



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“Diseño de estante con sub sistema de autocarga para
almacenamiento materiales pesados basado en la NTP 852 en
el almacén de la empresa Caylu Import SRL.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Portilla Otero, Cesar Alexander (ORCID: 0000-0003-4720-7298)

ASESOR:

Mg. Seminario Atarama, Mario Roberto(ORCID: 0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA – PERÚ

2019

DEDICATORIA:

Este trabajo de investigación se la dedico a mi familia, especialmente a mi esposa, por su esfuerzo constante en la ayuda que necesite para culminar mi carrera.

AGRADECIMIENTO:

La presente investigación fue culminada gracias a incansable apoyo de innumerables personas que me acompañaron en el camino, a los docentes de mi casa de estudios, Universidad César Vallejo, por inculcar conocimientos para desarrollar finalmente con éxito el presente estudio. Particularmente al Ing. Mario Seminario Atarama por la asesoría académica que recibí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA:	ii
AGRADECIMIENTO:	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN.....	v5
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MARCO TEÓRICO:.....	10
III. METODOLOGÍA:	19
3.1. Diseño de la investigación	19
3.2. Variables, Operacionalización	20
3.3. Población y muestra	21
3.4. Técnicas e instrumentos.....	22
3.5. Procedimiento	23
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7 Aspectos Éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES.....	32
Referencias	33
Anexos.....	36

Resumen

La presente investigación ha desarrollado la metodología para el diseño de dos equipos necesarios para un almacén de bienes pesados, como son las cajas de papel A4 y los paquetes de papel A0 para la empresa Caylu Import SRL. El desorden provocado por la dificultad que presenta mover y almacenar estos paquetes en mención ha llevado a desarrollar bajo el análisis de los atributos un estante, capaz de soportar 5 toneladas distribuidas en tres niveles, analizando cada parte de ella con la resistencia de los materiales y el peso al que podrán estar expuestos. Así mismo, ha sido necesario diseñar un mecanismo que permita levantar los paquetes de papel a los diferentes niveles del estante, aplicando mecanismos y herramientas que se proveen en el mercado, como son los cabrestantes y los polipastos, logrando establecer que puede levantar cargas de 220 kg (peso de cuatro paquetes de papel A4) con un mínimo de esfuerzo de 10 kg aplicados a la manivela del cabrestante. Se analizan los costos de las propuestas para que la gerencia pueda decidir su construcción, y a la vez de ser útil para cualquier almacén con dificultades similares, pero se recomienda analizar las nuevas condiciones para no exceder los límites de resistencia de los materiales.

Palabras Claves: Sistema de Almacenamiento, Diseño Industrial, NTP 852, Almacenamiento de Mercancías.

Abstract

The present investigation has developed the methodology for the design of two necessary equipment for a heavy goods warehouse, such as the A4 paper boxes and the A0 paper packages for the company Caylu Import SRL. The disorder caused by the difficulty of moving and storing these mentioned packages has led to develop under the analysis of the attributes a shelf, capable of supporting 5 tons distributed in three levels, analyzing each part of it with the resistance of the materials and the weight at which they may be exposed. Likewise, it has been necessary to design a mechanism that allows to lift the paper packages to the different levels of the shelf, applying mechanisms and tools that are provided in the market, such as winches and hoists, establishing that it can lift loads of 220 kg (weight of four packs of A4 paper) with a minimum effort of 10 kg applied to the winch handle. The costs of the proposals are analyzed so that the management can decide their construction, and at the same time be useful for any warehouse with similar difficulties, but it is recommended to analyze the new conditions not to exceed the resistance limits of the materials.

Keywords: Storage System, Industrial Design, NTP 852, Warehousing.

I. INTRODUCCIÓN

El manejo ordenado de los bienes es necesario no sólo por la facilidad de poder ubicarlos, sino para preservar su vida útil y evitar mermas. Actualmente la empresa Caylu Import SRL, ubicada en la Calle Loreto 525 Piura, con RUC 20525703283, se dedica a la comercialización de papel en sus distintas presentaciones, logrando distribuir aproximadamente S/.10 000 soles al día en las ventas. El almacén de la empresa ha sido una adecuación de las instalaciones como se muestra en el anexo 02, en el plano de las instalaciones. Entre los andamios que posee la empresa, no existe uno que pueda soportar las cajas de papel y las láminas A1, con pesos aproximados de 25 a 40 kg. respectivamente. A la vez, para poder movilizarlos en espacios pequeños no se posee herramienta alguna. Es así como los paquetes en sus diferentes presentaciones son arrumados en el suelo. (Anexo 05, fotografías). El desorden del almacén es un inconveniente que se observa al grado de no ubicar los formatos solicitados cuando hay que atender pedidos y el tránsito en el mismo es dificultoso.

Los estantes normales, cuyas especificaciones técnicas está, en el anexo 06:A, no bastan por las diferentes dimensiones en que se presenta la mercadería, para poder aprovechar el espacio aéreo, y los materiales de su conformación no serían resistentes considerando el peso que podrían soportar por la cantidad de papeles y más aun no se puede utilizar alguna herramienta como una estoca para poder movilizarlos por el pequeño espacio para movilizarlo o poderlos subir en los estantes. Es necesario rediseñar la estructura logística para el mejoramiento productivo en el área del almacén como lo indica Osguera, (2017). De acuerdo con Xavier Llinás, Director general de Bito menciona “ que el producto terminado y las estrategias de almacenamiento aumentan o incrementan la capacidad de elaboración de ordenes de servicio asi mismo que disminuye de entrega de los mismos. Ahorran espacio,..., mejoran las condiciones de trabajo...” (Bito, 2018)

De esta manera se daña a la empresa por las pérdidas por daño en los paquetes causado por el tránsito continuo con carga, por la demora en la ubicación y los sobrepesos que dañan los empaques inferiores que conlleva al rechazo por parte de los clientes y desprestigio de la empresa, dando pie a perder pedidos por servicios de la competencia, lo que perjudicaría las ventas y el estancamiento de capitales en bienes adquiridos.

Es prioridad diseñar un sistema de almacenamiento que aproveche el espacio aéreo y que permita poder colocar los paquetes pesados en lugares que puedan soportar pesos de 200 kg por piso, y en total hasta 1000 kg por columna con su propio sistema de carga.

Nos planteamos el siguiente problema general, ¿Cómo podrán almacenarse los materiales pesados basados en la NTP 852 en el almacén de la empresa Caylu Import SRL?, lo que conlleva a preguntarnos ¿Cómo será la estructura de soporte para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL?, ¿Cómo operará el sub sistema de carga para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL?, ¿Cuál será el costo de un estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL?

Esta investigación busca o pretende encontrar una solución al problema de almacenamiento de la Empresa Caylu Import SRL. Cuyo problemas se presenta o muestra en la realidad, donde se cuenta con paquetes pesados difíciles de movilizar, sumando el reducido espacio del almacén. De ser aceptada la propuesta y de ser construido el equipo, le permitirá a la empresa generar orden dentro del almacén, ampliar los espacios de traslado, y facilitar la carga y descarga para el ingreso y salida de los bienes que se colocan en el mercado.

Es así como esta solución puede ser analizada para su utilización en otros almacenes que presenten condiciones de operación similares, pues al construir el prototipo permitirá observar su practicidad de uso siendo considerado como una condición del diseño llevando consigo las posibles mejoras que conlleva su implementación en las empresas.

Desde el aspecto metodológico, la aplicación del diseño de ingeniería permitirá el desarrollo de la creatividad para presentar un producto innovador a la medida de las necesidades de la empresa, basado en la integración de conocimientos físicos mecánicos de los materiales y su movilidad para lograr almacenar paquetes de volumen y peso difíciles de maniobrar. Permitirá generar un producto que podrá ser considerado por futuras investigaciones como antecedente incluyendo mejoras al mismo diseño con mayores inversiones.

Los objetivos que determinamos son el Diseñar un prototipo de estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados basado en la NTP 852 en el almacén de la empresa Caylu Import SRL, 2018, dando origen a los objetivos de Diseñar la estructura de soporte para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL, Diseñar el sub sistema de carga para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL y Determinar el costo de un estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL.

Dicha investigación por ser de tipo descriptiva propositiva no necesita el planteamiento de una hipótesis.

II. MARCO TEÓRICO:

Como antecedentes tenemos a Oseguera (2017) presentó el trabajo de investigación “Rediseño de la función de almacenaje en la empresa de confección y comercialización Kananhit S.A. de c.v.”; Para optar por el grado de maestro en ingeniería industrial. Dicha investigación tiene como objetivo el rediseño logístico para nutrir productivamente el área de almacenaje de una empresa de manufactura para conseguir un mayor calidad de sus productos y servicios. La metódica que se usó fue Perfil de órdenes del cliente (líneas por orden y cantidad de orden), Perfil de referencias (ABC, peculiaridades del artículo), Perfil del inventario (SKU, estacionalidad), Perfil de actividades (necesidad de acondicionamiento, etiquetado, etc.), además se estudió la productividad y costos del almacén. Por tanto cuyos resultados arrojados fueron positivos al lograr un mejoramiento de la empresa aplicando la metódica de esta investigación.

Flores, (2016), mostró el trabajo de investigación “Estudio de mecanismo y diseño de mobiliarios pupitres polifuncionales para escuelas del milenio”, para conseguir el grado de licenciada en diseño de interiores mención en mueble. La mencionada investigación tiene como finalidad el análisis del mobiliario pupitre escolar de la escuela del milenio DR. Alfredo Vera Vera en la ciudad de Guayaquil para estudiantes de seis a ocho años de edad de educación primaria. En este estudio el diseño de análisis que se usó fue dirigido en el nivel cuali-cuantitativo con un tipo de investigación descriptiva y utilizando la metódica de proyecto factible aplicando el método inductivo y teórico. El resultado que arrojó dicha investigación fue que los pupitres beneficiarían a una mejor adopción ergonómica y siendo versátil porque será ideal para los estudiantes diestros y zurdos, ejecutado para el tipo de actividades que se realizan en clases.

Donayre,(2017), presentó el trabajo de investigación Gestión de almacén en una empresa constructora en el distrito de San Isidro-Lima 2017; para optar el grado Maestro en Gerencia de Operaciones y Logística. El siguiente trabajo tiene como fin evaluar la gestión del almacén en una compañía constructora del distrito de San Isidro-Lima. Con respecto a la metodología empleada se

consideró un enfoque cualitativo. Por ende los resultados obtenidos dan cuenta que el proceso de almacenamiento y la distribución del almacén en la compañía en estudio, afectan de forma negativa y directamente en la gestión de almacén, Asimismo, la falta de mano de obra calificada y la inexistencia de planeamiento y/o previsión también afectan de manera negativa la compañía.

Coca, (2016) , En su trabajo de investigación titulada "análisis de costos y propuesta de mejora de la gestión de almacenamiento en una empresa de consumo masivo" para obtener el grado de título de Ingeniero Industrial. Así mismo tiene como finalidad general pretender aumentar la complacencia de los clientes con una mercancía de excelente calidad y en la fecha ideal con la cantidad apropiada; gracias a la instauración del plan en Gestión de Almacenaje. Utilizando un método cualitativo. Para finalizar los resultados que se obtuvieron fueron, la compañía en analisis desembolsa un promedio de S/. 6'000,000 anualmente por el pago del servicio de almacenaje a un proveedor logístico. Así mismo la alternativa de mejora de la compra de un almacén propio necesita una inversión de S/.12'114,000 empezando a recuperar la inversión a partir del tercer año y ampliando los ahorros durante los próximos años. Además, se muestra la viabilidad económica y financiera de la propuesta de mejora al obtener resultados de VAN = S/. 7'507,000, mayor que cero, y una TIR = 51%, mayor al COK con el que fue evaluado.

Távora, (2014), en su trabajo de investigación titulada "Mejora del sistema de almacén para optimizar la gestión logística de la empresa comercial Piura", para obtener el grado de ingeniero industrial. Dicha investigación presenta como objetivo general en manera de propuesta mejorar el sistema de gestión de almacenes de la Compañía Comercial Piura. Se aplicó la metodología del ABC con el fin de clasificar las mercancías dando preferencia a los más rotados y colocados en áreas que aumente su optimización. Se llega a la conclusión que el almacén salió con un rango mínimo en todas las pruebas realizadas en este trabajo de investigación.

En el proyecto de Pujota (2013) tiene por finalidad crear una autómatas que admita transportar de modo vertical, rápido y seguro los aparatos del Laboratorio de Energías Alternativas y Eficiencia Energética. Para la

obtención de este propósito se ejecutó un estudio de gruas de carga y elevadores, para esta propuesta se tomó en cuenta que el elevador de cargas estará ubicado en el último piso de la FIM, este debe ser amovible y de bajo costo. Se definió que las peculiaridades técnicas para luego proponer alternativas que cumplan con estas demandas, se deberá redimensionar cada elemento o parte que la conforma. El elevador de cargas constará de una columna, esta columna deberá resistir toda la carga a través del larguero horizontal que está apoyado sobre la columna, adicional a ello un polipasto eléctrico estará ensamblado sobre el apoyo de dicho larguero o brazo por medio de una soldadura. Esta columna está adherida con soldadura a una placa en su extremo inferior; esta placa contiene 4 agujeros que servirán para anclar y sujetar el equipo en una losa dimensionada para este objetivo.

Guamá (2014) en su propuesta de investigación plantea y monta un elevador de cargas para mejorar el acceso al segundo piso del local central de la Facultad de Mecánica, esencialmente para aquellos colaboradores de capacidades reducidas de movimiento. Su prototipo logró ejecutarse basándose en la NT INEN 2 299, y la norma UNEEN de nacionalidad española, que basan exigencias y parámetros que deben tener los elevadores instalados en edificios para que ayuden y faciliten a las personas con capacidades reducidas en cuanto al movimiento. Se pensaron tres alternativas para aquel sistema de elevación las cuales fueron por tracción ejecutada por un cable, con sistema hidráulico, un sistema de adherencia, brindando así la alternativa más oportuna la de sistema por tracción con cable por enrollamiento, que se conforma esencialmente de un tracto unido a un tambor, donde se enrolla un cable de material metálico en este caso acero que mueve la cabina. La utilidad será del 80%, de comprensible instalación para ascensores de cargas altas y pequeñas. Este ascensor tendrá una carga útil de 400 kg con una velocidad de 0.5 m/s gracias al motor del tractor con unos 3 hp de potencia que podrá variar su frecuencia gracias a un modulador acoplado que admite arranques y paradas suaves para este tipo de usuarios con capacidades reducidas. Un freno que usa electroimanes reducirá la velocidad al momento de frenado.

En nuestro Marco teórico comenzamos con definir un Sistema de almacenaje como un conjunto de tareas que se elaboran para almacenar y conservar artículos en condiciones óptimas para su uso desde que son producidos hasta que son requeridos por el cliente.

Por ende como parte del sistema global de la utilización de los materiales, el sistema de almacenamiento da el equipo, instalaciones , personal y aquellas técnicas necesarias para poder recepcionar, almacenar, embalar y embarcar Materiales Primas , productos en manufactura y productos finales. Las normas técnicas , el equipo y las instalaciones varían en parte dependiendo de las peculiaridades del material que se utilizará. Para elaborar este conjunto de procesos para almacenamiento y solucionar los inconvenientes correspondientes es primordial tener en cuenta las peculiaridades del material tales como peso, durabilidad, dimensión, vida útil del anaquel, dimensiones de lotes y perfiles económicos. Adicional a ello se incurre en los gastos de almacenaje y recuperación, este no añadirá ningún valor al producto. Por esto es necesario la inversión en estructuras de almacenamiento y manipulación de materiales, así como el piso saneado de las bodegas, y deberá como pilar primordial la baja máxima de los costos de almacenamiento y manipulación.

Así mismo se tiene en cuenta el control de las dimensiones del inventario y la ubicación del mismo, los preceptos sobre las revisiones de calidad, las medidas relativas al suministro y empaque de los pedidos, el entablado y número idóneo de andenes para recepción y embarque, así como el mantenimiento de registros. (Garavito, 2014)

Podemos considerar como motivos para almacenar que existen cuatro razones básicas por las que una empresa ejerce tareas de almacenaje:

Reducir los costos del transporte y la producción de artículos: La realización de inventarios y su mantenimiento, generan gastos a toda compañía. Es por este motivo que al elevarse el costo se trata de nivelar con la reducción de los gastos hechos por transporte y producción, por lo que se tiene que elevar la eficiencia de todos los procesos que estos impliquen. (Garavito, 2014)

Armonizar el producto a suministrar y la demanda, observando a las entidades comerciales que controlan una manufactura de carácter estacional y una demanda racionalmente constante por lo general están expuestos a tener problemas de relación entre la demanda y el proveedor. Un ejemplo de esto son las compañías que están en el rubro de la alimentación, puesto que, para conservar su oferta de vegetales, frutos enlatados, almacenan toda su producción en las épocas de recogida con el único fin de poder mantener al mercado abastecido el resto del año. Siempre y cuando no sea demasiado elevado el costo de mantener una relación precisa entre la demanda y suministro, es indispensable el uso de un almacén. (Garavito, 2014)

Precio de los productos, los lotes y productos que son afectados por modificaciones en el costo de una estación a otra, (metales tales como acero y cobre, e hidrocarburos) someten a las empresas a realizar adquisiciones por adelantado, de manera que se pueda acceder a precios más bajos de la materia prima, nivelando de esta manera el costo que genera el almacenar y el mantenimiento de éste (Garavito, 2014)

Soporte a la elaboración de mercancías: El almacenamiento es indispensable para que la compañía puede ascender de nivel en su producción. El diseño de vinos licores o queso, necesitan un periodo de almacenamiento para su fermentación. Es bueno resaltar que el almacén no se usa exclusivamente para guardar la materia prima en esta etapa de su elaboración, también se utiliza para contener mercancía exonerada de impuestos que después será vendida. De este modo se demora el pago de impuestos hasta que las mercancías sean vendidas. (Garavito, 2014)

Soporte a la venta y promoción del producto: La venta y promoción de producto siempre se ocupa de cómo y cuándo se podrá adquirir en el mercado. En la mencionada etapa el almacenamiento se utiliza para agregar valor a una mercancía, de manera que si se guarda cerca del cliente el tiempo de entrega baja. Esta baja en el tiempo de entrega optimiza el servicio al comprador que podría aumentar las ventas. (Garavito, 2014)

Las Funciones del sistema de almacenaje son dos esencialmente: el soporte de inventarios (almacenamiento) y el manipulación de productos. El soporte

y/o manejo de productos y mercancías son todas las prácticas de estiba y desmontaje, y el movimiento de productos a las distintas áreas del almacén o bodega para la elaboración de ordenes de salida por pedidos. Por definición el almacenamiento es esencialmente la aglomeración de productos durante un lapso de tiempo.

La selección del área en la bodega y el tiempo de almacenaje prima básicamente de acuerdo a los objetivos para el mismo. Dentro de la bodega, las prácticas de traslado y almacenaje son repetitivas y análogas a las prácticas de traslado-almacenamiento que se ejecutan entre los diversos canales de distribución. Por ende, el sistema de almacenaje es conjunto de tareas de distribución a nivel inferior. El reconocimiento de las principales tareas del sistema mejora para tener un entendimiento universal del mismo, aportando una base para generar diseños con distintas alternativas. (Garavito, 2014)

Existe una Norma de almacenamiento en estanterías metálicas, esta norma NTP 852 está basada a los requisitos de seguridad en el almacenaje en estantes metálicos para cargas que reposan en paletas. Renueva y reemplaza a la NTP 618, insertando criterios de la reciente normativa proveniente de Europa sobre estantes y con el propósito de acondicionar a la realidad del mercado. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

Hay dos tipos distintos de sistemas de almacenaje en estructuras metálicas: el almacenaje móvil y almacenaje estático.

En el almacenaje móvil los fardos unitarios se colocan inmóviles sobre el mecanismo de almacenaje, el compuesto de ambos experimenta movimiento en todo el proceso de explotación - almacenamiento.

En el almacenaje estático el mecanismo de almacenamiento y los fardos de mercancía se mantienen inmóviles en todo el procedimiento de explotación y de almacenamiento.

En este tipo de almacenamientos existen así mismo tipos básicos de estanterías metálicas:

- Estantes metálicos de bandejas: En un sistema las cargamentos almacenados principalmente en fardos que se sitúan sobre bandejas metálicas.
- Estantes metálicos de largueros: Es un sistema de almacenaje en estantes usuales para carga paletizada, consiste en colocar las diferentes clases y formas de paletas en niveles de carga alveolares. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

Los más importantes riesgos vinculados con la especificación, diseño, fabricación y armado de este tipo de almacenamientos son el derrumbe de cargas y los accidentes por circulación.

El derrumbe parcial o total de las mercancías paletizadas en los pasillos o zonas de labor puede acontecer debido a la inestabilidad del armado o acciones mecánicas sobre la misma. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

La poca resistencia mecánica del sistema o de alguna de sus partes y/o intersecciones, puede suceder por un diseño realizado a partir de especificaciones y/o datos inapropiados o inexactos de las propiedades de uso del estante o bien a cambios posteriores efectuadas en la instalación. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

Las mas comunes causas de errores en la elaboración del diseño tienden a ser las malas aplicaciones de las normas técnicas de Diseño, la ejecución inadecuada de esta las peculiaridades y los distintos tipos de herramientas de mantenimiento utilizadas, la conceptualización de la unidad de carga de paletas usadas, los históricos de la ubicación geográfica de las instalaciones y de sus geodinámicas y las peculiaridades del inmueble donde se colocaran los estantes ya sea espacio, clase de construcción, piso y ambientales.

