



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

Diseño de sistema transportador aéreo 4tn para mejorar el proceso de despacho en la empresa Ferronor S.A.C – Chiclayo.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

Chiscul Esquives, Anyelo Hernán (ORCID: 0000-0001-7514-4357)

**ASESOR:**

Mg. Dávila Hurtado, Fredy (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

**CHICLAYO – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Esta investigación se la dedico a Dios por ser la fortaleza de mi vida, por darme la oportunidad de vivir y estar con mi familia, por darme el valor para lograr mis metas, por darme la inteligencia y sabiduría para culminar satisfactoriamente mis estudios.

A mi familia, por ser mi gran soporte, y por brindarme su ayuda incondicional para culminar mi carrera profesional y por el gran amor, comprensión y paciencia que me dio fuerzas y los ánimos para seguir adelante.

***Anyelo Chiscul***

## **Agradecimiento**

Un agradecimiento en especial a Señor Todopoderoso por ser pilar fundamental en mi formación profesional y de mi vida tanto personal como profesional y por brindarme una gran alegría de culminar este trabajo de investigación.

También expreso un profundo agradecimiento a mis padres y mi familia por su apoyo moral, espiritual e incondicional para poder culminar con éxito mi formación profesional.

***El autor***

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	11
3.2. Variables, y Operacionalización .....	11
3.3. Población y Muestra.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimiento .....	14
3.6. Métodos de Análisis de Datos.....	15
3.7. Aspectos Éticos. ....	15
IV. RESULTADOS .....	16
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMEDACIONES .....	57
REFERENCIAS .....	58
ANEXOS.....	63

## Índice de tablas

<b>Tabla 01.</b> Especificaciones dimensionales y peso .....	18
<b>Tabla 02.</b> Propiedades mecánicas.....	18
<b>Tabla 03.</b> DAP de proceso de carga de fierro con montacargas .....	19
<b>Tabla 04.</b> DAP de proceso de carga de fierro con estibadores .....	20
<b>Tabla 05.</b> IPER de proceso de carga de fierro con estibadores .....	21
<b>Tabla 06.</b> IPER de proceso de carga de fierro con montacargas. ....	22
<b>Tabla 07.</b> Clase del uso del aparato .....	25
<b>Tabla 08.</b> Estado de carga del sistema.....	26
<b>Tabla 09.</b> Clasificación del sistema de elevación .....	27
<b>Tabla 10.</b> Clase de los mecanismos .....	28
<b>Tabla 11.</b> Estado de carga de los sistemas .....	30
<b>Tabla 12.</b> Clasificación de los mecanismos .....	31
<b>Tabla 13.</b> Resumen de la clasificación del puente .....	31
<b>Tabla 14.</b> Grupo de la máquina de elevación.....	32
<b>Tabla 15.</b> Coeficientes en función del grupo de clasificación .....	33
<b>Tabla 16.</b> Medidas de espiras-tambor de arrollamiento .....	36
<b>Tabla 17.</b> Tabla de medida de espiras .....	36
<b>Tabla 18.</b> Resumen de resultados tambor .....	37
<b>Tabla 19.</b> Rendimiento de polipasto.....	38
<b>Tabla 20.</b> Datos de ficha técnica de motor de elevación .....	39
<b>Tabla 21.</b> Datos de ficha técnica del gancho .....	39
<b>Tabla 22.</b> Resumen de elementos de polipasto .....	40
<b>Tabla 23.</b> Resumen de elementos de polipasto según ficha técnica proveedor ...	41

<b>Tabla 24.</b> Datos carro y potencia del motor de traslación .....	41
<b>Tabla 25.</b> Dimensiones del carro monoviga .....	42
<b>Tabla 26.</b> Datos del motor de traslación.....	43
<b>Tabla 27.</b> Dimensiones de la viga .....	46
<b>Tabla 28.</b> Tabla de materiales .....	48
<b>Tabla 29.</b> Montaje electromecánico .....	48
<b>Tabla 30.</b> Cuadro de resumen de presupuesto .....	49
<b>Tabla 31.</b> Ingresos .....	49
<b>Tabla 32.</b> Egresos .....	50
<b>Tabla 33.</b> Evaluación económica .....	50

### Índice de gráficos y figuras

Figura 01. Sección transversal .....	9
Figura 02. Flexión de viga Fuente .....	9
Figura 03. Fragmento de material de una viga a flexión. ....	10
Figura 04. Vista aérea del almacén Ferronor .....	16
Figura 05. Plano de área de almacén .....	16
Figura 06. Identificación de barra de acero según el fabricante .....	17
Figura 07. Dimensiones generales del sistema .....	24
Figura 08. Espectros de carga .....	29
Figura 09. Dimensiones de las poleas .....	35
Figura 10. Medidas del tambor.....	37
Figura 11. gancho modelo 3D .....	40
Figura 12. Dimensiones de gancho.....	40
Figura 13. Distancia de ruedas de carro.....	42
Figura 14. Plano de almacén donde se instalará el sistema.....	47

