420.04 + 3000).

R = Coeficiente de corrección por temperatura del cuarto de máquinas. La referencia del fabricante es de 30°C. Para temperaturas distintas se tiene la siguiente ecuación:

$$R = 1 - (T_{cm} - 30) \cdot 0.02$$

Donde T_{cm} = Temperatura del cuarto de máquinas. Se considera una temperatura desfavorable de 35°C. Por tanto el coeficiente es:

$$R = 1 - (T_{cm} - 30) \cdot 0.02 = 1 - (35 - 30) \cdot 0.02 = 0.9$$

Por todo ello el número de conexiones/hora es:

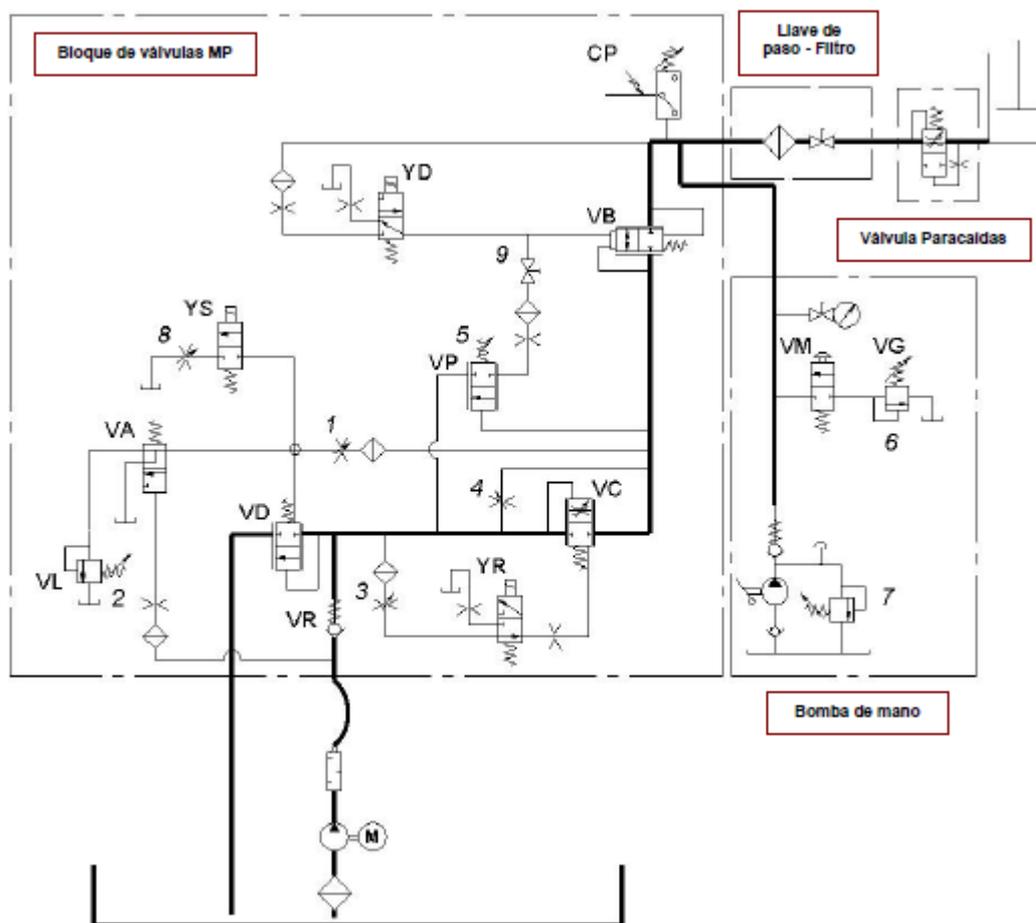
$$n = \frac{450000 [E_1 + (E_2 L_c) + (E_3 L_t)]}{(P + Q) (L_r + 3.5)} \cdot R = \frac{450000 \cdot [0.742 + (0.305 \cdot 4160 \cdot 10^{-3}) + (0.024 \cdot 5)]}{(420.04 + 3000) \cdot (4360 \cdot 10^{-3} + 3.5)} \cdot 0.9$$
$$= \frac{862974}{26881.51} = 32.1 = 32 \text{ conexiones/hora}$$

Por tanto está permitido un máximo de 32 conexiones/hora, lo que se traduce en 16 arranques del motor por hora.

-Esquema hidráulico:

A continuación se muestra el esquema hidráulico que se instala para el montacargas.

En el esquema se especifica cada uno de los componentes necesarios. Además se proporciona una leyenda para poder identificarlos:



- | | |
|---|---|
| VR. Válvula antirretorno | Tornillo 1: Regulación de la válvula de sobrepresión (presión máxima) |
| VA. Válvula de arranque | Tornillo 2: Regulación de la aceleración en subida |
| VD. Válvula de descarga | Tornillo 3: Regulación de la desaceleración subida / bajada |
| VC. Válvula reguladora de caudal | Tornillo 4: Regulación de la velocidad de nivelación |
| VB. Válvula de descenso | Tornillo 5: Regulación de la velocidad de bajada |
| YR. Electroválvula de cambio de velocidad | Tornillo 6: Regulación limitadora de presión de la bomba manual |
| YD. Electroválvula de bajada | Tornillo 7: Regulación de la presión mínima en cilindro |
| YS. Electroválvula de arranque Y- Δ (opcional) | Tornillo 8: Regulación Soft-Stop (opcional) |
| VP. Compensador de presión en bajada | Tornillo 9: Tornillo para prueba de válvula paracaídas |
| VL. Válvula de sobrepresión | |
| CP. Presostato de máxima (opcional) | |
| VM. Válvula de bajada manual | |
| VG. Válvula para controlar presión mínima en cilindro | |



A.8 SELECCIÓN DE LA VÁLVULA PARACAÍDAS.

El caudal de intervención para velocidades de cabina por debajo de 1m/s según la ficha técnica proporcionada por elevavia es:

$$q_i = \frac{(v \cdot 1.3) \cdot 6 A N_{VC}}{c_m \cdot 100}$$

Donde N_{VC} es el número de cilindros conectados a la válvula paracaídas (1).

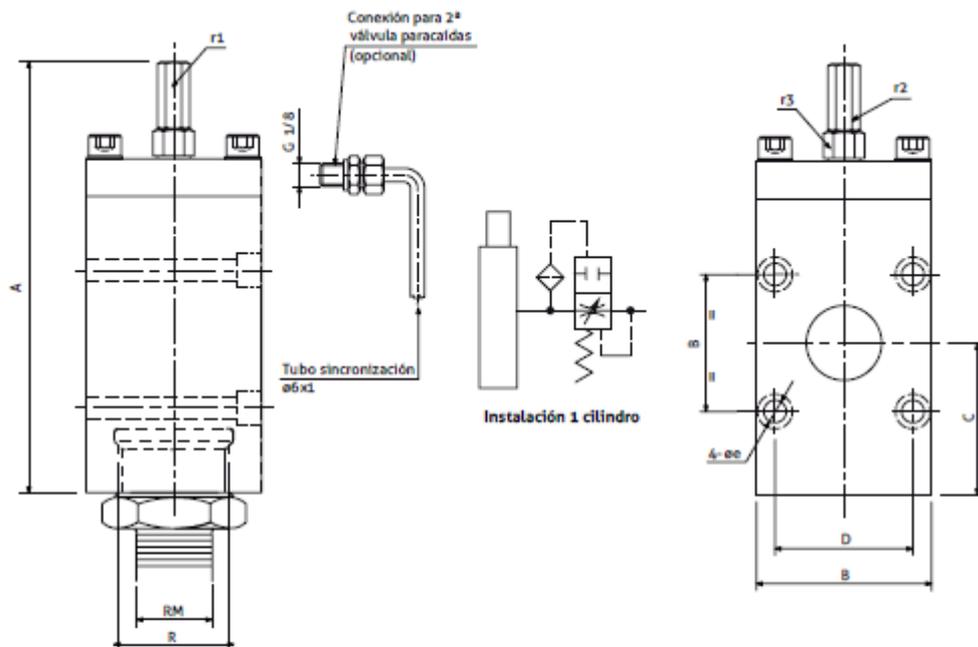
v velocidad de cabina en m/s.

A área de empuje del vástago en mm².

q_i en l/min.

Sustituyendo los valores calculados en la central hidráulica se tiene que el caudal máximo de intervención es:

$$q_i = \frac{(v \cdot 1.3) \cdot 6 A N_{VC}}{c_m \cdot 100} = \frac{(0.199 \cdot 1.3) \cdot 6 \cdot \frac{\pi \cdot 100^2}{4} \cdot 1}{1 \cdot 100} = 121.91 \text{ l/min}$$



| Válvula | Caudal Intervención | | Presión de trabajo | | Temp. de trabajo | | Viscosidad | | R | RM | Dimensiones | | | | | | | Peso | |
|---------|---------------------|------|--------------------|-----|------------------|-----|------------|-----|--------|----------------|-------------|-----|----|----|-----|------|----|------|------|
| | min | max | min | max | min | max | min | max | | | A | B | C | D | ø e | r1 | r2 | | r3 |
| | [l/min] | | [bar] | | [bar] | | [cSt] | | | | [mm] | | | | | | | | [kg] |
| VP114 | 20 | 350 | 12 | 60 | 5 | 70 | 16 | 240 | G1"1/4 | M30x2 M45x2 | 166 | 70 | 57 | 55 | 9 | 4** | 13 | 17 | 4 |
| VP112 | 150 | 485 | 15 | 50 | 5 | 60 | 21 | 240 | G1"1/2 | M52x2 | 165 | 70 | 61 | 55 | 9 | 10** | 17 | 17 | 4,5 |
| VP200 | 425 | 700 | 12 | 60 | 5 | 70 | 16 | 240 | G2" | G2" | 194 | 80 | 68 | 65 | 11 | 4* | 13 | 17 | 6 |
| VP212 | 450 | 1200 | 12 | 60 | 5 | 70 | 16 | 240 | G2"1/2 | G2"1/2 | 285 | 100 | 88 | 80 | 11 | 6* | 17 | 22 | 10 |

Por tanto la válvula paracaídas seleccionada es:

Válvula paracaídas = VP 114 M45x2.



A.9 PUERTAS DE ACCESO AL MONTACARGAS

Como puerta de acceso al montacargas se escoge una puerta de acceso horizontal de dimensiones 2100x2200 (mm²) (altoxancho). La puerta pertenece a la empresa "ÁNGEL MIR". El tipo de puerta es seccional, y pertenece a la clase de puertas rígidas SANDWICH (ver anexo B).

Características técnicas

- Espesor: 40 mm.
- Chapas espesor: 0.5 mm.
- Anchos disponibles: 500 mm y 610 mm.
- Peso por unidad superficie: 11.5 a 12.2 Kg/m²
- Densidad poliuretano: 40.5 Kg/m³ (exento de CFC)
- Coeficiente transferencia térmica: $K = 0.50 / 0.53 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$
- Coeficiente de transferencia acústica: Valor ponderado de $RW = 26,5 \text{ dBA}$
- Integra suplemento de acero longitudinal para atornillar las bisagras

Acabados

- Superficie de chapa gofrada.
- Lacados estándar.
- Como opción puede pintarse en cualquier color de la carta RAL
- Pintura Oxirón®
- Color interior blanco 9002

Dimensiones

Anchura máxima 12 m.

Altura máxima 6 m.

A.10 CÁLCULO BANCADAS

Las bancadas que se emplean son perfiles tipo HEB. El material es acero S235 JR con resistencia a la tracción de 360 Mpa.

-Bancada del cilindro hidráulico:

La altura de la bancada depende directamente de la altura del foso.
Según norma la altura mínima del foso es de 1000 mm.



La altura mínima del foso necesaria para el montacargas es de:

$$H = \text{altura visible del cilindro} + S + (l + 10) + e + 2 e_{p.o.} + e_p$$

Donde S es el sobre-recorrido: 4360-4000=360mm.

La altura visible del cilindro la especifica la ficha técnica del producto y tiene un valor de 500 mm

l es la longitud del lado del chasis con valor 140 mm

10 debido al saliente del pilar del chasis.

e es el espesor de la chapa de acero de la plataforma de valor 4 mm

$e_{p.o.} = 25 \text{ mm}$ espesor de la placa oscilante que especifica el fabricante. Una para el propio cilindro y la otra para el chasis.

e_p es el espesor de la placa de fondo. Para diámetro de 100 mm se tiene un espesor de 30 mm

Sustituyendo se tiene:

$$H = \text{altura visible del cilindro} + S + l + e + 2 e_{p.o.} + 2 e_p = 500 + 360 + 140 + 10 + 4 + 2 \cdot 25 + 30 \\ = 1094 \text{ mm}$$

Por tanto la **altura del foso es de 1094 mm.**

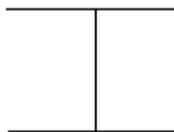
Por todo ello el cilindro hidráulico no tiene bancada.

Bancada amortiguadores:

-Bancada para amortiguadores de apoyo para vigas 2 y 4.

El perfil que se emplea como bancada es IPN 80, y el material es SJR235 de tensión admisible 360 Mpa..

La disposición en planta es:



La altura de la bancada es de:

$$H_1 = H - l - h - 2 e_p + \delta_{m\acute{a}x}$$

Donde $H=1094\text{mm}$

l =longitud del lado de las vigas 2 y 4 =120mm

h es la altura del amortiguador incluyendo su placa base. Según el modelo escogido anteriormente se tiene 280mm.El espesor e_p es de la placa de anclaje de la bancada al foso y se toma como referencia la placa del cilindro de 30 mm. También e_p pertenece a la placa que une la bancada con la placa base del amortiguador.



$\delta_{m\acute{a}x}$ de valor 80 mm es la carrera máxima del amortiguador.

Por tanto queda:

$$H_1 = H - l - h - 2 e_p + \delta_{m\acute{a}x} = 1094 - 120 - 280 - 2 \cdot 30 + 80 = 714 \text{ mm}$$

La fuerza que tiene que soportar cada bancada es la parte proporcional a las tres bancadas:

$$F = \left(\frac{P + Q}{3} \right) g = \left(\frac{420.04 + 3000}{3} \right) \cdot 9.81 = 11183.53 \text{ N}$$

El esfuerzo normal para el perfil IPN 80 con $A=7.58 \text{ cm}^2$ es:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{11183.53}{7.58 \cdot 10^2} = 14.75 \text{ Mpa}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_e} \rightarrow \frac{360}{14.75} = 24.41 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Comprobación a pandeo:

La fuerza crítica es:

$$F_c = \frac{\pi^2 E I_{m\acute{i}n}}{L^2}$$

Donde $I_{m\acute{i}n}$ es el momento de inercia mínimo para IPN 80 con valor 6.29 cm^4 .

L es la longitud de la bancada (714 mm).

Por tanto la fuerza crítica es:

$$F_c = \frac{\pi^2 E I_{m\acute{i}n}}{L^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 6.29 \cdot 10^4}{714^2} = 255725.04 \text{ N}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{F_c}{F} \rightarrow \frac{255725.04}{11183.53} = 22.87 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Bancada de los amortiguadores de las vigas 2 y 4 = IPN 80 con longitud 714 mm.

-Bancada para amortiguadore de apoyo para viga 3.

La dimensión y disposición es la misma que la bancada anterior.

La altura de la bancada es de:

$$H_2 = H - l - h - 2 e_p + \delta_{m\acute{a}x}$$

La única diferencia con respecto a la anterior bancada es la distancia l que corresponde con el lado del perfil de la viga 3, de valor 110 mm.

Por tanto queda:

$$H_2 = H - l - h - 2 e_p + \delta_{m\acute{a}x} = 1094 - 110 - 280 - 2 \cdot 30 + 80 = 724 \text{ mm}$$

La fuerza y la tensión normal ya se determinaron y comprobaron en la bancada anterior.



Comprobación a pandeo:

La fuerza crítica es:

$$F_c = \frac{\pi^2 E I_{\min}}{L^2}$$

Donde I_{\min} es el momento de inercia mínimo para IPN 80 con valor 6.29 cm⁴.

L es la longitud de la bancada (724 mm).

Por tanto la fuerza crítica es:

$$F_c = \frac{\pi^2 E I_{\min}}{L^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 6.29 \cdot 10^4}{724^2} = 248709.6 \text{ N}$$

Comprobación:

$$\eta \leq \frac{F_c}{F} \rightarrow \frac{248709.6}{11183.53} = 22.24 > 2.5 \rightarrow \text{cumple}$$

Bancada del amortiguador de la viga 3 = IPN 80 con longitud 724 mm.

A.11 UNIONES ATORNILLADAS.

Para el cálculo de las uniones atornilladas se ha seguido el CTE DB-SE-A.

A.11.1 Unión guías con el suelo del foso.

Las fuerzas que aparecen en las guías ya se determinaron en el apartado anterior dando como resultados:

Caso 1:

$F_x = 11621.22 \text{ N}$

$F_z = 0 \text{ N}$

Caso 2:

$F_x = 9882.17 \text{ N}$

$F_z = 5886 \text{ N}$

Las fuerzas anteriores se componen en un plano horizontal dando como resultado fuerzas de cortadura que tienen que soportar los tornillos. Para saber cuál de los dos es más desfavorable se determina la fuerza resultante por cortadura ya que éstas se encuentran a 90°:

Fuerza resultante por cortadura caso 1:

$$F_{R1} = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = F_x = 11621.22 \text{ N}$$

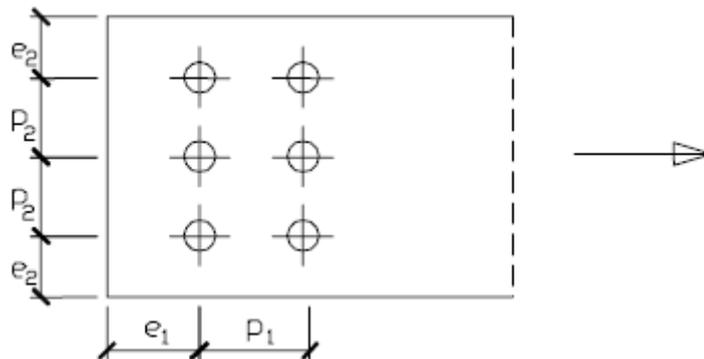
Fuerza resultante por cortadura caso 2:

$$F_{R2} = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = \sqrt{9882.17^2 + 5886^2} = 11502.27 \text{ N}$$

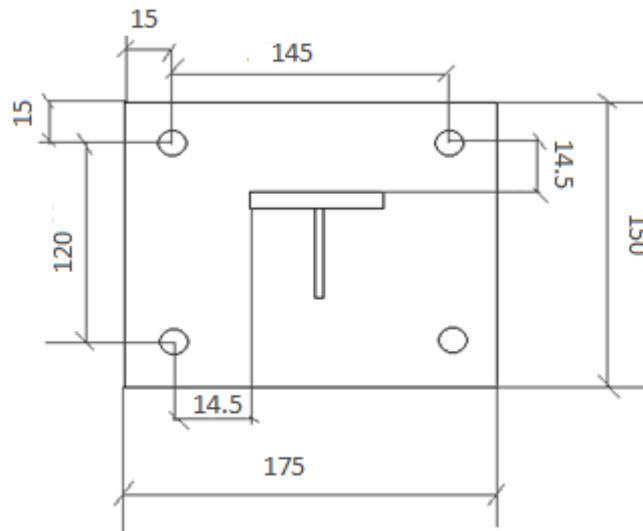
Por tanto el caso más desfavorable es el caso 1.

A continuación se diseña la unión teniendo en cuenta el caso 1.

Según el CTE la disposición es



El anclaje es el siguiente: la placa base se une al suelo por medio de cuatro tornillos, uno en cada esquina. Las medidas y la situación de los tornillos se muestra a continuación:



El espesor de la placa es de 25 mm.

Se utiliza rosca métrica normal M6 con grado 4.6.

Comprobación a cortadura de los tornillos de la placa base:

La resistencia al corte es:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Donde n = número de planos de cizalladura (1).

f_{ub} = Resistencia última del acero del tornillo. Para grado 4.6 se tiene 400 Mpa.

A = Área de la caña del tornillo ó área resistente del tornillo según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente. Para tornillo M6 normal 20.1 mm².

γ_{M2} = Coeficiente parcial de seguridad (1.25).



Por tanto la resistencia al corte es:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 400 \cdot 20.1}{1.25} = 3216 \text{ N}$$

La fuerza de cálculo es:

$$F_{V,Ed} = \frac{F_R}{N} = \frac{11621.22}{4} = 2905.31 \text{ N}$$

Comprobación a cortadura:

$$F_{V,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 3216 > 2905.31 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia a aplastamiento de la placa:

La resistencia a aplastamiento de la placa base es:

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

f_u = Resistencia última del acero de las chapas que se unen. La chapa es acero S235 JR con resistencia a la tracción de 360 Mpa.

d = Diámetro del vástago del tornillo (6 mm).

t = Menor espesor de las chapas que se unen (25 mm).

Donde α = es una constante de valor:

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}; \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right)$$

Donde d_0 es el diámetro del agujero. Se toma $d+1=6+1=7$ mm. Quedando la constante:

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}; \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{15}{3 \cdot 7}; \frac{120}{3 \cdot 7} - \frac{1}{4}; \frac{400}{360}; 1\right) = \min(0.714; 5.46; 1.11; 1) = 0.714$$

La resistencia es:

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.714 \cdot 360 \cdot 6 \cdot 25}{1.25} = 77112 \text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{t,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 77112 > 2617.49 \rightarrow \text{Cumple}$$

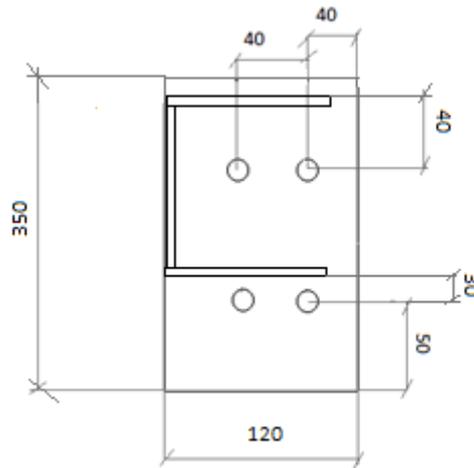
Rosca métrica placa base de la guía = M6 grado 4.6 con arandela y tuerca hexagonal.

A.11.2 Unión pilares con el suelo del foso.

En este punto no se han calculado las reacciones del pilar debido a que no era el caso más desfavorable para el pilar. Por tanto se decide por colocar los mismos tornillos que en la placa base de las guías tanto en número como en métrica y grado, ya que estas fuerzas son las más desfavorables que existen y por ello soportarán las reacciones que el pilar solicite.



El anclaje es el siguiente:

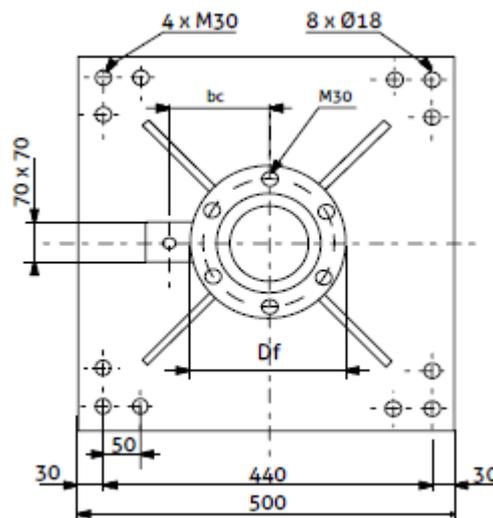


El espesor es de 25 mm y es acero S235 JR con resistencia a la tracción de 360 Mpa.

Rosca métrica placa base del pilar = M6 grado 4.6 con arandela y tuerca hexagonal.

A.11.3 Unión cilindro hidráulico con la placa base.

Es la que especifica el fabricante de cilindros:

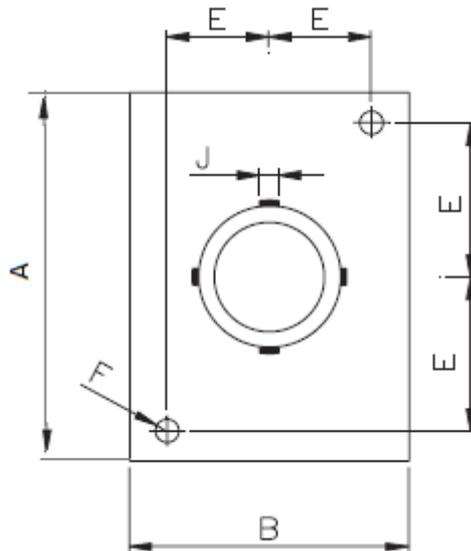


El espesor de la placa depende del diámetro del cilindro. Para diámetro 100mm se tiene un espesor de 30mm de la placa.

Rosca métrica placa base de la guía = 4 tornillos M30 y 8 tornillos M16 con arandela y tuerca hexagonal.

A.11.4 Unión amortiguador con su placa base con la placa superior de la bancada.

Es la que especifica el fabricante de amortiguadores:



| REF. | D | d | H | A | B | C | E | ØF | J | CARGA MIN. | CARGA MÁX. | VELOC. MAX. | CÓD. |
|------|-----|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|------------|------------|-------------|------|
| - | 128 | 28 | 280 | 200 | 150 | 80 | 60 | 12 | 50 | 1525 KG | 2440 KG | 0.63 m/s | HM10 |

Se utiliza rosca métrica normal M10 con A=58mm² con grado 4.6 (tensión de rotura=400 Mpa)

La fuerza normal al tornillo que tiene que soportar cada uno, considerando que se distribuyen los esfuerzos de manera homogénea es:

$$F_y = \frac{F}{N}$$

Donde F es la fuerza que cada amortiguador resiste (ya determinado anteriormente 11621.22 N)

N es el número de tornillos (N=2 tornillos).

Por tanto la fuerza normal es:

$$F_y = \frac{F}{N} = \frac{11621.22}{2} = 5810.61 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

Según CTE:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Donde f_{ub} es la tensión de rotura del tornillo (400 MPa)

A = es el área resistente del vástago del tornillo (58mm²).

γ_{M2} coeficiente parcial de seguridad de valor 1.25.



Por tanto la resistencia a tracción es:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 400 \cdot 58}{1.25} = 16704 \text{ N}$$

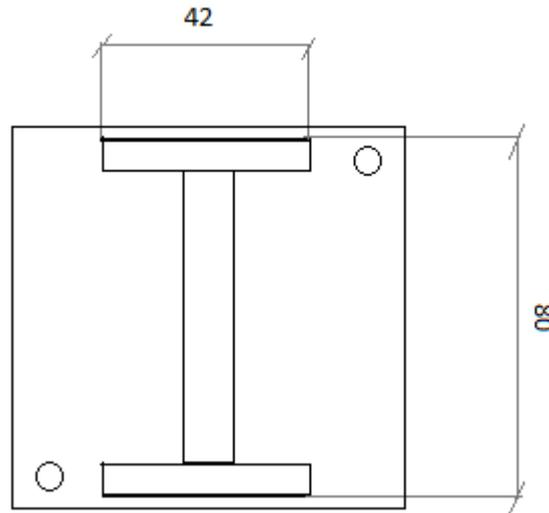
Comprobación a fuerza normal:

$$F_{t,Rd} \geq F_{t,Ed} \rightarrow 16704 > 5810.61 \rightarrow \text{Cumple}$$

Rosca métrica placa base del amortiguador = 2 tornillos M10x85 con arandela y tuerca hexagonal.

A.11.5 Unión bancada del amortiguador con el suelo del foso.

La sujeción es la misma que la que se emplea para anclar el amortiguador al suelo ya que se transmiten los mismos esfuerzos.

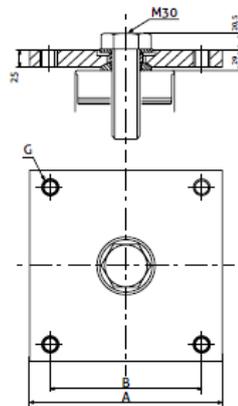


Con placa base igual al del amortiguador con espesor 30mm.

Rosca métrica placa base de la bancada del amortiguador = 2 tornillos M10 con arandela y tuerca hexagonal.

A.11.6 Unión cilindro hidráulico - placa oscilante superior -placa del chasis.

Es la que especifica el fabricante de cilindros:



| Ø Vástago [mm] | A [mm] | B [mm] | G | Peso [kg] |
|-------------------|-----------|-----------|-----|--------------|
| 60-120 | 150 | 130 | M12 | 4 |
| 130-150 | 200 | 160 | M16 | 6.5 |



Teniendo en cuenta que el diámetro del vástago es de 100 mm se tiene:

A=150mm

B=130mm

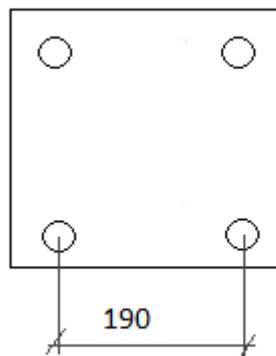
G=M12

La unión con la placa del chasis, por medio de una placa intermedia **se une mediante tornillería 4 tornillos M12x60 con tuerca hexagonal.**

A.11.7 Unión del chasis con la placa del chasis.

La placa del chasis se une al perfil del montacargas mediante soldadura.

La unión entre la placa del chasis y la placa intermedia se unen mediante tornillería según la siguiente disposición:



La placa tiene una dimensión de 220x220 (mm²), con un espesor de 12.5 mm.