El cambio de las peculiares características iniciales del estante y/o de las mercancías durante la práctica de almacenamiento dan origen a una mala resistencia mecánica de la estructura o sus partes ya sean parantes, uniones, debido al cambio de la forma de la cota de la carga, utilización de bloques de carga diferentes a las previstas al comienzo que ayudan al recargo de los

largueros, reubicación de los andamiajes en los pisos no subsanados y con condiciones deplorables. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

Golpes o choques cometidos en contra de las estructuras de los quipos o móviles de manutención, que pueden originar: el desprendimiento de los largueros y/u otros elementos, malformaciones de carácter elástico o permanentes de las partes y este a su vez origine la caída de los materiales paletizados. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

Estos incidentes pueden originar accidentes en forma de impactos entre unidades móviles, peatones. Por ende estos pueden tener lugar en forma de impactos entre vehículos y de atropellos a peatones. Uno de los primordiales motivos es la falta de iluminación o demasiada iluminación que ocasionan deslumbramientos o zonas de sombra; el escaso espacio para poder maniobrar entre los pasillos basados en el radio del giro o en el tamaño de los vehículos o sistemas de carga; además del uso excesivo de velocidad que los sistemas de elevación de cargas paletizadas o cruces y zonas mal señalizadas. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

La instalación de este estante necesita medidas de prevención, particularmente durante el armado y disposición de las cargas; adicionalmente deberá tener unas medidas preventivas en el control de las operaciones de apilado y desapilado, el reconocimiento de las prestaciones de la instalación es de naturaleza prioritaria para evitar accidentes, así como cualquier eventual cambio de sus partes que modifiquen las características de estas estanterías deberán ser comunicadas para evitar cualquier incidente referente a las condiciones de mantenimiento, señalización, explotación, limpieza e iluminación. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

Es imprescindible considerar aspectos que hacen referencia a las partes de carga, la elaboración y la disgregación de las cargas, la preparación de ordenes por el personal y la manipulación del estante. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo)

En el procedimiento de diseño y desarrollo de producto se observa que están implicados distintos profesionales y expertos en multitudinales disciplinas con bagajes, experiencia y conocimientos y con objetivos diferentes manifiestan sus puntos de vista usando terminología profesional diversa. Concretando sus pensamientos pueden ayudar con su comunicación haciendo que el bosquejo abstracto sea algo real y explícito además de elocuente y comprensible. Aún así en mayor medida se debe involucrar al usuario en el proceso, por ende es inminente la utilización de referentes con experiencia para mejorar la comunicación de especificaciones abstractas. Estas empresas o instituciones emplean los diseños y prototipos para un sin fin de propósitos , en diversos sectores tales como marketing, transferencia o entrenamiento de tecnología, sirviendo como experiencias y peculiaridades vivas según Conejero, (2012). Se da a entender que los diseños y prototipos son manifestaciones físicas de un producto, manufactura o unidad que facilitan la superación de la barrera del lenguaje, facilitando así los distintos puntos de discusión para que estos sea más comprensibles y esta sea constructiva

III. METODOLOGÍA:

3.1. Diseño de la investigación

Hernandez, (2010) menciona que cuando el estudio o investigación muestra un diseño no experimental se debe a que las variables de estudio solamente mostrarán prototipo de máquina, este mismo que no permitirá modificar o logrará impactar sobre la realidad problemática hasta su construcción, materialización e implementación. Se define de tipo transversal debido a ejecutarse en el lapso de tiempo corto para presentar el diseño a modo de escala y nivel que se desarrollará es descriptivo, por plantear una posible solución al problema de almacenamiento de la empresa Caylu Import SRL

G O

Donde:

“G”: almacén de la empresa Caylu Import SRL, 2018.

“O”: diseño de un prototipo de estante con sub sistema de autocarga.

3.2. Variables, Operacionalización

Al ser una investigación descriptiva no experimental, de acuerdo a Gleisner (2010), presenta sus variables enfocada en el diseño del prototipo de estante con sub sistema de autocarga

Tabla 01: Operacionalización de variables

Variable	Def. Conceptual	Def. Operacional	Indicadores	Tipo
Diseñar un prototipo de estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados	“Representaciones físicas del producto o herramientas que ayudan a superar barreras de lenguaje, permitiendo a las diferentes partes la discusión comprensible y constructiva” (CONEJERO, 2012) del “conjunto de actividades que se realizan para guardar y conservar artículos en condiciones óptimas” (GARAVITO, 2014)	Diseñar la estructura de soporte para almacenamiento de los materiales pesados	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de materiales (Kg/cm²) • Dimensiones de la estructura (Volumen de almacenamiento por m²) • Cantidad de materiales a utilizar (Metros lineales de materiales por metro cuadrado de estante) 	Razón
		Diseñar el sub sistema de carga para almacenamiento de los materiales pesados	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de materiales (Kg/cm²) • Dimensiones de la estructura (Volumen de almacenamiento por m²) • Cantidad de materiales a utilizar (Metros lineales de materiales por metro cuadrado de estante) • Cantidad de mecanismos móviles por estante 	
		Determinar el costo de un estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados	<ul style="list-style-type: none"> • Soles de materiales por estante • Soles de mecanismos móviles por estante • Soles de mano de obra por estante 	

Fuente: Objetivos de investigación

3.3. Población y muestra

La población a la cual nos dirigimos para el desarrollo de la presente investigación se ha establecido por cada indicador de estudio según Behar (2008), mostrados a continuación:

Tabla 02: Población de estudio

Indicadores	Población
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de materiales (Kg/cm²) • Dimensiones de la estructura (Volumen de almacenamiento por m²) • Cantidad de materiales a utilizar (Metros lineales de materiales por metro cuadrado de estante) 	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones de Materiales de la estructura del Prototipo • Especificaciones dimensionales de la estructura del Prototipo • Especificaciones de cortes de Materiales de la estructura del Prototipo
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de materiales (Kg/cm²) • Dimensiones de la estructura (Volumen de almacenamiento por m²) • Cantidad de materiales a utilizar (Metros lineales de materiales por metro cuadrado de estante) • Cantidad de mecanismos móviles por estante 	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones de Materiales del sub sistema de carga del Prototipo • Especificaciones dimensionales del sub sistema de carga del Prototipo • Especificaciones de cortes de Materiales del sub sistema de carga del Prototipo • Especificaciones de mecanismos móviles del sub sistema de carga del Prototipo
<ul style="list-style-type: none"> • Soles de materiales por estante • Soles de mecanismos móviles por estante • Soles de mano de obra por estante 	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones de materiales del prototipo • Especificaciones de los mecanismos móviles del prototipo • Talleres con mano de obra calificado

Fuente: Tabla 01

Al trabajar directamente con las especificaciones del Diseño de acuerdo a la NTP 852 (Población), no existe muestra en el estudio a considerar

3.4. Técnicas e instrumentos

Establecida la población, fue necesario establecer los instrumentos donde se recolectaron los datos de acuerdo a lo recomendado por Bueno (2003), así mismo la técnica, mostradas a continuación:

Tabla 03: Técnicas e instrumentos

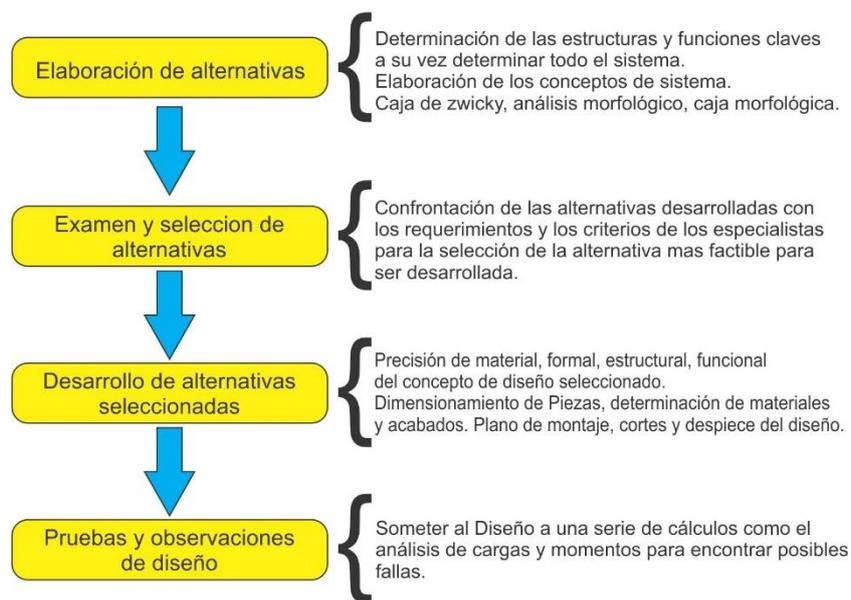
Indicadores	Técnicas	Instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de materiales (Kg/cm^2) • Dimensiones de la estructura (Volumen de almacenamiento por m^2) • Cantidad de materiales a utilizar (Metros lineales de materiales por metro cuadrado de estante) 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Documentario 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de propiedades de los metales (anexo 02) • Plano de las instalaciones (anexo 02) • Plano de diseño de estructura de Prototipo (anexo 02) • Caja morfológica (anexo 02)
<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de materiales (Kg/cm^2) • Dimensiones de la estructura (Volumen de almacenamiento por m^2) • Cantidad de materiales a utilizar (Metros lineales de materiales por metro cuadrado de estante) • Cantidad de mecanismos móviles por estante 		<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones técnicas dispositivos (anexo 02) • Plano de diseño de estructura de Prototipo (anexo 02) • Plano de diseño de estructura de Prototipo (anexo 02) • Plano de diseño de estructura de Prototipo (anexo 02)
<ul style="list-style-type: none"> • Soles de materiales por estante • Soles de mecanismos móviles por estante • Soles de mano de obra por estante 		<ul style="list-style-type: none"> • Cotizaciones (anexo 02)

Fuente: Tabla 02

3.5. Procedimiento

Nuestro objetivo principal es diseñar un estante con sub sistema de autocarga para almacenar materiales pesados lo cual nos lleva a la elaboración de un estante que es donde se almacenara las cargas paletizadas y un sistema de carga que permitirá levantar las mercancías para colocarlas en el estante. Para poder elaborar el diseño del estante iniciaremos con la elaboración de alternativas que se desarrolla con un análisis morfológico, posteriormente evaluaremos estas alternativas con el cliente y especialistas para una correcta selección. Pasamos a desarrollar las alternativas definiendo materiales, cortes y diemnsiones del diseño, basados en la norma técnica de prevención 852. Finalmente realizaremos un análisis de cargas y de momentos para ver la resistencia de los materiales empleados.

PROCEDIMIENTO



3.6. Método de análisis de datos

Es necesario analizar la información de las especificaciones necesarias para establecer las propuestas de los diferentes atributos que deberán ser evaluados para lograr definir el diseño más apropiado. Para ello se utilizará la Caja Morfológica con la finalidad de ir resolviendo alternativas. Será necesario

acompañar los resultados de gráficos que podrán ser desarrollados por el Microsoft Excel.

3.7 Aspectos Éticos

Se define como “ética” la sapiencia o materia que enumera las normas y leyes que rige el comportamiento del ser humano para que sea realmente original.(Universidad de Pamplona, 2010).

Este trabajo de investigación denominado “Diseño de estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados basado en la NTP 852 en el almacén de la empresa Caylu Import SRL.” Para la obtención del Título de Ingeniero Industrial es de mi autoría. Por ende declaro que:

- Se mencionó fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando las citas textuales correctamente.
- No se empleó ninguna otra fuente que aquellas expresamente identificadas en el trabajo.

IV. RESULTADOS

Para el diseño de la estructura de soporte para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL es necesario establecer las exigencias según la NTP 852 que permita las consideraciones para el diseño de la estructura de soporte, las que se han determinado en el anexo 06:A. De acuerdo a consideraciones de la norma, el diseño se debe basar de acuerdo al anexo 06:B.

De acuerdo al desarrollo del estante (Anexo 06:L), en el piso, inferior, cada pata del estante tendrá que soportar un peso de 165.6Kg., y la pata central del estante, al tener carga también al otro lado, se duplica, es decir, las cargas de las patas interiores del estante soportarán como máximo 331.2Kg., y la carga que podrán soportar es de 33419 Kg., es decir, 5569Kg por pata. El estante y protecciones se muestran en el anexo 06:D y 06:F.

En el diseño el sub sistema de carga para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL, para poder elevar las cargas se deberá utilizar herramientas para la finalidad. Entre las que se encuentran en el mercado, están los cabrestantes, con diferentes características del peso q pueden levantar. En el anexo 06:G se adjunta su despiece. El modelo seleccionado permitirá levantar el peso de 06 paquetes de papel A0 de 220.8 Kg aplicando una fuerza manual de 25.23Kg (reducción de 8.75:1).

Otra alternativa, se considera utilizar poleas para poder reducir la carga en 50% con el mecanismo conocido como Polipasto (Anexo 06:H). El polipasto (del latín polypaston), es la presentación más común de polea compuesta. En un polipasto, las poleas se distribuyen en dos grupos, uno fijo y uno móvil. En cada grupo se instala un número arbitrario de poleas. La carga se une al grupo móvil.



Fig. 04: Polipasto

Se presentan sus características técnicas en el Anexo 06:G. El análisis de cargas que soportará el diseño se muestra en el anexo 06:LL, donde la carga que el operario aplicará como máximo es de 10 kg para poder levantar un peso de papel de 220kg. (Peso de cuatro paquetes de papel A0)

Para determinar el costo de un estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL se ha evaluado de acuerdo a la tabla 02 del anexo 06:L, la cantidad de tubo que se deberá contar. El tubo cuadrado viene en presentación de 6 metros, siendo necesario su cálculo, en la tabla a continuación:

Tabla 01: Tubos a utilizar

	Descripción	Cantidad	Longitud	Long Requer.	Tubos requer.	Merma	Cantidad	Merma usada	Cantidad	Merma final	Cantidad
Tubos de 1"	Parante externo	4	2.75	11	2	0.5	2			0.5	2
	Parante interno	2	2.25	4.5	1	1.5	1			0.36	1
	Travesaño largo	6	1.94	11.64	2	0.18	2			0.18	2
	Travesaño ancho	9	1.14	10.26	2	1.44	2	1.5	1	0.16	2
Tubos de 1"	Travesaños	36	0.96	34.56	6	0.24	6			0.24	6
	Templadores	4	1.28	5.12	1	3.44	1	1.44	2	3.44	1

Total 14

Los tubos de la merma final se aprovecharan para las 4 protecciones de las esquinas, cada protección se conforma de 7 cortes de 1" x 12 cm y 6 cortes de 14 cm soldados (anexo 06:E)

Tabla 02: utilización de la merma para protecciones

Long. De tubo (m)	Cantidad	Partes de protección		Merma (cm)
		12cm	14cm	
0.5	2	8		2
0.36	1	3		0
0.18	2		2	8
0.16	2		2	4
0.24	6	12		0
3.44	1	5	20	4

La mano de obra se calculará según la cantidad de cortes (S/.1.0 por corte) y las uniones de soldadura (S/.3.0 por unión)

Tabla 03: Cortes de tubo

	Descripción	Cantidad	Longitud	Cortes	Obs.
Tubo de 1"	Parante externo	4	2.75	4	
	Parante interno	2	2.25	2	
	Travesaño largo	6	1.94	6	
	Travesaño ancho	9	1.14	9	uso de merma
Tubo de 1"	Travesaños	36	0.96	36	
	Templadores	4	1.28	4	uso de merma
Total				61	

Tabla 04: Cortes de protecciones

Long. De tubo (m)	Cantidad	Partes de protección		Cortes	Obs.
		12cm	14cm		
0.5	2	8		8	
0.36	1	3		2	
0.18	2		2	2	
0.16	2		2	2	
0.24	6	12		6	
3.44	1	5	20	25	
Total				45	

Tabla 05: Soldadura de andamio

	Descripción	Cantidad	Longitud	Soldadura	Obs.
Tubo de 1"	Parante externo	4	2.75	0	
	Parante interno	2	2.25	0	
	Travesaño largo	6	1.94	12	
	Travesaño ancho	9	1.14	18	
Tubo de 1"	Travesaños	36	0.96	72	
	Templadores	4	1.28	8	
Total				110	

Tabla 06: Soldadura de protecciones

Cantidad	Partes de protección		Soldadura
	12cm	14cm	
4	7	6	44

La mano de obra por cortes asciende a S/. 106, y la de soldadura a S/. 462, teniendo un costo de mano de obra de S/ 568. El costo de los 14 tubos de 1" asciende a S/. 392. El costo total del estante asciende a S/.960.

El costo del elevador está determinado por los materiales descritos a continuación

Tabla 07: Costo de tubos

	Descripción	Cantidad	Longitud	Long Requer.	Tubos requer.
Tubo de 1"x2"	Parante	2	2.8	5.6	1
	Travesaño	4	0.5	2	
	Uñas	4	0.8	3.2	
	Base Cabrestante	1	0.5	0.5	
Tubo Redondo de 1"	Travesaños	2	2.4	4.8	1
	Base Cabrestante	2	0.6	1.2	

Se requieren 2 tubos de 2"x1" (S/.82) y un tubo redondo de 1" (S/.28), alcanzando la suma de S/193.4. El costo del Cabrestante es de S/1813 (€/485) y el de la polea es de S/. 304.4 (€/81.4) según costos del anexo 06:G. El costo de materiales asciende a S/. 2615.2. El costo de mano de obra lo asumiremos como el 50% de materiales, es decir que tendremos un costo total de S/3922.

V. DISCUSIÓN

Esta investigación presenta un diseño de una estructura de soporte que permita el almacenaje de los materiales más pesados que se manipulan y se alojan en el suelo, siendo expuestos a las malas condiciones ambientales del local; estos tales como cajas de pale A4 y los paquetes de papel A0. Para el diseño, se procedió a evaluar las características de los paquetes a almacenar, peso y dimensión, para así evaluar el material y dimensiones necesarios para proponer el estante en el almacén de la empresa Caylu Import SRL. Osegura, (2017) que en su investigación estudió el área de almacenaje de la empresa de confección y comercialización Kananhit S.A.; utilizando la metodología de Perfil de órdenes del cliente (líneas por orden y cantidad de orden), Perfil de referencias (ABC, peculiaridades del producto), Perfil del inventario (SKU, de acuerdo a las estaciones del año o periodos de producción), Perfil de actividades (de acuerdo a las necesidades de acondicionamiento, preparación, etiquetados y despachos, etc.), además se estudió la producción y los costos de esta logrando resultados favorables.

Tal cual, Donayre, (2017), estudió e investigó la Gestión de almacén en una empresa constructora en el distrito de San Isidro-Lima 2017; con una metodología que se desarrolló en un enfoque cualitativo. Por tanto estos resultados finales en el proceso de almacenaje y la distribución del área de almacén en la empresa en estudio, impactan de manera negativa y preferentemente en la gestión del almacén, como se da a conocer en la empresa Caylu Import SRL.

Finalmente, Távara, (2014), planteó la mejora del sistema de gestión del almacén y así lograr impactar positivamente la gestión logística de la empresa comercial Piura, utilizando la metodología del ABC con el fin de seleccionar y catalogar productos dando referencias de prioridad a aquellos productos con un alto índice de rotación y ubicarlos de mejor manera en áreas de fácil acceso y así lograr la optimización, acelerando agilizar el manipuleo de bienes, con técnicas además de mecanizar actividades y prácticas. Se aprovecharon mejor los espacios que el almacén tenía y que se perdían por falta de orden.

Con relación al objetivo de diseñar el sub sistema de carga, fue necesario evaluar mecanismos que se encuentran en el mercado que permitan cargar pesos si

esfuerzo, sin necesidad de automatizar por ser operaciones que requieren mayor inversión, logrando presentar un diseño que permita cumplir con las características de los materiales a elevar. Así, Flores, (2016), en este estudio el diseño de análisis que se usó fue dirigido en el nivel cuali-cuantitativo con un tipo de investigación descriptiva y utilizando la metódica de proyecto factible aplicando el método inductivo y teórico. El resultado que arrojó dicha investigación fue que los pupitres beneficiarían a una mejor adopción ergonómica y siendo versátil porque será ideal para los estudiantes diestros y zurdos, ejecutado para el tipo de actividades que se realizan en clases.

Donayre, (2017), como se mencionó en la discusión anterior, analizó la situación para poder proponer mejoras en los almacenes, siendo relevante buscar alternativas que no sólo mejoren la parte funcional administrativa, sino que cuide al trabajador desde el punto de vista ergonómico.

Como tercer objetivo se determinó el costo de la propuesta, necesario para la evaluación de la gerencia con relación a su implementación. Coca, (2016) realiza un análisis de costos y propuesta de mejora de la gestión de almacenamiento para incrementar la satisfacción del cliente con un producto de buena calidad en la fecha correcta con la cantidad correcta, determinando en el estudio que se gasta un promedio de S/. 6'000,000 anualmente por el pago del servicio de almacenamiento a un proveedor logístico y como contrapropuesta menciona la implementación de un almacén propio, con una inversión de S/.12'114,000 recuperando la inversión a partir del tercer año y extendiéndose ahorros durante los siguientes años.

VI. CONCLUSIONES

En la presente investigación nuestro primer objetivo ,diseñar una estructura de soporte considerando las normas de seguridad de los anexo 06:B Y 06:C, presentando en el anexo 06:D con los protectores en el anexo 06:E. Se evaluó las cargas de los materiales más pesados (paquetes de hojas A0) para evaluar las cargas que soportará la estructura en sus distintas partes. Se concluye que cada pata del estante tendrá que soportar un peso de 165.6Kg., y la pata central del estante, soportará como máximo 331.2Kg., y por los materiales utilizados el estante soportará una carga de 33419 Kg., es decir, 5569Kg por pata.

Para el diseño del sub sistema de carga, que es nuestro segundo objetivo se evaluó al igual que el primer objetivo, la carga máxima que está determinada por cuatro paquetes de hojas A0. Se analizó diversos mecanismos que permitan aminorar la carga como son los cabrestantes (maquina compuesta de engranajes que permite una relación de 8:1 de levantamientos de pesos) y el polipasto (juego de poleas de disminuye el peso 2:1), tomando una fusión de ambos en el diseño de la máquina de carga. Se analizó los pesos que soportarían los puntos de soldadura a través de momentos de fuerza y cargas distribuidas, obteniendo como resultado el diseño presentado en el anexo 06:K. La carga que el cabrestante tendrá que tensar es de 173.3 kg., y de acuerdo a especificaciones del fabricante (anexo 06 :G), el modelo seleccionado puede tensar hasta 250 kg. con una trasferencia de fuerza máxima de 10 kg en la manivela.