## Resumen

El tema principal de investigación del presente proyecto incide en la mejora de la calidad del proceso de acarreo de materiales, de ser manual a utilizar mecanismos electromecánicos dentro de la empresa Ferronor sac , ubicada en el departamento de Lambayeque carretera panamericana norte Km 03, con el fin de reducir los riesgos y evitar que los trabajadores sufran lesiones al manipular estas cargas y poder incrementar el rendimiento de horas hombre, se tuvo como objetivo general diseñar un sistema trasportador aéreo de 4 Tn en la empresa para optimizar el proceso de despacho de barras de acero. La metodología usada en la presente investigación es no experimental tecnológica. Se realizó un reconocimiento de campo del área de trabajo donde se va a efectuar dicho diseño en el cual se observó las actividades de maniobrabilidad, los equipos disponibles y la infraestructura. Se realizó el registro de parámetros de las diversas condiciones de trabajo, el tipo de producto, dimensiones del producto, condiciones de operación del proceso de carga y descarga de barras de acero mediante las matrices DAP e IPER. Para el diseño del sistema de transportador aéreo, se realizaron cálculos matemáticos para la geometría, las cargas, el tiempo de servicio, selección de material en acero y la velocidad, con la data obtenida y revisando los manuales de elementos estandarizados e información técnica de equipos existentes en el mercado, se procedió a la selección de los componentes de diseño, los materiales y equipos que conformaran el sistema, sé selecciono un modelo de polipasto 32L1K y la viga principal ASTM 36 tipo H y modelo W 16"x10.25"x89 La evaluación económica se ha realizado en un periodo de 3 años para lo cual se evidencia en el costo inicial de S/ 21,681.00 ,obteniendo un VAN de S/ 6,837.08 y un TIR del 30%.

**Palabras claves:** trasportador aéreo, maniobrabilidad, área de almacén.

## Abstract

The main research topic of this project affects the improvement of the quality of the materials hauling process, from being manual to using electromechanical mechanisms within the company Ferronor sac, located in the department of Lambayeque north Panamerican highway Km 03, with the In order to reduce risks and prevent workers from suffering injuries when handling these loads and to increase the performance of man-hours, the general objective was to design a 4-ton aerial conveyor system in the company to optimize the dispatch process of steel. The methodology used in the present investigation is non-experimental technological. A field survey of the work area where said design is going to be carried out was carried out, in which the maneuverability activities, the available equipment and the infrastructure were observed. The registration of parameters of the various working conditions, the type of product, product dimensions, operating conditions of the loading and unloading process of steel bars was performed using the DAP and IPER matrices. For the design of the air conveyor system, mathematical calculations were performed for geometry, loads, service time, selection of steel material and speed, with the data obtained and reviewing the manuals of standardized elements and technical information on equipment. existing in the market, the design components, materials and equipment that make up the system were selected, a 32L1K hoist model and the main beam ASTM 36 type H and model W 16" x10.25" x89 were selected. The economic evaluation has been carried out over a period of xx years for which it is evident in the initial cost of S/ 21,681.00, obtaining a VAN of S/ 6,837.08 and a TIR 30%.

**Keywords:** aerial conveyor, maneuverability, warehouse area.



## I. INTRODUCCIÓN

Desde la prehistoria urge una necesidad de levantar y trasladar objetos muy pesados y el ingenio del ser humano ha permitido crear herramientas que han evolucionado a lo largo del tiempo y que permiten que sin mayor esfuerzo lograr dicho objetivo, en la actualidad se cuenta con la tecnología y la maquinaria idónea para este fin como las grúas, polipastos, montacargas, estocas entre otros usados en el sector metalmeccánico y otros.

“En todo proceso industrial es imprescindible el manejo y traslado de materiales, y dependiendo del tamaño, peso, estado y naturaleza de la carga a mover, se necesitarán distintos sistemas de manipulación, pudiendo ser desde sistemas manuales hasta el automático, mediante equipos o mecanismos, estos sistemas son útiles para manipular la carga de una forma más eficiente y segura, previniendo daños a la mercadería ya sea por mala manipulación o por los diferentes agentes externos que pueden intervenir al proceso del traslado” (Rodríguez, 2015).

“La constante demanda en la fabricación de estructuras metálicas y las prestaciones de mantenimiento en las compañías de Guayaquil ha aumentado el proceso de fabricación de diversos sistemas para el movimiento de mercadería u objetos pesados de variado volumen, en la actualidad se requiere una amplia visión para este mercado, ya que los usuarios solicitan más simplicidad a la hora al momento del montaje de máquinas y de fabricación de estructuras” (Tenelema, 2013).