Se tiene que determinar el aplastamiento de la chapa debido a que el espesor mínimo de las chapas es en este caso del perfil del chasis de valor 5 mm, con resistencia 410 Mpa. Se emplea un grado métrico de 4.6.

El tornillo es M12.

Resistencia a aplastamiento del chasis:

La resistencia a aplastamiento del chasis es:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

d_0 es el diámetro del agujero. Se toma $d+1=12+1=13$ mm. Quedando la constante:

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}; \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{15}{3 \cdot 13}; \frac{190}{3 \cdot 13} - \frac{1}{4}; \frac{400}{410}; 1\right) = \min(0.385; 4.87; 0.976; 1) = 0.385$$



La resistencia del chasis es:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.385 \cdot 410 \cdot 13 \cdot 5}{1.25} = 20520.5 \text{ N}$$

La fuerza de cálculo es:

$$F_{V,Ed} = \frac{(P + Q) g}{N} = \frac{(420.04 + 3000) \cdot 9.81}{4} = 8387.65 \text{ N}$$

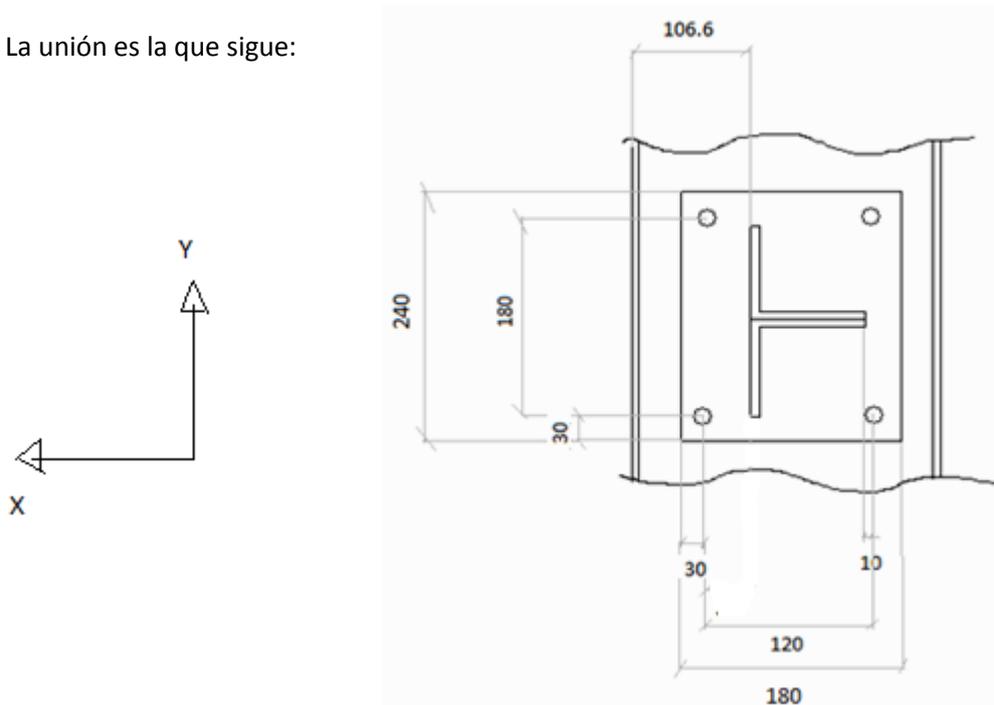
Comprobación:

$$F_{b,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 20520.5 > 8387.65 \rightarrow \text{Cumple}$$

Rosca métrica de unión de la placa del chasis con la placa intermedia =4 tornillos M12x45 arandela y tuerca hexagonal.

A.11.8 Unión pared-alma del pilar-viga de unión.

La unión es la que sigue:



La placa tiene un espesor de 5 mm, es de acero S235 JR con tensión de rotura 360 Mpa.

Las fuerzas más desfavorables que tienen que soportar los tornillos son:

Hipótesis 1:

Caso 1 de las reacciones de la viga de unión:

$$R_x = 11621.22 \text{ N}$$

Hipótesis 2:

Caso 2 de las reacciones de la viga de unión:

$$R_x = 9882.17 \text{ N} ; R_z = 5886 \text{ N}$$



De las dos hipótesis no se puede asegurar cuál es la más desfavorable puesto que existe fuerzas de cortadura y normal y su combinación.

Se utiliza rosca métrica normal M6 con $A=20.1\text{mm}^2$ con grado 4.6 (tensión de rotura=400 Mpa)

-Hipótesis 1:

La reacción $R_x = 11621.22\text{ N}$ es de cortadura.

Se toma como hipótesis una distribución homogénea de esfuerzos en los tornillos. Por tanto cada tornillo soporta su parte proporcional ($N=4$ tornillos):

$$F_{V,Ed} = \frac{R_x}{N} = \frac{11621.22}{4} = 2905.31\text{ N}$$

Comprobación a cortadura de los tornillos:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Existe 1 plano de cizalladura ($n=1$). Por tanto la resistencia al corte es:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 400 \cdot 20.1}{1.25} = 3216\text{ N}$$

Comprobación a cortadura:

$$F_{V,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 3216 > 2905.31 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia al aplastamiento de la chapa:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

d_0 es el diámetro del agujero. Se toma $d+1=6+1=7\text{mm}$. Quedando la constante (se sigue la disposición según el CTE mencionado anteriormente):

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}; \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{30}{3 \cdot 7}; \frac{120}{3 \cdot 7} - \frac{1}{4}; \frac{400}{360}; 1\right) = \min(1.43; 5.46; 1.11; 1) = 1$$

La resistencia es:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 1 \cdot 360 \cdot 6 \cdot 5}{1.25} = 21600\text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{b,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 21600 > 2905.31 \rightarrow \text{Cumple}$$

-Hipótesis 2:

La reacción $R_x = 9882.17\text{ N}$ es de cortadura y $R_z = 5886\text{ N}$ es una fuerza normal al tornillo.

La fuerza a cortadura que tiene que soportar cada tornillo es:

$$F_{V,Ed} = \frac{R_x}{N} = \frac{9882.17}{4} = 2470.54\text{ N}$$

La fuerza normal que tiene que soportar cada tornillo es:

$$F_{t,Ed} = \frac{R_z}{N} = \frac{5886}{4} = 1471.5\text{ N}$$



Comprobación a cortadura de los tornillos:

La fuerza es menor que la anterior hipótesis, así que cumple.

Resistencia al aplastamiento de la chapa:

La fuerza es menor que la anterior hipótesis, así que cumple.

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

Según CTE:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Por tanto sustituyendo con los datos que se tienen.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 400 \cdot 20.1}{1.25} = 5788.8 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal:

$$F_{t,Rd} \geq F_{t,Ed} \rightarrow 5788.8 > 1471.5 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia al punzonamiento:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde d_m el menor diámetro medio entre los círculos circunscrito e inscrito a la tuerca o a la cabeza. Para la rosca M6 se tiene 4.773 mm.

t_p espesor de la chapa (4 mm).

Por tanto la resistencia al punzonamiento es:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 4.773 \cdot 5 \cdot 360}{1.25} = 12955.53 \text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Rd} \rightarrow 1471.5 < 12955.53 \rightarrow \text{Cumple}$$

Comprobación a sollicitación combinada de los tornillos:

Según CTE

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Sustituyendo los valores numéricos se tiene

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1 \rightarrow \frac{2470.54}{3216} + \frac{1471.5}{1.4 \cdot 5788.8} = 0.95 < 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

Rosca métrica = cuatro tornillos M6x50 con grado 4.6 arandela y tuerca hexagonal.



A.11.9 Unión alma del pilar-viga de unión.

La unión es la misma que en el apartado A.11.8.

Observando los diagramas de esfuerzos de los pilares de la estructura autoportante se tienen las siguientes fuerzas y momentos máximos según dos hipótesis:

Hipótesis 1:

$$F_x = 5810.61 \text{ N}$$

$$M_z = 11621220 \text{ Nmm}$$

Hipótesis 2:

$$F_x = 4941.09 \text{ N}$$

$$F_z = 2943 \text{ N}$$

$$M_z = 9882180 \text{ Nmm}$$

$$M_x = 5886000 \text{ Nmm}$$

Al no poder asegurar que hipótesis es más desfavorable se comprueban las dos.

Se utiliza rosca métrica normal M20 con $A=245\text{mm}^2$ con grado 4.6 (tensión de rotura=400 Mpa), N=4 tornillos.

-Hipótesis 1:

La reacción $F_x = 5810.61 \text{ N}$ es de cortadura. El par $M_z = 11621220 \text{ Nmm}$ actúa en los tornillos como par torsor, por tanto para distinguirlo de la flexión se emplea la notación $T_z = 11621220 \text{ Nmm}$.

Se toma como hipótesis una distribución homogénea de esfuerzos en los tornillos. La fuerza máxima por cortadura en la dirección x es:

$$F_{Vx,Ed} = \frac{F_x}{N} + \frac{T_z}{\sum r_j^2} \cdot y$$

Donde y es el punto más solicitado, que coincide con el punto más alejado en la dirección y. Observando la ilustración del apartado A.11.8, considerando las cargas en el centro de gravedad de la placa se tiene $y = 90 \text{ mm}$.

$\sum r_j^2$ Suma cuadrática. Su valor es:

$$\sum r_j^2 = \sum y_j^2 + \sum x_j^2$$

Corresponde con la suma de las distancias al cuadrado de los tornillos en las dos direcciones X-Y.

Observando la ilustración se tiene:

$$\sum r_j^2 = \sum y_j^2 + \sum x_j^2 = 4 \cdot 90^2 + 4 \cdot 60^2 = 46800 \text{ mm}^2$$

Por tanto la fuerza máxima por cortadura en la dirección x es:

$$F_{Vx,Ed} = \frac{F_x}{N} + \frac{T_z}{\sum r_j^2} \cdot y = \frac{5810.61}{4} + \frac{11621220}{46800} \cdot 90 = 23801.15 \text{ N}$$



La fuerza máxima por cortadura en la dirección y es:

$$F_{Vy,Ed} = \frac{T_z}{\sum r_j^2} \cdot x$$

Donde x es el punto más solicitado, que coincide con el punto más alejado en la dirección x. Por tanto x = 60 mm.

Sustituyendo valores se tiene:

$$F_{Vy,Ed} = \frac{T_z}{\sum r_j^2} \cdot x = \frac{11621220}{46800} \cdot 60 = 14899 \text{ N}$$

La fuerza por cortadura resultante es:

$$F_{V,Ed} = \sqrt{F_{Vx,Ed}^2 + F_{Vy,Ed}^2} = \sqrt{23801.15^2 + 14899^2} = 28079.8 \text{ N}$$

Comprobación a cortadura de los tornillos:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Existe 1 plano de cizalladura (n=1). Por tanto la resistencia al corte es:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 400 \cdot 245}{1.25} = 39200 \text{ N}$$

Comprobación a cortadura:

$$F_{V,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 39200 > 28079.8 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia al aplastamiento de la chapa:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

d_0 es el diámetro del agujero. Se toma $d+1=20+1=21$ mm. Quedando la constante (se sigue la disposición según el CTE mencionado anteriormente):

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}; \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{30}{3 \cdot 21}; \frac{120}{3 \cdot 21} - \frac{1}{4}; \frac{400}{360}; 1\right) = \min(0.476; 1.65; 1.11; 1) = 0.476$$

La resistencia es:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.476 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 5}{1.25} = 34272 \text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{b,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 34272 > 28079.8 \rightarrow \text{Cumple}$$

-Hipótesis 2:

La reacción $F_x = 4941.09$ N es de cortadura y la reacción $F_z = 2943$ N es normal. El par $M_z = 9882180$ Nmm actúa en los tornillos como par torsor, por tanto su notación es $T_z = 9882180$ Nmm. El par $M_x = 5886000$ Nmm actúa en los tornillos como par flector.



Fuerza normal:

La fuerza máxima normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_z}{N} + \frac{M_x}{\sum y_j^2} \cdot y$$

Donde y es el punto más solicitado, que coincide con el punto más alejado en la dirección y. Observando la ilustración del apartado A.11.8, considerando las cargas en el centro de gravedad de la placa se tiene $y = 90$ mm.

$\sum y_j^2$ Suma cuadrática. Su valor es:

$$\sum y_j^2 = 4 \cdot 90^2 = 32400 \text{ mm}^2$$

Por tanto la fuerza máxima normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_z}{N} + \frac{M_x}{\sum y_j^2} \cdot y = \frac{2943}{4} + \frac{5886000}{32400} \cdot 90 = 17085.75 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

Según CTE:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Por tanto sustituyendo con los datos que se tienen.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 400 \cdot 245}{1.25} = 70560 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal:

$$F_{t,Rd} \geq F_{t,Ed} \rightarrow 70560 > 17085.75 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia al punzonamiento:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde d_m el menor diámetro medio entre los círculos circunscrito e inscrito a la tuerca o a la cabeza. Para la rosca M20 se tiene 16.933 mm.

t_p espesor de la chapa (5 mm).

Por tanto la resistencia al punzonamiento es:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 16.933 \cdot 5 \cdot 360}{1.25} = 45961.85 \text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Rd} \rightarrow 17085.75 < 45961.85 \rightarrow \text{Cumple}$$

Fuerza por cortadura:

La fuerza máxima por cortadura en la dirección x es:

$$F_{Vx,Ed} = \frac{F_x}{N} + \frac{T_z}{\sum r_j^2} \cdot y = \frac{4941.09}{4} + \frac{9882180}{46800} \cdot 90 = 20239.46 \text{ N}$$



La fuerza máxima por cortadura en la dirección y es:

$$F_{Vy,Ed} = \frac{T_z}{\sum r_j^2} \cdot x = \frac{9882180}{46800} \cdot 60 = 12669.46 \text{ N}$$

La fuerza por cortadura resultante es:

$$F_{V,Ed} = \sqrt{F_{Vx,Ed}^2 + F_{Vy,Ed}^2} = \sqrt{20239.46^2 + 12669.46^2} = 23877.83 \text{ N}$$

Comprobación a cortadura de los tornillos:

La fuerza por cortadura resultante es menor que la hipótesis anterior, por tanto cumple.

Resistencia al aplastamiento de la chapa:

La fuerza por cortadura resultante es menor que la hipótesis anterior, por tanto cumple

Comprobación a sollicitación combinada de los tornillos:

Según CTE

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

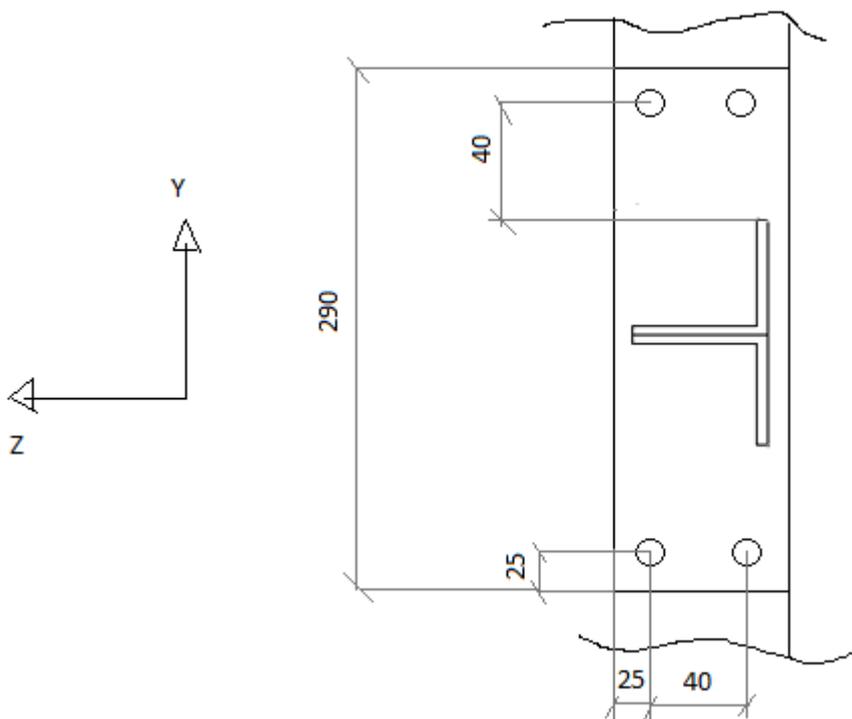
Sustituyendo los valores numéricos se tiene

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1 \rightarrow \frac{23877.83}{39200} + \frac{17085.75}{1.4 \cdot 70560} = 0.782 < 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

Rosca métrica = cuatro tornillos M20x40 con grado 4.6 arandela y tuerca hexagonal.

A.12.10 Unión ala del pilar-viga de unión.

La unión es la que sigue:





Se utiliza rosca métrica normal M16 con $A=157\text{mm}^2$ con grado 4.6 (tensión de rotura=400 Mpa), $N=4$ tornillos.

La cargas que tiene que soportar la unión son las mismas que se consideraron en el anterior apartado A11.9.

La placa tiene un espesor de 4 mm, es de acero S235 JR con tensión de rotura 360 Mpa.

-Hipótesis 1:

La reacción $F_x = 5810.61\text{ N}$ es normal. El par $M_z = 11621220\text{ Nmm}$ actúa en los tornillos como par flector.

La fuerza máxima normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_x}{N} + \frac{M_z}{\sum y_j^2} \cdot y$$

Donde y (el tornillo más solicitado) es 120 mm.

$\sum y_j^2$ Suma cuadrática. Su valor es:

$$\sum y_j^2 = 4 \cdot 120^2 = 57600\text{ mm}^2$$

Por tanto la fuerza máxima normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_x}{N} + \frac{M_z}{\sum y_j^2} \cdot y = \frac{5810.61}{4} + \frac{11621220}{57600} \cdot 120 = 25663.53\text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

Según CTE:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Por tanto sustituyendo con los datos que se tienen.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 400 \cdot 157}{1.25} = 45216\text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal:

$$F_{t,Rd} \geq F_{t,Ed} \rightarrow 45216 > 25663.53 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia al punzonamiento:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde d_m el menor diámetro medio entre los círculos circunscrito e inscrito a la tuerca o a la cabeza. Para la rosca M16 se tiene 13.546 mm.

t_p espesor de la chapa (4 mm).

Por tanto la resistencia al punzonamiento es:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 13.546 \cdot 4 \cdot 360}{1.25} = 29414.72\text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Rd} \rightarrow 25663.53 < 29414.72 \rightarrow \text{Cumple}$$



-Hipótesis 2:

La reacción $F_x = 4941.09$ N es normal y la reacción $F_z = 2943$ N es de cortadura. El par $M_z = 9882180$ Nmm actúa sobre los tornillos como par flector. El par $M_x = 5886000$ Nmm actúa en los tornillos como par torsor, por tanto su notación es $T_x = 5886000$ Nmm

Fuerza normal:

La fuerza máxima normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_x}{N} + \frac{M_z}{\sum y_j^2} \cdot y = \frac{4941.09}{4} + \frac{9882180}{57600} \cdot 120 = 21823.15 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

La fuerza normal es menor que la hipótesis anterior, por tanto cumple.

Resistencia al punzonamiento:

La fuerza normal es menor que la hipótesis anterior, por tanto cumple.

Fuerza por cortadura:

La fuerza máxima por cortadura en la dirección z es:

$$F_{Vz,Ed} = \frac{F_z}{N} + \frac{T_x}{\sum r_j^2} \cdot y$$

Donde

$$\sum r_j^2 = \sum y_j^2 + \sum x_j^2 = 4 \cdot 120^2 + 4 \cdot 20^2 = 59200 \text{ mm}^2$$

Por tanto la fuerza máxima por cortadura en la dirección z

$$F_{Vz,Ed} = \frac{F_z}{N} + \frac{T_x}{\sum r_j^2} \cdot y = \frac{2943}{4} + \frac{5886000}{59200} \cdot 120 = 12666.83 \text{ N}$$

La fuerza máxima por cortadura en la dirección y es:

$$F_{Vy,Ed} = \frac{T_x}{\sum r_j^2} \cdot z = \frac{5886000}{59200} \cdot 20 = 1988.51 \text{ N}$$

La fuerza por cortadura resultante es:

$$F_{V,Ed} = \sqrt{F_{Vz,Ed}^2 + F_{Vy,Ed}^2} = \sqrt{12666.83^2 + 1988.51^2} = 12821.96 \text{ N}$$

Comprobación a cortadura de los tornillos:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Existe 1 plano de cizallada ($n=1$). Por tanto la resistencia al corte es:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 400 \cdot 157}{1.25} = 25120 \text{ N}$$



$$F_{V,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 25120 > 12821.96 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia a aplastamiento de la chapa:

La resistencia a aplastamiento de la chapa es:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

d_0 es el diámetro del agujero. Se toma $d+1=16+1=17$ mm. Quedando la constante:

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}; \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{25}{3 \cdot 17}; \frac{40}{3 \cdot 17} - \frac{1}{4}; \frac{400}{360}; 1\right) = \min(0.49; 0.534; 1.11; 1) = 0.49$$

La resistencia de la chapa es:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.49 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 4}{1.25} = 22579.2 \text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{b,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 22579.2 > 12821.96 \rightarrow \text{Cumple}$$

Comprobación a sollicitación combinada de los tornillos:

Según CTE

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

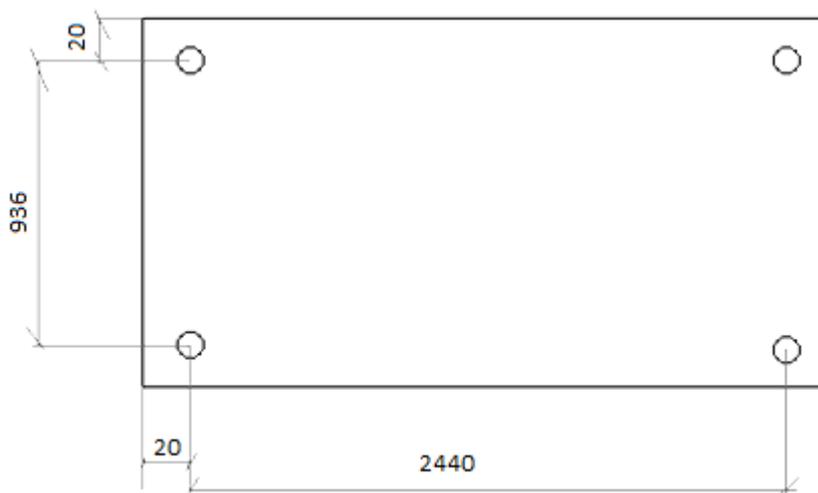
Sustituyendo los valores numéricos se tiene

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1 \rightarrow \frac{12821.96}{25120} + \frac{21823.15}{1.4 \cdot 45216} = 0.855 < 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

Rosca métrica = cuatro tornillos M16x40 con grado 4.6 arandela y tuerca hexagonal.

A.11.11 Unión chapa de acero de la estructura autoportante-viga de unión.

La distribución de los tornillos es:





La carga que tiene que soportar cada tornillo es de $F_x = 75 \text{ N}$, por tanto normal al tornillo.

Se utiliza rosca métrica normal M3 con $A=5.03\text{mm}^2$ con grado 4.6 (tensión de rotura=400 Mpa), $N=4$ tornillos.

El espesor de la plancha es de 2mm con resistencia a tensión 410 Mpa.

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

Según CTE:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Por tanto sustituyendo con los datos que se tienen.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 400 \cdot 5.03}{1.25} = 1448.64 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal:

$$F_{t,Rd} \geq F_{t,Ed} \rightarrow 1448.64 > 75 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia al punzonamiento:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde d_m el menor diámetro medio entre los círculos circunscrito e inscrito a la tuerca o a la cabeza. Para la rosca M3 se tiene 2.387 mm.

t_p espesor de la chapa (2 mm).

Por tanto la resistencia al punzonamiento es:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 2.387 \cdot 2 \cdot 410}{1.25} = 2951.6 \text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Rd} \rightarrow 75 < 2951.6 \rightarrow \text{Cumple}$$

Rosca métrica = cuatro tornillos M3x20 con grado 4.6 y arandela.

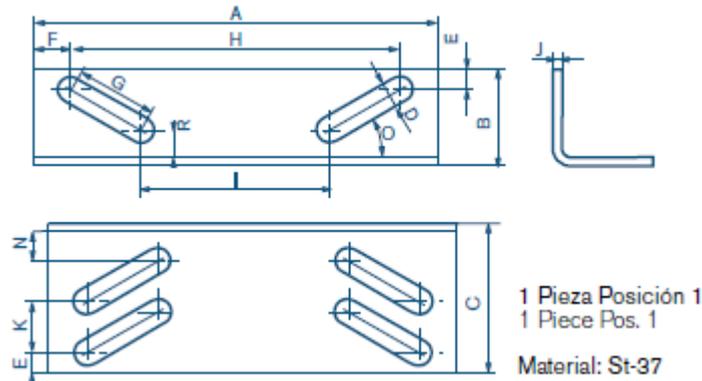
A.11.11 Unión guía con la viga de unión.

Para la fijación de las guías a las vigas de unión se emplea el sistema de fijación de la empresa "SAVERA".

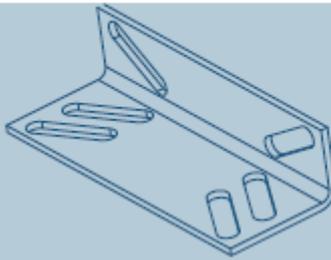




Para perfil guía T114/B se tiene fijación estándar B3:

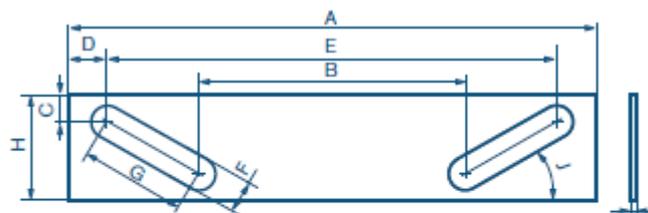


Fijación Estándar Standard Bracket



| | A±1 | B±1 | C±1 | D | E | F | G | H | I±1 | J | K | R | N | O |
|-----------|-----|-----|-----|----|------|------|----|-----|-----|---|----|----|----|-----|
| B1 | 130 | 50 | 75 | 11 | 12 | 22,5 | 27 | 85 | 47 | 4 | 28 | 15 | 12 | 45° |
| B2 | 200 | 62 | 95 | 15 | 13,5 | 22,5 | 45 | 155 | 77 | 5 | 34 | 21 | 20 | 30° |
| B3 | 270 | 65 | 100 | 19 | 13,5 | 25 | 54 | 220 | 126 | 6 | 34 | 18 | 19 | 30° |

Para perfil guía T114/B se tiene componente para brida BP3:



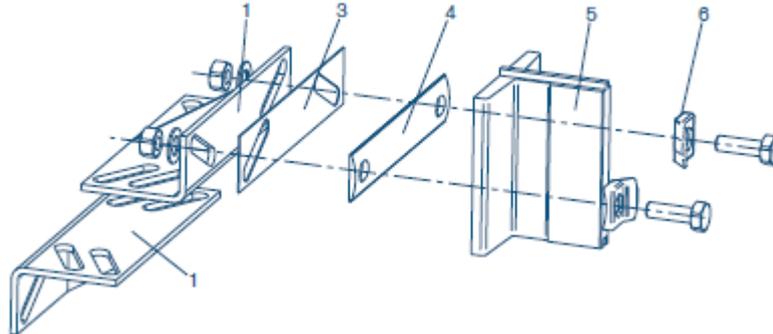
1 Pieza Posición 3
1 Pieza Pos. 3
Material: St-37

Componente para Brida Component for Clip

| | A±1 | B±1 | C | D | E | F | G | H±1 | I | J |
|------------|-----|-----|----|------|-----|----|----|-----|---|-----|
| BP1 | 130 | 47 | 12 | 22,5 | 85 | 11 | 27 | 43 | 1 | 45° |
| BP2 | 200 | 77 | 14 | 22,5 | 155 | 15 | 45 | 50 | 1 | 30° |
| BP3 | 270 | 126 | 14 | 25 | 220 | 19 | 54 | 55 | 1 | 30° |

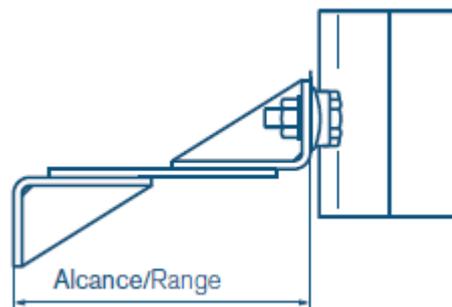


El montaje es:



| Fijación Bracket | |
|------------------|---|
| 6 | Brida SH / SH clip |
| 5 | Guía / Guide Rail |
| 4 | Componente para Brida SH / Component for SH Clip |
| 3 | Componente para Brida / Component for Clip |
| 1 | Fijación Estándar / Standard Bracket Fijación Especial / Special Bracket |

Para perfil guía T114/B se tiene una tabla de alcances B3/B3:



| Tabla de alcances (mm.) / Range table (mm.) | | | | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| B1/B1 | | | 126 | | | | |
| B1/BL1/B1 | | 125 | | | 227 | | |
| B2/B2 | 62 | | | 163 | | | |
| B2/BL2/B2 | | | 157 | | | 293 | |
| B3/B3 | 65 | | | 173 | | | |
| B3/BL3/B3 | | | 165 | | | | 311 |

El alcance permitido comprende de 65 a 173 mm. El alcance se que exige es de 71.1 mm, el cual se encuentra en los límites permitidos.