Los costos de ambos diseños, de acuerdo a lo planteado en el objetivo 03, se basan en los materiales propuestos y en la mano de obra a utilizar para su construcción. Para el estante, el costo de construcción es de S/. 960, mientras que para el elevador, es de S/3922, con un total de S/.4882. Para este último el costo se eleva por los mecanismos utilizados que permiten levantar la carga.Podemos concluir que los diseños presentados pueden ser construidos en talleres de la ciudad por su facilidad de operación, donde se ha considerado factores de seguridad para evitar accidentes, cumplen con las necesidades de peso y los costos son accesibles.

VII. RECOMENDACIONES

La implementación de las herramientas diseñadas permitirá una mejor manejabilidad de los paquetes de papeles y permitirá un mejor orden dentro del almacén de empresa Caylu Import SRL, recomendando el análisis por parte de la gerencia de la empresa y su disposición en su fabricación.

Así mismo, promover los diseños para el uso de otros almacenes con espacios reducidos, previa evaluación de las cargas para realizar las modificaciones de diseño que permitan satisfacer los atributos de la empresa.

Se ha visto la limitación que se posee por el manejo de software que permitan un mejor diseño y evaluación de cargas, trabajando únicamente con las herramientas que se han proveído a través de las experiencias curriculares de Ingeniería Industrial, promoviendo la introducción de herramientas para diseño y creatividad en la carrera.

La posibilidad de mejorar las herramientas diseñadas siempre será posible, promoviendo el análisis para automatización y mejorar el levantamiento de cargas con otros materiales o mecanismos.

Referencias

BEHAR Daniel Salomón. 2008. Introducción a la Metodología de la Investigación ISBN 978-959-212-783-7 Editorial Shalom 2008

ALEXANDER, CH. 1980. *Tres aspectos de matemáticas y diseño.* s.l. : Tusquet Editorial, 1980.

AMAYA, JOSE y CARLOS, FERNANDO. 2018. Propuesta de mejora en el almacenamiento de cartón reciclado para reducir los costos operativos del área logística de una Empresa papelera en la ciudad de Trujillo. [En línea] 2018.

ARANGO, SERGIO, PAZ, A. y DUQUE URIBE, M. 2013. Propuesta metodológica para la evaluación del desempeño estructural de una estantería metálica.
<https://repository.eia.edu.co/handle/11190/201>. [En línea] 2013.

ARCHER, Bruce. 1967. *Método sistemático para diseñadores, en Design, vol. 64, y en Método sistemático per progettisti.* Venezia : Marsilio Editori, 1967.

BARNS, JERRY. 2010. Discrete Event System Simulation. Quinta Edición. Prentice Hall. New Jersey. [En línea] 2010.

BARO, ANGELES. 2013. Diseño y gestión de un almacén de productos químicos.
<http://hdl.handle.net/10498/15569>. [En línea] UNIVERSIDAD DE CADIZ, ESPAÑA, 2013.

BITO. 2018. Catálogo General ES-LP-13-1. [En línea] 2018. [Citado el: 12 de 10 de 2018.]
<https://www.bitto.com/es-es/>.

BONSIEPE, G. 1974. Sección del Diseño Industrial Segunda Parte. [En línea] 1974.

CHECA, MARINA. 2020. Diseño de un módulo multifuncional, personalizable, y respetuoso con el medioambiente, válido como botellero y estantería. <http://hdl.handle.net/10234/191438>. [En línea] 2020.

COCA, Karla Liz. 2016. *ANÁLISIS DE COSTOS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO EN UNA EMPRESA DE CONSUMO MASIVO.* lima : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2016.

CONEJERO, Andrés y otros. 2012. El diseño del modelo y prototipo. Herramientas para la comunicación y evaluación. [En línea] Enero de 2012.
https://www.researchgate.net/publication/279516262_El_diseno_del_modelo_y_prototipo_Herramientas_para_la_comunicacion_y_evaluacion.2254-2272.

DONAYRE FOSSA, Rafael. 2017. *Gestión de almacén en una empresa constructora en el distrito de San Isidro-Lima 2017.* LIMA : ESCUELA DE POSGRADO UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, 2017.

FERRUZCA, M. 2015. *Aproximaciones para entender el diseño en el siglo XXI.* Universidad Autónoma Metropolitana : s.n., 2015.

FLORES JUANAZO, CATHERINE DENISSE. 2016. *“ESTUDIO DE MECANISMO Y DISEÑO DE MOBILIARIOS PUPITRES POLIFUNCIONALES PARA ESCUELAS DEL MILENIO”.* GUAYAQUIL : UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2016.

FORTEA, LLEDÓ. 2018. Modelización de un brazo móvil a partir de un cabrestante para su uso en vehículos o remolques como ayuda de carga.
<http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/179638>. [En línea] 2018.

- FUENTES, RAMIRO. 2007.** "Diseño e implementación de un sistema de optimización en la Bodega de reempaque de la Empresa Embotelladora Central S.A.". *Universidad de San Carlos de Guatemala*. [En línea] 2007.
- GARAVITO, Edwin Alberto. 2014.** SISTEMA DE ALMACENAMIENTO. *DEFENICION DE UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO*. [En línea] MAYO de 2014.
<https://israelarroyos.files.wordpress.com/>.
- GODET, Michel & Monti, Regine. 2000.** La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica. Tomo N° 5. Mexico : s.n., 2000.
- GONZALES, G. 2017.** Diseño Inclusivo y Universal. <http://www.rldiseño.com/diseño-inclusivo-universal/>. [En línea] 2017.
- HERNANDEZ SAMPIERI, C. Roberto. 2010.** Metodología de la Investigación. 2010.
- HERRERO, MARIANO. 2003.** ALMACENAMIENTO DE MATERIALES. [En línea] Buenos Aires; Argentina, 2003.
- HIBBELER, RC. y otros. 2012.** Análisis Estructural. [En línea] 2012.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.** Notas Técnicas de Prevención . *Almacenamiento en estanterías metálicas*. [En línea] [Citado el: 26 de Octubre de 2018.] <http://www.stanteriaman.com>.
- JONES, J.C. 1978.** *Métodos de Diseño (2da Edición)*. s.l. : Ediciones Gustavo Gili, 1978.
- LOPEZ, FELIX. 2011.** OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE LA BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO EN LA EMPRESA PAPELERA INTERNACIONAL S.A. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. [En línea] 2011.
- MARTINEZ, VIVIEN y CRUZ, DIEGO. 2008.** Diseño y construcción de un prototipo de sistema de almacenamiento y recuperación automática de productos.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1070>. [En línea] QUITO, 2008.
- MONTOYA, MARCOS. 2007.** Investigación de operaciones. Control de inventarios y teoría de colas. *5ta. edición San José costa rica*. [En línea] 2007.
- MORA, L. 2008.** Indicadores de la Gestión Logística, 2.ª Edición. Medellín: ECOE Ediciones. [En línea] 2008.
- OLANO, CARLOS. 2017.** Diseño de una Máquina Trituradora de Concreto de Capacidad 500 kg/h, dirigido a la ciudad de Chiclayo. [En línea] 2017.
- OSEGUERA HERNÁNDEZ, Alejandro. 2017.** "REDISEÑO DE LA FUNCIÓN DE ALMACENAJE EN LA EMPRESA DE CONFECCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN KANANHIT S.A. de C.V.". C.D MEXICO : INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL , 2017.
- OSORIO, DIANA y Y, OTROS. 2014.** DISEÑO DE PROTOTIPO.2014. [En línea] 2014.
- PATIÑO, MIGUEL. 2013.** Diseño y construcción de una máquina compactadora manual de botellas de plástico PET.
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4501/PATINO_MIGUEL_MAQUINA_COMPACTADORA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [En línea] 2013.

PEÑA, EDGAR y FORERO, ESMERALDA. 2012. Modelo de simulación del proceso de almacenamiento y distribución en la bodega de la distribuidora de papel de la empresa Muebles y Accesorios S.A., para el mejoramiento de su sistema de inventarios. [En línea] UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA, BOGOTÁ, 2012.

PERIS, MARIA, ACEVEDO, JUAN y VILLAMIZAR, JUAN. 2015. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO MASIVO AUTOMATIZADO A TRAVÉS DE TRANSELEVADORES. *UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA-BOGOTÁ*. [En línea] 2015.

RECHI, SERGIO. 2019. Diseño y cálculo de una instalación contra incendios en una nave industrial. <https://riunet.upv.es/handle/10251/126292>. [En línea] Universidad Politécnica de Valencia., 2019.

REYES, Pedro. 2010. Análisis Morfológico. [En línea] 2010.

RODRIGUEZ, LUIS. 2012. Tácticas, Diseño: Estrategia y Tácticas. San Lorenzo : siglo veintiuno editores, 2012. pág. 182. [En línea] 2012.

RUBIO, J. y VILLAROEL, S. 2012. Seguridad y Prevención de Riesgos en el Almacén. *Ministerio de Educación de España*. [En línea] 2012.

TÁVARA INFANTES, Carmen Marcela. 2014. "MEJORA DEL SISTEMA DE ALMACEN PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN LOGÍSTICA DE LA EMPRESA COMERCIAL PIURA". Piura : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA , 2014.

VALENCIA, JORGE. 2019. Metodología de diagnóstico logístico de almacenes y centros de distribución. *El Salvador*. [En línea] 2019.

Anexos

Anexo 01: Matriz de Consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Población Muestra	Diseño	Técnicas e Instrumento de recolección de datos	Método de análisis de datos
Diseño de estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados basado en la NTP 852 en el almacén de la empresa Caylu Import SRL	<p>Pregunta general</p> <p>¿Cómo podrán almacenarse los materiales pesados basados en la NTP 852 en el almacén de la empresa Caylu Import SRL?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Diseñar un estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados basado en la NTP 852 en el almacén de la empresa Caylu Import SRL, 2018</p>	<p>Hipótesis general</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia de materiales (Kg/cm²) • Dimensiones de la estructura (Volumen de almacenamiento por m²) • Cantidad de materiales a utilizar (Metros lineales de materiales por metro cuadrado de estante) • Resistencia de materiales (Kg/cm²) 	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones de Materiales de la estructura del Prototipo • Especificaciones dimensionales de la estructura del Prototipo • Especificaciones de cortes de Materiales de la estructura del Prototipo • Especificaciones de Materiales del sub sistema de carga del Prototipo 	<p>(HERNANDEZ SAMPIERI, 2010)</p> <p>La presente investigación muestra un diseño no experimental porque las variables de estudio únicamente presentarán un prototipo de máquina, el mismo que no permitirá cambiar la realidad problemática hasta su construcción e implementación. Se define de tipo transversal debido a ejecutarse en el lapso de tiempo corto para presentar el diseño a modo de escala y nivel que se desarrollará es descriptivo, por plantear una posible solución al problema de almacenamiento de la empresa Caylu Import SRL</p> <p>G O</p> <p>Donde: "G": almacén de la empresa Caylu Import SRL, 2018. "O": diseño de un prototipo de estante con sub sistema de autocarga</p>	<p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis Documentario <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tabla de propiedades de los metales (anexo 02) • Plano de las instalaciones (anexo 02) • Plano de diseño de estructura de DISEÑO (anexo 02) • Caja morfológica (anexo 02) • Especificaciones técnicas dispositivos (anexo 02) • Plano de diseño de estructura de DISEÑO (anexo 02) • Plano de diseño de estructura de DISEÑO (anexo 02) • Plano de diseño de estructura de DISEÑO (anexo 02) • Cotizaciones 	<p>Es necesario analizar la información de las especificaciones necesarias para establecer las propuestas de los diferentes atributos que deberán ser evaluados para lograr definir el diseño más apropiado. Para ello se utilizará la Caja Morfológica con la finalidad de ir resolviendo alternativas. Será necesario acompañar los resultados de gráficos que podrán ser desarrollados por el Microsoft Excel.</p>
	<p>Preguntas específicas</p> <p>¿Cómo será la estructura de soporte para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL?</p> <p>¿Cómo operará el sub sistema de carga para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL?</p> <p>¿Cuál será el costo de un estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>Diseñar la estructura de soporte para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL</p> <p>Diseñar el sub sistema de carga para almacenamiento de los materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL</p> <p>Determinar el costo de un estante con sub sistema de autocarga para almacenamiento materiales pesados en el almacén de la empresa Caylu Import SRL</p>	<p>Hipótesis específicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones de la estructura (Volumen de almacenamiento por m²) • Cantidad de materiales a utilizar (Metros lineales de materiales por metro cuadrado de estante) • Cantidad de mecanismos móviles por estante • Soles de materiales por estante • Soles de mecanismos móviles por estante • Soles de mano de obra por estante 	<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones dimensionales del sub sistema de carga del Prototipo • Especificaciones de cortes de Materiales del sub sistema de carga del Prototipo • Especificaciones de mecanismos móviles del sub sistema de carga del Prototipo • Especificaciones de materiales del prototipo • Especificaciones de los mecanismos móviles del prototipo • Talleres con mano de obra calificado 			

Anexo 02: Instrumentos de Recolección de Datos

Tabla de propiedades de los metales

Propiedades mecánicas de algunos metales y aleaciones

	RT (UTS) (Kg/mm ²)	Y (Fluencia) (Kg/mm ²)	Ductilidad (A%)	Dureza Brinell (BHN)
Fierro recocido	20	10	40	100
Acero con tratamiento térmico	200	150	5	500
Cobre recocido	15	5	60	42
Cobre Deformado en frío	40	40	5	150
Latón 70-30 deformado en frío	85	80	5	200
Latón 70-30 recocido	35	15	40	132
Aluminio	10	5	60	15
Fierro fundido gris en 3.5%C	20	-	0	250

Fuente: Departamento de Ingeniería Metalúrgica – Universidad de Santiago de Chile

TUBO CUADRADO A500			
Dimensiones		Espesor	Peso Teórico
mm	pulg	mm	Kg/m
25 x 25	1" x 1"	1.5	1.061
		2	1.460
30 x 30	1 1/4" x 1 1/4"	1.5	1.300
		2	1.700
40 x 40	1 1/2" x 1 1/2"	1.5	1.770
		2	2.244
		3	3.320
50 x 50	2" x 2"	1.5	2.250
		2	3.122
		2.5	3.872
		3	4.316
75 x 75	3" x 3"	2	4.500
		2.5	5.560
		3	6.810
100 x 100	4" x 4"	2	6.165
		2.5	7.675
		3	9.174
		4	12.133
		4.5	13.594
		6	16.980
125 x 125	5" x 5"	3	11.310
		4	14.870
		4.5	16.620
		6	21.690
150 x 150	6" x 6"	3	13.670
		4.5	20.8
		6	27.386

* Equivalencias de conversión son aproximadas.

TUBOS ACERO A500

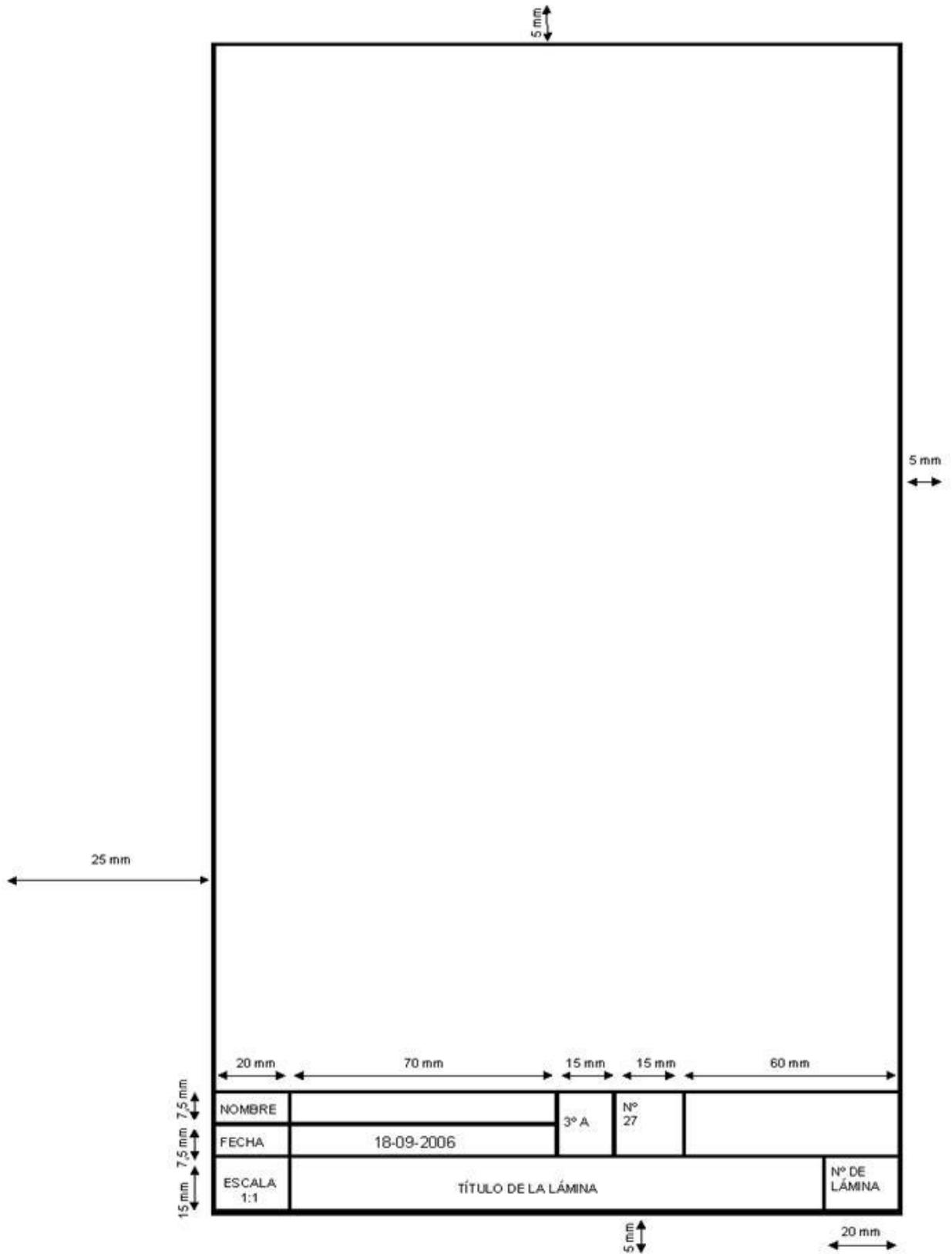
El tubo cuadrado de acero estructural laminado al caliente (LAC), presenta una soldadura interna con el sistema ERW. Son ampliamente utilizados en el mantenimiento industrial, implementos agrícolas, equipos de transporte, ornamental, etc.

Especificaciones: ASTM A500, AISI A500

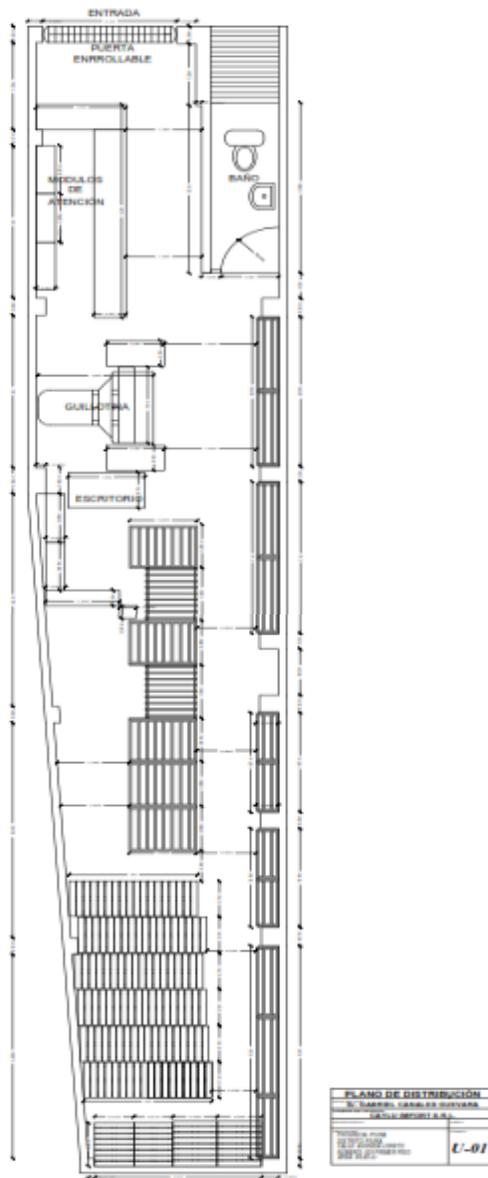
Fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinarse.
Longitud 6 metros.