De acuerdo a la investigación de Villa & Naranjo se está desaprovechando el espacio disponible de trabajo en lugares abovedados por lo siguiente:

[...] Que debido a la deficiencia de optimización de los lugares abovedados se requiere obras civiles de alto presupuesto, lo que ocasiona el alza del costo del proyecto y extensión de los tiempos de construcción. Es por ello que nace la posibilidad de fabricar sistemas de transportadores aéreos a la medida y exigencia del cliente, para ilustrar mejor el caso, encontramos su funcionamiento en las salas de máquinas de las centrales hidroeléctricas, las cuales tienen cubiertas abovedadas y requieren de este sistema para el mantenimiento e instalación de los distintos componentes de las turbinas. (2016, pág. 2)

Sánchez & Sono en su investigación realizan un análisis de la demanda de acero en el ámbito peruano y mundial durante los últimos años en la cual nos manifiestan que:

[...] En Perú el rubro de la construcción abarca el 51% de la demanda nacional de acero, lo que expresa que, al haber acontecido una reducción del 5,8% durante el periodo 2015, las ventas hayan sido afectadas. El acero importado de origen chino tiene un bajo costo, lo cual también afecta a los productores locales. Durante los meses de enero y febrero del 2016, el consumo de acero laminado en la región alcanzó los 10,3 millones de toneladas, cayendo un 16% con respecto al año 2015. Los principales incrementos en el consumo de acero, en términos absolutos y porcentuales, se registraron en Honduras (75 mil toneladas mostrando un incremento de 217%); Guatemala (24 mil toneladas y creciendo un 16%); México (15 mil toneladas y aumentando un 0,4%), y Chile (2 mil toneladas y aumentando un 1%) todo lo contrario sucede en Brasil en donde el consumo de acero laminado se redujo en 1,4 millones de toneladas, decreciendo 34%. Mientras que los países de Perú, Argentina y Colombia registraron caídas significativas de 8%; 8%, y 7%, respectivamente. (Sanchez, Sono, & Uipan, 2016).

Tomando como referencia las cifras citadas en el texto anterior, la empresa afrontaría un gran reto en el mercado, teniendo como factores los precios muy bajos, situación política aún no estable, mercado local contraído, y el desarrollo que avanzó aceleradamente. En esta situación, solo se tendría una alternativa, y es a través de la optimización de costos, la reducción de gastos y la mejora en los tiempos de entrega.

La empresa "FERRONOR SAC" ubicada en Lambayeque carretera panamericana norte Km 03, se dedica a la comercialización y distribución de materiales de construcción sea cemento, planchas onduladas, alambre recocido y barras de acero corrugado, brindando sus productos a numerosas empresas. Actualmente la empresa ha experimentado un aumento de la demanda en las compras de cemento y barras de acero, el uso de un único montacargas limita el tiempo de entrega en las unidades de reparto, lo que está generando pérdidas a la empresa por no poder atender todas las solicitudes diarias.

La empresa debido al aumento de la demanda de compra de materiales, vio la necesidad de expandir su capacidad de almacenaje, alquiler de montacargas

extras y destinar 3 trabajadores del personal de reparto para poder realizar la carga de las unidades y cubrir dicha demanda ,la empresa tiene en sus planes mejorar el proceso de despacho de barras de acero , por lo que alquilar maquinaria extra y cargar de manera manual las unidades no es muy viable, por lo que se tiene la necesidad de poder realizar este proceso con una máquina y evite que los trabajadores sufran lesiones al manipular estas cargas ,se ve como una opción la implementación de un sistema de transportador aéreo de 4 TN que alcance las disposiciones requeridas para esta área de despacho (carga, descarga y transporte) de barras de acero.

Se plantea la siguiente interrogante de investigación:

¿Cómo optimizar el proceso de despacho mediante el diseño de un sistema de transportador aéreo de 4tn en la empresa? se propone la siguiente hipótesis que mediante el diseño de un sistema de transportador aéreo se podrá optimizar el proceso de despacho de materiales en la empresa.

La justificación de esta investigación incide en la mejora de la calidad del proceso, de ser manual a utilizar mecanismos electromecánicos, es por ello que se realiza un diseño de sistema de transportador aéreo que se ajusta al ambiente ya existente en el área de trabajo. El desarrollo del proyecto contribuirá a un progreso significativo del conocimiento materiales metálicos en el diseño y fabricación de elementos estructurales a la tecnología actual.

Socialmente nos permitió que el trabajo del operario dentro del almacén se logre realizar sin esfuerzos físicos innecesarios y así evitando posibles accidentes que se puedan ocasionar por el manejo de materiales pesados, el diseño se estableció bajo las normas de seguridad industrial vigentes.

Se justifica Económicamente pues al implementarse el diseño del transportador aéreo se realiza un trabajo más rápido y eficiente en transporte, carga y descarga de paquetes de barras de acero, aumenta la velocidad en el traslado de productos, por lo que reduce los tiempos de despacho y permitió a la empresa cumplir con todas las solicitudes de compras diarias e incrementar las utilidades económicas.

Para el desarrollo de esta investigación se tiene el siguiente Objetivo general.

- Diseñar un sistema transportador aéreo de 4 Tn en la empresa para optimizar el proceso de despacho de barras de acero.

Para lograr el objetivo general del presente proyecto se plantearán los siguientes

Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico de las actividades de maniobrabilidad del área de despacho de la empresa Ferronor sac.
- Determinar los parámetros de diseño del sistema transportador aéreo en el área de almacén de la empresa Ferronor sac.
- Seleccionar de los diferentes componentes electromecánicos del sistema de transportador aéreo empleando un software de diseño CAD, acompañado de los planos de diseño.
- Realizar la evaluación económica del diseño del sistema transportador aéreo de 4 TN mediante los indicadores VAN y TIR.