Las fuerzas que aparecen en las guías ya se determinaron en el apartado anterior dando como resultados:

Caso 1:

$$F_x = 11621.22 \text{ N}$$

$$F_z = 0 \text{ N}$$

Caso 2:

$$F_x = 9882.17 \text{ N}$$

$$F_z = 5886 \text{ N}$$

Se utiliza rosca métrica normal M10 con $A=84.3\text{mm}^2$ con grado 4.6 (tensión de rotura=400 Mpa), $N=6$ tornillos. 4 de los tornillos se encuentran en posición horizontal y 2 en vertical. Según esta disposición el tornillo está sometido a tensión normal y cortadura de diferente forma. Por tanto se distingue su análisis.

-Caso 1:

Tornillos en posición horizontal

Estos tornillos están sometidos a tensión normal.

La reacción $F_x = 11621.22 \text{ N}$ es normal.

La fuerza normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_x}{N} = \frac{11621.22}{6} = 1936.87 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

Según CTE:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Por tanto sustituyendo con los datos que se tienen.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 400 \cdot 58}{1.25} = 16704 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal:

$$F_{t,Rd} \geq F_{t,Ed} \rightarrow 16704 > 1936.87 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia al punzonamiento:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde d_m el menor diámetro medio entre los círculos circunscrito e inscrito a la tuerca o a la cabeza. Para la rosca M10 se tiene 8.160 mm.

f_u la resistencia mínima a tracción del material St-37 es de 360 Mpa.

t_p espesor de la chapa mínimo (1 mm).

Por tanto la resistencia al punzonamiento es:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 8.160 \cdot 1 \cdot 360}{1.25} = 4429.8 \text{ N}$$



Comprobación:

$$F_{t,Ed} \leq F_{p,Rd} \rightarrow 1936.87 < 4429.8 \rightarrow \text{Cumple}$$

Tornillos en posición vertical

Estos tornillos están sometidos a cortadura.

La fuerza de ortadura es la misma que en la tensión normal, por tanto $F_{V,Ed} = 1936.87 \text{ N}$

Comprobación a cortadura de los tornillos:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Existe 1 plano de cizallada ($n=1$). Por tanto la resistencia al corte es:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 400 \cdot 58}{1.25} = 9280 \text{ N}$$

$$F_{V,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 9280 > 1936.87 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia a aplastamiento de la chapa:

La resistencia a aplastamiento de la chapa es:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

Donde t es el espesor de la fijación estándar (5mm).

d_0 es el diámetro del agujero. Se toma $d+1=10+1=11\text{mm}$. Observando las disposiciones de la fijación y aplicando el método del CTE para obtener e_1 y p_1 la constante queda:

$$\alpha = \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}; \frac{p_1}{3 d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{13.5}{3 \cdot 11}; \frac{126}{3 \cdot 11} - \frac{1}{4}; \frac{400}{360}; 1\right) = \min(0.409; 3.82; 1.11; 1) = 0.409$$

La resistencia de la chapa es:

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.409 \cdot 360 \cdot 10 \cdot 5}{1.25} = 14724 \text{ N}$$

Comprobación:

$$F_{b,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 14724 > 1936.87 \rightarrow \text{Cumple}$$

-Caso 2:

Tornillos en posición horizontal

Estos tornillos están sometidos a tensión normal y a cortadura.

La reacción $F_x = 9882.17 \text{ N}$ es normal.

La fuerza normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_x}{N} = \frac{9882.17}{6} = 1647.03 \text{ N}$$



La reacción $F_z=5886$ N es cortadura.

La fuerza por cortadura es:

$$F_{V,Ed} = \frac{F_z}{N} = \frac{5886}{6} = 981 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

La fuerza normal es menor que la hipótesis anterior, por tanto cumple.

Resistencia al punzonamiento:

La fuerza normal es menor que la hipótesis anterior, por tanto cumple.

Comprobación a cortadura de los tornillos:

La fuerza por cortadura resultante es menor que la hipótesis anterior, por tanto cumple.

Resistencia al aplastamiento de la chapa:

La fuerza por cortadura resultante es menor que la hipótesis anterior, por tanto cumple

Comprobación a sollicitación combinada de los tornillos:

Según CTE

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Las resistencias están determinadas en el caso 1.

Sustituyendo los valores numéricos se tiene

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1 \rightarrow \frac{981}{9280} + \frac{1647.03}{1.4 \cdot 16704} = 0.176 < 1 \rightarrow \text{Cumple}$$

Tornillos en posición vertical

Los tornillos están sometidos a cortadura por las fuerzas F_x y F_z , pero como se determinó en el apartado A.11.1 su cortadura resultante es menor que la cortadura en el caso 1, por tanto cumple.

Rosca métrica = seis tornillos M10x30 con grado 4.6 y arandela y tuerca hexagonal.

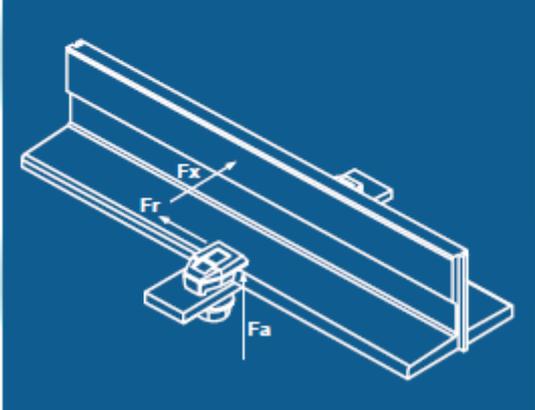


-Selección de la brida:

Según el fabricante para la selección de la brida se necesita superar las fuerzas de guiado.

Para bridas forjada se tiene el siguiente cuadro de valores:

| | Resistencia Stress F_a (Kg.) | F. Rozamiento Friction force F_r (Kg.) |
|----|-----------------------------------|--|
| M1 | 1900 | 380 |
| M2 | 2700 | 540 |
| M3 | 3680 | 736 |
| M4 | 3800 | 760 |
| M5 | 5100 | 1020 |



Las fuerzas de guiado que se obtuvieron son:

Caso 1:

$$F_x = 11621.22 \text{ N}$$

$$F_z = 0 \text{ N}$$

Caso 2:

$$F_x = 9882.17 \text{ N}$$

$$F_z = 5886 \text{ N}$$

Tomando los valores en Kg y según la notación del catálogo se tiene:

Caso 1:

$$F_a = 1184.63 \text{ Kg}$$

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

Caso 2:

$$F_a = 1007.36 \text{ Kg}$$

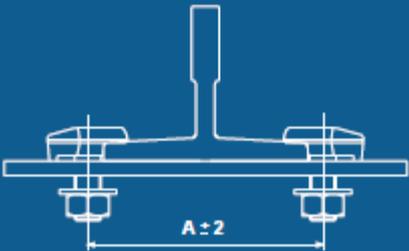
$$F_x = 600 \text{ Kg}$$

Por tanto observando la tabla se tiene que la **brida forjada M1** es suficiente.



Para terminar de seleccionar la brida se necesita la siguiente longitud según fabricante:

| A ± 2(mm.) | |
|---------------------------------|---------------------------|
| TIPO GUIA TYPE GUIDE | BRIDA M M CLIP |
| T45/A | 55 |
| T50/A | 60 |
| T65/A | 75 |
| T70-1/A, T70-2/A | 83 |
| T70-70-9/A | 86 |
| T75-3/A-B | 88 |
| T78/B | 91 |
| T80-80-9/A | 96 |
| T82/A-B | 95 |
| T89/A-B | 105 |
| T90/A-B | 106 |
| T125-L1/A | 138 |
| T114/B | 131 |
| T125/B | 142 |
| T127-1/B | 144 |
| T127-2/B | 149 |
| T140-1/B | 162 |
| T140-2/B | 162 |



The diagram shows a cross-section of a crane hook assembly. A central vertical stem is attached to a horizontal beam. Two clips are mounted on the beam, one on each side of the stem. A dimension line below the beam indicates the distance between the centers of the two clips, labeled as $A \pm 2$.

Para la guía seleccionada T114/B se tiene $A=131\text{mm}$



A.12.11 Unión rozaderas con la viga del pórtico.

El soporte metálico es:



Se utiliza rosca métrica normal M8 con $A=36.6\text{mm}^2$ con grado 4.6 (tensión de rotura=400 Mpa), N=2 tornillos.

Las fuerzas que aparecen en las guías ya se determinaron en el apartado anterior dando como resultados:

Caso 1:

$$F_x=11621.22 \text{ N}$$

$$F_z=0 \text{ N}$$

Caso 2:

$$F_x=9882.17 \text{ N}$$

$$F_z=5886 \text{ N}$$

Los tornillos están sometidos a cortadura por las fuerzas F_x y F_z , pero como se determinó en el apartado A.11.1 su cortadura resultante es menor que la cortadura en el caso 1, por tanto sólo se comprueba el caso 1.

Comprobación a cortadura de los tornillos:

La resistencia al corte es:

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 400 \cdot 36.6}{1.25} = 5856 \text{ N}$$

La fuerza de cálculo es:

$$F_{V,Ed} = \frac{F_R}{N} = \frac{11621.22}{2} = 5810.61 \text{ N}$$

Comprobación a cortadura:

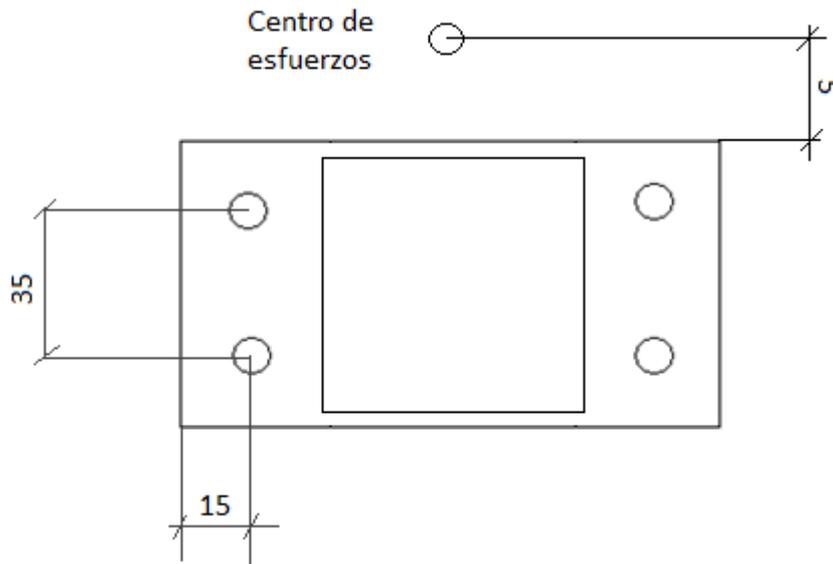
$$F_{V,Rd} \geq F_{V,Ed} \rightarrow 5856 > 5810.61 \rightarrow \text{Cumple}$$

Rosca métrica = dos tornillos M8x25 con grado 4.6 arandela y tuerca hexagonal.

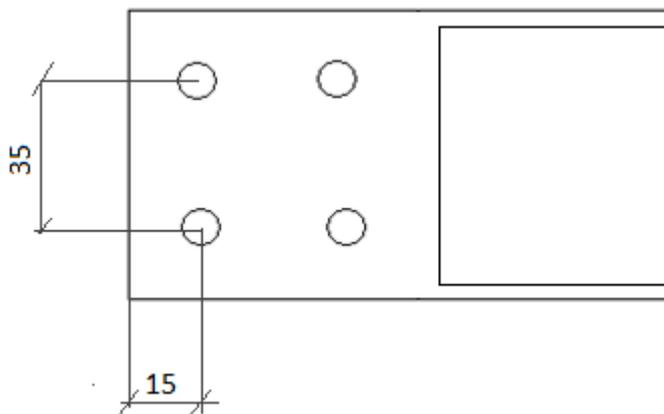


A.11.12 Unión barandilla con la plataforma.

Unión 1:



Unión 2:



Se utiliza rosca métrica fina M16x1 con $A=178\text{mm}^2$ con grado 10.9 (tensión de rotura=1040 Mpa), $N=4$ tornillos.

La placa es de acero S235 JR con resistencia a la tracción de 360 Mpa con dimensión $65 \times 180 \text{ mm}^2$ y espesor de 2mm.

La reacciones más desfavorables que han de soportar los tornillos son debido a los flectores y cortantes que se encuentran en la viga 5, siendo:

$$F_y = 17000 \text{ N}$$

$$M_x = 14446761 \text{ Nmm}$$

$$M_{z1} = 3834410.4 \text{ Nmm}$$

$$M_{z2} = 2508683.4 \text{ Nmm}$$



Por tanto el par $M_z = 3834410.4 + 2508683.4 = 6343093.8 \text{ Nmm}$

Todas estas reacciones en la viga provocan tensión normal en los tornillos. Por tanto:

La fuerza máxima normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_y}{N} + \frac{M_z}{\sum x_j^2} \cdot x + \frac{M_x}{\sum z_j^2} \cdot z$$

Donde x (el tornillo más solicitado en la dirección x) es 55 mm.

$\sum x_j^2$ Suma cuadrática. Su valor es:

$$\sum x_j^2 = 2 \cdot 20^2 + 2 \cdot 55^2 = 6850 \text{ mm}^2$$

Donde z (el tornillo más solicitado en la dirección z) es 60 mm.

$\sum z_j^2$ Suma cuadrática. Su valor es:

$$\sum z_j^2 = 4 \cdot 60^2 = 14400 \text{ mm}^2$$

Por tanto la fuerza máxima normal es:

$$F_{t,Ed} = \frac{F_y}{N} + \frac{M_z}{\sum x_j^2} \cdot x + \frac{M_x}{\sum z_j^2} \cdot z = \frac{17000}{4} + \frac{6343093.8}{6850} \cdot 55 + \frac{14446761}{14400} \cdot 60 = 115374.79 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal de los tornillos:

Según CTE:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

Por tanto sustituyendo con los datos que se tienen.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 1040 \cdot 178}{1.25} = 133286.4 \text{ N}$$

Comprobación a fuerza normal:

$$F_{t,Rd} \geq F_{t,Ed} \rightarrow 133286.4 > 115374.79 \rightarrow \text{Cumple}$$

Rosca métrica = cuatro tornillos M16x1x180 con grado 10.9 arandela tuerca hexagonal.

A.12 REACCIONES DEL SUELO.

A.12.1 Reacciones de la guía:

Caso 1:

$F_x = 11621.22 \text{ N}$

$F_z = 0 \text{ N}$

Caso 2:

$F_x = 9882.17 \text{ N}$

$F_z = 5886 \text{ N}$

Además tiene que soportar el peso de la guía:

$$F_y = q l g$$



Para guías tipo T114/B se tiene que el peso por unidad de longitud es $q=16.31 \text{ Kg/m}$. La longitud es $l=7175 \text{ mm}$. Por tanto la fuerza es:

$$F_y = q l g = 16.31 \cdot 7175 \cdot 10^{-3} \cdot 9.81 = 1148.01 \text{ N}$$

A.12.2 Reacciones del pilar:

Caso 1:

$$F_x=11621.22 \text{ N}$$

$$F_z=0 \text{ N}$$

Caso 2:

$$F_x=9882.17 \text{ N}$$

$$F_z=5886 \text{ N}$$

Además tiene que soportar el peso del pilar, los pesos de las vigas de unión y las de las planchas que le corresponden:

$$F_y = (q_p l_p + q_{v.u.} l_{v.u.} + P_p) g$$

Donde el peso por unidad de longitud del pilar es $q_p = 37.9 \text{ Kg/m}$

La longitud del pilar es $l_p = 6975 \text{ mm}$

El peso por unidad de longitud de la viga unión es $q_{v.u.} = 14 \text{ Kg/m}$

La longitud de la viga de unión total que le corresponde a un pilar es $l_{v.u.} = 29616 \text{ mm}$

El peso de las planchas de acero que le corresponden es

$$P_p = Vol \cdot \rho = [(2480 \cdot 976 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 3 \text{ unidades que le corresponden}) + (1230 \cdot 976 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot 3 \text{ unidades que le corresponden})] \cdot 7850 = 170.55 \text{ Kg}$$

Sustituyendo los valores numéricos se tiene:

$$F_y = (q_p l_p + q_{v.u.} l_{v.u.}) g = (37.9 \cdot 6975 \cdot 10^{-3} + 14 \cdot 29616 \cdot 10^{-3} + 170.55) \cdot 9.81 = 8333.85 \text{ N}$$

A.12.3 Reacciones del amortiguador:

La fuerza vertical que tiene que soportar el suelo debido al amortiguador es 11183.53 N calculado en el apartado A.10. Además tiene que soportar el peso de la bancada más el de las placas:

$$F_y = 11183.53 + (q l + p_p) g$$

Donde el peso por unidad de longitud del pilar es $q = 5.95 \text{ Kg/m}$

La longitud del pilar máxima es $l = 724 \text{ mm}$

El peso de la placa de anclaje es $p_p = (200 \times 150 \times 30 \times 7850) \cdot 3 \cdot 10^{-9} = 21.2 \text{ Kg}$

Sustituyendo todo se tiene:

$$F_y = 11183.53 + (q l + p_p) g = 11183.53 + (5.95 \cdot 724 \cdot 10^{-3} + 21.2) \cdot 9.81 = 11433.76 \text{ N}$$

A.12.3 Reacciones del cilindro hidráulico:

El suelo tiene que resistir el peso del montacargas total más el del cilindro hidráulico:

$$F_y = (P + Q + P_{C.H.} + 2 P_{p.o.}) g$$



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 89 de 93

Donde el peso del cilindro hidráulico es:

$$P_{C.H.} = P_{p0} + P_{p1} \cdot l$$

P_{p0} = Peso del cilindro base con recorrido cero (incluye peso de la placa de fondo). Para un cilindro tipo 100x5 se tiene 74.5 Kg

P_{p1} = Peso del cilindro base por cada metro recorrido. Para un cilindro tipo 100x5 se tiene 29 Kg/m

l = Longitud total de recorrido 4360mm

Por tanto el peso del cilindro hidráulico es

$$P_{C.H.} = P_{p0} + P_{p1} \cdot l = 74.5 + 29 \cdot 4360 \cdot 10^{-3} = 200.94 \text{ Kg}$$

$P_{p.o.}$ = Peso de la placa oscilante (son dos, una para el cilindro hidráulico y otro para su unión con el chasis). Para cilindros tipo 100x5 se tiene 4 Kg.

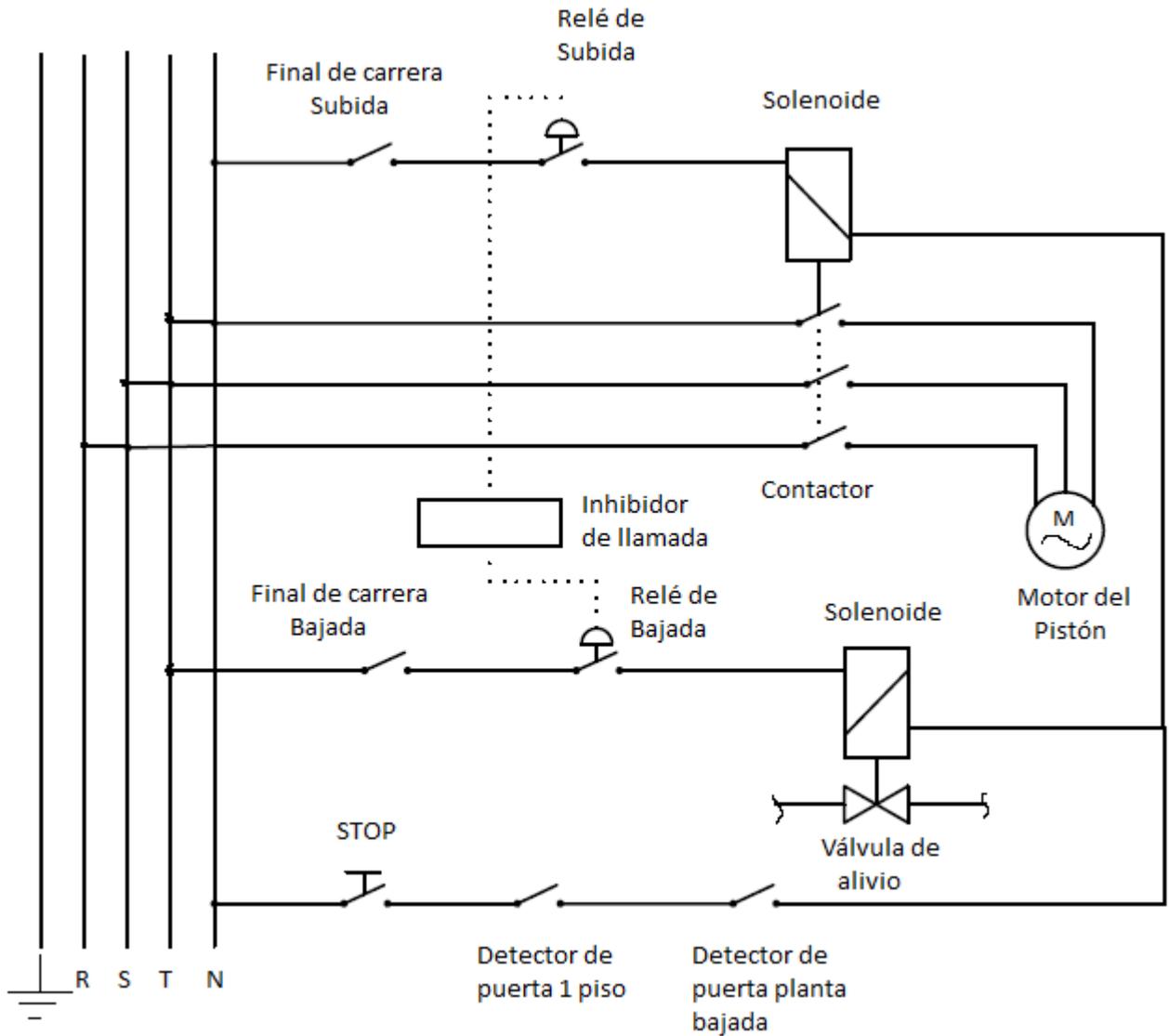
Con todo ello la reacción que tiene que soportar el suelo es:

$$F_y = (P + Q + P_{C.H.} + 2 P_{p.o.}) g = (420.04 + 3000 + 200.94 + 2 \cdot 4) \cdot 9.81 = 35600.29 \text{ N}$$



A.13 ESQUEMA ELÉCTRICO.

A continuación se presenta el esquema eléctrico que se instala para el montacargas:





-Descripción de los elementos eléctricos y electrónicos de los que se compone la instalación:

-Final de carrera: Son dispositivos mecánicos situados al final del recorrido de la plataforma.

Cuando la plataforma del montacargas llega arriba activa el final de carrera, abriéndose el contacto y por lo tanto parando el motor y con ello la plataforma.

Cuando la plataforma llega abajo activa el final de carrera abriéndose el contacto y por lo tanto cerrando la válvula de alivio y con ello parando la plataforma.



-Relé: Se encargan de la supervisión de la regulación del nivel de la plataforma, dando por correcta ésta y cerrando los contactos de seguridad para poder realizar la maniobra de apertura de puertas cuando los contactos de los sensores de nivelación está en la posición correcta.



-Solenoides: Tienen como función almacenar energía magnética, para que cuando se necesite active el contactor y pueda alimentar al motor y así poner en movimiento la plataforma.

También tiene como misión aportar la energía necesaria para activar la válvula de alivio y de esta manera provocar el descenso de la plataforma.





-Contadores: Cuando se cierra permite el paso del flujo eléctrico y así alimentar al motor que provoca el ascenso del montacargas.

Cuando se abre se deja de alimentar al motor y por tanto cesa de ascender el montacargas.



-Detector de puerta: Las puertas son de funcionamiento no automático de acceso al montacargas, por tanto se instala un detector de puertas que poseen un sistema de seguridad que impide el funcionamiento del montacargas cuando una de ellas está abierta. Este dispositivo detecta esta apertura y emite una señal que indica al usuario que dejó la puerta abierta o mal cerrada, de manera que pueda cerrarla bien, para que el montacargas pueda volver a ser utilizado.



-STOP: Permite la parada de emergencia del montacargas.





DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea

Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0)

Hoja 93 de 93

-Válvula de alivio:

También llamada válvula de paracaídas, es un componente de seguridad que protege a la cabina o plataforma de un posible exceso de velocidad. La válvula paracaídas tiene la función de interrumpir el paso del aceite procedente del cilindro cuando la velocidad en descenso excede aproximadamente del 30% de la velocidad nominal.

Su descripción se encuentra en la página 56 de este anexo.



ÍNDICE

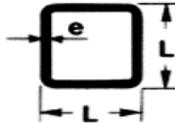
| | |
|--|----|
| A.1 Dimensionamiento de la barandilla y la chapa de acero..... | 1 |
| A.2 Dimensionamiento de la plataforma del montacargas..... | 8 |
| A.3 Cálculo de las guías..... | 24 |
| A.4 Dimensionamiento de la estructura del hueco..... | 31 |
| A.5 Amortiguadores de foso..... | 44 |
| A.6 Cálculo del pistón, cilindro y canalizaciones..... | 44 |
| A.7 Selección de la central hidráulica..... | 51 |
| A.8 Selección de la válvula paracaídas..... | 56 |
| A.9 Puertas de acceso al montacargas..... | 57 |
| A.10 Cálculo bancadas..... | 57 |
| A.11 Uniones atornilladas..... | 60 |
| A.12 Reacciones del suelo..... | 87 |
| A.13 Esquema eléctrico..... | 90 |



B. TABLAS Y CATÁLOGOS

En el siguiente anexo se muestran todas las tablas y catálogos que se han utilizado para la realización del proyecto.