Propiedades Mecánicas	Límite de Fluencia (Mpa) mín.	269
	Resistencia a la Tracción (Mpa) mín.	310
	Elongación Probeta 8"	25.0% mínimo

Hoja para planos

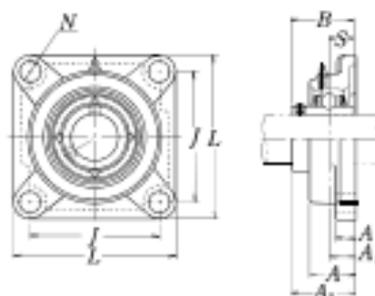


Plano de las Instalaciones de la Empresa



UCF2

Soportes tipo brida cuadrada
con tornillos de apriete



Dím. Ej mm pulgadas	Designación soporte(*)	Dimensiones nominales									Tamaño tornillo mm pulgadas	Número de rodamiento
		L	J	A ₂	A ₁	A	N	A ₃	B	S		
50 1 13/16	UCF2100D1	143	111	22	16	40	16	54,6	51,6	19	M14	UC210D1
17/8	UCF210-113D1											UC210-113D1
17/8	UCF210-114D1											UC210-114D1
1 15/16	UCF210-115D1											UC210-115D1
2	UCF210-200D1											UC210-200D1
55 2	UCF2110D1	162	130	25	18	43	19	58,4	55,6	22,2	M16	UC211D1
2 1/16	UCF211-200D1											UC211-200D1
2 1/8	UCF211-201D1											UC211-201D1
2 1/8	UCF211-202D1											UC211-202D1
2 3/16	UCF211-203D1											UC211-203D1
60 2 1/4	UCF212D1	175	143	29	18	48	19	68,7	65,1	25,4	M16	UC212D1
2 5/16	UCF212-204D1											UC212-204D1
2 3/8	UCF212-205D1											UC212-205D1
2 7/16	UCF212-206D1											UC212-206D1
2 7/16	UCF212-207D1											UC212-207D1
65 2 1/2	UCF213D1	187	149	30	22	50	19	69,7	65,1	25,4	M16	UC213D1
2 5/8	UCF213-208D1											UC213-208D1
2 5/8	UCF213-209D1											UC213-209D1
70 2 5/8	UCF214D1	193	152	31	22	54	19	75,4	74,6	30,2	M16	UC214D1
2 11/16	UCF214-210D1											UC214-210D1
2 3/4	UCF214-211D1											UC214-211D1
2 3/4	UCF214-212D1											UC214-212D1
75 2 13/16	UCF215D1	200	159	34	22	56	19	78,5	77,8	33,3	M16	UC215D1
2 7/8	UCF215-213D1											UC215-213D1
2 15/16	UCF215-214D1											UC215-214D1
3	UCF215-215D1											UC215-215D1
3	UCF215-300D1											UC215-300D1
80 3 1/16	UCF216D1	208	165	34	22	58	23	83,3	82,6	33,3	M20	UC216D1
3 1/8	UCF216-301D1											UC216-301D1
3 1/8	UCF216-302D1											UC216-302D1
3 1/16	UCF216-303D1											UC216-303D1

Ejemplo de caja morfológica:

a. Fuerza motriz	b. Material	c. Peso	d. Transmisión	e. Agarre	f. Soporte
Neumática	Fierro galvanizado	Menor a 7000 gr.	Tornillo	Mandril	Debe distribuir la fuerza de soporte en forma pareja
Eléctrica inalámbrica	Acero <u>Inox.</u>		Engranajes	Enganche	
Física	Aluminio		Polea		

Anexo 03: Validación de Instrumentos de Recolección de Datos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, José Carlos Panto Alamo con DNI N° 32972690 Especialista en Ingeniería Industrial, de profesión Ingeniero Industrial Desempeñándome actualmente como Jefe Zonal en Superintendencia Nacional de Control de servicios de seguridad Armas, Municiones y explosivos de uso Civil - SUCAMEC

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Tabla de Propiedades de los metales.
- Plano de las instalaciones.
- Plano del diseño de la estructura.
- Especificaciones técnicas de los Dispositivos.
- Caja Morfológica.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Tabla de Propiedades de los Metales	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		

8.Coherencia			X		
9.Metodología			X		

Plano de las Instalaciones.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1.Claridad			X		
2.Objetividad			X		
3.Actualidad			X		
4.Organización			X		
5.Suficiencia			X		
6.Intencionalidad			X		
7.Consistencia			X		
8.Coherencia			X		
9.Metodología			X		

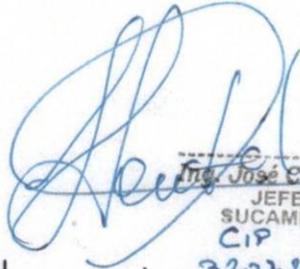
Plano del diseño de la estructura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1.Claridad			X		
2.Objetividad			X		
3.Actualidad			X		
4.Organización			X		
5.Suficiencia			X		
6.Intencionalidad			X		
7.Consistencia			X		
8.Coherencia			X		

9. Metodología			X		
----------------	--	--	---	--	--

Especificaciones Técnicas de los Dispositivos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

Caja Morfológica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de noviembre del Dos Mil Dieciocho.



Ing. José E. Panto Alama
JEFE ZONAL
SUCAMEC - PIURA
CIP 143252

DNI : 32972690
Especialidad : Ingeniero Industrial
E-mail : JPanto@sucamec.gob.pe



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Doña Lourdes Verónica Chew O. con DNI N° 40.366284 Especialista en Ingeniería Industrial, de profesión Ingeniero Industrial Desempeñándome actualmente como Jefe Departamento Agua Potable en EPS GRUPO SA, Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Tabla de Propiedades de los metales.
- Plano de las instalaciones.
- Plano del diseño de la estructura.
- Especificaciones técnicas de los Dispositivos.
- Caja Morfológica.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Tabla de Propiedades de los Metales	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		

8.Coherencia			X		
9.Metodología			X		

Plano de las Instalaciones.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1.Claridad			X		
2.Objetividad			X		
3.Actualidad			X		
4.Organización			X		
5.Suficiencia			X		
6.Intencionalidad			X		
7.Consistencia			X		
8.Coherencia			X		
9.Metodología			X		

Plano del diseño de la estructura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1.Claridad			X		
2.Objetividad			X		
3.Actualidad			X		
4.Organización			X		
5.Suficiencia			X		
6.Intencionalidad			X		
7.Consistencia			X		
8.Coherencia			X		

9. Metodología			X		
----------------	--	--	---	--	--

Especificaciones Técnicas de los Dispositivos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

Caja Morfológica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de noviembre del Dos Mil Dieciocho.



LOURDES VERÓNICA CHERO QUINTERO
INGENIERA INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 153169

DNI : 40366284
Especialidad : Ing. Industrial
E-mail : Lourdescheroquin@gmail.com



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Óscar Rivera Collo con DNI N° 02884211 Especialista
 en SISTEMAS Producción,
 de profesión INGENIERO Industrial Desempeñándome
 actualmente como DTC en
UCV - Pura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Tabla de Propiedades de los metales.
- Plano de las instalaciones.
- Plano del diseño de la estructura.
- Especificaciones técnicas de los Dispositivos.
- Caja Morfológica.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Tabla de Propiedades de los Metales	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	

8.Coherencia				✓	
9.Metodología				✓	

Plano de las Instalaciones.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1.Claridad				✓	
2.Objetividad				✓	
3.Actualidad				✓	
4.Organización				✓	
5.Suficiencia				✓	
6.Intencionalidad				✓	
7.Consistencia				✓	
8.Coherencia				✓	
9.Metodología				✓	

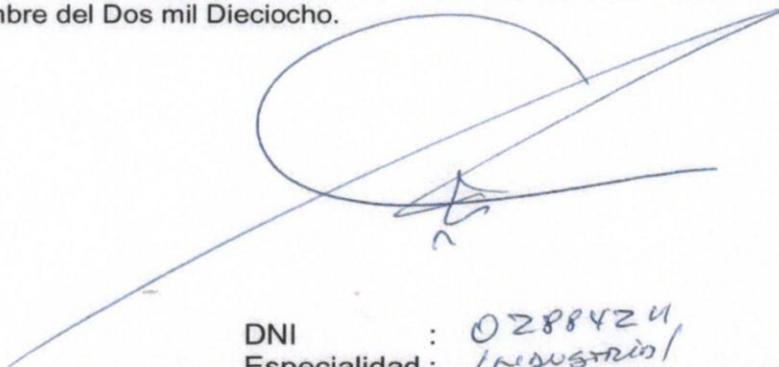
Plano del diseño de la estructura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1.Claridad				✓	
2.Objetividad				✓	
3.Actualidad				✓	
4.Organización				✓	
5.Suficiencia				✓	
6.Intencionalidad				✓	
7.Consistencia				✓	
8.Coherencia				✓	

9. Metodología				✓	
----------------	--	--	--	---	--

Especificaciones Técnicas de los Dispositivos	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Caja Morfológica	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 27 días del mes de noviembre del Dos mil Dieciocho.



DNI : 0288424
Especialidad : Industrial
E-mail : orivera@ucv.edu.pe

Anexo 07:

A. Especificaciones técnicas de estantes

Estanterías de archivo
con tornillos, acabado galvanizado

Gran capacidad de almacenamiento al mejor precio

- Capacidad de carga por estante: 50 kg - 100 kg
- Capacidad de carga por módulo: 250 - 700 kg
- Optimización del espacio y ahorro de costes
- Adecuación sin problemas a prácticamente todas las características del espacio
- Estantes de altura regulable en pasos de 25 mm



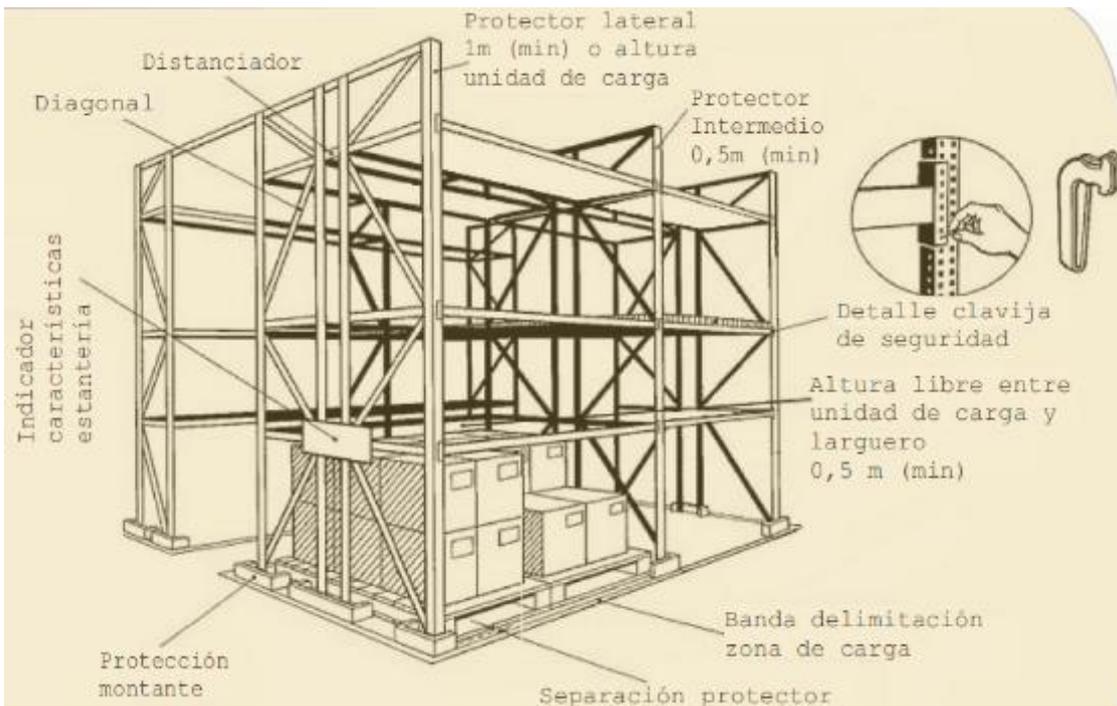
Descripción	Altura de la estantería <i>mm</i>	Número de estantes	Fondo de la estantería <i>mm</i>	Fondo útil <i>mm</i>	Número de archivadores	Capacidad de carga por módulo <i>kg</i>	Módulo principal	Módulo adicional
							Ref.	Ref.
acceso por 1 lado	1850	5	300	300	60	250	PLA1813G	PLA1813A
	2200	6	300	300	72	300	PLA2213G	PLA2213A
	2500	7	300	300	84	350	PLA2513G	PLA2513A
acceso por 2 lados	1850	5	600	600	120	500	PLA1816G	PLA1816A
	2200	6	600	600	144	600	PLA2216G	PLA2216A
	2500	7	600	600	168	700	PLA2516G	PLA2516A

B. LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO SEGURO DE ESTANTES PARA ALMACÉN

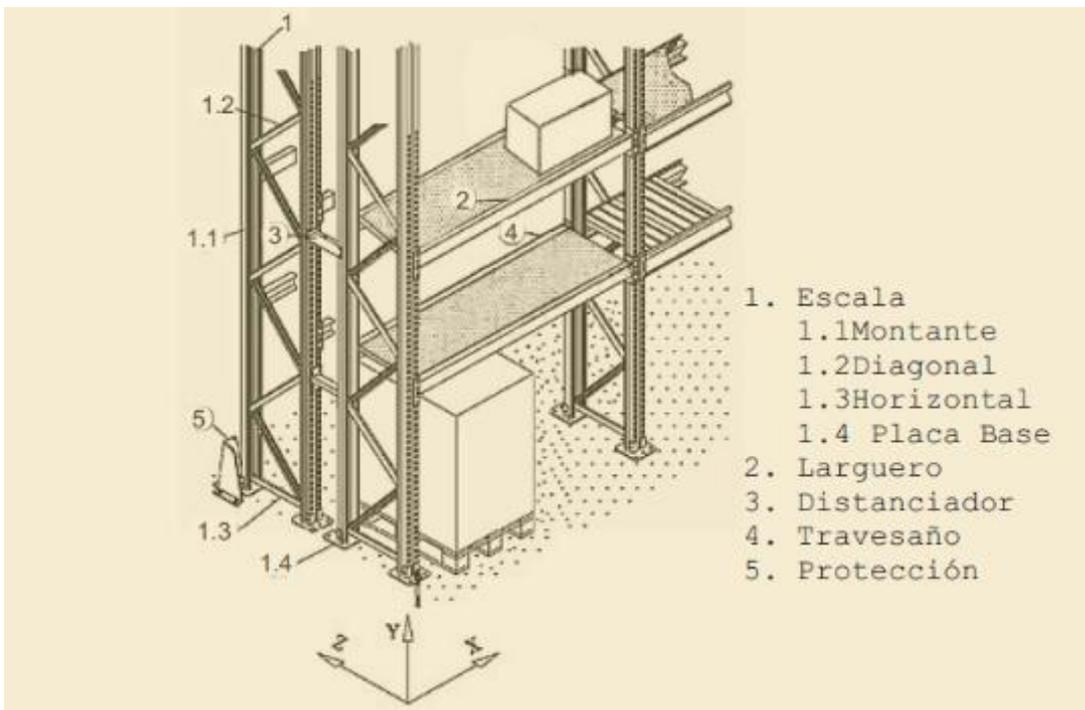
1. Antes de comenzar el armado del estante se procede a revisar el suelo de soporte y subsanar cualquier desperfecto existente. El estante se fijará al piso, no debiéndose colocar otro punto de fijación en la estructura del edificio (paredes, vigas, etc.), a no ser que así este determinado en el diseño documentado para que no afecte la estructura. (NTP 852)
2. El armado de la estructura se realizará únicamente y exclusivamente por el proveedor o fabricante del estante. (NTP 852)
3. Las mercancías se ordenaran de manera que respete una Planificación de Carga, planificado e ideado antes del almacenaje disgregando los pisos bajos de las mercancías más pesadas y frágiles (ej. Vidrio). (NTP 852)
4. Todo anaquel dañado deberá ser reemplazado rápidamente para evitar accidentes. (NTP 852)
5. Las mercancías que serán almacenadas no sobrepasarán los límites establecidos por el proveedor o fabricante. (NTP 852)
6. Se podrán utilizar mecanismos de retención siempre y cuando las cargas no permitan tener enlaces que se opongan a su caída (fundas de material plástico retráctil, redes, cintas, flejes, etc.) y se colocarán de preferencia a nivel del suelo en la estantería sobre estibas. (NTP 852)
7. Todo aquel reemplazo de elementos del estante modificará la precisión a la resistencia del peso sobre la unidad de carga. Estas peculiaridades nuevas entrarán a discusión para su aprobación o negación por parte del proveedor para que después sean confirmadas por escrito por la empresa diseñadora. (NTP 852)
8. Prohibido realizar almacenaje en los pasillos, así sea de manera transitoria. (NTP 852)
9. Los materiales pesados que no se pueden almacenar en el estante, se colocaran sobre elementos normalizados, estibas en este caso, que resistan aquella carga sin deformarse.(NTP 852)(Ver recomendaciones para estibas N 3.2.13 - N 3.2.14)

10. Todas las estibas deben ser manipuladas son sistemas de carga que tengan elementos de protección tales como gunates, y epps adecuados.(NTP 852)
11. Se deben ejecutar listas de revisión, adjuntas en este manual, periódicamente, para facilitar una fácil revisión y comunicación. (NTP 852)
12. Absolutamente todas las modificaciones y reparaciones que ocurran darán lugar a un informe sobre el estado del estante. Estos informes se realizara por personal calificado principalmente por el fabricante, dichos cambios deben ser registrados. (NTP 852)
13. Se recomienda que después de un golpe o algún daño a los paños, uniones o parantes de la estruvtura estos sean cambiados o reemplazados ya que pueden afectara la resitencia de este. Este será señalado correctamente para que no se utilice con la misma carga dejándolo fuera de servicio. (NTP 852)
14. Registrar los informes de la revisiones a los estantes, todas aquellas observaciones al estado del estante se registraran constando la naturaleza y estado del daño, fecha y los trabajos de mantenimiento realizado. (NTP 852)
15. Se aconseja implementar un plan de mantenimiento periódico para la identificación, constatación y registro de fallas visibles tales como: ordenamiento de las áreas y pasillos, partes deformadas, defectos de verticalidad, debilitamiento del piso, falta de clavijas de seguridad, fardos en mal estado, etc., para su inmediata reparación (NTP 852)
16. Para regular las mercancías en los estantes, el levantamiento manual de los mismos no debe sobrepasar los 12.5 Kg para mujeres y 25 Kg para hombres.
17. Para organizar las cargas en los estantes, el transporte manual de los mismos no debe superar 25 kg para mujeres y 50 kg para hombres.

C. Partes de estantería

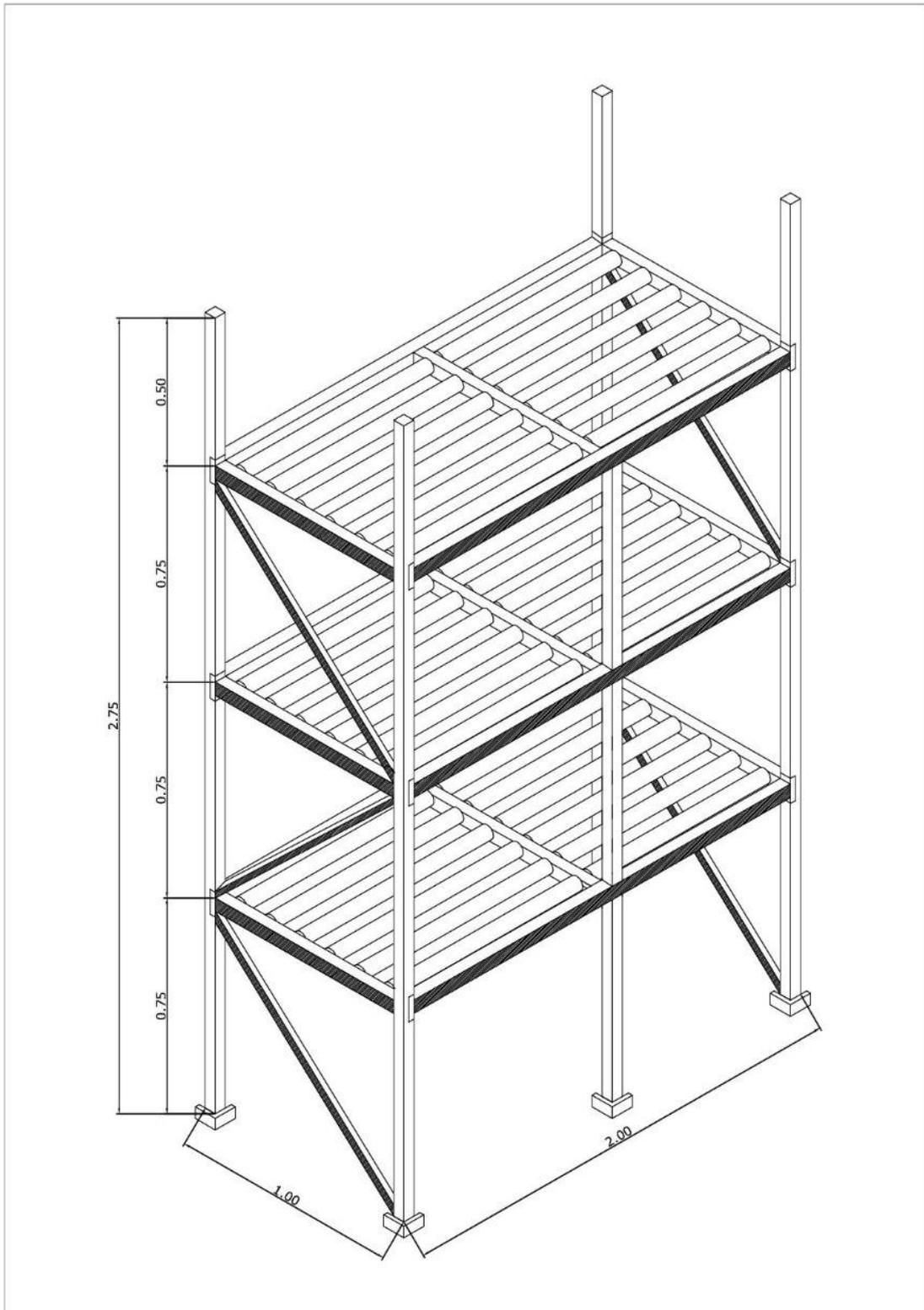


Partes estantería par almacén (parte 1)