## II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente proyecto se ha requerido referencias de investigadores, los cuales han tenido diversos objetivos de estudio, citando alguno de ellos para el cumplimiento del objetivo del presente estudio.

Dentro de la documentación revisada encontramos la tesis de Jaramillo ,un proyecto que tiene la finalidad de mejorar el almacenamiento y transporte de bobinas a través del diseño y la implementación de un puente grúa, se pronostica lograr una optimización y mejoramiento en el tiempo de transporte de las bobinas. Para lograr el diseño requerido se empleó el software ANSYS WORKBENCH en el cual se realizaron diversas simulaciones estructurales” (Jaramillo, 2018).

“En la pesquisa diseño de un sistema de transportador curvo para optimización de lugares abovedados, nos manifiesta que se logró diseñar un sistema con 10 toneladas de capacidad nominal ,con sus respectivos grados de libertad de movimiento trasversal ,vertical y longitudinal, el cálculo y diseño de los diferentes elementos del sistema fueron validados mediante simuladores, para la obtención factor estático y análisis de fatiga realizadas en el software ANSYS , el diseño del sistema fue sometido a pruebas de seguridad y se pudo verificar que si soportaría las cargas lo cual garantiza su diseño” (Villon & Naranjo, 2016).

“En la investigación que se realizó en la empresa picosa de sistemas de transporte para el ensamblaje de estructuras de carrocerías, el diseño propuesto mejora el sistema de transporte para la empresa, donde se pueden sugerir que a partir de algunos criterios de selección existen muchos de ellos que necesitan más énfasis al momento de analizarlos, como los riesgos mecánicos, ergonómicos y la mantenibilidad, a través de un programa CAD asistido se calculó las cargas actuantes, donde se obtiene resultados de deflexiones, esfuerzos y momentos” (Guerra, 2015).

“Huaroc en su tesis diseño de un puente grúa para la Mina Yauricocha, concluye que su investigación puede ser utilizada como guía de diseño para múltiples trabajos de ingeniería, adicionalmente, promueve el uso del método generalizado debido que el presente método se ajusta a la realidad nacional. Cabe recalcar que

el método generalizado puede ser utilizado por ingenieros con mucha o poca experiencia dentro del campo diseño, proporcionando la información requerida para la elaboración de los planos de fabricación y montaje” (Huaroc, 2018).

Para el desarrollo de la presente investigación se investigó conceptos que involucran el sistema de transportador aéreo las cuales se detallan a continuación:

“El diseño en ingeniería es un proceso de toma de decisiones, en la cual las ciencias básicas, las matemáticas, es el proceso de concepción de un sistema para satisfacer unas necesidades, los conocimientos de ingeniería son aplicados para transformar óptimamente los recursos y satisfacer los objetivos” (García Melo, 2004).

“Es competencia del diseñador precisar los materiales apropiados para el diseño y selección de cada elemento de un mecanismo. Lo primero que debe hacer es precisar y calcular las magnitudes de las cargas que soportará el diseño, el área en el que funcionará y el material que se utilizara.” (Mott, 2006).

“La sucesión del diseño reside en una secuencia de pasos estructurados que tiene por finalidad solucionar un problema o necesidad del fabricante o cliente, el diseñador a través de la ideación e invención desarrolla su creatividad siendo esta la etapa más satisfactoria a nivel profesional” (Norton, 2009).

“En la actualidad el software para el diseño asistido por computadora (CAD) juega un papel importante porque permite el desarrollo de diseños tridimensionales (3-D), a su vez nos permite cálculos rápidos y exactos de algunas propiedades mecánicas. Existe una variedad de software de CAD disponible, AutoCAD, Inventor, Ansys y Solid Works, sólo por citar algunos” (Budynas & Nisbett, 2008).

“Los planos de la máquina se realizaron de acuerdo a los lineamientos del dibujo técnico, tomando en cuenta a evolución del dibujo en los últimos años el uso de la computadora y software especializados, con el uso de los instrumentos adecuados se garantiza dibujos limpios, precisos y de gran calidad el cual va a permitir la comunicación de lo que queremos construir” (Pérez, 1997).

“Reyes nos manifiesta que el almacén puede definirse como un área planificada para la ubicación y manipulación de materiales y productos” (Reyes, 2019).

“El área almacén, de cualquier rubro empresarial e industrial debe estar de acuerdo a las características de los productos, maquinaria o equipos utilizadas. Es importante que cada área se encuentre delimitada, y además que se señalice las zonas de circulación para las personas, zonas de estacionamiento de los apiladores y montacargas.” (Cornejo & Leòn, 2017).

“Los sistemas de transportador aéreo son un equipo que se utilizan para el izaje y transporte de cargas pesadas o livianas de un punto a otro que no pueden ser manipulados fácilmente por el ser humano, en un volumen de trabajo específico, ya sea en el interior de las estructuras abovedadas o de las mismas. El movimiento de estos recursos se realiza a lo largo y ancho de las áreas de trabajo y de manera vertical u horizontal” (Jurado, 2015).