B.1 TABLA DE TUBOS CUADRADOS



TUBOS CUADRADOS de 28 a 75 mm

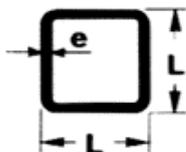
| Dimensiones exteriores L mm | Espesor e mm | Peso teórico kg/m | Área de la sección A cm ² | Momento de inercia de torsión J cm ⁴ | Constante de torsión C cm ³ | Momento de inercia de flexión I cm ⁴ | Módulo de inercia de flexión W cm ³ | Radio de giro i cm | Coefficiente de adaptación plástica ψ | Módulo de plasticidad de flexión Z cm ³ | Superficie m ² /Tn |
|--|---------------------------|----------------------|---|--|---|--|---|---------------------------------|---|---|----------------------------------|
| 28 | 4 | 2.950 | 3.763 | 5.844 | 3.509 | 3.545 | 2.532 | 0.9707 | 1.160 | 3.337 | 35.01 |
| 30 | 3.2 | 2.650 | 3.381 | 6.446 | 3.748 | 3.999 | 2.666 | 1.088 | 1.133 | 3.368 | 42.63 |
| | 4 | 3.200 | 4.083 | 7.414 | 4.193 | 4.523 | 3.016 | 1.053 | 1.154 | 3.929 | 34.76 |
| 35 | 3.2 | 3.160 | 4.021 | 10.71 | 5.430 | 6.713 | 3.836 | 1.292 | 1.119 | 4.762 | 42.18 |
| | 4 | 3.830 | 4.883 | 12.50 | 6.179 | 7.718 | 4.410 | 1.257 | 1.139 | 5.620 | 34.29 |
| 40 | 3.2 | 3.660 | 4.661 | 16.53 | 7.429 | 10.44 | 5.219 | 1.496 | 1.107 | 6.396 | 41.85 |
| | 4 | 4.460 | 5.683 | 19.49 | 8.559 | 12.14 | 6.071 | 1.462 | 1.127 | 7.610 | 33.94 |
| | 5 | 5.400 | 6.879 | 22.56 | 9.649 | 13.83 | 6.917 | 1.418 | 1.147 | 8.924 | 27.64 |
| | 6 | 6.270 | 7.986 | 24.96 | 10.42 | 15.08 | 7.540 | 1.374 | 1.165 | 10.02 | 23.47 |
| 45 | 3.2 | 4.160 | 5.301 | 24.14 | 9.746 | 15.33 | 6.815 | 1.701 | 1.097 | 8.270 | 41.61 |
| | 4 | 5.090 | 6.483 | 28.67 | 11.34 | 18 | 7.999 | 1.666 | 1.116 | 9.901 | 33.68 |
| | 5 | 6.190 | 7.879 | 33.54 | 12.94 | 20.75 | 9.221 | 1.623 | 1.136 | 11.71 | 27.37 |
| | 6 | 7.210 | 9.186 | 37.54 | 14.15 | 22.90 | 10.18 | 1.579 | 1.154 | 13.26 | 23.18 |
| | 7 | 8.170 | 10.40 | 40.69 | 15.02 | 24.51 | 10.89 | 1.535 | 1.169 | 14.57 | 20.20 |
| | 8 | 9.050 | 11.53 | 43.03 | 15.59 | 25.62 | 11.39 | 1.491 | 1.182 | 15.64 | 17.99 |
| 50 | 3.2 | 4.660 | 5.941 | 33.77 | 12.38 | 21.56 | 8.625 | 1.905 | 1.090 | 10.38 | 41.41 |
| | 4 | 5.720 | 7.283 | 40.35 | 14.51 | 25.48 | 10.19 | 1.871 | 1.107 | 12.49 | 33.48 |
| | 5 | 6.970 | 8.879 | 47.57 | 16.72 | 29.64 | 11.86 | 1.827 | 1.127 | 14.86 | 27.15 |
| | 6 | 8.150 | 10.39 | 53.71 | 18.47 | 33.04 | 13.22 | 1.784 | 1.144 | 16.95 | 22.95 |
| | 8 | 10.30 | 13.13 | 62.83 | 20.79 | 37.75 | 15.10 | 1.696 | 1.171 | 20.31 | 17.74 |
| 9 | 11.30 | 14.37 | 65.87 | 21.44 | 39.18 | 15.67 | 1.651 | 1.183 | 21.59 | 16.02 | |
| 55 | 3.2 | 5.170 | 6.581 | 45.69 | 15.34 | 29.28 | 10.65 | 2.109 | 1.083 | 12.74 | 41.26 |
| | 4 | 6.340 | 8.083 | 54.83 | 18.08 | 34.80 | 12.65 | 2.075 | 1.099 | 15.38 | 33.32 |
| | 5 | 7.760 | 9.879 | 65.04 | 20.99 | 40.78 | 14.83 | 2.032 | 1.118 | 18.40 | 26.98 |
| | 6 | 9.100 | 11.59 | 73.93 | 23.38 | 45.80 | 16.65 | 1.988 | 1.135 | 21.09 | 22.77 |
| | 8 | 11.60 | 14.73 | 87.83 | 26.78 | 53.20 | 19.35 | 1.900 | 1.162 | 25.57 | 17.54 |
| 9 | 12.70 | 16.17 | 92.91 | 27.87 | 55.72 | 20.26 | 1.856 | 1.174 | 27.36 | 15.81 | |
| 60 | 3.2 | 5.670 | 7.221 | 60.11 | 18.61 | 38.65 | 12.88 | 2.314 | 1.078 | 15.33 | 41.13 |
| | 4 | 6.970 | 8.883 | 72.41 | 22.05 | 46.14 | 15.38 | 2.279 | 1.092 | 18.57 | 33.19 |
| | 5 | 8.540 | 10.88 | 86.33 | 25.77 | 54.39 | 18.13 | 2.236 | 1.111 | 22.30 | 26.85 |
| | 6 | 10 | 12.79 | 98.65 | 28.89 | 61.47 | 20.49 | 2.193 | 1.127 | 25.68 | 22.63 |
| | 8 | 12.80 | 16.33 | 118.6 | 33.55 | 72.37 | 24.12 | 2.105 | 1.154 | 31.43 | 17.38 |
| | 10 | 15.30 | 19.52 | 132.6 | 36.36 | 79.40 | 26.47 | 2.017 | 1.175 | 35.88 | 14.26 |
| 65 | 3.2 | 6.170 | 7.861 | 77.28 | 22.21 | 49.83 | 15.33 | 2.518 | 1.073 | 18.17 | 41.02 |
| | 4 | 7.600 | 9.683 | 93.39 | 26.42 | 59.72 | 18.38 | 2.483 | 1.087 | 22.06 | 33.08 |
| | 5 | 9.330 | 11.88 | 111.8 | 31.04 | 70.75 | 21.77 | 2.440 | 1.104 | 26.59 | 26.73 |
| | 6 | 11 | 13.99 | 128.3 | 34.99 | 80.36 | 24.73 | 2.397 | 1.119 | 30.73 | 22.51 |
| | 8 | 14.10 | 17.93 | 155.8 | 41.10 | 95.67 | 29.44 | 2.310 | 1.146 | 37.89 | 17.25 |
| | 10 | 16.90 | 21.52 | 176.2 | 45.11 | 106.2 | 32.69 | 2.222 | 1.168 | 43.63 | 14.12 |
| 70 | 3.2 | 6.670 | 8.501 | 97.44 | 26.12 | 62.99 | 18 | 2.722 | 1.069 | 21.24 | 40.93 |
| | 4 | 8.230 | 10.48 | 118.1 | 31.19 | 75.73 | 21.64 | 2.688 | 1.082 | 25.85 | 32.98 |
| | 5 | 10.10 | 12.88 | 141.8 | 36.80 | 90.08 | 25.74 | 2.645 | 1.098 | 31.24 | 26.63 |
| | 6 | 11.90 | 15.19 | 163.4 | 41.68 | 102.8 | 29.36 | 2.601 | 1.113 | 36.22 | 22.41 |
| | 8 | 15.30 | 19.53 | 200 | 49.43 | 123.5 | 35.28 | 2.514 | 1.139 | 44.96 | 17.14 |
| | 10 | 18.50 | 23.52 | 228.3 | 54.82 | 138.5 | 39.57 | 2.427 | 1.160 | 52.13 | 14 |
| 75 | 3.2 | 7.180 | 9.141 | 120.8 | 30.35 | 78.27 | 20.87 | 2.926 | 1.066 | 24.55 | 40.85 |
| | 4 | 8.860 | 11.28 | 146.7 | 36.35 | 94.36 | 25.16 | 2.892 | 1.078 | 29.95 | 32.90 |
| | 5 | 10.90 | 13.88 | 176.8 | 43.07 | 112.7 | 30.04 | 2.849 | 1.092 | 36.28 | 26.55 |
| | 6 | 12.90 | 16.39 | 204.3 | 48.97 | 129 | 34.40 | 2.806 | 1.107 | 42.16 | 22.32 |
| | 8 | 16.60 | 21.13 | 251.8 | 58.56 | 156.2 | 41.66 | 2.719 | 1.133 | 52.62 | 17.05 |
| | 10 | 20 | 25.52 | 289.6 | 65.52 | 176.7 | 47.12 | 2.631 | 1.154 | 61.39 | 13.91 |



**DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG**

Realizado por: José Eduardo Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0) Hoja 2 de 31



TUBOS CUADRADOS de 80 a 140 mm

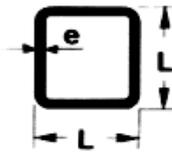
| Dimensiones exteriores L mm | Espesor e mm | Peso teórico kg/m | Area de la sección A cm ² | Momento de inercia de torsión J cm ⁴ | Constante de torsión C cm ³ | Momento de inercia de flexión I cm ⁴ | Módulo de inercia de flexión W cm ³ | Radio de giro i cm | Coefficiente de adaptación plástica Ψ | Módulo de plasticidad de flexión Z cm ³ | Superficie m ² /Tn |
|--|---------------------------|----------------------|---|--|---|--|---|---------------------------------|---|---|----------------------------------|
| 80 | 3.2 | 7.680 | 9.781 | 147.7 | 34.91 | 95.85 | 23.96 | 3.130 | 1.063 | 28.11 | 40.78 |
| | 4 | 9.480 | 12.08 | 179.7 | 41.92 | 115.8 | 28.96 | 3.096 | 1.074 | 34.34 | 32.83 |
| | 5 | 11.70 | 14.88 | 217.1 | 49.83 | 138.7 | 34.68 | 3.053 | 1.088 | 41.68 | 26.48 |
| | 6 | 13.80 | 17.59 | 251.5 | 56.86 | 159.4 | 39.84 | 3.010 | 1.102 | 48.55 | 22.25 |
| | 8 | 17.80 | 22.73 | 311.8 | 68.47 | 194.3 | 48.57 | 2.923 | 1.127 | 60.88 | 16.97 |
| | 10 | 21.60 | 27.52 | 360.9 | 77.19 | 221.3 | 55.33 | 2.836 | 1.147 | 71.39 | 13.82 |
| 12 | 25.10 | 31.94 | 399.4 | 83.36 | 241.3 | 60.32 | 2.748 | 1.165 | 80.15 | 11.73 | |
| 90 | 3.2 | 8.680 | 11.06 | 212.8 | 44.97 | 138.5 | 30.78 | 3.539 | 1.058 | 35.94 | 40.67 |
| | 4 | 10.70 | 13.68 | 259.8 | 54.25 | 168.1 | 37.35 | 3.505 | 1.068 | 44.02 | 32.72 |
| | 5 | 13.30 | 16.88 | 315 | 64.85 | 202.3 | 44.95 | 3.462 | 1.080 | 53.62 | 26.36 |
| | 6 | 15.70 | 19.99 | 366.6 | 74.42 | 233.6 | 51.91 | 3.419 | 1.092 | 62.68 | 22.13 |
| | 8 | 20.40 | 25.93 | 458.7 | 90.69 | 288 | 63.99 | 3.332 | 1.116 | 79.21 | 16.84 |
| | 10 | 24.70 | 31.52 | 536.6 | 103.5 | 331.9 | 73.77 | 3.245 | 1.136 | 93.65 | 13.68 |
| 12 | 28.80 | 36.74 | 600.6 | 113.2 | 366.4 | 81.42 | 3.158 | 1.154 | 106.1 | 11.59 | |
| 100 | 3.2 | 9.690 | 12.34 | 294.7 | 56.31 | 192.3 | 38.45 | 3.947 | 1.054 | 44.72 | 40.58 |
| | 4 | 12 | 15.28 | 360.6 | 68.18 | 234 | 46.80 | 3.913 | 1.063 | 54.90 | 32.63 |
| | 5 | 14.80 | 18.88 | 438.8 | 81.87 | 282.8 | 56.56 | 3.870 | 1.074 | 67.06 | 26.27 |
| | 6 | 17.60 | 22.39 | 512.3 | 94.38 | 327.9 | 65.59 | 3.827 | 1.085 | 78.62 | 22.03 |
| | 8 | 22.90 | 29.13 | 645.6 | 116.1 | 407.7 | 81.54 | 3.741 | 1.107 | 99.93 | 16.74 |
| | 10 | 27.90 | 35.52 | 761.2 | 133.7 | 474.3 | 94.86 | 3.654 | 1.127 | 118.9 | 13.58 |
| 12 | 32.60 | 41.54 | 859.3 | 147.8 | 528.6 | 105.7 | 3.567 | 1.144 | 135.6 | 11.48 | |
| 110 | 3.2 | 10.70 | 13.62 | 395.2 | 68.94 | 258.4 | 46.98 | 4.355 | 1.051 | 54.47 | 40.51 |
| | 4 | 13.30 | 16.88 | 484.6 | 83.70 | 315.3 | 57.32 | 4.321 | 1.059 | 66.98 | 32.55 |
| | 5 | 16.40 | 20.88 | 591.2 | 100.9 | 382.2 | 69.50 | 4.279 | 1.069 | 82 | 26.19 |
| | 6 | 19.50 | 24.79 | 692.2 | 116.7 | 444.7 | 80.86 | 4.236 | 1.079 | 96.35 | 21.95 |
| | 8 | 25.40 | 32.33 | 877.3 | 144.6 | 556.8 | 101.2 | 4.150 | 1.099 | 123.1 | 16.66 |
| | 10 | 31 | 39.52 | 1041 | 167.9 | 652.4 | 118.6 | 4.063 | 1.118 | 147.2 | 13.49 |
| 12 | 36.40 | 46.34 | 1183 | 187.1 | 732.7 | 133.2 | 3.976 | 1.135 | 168.7 | 11.39 | |
| 120 | 3.2 | 11.70 | 14.90 | 516.4 | 82.84 | 338.1 | 56.36 | 4.764 | 1.049 | 65.18 | 40.45 |
| | 4 | 14.50 | 18.48 | 634.3 | 100.8 | 413.5 | 68.91 | 4.730 | 1.056 | 80.26 | 32.49 |
| | 5 | 18 | 22.88 | 775.4 | 121.9 | 502.6 | 83.77 | 4.687 | 1.065 | 98.44 | 26.13 |
| | 6 | 21.30 | 27.19 | 909.8 | 141.5 | 586.4 | 97.73 | 4.644 | 1.074 | 115.9 | 21.89 |
| | 8 | 27.90 | 35.53 | 1159 | 176.4 | 738.3 | 123.1 | 4.558 | 1.092 | 148.6 | 16.59 |
| | 10 | 34.20 | 43.52 | 1381 | 206.1 | 870.3 | 145.1 | 4.472 | 1.111 | 178.4 | 13.42 |
| 12 | 40.10 | 51.14 | 1578 | 231.1 | 983.5 | 163.9 | 4.385 | 1.127 | 205.5 | 11.31 | |
| 130 | 3.2 | 12.70 | 16.18 | 660.1 | 98.02 | 432.8 | 66.59 | 5.172 | 1.046 | 76.85 | 40.40 |
| | 4 | 15.80 | 20.08 | 811.9 | 119.6 | 530.2 | 81.57 | 5.138 | 1.053 | 94.74 | 32.44 |
| | 5 | 19.50 | 24.88 | 994.4 | 144.9 | 646 | 99.38 | 5.095 | 1.061 | 116.4 | 26.08 |
| | 6 | 23.20 | 29.59 | 1169 | 168.6 | 755.3 | 116.2 | 5.053 | 1.070 | 137.2 | 21.84 |
| | 8 | 30.40 | 38.73 | 1494 | 211.4 | 955.5 | 147 | 4.967 | 1.087 | 176.5 | 16.54 |
| | 10 | 37.30 | 47.52 | 1789 | 248.3 | 1132 | 174.1 | 4.881 | 1.104 | 212.7 | 13.37 |
| 12 | 43.90 | 55.94 | 2053 | 279.9 | 1286 | 197.8 | 4.794 | 1.119 | 245.8 | 11.25 | |
| 135 | 3.2 | 13.20 | 16.82 | 741 | 106.1 | 486.2 | 72.03 | 5.376 | 1.045 | 83.04 | 40.38 |
| | 4 | 16.40 | 20.88 | 911.9 | 129.5 | 596 | 88.29 | 5.342 | 1.052 | 102.4 | 32.42 |
| | 5 | 20.30 | 25.88 | 1118 | 157.2 | 726.8 | 107.7 | 5.300 | 1.060 | 125.9 | 26.05 |
| | 6 | 24.20 | 30.79 | 1315 | 183.1 | 850.8 | 126 | 5.257 | 1.068 | 148.6 | 21.81 |
| | 8 | 31.70 | 40.33 | 1684 | 230 | 1079 | 159.8 | 5.171 | 1.084 | 191.4 | 16.51 |
| | 10 | 38.90 | 49.52 | 2019 | 270.9 | 1280 | 189.7 | 5.085 | 1.101 | 230.9 | 13.34 |
| 12 | 45.80 | 58.34 | 2322 | 306.1 | 1458 | 216 | 4.999 | 1.116 | 267.3 | 11.23 | |
| 140 | 3.2 | 13.50 | 17.19 | 832.4 | 114.4 | 531.2 | 75.88 | 5.558 | 1.045 | 87.64 | 40.55 |
| | 4 | 16.70 | 21.27 | 1026 | 139.7 | 647.6 | 92.51 | 5.518 | 1.052 | 107.6 | 32.60 |
| | 5 | 20.60 | 26.23 | 1259 | 169.6 | 784.2 | 112 | 5.468 | 1.060 | 131.4 | 26.24 |
| | 6 | 24.40 | 31.05 | 1482 | 197.6 | 911.3 | 130.2 | 5.418 | 1.068 | 154 | 22 |
| | 8 | 31.60 | 40.26 | 1900 | 248.2 | 1138 | 162.5 | 5.316 | 1.084 | 195.7 | 16.72 |
| | 10 | 38.40 | 48.91 | 2276 | 291.9 | 1329 | 189.8 | 5.212 | 1.101 | 232.8 | 13.56 |
| 12 | 44.70 | 56.99 | 2609 | 329 | 1487 | 212.4 | 5.107 | 1.118 | 265.4 | 11.46 | |



**DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG**

Realizado por: José Eduardo Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0) Hoja 3 de 31



**TUBOS CUADRADOS
de 150 a 400 mm**

| Dimensiones exteriores L mm | Espesor e mm | Peso teórico kg/m | Area de la sección A cm ² | Momento de inercia de torsión J cm ⁴ | Constante de torsión C cm ² | Momento de inercia de flexión I cm ⁴ | Módulo de inercia de flexión W cm ³ | Radio de giro i cm | Coefficiente de adaptación plástica ψ | Módulo de plasticidad de flexión Z cm ³ | Superficie m ² /Tn |
|--|---------------------------|----------------------|---|--|---|--|---|---------------------------------|---|---|----------------------------------|
| 150 | 4 | 17.90 | 22.87 | 1268 | 161.6 | 803.2 | 107.1 | 5.927 | 1.049 | 124.2 | 32.55 |
| | 5 | 22.20 | 28.23 | 1558 | 196.6 | 974.9 | 130. | 5.877 | 1.057 | 152 | 26.19 |
| | 6 | 26.30 | 33.45 | 1837 | 229.6 | 1135 | 151.4 | 5.826 | 1.064 | 178.5 | 21.95 |
| | 8 | 34.10 | 43.46 | 2362 | 289.6 | 1424 | 189.9 | 5.725 | 1.080 | 227.6 | 16.66 |
| | 10 | 41.50 | 52.91 | 2840 | 342 | 1672 | 223 | 5.622 | 1.096 | 271.8 | 13.50 |
| | 12 | 48.50 | 61.79 | 3270 | 387.4 | 1881 | 250.8 | 5.517 | 1.112 | 311.1 | 11.39 |
| 160 | 5 | 23.70 | 30.23 | 1901 | 225.6 | 1194 | 149.3 | 6.285 | 1.055 | 174.1 | 26.14 |
| | 6 | 28.10 | 35.85 | 2245 | 263.9 | 1394 | 174.2 | 6.235 | 1.062 | 204.8 | 21.90 |
| | 8 | 36.60 | 46.66 | 2894 | 334.1 | 1756 | 219.4 | 6.134 | 1.076 | 261.9 | 16.61 |
| | 10 | 44.70 | 56.91 | 3490 | 396.1 | 2070 | 258.8 | 6.031 | 1.091 | 313.7 | 13.44 |
| | 12 | 52.30 | 66.59 | 4032 | 450.5 | 2339 | 292.4 | 5.927 | 1.106 | 360.3 | 11.34 |
| 180 | 5 | 26.90 | 34.23 | 2731 | 289.7 | 1726 | 191.8 | 7.102 | 1.051 | 222.9 | 26.06 |
| | 6 | 31.90 | 40.65 | 3231 | 339.8 | 2021 | 224.6 | 7.052 | 1.057 | 262.7 | 21.82 |
| | 8 | 41.70 | 53.06 | 4183 | 432.7 | 2564 | 284.9 | 6.951 | 1.070 | 337.7 | 16.53 |
| | 10 | 51 | 64.91 | 5070 | 516.3 | 3045 | 338.3 | 6.849 | 1.082 | 406.6 | 13.36 |
| | 12 | 59.80 | 76.19 | 5889 | 591 | 3467 | 385.3 | 6.746 | 1.096 | 469.6 | 11.25 |
| 200 | 5 | 30 | 38.23 | 3772 | 361.7 | 2397 | 239.7 | 7.919 | 1.048 | 277.6 | 26 |
| | 6 | 35.70 | 45.45 | 4470 | 425.2 | 2814 | 281.4 | 7.869 | 1.053 | 327.8 | 21.76 |
| | 8 | 46.70 | 59.46 | 5807 | 544.2 | 3589 | 358.9 | 7.769 | 1.064 | 423.1 | 16.46 |
| | 10 | 57.20 | 72.91 | 7064 | 652.5 | 4286 | 428.6 | 7.667 | 1.076 | 511.6 | 13.29 |
| | 12 | 67.30 | 85.79 | 8239 | 750.7 | 4909 | 490.9 | 7.565 | 1.088 | 593.4 | 11.18 |
| | 14 | 77 | 98.10 | 9330 | 839.1 | 5461 | 546.1 | 7.461 | 1.100 | 668.6 | 9.670 |
| 220 | 6 | 39.40 | 50.25 | 5990 | 520.3 | 3791 | 344.6 | 8.686 | 1.050 | 400.1 | 21.71 |
| | 8 | 51.70 | 65.86 | 7803 | 668.4 | 4855 | 441.4 | 8.586 | 1.060 | 518.1 | 16.41 |
| | 10 | 63.50 | 80.91 | 9521 | 804.6 | 5825 | 529.5 | 8.485 | 1.071 | 628.5 | 13.23 |
| | 12 | 74.90 | 95.39 | 11140 | 929.5 | 6703 | 609.4 | 8.383 | 1.081 | 731.5 | 11.12 |
| | 14 | 85.80 | 109.3 | 12660 | 1043 | 7493 | 681.2 | 8.280 | 1.092 | 827.2 | 9.612 |
| 250 | 5 | 37.90 | 48.23 | 7458 | 576.7 | 4785 | 382.8 | 9.961 | 1.042 | 440.7 | 25.89 |
| | 6 | 45.10 | 57.45 | 8862 | 680.9 | 5643 | 451.4 | 9.911 | 1.047 | 522.1 | 21.65 |
| | 8 | 59.20 | 75.46 | 11580 | 878.7 | 7264 | 581.1 | 9.811 | 1.055 | 678.5 | 16.35 |
| | 10 | 72.90 | 92.91 | 14180 | 1063 | 8761 | 700.9 | 9.711 | 1.064 | 826.3 | 13.17 |
| | 12 | 86.20 | 109.8 | 16650 | 1234 | 10140 | 811 | 9.609 | 1.074 | 965.6 | 11.05 |
| | 14 | 99 | 126.1 | 18990 | 1392 | 11400 | 911.9 | 9.507 | 1.083 | 1097 | 9.543 |
| 260 | 6 | 47 | 59.85 | 9991 | 739.2 | 6373 | 490.2 | 10.32 | 1.046 | 566.4 | 21.63 |
| | 8 | 61.70 | 78.66 | 13070 | 955.2 | 8216 | 632 | 10.22 | 1.054 | 736.8 | 16.33 |
| | 10 | 76.10 | 96.91 | 16010 | 1157 | 9924 | 763.3 | 10.12 | 1.063 | 898.3 | 13.15 |
| | 12 | 90 | 114.6 | 18820 | 1345 | 11500 | 884.7 | 10.02 | 1.072 | 1051 | 11.03 |
| | 14 | 103 | 131.7 | 21500 | 1519 | 12950 | 996.2 | 9.916 | 1.081 | 1195 | 9.525 |
| 300 | 6 | 54.50 | 69.45 | 15460 | 996.5 | 9922 | 661.5 | 11.95 | 1.042 | 761.4 | 21.58 |
| | 8 | 71.80 | 91.46 | 20280 | 1293 | 12850 | 856.7 | 11.85 | 1.049 | 994 | 16.27 |
| | 10 | 88.60 | 112.9 | 24930 | 1573 | 15600 | 1040 | 11.75 | 1.057 | 1216 | 13.09 |
| | 12 | 105 | 133.8 | 29400 | 1837 | 18170 | 1211 | 11.65 | 1.064 | 1428 | 10.97 |
| | 14 | 121 | 154.1 | 33690 | 2084 | 20560 | 1371 | 11.55 | 1.072 | 1629 | 9.463 |
| 350 | 6 | 63.90 | 81.45 | 24730 | 1372 | 15950 | 911.5 | 13.99 | 1.039 | 1046 | 21.53 |
| | 8 | 84.40 | 107.5 | 32510 | 1788 | 20750 | 1186 | 13.90 | 1.045 | 1369 | 16.22 |
| | 10 | 104 | 132.9 | 40070 | 2183 | 25300 | 1445 | 13.80 | 1.052 | 1681 | 13.04 |
| | 12 | 124 | 157.8 | 47390 | 2559 | 29600 | 1691 | 13.70 | 1.058 | 1980 | 10.92 |
| | 14 | 143 | 182.1 | 54460 | 2916 | 33660 | 1923 | 13.59 | 1.064 | 2267 | 9.407 |
| 400 | 8 | 96.90 | 123.5 | 48870 | 2362 | 31360 | 1568 | 15.94 | 1.042 | 1805 | 16.18 |
| | 10 | 120 | 152.9 | 60350 | 2893 | 38350 | 1918 | 15.84 | 1.048 | 2221 | 13 |
| | 12 | 143 | 181.8 | 71510 | 3402 | 45030 | 2251 | 15.74 | 1.053 | 2622 | 10.88 |
| | 14 | 165 | 210.1 | 82370 | 3888 | 51380 | 2569 | 15.64 | 1.059 | 3010 | 9.366 |

B.2 TABLA DE GUÍAS CON PERFIL "T"

6.2.2.1 Guía estirada en frío con pestaña y nariz de guía paralelas. Véanse la figura 1 y las tablas 2 y 3.

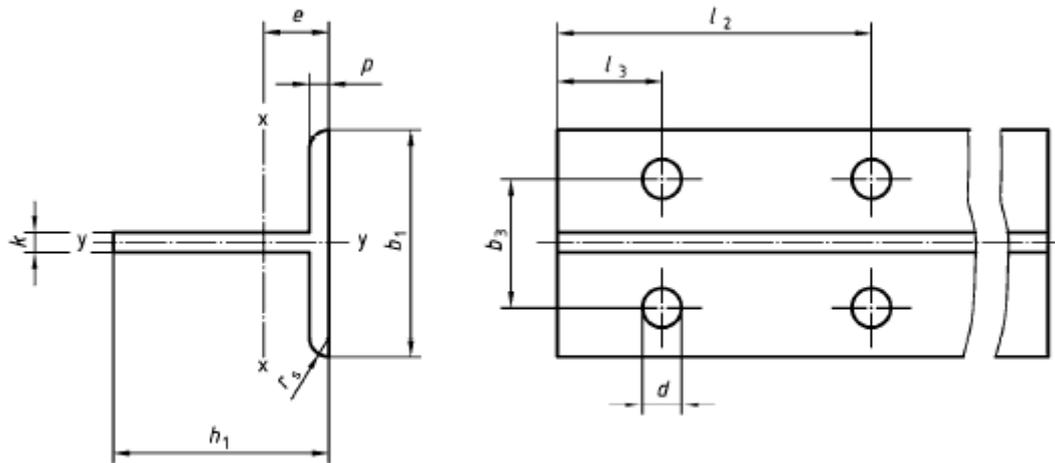


Fig. 1 – Guía estirada en frío con pestaña y nariz de guía paralelas

Tabla 2
Características técnicas de las guías (véase la figura 1)

| Designación | S cm ² | q ₁ kg/m | e cm | I _{xx} cm ⁴ | W _{xx} cm ³ | i _{xx} cm | I _{yy} cm ⁴ | W _{yy} cm ³ | i _{yy} cm |
|-------------|----------------------|------------------------|---------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| (T45/A) | 4,25 | 3,34 | 1,31 | 8,08 | 2,53 | 1,38 | 3,84 | 1,71 | 0,95 |
| T50/A | 4,75 | 3,73 | 1,43 | 11,24 | 3,15 | 1,54 | 5,25 | 2,1 | 1,05 |

Tabla 3
Dimensiones y tolerancias de las guías (véase la figura 1)

Medidas en milímetros

| Designación | b ₁ | h ₁ | k | p | r _s | l _{2g} | l _{3g} | d | b ₃ |
|-------------|----------------|----------------|--------|-------|----------------|-----------------|-----------------|---|----------------|
| | Tolerancias | | | | | | | | |
| | ± 0,5 | ± 0,2 | ± 0,15 | ± 0,5 | | ± 0,2 | ± 0,2 | | ± 0,2 |
| (T45/A) | 45 | 45 | 5 | 5 | 1 | 65 | 15 | 9 | 25 |
| T50/A | 50 | 50 | 5 | 5 | 1 | 75 | 25 | 9 | 30 |

NOTA – l_{2g}, l_{3g}, d, b₃ estas dimensiones son idénticas y con las mismas tolerancias que aquellas para las dimensiones de las placas de empalme.