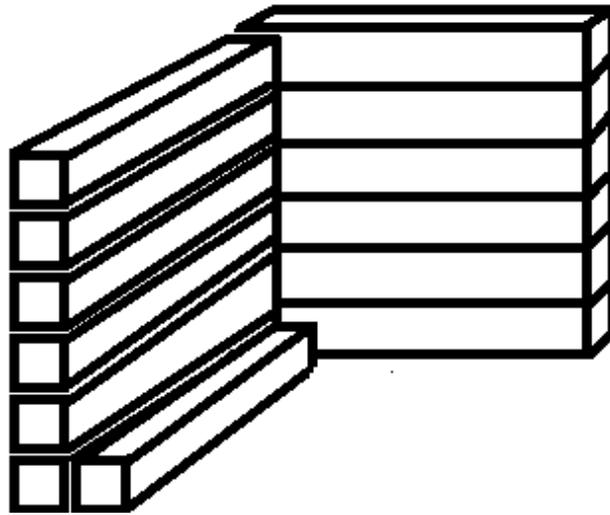


Partes estantería par almacén (parte 2)

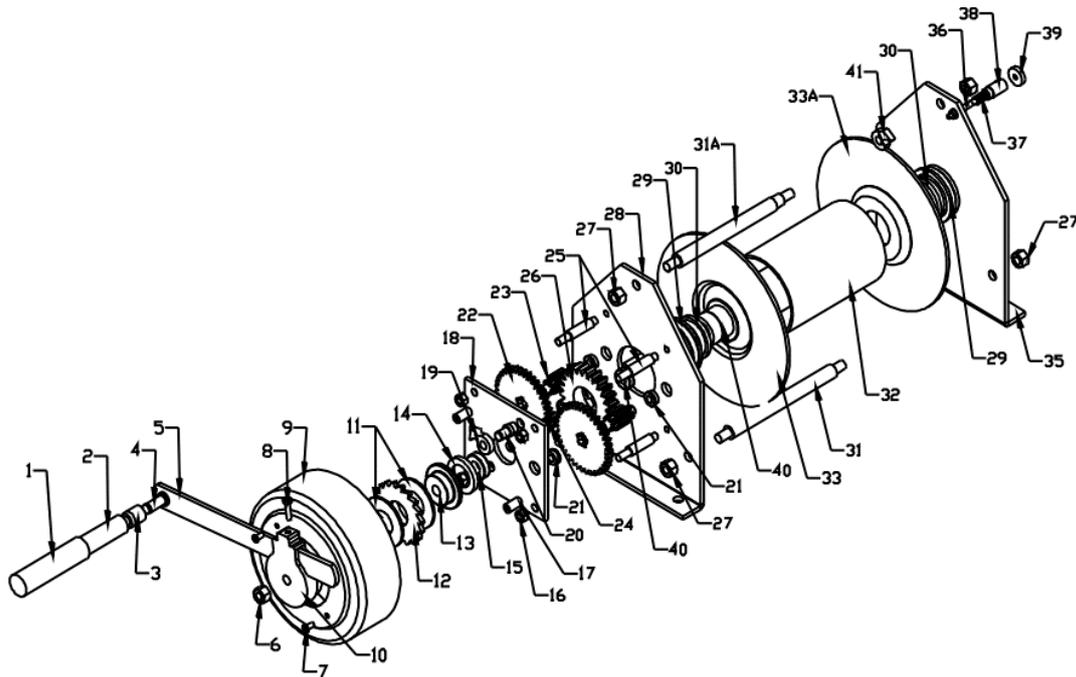
D. Andamio



E. Protección en esquinas



F. Diseño de Cabrestante (Talleres TGM, Argentina)



Nº	Descripción	Código interno		Nº	Descripción	Código interno	
		1 Ton	2 Ton			1 Ton	2 Ton
1	Manopla	0711318		22	Engranaje fino	030467000	030457001
2	Manija	030612000		23	Piñon	030466000	
3	Buje perno palanca	030611000		24	Eje central	0200455006	030457012
4	Perno palanca	030610000		25	Separador cuadrado	0200455005	030457009
5	Palanca	030609000	030457013	26	Engranaje grueso	030610025	030457002
6	Tuerca eje central	0710459		27	Tuerca separador lateral	0710486	0710486
7	Tornillo tapa	0710218		28	Lateral lado caja	030605000	030457008
8	Bulón ajusta palanca	0710140		29	Crapodina	030458000	
9	Tapa	0200455010	030457014	30	Buje crapodina	030453000	
10	Buje roscado palanca	0200455011	030457019	31	Separador lateral	030606000	
11	Fibra freno	0710431		31A	Separador lateral rebajado	030455004	
12	Criquet freno	0301302011		32	Eje carretel	030455001	030457006
13	Buje roscado	030455003	030457016	33	Disco	030600000	030457004
14	Alojamiento rodamiento	030607000	030457017	33A	Disco ranurado	030455005	030457018
15	Rodamiento eje central	0710027		34	Caño Tambor	030601000	030457005
16	Tuerca caja	0710452	0710486	35	Lateral	030604000	030457008
17	Perno sujeta tapa	030608000	030457010	36	Perno traba seguridad	030450017	
18	Cuadrado	030613000	030457011	37	Resorte traba seguridad	0710726	
19	Uña de freno	0301302010		38	Buje traba seguridad	030450016	
20	Pico freno	030457015	030457015	39	Perilla traba seguridad	030450018	
21	Buje piñon	030455000		40	Rodamiento	0710006	
				41	Uña de seguridad	030455008	

G. Características de Cabrestante



Cabrestante con freno OPTIMA – Tipo 901

Carga arrastre máx. capa inferior cable 900 kg

Fuerza manual 190 N

Carga mínima 25 kg

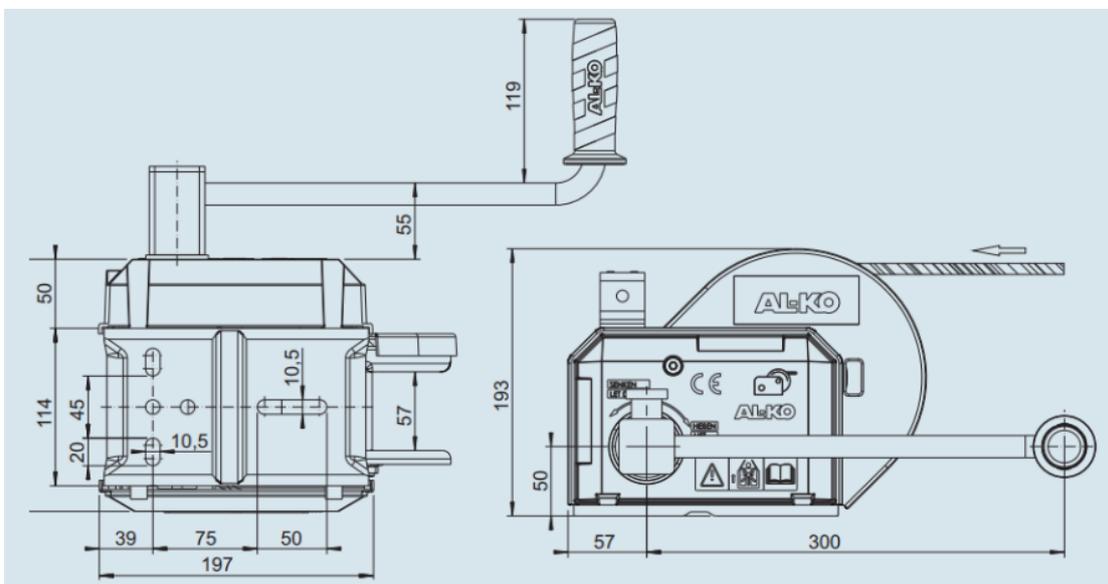
Reducción 8,75 : 1

Elevación por vuelta de manivela de 25–55 mm

Capacidad tambor con cable 7 mm Ø 20 m

Capacidad tambor con eslinga de arrastre 10 m

Peso 7,0 kg Ref. con 12,5 m. de cable para subir
montado



CAROL™

Torno manual de tambor

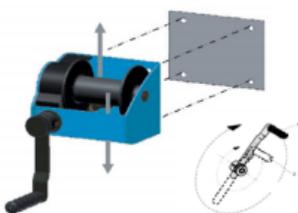
Los aparatos **CAROL™** son cabrestantes manuales con tambor de cable para instalación en una posición fija. Se pueden utilizar para levantar o tirar de una carga.

Hay disponibles dos tecnologías: modelo de engranaje recto y modelo de rueda y tornillo sinfín. El cable se enrolla en el tambor por la simple rotación de la manivela.

Los cabrestantes manuales **CAROL™** están disponibles con las siguientes características:

- Modelos de capacidad entre 150 a 3.000 kg.
- 2 tipos de mecanismo disponibles: engranaje recto o tornillo sinfín
- Freno automático.
- Longitud de cable variable en función de la capacidad máxima del tambor
- Los modelos de engranaje recto TR, permiten 2 modos de montaje.
- Cable no incluido. Solicitar adicionalmente.

CAROL™ TS. Torno de tornillo Sinfín



- Posibilidad de montaje en posición horizontal o vertical. Con 2 posibles direcciones de salida del cable respecto al torno.
- Fijación mediante 4 puntos situados en la parte posterior del torno. Consultar posición y diámetro de los agujeros.
- Manivela regulable en longitud para conseguir mayor velocidad o menor esfuerzo en la manivela.
 - **TS Serie B: 6 posiciones fijas.**
 - **TS: regulable sin posiciones fijas.**

CAROL™ TS Serie B



CAROL™
TS



Modelo	CMU* (kg)	Esfuerzo máximo en la manivela (kg)	Sección de cable (mm)	Capacidad máx. del tambor (m)	Longitud** de cable min. requerido siempre en tambor (m)	Peso del torno sin cable ni gancho (kg)	Dimensiones del torno L x l x h (mm) sin manivela	Código	Precio €
TS-250B	365/250	10	5	20	0,60	11,0	202x167x150	084768	485,00
TS-500B	765/500	13,5	6,8	25	0,70	17,0	260x195x188	084778	540,00
TS-250	365/250	11	5	15	0,60	7,5	206x140x142	023818	500,00
TS-500	765/500	14	6,8	18	0,70	12,0	233x162x175	023828	970,00
TS-1000	1490/1000	14	9	30	1,00	37,5	322x302x302	023838	1.140,00
TS-1500	2110/1500	14	11,5	23	1,00	52,0	370x350x330	023848	1.990,00
TS-2000	2725/2000	14,5	13	17	1,20	80,0	420x356x390	023858	2.090,00
TS-3000	3980/3000	15	15,8	18,5	1,70	140,0	530x480x450	023868	3.660,00

ATENCIÓN: cable no incluido. Ver cables disponibles en página 9.

* Referido a la primera y última capa de cable enrollada (ver explicación pág. 10)

** No utilizar el cabrestante con todo el cable desenrollado. Dejar siempre un mínimo de cable enrollado.

Cable de acero antigiratorio para tornos CAROL™

El cable antigiratorio incluye gancho giratorio para facilitar el amarre inicial de la carga y su posicionamiento.

La capacidad de carga del gancho que incorpora el cable es siempre igual o superior a la del torno Carol™ al que se monta. Consultar medidas del gancho y capacidad en caso que se requiera dicha información.



* En caso de metrajes especiales, distintos a 10 y 20m, el coste de metro adicional se aplica al estándar inmediatamente inferior. NOTA: También disponibles opcionalmente cable en acero inoxidable en algunos diámetros.

Modelos	Longitud 10 m.		Longitud 20 m.		metro de cable adicional	
	Código	Precio €	Código	Precio €	Código	Precio €
Cable 4mm	026419	65,00	026429	83,00	016261	4,30
Cable 5mm	026449	78,00	026459	100,00	016271	4,60
Cable 7mm	026479	101,00	026489	126,70	016281	5,20
Cable 8mm	026509	109,00	026519	139,00	016291	7,10
Cable 9mm	026539	101,00	026549	130,00	016301	7,60
Cable 13mm	026599	260,00	026609	370,00	016321	11,00



POLIPASTO MANUAL DE CADENA ELEPHANT SUPER 100

El modelo Elephant Super 100 es un polipasto manual de cadena diseñado para cargas pesadas, y reúne unas características de seguridad, es ergonómico y fácil de utilizar.

Propiedades

- Fácil manejo en carga total debido a sus ejes.
- Sistema de doble freno (H1.0 - H10.0).
- Freno de autobloqueo que soporta cargas a cualquier altura.
- Suspensión y ganchos de carga equipados con pestillos de seguridad.
- El gancho de la carga cederá en sobrecarga en vez de romperse bruscamente.
- En alturas bajas permite integración con el carro Elephant.
- La conexión de la cadena de carga está patentada para una vida prolongada.
- La cadena de carga Pewag cincada (grado 80 de conformidad con EN 818/7)
- Cadena de mano cincada.

Entrega estándar

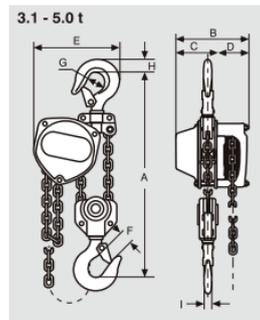
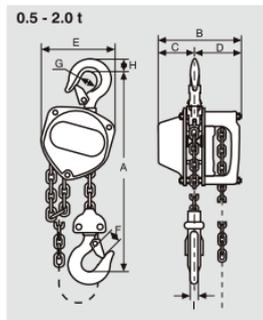
- 3 m de altura excepto para H-0.15 = 2.5M (máxima distancia entre el punto superior y el gancho inferior)
- Altura operativa de 2.5 m

Opciones

- Disponibles en cualquier otra altura de elevación y de funcionamiento. (excepto en H-0.15).

Modelo	Código	CMU (Kg)	Esfuerzo manual máx. (Kg)	Cadena de carga Ø x paso (mm)	Nº de ramales	mínimo espacio para la cabeza		Peso (Kg)
						gancho de suspensión (mm)	con conexión carros 111 / 112* (mm)	
HOISTMAN	569010000	150	17.0	3.0 x 9.3	1	220	-	3.0
S300/500	5690100001	500	22.0	5.0 x 15.0	1	275	287	9.0
S300/1000	5690100003	1.000	25.5	6.3 x 19.1	1	300	310	11.4
S300/1600	5690100005	1.600	34.0	7.2 x 21.0	1	335	360	14.7
S300/2000	5690100007	2.000	33.0	8.0 x 24.2	1	375	388	21.0
S300/3100	5690100009	3.100	35.0	7.2 x 21.0	2	530	505	24.0
S300/5000	5690100011	5.000	35.0	9.0 x 27.2	2	625	620	39.5

*ver página 28.



Modelo	A min. (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	I (mm)
HOISTMAN	220	97	47	100	22	97	47	100	22
S300/500	275	155	65	140	30	155	65	140	30
S300/1000	300	160	69	160	34	160	69	160	34
S300/1600	335	167.5	75	183	39	167.5	75	183	39
S300/2000	375	183	83	215	43	183	83	215	43
S300/3100	530	167.5	75	230	50	167.5	75	230	50
S300/5000	625	190	90	282	58	190	90	282	58

H. Poleas

Poleas TRACTEL® Ligeras



Polea ligera de Nylon, con abertura superior.

Con abertura superior mediante bulón. Con o sin gancho superior.

Modelo	Capacidad (kg)	Ø Cable (mm)	Peso (kg)	Tipo	Ø externo (mm)	Ø interno (mm)	Código	Precio €
MC 1,6	1600	8,3	0,8	sin gancho	130	110	003849	81,40
MC 1,6 T	1600	8,3	1,3	con gancho	130	110	046759	101,00



Polea tipo "Tijera"

Fácil montaje en: grilletes, pasadores, ganchos, cadenas, eslingas, etc. FEM M4

Modelo	Capacidad (kg)	Ø Cable (mm)	Peso (kg)	Tipo	Ø externo (mm)	Ø interno (mm)	Código	Precio €
EC 1,6	1600	8,3	1,9	-	100	80	080689	110,00
EC 3,2	3200	11,5	5,5	con valv. engrase	160	132	080699	195,00
EC 8	8000	16,3	20,1	con valv. engrase	250	210	080719	425,00

I. Coeficientes de fricción

Coeficientes de Fricción

Materiales	Coef. de Fricción Estática μ_s	Coef. de Fricción Cinética μ_k
Acero - Acero	0.74	0.57
Aluminio - Acero	0.61	0.47
Cobre - Acero	0.53	0.36
Latón - Acero	0.51	0.44
Cinc - Hierro colado	0.85	0.21
Caucho - Concreto	1.0	0.8
Madera - Madera	0.25-0.5	0.2
Vidrio - Vidrio	0.94	0.4
Cobre - Vidrio	0.68	0.53
Hielo - Hielo	0.1	0.03
Teflón - Teflón	0.04	0.04
Teflón - Acero	0.04	0.04

Fuentes:
Serway, Physics for Scientists and Engineers
Sears, Z & Y. Física Universitaria

J. Costo de materiales




CUNDINAMARCA
Mi cuenta

Categorías | Proyectos e Ideas | Servicios

[Volver a resultados](#) | Homecenter.com.co > Construcción y Reparación > Hierro > Perfiles > Acceso Tubo cuadrado 1 x 1" x 1.2mm Cal.18 x 6m

Tubo cuadrado 1 x 1" x 1.2mm Cal.18 x 6m Acesco

SKU 24436 | ★★★★★ | [Compartir](#)

3.507 Unidades disponibles



Precio corresponde a la ubicación de CUNDINAMARCA. El precio puede cambiar al modificar la zona de envío o retiro.

\$20.900 c/u
Metro \$3483.33

Acumulas: 20 CMR Puntos

[Características del producto](#)

Cantidad: 1

Calcula el valor de tu cuota CMR

N° de cuotas	Valor de la cuota
1	\$ 20.900

Métodos de envío y retiro

- Envío a domicilio [Ver opciones](#)
- Retira tu compra en tienda [Ver opciones](#)
- Disponibilidad en tiendas [Ver stock](#)




CUNDINAMARCA
Mi cuenta

Categorías | Proyectos e Ideas | Servicios

[Volver a resultados](#) | Homecenter.com.co > Construcción y Reparación > Hierro > Perfiles > Acceso Tubo cerramiento negro 1pg x 1.5mm x 6m

Tubo cerramiento negro 1pg x 1.5mm x 6m Acesco

SKU 24413 | [Compartir](#)

815 Unidades disponibles



Precio corresponde a la ubicación de CUNDINAMARCA. El precio puede cambiar al modificar la zona de envío o retiro.

\$28.000 UND
Metro \$4666.67

Acumulas: 28 CMR Puntos

[Características del producto](#)

Cantidad: 1

Calcula el valor de tu cuota CMR

N° de cuotas	Valor de la cuota
1	\$ 28.000

Métodos de envío y retiro

- Envío a domicilio [Ver opciones](#)
- Retira tu compra en tienda [Ver opciones](#)
- Disponibilidad en tiendas [Ver stock](#)

Tubo rectangular 80 x 40 x 2mm Cal.14 x 6m Colmena

SKU 13301 | [Compartir](#)

885 Unidades disponibles



Precio corresponde a la ubicación de CUNDINAMARCA. El precio puede cambiar al modificar la zona de envío o retiro.

\$82.700 c/u

Metro \$13783.33

Acumulas: 82 CMR Puntos

[Características del producto](#)

Cantidad

1

+

-

[Agregar al carro](#)

[Agregar a mi lista](#)

Calcula el valor de tu cuota CMR

N° de cuotas

Valor de la cuota

1

\$ 82.700

Métodos de envío y retiro

🚚 Envío a domicilio

[Ver opciones](#)

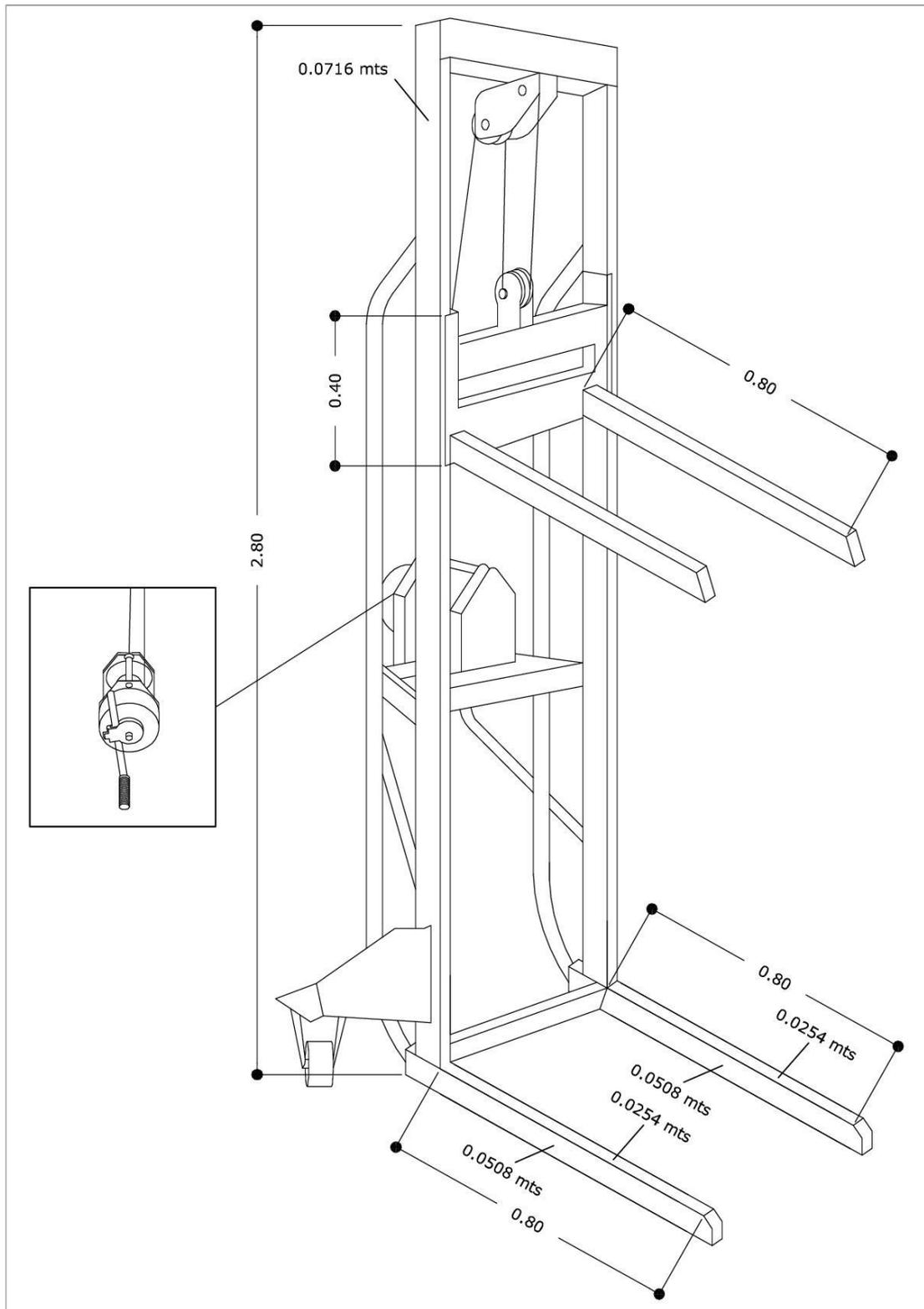
🏪 Retira tu compra en tienda

[Ver opciones](#)

📍 Disponibilidad en tiendas

[Ver stock](#)

K. Máquina de carga



L. Análisis de atributos y cargas

Se procede a analizar las diversas alternativas de acuerdo a los atributos que debe considerarse para su construcción, incluyendo el tipo de perfil, el material del perfil y las dimensiones del mismo.