“En gran medida, el estudio de una estructura o maquina muy compleja se puede simplificar por medio del aislamiento sucesivo de cada elemento, mediante el empleo de diagrama de cuerpo libre, el diagrama establece las direcciones de los ejes de referencia; proporciona un lugar para registra las magnitudes y direcciones de las fuerzas conocidas: además ayuda a suponer las direcciones de las fuerzas desconocidas” (Budynas, Nisbett, & Ríos Sánchez, 2008).

Generalmente, estos sistemas electromecánicos son diseñados con materiales de acuerdo a los requerimientos estructurales bajo las normas de seguridad vigente, entre las más comunes tenemos ASTM A36, ASTM A572 Gr 60, Estos sistemas de transportador aéreo pueden contar con un sistema de control mediante una cabina o por control manejado por un operador a una distancia moderada desde el piso, que son los más comunes en el mercado

La norma CMMA 70, clasifica los sistemas de transportador aéreo en grupos de carga de acuerdo con las condiciones de servicio:

- [...] Clase A (Uso poco frecuente)
- Clase B (Servicio liviano)
- Clase C (Servicio moderado)

- Clase D (Servicio pesado), cada una de estas clasificaciones cubre diferentes necesidades dentro de los diferentes y diversos usos en la industria como plantas eléctricas, salas de turbinas, talleres de reparación, fábricas de ensamblajes, almacenes de diversos tipos y tamaños y otros. (2000, pág. 10)

## Factor de seguridad

Jaramillo es su pesquisa precisa que el cociente entre la resistencia del material y el esfuerzo de diseño se llama factor de seguridad.

El factor debe siempre ser mayor a 1, para evitar cualquier tipo de fallo; según el diseño y aplicación, se usan factores de seguridad con valores comprendidos entre 1 y 10. (Jaramillo, 2018, pág. 17)

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

Dónde:

$n$  = Factor de seguridad.

$\sigma_y$  = Esfuerzo ultimo de resistencia del material

$\sigma$  = Esfuerzo de diseño.

## Esfuerzo cortante axial

Jaramillo manifiesta en su investigación que la tensión tangencial actúa de forma de cizalla sobre la sección transversal de un elemento mecánico como se observa en la figura 01, el esfuerzo cortante axial se expresa en la siguiente ecuación. (2018, pág. 17)

$$\tau = \frac{V}{A}$$

Dónde:

$V$  = Fuerza cortante [N]

$A$  = Área de corte [ $m^2$ ]

$\tau$  = Esfuerzo cortante [Pa]



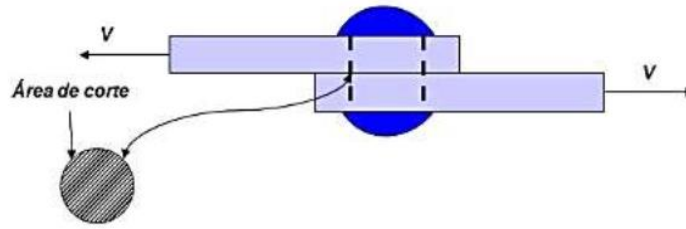


Figura 01. Sección transversal

## Flexión de Vigas

“Mott nos manifiesta que una viga es un miembro estructural que soporta cargas transversales, esta debe estar sostenida de manera estable para que se mantenga en equilibrio. Todas las cargas y momentos externos deben ser resistidos por uno o más apoyos. Los diferentes tipos de apoyo ofrecen diferentes tipos de reacciones” (Mott, 2006, págs. 246-251).

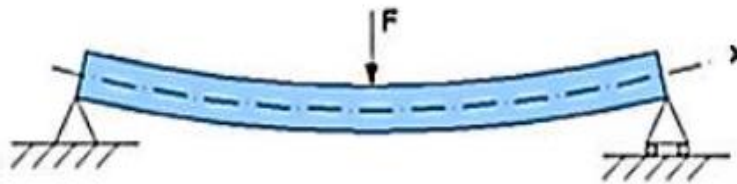


Figura 02. Flexión de viga Puente

Fuente: Diseño de Elementos de Máquinas

## Esfuerzo por Flexión

En el libro de diseño de SHIGLEY nos indica que cuando una viga está sometido a flexión como se indica en la figura 3, el material superior al eje centroidal está sometido a esfuerzos de compresión, mientras que el material inferior se encuentra sometido a esfuerzos de tensión. El esfuerzo por flexión varía linealmente con la distancia desde el eje neutro  $y$ , y esta expresada por la ecuación” (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 86).