6.2.2.2 Guía estirada en frío con pestaña inclinada. Véanse la figura 2 y las tablas 4 y 5

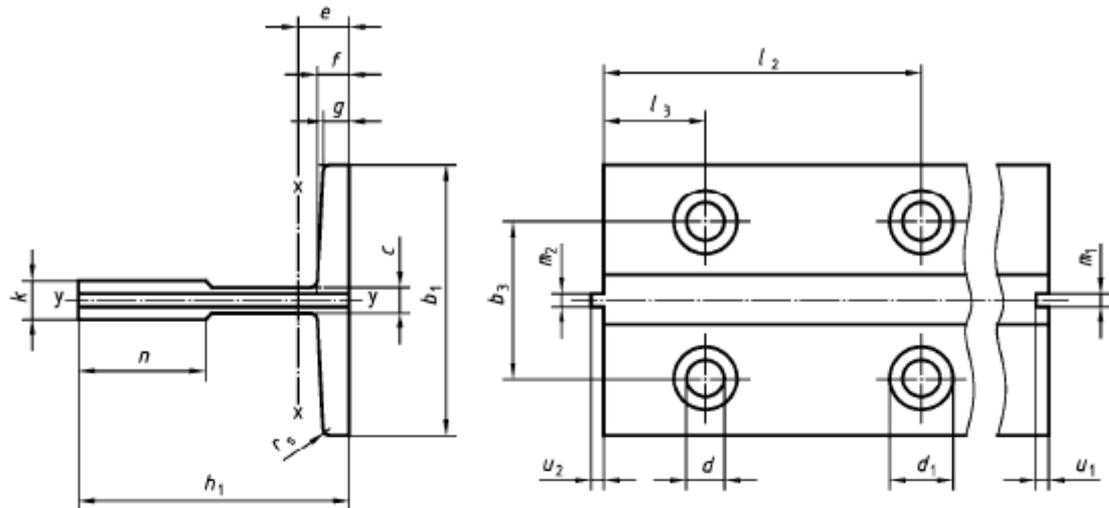


Fig. 2 – Guía estirada en frío con pestaña inclinada

Tabla 4
Características técnicas de las guías (véase la figura 2)

| Designación | S cm ² | g_1 kg/m | e cm | I_{xx} cm ⁴ | W_{xx} cm ³ | i_{xx} cm | I_{yy} cm ⁴ | W_{yy} cm ³ | i_{yy} cm |
|-------------|------------------------|---------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| T70/A | 9,51 | 7,47 | 2,04 | 41,3 | 9,24 | 2,09 | 18,65 | 5,35 | 1,4 |
| (T75/A) | 10,99 | 8,63 | 1,86 | 40,35 | 9,29 | 1,92 | 26,49 | 7,06 | 1,55 |
| T82/A | 10,90 | 8,55 | 1,98 | 49,60 | 10,30 | 2,13 | 30,7 | 7,4 | 1,67 |
| (T89/A) | 15,7 | 12,30 | 2,02 | 59,52 | 14,25 | 1,95 | 52,4 | 11,8 | 1,83 |
| (T90/A) | 17,3 | 13,55 | 2,61 | 102 | 20,87 | 2,43 | 53 | 11,8 | 1,75 |

Tabla 5
Dimensiones y tolerancias de las guías (véase la figura 2)

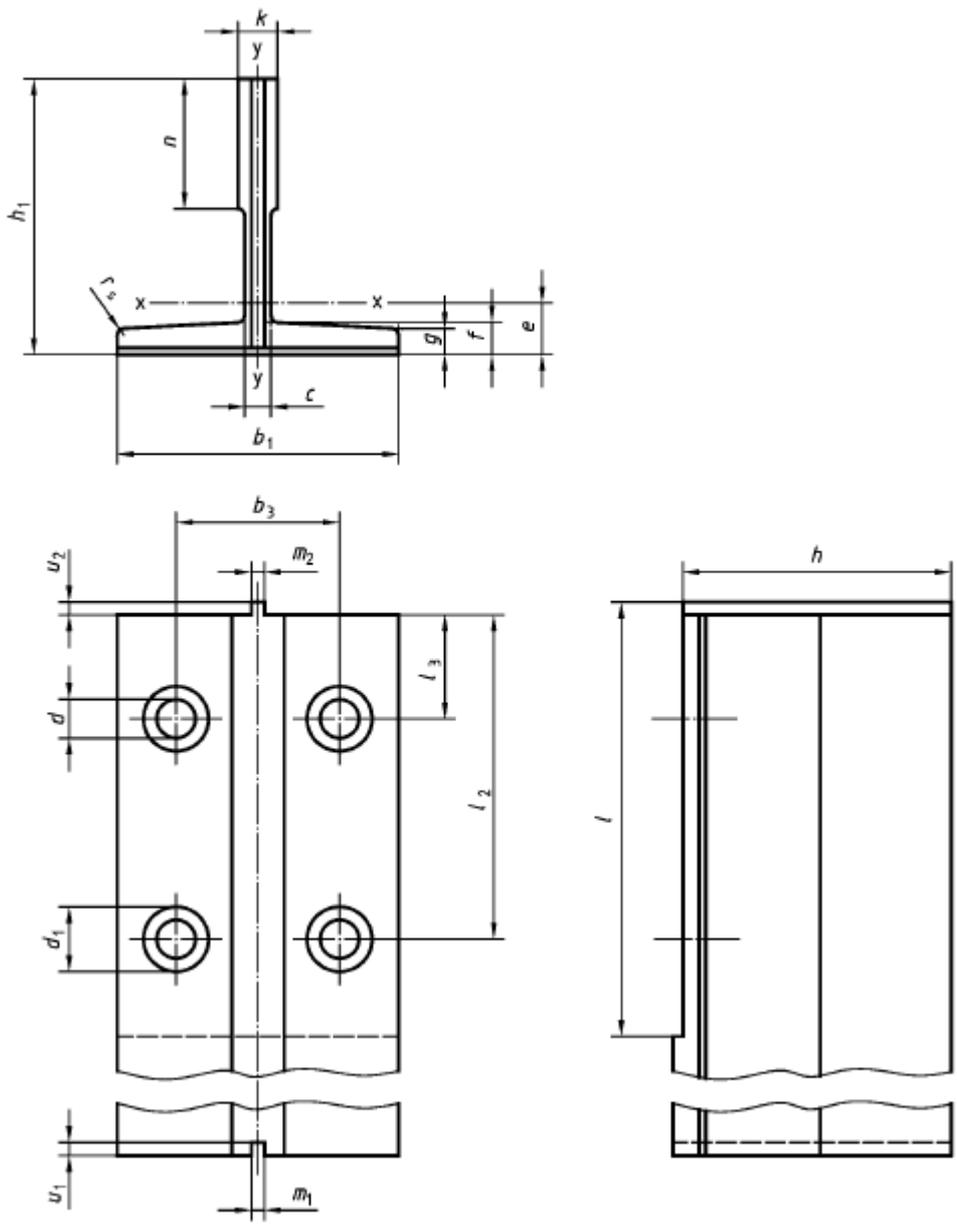
Medidas en milímetros

| Designación | b_1 | h_1 | k | n | c | f | g | m_1 | m_2 | u_1 | u_2 | d | d_1 | b_3 | i_{2g} | i_{3g} | r_s |
|-------------|-------------|-------|-----------|---------|-----|--------|--------|------------|------------|--------|--------|-----|-------|-------|----------|----------|-------|
| | Tolerancias | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ± 15 | ± 0.1 | +0.1 0 | +3 0 | | ± 0.75 | ± 0.75 | +0.06 0 | 0 -0.06 | ± 0.10 | ± 0.10 | | | ± 0.2 | ± 0.2 | ± 0.2 | |
| T70/A | 70 | 65 | 9 | 34 | 6 | 8 | 6 | 3 | 2,97 | 3,5 | 3 | 13 | 26 | 42 | 105 | 25 | 1,5 |
| (T75/A) | 75 | 62 | 10 | 30 | 8 | 9 | 7 | 3 | 2,97 | 3,5 | 3 | 13 | 26 | 42 | 105 | 25 | 1,5 |
| T82/A | 82 | 68 | 9 | 34 | 7,5 | 8,25 | 6 | 3 | 2,97 | 3,5 | 3 | 13 | 26 | 50,8 | 81 | 27 | 3 |
| (T89/A) | 89 | 62 | 16 | 34 | 10 | 11,1 | 7,9 | 6,4 | 6,37 | 7,14 | 6,35 | 13 | 26 | 57,2 | 114,3 | 38,1 | 3 |
| (T90/A) | 90 | 75 | 16 | 42 | 10 | 10 | 8 | 6,4 | 6,37 | 7,14 | 6,35 | 13 | 26 | 57,2 | 114,3 | 38,1 | 4 |

NOTA – i_{2g} , i_{3g} , d , b_3 estas dimensiones son idénticas y con las mismas tolerancias que aquellas para las dimensiones de las placas de empalme



6.2.2.3 Guía mecanizada. Véanse la figura 3 y las tablas 6, 7 y 8





Características técnicas para las guías mecanizadas (véase la figura 3)

| Designación | S cm ² | q_1 kg/m | e cm | I_{xx} cm ⁴ | W_{xx} cm ³ | i_{xx} cm | I_{yy} cm ⁴ | W_{yy} cm ³ | i_{yy} cm |
|-----------------|------------------------|---------------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| (T75-3/B) | 10,99 | 8,63 | 1,86 | 40,35 | 9,29 | 1,92 | 26,49 | 7,06 | 1,55 |
| (T78/B) | 9,84 | 7,72 | 1,65 | 29,9 | 7,56 | 1,47 | 26,1 | 6,71 | 1,63 |
| T89/B | 15,7 | 12,3 | 2,02 | 59,52 | 14,25 | 1,95 | 52,4 | 11,8 | 1,83 |
| (T90/B) | 17,3 | 13,55 | 2,61 | 102 | 20,87 | 2,43 | 53 | 11,8 | 1,75 |
| (T114/B) | 20,8 | 16,31 | 2,87 | 179 | 29,7 | 2,93 | 108 | 19,1 | 2,28 |
| T125/B o BE | 22,83 | 17,9 | 2,43 | 151,0 | 26,2 | 2,57 | 159 | 25,4 | 2,64 |
| (T127-1/B o BE) | 22,64 | 17,77 | 2,75 | 186,2 | 30,4 | 2,87 | 148 | 23,4 | 2,56 |
| T127/B o BE | 28,63 | 22,48 | 2,47 | 198,4 | 30,9 | 2,63 | 230 | 36,2 | 2,83 |
| T140-1/B o BE | 35,5 | 27,9 | 3,23 | 404 | 53,4 | 3,37 | 310 | 44,3 | 2,95 |
| T140-2/B o BE | 43,44 | 34,1 | 3,47 | 457 | 68 | 3,24 | 358 | 51,2 | 2,87 |
| T140-3/B o BE | 58,57 | 46 | 4,38 | 953 | 114,6 | 4,03 | 486 | 69,4 | 2,88 |

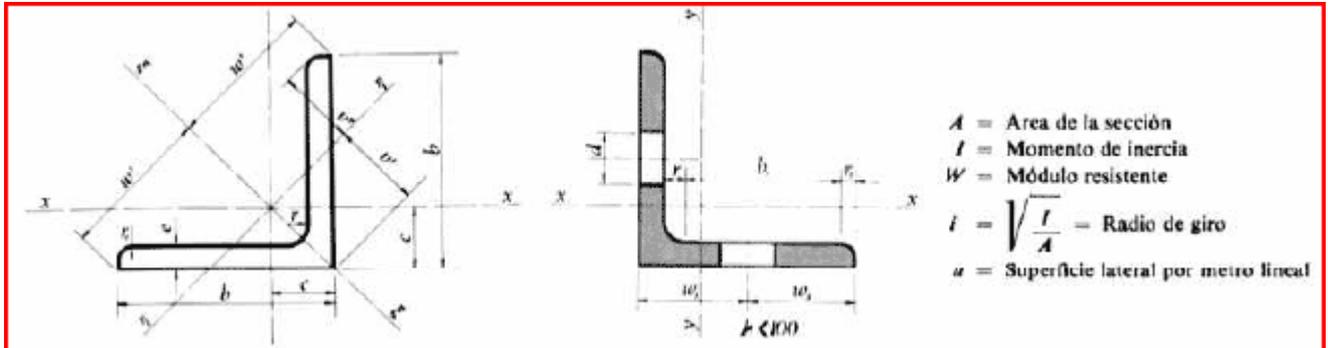
Tabla 7
Dimensiones y tolerancias de las guías (véase la figura 3)

Medidas en milímetros

| Designación | b_1 | h_1 | k | n | c | f | g | r_s |
|-----------------|-------|--------|--|---------------------------------------|------|--------|--------|-------|
| (T75-3/B) | 75 | 62 | 10 | 30 | 8 | 9 | 7 | 3 |
| (T78/B) | 78 | 56 | 10 | 26 | 7 | 8,5 | 6 | 2,5 |
| T89/B | 89 | 62 | 16 | 34 | 10 | 11,1 | 7,9 | 3 |
| (T90/B) | 90 | 75 | 16 | 42 | 10 | 10 | 8 | 4 |
| (T114/B) | 114 | 89 | 16 | 38 | 9,5 | 11 | 8 | 4 |
| T125/B o BE | 125 | 82 | 16 | 42 | 10 | 12 | 9 | 4 |
| (T127-1/B o BE) | 127 | 89 | 16 | 45 | 10 | 11 | 8 | 4 |
| T127/B o BE | 127 | 89 | 16 | 51 | 10 | 15,9 | 12,7 | 5 |
| T140-1/B o BE | 140 | 108 | 19 | 51 | 12,7 | 15,9 | 12,7 | 5 |
| T140-2/B o BE | 140 | 102 | 28,6 | 51 | 17,5 | 17,5 | 14,5 | 5 |
| T140-3/B o BE | 140 | 127 | 31,75 | 57 | 19 | 25,4 | 17,5 | 5 |
| Tolerancias | | | | | | | | |
| Clase B | ± 1,5 | ± 0,75 | $\begin{matrix} +0,1 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} +3 \\ 0 \end{matrix}$ | - | ± 0,75 | ± 0,75 | - |
| Clase BE | ± 1,5 | ± 0,75 | $\begin{matrix} +0,05 \\ 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} +3 \\ 0 \end{matrix}$ | - | ± 0,75 | ± 0,75 | - |



B.3 TABLAS PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE



| L | Dimensiones mm | | | | Sección A cm ² | Peso P kg/m | Posición de los ejes cm | | | | Referido a los ejes | | | | | | w ₁ mm | w ₂ mm | d mm | I _{yy} cm ⁴ | I _{zz} cm ⁴ | a m ² /m | | |
|-----------|----------------|---|---|----------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|------|------|------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|---------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------|-----------------------------------|
| | b | c | r | r ₁ | | | c' | w' | v' | v'' | X-X = y-y | | | E-E | | | | | | | | | y-y | |
| | | | | | | | | | | | I _x cm ⁴ | W _x cm ³ | i _x cm | I _y cm ⁴ | I _z cm ⁴ | I ₀ cm ⁴ | | | | | | | | W ₀ cm ³ |
| 20 x 3* | 20 | 3 | 4 | 2.0 | 1.13 | 0.88 | 0.60 | 1.41 | 0.84 | 0.70 | 0.39 | 0.28 | 0.59 | 0.61 | 0.74 | 0.16 | 0.19 | 0.38 | 12 | 8 | 4.3 | 0.23 | 11.0 | 0.077 |
| 20 x 4 | 20 | 4 | 4 | 2.0 | 1.46 | 1.14 | 0.63 | 1.41 | 0.90 | 0.71 | 0.49 | 0.36 | 0.58 | 0.77 | 0.21 | 0.23 | 0.38 | 10 | 6 | 4.3 | 0.28 | 16.0 | 0.097 | |
| 25 x 3* | 25 | 3 | 4 | 2.0 | 1.43 | 1.12 | 0.72 | 1.77 | 1.02 | 0.87 | 0.80 | 0.45 | 0.75 | 1.26 | 0.33 | 0.33 | 0.48 | 15 | 10 | 6.4 | 0.87 | 16.0 | 0.097 | |
| 25 x 4 | 25 | 4 | 4 | 2.0 | 1.86 | 1.46 | 0.76 | 1.77 | 1.07 | 0.89 | 1.01 | 0.58 | 0.74 | 1.60 | 0.33 | 0.43 | 0.48 | 15 | 10 | 6.4 | 0.59 | 15.0 | 0.097 | |
| 25 x 5 | 25 | 5 | 4 | 2.0 | 2.27 | 1.78 | 0.80 | 1.77 | 1.13 | 0.91 | 1.20 | 0.71 | 0.75 | 1.89 | 0.31 | 0.52 | 0.46 | 15 | 10 | 6.4 | 0.69 | 14.0 | 0.097 | |
| 30 x 3* | 30 | 3 | 5 | 2.5 | 1.74 | 1.36 | 0.84 | 2.12 | 1.18 | 1.04 | 1.40 | 0.65 | 0.90 | 2.23 | 1.13 | 0.58 | 0.49 | 0.58 | 17 | 13 | 8.4 | 0.83 | 19.5 | 0.116 |
| 30 x 4* | 30 | 4 | 5 | 2.5 | 2.27 | 1.78 | 0.88 | 2.12 | 1.24 | 1.05 | 1.80 | 0.85 | 0.89 | 2.85 | 1.12 | 0.75 | 0.61 | 0.58 | 17 | 13 | 8.4 | 1.05 | 18.5 | 0.116 |
| 30 x 5 | 30 | 5 | 5 | 2.5 | 2.78 | 2.18 | 0.92 | 2.12 | 1.30 | 1.07 | 2.16 | 1.04 | 0.88 | 3.41 | 1.11 | 0.92 | 0.71 | 0.57 | 17 | 13 | 8.4 | 1.25 | 17.5 | 0.116 |
| 35 x 3* | 35 | 3 | 5 | 2.5 | 2.04 | 1.60 | 0.96 | 2.47 | 1.36 | 1.23 | 2.29 | 0.90 | 1.06 | 3.63 | 1.34 | 0.95 | 0.70 | 0.68 | 18 | 17 | 11 | 1.34 | 24.5 | 0.136 |
| 35 x 4* | 35 | 4 | 5 | 2.5 | 2.67 | 2.09 | 1.00 | 2.47 | 1.42 | 1.24 | 2.95 | 1.18 | 1.05 | 4.68 | 1.33 | 1.23 | 0.86 | 0.68 | 18 | 17 | 11 | 1.73 | 23.5 | 0.136 |
| 35 x 5 | 35 | 5 | 5 | 2.5 | 3.28 | 2.57 | 1.04 | 2.47 | 1.48 | 1.25 | 3.56 | 1.45 | 1.04 | 5.64 | 1.31 | 1.49 | 1.01 | 0.67 | 18 | 17 | 11 | 2.08 | 22.5 | 0.136 |
| 40 x 4* P | 40 | 4 | 6 | 3.0 | 3.08 | 2.42 | 1.12 | 2.83 | 1.58 | 1.40 | 4.47 | 1.55 | 1.21 | 7.09 | 1.52 | 1.86 | 1.17 | 0.78 | 22 | 18 | 11 | 2.62 | 27.0 | 0.155 |
| 40 x 5* | 40 | 5 | 6 | 3.0 | 3.79 | 2.97 | 1.16 | 2.83 | 1.64 | 1.42 | 5.43 | 1.91 | 1.20 | 8.60 | 1.51 | 2.26 | 1.37 | 0.77 | 22 | 18 | 11 | 3.17 | 26.0 | 0.155 |
| 40 x 6 | 40 | 6 | 6 | 3.0 | 4.48 | 3.52 | 1.20 | 2.83 | 1.70 | 1.43 | 6.31 | 2.26 | 1.19 | 9.98 | 1.49 | 2.65 | 1.56 | 0.77 | 22 | 18 | 11 | 3.67 | 25.0 | 0.155 |
| 45 x 4* P | 45 | 4 | 7 | 3.5 | 3.49 | 2.74 | 1.23 | 3.18 | 1.75 | 1.57 | 6.43 | 1.97 | 1.36 | 10.2 | 1.71 | 2.67 | 1.55 | 0.88 | 25 | 20 | 13 | 3.77 | 30.5 | 0.174 |
| 45 x 5* P | 45 | 5 | 7 | 3.5 | 4.30 | 3.36 | 1.28 | 3.18 | 1.81 | 1.58 | 7.84 | 2.43 | 1.35 | 12.4 | 1.70 | 3.26 | 1.80 | 0.87 | 25 | 20 | 13 | 4.57 | 29.5 | 0.174 |
| 45 x 6* | 45 | 6 | 7 | 3.5 | 5.09 | 4.00 | 1.32 | 3.18 | 1.87 | 1.59 | 9.16 | 2.88 | 1.34 | 14.5 | 1.69 | 3.82 | 2.05 | 0.87 | 25 | 20 | 13 | 5.34 | 28.5 | 0.174 |
| 50 x 4* P | 50 | 4 | 7 | 3.5 | 3.89 | 3.06 | 1.36 | 3.54 | 1.92 | 1.75 | 8.97 | 2.46 | 1.52 | 14.2 | 1.91 | 3.72 | 1.94 | 0.98 | 30 | 20 | 13 | 5.24 | 35.5 | 0.194 |
| 50 x 5* P | 50 | 5 | 7 | 3.5 | 4.80 | 3.77 | 1.40 | 3.54 | 1.99 | 1.76 | 11.0 | 3.05 | 1.52 | 17.4 | 1.90 | 4.54 | 2.29 | 0.97 | 30 | 20 | 13 | 6.43 | 34.5 | 0.194 |
| 50 x 6* | 50 | 6 | 7 | 3.5 | 5.69 | 4.47 | 1.45 | 3.54 | 2.04 | 1.77 | 12.8 | 3.61 | 1.50 | 20.3 | 1.89 | 5.33 | 2.61 | 0.97 | 30 | 20 | 13 | 7.49 | 33.5 | 0.194 |
| 50 x 7 | 50 | 7 | 7 | 3.5 | 6.54 | 5.15 | 1.49 | 3.54 | 2.10 | 1.78 | 14.6 | 4.16 | 1.49 | 23.1 | 1.88 | 6.11 | 2.91 | 0.96 | 30 | 20 | 13 | 8.50 | 32.5 | 0.194 |
| 50 x 8 | 50 | 8 | 7 | 3.5 | 7.41 | 5.82 | 1.52 | 3.54 | 2.16 | 1.80 | 16.3 | 4.68 | 1.48 | 25.7 | 1.86 | 6.87 | 3.19 | 0.96 | 30 | 20 | 13 | 9.42 | 31.5 | 0.194 |

| L | Dimensiones mm | | | | Sección A cm ² | Peso P kg/m | Posición de los ejes cm | | | | Referido a los ejes | | | | | | w ₁ mm | w ₂ mm | d mm | I _{yy} cm ⁴ | I _{zz} cm ⁴ | a m ² /m | | |
|-----------|----------------|----|----|----------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|------|------|------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|---------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|------|-----------------------------------|
| | b | c | r | r ₁ | | | c' | w' | v' | v'' | X-X = y-y | | | E-E | | | | | | | | | y-y | |
| | | | | | | | | | | | I _x cm ⁴ | W _x cm ³ | i _x cm | I _y cm ⁴ | I _z cm ⁴ | I ₀ cm ⁴ | | | | | | | | W ₀ cm ³ |
| 60 x 5* P | 60 | 5 | 8 | 4.0 | 5.82 | 4.57 | 1.64 | 4.24 | 2.32 | 2.11 | 19.4 | 4.45 | 1.82 | 30.7 | 2.30 | 8.02 | 3.45 | 1.17 | 35 | 25 | 17 | 11.3 | 43.0 | 0.233 |
| 60 x 6* P | 60 | 6 | 8 | 4.0 | 6.91 | 5.42 | 1.69 | 4.24 | 2.39 | 2.11 | 22.8 | 5.29 | 1.82 | 36.2 | 2.29 | 9.43 | 3.95 | 1.17 | 35 | 25 | 17 | 13.4 | 42.0 | 0.233 |
| 60 x 8* | 60 | 8 | 8 | 4.0 | 9.03 | 7.09 | 1.77 | 4.24 | 2.50 | 2.14 | 29.2 | 6.89 | 1.80 | 46.2 | 2.26 | 12.2 | 4.86 | 1.16 | 35 | 25 | 17 | 17.0 | 40.0 | 0.233 |
| 60 x 10 | 60 | 10 | 8 | 4.0 | 11.10 | 8.69 | 1.85 | 4.24 | 2.61 | 2.17 | 34.9 | 8.41 | 1.78 | 55.1 | 2.23 | 14.8 | 5.67 | 1.16 | 35 | 25 | 17 | 20.3 | 38.0 | 0.233 |
| 70 x 6* P | 70 | 6 | 9 | 4.5 | 8.13 | 6.38 | 1.93 | 4.95 | 2.73 | 2.46 | 36.9 | 7.27 | 2.13 | 58.5 | 2.68 | 15.3 | 5.59 | 1.37 | 40 | 30 | 21 | 21.6 | 50.5 | 0.272 |
| 70 x 7* P | 70 | 7 | 9 | 4.5 | 9.40 | 7.38 | 1.97 | 4.95 | 2.79 | 2.47 | 42.3 | 8.41 | 2.12 | 67.1 | 2.67 | 17.5 | 6.27 | 1.34 | 40 | 30 | 21 | 24.8 | 49.5 | 0.272 |
| 70 x 8* | 70 | 8 | 9 | 4.5 | 10.60 | 8.36 | 2.01 | 4.95 | 2.85 | 2.47 | 47.5 | 9.52 | 2.11 | 75.3 | 2.66 | 19.7 | 6.91 | 1.34 | 40 | 30 | 21 | 27.8 | 47.5 | 0.272 |
| 70 x 10 | 70 | 10 | 9 | 4.5 | 13.10 | 10.30 | 2.09 | 4.95 | 2.96 | 2.50 | 57.2 | 11.7 | 2.09 | 90.5 | 2.63 | 23.9 | 8.10 | 1.35 | 40 | 30 | 21 | 33.3 | 46.5 | 0.272 |
| 80 x 8* P | 80 | 8 | 10 | 5.0 | 12.30 | 9.63 | 2.26 | 5.66 | 3.19 | 2.82 | 72.2 | 12.6 | 2.43 | 115 | 3.06 | 29.9 | 9.36 | 1.56 | 45 | 35 | 23 | 42.7 | 57.0 | 0.311 |
| 80 x 10* | 80 | 10 | 10 | 5.0 | 15.10 | 11.90 | 2.34 | 5.66 | 3.30 | 2.85 | 87.5 | 13.4 | 2.41 | 139 | 3.03 | 36.3 | 11.0 | 1.55 | 45 | 35 | 23 | 51.4 | 55.0 | 0.311 |
| 80 x 12 | 80 | 12 | 10 | 5.0 | 17.90 | 14.00 | 2.41 | 5.66 | 3.41 | 2.89 | 102 | 16.2 | 2.39 | 161 | 3.00 | 42.7 | 12.5 | 1.55 | 45 | 35 | 23 | 59.0 | 53.0 | 0.311 |
| 90 x 8* P | 90 | 8 | 11 | 5.5 | 13.90 | 10.90 | 2.50 | 6.36 | 3.53 | 3.17 | 104 | 16.1 | 2.74 | 166 | 3.45 | 43.1 | 12.2 | 1.76 | 50 | 40 | 25 | 61.5 | 65.5 | 0.351 |
| 90 x 10* | 90 | 10 | 11 | 5.5 | 17.10 | 13.40 | 2.58 | 6.36 | 3.65 | 3.19 | 127 | 19.8 | 2.72 | 201 | 3.43 | 52.5 | 14.4 | 1.75 | 50 | 40 | 25 | 74.2 | 63.5 | 0.351 |
| 90 x 12 | 90 | 12 | 11 | 5.5 | 20.30 | 15.90 | 2.66 | 6.36 | 3.76 | 3.22 | 148 | 23.3 | 2.70 | 234 | 3.40 | 61.7 | 16.4 | 1.75 | 50 | 40 | 25 | 86.1 | 61.5 | 0.351 |



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo Aparicio Perea
 Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0) Hoja 10 de 31