Tabla 01: Caja Morfológica

Perfil	Dimensión Perfil	Material
Redondo	1"	Aluminio
Cuadrado/ Rectángulo	2"	Acero con tratamiento térmico
		Fierro fundido

El material que se utilizará se ha seleccionado por el nivel de fluencia, quien presenta mejor condición es el fierro con tratamiento térmico. En lo comercial, el tubo cuadrado de 2 y 1 pulgadas tipo A500 podrá utilizarse (anexo 03). Los otros materiales no son comerciales para estructuras, únicamente para decoración y perfiles de con poca carga (aluminio). El cobre no es utilizado por su costo elevado. (Anexo 06:D)

Cálculo de cargas

Considerando las seis patas que se sujetarán al suelo, de tubo cuadrado, de 2 pulgadas (5.8 cm., y espesor de 2 mm.), conforman un área de 27.84cm^2 (5.8 longitud x 0.2 de espesor x 4 lados x 6 patas). La carga de Fluencia es de 269 Megapascales (Mpa), donde 1 Mpa equivale a 10.19 Kg/cm^2 , haciendo las conversiones a Kg/cm^2 tenemos que podrán soportar una carga de 76312.5 Kg.

Considerando las seis patas que se sujetarán al suelo, de tubo cuadrado, de 1 pulgadas (2.54 cm., y espesor de 2 mm.), conforman un área de 12.19cm^2 (2.54 longitud x 0.2 de espesor x 4 lados x 6 patas). La carga de Fluencia es de 269 Megapascales (Mpa), donde 1 Mpa equivale a 10.19 Kg/cm^2 , haciendo las conversiones a Kg/cm^2 tenemos que podrán soportar una carga de 33419 Kg.

La estructura propuesta deberá contener las cajas de papel A4 (cajas de 30.5cm x 44cm x 32.5cm, con un peso de 21.4 kg) y las planchas

de papel sábana A0 (84.5cm x 119.3cm x 12 cm con un peso máximo de 36.8 Kg). Considerando que soporte únicamente el papel A0 que es el más pesado, cada piso podrá contener 06 paquetes de hojas A0 en cada lado (altura de cada piso es de 75cm), es decir, 12 por piso, sumando un peso de 441.6 Kg, y la carga máxima del andamio será de 1324Kg.

La estructura con tubo de 2" estará conformada por:

Tabla 02: Materiales para estante de tubo de 2"

	Descripción	Cantidad	Longitud	Kg/m	Peso
Tubo de 2"	Parante externo	4	2.75	3.12	34.32
	Parante interno	2	2.25		14.04
	Travesaño largo	6	1.88		35.1936
	Travesaño ancho	9	1.1		30.888
Tubo de 1"	Travesaños	36	0.92	1.46	48.3552
	Templadores	4	1.25		7.3

**Peso
Total 170.10**

El peso total de la estructura y de la carga están calculados en 1494.1 Kg, siendo inferior a su límite de fluencia de 76312.5 Kg, que representa menos del 2% de la carga resistida.

La estructura con tubo de 1" estará conformada por:

Tabla 03: Materiales para estante de tubo de 1"

	Descripción	Cantidad	Longitud	Kg/m	Peso
Tubo de 1"	Parante externo	4	2.75	1.46	16.06
	Parante interno	2	2.25		6.57
	Travesaño largo	12	0.97		16.9944
	Travesaño ancho	9	1.14		14.9796
Tubo de 1"	Travesaños	36	0.96	1.46	50.4576
	Templadores	4	1.28		7.4752

**Peso
Total 112.54**

El peso total de la estructura y de la carga están calculados en 1436.54 Kg, siendo inferior a su límite de fluencia de 33419 Kg, que representa menos del 4.3% de la carga resistida. De las 2 alternativas analizadas, se puede considerar que la construcción se realizaría con tubo cuadrado de 1”.

Análisis de Cargas

Se comenzará con el análisis desde la parte superior con la carga máxima de 06 paquetes de papel A0, que es de 220.8Kg y se distribuyen en 2 lados (04 paras del estante). Siendo así, la carga q tocaría a 2 patas sería la mitad, de 110.4Kg, que la ubicamos en el centro

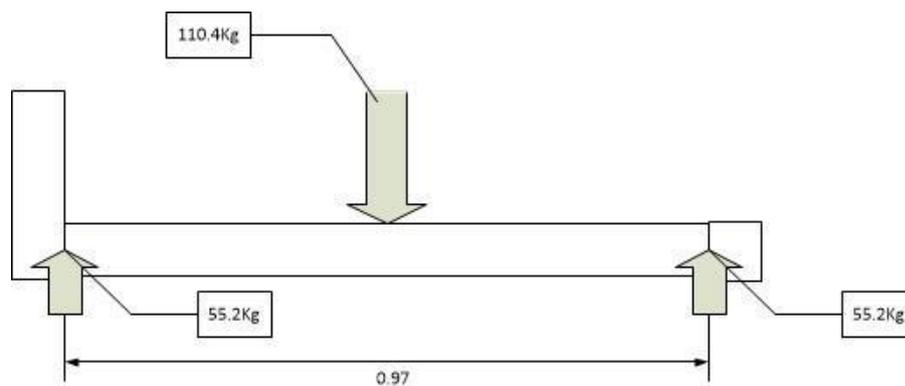


Fig. 01: Análisis de cargas en piso superior

El análisis de momentos no se realiza por estar el estante sin movimiento, y como se ha demostrado en el cálculo de cargas, está posee menos del %4.3 de la resistencia del material.

Las uniones de soldadura tendrán que soportar cada una un peso de 55.2Kg. , de acuerdo al anexo 03, la fuerza de tracción es de 310 Mpa, considerando el tubo cuadrado, de 1 pulgadas (2.54 cm., y espesor de 2 mm.), conforman un área de 2.032cm^2 (2.54 longitud x 0.2 de espesor x 4 lados). La fuerza de tracción es de 310 Megapascuales (Mpa), donde 1 Mpa equivale a 10.19 Kg/cm^2 , haciendo las conversiones a Kg/cm^2 tenemos que podrán soportar una carga de 6418.8Kg. sobrepasando la carga de 55.2Kg.

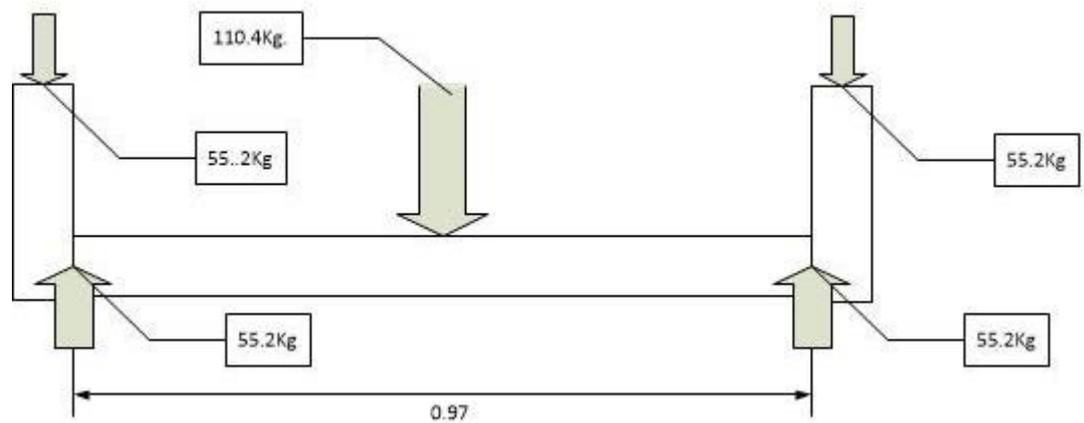


Fig. 02: Análisis de cargas en piso intermedio

En el segundo nivel, las fuerzas se comportan igual, salvo la transferencia de fuerzas de compresión que afecta a las patas producto del peso del piso superior, distribuyéndose en 55.2Kg.

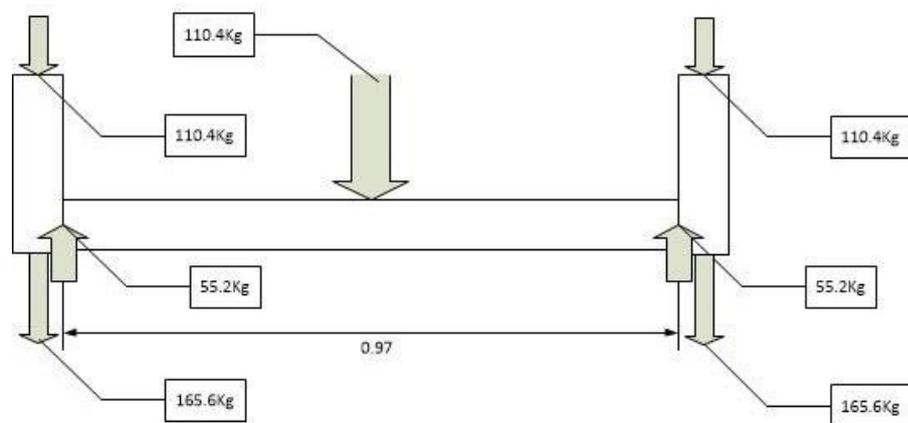


Fig. 03: Análisis de cargas en piso inferior

La Caja morfológica que se estructura de los atributos es la siguiente:

Tabla 01: Caja Morfológica de equipo de carga

Equipo	Perfil	Dimensión Perfil	Material
Cabrestante	Redondo	1"	Aluminio
Polipasto	Cuadrado/ Rectángulo	2"	Acero con tratamiento térmico
Cabrestante/c polea			Fierro fundido

Equipo: En cuanto a los equipos, el Polipasto presenta el inconveniente de los sistemas de seguros y las cadenas que están sueltas, siendo un riesgo para su traslado. Por un tema de fuerza necesaria, se trabajará con la opción de Cabrestante con polea.

Perfil: El tubo redondo presenta dificultad en los acoples de soldadura y para las partes móviles, se trabajará con perfiles rectángulos.

Dimensión: para determinar la dimensión, es necesario identificar las cargas que soportará las partes de la estructura

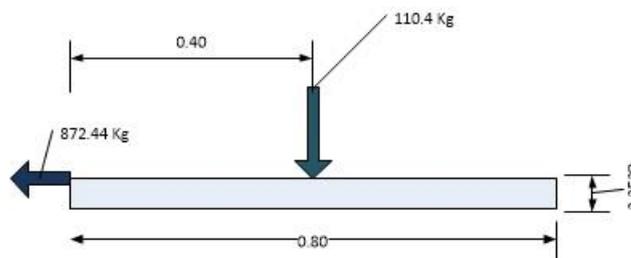


Fig. 05: Fuerzas en uñas

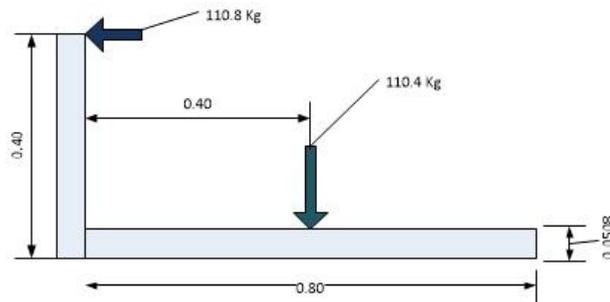
Las uñas del equipo deberán soportar el peso del papel, que es de 220.8Kg, siendo 110.4 por uña. Por cálculo de momentos, la soldadura deberá soportar una tracción de 872.44 Kg. $(110.4 \text{ Kg} \times 0.4/0.0508 \text{ cm})$, El acero soporta 269Mpa, el área de soldadura es de 0.508cm^2 ($2.54\text{cm} \times 0.2\text{cm}$) logrando una fuerza de 1392.4 Kg, superando por 159%. El cálculo se ha realizado con perfil

rectángulo de 2"x1". De utilizar tubo de 1", la tracción que deberá soportar se duplicará al reducir la palanca del ancho del perfil a la mitad.

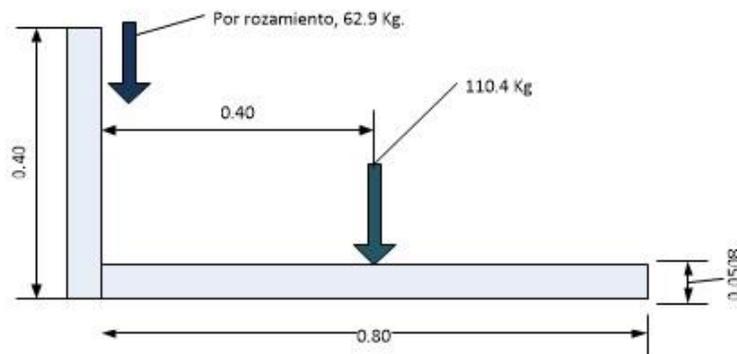
Material: el acero con tratamiento térmico es el que presenta mayor resistencia, siendo necesario trabajar con este material.

Análisis de cargas:

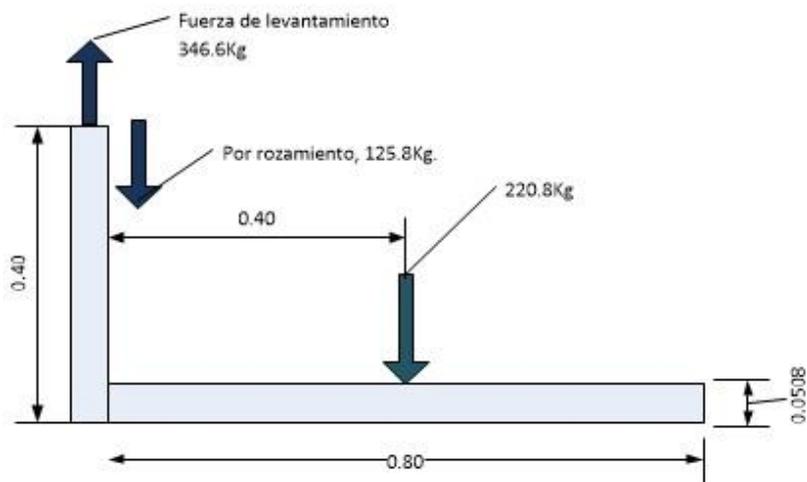
Analizada la carga en las uñas, se procede a continuar con las fuerzas y momentos generados



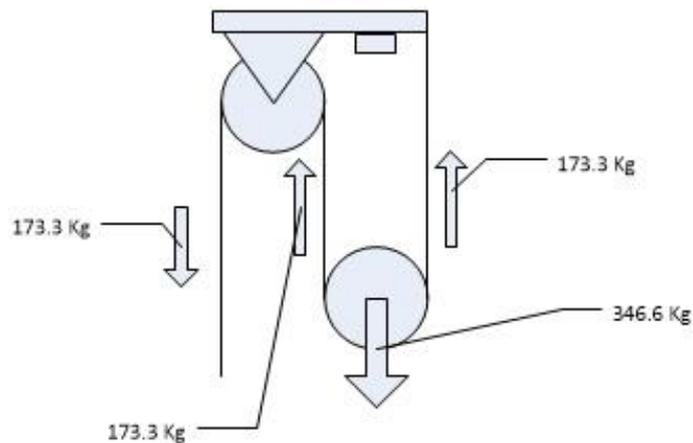
La fuerza que se ejerce contra los parantes es perpendicular a ellos, de 110.4. Es necesario para el cálculo de la fuerza de rozamiento. El coeficiente de acuerdo al anexo 06:H para los aceros contra aceros es de 0.57., obteniendo el valor de 62.9 Kg.



La fuerza de tracción necesaria para operar el cargador se basa en la suma de las fuerzas del peso y el de rozamiento. Se ha duplicado considerando que son 02 uñas y 2 soportes en los parantes que se moverán verticalmente.



Las poleas a utilizar se describen en el anexo 06:H, y se ubicarán para que la carga disminuya al 50%, sujetas a la estructura del parante de la máquina. La capacidad de carga de las poleas de acuerdo al fabricante es de 1600Kg.



De acuerdo a las especificaciones del fabricante, el modelo TS 250B tiene una fuerza de tracción de 250Kg con un esfuerzo máximo de 10Kg en la manivela.

La cantidad de tubo requerido se expresa en la siguiente tabla:

Tabla 02: Requerimiento de tubos

	Descripción	Cantidad	Longitud	Long Requer.	Tubos requer.	Merma
Tubo de 1"x2"	Parante	2	2.8	5.6	1	0.4
	Travesaño	4	0.5	2		0.1
	Uñas	4	0.8	3.2		
	Base Cabrestante	1	0.5	0.5		
Tubo Redondo de 1"	Travesaños	2	2.4	4.8	1	0
	Base Cabrestante	2	0.6	1.2		

Tabla 03: Equipos

Descripción	Cantidad
Cabrestante	1
Polipasto	1

Almacenamiento en estanterías metálicas

Rayonnages pour palettes
Adjustable pallet racking

Redactores:

Gregorio Fernández Rougeot
Ingeniero Técnico Industrial

FEDERACIÓN EUROPEA DE MANUTENCIÓN
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE MANUTENCIÓN
(FEM-AEM)

Tomás Piqué Ardanuy
Ingeniero Técnico Químico
Licenciado en Derecho

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Esta NTP está dedicada a las condiciones de seguridad en el almacenamiento en estanterías metálicas convencionales para cargas paletizadas. Actualiza y sustituye a la NTP 6'18, incorporando los criterios de la nueva normativa europea sobre estanterías y con el fin de adecuarla a las situaciones reales del mercado

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. OBJETIVOS

Las instalaciones de almacenamiento en estanterías metálicas permiten almacenar productos paletizados en altura. Este tipo de almacenamiento puede exponer al personal de montaje de las estanterías y al de explotación del almacén a diferentes riesgos que deben ser controlados.

El objetivo de esta NTP es la descripción del sistema de almacenamiento en estanterías metálicas, indicando se los riesgos relacionados con las especificaciones, de diseño fabricación y montaje, así como durante los trabajos de explotación y las medidas de prevención y protección a adoptar en cada caso.

2. DEFINICIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS

Existen dos tipos diferentes de sistemas de almacenamiento en estanterías metálicas: almacenamiento móvil y almacenamiento estático.

En el almacenamiento móvil las cargas unitarias permanecen inmóviles sobre el dispositivo de almacenamiento, el conjunto de ambos experimenta movimiento durante todo el proceso de explotación - almacenamiento.

En el almacenamiento estático el dispositivo de almacenamiento y las cargas permanecen inmóviles durante todo el proceso de explotación y de almacenamiento. Dentro de este tipo de almacenamientos existen así mismo dos tipos básicos de estanterías metálicas:

- Estanterías metálicas de bandejas: En este sistema las cargas almacenadas generalmente en paquetes, se sitúan sobre bandejas metálicas.
- Estanterías metálicas de largueros: Este sistema de almacenamiento en estanterías convencionales para carga paletizada, consiste en situar los distintos tipos y formas de paletas en niveles de carga alveolares

regulables en altura, sirviéndose para ello de equipos de mantenimiento manual o mecánica. Esta NTP tratará sobre este tipo de almacenamiento estático en estanterías metálicas.