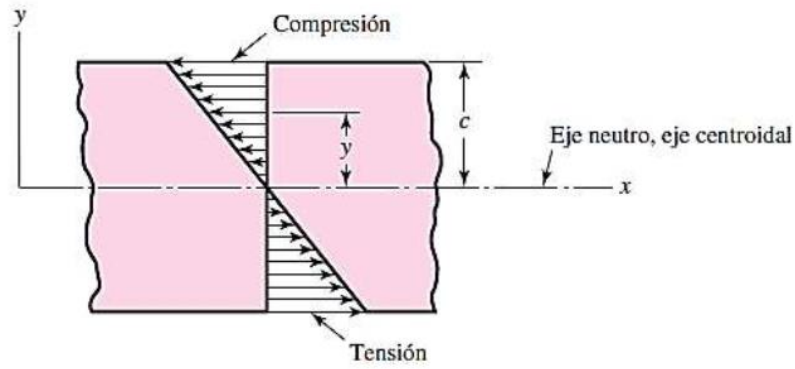


Figura 03. Fragmento de material de una viga a flexión.

Fuente: DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{A}$$

Siendo:

$M =$  Momento flector(Nm)

$c =$  distancia al eje centroidal (mm)

$I =$  Momento de inercia (mm<sup>4</sup>)

$\sigma_{max} =$  Esfuerzo maximo flector(Pa)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de Investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

###### **Tecnológica o aplicada**

“Este tipo de investigación está enfocada a solucionar de manera objetiva los problemas de los diversos procesos de producción y consumos de bienes y servicios, principalmente a las actividades de tipo industrial, infraestructura, etc.” (MeJia, Novoa, Villagomez, & Ñaupas, 2015)

La presente investigación es tecnológica pues a raíz de la necesidad de mejorar los procesos de despacho de la empresa que paso de un proceso manual a un funcionamiento mecánico, además se utilizó un software de diseño CAD que nos ayudan en la creación, modificación, análisis y optimización de nuestro diseño, y se empleó la observación para repensar el proceso, repensar la máquina y la tecnología que se está aplicando y sobre la cual se está trabajando.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

“Se refiere a la apreciación concreta de la sociedad actual. Trabaja con objetos de estudio” (Gomez Bastar, 2012)

El diseño de esta investigación será no experimental ya que no se manipularon las variables, además se observaron situaciones ya existentes, investigadas anteriormente.

#### **3.2. Variables, y Operacionalización**

##### **3.2.1. Variable Independiente**

Diseño de sistema transportador aéreo 4 Tn

##### **3.2.2. Variable Dependiente.**

Proceso de despacho

(Ver el cuadro de operacionalización de variables en el anexo 3)

### **3.3. Población y Muestra.**

#### **3.3.1. Población (N)**

“Comprende en su totalidad a todos los miembros de un grupo que serán parte del análisis de investigación” (Cruz del Castillo, Olivares Orozco, & Gonzáles García, 2014).

Para la presente investigación, la población está enfocada para el propósito fundamental del estudio, que es *el proceso de despacho de materiales de las empresas de venta de materiales de construcción.*

#### **3.3.2. Muestra.**

“Obtenida por diversos procedimientos que comprenden dos grandes grupos, del muestreo probabilístico y el no probabilístico” (Baena Paz, 2014). En este caso, el muestreo es de tipo no probabilístico por ser de criterio espontáneo de tal manera la muestra seleccionada a criterio del investigador es la *empresa Ferronor sac.*

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnicas de Recolección de datos**

##### **Observación**

“La observación es el proceso de conocimiento de la realidad, mediante el contacto directo del sujeto y el objeto o fenómeno por conocer o también puede ser definido como el registro sistemático y válido de datos e informaciones de los hechos observados” (MeJia, Novoa, Villagomez, & Ñaupás, 2015).

Se empleó la técnica de observación donde se caracterizaron los parámetros del sistema de transportador aéreo, permitió realizar un diagnóstico de las actividades de maniobrabilidad del área de despacho, evaluando las diferentes condiciones de trabajo, la técnica empleada por los operarios,

además se usó esta técnica para evaluar el diseño del sistema de transportador aéreo.

### **Revisión Documentaria**

Esta técnica nos permitió la indagación de distintos documentos con información necesaria para el diseño sistema de transportador aéreo, así como la indagación de los diversos materiales que sean adecuados para el diseño del mismo.

## **3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

### **Guía de entrevista**

Se elaboró una guía de entrevista impresa donde contenía las preguntas a formular al gerente de operaciones de la empresa, esta guía de entrevista siguió una secuencia determinada de preguntas con el fin de obtener datos importantes para el desarrollo de la investigación.

### **Ficha de registro de parámetros de Operación**

Este instrumento nos permitió determinar las características principales del sistema transportador aéreo y registrar las diversas condiciones de trabajo, tipo de producto, dimensiones del producto, condiciones de operación del proceso de carga y descarga de barras de acero, etc., estos parámetros de operación que se van a registrar son relevantes para el diseño.

### **Ficha de Revisión Documentaria**

Nos permitió llevar un registro de los múltiples documentos los cuales serán consultados para la determinación de los parámetros y el diseño del sistema de transportador aéreo de carga, tales como manuales de elementos estandarizados, ficha técnica de componentes presentes en el mercado, para su evaluación y posterior selección.