A = Área de la sección
 I = Momento de inercia
 W = Módulo resistente
 $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ = Radio de giro
 S_x = Momento estático de media sección
 $e_x = \frac{I_x}{S_x}$ = Distancia entre los centros de compresión y tracción
 η = Rendimiento
 u = Superficie lateral por metro lineal

| IPN | Dimensiones mm | | | | | | Sección A cm ² | Peso P kg/m | Referido al eje x-x | | | Referido al eje y-y | | | w mm | v ₄ mm | d mm | e ₂ mm | S _x cm ³ | S _y cm ³ | $\eta = \frac{W_x}{P}$ m ² /as | u m ² /as | IPN |
|-----|----------------|-----|------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|------|-------------------|------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|----------------------|-----|
| | A | b | e-r | e ₁ | e ₂ | h ₁ | | | I _x cm ⁴ | W _x cm ³ | i _x cm | I _y cm ⁴ | W _y cm ³ | i _{y-t} cm | | | | | | | | | |
| 80 | 80 | 42 | 3,1 | 5,9 | 2,3 | 59 | 7,98 | 5,95 | 77,8 | 19,5 | 3,20 | 6,29 | 3,00 | 0,91 | 22 | 10 | — | 4,43 | 11,4 | 6,84 | 3,28 | 0,304 | 80 |
| 100 | 100 | 50 | 4,5 | 6,8 | 2,7 | 75 | 10,6 | 8,32 | 171 | 34,2 | 4,01 | 12,2 | 4,88 | 1,07 | 28 | 12 | — | 5,05 | 19,9 | 8,57 | 4,11 | 0,370 | 100 |
| 120 | 120 | 58 | 5,1 | 7,7 | 3,1 | 92 | 14,2 | 11,1 | 328 | 54,7 | 4,81 | 21,5 | 7,41 | 1,23 | 32 | 14 | — | 5,67 | 31,8 | 10,3 | 4,91 | 0,429 | 120 |
| 140 | 140 | 66 | 5,7 | 8,6 | 3,4 | 109 | 18,3 | 14,4 | 573 | 81,9 | 5,61 | 35,2 | 10,7 | 1,40 | 34 | 16 | — | 6,29 | 47,7 | 12,0 | 5,70 | 0,502 | 140 |
| 160 | 160 | 74 | 6,3 | 9,5 | 3,8 | 125 | 22,8 | 17,9 | 935 | 117 | 6,40 | 54,7 | 14,8 | 1,55 | 40 | 18 | — | 6,91 | 68,0 | 13,7 | 6,54 | 0,575 | 160 |
| 180 | 180 | 82 | 6,9 | 10,4 | 4,1 | 142 | 27,9 | 21,9 | 1450 | 161 | 7,20 | 81,3 | 19,8 | 1,71 | 44 | 19 | — | 7,53 | 93,4 | 15,5 | 7,35 | 0,640 | 180 |
| 200 | 200 | 90 | 7,5 | 11,3 | 4,5 | 159 | 33,5 | 26,3 | 2140 | 214 | 8,00 | 117 | 26,0 | 1,87 | 48 | 22 | — | 8,15 | 125 | 17,2 | 8,14 | 0,709 | 200 |
| 220 | 220 | 98 | 8,1 | 12,2 | 4,9 | 175 | 39,6 | 31,1 | 3040 | 278 | 8,80 | 162 | 33,1 | 2,02 | 52 | 23 | — | 8,77 | 162 | 18,9 | 8,94 | 0,775 | 220 |
| 240 | 240 | 106 | 8,7 | 13,1 | 5,2 | 192 | 46,1 | 36,2 | 4250 | 354 | 9,59 | 221 | 41,7 | 2,20 | 56 | 25 | — | 9,39 | 206 | 20,6 | 9,78 | 0,844 | 240 |
| 260 | 260 | 113 | 9,4 | 14,1 | 5,6 | 208 | 53,4 | 41,9 | 5740 | 442 | 10,4 | 288 | 51,8 | 2,32 | 60 | 27,5 | — | 10,15 | 257 | 22,3 | 10,5 | 0,906 | 260 |
| 280 | 280 | 119 | 10,1 | 15,2 | 6,1 | 225 | 61,1 | 48,0 | 7590 | 542 | 11,1 | 364 | 61,2 | 2,45 | 62 | 28,5 | — | 11,04 | 316 | 24,0 | 11,3 | 0,966 | 280 |
| 300 | 300 | 125 | 10,8 | 16,2 | 6,5 | 241 | 69,1 | 54,2 | 9800 | 653 | 11,9 | 451 | 71,2 | 2,56 | 64 | 30,5 | — | 11,83 | 381 | 25,7 | 12,0 | 1,030 | 300 |
| 320 | 320 | 131 | 11,5 | 17,3 | 6,9 | 257 | 77,8 | 61,1 | 12510 | 782 | 12,7 | 555 | 84,7 | 2,67 | 70 | 30,5 | — | 12,72 | 457 | 27,4 | 12,8 | 1,091 | 320 |
| 340 | 340 | 137 | 12,2 | 18,3 | 7,3 | 274 | 86,8 | 68,1 | 15750 | 933 | 13,5 | 674 | 98,4 | 2,80 | 74 | 31,5 | — | 13,51 | 540 | 29,1 | 13,6 | 1,152 | 340 |
| 360 | 360 | 143 | 13,0 | 19,3 | 7,8 | 290 | 97,1 | 76,2 | 19610 | 1090 | 14,2 | 818 | 114 | 2,90 | 76 | 34,5 | — | 14,50 | 638 | 30,7 | 14,3 | 1,208 | 360 |
| 380 | 380 | 149 | 13,7 | 20,5 | 8,2 | 306 | 107 | 84,0 | 24010 | 1240 | 15,0 | 975 | 131 | 3,02 | 82 | 34,5 | — | 15,29 | 741 | 32,4 | 15,1 | 1,266 | 380 |
| 400 | 400 | 155 | 14,4 | 21,6 | 8,6 | 323 | 118 | 92,6 | 29210 | 1460 | 15,7 | 1160 | 149 | 3,13 | 86 | 35,5 | — | 16,18 | 857 | 34,1 | 15,8 | 1,330 | 400 |
| 450 | 450 | 170 | 16,2 | 24,3 | 9,7 | 363 | 147 | 115 | 45850 | 2040 | 17,7 | 1730 | 203 | 3,43 | 94 | 39 | — | 18,35 | 1290 | 38,3 | 17,7 | 1,478 | 450 |
| 500 | 500 | 185 | 18,0 | 27,0 | 10,8 | 404 | 180 | 141 | 68740 | 2750 | 19,6 | 2480 | 268 | 3,72 | 100 | 42,5 | — | 20,53 | 1620 | 42,4 | 19,5 | 1,626 | 500 |
| 550 | 550 | 200 | 19,0 | 30,0 | 11,9 | 444 | 213 | 167 | 99180 | 3610 | 21,6 | 3490 | 349 | 4,02 | 110 | 45 | — | 23,00 | 2120 | 46,8 | 21,6 | 1,797 | 550 |
| 600 | 600 | 215 | 21,6 | 32,4 | 13,0 | 485 | 254 | 199 | 139000 | 4630 | 23,4 | 4670 | 434 | 4,30 | 120 | 47,5 | — | 24,88 | 2730 | 50,9 | 23,2 | 1,924 | 600 |

B.4 AMORTIGUADORES DE FOSO HELICOIDALES

J.1. ELÉCTRICOS

J.1. ELÉCTRICOS

J.2.1. MUELLES DE FOSO MOLAS DE POÇO

J.2.1.1. MUELLES DE FOSO DE RESORTE MOLAS DE POÇO

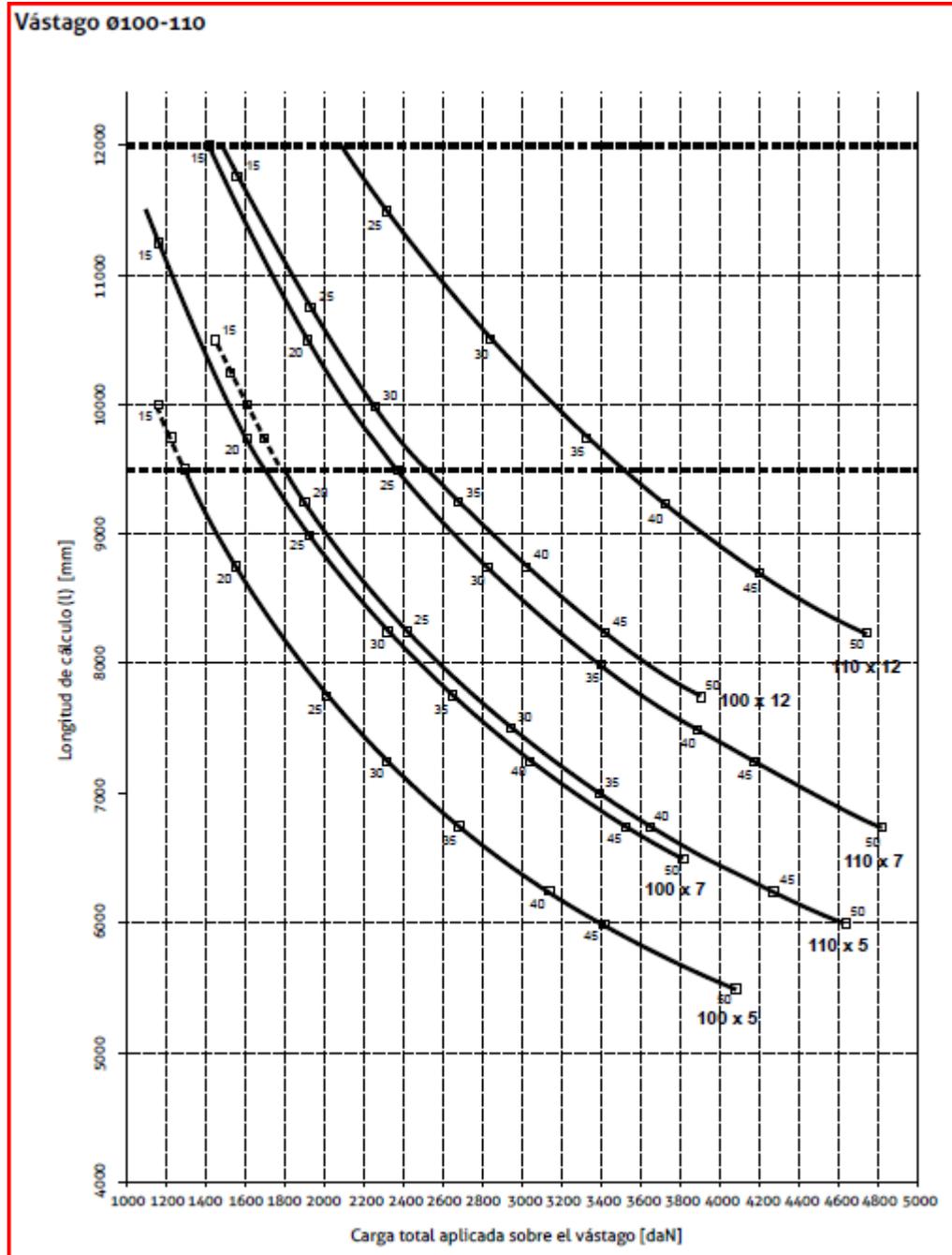
| REF. | D | d | H | A | B | C | E | Ø F | J | CARGA MIN. | CARGA MÁX. | VELOC. MAX. | CÓD. |
|------|-----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|------------|------------|-------------|------|
| - | 74 | 13 | 182 | 150 | 100 | 80 | 30 | 12 | 30 | 275 KG | 440 KG | 0.83 m/s | HM01 |
| - | 82 | 16 | 226 | 150 | 100 | 80 | 30 | 12 | 30 | 450 KG | 720 KG | 0.83 m/s | HM02 |
| - | 105 | 20 | 214 | 150 | 100 | 80 | 30 | 12 | 30 | 700 KG | 1120 KG | 0.83 m/s | HM03 |
| - | 85 | 14 | 284 | 150 | 100 | 80 | 30 | 12 | 40 | 275 KG | 440 KG | 1.00 m/s | HM04 |
| - | 122 | 18 | 288 | 200 | 150 | 80 | 60 | 12 | 50 | 450 KG | 720 KG | 1.00 m/s | HM05 |
| - | 146 | 22 | 299 | 200 | 150 | 80 | 60 | 12 | 50 | 700 KG | 1120 KG | 1.00 m/s | HM06 |
| - | 128 | 28 | 280 | 200 | 150 | 80 | 60 | 12 | 50 | 1525 KG | 2440 KG | 0.83 m/s | HM10 |

PLANO



B.5 CILINDRO HIDRÁULICO

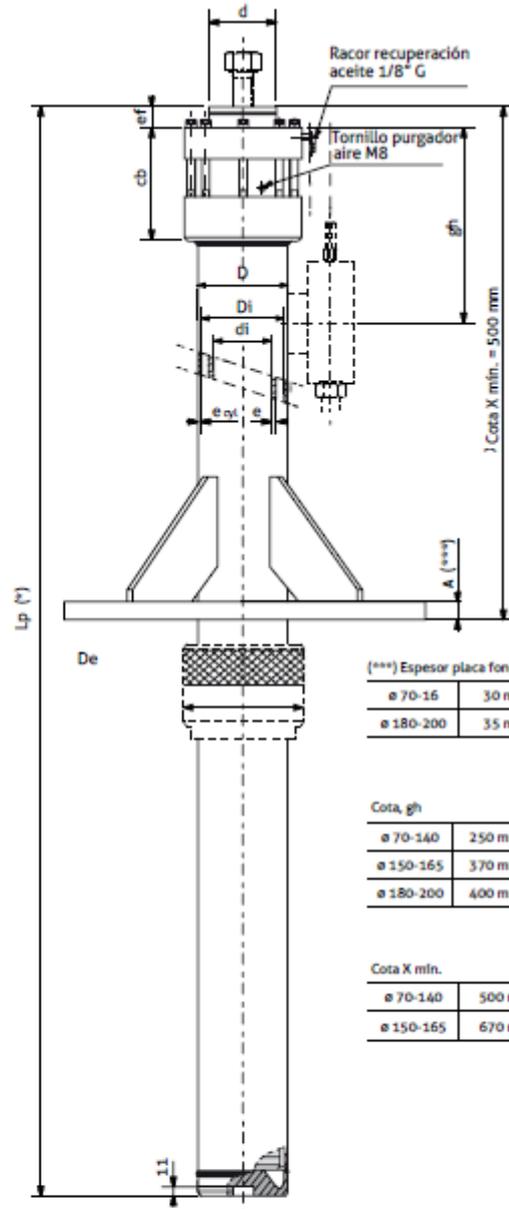
Proporcionado por ELEVALIA.



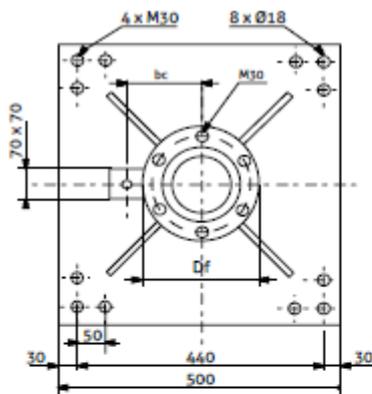


Cilindros FR - Directo Central

| | | |
|------------------|---|----|
| Lp | Longitud del cilindro comprimido | mm |
| Di | Diámetro interno del cilindro | mm |
| D | Diámetro externo del cilindro | mm |
| De | Diámetro externo de la unión | mm |
| d | Diámetro externo del vástago | mm |
| di | Diámetro interno del vástago | mm |
| e _{ext} | Espesor del cilindro | mm |
| e | Espesor del vástago | mm |
| Si | Cota inicial vástago | mm |
| bc | Distancia entre eje cilindro y eje del paracaídas | mm |
| ef | Distancia entre la cabeza del cilindro y vástago | mm |
| gh | Distancia entre la cabeza del cilindro y la VP | mm |
| X | Distancia entre placa y vástago | mm |
| A | Espesor placa fondo | mm |



Detalle cabeza y placa de fondo



****) Espesor placa fondo, A

| | |
|-----------|-------|
| ø 70-16 | 30 mm |
| ø 180-200 | 35 mm |

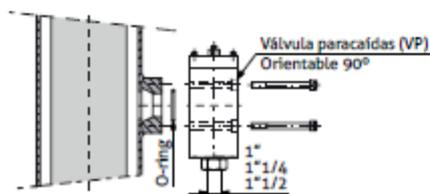
Cota, gh

| | |
|-----------|--------|
| ø 70-140 | 250 mm |
| ø 150-165 | 370 mm |
| ø 180-200 | 400 mm |

Cota X mín.

| | |
|-----------|--------|
| ø 70-140 | 500 mm |
| ø 150-165 | 670 mm |

Conexión válvula paracaídas



(*) Longitud cilindro comprimido, Lp

| | |
|--------------|-----------------|
| ø 70-140 mm | Lp = 5 + 160 mm |
| ø 150-165 mm | Lp = 5 + 180 mm |
| ø 180-200 mm | Lp = 5 + 260 mm |



**DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO
ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE
ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG**

Realizado por: José Eduardo
Aparicio Perea
Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0) Hoja 13 de 31

Dimensiones cilindros hidráulicos

| Tipo | Vástago | | | | | | | | Cilindro | | | | | | | | Presión estática máx. [bar] |
|--------|-------------|-----------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|---|------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------|
| | ø d [mm] | e [mm] | ø di [mm] | A ₁ [mm ²] | A _v [mm ²] | i [mm] | J [mm ⁴] × 10 ⁴ | Si [mm] | ø Di [mm] | ø D [mm] | bc [mm] | cb [mm] | ef [mm] | ø De [mm] | ø Df [mm] | e _{op} [mm] | |
| 70x5 | 70 | 5 | 60 | 3.848 | 1.021 | 23,00 | 54,240 | 25 | 106,3 | 114,3 | 110 | 130 | 25 | 150 | 150 | 4,0 | 47 |
| 80x5 | 80 | 5 | 70 | 5.027 | 1.178 | 26,60 | 83,215 | 25 | 106,3 | 114,3 | 118 | 130 | 25 | 150 | 150 | 4,0 | 47 |
| 80x7 | | 7 | 66 | | 1.605 | 25,90 | 107,920 | | | | | | | | | | |
| 90x5 | 90 | 5 | 80 | 6.362 | 1.335 | 30,10 | 121,000 | 25 | 118,0 | 127,0 | 126 | 130 | 25 | 163 | 162 | 4,5 | 47 |
| 90x7 | | 7 | 76 | | 1.825 | 29,40 | 158,300 | | | | | | | | | | |
| 90x12 | | 12 | 66 | | 2.941 | 27,90 | 228,920 | | | | | | | | | | |
| 100x5 | 100 | 5 | 90 | 7.854 | 1.492 | 33,60 | 168,810 | 25 | 124,0 | 133,0 | 129 | 130 | 25 | 172 | 172 | 4,5 | 47 |
| 100x7 | | 7 | 86 | | 2.045 | 33,00 | 222,360 | | | | | | | | | | |
| 100x12 | | 12 | 76 | | 3.318 | 31,40 | 327,110 | | | | | | | | | | |
| 110x5 | 110 | 5 | 100 | 9.503 | 1.649 | 37,20 | 227,810 | 25 | 142,4 | 152,4 | 138 | 130 | 25 | 191 | 185 | 5,0 | 47 |
| 110x7 | | 7 | 96 | | 2.265 | 36,50 | 301,770 | | | | | | | | | | |
| 110x12 | | 12 | 86 | | 3.695 | 34,90 | 450,180 | | | | | | | | | | |
| 120x5 | 120 | 5 | 110 | 11.310 | 1.806 | 40,70 | 299,190 | 25 | 142,4 | 152,4 | 138 | 130 | 25 | 191 | 192 | 5,0 | 47 |
| 120x7 | | 7 | 106 | | 2.485 | 40,00 | 398,160 | | | | | | | | | | |
| 120x12 | | 12 | 96 | | 4.072 | 38,40 | 600,950 | | | | | | | | | | |
| 120x25 | | 25 | 70 | | 7.461 | 34,70 | 900,020 | | | | | | | | | | |
| 130x7 | 130 | 7 | 116 | 13.273 | 2.705 | 43,50 | 513,900 | 25 | 157,1 | 168,3 | 147 | 130 | 25 | 207 | 206 | 5,6 | 47 |
| 140x7 | 140 | 7 | 126 | 15.394 | 2.925 | 47,10 | 648,510 | 25 | 166,6 | 177,8 | 150 | 130 | 25 | 219 | 220 | 5,6 | 47 |
| 140x22 | | 22 | 96 | | 8.156 | 42,40 | 1.468,820 | | | | | | | | | | |
| 150x10 | 150 | 10 | 130 | 17.671 | 4.398 | 49,60 | 1.083,060 | 30 | 183,0 | 203,0 | 165 | 200 | 30 | 232 | 267 | 10,0 | 50 |
| 165x8 | 165 | 8 | 145 | 21.382 | 3.946 | 55,60 | 1.218,920 | 30 | 183,0 | 203,0 | 165 | 200 | 30 | 232 | 267 | 10,0 | 50 |
| 180x10 | 180 | 10 | 160 | 5.340 | 25.447 | 60,21 | 193,006 | 30 | 228,5 | 244,5 | 225 | 130 | 25 | 278 | 270 | 8,0 | 45 |
| 200x10 | 200 | 10 | 190 | 5.969 | 31.415 | 67,27 | 270,098 | 30 | 253,0 | 273,0 | 235 | 130 | 25 | 304 | 297 | 10,0 | 45 |

| | | |
|----------------|---------------------------------|-----------------|
| A ₁ | Área resistente del vástago | mm ² |
| A _v | Área del vástago | mm ² |
| J | Momento de inercia del cilindro | mm ⁴ |
| i | Radio de inercia | mm |



Pesos y volúmen de aceite de cilindros

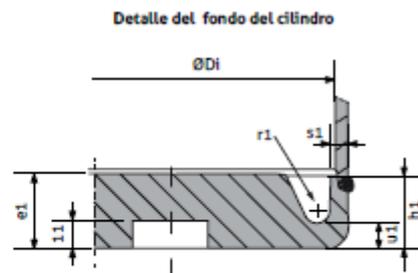
| Tipo | Peso total | | | | Aceite | | |
|--------|---------------|--------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|--|--|
| | Pp1 [kg/m] | Pp0 [*] [kg] | | P _{ca} [kg] | P _{va} [kg/m] | V _c [dm ³ /m] | V _v [dm ³ /m] |
| | | Cilindro lateral | Cilindro central | | | | |
| 70x5 | 19 | 12,0 | 70,0 | - | 0,79 | 5,0 | 5,0 |
| 80x5 | 21 | 13,0 | 70,0 | - | 0,92 | 5,0 | 3,8 |
| 80x7 | 32 | 13,5 | 70,5 | 11,0 | 1,50 | 5,0 | 3,8 |
| 90x5 | 24 | 15,0 | 72,0 | - | 1,10 | 6,4 | 4,6 |
| 90x7 | 28 | 15,5 | 72,5 | - | 1,50 | 6,4 | 4,6 |
| 90x12 | 37 | 15,5 | 72,5 | 11,5 | 2,40 | 6,4 | 4,6 |
| 100x5 | 29 | 17,5 | 74,5 | - | 1,50 | 7,9 | 4,3 |
| 100x7 | 35 | 18,0 | 75,0 | - | 2,00 | 7,9 | 4,3 |
| 100x12 | 46 | 19,5 | 76,5 | 12,0 | 2,90 | 7,9 | 4,3 |
| 110x5 | 31 | 20,0 | 77,0 | - | 1,30 | 9,5 | 6,5 |
| 110x7 | 36 | 20,5 | 77,5 | 14,0 | 1,80 | 9,5 | 6,5 |
| 110x12 | 47 | 21,5 | 78,5 | - | 2,90 | 9,5 | 6,5 |
| 120x5 | 32 | 23,0 | 80,0 | - | 2,00 | 11,3 | 4,6 |
| 120x7 | 44 | 23,5 | 80,5 | 16,0 | 2,60 | 11,3 | 4,6 |
| 120x12 | 52 | 24,0 | 81,0 | - | 3,40 | 11,3 | 4,6 |
| 120x25 | 85 | 28,0 | 85,0 | - | 6,70 | 11,3 | 4,6 |
| 130x7 | 43 | 25,0 | 92,0 | 22,0 | 2,20 | 13,3 | 6,1 |
| 140x7 | 54 | 28,5 | 95,5 | 18,0 | 2,90 | 15,4 | 6,4 |
| 140x22 | 94 | 34,0 | 101,0 | - | 6,80 | 15,4 | 6,4 |
| 150x10 | 83 | 55,0 | 122,0 | 21,0 | 3,40 | 17,7 | 8,6 |
| 165x8 | 79 | 54,0 | 121,0 | 25,0 | 5,50 | 21,4 | 4,9 |
| 180x10 | 95 | 120,0 | 105,0 | 4,20 | 41,0 | 15,5 | 15,5 |
| 200x10 | 112 | 122,0 | 115,0 | 4,70 | 50,0 | 18,9 | 18,9 |

* El peso Pp0 para cilindros centrales incluye el peso de la placa de fondo

| | | |
|-----------------|--|--------------------|
| Pp0 | Peso del cilindro base con recorrido 0 | kg |
| Pp1 | Peso del cilindro por cada metro de recorrido | kg/m |
| P _{va} | Peso del vástago por cada metro de recorrido | kg/m |
| P _{ca} | Peso de la unión del vástago | kg |
| V _c | Vol. de aceite de llenado por metro de recorrido | dm ³ /m |
| V _v | Vol. de aceite en circulación por metro de recorrido | dm ³ /m |

Fondo del cilindro

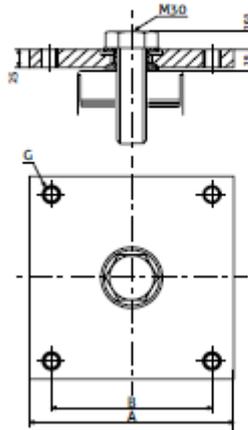
| Tipo | Vástago | | | | |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | e1 [mm] | u1 [mm] | h1 [mm] | r1 [mm] | s1 [mm] |
| 70 | 30 | 8 | 29 | 6 | 6,40 |
| 90 | 30 | 8 | 29 | 6 | 6,25 |
| 100 | 30 | 8 | 29 | 6 | 6,75 |
| 110 | 30 | 8 | 29 | 6 | 7,20 |
| 120 | 30 | 8 | 29 | 6 | 7,20 |
| 130 | 30 | 8 | 29 | 6 | 9,65 |
| 140 | 30 | 8 | 29 | 6 | 8,40 |
| 150 | 25 | 13 | 24 | 5 | 10,50 |
| 165 | 25 | 13 | 24 | 5 | 10,50 |
| 180 | 35 | 12,50 | 35 | 7 | 9,30 |
| 200 | 35 | 13,09 | 35 | 7 | 11,50 |



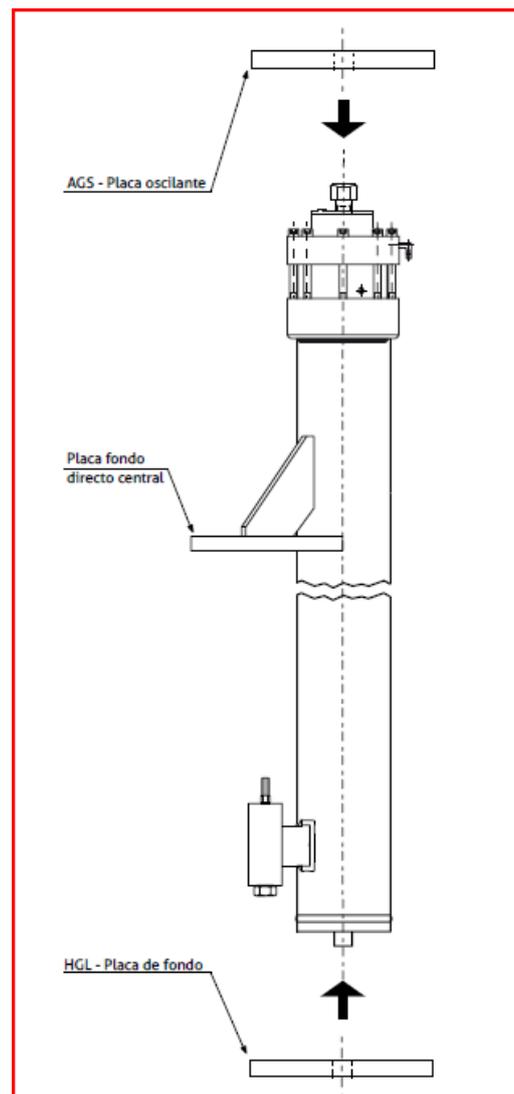


AGS - Placa oscilante superior para cilindro directo (opcional)

La placa oscilante superior garantiza una unión flexible entre la cabeza del vástago y el chasis de acuerdo con los requisitos establecidos por la norma EN81.2.



| a Vástago [mm] | A [mm] | B [mm] | G | Peso [kg] |
|-------------------|-----------|-----------|-----|--------------|
| 60-120 | 150 | 130 | M12 | 4 |
| 130-150 | 200 | 160 | M16 | 6,5 |