Los elementos más característicos de las estanterías metálicas para el almacenamiento de paletas se muestran, junto con su nomenclatura, en las figura 1. En la figura 2 se representa una configuración típica de una estantería. Para más información sobre definiciones y terminología consultar la norma UNE 58011

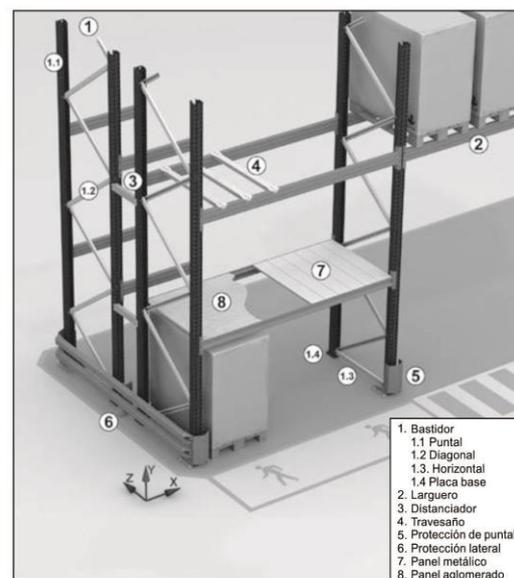


Figura 1. Componentes de la estantería

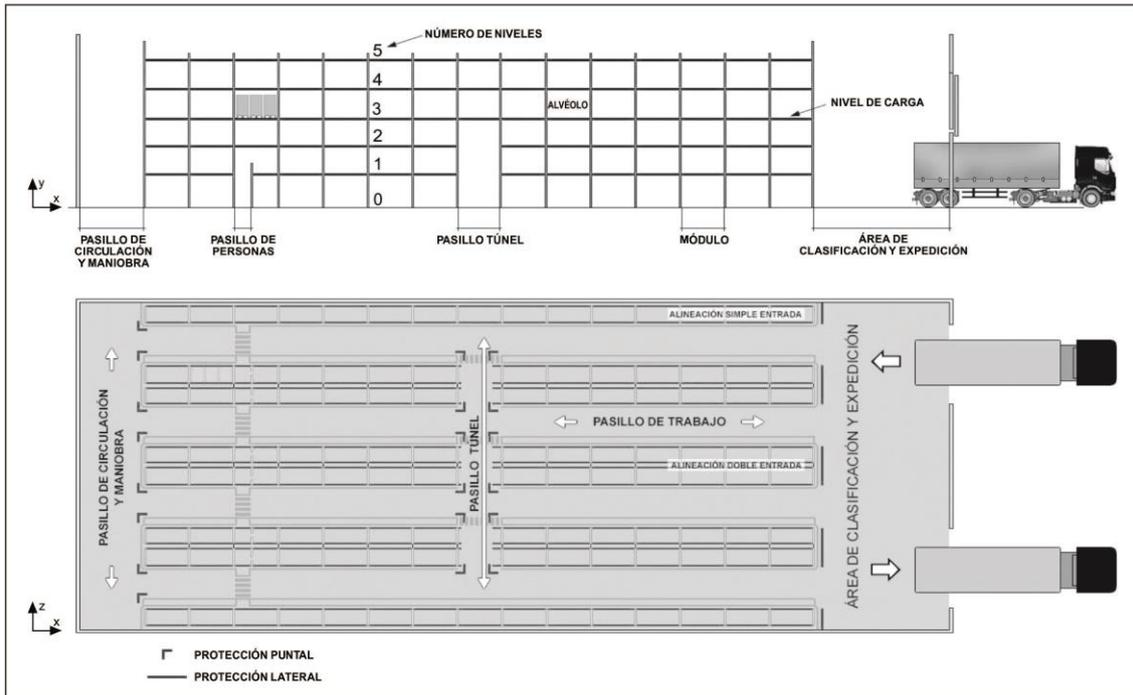


Figura 2. Implantación típica de una estantería

3. RIESGOS EN LA ESPECIFICACIÓN, DISEÑO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LAS ESTANTERÍAS METÁLICAS

Los principales riesgos relacionados con la especificación, diseño, fabricación y montaje de este tipo de almacenamientos son la caída de cargas y los accidentes de circulación.

Caída parcial o total de cargas paletizadas sobre pasillos o zonas de trabajos

La caída parcial o total de cargas paletizadas sobre pasillos o zonas de trabajo puede ser debida a la inestabilidad de la instalación o a acciones mecánicas sobre la misma.

Inestabilidad parcial o total de la instalación

La falta de resistencia mecánica del conjunto o de algunos de sus elementos y/o uniones, puede deberse a un diseño realizado a partir de especificaciones y/o datos inadecuados o inexactos de las necesidades de uso de la estantería o bien a modificaciones posteriores efectuadas en la instalación.

Las principales causas de los errores de diseño suelen ser:

- Aplicación de una Norma Técnica de Diseño inadecuada
- Aplicación deficiente de la Norma Técnica de Diseño
- La definición de la unidad de carga paletizada a utilizar (dimensiones y peso de la carga y/o características de la paleta utilizada).
- Las características y el tipo del equipo de mantenimiento a emplear.
- Las características del edificio donde se instalarán

las estanterías (dimensiones, tipo de edificio, el tipo y las características del suelo, características ambientales).

- Los datos de la situación geográfica de la instalación y de sus características geodinámicas.
- La modificación de las características originales de la estantería y/o de la carga realizadas durante la explotación del almacén puede dar lugar a una insuficiente resistencia mecánica del conjunto o de algunos de sus elementos y/o uniones, principalmente a causa de:
- Cambio en la configuración de los niveles de carga.
 - Empleo de unidades de carga distintas de las previstas inicialmente que permiten o facilitan la sobrecarga de los largueros.
 - Desmontaje y montaje inadecuado de las estanterías.
 - Reubicación de las estanterías en suelos con condiciones inadecuadas.

Acciones mecánicas sobre la instalación

Choques o golpes contra las estructuras de los aparatos o vehículos de mantenimiento, que pueden ocasionar: el desenganche de los largueros y/u otros componentes, deformaciones elásticas o permanentes de los elementos y/o el desplome de las cargas y/o elementos portantes.

Accidentes de circulación

Estos accidentes pueden tener lugar en forma de choques entre vehículos y de atropellos a peatones.

Las causas principales son una iluminación inadecuada (que produce deslumbramientos o zonas de sombra); la escasa anchura de los pasillos (en base al radio de giro o al tamaño de los vehículos y/o de las cargas a transportar); exceso de velocidad de los equipos de elevación; cruces mal señalizados; etc.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN LA ESPECIFICACIÓN, DISEÑO Y MONTAJE

Especificaciones

Son la base para un diseño seguro. Para ello el usuario debe facilitar al diseñador de la instalación como mínimo la siguiente información:

- Situación geográfica del lugar donde se ubicarán las estanterías
- Naturaleza, características y resistencia del suelo
- Características del edificio y superficie donde se ubicarán las estanterías, con la especificación de la exposición al viento, climatología, sismología, agentes químicos, etc.
- Características del equipo de mantenimiento de mayor dimensión a emplear, (carga máxima admisible, requisitos dimensionales, número de mástiles, alturas máximas de trabajo, radio de giro, tolerancias de funcionamiento, etc.).
- Sistema de trabajo (turnos de trabajo, rotación de cargas, preparación de expediciones, etc.)
- Características de la mercancía y de las unidades de carga paletizada a almacenar incluyendo paletas, con tenedores y otros soportes empleados para la unidad de carga
- Toda la información disponible sobre posibles cambios futuros (ampliaciones previstas, cambio de sistema de paletizado, productos almacenados, etc.)
- Normativa específica que ha de cumplir la instalación en base al tipo de mercancía almacenada.

Para más información sobre especificaciones consultar la norma EN 15629

Diseño

Con las especificaciones recibidas el suministrador diseñará la instalación cumpliendo, en primer lugar, con lo dispuesto en la normativa aplicable a las características de la instalación. El diseño de este tipo de estructuras en cuanto a su resistencia y estabilidad se realizará según el estado actual de la técnica y normativa aplicable, salvo que el usuario requiera un diseño con un mayor nivel de seguridad.

En segundo lugar, el suministrador deberá facilitar al usuario la siguiente información:

- Información relativa a la presión de las placas base de la estantería sobre la losa para evitar roturas por punzonamiento o asentamientos diferenciales
- Información mediante planos o tablas de las prestaciones de la instalación suministrada y de sus tolerancias
- Placas de datos de la instalación, con sus prestaciones y características principales
- Manual para el mantenimiento de la instalación y de tección de defectos
- Manual de Instrucciones de seguridad para el uso de la instalación

En tercer lugar, el usuario tendrá en cuenta las siguientes recomendaciones en lo referente a elementos de protección y seguridad:

- Se deben evitar los impactos de las carretillas en las estanterías mediante el adiestramiento de los conductores y la disposición de medidas preventivas, como por ejemplo pasillos correctamente dimensionados, garantías de visibilidad, señalización, etc...
- Se han de considerar unos requerimientos mínimos de protección, colocando protecciones de puntal.

(ver figura 3). Estas han de tener las características siguientes:

- Se instalarán en los puntales ubicados en las intersecciones con los pasillos de circulación, túneles o áreas de expedición.
- La altura de cada protector de puntal no será inferior a 400 mm y estará ubicado en los puntales extremos de cada alineación en la dirección perpendicular al pasillo de trabajo.
- Deben absorber, como mínimo, una energía de 400 Nm, debido a un impacto en cualquier dirección situado a una altura entre 100 y 400 mm
- Se colocarán de tal forma que una vez absorbida la energía del impacto su deformación no dañe el puntal protegido.

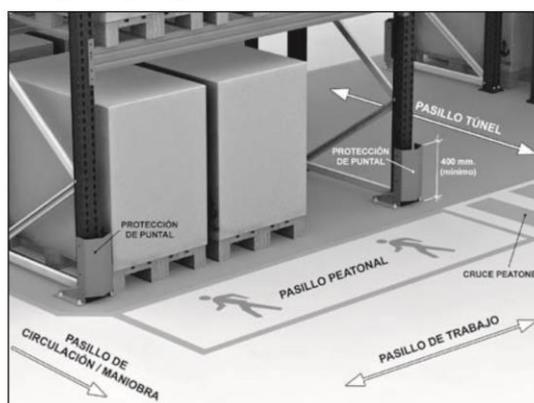


Figura 3. Protección de puntal

- Cuando el usuario lo estime necesario, también se pueden proteger el resto de puntales adyacentes al pasillo de trabajo.
- En zonas donde existen considerables movimientos de mercancía como son las áreas de expedición y pasillos de circulación, y cuando el usuario lo estime necesario se pueden proteger los bastidores mediante protecciones laterales. Ver figura 4.
- En el caso de instalaciones servidas por carretillas que se desplazan por los pasillos de trabajo guiadas mediante viga o por inducción, no será necesario el disponer de protecciones de puntales.
- Para evitar el desenganche de los largueros de su punto de unión con los puntales ante una acción accidental durante el trabajo, se dispondrán clavijas de seguridad en cada conector que deben estar diseñadas para soportar una carga accidental vertical ascendente de 5 kN motivadas por una operativa manual del equipo de mantenimiento.
- Los bastidores laterales exteriores se prolongarán un mínimo de 500 mm. por encima del último nivel de carga y los interiores 100 mm. Estas prolongaciones pueden ser realizadas mediante accesorios estructurales adecuados al fin.
- En el caso de utilizar en los pasillos vigas transversales superiores, éstas han de estar situadas en la parte superior, a una altura tal que la holgura vertical entre la carga y/o el mástil del equipo de mantenimiento sea como mínimo 150 mm.
- Como seguridad adicional a la estabilidad transversal, se recomienda unir entre sí las estanterías con una relación altura/anchura superior a 10; siendo su altura la del último nivel de carga y la anchura la de un basti

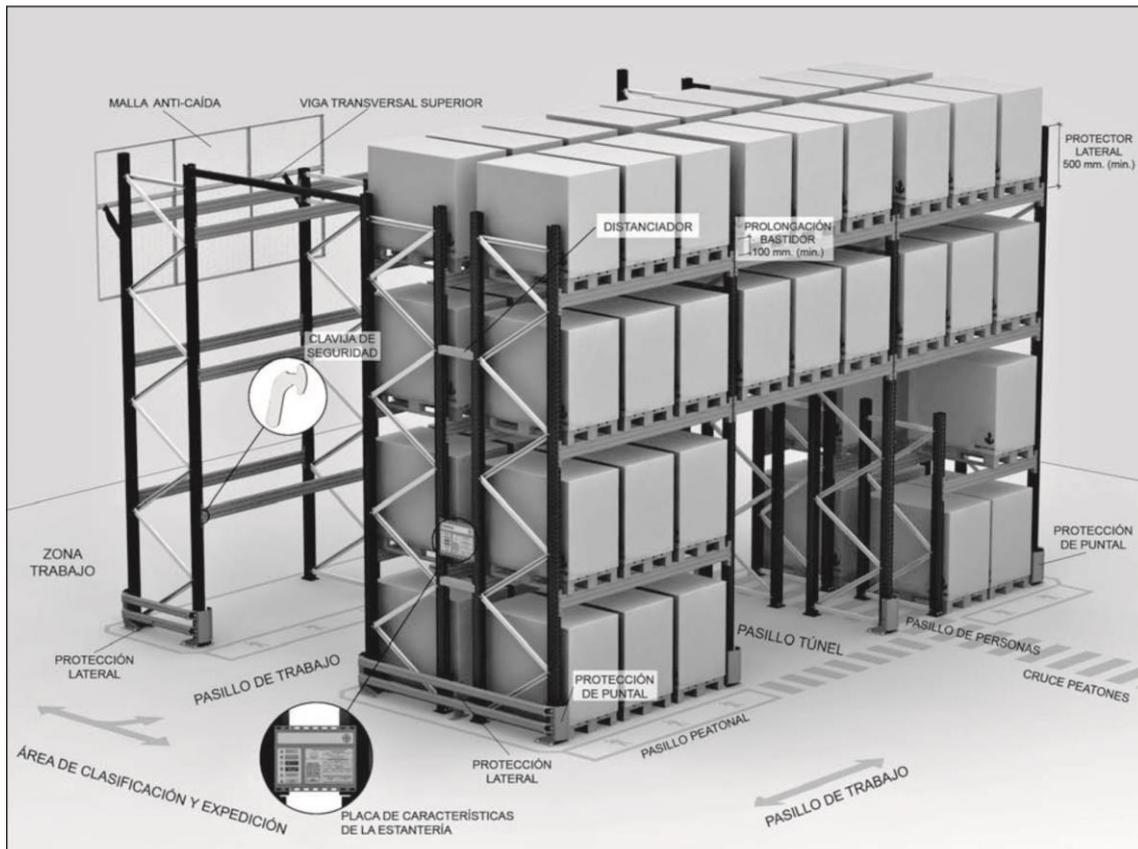


Figura 4. Medidas generales de seguridad en módulo de estanterías

- dor si es de alineación simple o de los dos bastidores mas el distanciador si es alineación doble, siempre que estos estén unidos por una cantidad (mínimo dos) adecuada de distanciadores
- Nunca se conectarán las estanterías a las paredes del edificio, para evitar la transmisión de fuerzas entre ambas. En el caso de que fuera necesaria esta conexión, se evaluarán las fuerzas máximas aplicables al diseñar la estantería y el usuario debe estar adecuadamente informado.
 - En el caso de utilizar unidades de carga con paletas de base singular o en contenedores, los niveles de carga se acondicionarán con accesorios de resistencia adecuada perfectamente adaptados a la base de la unidad de carga y unidos a los largueros
 - Para evitar las caídas de unidades de carga a los pasillos de trabajo; los golpes contra instalaciones, tales como los sprinklers y las colisiones con otras unidades de carga en las estanterías dobles se aconseja instalar topes, que según la necesidad pueden ser de seguridad o de posicionamiento. Estos topes deberá estar diseñados según se especifica en EN 15629
 - En las caras posteriores de las alineaciones simples, que colindan con zonas de tránsito o puestos de trabajo, se instalarán mallas de cuadrícula adecuada a las dimensiones de la mercancía almacenada o bien paneles ciegos, en ambos casos dotados de suficiente resistencia para evitar la caída de la mercancía sobre las personas.

Finalmente, en lo que hace referencia a pasillos para paso

de personas, de circulación de vehículos, de trabajo y túneles (ver figuras. 2 y 4) se tendrá en cuenta lo siguiente:

- En cumplimiento de las exigencias del RD. 486/1997, cuando se precise, deberán diferenciarse las zonas de paso de vehículos y personas, respetando las dimensiones necesarias para cada tipo de usuario, con especial atención en los cruces para que los ángulos de giro de vehículos y la visibilidad sean las correctas. Se colocarán espejos de visualización estratégicamente orientados cuando la insuficiente o inadecuada visibilidad lo hagan necesario.
- En cumplimiento del citado RD., la anchura mínima de los pasillos para paso de personas será de 1 metro.
- Asimismo, en cumplimiento del citado RD., siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado. La citada señalización se ajustará a los requerimientos del RD. 485/1997.
- Deben establecerse pasos peatonales perpendiculares a los módulos de almacenamiento a una distancia entre ellos tal que garanticen el cumplimiento de la reglamentación contra incendios vigente en materia de distancias de evacuación. Todos los pasos por los cuales han de circular personas han de tener el nivel superior cubierto con materiales resistentes a la caída de mercancía de las paletas.
- En los pasillos con doble circulación, el ancho no debe ser inferior al de las carretillas /vehículos que circulen por los mismos o al de las cargas de mayor dimensión, incrementada en 900 mm como mínimo, siempre que

por tales pasillos no deban circular personas, ya que en dicha circunstancia habría que prever una anchura mínima de uso exclusivo para peatones de 1 m.

- En los pasillos de circulación única, el ancho no debe ser inferior al de las carretillas /vehículos que circulen por los mismos o al de las cargas de mayor dimensión, incrementada en 600 mm como mínimo, siempre que por tales pasillos no deban circular personas, ya que en tales circunstancias habría que prever una anchura mínima de uso exclusivo para peatones de 1 m.
- Los pasillos de trabajo se establecerán en función a la carretilla de mayores dimensiones que circule por los mismos y de la previsible circulación de personas.
- En los túneles de paso por los que circulen carretillas elevadoras se mantendrá colateralmente a las mismas y de forma diferenciada, zonas de paso sólo para peatones. En caso de doble circulación, la anchura del pasillo del túnel no debe ser inferior a la anchura de las carretillas /vehículos que circulen por el mismo o la de las cargas de mayor dimensión incrementada en 900 mm. En los túneles de circulación única la anchura del pasillo del túnel no debe ser inferior a la anchura de las carretillas /vehículos que circulen por el mismo o la de las cargas de mayor dimensión incrementada en 600 mm. La altura libre será la mínima de paso necesaria manteniendo una holgura de 500 mm (con el mástil plegado sin carga o cuando el mástil está plegado y la carga sobrepasa verticalmente a este).

Para más información sobre el diseño consultar las normas EN 15512 y EN15620

Montaje

Antes de comenzar el montaje de las estanterías se ha de revisar conjuntamente con el usuario de forma visual la losa de sustentación y subsanar, por parte del usuario, cualquier anomalía que pudiera existir. Las estanterías se fijarán únicamente a la losa, no debiendo fijarse a ninguna otra estructura del edificio (paredes, jácenas, etc.), salvo que así esté explicitado en la documentación de diseño.

Las estanterías han de quedar montadas verticalmente respecto a sus bastidores, horizontalmente respecto a sus niveles de carga y alineadas correctamente respecto a su longitud. Las tolerancias una vez finalizado el montaje han de cumplir con las especificadas en la EN 15620, salvo que las especificaciones del diseño exigieran otras más estrictas.

Para más información sobre montaje consultar la norma EN 15620.

5. RIESGOS PARA EL PERSONAL DEL ALMACÉN, DURANTE EL USO DE LA INSTALACIÓN

Durante el uso de la instalación el personal del almacén está sometido a los riesgos de operación siguientes: caída de cargas sobre zonas de paso y/o trabajo; hundimiento de los niveles de carga; golpes y atropellos diversos por vehículos de mantenimiento; choques entre vehículos y golpes entre vehículos y estanterías.

Caída de cargas sobre zonas de paso y/o trabajo

Las principales causas que pueden producir este tipo de situaciones son las siguientes:

- Utilización de elementos de carga (paletas, contenedores, etc.) sin la resistencia adecuada.

- Deficiente colocación de las cargas sobre las paletas, permitiendo que sobresalgan de la zona perimetral de las mismas. Este problema se acentúa si el equipo de mantenimiento se conduce de forma inadecuada, el piso está en mal estado (baches, grietas, derrames de sustancias, etc.) o existen pendientes, desniveles o bordillos acentuados.
- Dispositivos de retención de cargas defectuosos o inexistentes (redes, mallas, largueros tope, etc.).
- Deficiente colocación de las unidades de carga sobre los largueros o inadaptación de los mismos a las dimensiones de las paletas.
- Colocación de cargas en alvéolos ya ocupados.
- Colocación de unidades de carga sobre otras cargas en un alvéolo, no estando el conjunto diseñado para ello (paletas, estantería y largueros)
- Mala apreciación de la altura de colocación de la carga por parte del conductor del equipo de mantenimiento.

Hundimiento de los niveles de carga

Las principales causas que pueden producir este tipo de situaciones son las siguientes:

- Sobrecarga local o global que genera la deformación de los elementos de la estructura. Estas sobrecargas se producen por el inadecuado reparto de las unidades de carga sobre las estanterías (unidades de carga más pesadas de las previstas, ubicación de las cargas más pesadas en los niveles superiores, etc.).
- Sobrepasar los límites máximos de carga admisibles por desconocimiento del peso real de las unidades de carga manipuladas.
- Golpes o choques de las carretillas de elevación o de su carga contra los elementos de la estructura, que provocan deformaciones y perjudican la estabilidad del conjunto.

Golpes y atropellos diversos por vehículos de mantenimiento

Las principales causas que pueden producir este tipo de situaciones son las siguientes:

- Inexistencia de ordenación de las zonas del almacén, lo que provoca el atropello de personas por las carretillas que circulan por los pasillos o por la realización de trabajos de confección o división de las cargas, preparación de pedidos, etc., en zonas de circulación.
- Personal carente de la formación adecuada en el manejo de los equipos de mantenimiento y/o en el uso de las estanterías.

Choques entre vehículos en los pasillos de circulación o al maniobrar en zonas de espacio reducido

Las principales causas que pueden producir este tipo de situaciones son las siguientes:

- Carencia de señalización en los pasillos de circulación y cruces.
- Insuficiente dimensionado de los pasillos para el cruce de carretillas.

Golpes entre vehículos y estanterías

Ello es consecuencia de:

- Que los pasillos son demasiado estrechos para las características técnicas de las carretillas (anchura, radio de giro, tipo de carga, etc.).

- Que el conductor de la carretilla no tenga la formación y experiencia necesarias.

6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN EL USO DE LA INSTALACIÓN

El uso de la instalación requiere adoptar medidas preventivas, especialmente, durante la conformación y disposición de las cargas; asimismo deberán adoptarse medidas preventivas en el control de las operaciones de apilado y desapilado, la identificación de las prestaciones de la instalación y cualquier eventual modificación de las estanterías, así como en lo referente a las condiciones de explotación, señalización, mantenimiento, iluminación y limpieza.