### **3.4.3. Validez**

Fue dada por los profesionales que validaron los instrumentos, dando su aprobación a las técnicas utilizadas en este proyecto, la cual tiene la seguridad de la veracidad de los resultados conseguidos para determinar los parámetros de diseño de sistema de transportador aéreo.

### **3.4.4. Confiabilidad**

La confiabilidad de la información necesaria para el diseño, las técnicas e instrumentos se logró mediante especialistas, quienes validaron la toma de datos durante el desarrollo del proyecto, también se apoyó por investigadores que han efectuados estudios vinculados al tema por lo consiguiente se están siendo citados respectivamente.

### **3.5. Procedimiento**

El lugar seleccionado para realizar nuestro estudio es la empresa Ferronor, la presente investigación se inició haciendo un reconocimiento de campo del área de trabajo donde se va a efectuar dicho diseño en el cual se observó las actividades de maniobrabilidad, los equipos disponibles y la infraestructura.

Se realizó el registro de parámetros de las diversas condiciones de trabajo, el tipo de producto, dimensiones del producto, condiciones de operación del proceso de carga y descarga de barras de acero.

Se realizó una entrevista al gerente de operaciones para poder establecer la lista de exigencias que debe cumplir el sistema de transportador aéreo para satisfacer la necesidad requerida.

Para el diseño del sistema de transportador aéreo, se realizaron cálculos matemáticos para la geometría, las cargas, el tiempo de servicio, selección de material en acero, la velocidad. Una vez obtenido estos valores se procedió a realizar los análisis mecánicos de cargas y esfuerzos en el software CAD, con la data obtenida y revisando los manuales de elementos estandarizados e información técnica de componentes existentes en el

mercado, se procedió a la selección de los componentes de diseño, los materiales y equipos que conformaran el sistema.

Por último, utilizando la herramienta de cálculo Microsoft Excel se realizó una evaluación económica mediante los indicadores VAN y TIR.

Cabe señalar que todas las coordinaciones para la obtención de información se realizaron con la gerencia de operaciones de Ferronor, quien amablemente accedió a tal fin mostrándose interesado en dicho proyecto. Para lo cual se firmó documentos que garanticen la cooperación entre la empresa y la universidad.

### **3.6. Métodos de Análisis de Datos.**

Para el presente proyecto se analizó las fichas de recolección de datos que fueron necesarias para el proceso de diseño, los cuales han sido validadas por fuentes confiables como libros y documentación recolectada, que sirvieron para definir los parámetros de diseño de sistema de transportador aéreo, luego para el modelamiento del diseño se utilizó el software SOLIDWORK y para realizar la evaluación económica del proyecto se usó el Microsoft Excel donde se utilizó formulas del VAN y TIR.

### **3.7. Aspectos Éticos.**

El investigador admite el compromiso de seguir los principios de una investigación como respetar la autoría de las diversas fuentes requeridas para el desarrollo del mismo. El diseño planteado no tiene un efecto negativo en la sociedad si no por el contrario un beneficio para esta.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Realizar un diagnóstico de las actividades de maniobrabilidad del área de despacho.

La empresa Ferronor cuenta con 7 áreas para almacenaje de productos diversos para la construcción, para nuestro estudio solo tomamos la zona de despacho del almacén 7 el cual cuenta con un área de  $389.05 \text{ m}^2$  techado y con piso de cemento pulido