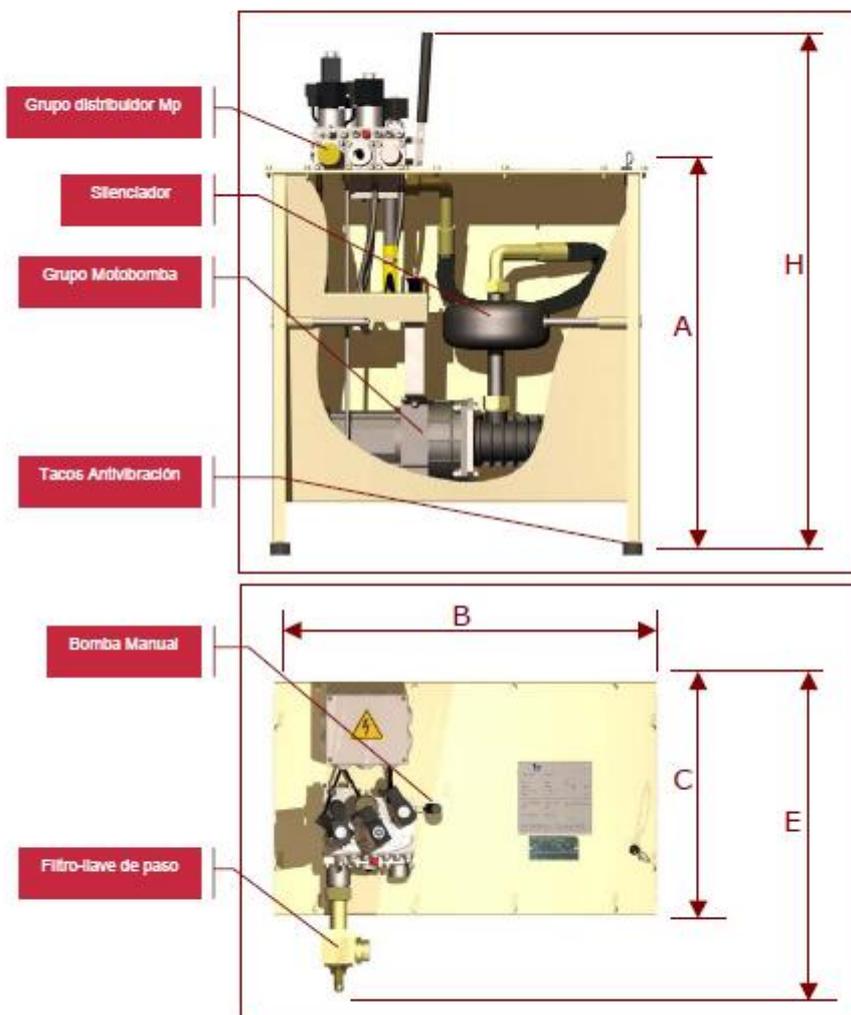


B.6 CENTRAL HIDRÁULICA

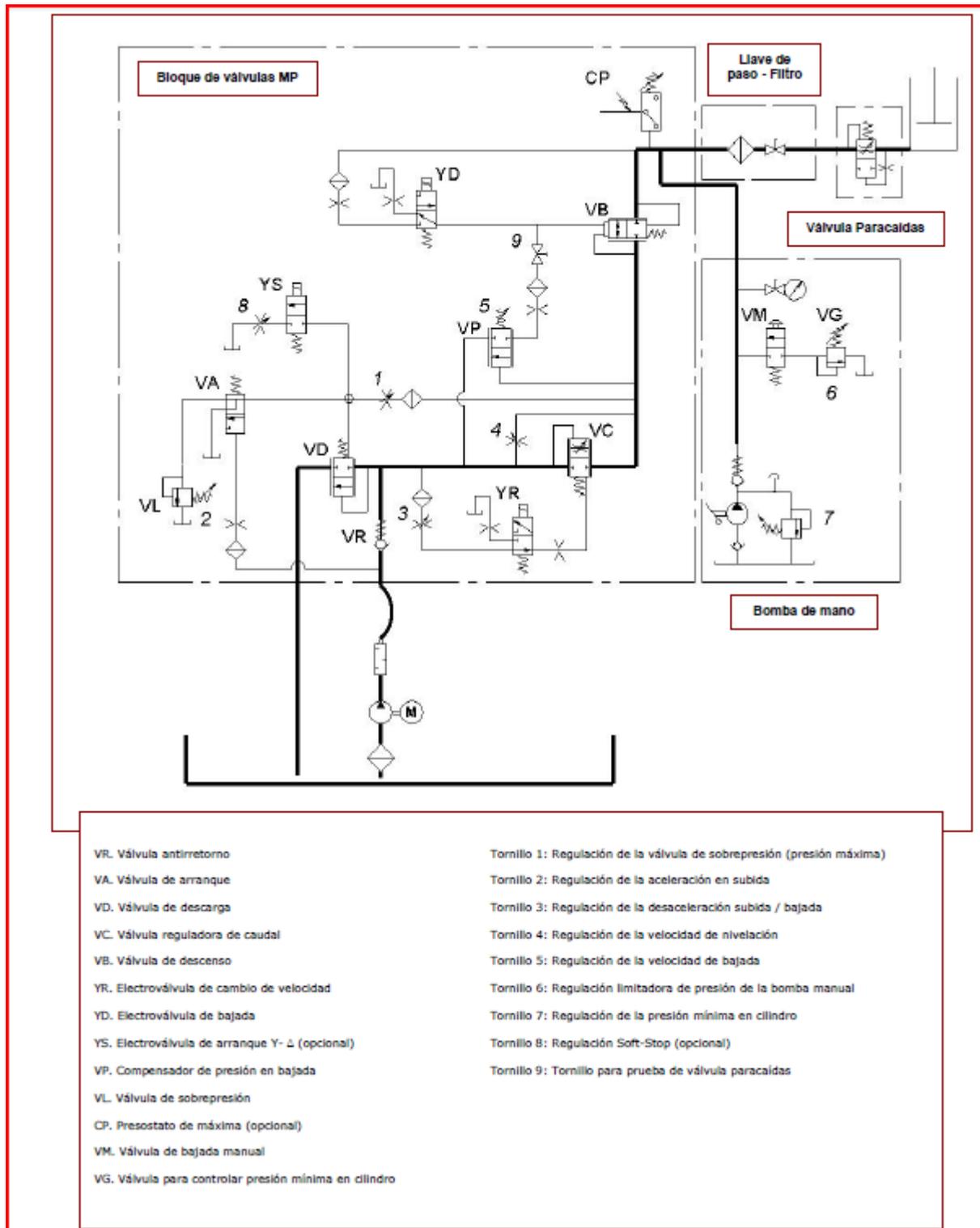
Proporcionado por MP ASCENSORES.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Cumplimiento requisitos norma EN81.2.
- Marcado CE compatibilidad electromagnética.
- Preestato actuando como pesacargas.
- Sistemas de control para la temperatura del aceite.
- Protección motor mediante termistores PTC.
- Prueba y regulación de cada grupo simulando la instalación.
- Bomba husillos. Alta calidad, bajo nivel sonoro (58-66 dB).
- Tensión motor: 230/400 - 400/692 - 415/720 a 50 Hz. 220/380 a 60 Hz.
- Otras tensiones disponibles (monofásicas).
- Tensiones válvulas 220 Vdc, 110 Vdc, 60 Vdc, 48 Vdc.
- Tensión válvula emergencia 12 Vdc.
- Atenuador (silenciador) de las pulsaciones provocadas por la bomba.
- Dimensiones reducidas del depósito y facilidad de transporte.
- Velocidades del ascensor hasta 0.63 m/sg.



| Dep. | Caudal l/m | Dimensiones | | | | | | Tubería (rg-flex) | Capacidad Máx (litros) | Aceite Útil (litros) | Peso (Kg) |
|------|---------------|-------------|------|-----|-----|------|-------|----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------|
| | | A | B | C | E | H | M | | | | |
| T1 | 25/150 | 810 | 775 | 470 | 630 | 1010 | M45x2 | DIA - 35 1.1/4" | 170 | 140 | 110 |
| T2 | 25/210 | 870 | 820 | 560 | 750 | 1110 | M45x2 | DIA - 35 1.1/4" | 240 | 180 | 130 |
| | | | | | | | M52x2 | DIA - 42 1.1/2" | | | |
| T3 | 250/430 | 1020 | 1020 | 605 | 960 | 1300 | M52x2 | DIA - 42 1.1/2" | 410 | 310 | 180 |





POTENCIAS-CAUDALES-TENSIONES

Potencia Motor

| INTENSIDADES NOMINALES | | | | | INTENSIDADES ARRANQUE DIRECTO | | |
|------------------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------|
| C.V. | KW | In (A) 230V | In (A) 400V | In (A) 415V | Ia (A) 230V | Ia (A) 400V | Ia (A) 415V |
| 2.7 | 2 | 9.8 | 5.7 | 5.5 | 31 | 18 | 17 |
| 4 | 3 | 14 | 8 | 7.7 | 43 | 25 | 24 |
| 6 | 4.4 | 17.4 | 10 | 9.6 | 69 | 40 | 39 |
| 8 | 6 | 25.1 | 14.5 | 14 | 81 | 47 | 45 |
| 10.5 | 7.7 | 30 | 17.5 | 16.9 | 94 | 54 | 52 |
| 13 | 9.5 | 38 | 21.8 | 21 | 132 | 76 | 73 |
| 15 | 11 | 43 | 25 | 24.1 | 142 | 82 | 79 |
| 17.5 | 13 | 49 | 28.5 | 27.5 | 163 | 94 | 91 |
| 20 | 14.7 | 54 | 31 | 29.9 | 204 | 118 | 114 |
| 27 | 20 | 73 | 42 | 40 | 265 | 153 | 147 |
| 33 | 24 | 88 | 51 | 49 | 338 | 195 | 188 |
| 40 | 29 | 111 | 64 | 62 | 421 | 243 | 234 |
| 54 | 40 | 145 | 84 | 81 | 537 | 310 | 299 |

MOTORES TRIFÁSICOS 50Hz

Las intensidades con arranque estrella-triángulo no superan valores mayores de 1.9 veces la intensidad nominal

MOTORES MONOFÁSICOS 50Hz

| C.V. | KW | In (A) | Ia (A) |
|------|-----|--------|--------|
| 3.4 | 2.5 | 22 | 53 |
| 4.8 | 3.5 | 28 | 71 |

| INTENSIDADES NOMINALES | | | | | INTENSIDADES ARRANQUE DIRECTO | | |
|------------------------|------|-------------|-------------|--|-------------------------------|-------------|--|
| C.V. | KW | In (A) 220V | In (A) 380V | | In (A) 220V | In (A) 380V | |
| 3 | 2.2 | 11.1 | 6.4 | | 43 | 25 | |
| 5 | 3.7 | 18 | 10.4 | | 59 | 34 | |
| 7.5 | 5.5 | 23 | 13.3 | | 82 | 47 | |
| 10 | 7.3 | 32 | 18.6 | | 109 | 63 | |
| 12 | 9 | 37 | 21.4 | | 132 | 76 | |
| 15 | 11 | 46 | 26.5 | | 176 | 102 | |
| 17.5 | 13 | 55 | 32 | | 205 | 119 | |
| 20 | 15 | 58 | 34 | | 211 | 122 | |
| 25 | 18.5 | 72 | 42 | | 293 | 170 | |
| 33 | 24 | 92 | 53 | | 355 | 206 | |
| 40 | 29 | 109 | 63 | | 397 | 230 | |
| 54 | 40 | 154 | 89 | | 542 | 314 | |

MOTORES TRIFÁSICOS 60Hz

Las intensidades con arranque estrella-triángulo no superan valores mayores de 1.9 veces la intensidad nominal

MOTORES MONOFÁSICOS 60Hz

| C.V. | KW | In (A) | Ia (A) |
|------|-----|--------|--------|
| 4 | 3 | 29 | 63.8 |
| 5.7 | 4.2 | 38 | 83.6 |

| CAUDAL BOMBA | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Q (l/min) | 25 | 35 | 55 | 75 | 100 | 125 | 150 | 180 | 210 | 250 | 300 | 360 | 430 |
| Eje | Ø19 | Ø32 | Ø32 | Ø32 | Ø32 | Ø32 | Ø32 |

Tensión Bobinas

| TENSION (Voltios DC) | | | | | |
|----------------------|----|----|----|-----|-----|
| BOBINAS | 12 | 48 | 60 | 110 | 220 |

NOTA: LA TENSION DE ALIMENTACION DEBERA SER CONTINUA O ALTERNA RECTIFICADA.

FÓRMULAS DE APLICACIÓN

- Velocidad del ascensor con cilindros simples.

$$v = \frac{cm \cdot q \cdot \eta}{6 \cdot n \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}}$$

v: velocidad del ascensor (m/sg)
d: diámetro émbolo (cm)
cm: coeficiente de suspensión diferencial
η: rendimiento volumétrico de la bomba

q: caudal bomba (l/min)
n: número de cilindros
Ø: conversión de unidades

- Potencia del motor

$$p = \frac{P_b \cdot q}{\phi \cdot 450}$$

p: potencia mínima requerida por el motor (CV)
q: caudal bomba (l/min)
φ: rendimiento estimado de la instalación (pérdidas de carga, efectos dinámicos, inercia, rozamientos...)(0.78÷0.8)

P_b: presión estática máxima (bar)
450: conversión de unidades

• **Balance térmico. Número de conexiones /hora.**

Método de cálculo del número máximo de conexiones / hora del ascensor hidráulico, con el equipo impulsor MP, para que la temperatura del aceite nunca alcance el valor límite de 70°C, y no se produzca su parada.

La temperatura del cuarto de máquinas utilizada en los cálculos y tablas es 30° C. Aparece un coeficiente de corrección para los casos en que la temperatura ambiente sea diferente.

$$n = \frac{450000 \cdot (E1 + E2 \cdot L_c + E3 \cdot L_t) \cdot R}{(P + Q)(L_r + 3.5)}$$

E1: Potencia calorífica de absorción y disipación de la central hidráulica. Tabla1.

E2: Potencia calorífica de absorción y disipación del cilindro. Tabla2.

E3: Potencia calorífica de absorción y disipación de la tubería de conducción. Tabla3.

P: Peso del chasis, cabina, operador (Kgr)

Q: Peso nominal (kgr)

Lr: Recorrido ascensor (m)

Lc: Longitud cilindro (m)

Lt: Longitud tubería conducción (m)

R: Coeficiente de corrección por temperatura cuarto de máquinas $R = 1 - (T_{cm} - 30) \cdot 0.02$

T_{cm}: Temperatura del cuarto de máquinas. En el caso de ASCMH el valor de T_{cm} es el de la temperatura ambiente +10°C

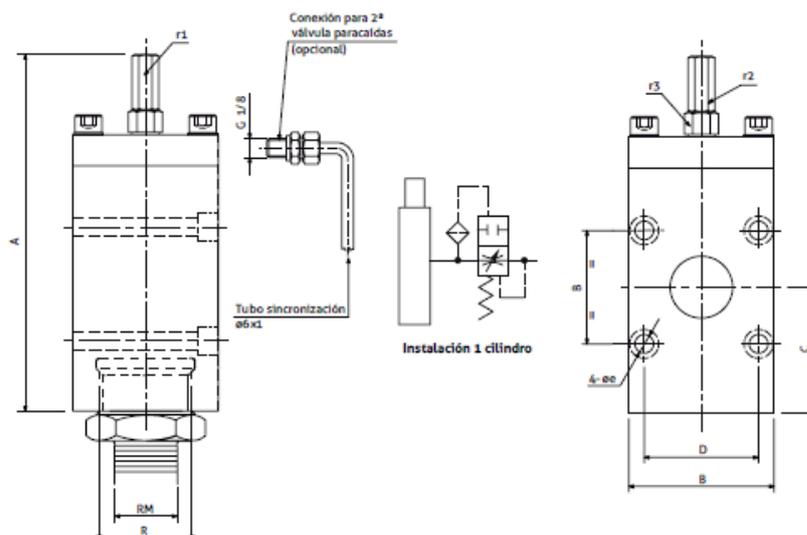
| DEPÓSITO | E1 |
|----------|-------|
| T1 | 0.742 |
| T2 | 1.152 |
| T3 | 1.464 |
| C1 | 0.533 |

| CILINDRO | E2 |
|----------|-------|
| 60 | 0.220 |
| 70 | 0.215 |
| 80 | 0.245 |
| 90 | 0.291 |
| 100 | 0.305 |
| 110 | 0.354 |
| 120 | 0.346 |
| 130 | 0.394 |

| TUBERÍA | E3 |
|---------|-------|
| 1.1/4" | 0.024 |
| 1.1/2" | 0.032 |

B.7 VÁLVULA PARACAÍDAS

Proporcionado por ELEVALIA



| Válvula | Caudal Intervención | | Presión de trabajo | | Temp. de trabajo | | Viscosidad | | R | RM | Dimensiones | | | | | | | Peso [kg] | |
|---------|---------------------|------|--------------------|-----|------------------|-----|------------|-----|--------|----------------|-------------|-----|----|----|-----|-------|----|-----------|-----|
| | min | max | min | max | min | max | min | max | | | A | B | C | D | ø e | r1 | r2 | | r3 |
| | [l/min] | | [bar] | | [bar] | | [cSt] | | | | [mm] | | | | | | | | |
| VP114 | 20 | 350 | 12 | 60 | 5 | 70 | 16 | 240 | G1"1/4 | M30x2 M45x2 | 166 | 70 | 57 | 55 | 9 | 4 ** | 13 | 17 | 4 |
| VP112 | 150 | 485 | 15 | 50 | 5 | 60 | 21 | 240 | G1"1/2 | M52x2 | 165 | 70 | 61 | 55 | 9 | 10 ** | 17 | 17 | 4.5 |
| VP200 | 425 | 700 | 12 | 60 | 5 | 70 | 16 | 240 | G2" | G2" | 194 | 80 | 68 | 65 | 11 | 4 * | 13 | 17 | 6 |
| VP212 | 450 | 1200 | 12 | 60 | 5 | 70 | 16 | 240 | G2"1/2 | G2"1/2 | 285 | 100 | 88 | 80 | 11 | 6 * | 17 | 22 | 10 |

6 Cálculo del caudal de intervención

Las válvulas paracaídas se suministran ajustadas de acuerdo con el caudal de intervención previsto para el ascensor, no obstante durante la puesta en marcha se debe verificar su correcto funcionamiento y si fuera preciso su ajuste.

La válvula paracaídas debe estar ajustada de manera que intervenga bloqueando el paso del aceite cuando la velocidad de la cabina en descenso sea igual o superior a $V_d + 0,3$ m/s.

El valor del caudal de intervención debe ser calculado durante la fase de diseño del ascensor; de no tener este dato se deberá de calcular durante la instalación siguiendo la siguiente fórmula:

$$Q_{i,max} = \frac{(V_d + 0,3) \times 6 \times A_i \times N_{cc}}{c_n \times 100}$$

Donde:

- $Q_{i,max}$ = caudal máximo de intervención [l/min]
- V_d = velocidad nominal de descenso de la cabina [m/s]
- A_i = área de empuje del vástago o área de empuje equivalente en cilindros telescópicos [mm²]
- N_{cc} = número de cilindros conectados a la válvula paracaídas
- c_n = coeficiente de tracción
1 para tracción directa 1:1,
2 para tracción diferencial 2:1,
4 para tracción diferencial 4:1

Para velocidades de cabina inferior a 1 m/s, recomendamos la utilización de la siguiente fórmula para el cálculo del caudal de intervención Q_i :

$$Q_i = \frac{(V_d \times 1,3) \times 6 \times A_i \times N_{cc}}{c_n \times 100}$$

6.1 Área de empuje para cilindros de 1 etapa

| Modelo de cilindro | a Vástago Cilindro hidráulico 1 etapa [mm] | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 165 | 180 | 200 | |
| FR | A _i [mm ²] | 1.963 | 2.827 | 3.848 | 5.027 | 6.362 | 7.854 | 9.503 | 11.310 | 13.273 | 15.394 | 17.671 | 21.382 | 5.340 | 5.969 |
| FRHP | | | | | | | | | | | | | | | |
| CR | | | | | | | | | | | | | | | |
| HLR | | | | | | | | | | | | | | | |

B.8 PUERTAS DE ACCESO AL MONTACARGAS

Proporcionado por el grupo ANGEL MIR

Características técnicas

- Espesor: 40 mm.
- Chapas espesor: 0.5 mm.
- Anchos disponibles: 500 mm y 610 mm.
- Peso por unidad superficie: 11.5 a 12.2 Kg/m²
- Densidad poliuretano: 40.5 Kg/m³ (exento de CFC)
- Coeficiente transferencia térmica: $K = 0.50 / 0.53 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°K}$
- Coeficiente de transferencia acústica: Valor ponderado de $RW = 26,5 \text{ dBA}$
- Integra suplemento de acero longitudinal para atornillar las bisagras.

Acabados

- Superficie de chapa gofrada.
- Lacados estándar.
- Como opción puede pintarse en cualquier color de la carta RAL
- Pintura Oxirón®
- Color interior blanco 9002.

Sistemas de accionamiento

Cualquiera de los detallados en la pg. 18.

Dimensiones

Anchura máxima 12 m.
Altura máxima 6 m.

| | COLOR | RAL | STOCK |
|--|--------|------|-------|
| | Azul | 5010 | - |
| | Azul | 5017 | - |
| | Blanco | 9002 | - |
| | Blanco | 9010 | - |
| | Beige | 1015 | - |
| | Gris | 9006 | - |
| | Gris | 7016 | - |
| | Marrón | 8014 | - |
| | Rojo | 3000 | - |
| | Verde | 6005 | - |
| | Verde | 6009 | - |

Lacados estándar. Colores RAL aproximados.

Los paneles se fabrican con dos chapas de acero galvanizado y prelacado de alta resistencia a la oxidación. En la cámara que forman entre ellos se inyecta espuma de poliuretano de alta densidad consiguiendo así un alto factor de aislamiento térmico y acústico y una gran resistencia mecánica.

Los paneles se pueden fabricar en distintos grosores: desde 40 hasta 80 mm. según las necesidades de aislamiento. Los paneles de 80 mm. de grosor están destinados a puertas seccionales en instalaciones frigoríficas. La estanqueidad entre paneles se consigue mediante juntas elásticas de poliuretano.



Azul 5010



Blanco 9002



Crema 1015



Gris 9006



Marrón 8014



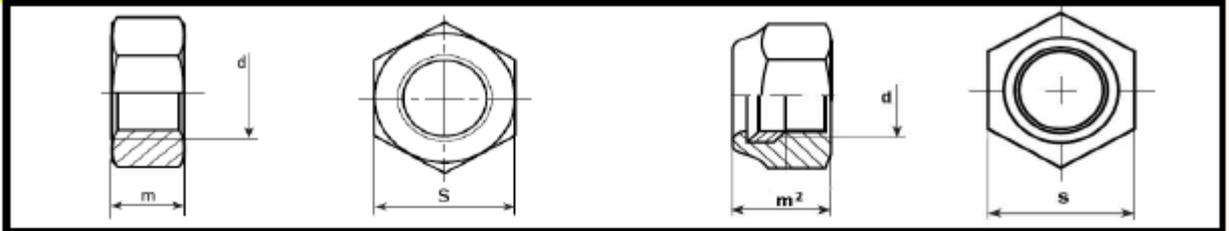
Rojo 3000



Verde 6005



Tuerca hexagonal



PRECIOS UNIDAD

Precios netos

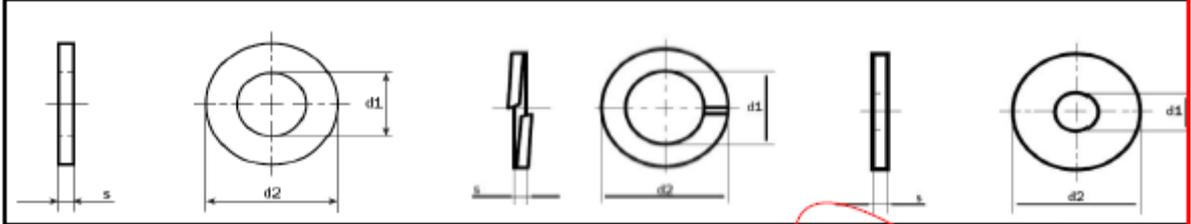


| Metrica d | Paso | s | m | m ² | Din-934 6.8 | Din-934 6.8 | Din-934 8.8 | Din-934 8.8 | Din-985 |
|-----------|------|-----|-----|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| | | | | | Sin baño | Zincada | Pavonada | Zincada | Zincada |
| M-3 | 0,5 | 5,5 | 2,4 | 4 | 0,0061 | 0,0077 | | | 0,0062 |
| M-4 | 0,7 | 7 | 3,2 | 5 | 0,0058 | 0,0072 | 0,0138 | 0,0173 | 0,0066 |
| M-5 | 0,8 | 8 | 4 | 5 | 0,0070 | 0,0088 | 0,0155 | 0,0194 | 0,0048 |
| M-6 | 1 | 10 | 5 | 6 | 0,0119 | 0,0149 | 0,0180 | 0,0225 | 0,0074 |
| M-7 | 1 | 11 | 5,5 | 7,5 | 0,0238 | 0,0298 | 0,0325 | 0,0406 | 0,0140 |
| M-8 | 1,25 | 13 | 6,5 | 8 | 0,0243 | 0,0304 | 0,0316 | 0,0394 | 0,0152 |
| M-10 | 1,5 | 17 | 8 | 10 | 0,0467 | 0,0584 | 0,0977 | 0,1221 | 0,0302 |
| M-12 | 1,75 | 19 | 10 | 12 | 0,0748 | 0,0935 | 0,1125 | 0,1406 | 0,0463 |
| M-14 | 2 | 22 | 11 | 14 | 0,1161 | 0,1451 | 0,1414 | 0,1767 | 0,0796 |
| M-16 | 2 | 24 | 13 | 16 | 0,1439 | 0,1799 | 0,2400 | 0,3000 | 0,1040 |
| M-18 | 2,5 | 27 | 15 | 18,5 | 0,2146 | 0,2682 | 0,3209 | 0,4012 | 0,1418 |
| M-20 | 2,5 | 30 | 16 | 20 | 0,2587 | 0,3234 | 0,3768 | 0,4711 | 0,1813 |
| M-22 | 2,5 | 32 | 18 | 22 | 0,3922 | 0,4902 | 0,5402 | 0,6752 | 0,2760 |
| M-24 | 3 | 36 | 19 | 24 | 0,5490 | 0,6863 | 0,6707 | 0,8384 | 0,4320 |
| M-27 | 3 | 41 | 22 | 27 | 0,9864 | 1,2330 | 1,2394 | 1,5493 | 0,8260 |
| M-30 | 3,5 | 46 | 24 | 30 | 1,3306 | 1,6633 | 1,6588 | 2,0735 | 1,3400 |
| M-33 | 3,5 | 50 | 26 | 33 | 1,9292 | 2,4101 | 2,7002 | 3,3753 | |
| M-36 | 4 | 55 | 29 | 36 | | | | | |
| M-39 | 4 | 60 | 31 | 39 | | | | | |
| M-42 | 4,5 | 65 | 34 | 42 | | | | | |
| M-45 | 4,5 | 70 | 36 | 45 | | | | | |
| M-48 | 5 | 75 | 38 | 48 | | | | | |
| M-52 | 5 | 80 | 42 | | | | | | |

Consultar



Arandelas planas, anchas y grower



| Métrica | d1 | d2 | s | Din-125 | | d1 | d2 | s | Din-127 | |
|---------|------|----|-----|---------|---------|------|------|-----|---------|---------|
| | | | | Pulida | Zincada | | | | Pulida | Zincada |
| M-3 | 3,2 | 7 | 0,5 | 0,0025 | 0,0031 | 3,1 | 6,7 | 0,8 | 0,0051 | 0,0064 |
| M-4 | 4,3 | 9 | 0,8 | 0,0040 | 0,0050 | 4,1 | 7,6 | 0,9 | 0,0052 | 0,0065 |
| M-5 | 5,3 | 10 | 1 | 0,0051 | 0,0064 | 5,1 | 9,2 | 1,2 | 0,0059 | 0,0077 |
| M-6 | 6,4 | 12 | 1,6 | 0,0103 | 0,0129 | 6,1 | 11,8 | 1,6 | 0,0083 | 0,0111 |
| M-7 | 7,4 | 14 | 1,6 | 0,0111 | 0,0138 | 7,1 | 12,8 | 1,6 | 0,0096 | 0,0120 |
| M-8 | 8,4 | 16 | 1,6 | 0,0154 | 0,0193 | 8,1 | 14,8 | 2 | 0,0123 | 0,0171 |
| M-10 | 10,5 | 20 | 2 | 0,0301 | 0,0376 | 10,2 | 18,1 | 2,2 | 0,0180 | 0,0260 |
| M-12 | 13 | 24 | 2,5 | 0,0474 | 0,0593 | 12,2 | 21,1 | 2,5 | 0,0255 | 0,0366 |
| M-14 | 15 | 28 | 2,5 | 0,0720 | 0,0900 | 14,2 | 24,1 | 3 | 0,0403 | 0,0571 |
| M-16 | 17 | 30 | 3 | 0,0934 | 0,1167 | 16,2 | 27,4 | 3,5 | 0,0564 | 0,0811 |
| M-18 | 19 | 34 | 3 | 0,0974 | 0,1218 | 18,2 | 29,4 | 3,5 | 0,0610 | 0,0762 |
| M-20 | 21 | 37 | 3 | 0,1357 | 0,1896 | 20,2 | 33,6 | 4 | 0,1083 | 0,1353 |
| M-22 | 23 | 39 | 3 | 0,1284 | 0,1605 | 22,5 | 35,9 | 4 | 0,1119 | 0,1591 |
| M-24 | 25 | 44 | 4 | 0,2560 | 0,3406 | 24,5 | 40 | 5 | 0,1818 | 0,2577 |
| M-27 | 28 | 50 | 4 | 0,3589 | 0,4486 | 27,5 | 43 | 5 | 0,2073 | 0,2592 |
| M-30 | 31 | 56 | 4 | 0,3687 | 0,4608 | 30,5 | 48,2 | 6 | 0,5100 | 0,6375 |
| M-33 | 34 | 60 | 5 | 0,5026 | 0,6283 | 33,5 | 55,2 | 6 | | |
| M-36 | 37 | 66 | 5 | 0,8808 | 1,1011 | 36,5 | 58,2 | 6 | | |
| M-39 | 40 | 72 | 6 | 0,9329 | 1,1661 | 39,5 | 61,2 | 6 | | |
| M-42 | 43 | 78 | 7 | 1,7611 | 2,2014 | 42,5 | 68,2 | 7 | | |
| M-45 | 46 | 85 | 7 | 1,5929 | 1,9912 | 45,5 | 71,2 | 7 | | |

Consultar

B.10 FIJACIONES DE GUÍAS

Proporcionado por SAVERA.