Conformación y disposición de las cargas

Los principales aspectos a considerar hacen referencia a los elementos de carga, la confección y separación de cargas, la preparación de pedidos por el personal y la manipulación de las unidades de carga.

Elementos de carga (paletas, contenedores, etc.)

- Deben disponerse los productos sobre elementos normalizados, preferentemente europaletas, que resistan la carga depositada sin deformarse y que permitan el almacenado seguro sobre las estanterías.
- Toda paleta, contenedor, etc. en mal estado debe ser inmediatamente reemplazada/o
- Toda paleta, contenedor, etc. en mal estado se retirará del servicio, se señalará como deficiente y se procederá a su reparación, si procede, o a su destrucción.
- Las unidades de carga utilizadas no deben sobrepasar los límites perimetrales, altura y peso máximo establecidos en el diseño de la instalación.
- Las paletas o elementos de carga del tipo perdido aptas solo para transporte, aunque estén normalizadas carecen de la suficiente resistencia para su apilado y solo se deben utilizar para el almacenado en estanterías, si estas poseen alvéolos provistos de elementos estructurales de soporte, especialmente diseñados para este fin (tales como travesaños intermedios, pannels, rejillas, bandejas u otros adecuados).

Confección y separación de cargas (picking)

- En el caso en que se deban realizar trabajos de confección y separación de cargas (picking) en los paletos, antes de comenzar los trabajos se señalará adecuadamente la zona y sus accesos para evitar que se produzcan accidentes.
- Cuando el tamaño, forma o resistencia de los objetos no permitan obtener cargas de cohesión suficiente como para oponerse a su caída, éstas serán inmovilizadas con la ayuda de dispositivos de retención de resistencia garantizada (fundas de material plástico retráctil, redes, cintas, flejes, etc.) y se situarán preferentemente a nivel del suelo en la estantería.

Preparación de pedidos por el personal

- No deberá efectuarse la preparación de los pedidos en cotas superiores al suelo, si no se dispone de plataformas o los elementos adecuados para ello.
- Está estrictamente prohibido subirse por las estanterías o situarse encima de las mismas.

Tal prohibición estará explícitamente señalizada e incorporada en los procedimientos o instrucciones de trabajo establecidos e implantados.

- Con carácter general y en cumplimiento de las exigencias establecidas en el epígrafe 3.1.b) del Anexo II del RD. 1215/1997 está prohibida la elevación de personas en carretillas elevadoras, salvo en las situaciones excepcionales previstas en el citado epígrafe. Para más información al respecto, remitimos a los comentarios realizados en el punto 3 de la NTP 715.
- El almacén estará dotado, siempre que sea posible, de área(s) específica(s), debidamente señalizada(s), para la preparación de los pedidos y el acondicionamiento de las cargas
- Caso de que el acondicionamiento de cargas o la preparación de pedidos deba efectuarse al pie de las estanterías, se señalará y delimitará adecuadamente la zona y sus accesos, para proteger al personal de la circulación de los equipos de elevación y, en su caso, de los accesorios de los mismos.

Manipulación de las unidades de carga

- Todas las paletas y contenedores han de ser manipulados con la carretilla y accesorios adecuados (Tipo y medidas de horquilla, capacidad de carga, elevación de los mástiles, etc.).
- No se transportarán, elevarán o apilarán unidades de carga en los que la misma pueda caer o deslizar de la paleta o del contenedor, sin haber previamente afianzado las cargas.
- No se transportarán, elevarán o almacenarán unidades de carga apiladas una sobre la otra, para evitar que estas puedan caer o deslizar, salvo que previamente se hubieran afianzado entre sí y se pueda garantizar su estabilidad.

Control de las operaciones de carga y descarga

La situación de las unidades de carga se organizará de forma que se respete el "plan de carga" previamente establecido con el suministrador de la estantería.

Identificación de las prestaciones de la instalación

En las estanterías se colocarán carteles de señalización en lugares visibles de las mismas, preferiblemente en sus cabeceras, donde se indiquen las cargas máximas por nivel, por bastidor, su distribución y la separación entre niveles. En el caso de que en una misma instalación existan diferentes configuraciones de estanterías o se utilicen distintas unidades de carga, se han de colocar los carteles de tal forma que el usuario pueda identificar de forma fácil y fiable todas las prestaciones de cada estantería. (Ver Fig. 4)

Modificación de las estanterías

Cualquier cambio en la configuración de la estantería y/o en sus elementos como consecuencia de un cambio de las especificaciones iniciales, debe comportar obligatoriamente el recálculo y aprobación de las nuevas condiciones de utilización de la estantería por parte de la empresa responsable del diseño. Estas nuevas características y su aprobación o denegación a los nuevos usos previstos serán confirmadas por escrito por la empresa responsable del diseño.

Todas las modificaciones de las estanterías para ajustarlas a las nuevas prestaciones deben realizarse con las mismas vacías y por personal cualificado, sea propio de la empresa usuaria de la instalación (en cuyo caso de será visado y aprobado por la empresa responsable del diseño), o sea por personal de la empresa diseñadora; con el fin de que se mantengan las garantías de seguridad.

Debe evitarse y está totalmente desaconsejada la utilización de elementos recuperados de otras estanterías, aunque sean de igual tipo, salvo cuando con carácter previo y exhaustivo se realice un análisis, control y verificación final por personal competente y especializado. El montaje lo realizará el suministrador de la estantería, con personal suficientemente preparado para el mismo.

Condiciones de explotación

En cumplimiento de las exigencias del RD. 486/1997, en su Anexo I: "Deberán tomarse las medidas adecuadas para la protección de los trabajadores autorizados a acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde la seguridad de los mismos pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos,... Asimismo, deberá disponerse, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a dichas zonas. Dichas zonas deberán estar claramente señalizadas".

De lo anterior se deduce que no todo ni cualquier trabajador puede realizar tareas en áreas de trabajo en las que se den los riesgos explícitamente descritos en el RD., sino que tan sólo podrán acceder a tales espacios y realizar actividades en los mismos aquellos trabajadores especialmente autorizados (lo que implícitamente comporta que han sido especialmente formados y adiestrados para realizar esas tareas y que las mismas se realizarán siguiendo el procedimiento de trabajo previsto e implantado al efecto). Deben asimismo haberse previsto e implantado sistemas para evitar que puedan acceder trabajadores no autorizados.

Para asegurar unas condiciones de explotación seguras, se deberán cumplir las siguientes recomendaciones:

- Mantener libre de todo obstáculo los pasillos de servicio y circulación de las carretillas de manutención así como los pasillos peatonales.
- Como se ha citado, los pasillos peatonales ubicados en las vías de circulación de carretillas elevadoras tendrán un ancho mínimo de 1 m y estarán debidamente señalizados.
- Prohibir el paso de personas por los pasillos de servicio, y si excepcionalmente se hace, se señalará la prohibición de acceso para vehículos de manutención. Controlar el acceso a las áreas de almacenamiento de personal foráneo.
- Tal como se ha indicado anteriormente, hay que extremar las precauciones en los cruces de los pasillos mediante señalización y medios que faciliten la visibilidad, como por ejemplo espejos adecuados.
- No se circulará, bajo ningún concepto, con la carga elevada.
- No se realizarán almacenamientos, aunque sea transitoria y ocasionalmente, en los pasillos de circulación.

Señalización

La señalización se realizará siguiendo las exigencias descritas en el Anexo VII. 3 del RD. 485/1997. Al respecto, se delimitarán claramente las zonas de circulación y los

límites de ubicación de las zonas de apilado situadas al pie y sobre las estanterías. Es importante señalar el lugar donde aparcar las carretillas elevadoras, así como otros equipos de trabajo del almacén.

Mantenimiento

Se llevará a cabo un adecuado programa de mantenimiento de todas las instalaciones, siendo aconsejable que sea realizado por el propio fabricante de las estanterías o de acuerdo con el mismo. Estos programas deben contemplar entre otros los siguientes aspectos:

- Para facilitar los programas de mantenimiento preventivo se elaborarán listas de comprobación que faciliten la fácil inspección y comunicación de las anomalías detectadas.
- Establecer un plan de inspecciones periódicas para la detección, comunicación y registro de anomalías fácilmente visibles tales como: orden y limpieza de las áreas de almacenamiento y vías de circulación, elementos deformados o dañados (figuras 6, 7a, 7b y 8), defectos de verticalidad, debilitamiento del suelo, falta de clavijas de seguridad, cargas deterioradas, etc., para proceder a su inmediata reparación.
- Si la rotación de mercancías y las horas trabajadas en el almacén son muy elevadas, se establecerá un plan específico de inspecciones periódicas con reporte de daños, que como mínimo comprendan:
 - a. Inspección visual diaria, realizada por el personal del almacén, para detectar anomalías fácilmente visibles como: largueros y/o bastidores deformados, falta de verticalidad de la instalación (longitudinal y/o transversal), agrietamientos del suelo, ausencia de placas de nivelación, rotura de anclajes, ausencia de clavijas de seguridad, unidades de carga deterioradas, ausencia de placas de señalización de características, daños en la losa, etc. y proceder a su inmediata reparación o reposición.
 - b. Inspección semanal, realizada por el responsable del almacén, en la que se verificará la verticalidad de la estructura y de todos los componentes de los niveles inferiores (1º y 2º), con notificación, calificación y comunicación de daños.
 - c. Inspección mensual, realizada por el responsable del almacén, incluyendo además la verticalidad de la instalación de todos los niveles y aspectos generales de orden y limpieza del almacén, con notificación, calificación y comunicación de daños.
 - d. Inspección anual por experto, realizada por personal independiente, competente y experimentado en esta actividad; con notificación, calificación y comunicación de daños.

Todas las reparaciones o modificaciones a que den lugar los informes de estado de las estanterías se deberían realizar por personal cualificado propio, externo (en cuyos casos deberán ser visadas y aprobadas por el experto que realizó el informe anual o por la empresa responsable del diseño) o del fabricante; y con las estanterías vacías de carga, salvo estudio previo del riesgo de realizar la reparación con carga parcial o total, con el fin de que se mantengan las garantías de seguridad.

Después de un golpe y en función de los daños se reparará o reemplazará cualquier elemento deformado, verificando la verticalidad de la estantería. El elemento nuevo debe ser idéntico al sustituido y nunca se ha de utilizar aplicación de calor (soldadura) puesto que se alterarían las características mecánicas del acero. En cualquier caso y mientras no se haya reparado se de

berá descargar la estantería y dejarla fuera de servicio, debidamente señalizada.

Todas las observaciones relativas al estado de las estructuras y suelo se consignarán en un registro en el que se hará constar: la fecha, naturaleza de la anomalía detectada, trabajos de restauración y su fecha. También se deberán consignar informaciones relativas a las cargas.

Iluminación

El nivel mínimo de iluminación del almacén estará en función de la exigencia visual requerida. De acuerdo al Anexo IV del RD 486/1997, los pasillos de circulación de uso exclusivo, en los que no se requiera lectura alguna, tendrán una iluminación mínima de 50 lux medidos a nivel del suelo. Este nivel mínimo deberá duplicarse cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.

Cuando se requiera la lectura de texto que precisa una atención visual baja el nivel mínimo será de 100 lux. Será superior, en función del nivel de atención requerida para una correcta percepción visual.

Se deben situar los sistemas de iluminación por encima de los pasillos de forma que se tenga una iluminación suficiente sobre las zonas de trabajo y evitar el deslumbramiento de los operarios y la creación de zonas de sombra.

Toda la instalación estará dotada de suficiente número de aparatos de alumbrado de emergencia que permitan la fácil salida al exterior de los operarios del almacén en caso de emergencia.

Toda instalación de alumbrado rota, sucia, deteriorada o que presente luminarias fundidas será inmediatamente sustituida o reparada. Las luminarias del almacén así como todos los equipos eléctricos del mismo seguirán lo prescrito en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Como norma general se deben situar las luminarias fuera del alcance de los aparatos o carretillas de mantenimiento y de sus cargas. Se protegerán especialmente contra los golpes los aparatos de alumbrado de emergencia.

Orden y limpieza

En cumplimiento de las exigencias del Anexo II del RD. 486/97, el almacén se ha de mantener limpio y ordenado en todo momento, siendo aconsejables las operaciones siguientes:

- Se ha de garantizar que las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.
- Limpieza regular del polvo acumulado en las luminarias.
- Realizar la limpieza de los almacenes de forma periódica (como mínimo semanalmente) y siempre inmediatamente después de cualquier incidente que provoque un derrame de materiales (polvos, líquidos, grasas, etc.).
- Cuando se almacenen bidones, depósitos, etc. de productos químicos inflamables, tóxicos, etc. se dispondrá de los preceptivos sistemas de recogida de producto y/o neutralización y eliminación del mismo para caso de su vertido accidental.

7. ACTUACIONES FRENTE A UNA ESTANTERÍA DAÑADA

Cuando se produce un daño en una estantería deben llevarse a cabo una serie de actuaciones. En el diagrama de la figura 5 se especifica el proceso a seguir en el caso de daños en la estantería y la clasificación de los mismos en tres niveles de riesgo: verde, ámbar y rojo.

Nivel verde

Se considera esta clasificación cuando no se exceden los valores límites de la figura 6.

En este nivel solamente se requiere mantenimiento y la instalación no necesita disminución de su capacidad de almacenaje.

Riesgo ámbar

Se considera esta clasificación, siempre que los valores límites sean inferiores a dos veces los especificados a continuación:

- Puntales doblados, en la dirección del plano del bastidor, con deformación permanente igual o mayor a 3 mm medida en el centro de un intervalo "a" de longitud de 1 m. (Fig. 6).
- Puntales doblados, en la dirección del plano de los largueros, con deformación permanente igual o mayor de 5 mm medida en el centro de un intervalo "a" de longitud de 1 m. (Fig. 6).
- Deformaciones permanentes iguales o mayores de 10 mm en los elementos de la celosía (horizontal y diagonal), y en cualquier dirección. Para longitudes menores de 1 m, el valor de 10 mm se puede interpolar linealmente. (Fig. 6)

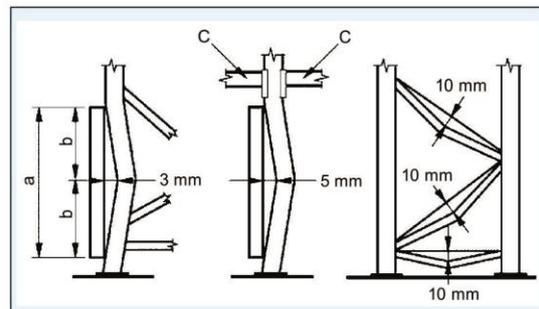


Figura 6. Alzados con el método de medición para evaluar los daños en puntales, diagonales y horizontales

Riesgo rojo

Se considera esta clasificación, cuando los valores límite son iguales o superan el DOBLE de los especificados en la figura 6.

Las mediciones especificadas en los apartados A) y B) han de realizarse con la regla de medición adecuada y en contacto con la superficie del puntal, situándola en un lado del punto de concavidad del puntal

En todos los casos la regla de referencia, debe tener sus extremos dentro de la concavidad y a igual distancia de la flecha máxima o central.

Bastidores

Si se observan pliegues, desgarros o dobleces (fig. 7a y

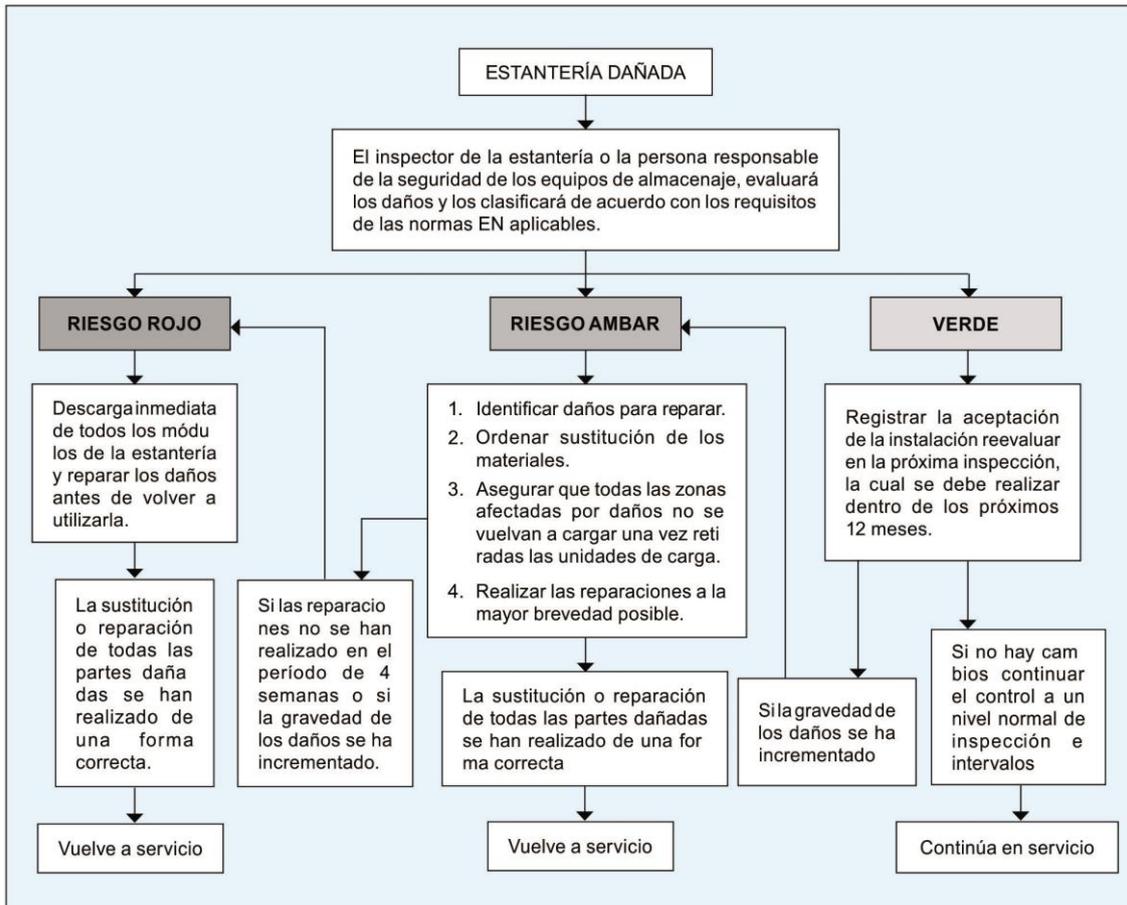


Figura 5. Diagrama del proceso a seguir frente a una estantería dañada. Fuente: norma EN 15635

7b), el bastidor se considera inutilizado, cualquiera que sea la flecha medida y por tanto, calificada con daños con riesgo rojo.

Igualmente, si no se llega a los límites indicados, se debe tener presente que la capacidad de carga del bastidor ha quedado muy mermada. En caso de duda se descargará el bastidor.

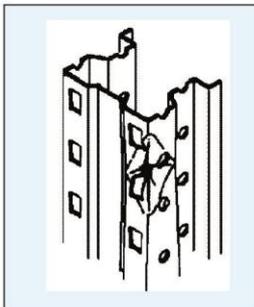


Figura 7a. Abollado del puntal

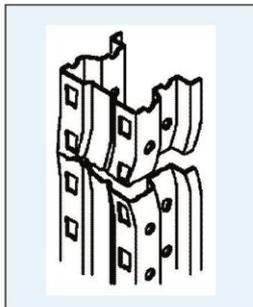


Figura 7b. Desgarro del puntal

Largueros

En los siguientes casos el larguero afectado debe ser descargado y repuesto.

- Deformación residual vertical permanente mayor que el 20% de la deformación o flecha nominal (L/200) bajo carga.
- Deformación residual lateral mayor que el 50% de la deformación o flecha nominal vertical bajo carga (L/200).
- Las soldaduras en los conectores presentan agrietamientos o desgarros (Fig. 8)
- Una o más uñas de un conector están arrancadas, abiertas o visiblemente agrietadas.

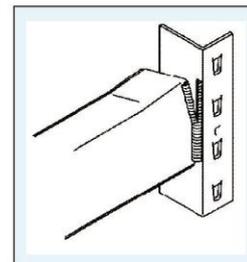


Figura 8. Rotura soldadura del conector

Los daños localizados en forma de abolladuras, hendidos, etc., deben ser evaluados en cada caso.

Se entiende por deformación residual, aquella que permanece después de la descarga de los largueros. Para más información sobre el uso del sistema de almacenaje consultar la norma EN 15635.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía Técnica señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (RD 485/1997)
- (2) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los Lugares de Trabajo (RD 486 / 1997)
- (3) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los Equipos de Trabajo (RD 1215/1997)
- (4) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO
Carretillas elevadoras automotoras (III): mantenimiento y utilización (NTP – 715)
- (5) NORMA UNE-ENV 1993-1-1
Eurocódigo 3 - Proyecto de estructuras de acero - Parte 1-1 Reglas generales y reglas para la edificación
- (6) NORMA EN 1993-1-3
Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1- 3 General Rules - Supplementary rules for cold formed thin gauge members and sheeting.
- (7) NORMA EN 15512
Steel static storage systems – Adjustable pallet racking systems – Principles of structural design
- (8) NORMA EN 15620
Steel static storage systems – Adjustable pallet racking systems – Tolerances, deformations and clearances
- (9) NORMA EN 15629
Steel static storage systems – The specification of storage equipment
- (10) NORMA EN 15635
Steel static storage systems – The application and maintenance of storage equipment
- (11) NORMA UNE 58011:2004
Almacenaje en estanterías metálicas. – Clasificación. – Definiciones. – Terminología (prevista su sustitución por la pr EN 15878 – Steel static storage systems – Terms and definitions)

Colaboración especial de:

FEM – AEM, CNE de FEM X (Barcelona)
CTN 58 “Estanterías Metálicas” de AENOR
ESMENA S.L.U.