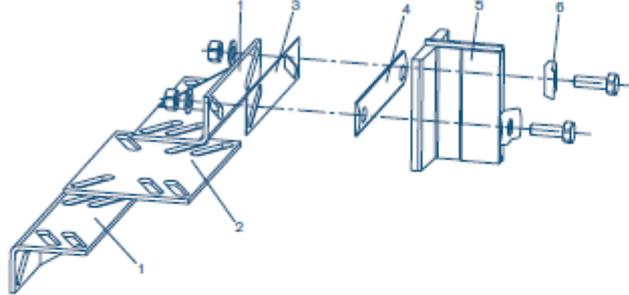
| Fijación Bracket | |
|------------------|---|
| 6 | Brida SH / SH clip |
| 5 | Gula / Guide Rail |
| 4 | Componente para Brida SH / Component for SH Clip |
| 3 | Componente para Brida / Component for Clip |
| 1 | Fijación Estándar / Standard Bracket Fijación Especial / Special Bracket |



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

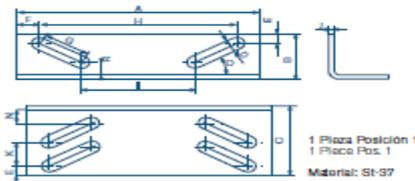
Realizado por: José Eduardo Aparicio Perea
 Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0) Hoja 24 de 31

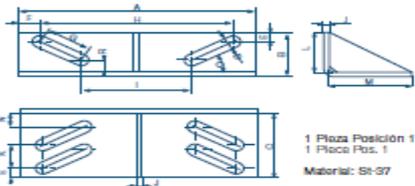


| Fijación (con suplemento) Bracket (with extension) | |
|---|---|
| 6 | Brida SH / SH clip |
| 5 | Guía / Guide Rail |
| 4 | Componente para Brida SH / Component for SH Clip |
| 3 | Componente para Brida / Component for Clip |
| 2 | Suplemento para Fijación / Extension for Bracket |
| 1 | Fijación Estándar / Standard Bracket Fijación Especial / Special Bracket |

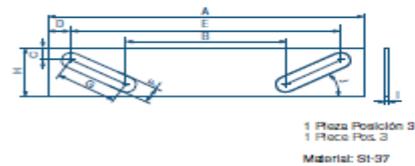
| Fijaciones y Componentes Brackets & Components | Tipo Guía Guide Rail Type |
|---|---|
| B1, BR1, BL1, BP1 | T45/A, T50/A, T65/A |
| B2, BR2, BL2, BP2 | T70-1/A, T70-2/A, T70-70-9/A, T75-3/A-B, T78/B, T80-80-9/A, T82/A-B, T89/A-B, T90/A-B |
| B3, BR3, BL3, BP3 | T114/B, T125/B, T127-1/B, T127-2/B, T140-1/B, T140-2/B, T125-L1/A |



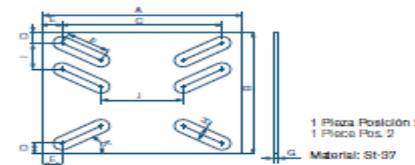
| Fijación Estándar Standard Bracket | A:1 | B:1 | C:1 | D | E | F | G | H | I:1 | J | K | R | N | O |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|----|------|------|----|-----|-----|---|----|----|----|-----|
| B1 | 130 | 50 | 75 | 11 | 12 | 22,5 | 27 | 85 | 47 | 4 | 28 | 15 | 12 | 45° |
| B2 | 200 | 62 | 95 | 15 | 13,5 | 22,5 | 45 | 155 | 77 | 5 | 34 | 21 | 20 | 30° |
| B3 | 270 | 65 | 100 | 19 | 13,5 | 25 | 54 | 220 | 126 | 6 | 34 | 18 | 19 | 30° |



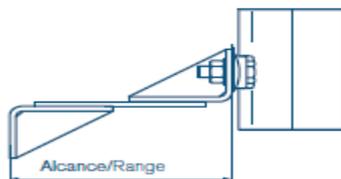
| Fijación Reforzada Reinforced Bracket | A:1 | B:1 | C:1 | D | E | F | G | H | I:1 | J | K | L | M | R | N | O |
|--|-----|-----|-----|----|------|------|----|-----|-----|---|----|----|----|----|----|-----|
| BR1 | 130 | 50 | 75 | 11 | 12 | 22,5 | 27 | 85 | 47 | 4 | 28 | 48 | 71 | 15 | 12 | 45° |
| BR2 | 200 | 62 | 95 | 15 | 13,5 | 22,5 | 45 | 155 | 77 | 5 | 34 | 57 | 90 | 21 | 20 | 30° |
| BR3 | 270 | 65 | 100 | 19 | 13,5 | 25 | 54 | 220 | 126 | 6 | 34 | 59 | 94 | 18 | 19 | 30° |



| Componente para Brida Component for Clip | A:1 | B:1 | C | D | E | F | G | H:1 | I | J |
|---|-----|-----|----|------|-----|----|----|-----|---|-----|
| BP1 | 130 | 47 | 12 | 22,5 | 85 | 11 | 27 | 43 | 1 | 45° |
| BP2 | 200 | 77 | 14 | 22,5 | 155 | 15 | 45 | 50 | 1 | 30° |
| BP3 | 270 | 126 | 14 | 25 | 220 | 19 | 54 | 55 | 1 | 30° |



| Suplemento para Fijación Extension for Bracket | A:1 | B:1 | C | D | E | F | G | H | I | J:1 | K |
|---|-----|-----|-----|------|------|----|---|----|----|-----|-----|
| BL1 | 130 | 125 | 85 | 12 | 22,5 | 27 | 4 | 11 | 28 | 47 | 45° |
| BL2 | 200 | 157 | 155 | 13,5 | 22,5 | 45 | 5 | 15 | 34 | 77 | 30° |
| BL3 | 270 | 165 | 220 | 13,5 | 25 | 54 | 6 | 19 | 34 | 126 | 30° |



| Tabla de alcances (mm.) / Range table (mm.) | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| B1/B1 | | | 126 | | | | |
| B1/BL1/B1 | | 125 | | | 227 | | |
| B2/B2 | 62 | | 163 | | | | |
| B2/BL2/B2 | | | 157 | | | 293 | |
| B3/B3 | 65 | | 173 | | | | |
| B3/BL3/B3 | | | 165 | | | | 311 |



DISEÑO DEL MONTACARGAS DE UN PEQUEÑO ALMACÉN CON CAPACIDAD DE SALVAR UN PISO DE ALTURA Y CON UNA CARGA MÁXIMA DE 3000 KG

Realizado por: José Eduardo Aparicio Perea
 Fecha: 03-07-2013

Revisión: (0) Hoja 25 de 31

**BRIDAS FORJADAS - TIPO M
 FORGED CLIPS - TYPE M**

| Tipo Type | NºPz./Caja N: Pz./Box | PesoCaja/Kg. Box Weight/Kg. | Aplicaciones Applications | A ± 1,5 mm. | B ± 1,5 mm. | C ± 1,5 mm. | D ± 0,9 mm. | E ± 0,75 mm. | F ± 0,5 mm. | G ± 0,9 mm. | H ± 1,5 mm. | K |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| M1 | 500 | 33 | T45/A, T50/A, T65/A | 32 | 22 | 15 | 12 | 5,5 | 5 | 11 | 23 | M10 |
| M2 | 400 | 33 | T70-1/A, T70-2/A, T75-3/A-B, T78/B, T82/A-B, T125-L1/A | 39 | 26 | 19 | 15 | 7,3 | 6,5 | 13 | 27 | M12 |
| M3 | 250 | 30 | T70-70-9/A, T80-80-9/A, T89/A-B, T90/A-B | 45 | 29 | 21 | 18,5 | 9,5 | 8 | 13 | 34 | M14 |
| M4 | 200 | 36 | T114/B, T125/B, T127-1/B | 50 | 34 | 22 | 20,5 | 10,5 | 8,5 | 15 | 40 | M16 |
| M5 | 100 | 32 | T127-2/B, T140-1/B, T140-2/B | 55 | 37 | 22 | 23 | 13 | 11 | 17 | 42 | M18 |

| A ± 2 (mm.) | |
|-------------------------|-------------------|
| TIPO GUIA TYPE GUIDE | BRIDA M M CLIP |
| T45/A | 55 |
| T50/A | 60 |
| T65/A | 75 |
| T70-1/A, T70-2/A | 83 |
| T70-70-9/A | 86 |
| T75-3/A-B | 88 |
| T78/B | 91 |
| T80-80-9/A | 96 |
| T82/A-B | 95 |
| T89/A-B | 105 |
| T90/A-B | 106 |
| T125-L1/A | 138 |
| T114/B | 131 |
| T125/B | 142 |
| T127-1/B | 144 |
| T127-2/B | 140 |
| T140-1/B | 162 |
| T140-2/B | 162 |

| | Resistencia Stress Fa(Kg.) | F. Rozamiento Friction force Fr(Kg.) |
|----|----------------------------------|--|
| M1 | 1900 | 380 |
| M2 | 2700 | 540 |
| M3 | 3680 | 736 |
| M4 | 3800 | 760 |
| M5 | 5100 | 1020 |

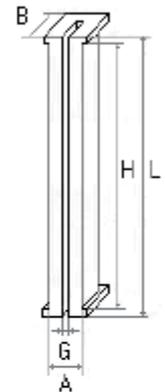


B.11 ROZADERAS Y SOPORTES

Proporcionado por MEC-LEVEN.

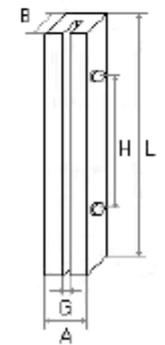
CON ALETAS

| REFERENCIA | DESCRIPCIÓN | MEDIDAS | | | | |
|-------------|------------------------------|---------|-----|-----|----|----|
| | | G | H | L | A | B |
| COZ0927095 | Rozadera 9 x 270 | 9 | 258 | 270 | 30 | 70 |
| COZ1627095 | Rozadera 16 x 270 | 16 | 258 | 270 | 30 | 60 |
| COZ1400695 | Rozadera 6 x 140 (Adiprene) | 6 | 141 | 151 | 19 | 29 |
| COZ1401095 | Rozadera 10 x 140 (Adiprene) | 10 | 141 | 151 | 22 | 35 |
| COZ9CENIA95 | Rozadera 9 x 132 Cenia | 9 | 132 | 150 | 20 | 32 |
| COZ9CAUSI95 | Rozadera 9 x 106 Causi | 9 | 106 | 113 | 23 | 36 |
| IHZBN11009Z | Rozadera 9 x 112 "BN" | 9 | 112 | 124 | 18 | 21 |
| IHZ10030RZ | Rozadera 30 x 100 R-30 | 30 | 100 | 107 | 45 | 31 |
| IHZ10040RZ | Rozadera 40 x 100 R-40 | 40 | 100 | 107 | 54 | 31 |
| COZ100595 | Rozadera 5 x 100 | 5 | 100 | 110 | 18 | 29 |
| IHZ14006Z | Rozadera 6 x 140 G-6 | 6 | 140 | 150 | 30 | 28 |
| IHZ14008Z | Rozadera 8 x 140 G-8 | 8 | 140 | 150 | 30 | 28 |
| IHZ14009Z | Rozadera 9 x 140 G-9 | 9 | 140 | 150 | 30 | 28 |
| COZ1100895 | Rozadera 8 x 110 | 9 | 110 | 120 | 23 | 34 |
| COZ1100995 | Rozadera 9 x 110 | 10 | 110 | 120 | 23 | 34 |
| IHZ14014Z | Rozadera 14 x 140 G-14 | 14 | 140 | 150 | 30 | 28 |
| IHZ14016Z | Rozadera 16 x 140 G-16 | 16 | 140 | 150 | 30 | 28 |
| IHZ08705Z | Rozadera 5 x 87 NE-201 | 5 | 80 | 87 | 20 | 30 |
| IHZ10015Z | Rozadera 15 x 100 OP-10 | 15 | 100 | 108 | 30 | 26 |
| IHZ10005Z | Rozadera 5 x 100 G-5 | 5 | 100 | 110 | 20 | 29 |



CON TETONES

| REFERENCIA | DESCRIPCIÓN | MEDIDAS | | | | |
|---------------|-----------------------------------|---------|-----|-----|----|----|
| | | G | H | L | A | B |
| IHZ14006TZ | Rozadera 6 x 140 EG-6 | 6 | 100 | 140 | 29 | 30 |
| IHZ14008TZ | Rozadera 8 x 140 EG-8 | 8 | 100 | 140 | 29 | 30 |
| IHZ14009TZ | Rozadera 9 x 140 EG-9 | 9 | 100 | 140 | 29 | 30 |
| IHZ14010TZ | Rozadera 10 x 140 EG-10 | 10 | 100 | 140 | 29 | 30 |
| IHZ14012TZ | Rozadera 12 x 140 EG-12 | 12 | 100 | 140 | 29 | 30 |
| IHZ14014TZ | Rozadera 14 x 140 EG-14 | 14 | 100 | 140 | 29 | 30 |
| IHZ14016TZ | Rozadera 16 x 140 EG-16 | 16 | 100 | 140 | 29 | 30 |
| COZ9GIESAT95 | Rozadera 9 x 100 Giesa | 9 | 60 | 100 | 27 | 30 |
| COZ14GIESAT95 | Rozadera 14 x 100 Giesa | 14 | 60 | 100 | 27 | 30 |
| COZ14008TA95 | Rozadera RE-9P Aletas y 2 tetones | 9 | 138 | 154 | 30 | 30 |
| COZ14007TA95 | Rozadera RE-8P Aletas y 2 tetones | 8 | 138 | 154 | 30 | 30 |



| | | | | | |
|---|---|---------------------------|---|---------|------------------------------|
|  | 9199001 | SOPORTE METALICO (SUELTO) |  | 9199002 | ROTULA GOMA PARA DESLIZADERA |
| 9199004/12 | GRN. BISULFURO RT. GOMA CANAL 12MM | |  | | |
| 9199004/14 | GRN. BISULFURO RT. GOMA CANAL 14MM | |  | | |
| 9199004/16 | GRN. BISULFURO RT. GOMA CANAL 16MM | | | | |
| 9199004/8 | GRN. NYLON BISULFURO RT. GOMA CANAL 8MM | | | | |
| 9199004/9 | GRN. NYLON BISULFURO RT. GOMA CANAL 9MM | | | | |
| 9199005/10 | GUARNICION ARTINEL CANAL 10MM | |  | | |
| 9199005/12 | GUARNICION ARTINEL CANAL 12MM | | | | |
| 9199005/14 | GUARNICION ARTINEL CANAL 14MM | | | | |
| 9199005/16 | GUARNICION ARTINEL CANAL 16MM | | | | |
| 9199005/8 | GUARNICION ARTINEL CANAL 8MM | | | | |
| 9199005/9 | GUARNICION ARTINEL CANAL 9MM | | | | |
| 9199006/12 | GUARNICION ARTINEL RTLA. DE GOMA CANAL 12MM | |  | | |
| 9199006/14 | GUARNICION ARTINEL RTLA. DE GOMA CANAL 14MM | | | | |
| 9199006/16 | GUARNICION ARTINEL RTLA. DE GOMA CANAL 16MM | | | | |
| 9199006/8 | GUARNICION ARTINEL RTLA. DE GOMA CANAL 8MM | |  | | |
| 9199006/9 | GUARNICION ARTINEL RTLA. DE GOMA CANAL 9MM | | | | |

B.12 FINAL DE CARRERA

Proporcionado por MP-ASCENSORES.

Los Interruptores Magnéticos de la Serie 320 están destinados a suministrar las señales necesarias para el posicionamiento del ascensor. Aunque están especialmente diseñados para las instalaciones MP, es posible su empleo en todo tipo de instalaciones. Su funcionamiento está basado en el comportamiento de las ampollas REED que contienen; estas ampollas son contactos aislados herméticamente en cápsulas de vidrio que conmutan su posición bajo la acción de un campo magnético. Sus principales características son :

- Ausencia de ruido.
- Funcionamiento sin necesidad de contacto físico, por lo que no se produce desgaste mecánico.
- No requiere alimentación eléctrica.
- Ausencia de rebotes y frecuencia de maniobras máxima admisible muy elevada.
- Precisión en el punto de corte.
- Protección frente al polvo, humedad, gases, etc.
- Reducido tamaño.



Fig.1. Interruptor Magnético

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Alimentación: 24 Vdc.
- Resistencia de contacto (protección) : 120 ohm.
- Aislamiento inicial de contacto 10¹⁰ ohm.
- Tiempo máximo de activación : 0,75 mseg.
- Tiempo máximo de desactivación : 0,3 mseg.
- Material de la carcasa: ABS color naranja.
- Dimensiones según Figura 2.

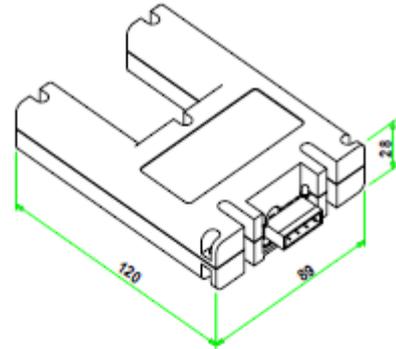


Fig.2. Dimensiones(mm)

INSTALACIÓN

- Deben fijarse sobre el chasis del ascensor, enfrentados a las guías, de manera que sean accionados por los imanes colocados en las alas de éstas, según se muestra en la Figura 3.
- En el caso de chasis MP, la fijación se realiza a través del soporte ISM32457, según se muestra en la Fig 4.
- En el caso de chasis genérico no MP, la fijación se realiza mediante el conjunto de soportes ISMAG325, según se muestra en la Figura 5.
- Cuidar que el soporte del interruptor magnético no sufra ningún tipo de imantación. Para ello, no colocar nunca imanes sobre dicho soporte.
- No colocar elementos férricos adicionales unidos o muy próximos al interruptor, ya que pueden alterar el funcionamiento del mismo.
- Posicionar el interruptor de manera que quede perfectamente enfrentado con los imanes y que la distancia entre éstos y el extremo del interruptor no sea superior a 20 mm.

IMPORTANTE: Aunque los interruptores magnéticos se encuentran protegidos por una carcasa plástica exterior, no hay que olvidar que contienen ampollas Reed, constituidas principalmente por vidrio, por lo que, como tal, son sensibles a golpes u otras solicitaciones mecánicas fuertes.

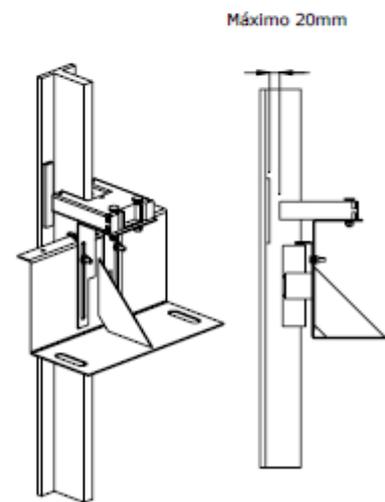


Fig.3. Magnético instalado sobre chasis

B.13 RELÉS

Proporcionado por CHINT material eléctrico.

| RSTB - Relé de Control de Fases | | | | |
|---------------------------------|--|-------------|----------|----------|
| REFERENCIA | DESCRIPCIÓN | DIMENSIONES | EMBALAJE | P.V.P. € |
| RSTB | Relé de control de fases - 3 Fases, 350-450Vca 50/60Hz | 24 mm | 1 | 79,50 € |

CARACTERÍSTICAS

- Tensión: 3 Fases, 350-450Vca (ajustable), 50/60Hz
- Salida: Forma C, 10A, 250Vca, 1/2CV
- Retardo ajustable: 0,1-10 seg.
- Conexiones: 4mm²
- Temperatura ambiente: -10°C ~ +60°C
- Humedad relativa: 45-85%
- Indicaciones:
 - LED rojo > Cualquiera de los fallos de fase
 - LED verde > Relé en reposo
- En conformidad con la norma: UNE-EN60947-5-1
- Grado de protección: IP20

- El RSTB está diseñado para la monitorización de alimentaciones trifásicas y para proteger motores y otros aparatos contra los siguientes defectos:
 - Monitorización del sentido de giro de las fases
 - Detección del fallo de una o más fases
 - Detección de mínima tensión (-10%)
 - Detección de sobretensión (+10%)
 - Detección de asimetría de fases (±10%)
- Trabaja en el caso de que se produzcan alguno de los defectos indicados, en caso contrario el relé se encontrará en estado de reposo
- Tiene programado un retardo entre el momento de producirse un defecto y su conexión, para evitar que entre en acción por interrupciones muy cortas u otros fallos momentáneos.
- El RSTB posee un selector que permite ajustar el retardo desde 0.1seg hasta 10seg. Cuando la alimentación retorna a sus valores nominales, el relé se re-energiza de acuerdo con sus valores de histéresis (5%)

RSTC - Detector de fallo o pérdida total de fase(s)

| REFERENCIA | DESCRIPCIÓN | DIMENSIONES | EMBALAJE | P.V.P. € |
|------------|--|-------------|----------|----------|
| RSTC | Detector de fallo de fases - 3 Fases, 400Vca 50/60Hz | 24 mm | 1 | 55,40 € |



CARACTERÍSTICAS

- Tensión de utilización: 3 Fases, 400Vca, 50/60Hz
 - Tolerancia de tensión: 0,85 - 1,1 Un
 - Vida mecánica (maniobras): 5.000.000
 - Salida: Forma C, 10A/250Vca - 1/3CV
 - Conexiones: 4mm²
 - Precisión: 0,5% a temperatura ambiente constante
 - Temperatura ambiente: -10°C - +50°C
 - Clasificación: VDE0110 Grupo C
 - Indicaciones: LED rojo (estado del relé)
 - En conformidad con la norma: UNE-EN60947-5-1
 - Grado de protección: IP20
- El relé RSTC es un monitor/controlador de fases para detectar:
 - Secuencia errónea de fases
 - Ausencia total de una, dos o de las tres fases
 - Condiciones de funcionamiento:
 - El relé mide sus tres propias fases de alimentación y entra en funcionamiento cuando se da una de las dos o mas condiciones descritas anteriormente.
 - El relé posee un cierto retardo a la apertura para evitar desconexiones por micro-cortes u otros fallo puntuales

DHC19-Y - Temporizador estrella-triángulo (□-Δ)

| REFERENCIA | DESCRIPCIÓN | DIMENSIONES | EMBALAJE | P.V.P. € |
|------------|---|-------------|----------|----------|
| DHC19-Y | Temporizador estrella-triángulo - 230Vca - 1NO/NC 10A | 24 mm | 1 | 36,50 € |



CARACTERÍSTICAS

- Características de utilización: 220/240V - 50/60Hz
- Corriente contacto salida: 10A 250V - 2 relés
- Consumo: 3W
- Temperatura ambiente: -10°C - +55°C
- Humedad relativa: 45-85%
- Indicaciones:
 - Led verde: "Triángulo"
 - Led naranja: "Estrella"
 - Led rojo: "En servicio"
- En conformidad con la norma: UNE-EN60947-5-1
- Grado de protección: IP20

| | |
|--------------------------------|--|
| Tensión nominal | 220-240Vca 50/60Hz - 110Vca opcional |
| Consumo aproximado | 3W |
| Retardo ajustable de estrella | Control de salida: 1 a 10/100 segundos |
| Tiempo de paso de □ a Δ fijado | 0.1 - 0.5 segundos |
| Precisión de repetición | +0.5% a fondo de escala |
| Precisión de ajuste | +5% a fondo de escala |
| Tiempo de reseteo | inferior a 0.5 segundos |
| Control de salida | 1NO/NC 10A 250Vca - 2 relés |
| Peso aproximado | 150 gramos |

B.14 SOLENOIDES

SOLENOIDES

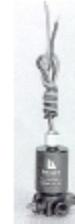
SOLENOIDES BACCARA 3 VIAS BASE METAL.

| Código | CONCEPTO | EUROS |
|----------|--|-------|
| 150124NO | SOLENOIDE 1/8" 1,6 mm o 2,4 mm 24 V. N/O | 36,50 |
| 150124NC | " " " 24 V. N/C | |
| 150112NO | " " " 12 V. N/O | |
| 150112NC | " " " 12 V. N/C | |
| 1501220O | SOLENOIDE 1/8" 5,5 W 220 V. N/O | 36,90 |
| 1501220C | " " " 220 V. N/C | |
| 1501110O | SOLENOIDE 1/8" 8 W 110 V. N/O | |
| 1501110C | " " " 110 V. N/C | |



SOLENOIDES BACCARA 3 VIAS BASE PLASTICO.

| Código | CONCEPTO | EUROS |
|-----------|-------------------------------|-------|
| 150324NO | SOLENOIDE 1,6 mm 24 V. N/O | 20,40 |
| 150324NC | “ “ 24 V. N/C | |
| 150312NO | “ “ 12 V. N/O | |
| 150312NC | “ “ 12 V. N/C | |
| 150300010 | BASE PLASTICO C/MANDO MANUAL. | 3,60 |



SOLENOIDES BACCARA 2VIAS BASE PLASTICO.

| Código | CONCEPTO | EUROS |
|----------|---|-------|
| 15020012 | SOLENOIDE BACCARA 2 VIAS PL. 12 VDC | 10,20 |
| 15020024 | “ “ 2 VIAS PL. 24 VDC | 10,20 |
| 15020220 | “ “ 2 VIAS PL. 220VDC | 10,80 |
| 15LATCH | SOLENOIDE BACCARA 2 VIAS LATCH 9/12 VLT | 17,70 |



SOLENOIDES BACCARA LATCH.

| Código | CONCEPTO | EUROS |
|----------|---|-------|
| 15040001 | LATCH GEVA-60 3 VIAS 3 mm 12 Volt. 3 h. | 56,80 |
| 15040002 | “ 3 VIAS 1,2 mm 9/12 V. 2 hilos N/O | 22,80 |
| 15040003 | “ “ “ 9/12 V. 2 hilos N/C | |
| 15040004 | “ “ 1,6 mm 9/12 V. 2 hilos N/O | |
| 15040005 | “ “ “ 9/12 V. 2 hilos N/C | |



SOLENOIDES BACCARA LARGA DISTANCIA

| Código | CONCEPTO | EUROS |
|----------|------------------------|--------|
| 150524NO | SOLENOIDE 24 VOLT. N.O | 113,80 |
| 150512NC | “ 12 VOLT. N.C. | |
| 150524NC | SOLENOIDE 24 VOLT. N.C | |
| 150512NO | “ 12 VOLT. N.O. | |



VÁLVULA SOLENIODE FIP (Valv. Pulsos)

| Código | CONCEPTO | EUROS |
|----------|---------------------------------|--------|
| 01070031 | VÁLVULA FIP 8 MM. 2 VIAS 24 V. | 99,50 |
| 01070032 | VÁLVULA FIP 15 MM. 2 VIAS 24 V. | 167,50 |



Modelos para encolar o rosca.

B.15 CONTACTORES

| Contactores compactos tripolares | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| IEC | AC-3 Potencia nominal | $\theta < 55^{\circ}\text{C}$, 400 V | kW | 4 | 5.5 | 7.5 | 11 | 15 | 18.5 | 22 | 30 | 37 | 45 | 55 |
| UL/CSA | Potencia nominal, motor trifásico | 480 V | hp | 5 | 7.5 | 10 | 20 | 25 | 30 | 40 | 60 | 60 | 60 | 75 |
| Alimentación bobina c.a. | | | Tipo | A 9 | A 12 | A 16 | A 26 | A 30 | A 40 | A 50 | A 63 | A 75 | A 95 | A 110 |
| Alimentación bobina c.c. | | | Tipo | AL 9 | AL 12 | AL 16 | AL 26 | AL 30 | AL 40 | AE 50 | AE 63 | AE 75 | AE 95 | AE 110 |
| Alimentación bobina c.a./c.c. | | | Tipo | - | - | - | - | - | - | AF 50 | AF 63 | AF 75 | AF 95 | AF 110 |
| IEC | Corriente nominal AC-3 | $\theta < 55^{\circ}\text{C}$, 400 V | A | 9 | 12 | 17 | 26 | 32 | 37 | 50 | 65 | 75 | 96 | 110 |
| | | $\theta < 55^{\circ}\text{C}$, 690 V | A | 7 | 9 | 10 | 17* | 21* | 25* | 35 | 43 | 46 | 65 | 82 |
| | | Corriente nominal AC-1 | $\theta < 40^{\circ}\text{C}$, 690 V | A | 25 | 27 | 30 | 45 | 55 | 60 | 100 | 115 | 125 | 145 |
| | | $\theta < 55^{\circ}\text{C}$, 690 V | A | 22 | 25 | 27 | 40 | 55 | 60 | 85 | 95 | 105 | 135 | 145 |
| | | $\theta < 70^{\circ}\text{C}$, 690 V | A | 18 | 20 | 23 | 32 | 39 | 42 | 70 | 80 | 85 | 115 | 130 |
| UL/CSA | Corriente trifásica | 480 V | hp | 5 | 7.5 | 10 | 20 | 25 | 30 | 40 | 60 | 60 | 60 | 75 |
| | Uso general | 600 V | A | 21 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 90 | 105 | 125 | 140 |
| | Tamaño Nema | | | 00 | 0 | - | 1 | 1P | - | 2 | - | 3 | - | - |

* Para AL 26 ... AL 40, ver documentación técnica

B.16 DETECTORES DE PUERTAS

Proporcionado por CCA

Sensores para Puertas, Portones y Ascensores



El funcionamiento confortable y al mismo tiempo seguro de puertas, portales y ascensores el tema dirigido al mercado del programa especial y amplio de productos de Pepperl+Fuchs. Las aplicaciones abarcan desde el emisor de impulsos de apertura de puertas automáticas hasta el control de arranque de escaleras mecánicas, pasando por el control de arranque de escaleras mecánicas, pasando por el control de antecámaras de puertas industriales o la protección de bordes de cierre de puertas de ascensores.



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| B.1 Tablas de tubos cuadrados..... | 1 |
| B.2 Tabla de guías con perfil "T" | 4 |
| B.3 Tablas perfiles laminados en caliente..... | 8 |
| B.4 Amortiguadores de fos helicoidales..... | 10 |
| B.5 Cilindro hidráulico..... | 11 |
| B.6 Central hidráulica..... | 16 |
| B.7 Válvula paracaídas..... | 19 |
| B.8 Puertas de acceso al montacargas..... | 20 |
| B.9 Tornillos, tuercas y arandelas..... | 21 |
| B.10 Fijaciones de guías..... | 23 |
| B.11 Rozaderas y soportes..... | 26 |
| B.12 Final de carrera..... | 27 |
| B.13 Relés..... | 28 |
| B.14 Solenoides..... | 29 |
| B.15 Contactores..... | 31 |
| B.16 Detectores de puertas..... | 31 |