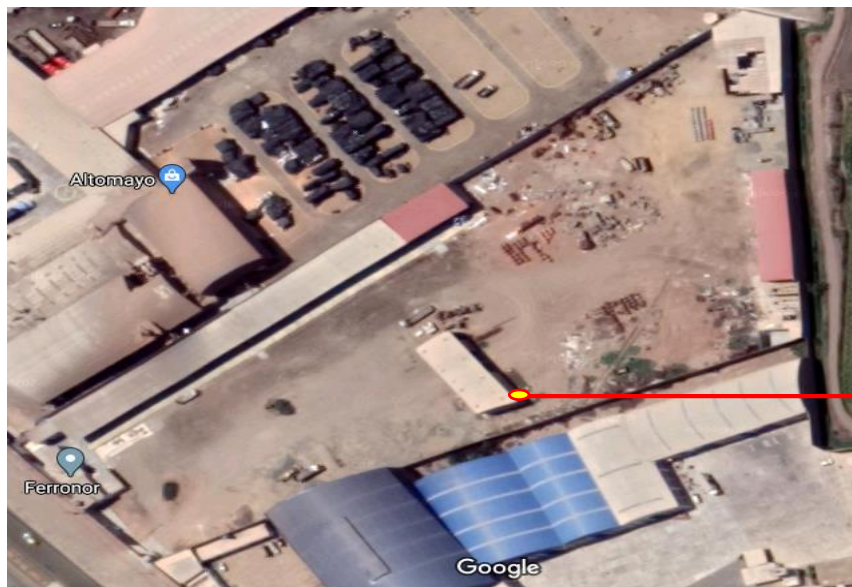


Figura 04. Vista aérea del almacén Ferronor

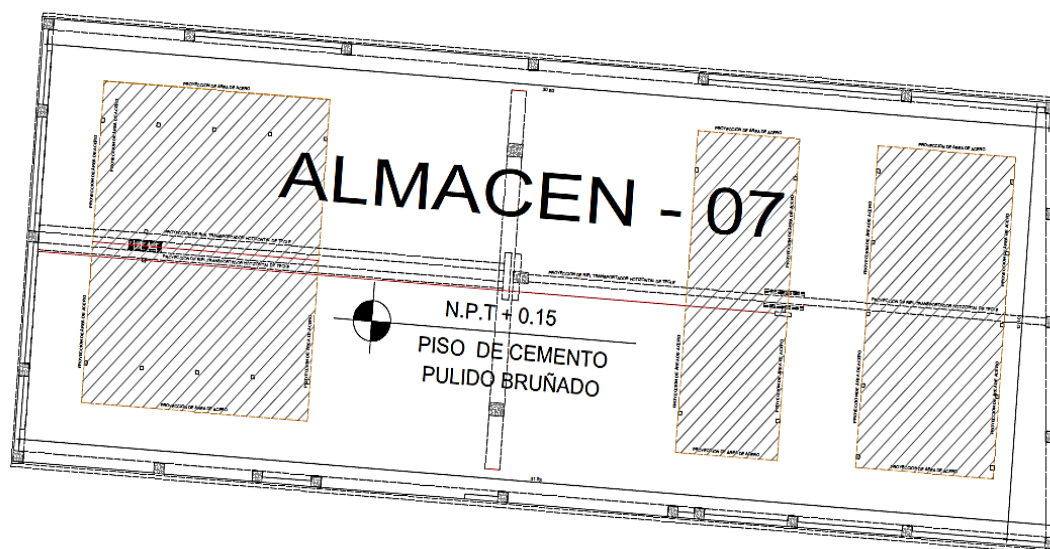


Figura 05. Plano de área de almacén



El almacén general de la empresa cuenta con el siguiente personal, 12 estibadores, 4 choferes, 4 almaceneros, 1 jefe de almacén, 3 en personal de logística, 2 vendedoras y 2 operadores de montacargas.

En el almacén 07 labora un almacenero que se encarga de la Recepción y almacenamiento de las barras de acero corrugado en zonas ya determinadas, también está a cargo del despacho, esta función es el proceso de la preparación de pedidos, el almacenero debe asegurar el correcto funcionamiento del almacén, es decir se debe asegurar el cumplimiento de las tareas encomendadas a los estibadores y los operadores de la maquinaria.

En esta área se despacha barras corrugadas o barras de acero rectas de sección circular, con resaltes Hi-bond, son barras de acero al carbono según norma técnica peruana (NTP) 341.031 de grado (G)60 y American Society of Testing Materials (ASTM) A615/A615M G60, son fabricadas en longitudes de nueve (9) metros consideradas como longitudes estándar o normal y en los siguientes diámetros 6mm, 8mm, 3/8", 12mm, 1/2", 5/8", 3/4" y 1" , se comercializa en paquetes de 2 toneladas (Tn) y en varillas, a excepción de las barras de 6mm pues se comercializa en paquetes de 1 Tn y en rollos de 550 kg.

Se identifican mediante marcas laminadas en alto relieve, que indica el fabricante designación de tamaño, tipo de acero y designación de la fluencia mínima.

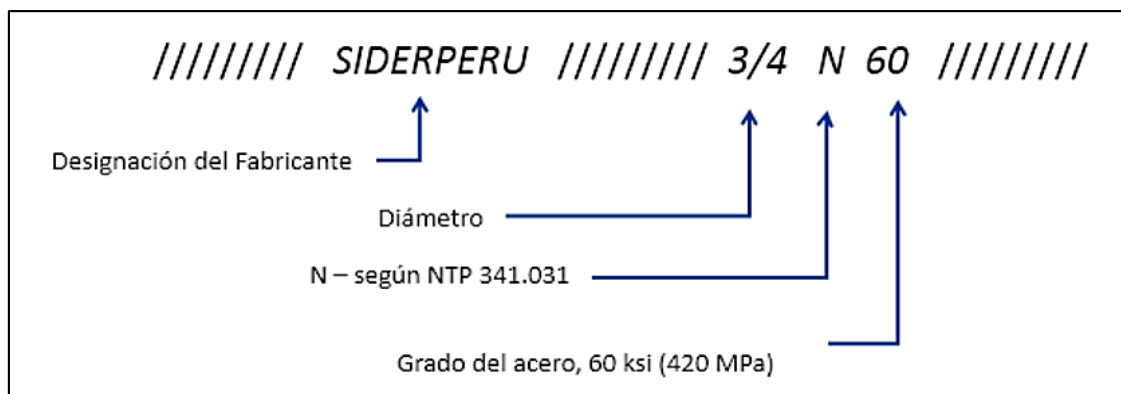


Figura 06. Identificación de barra de acero según el fabricante

A continuación, se presenta un cuadro donde detalla las especificaciones y dimensiones las barras de acero distribuidas por Ferronor, así como las propiedades mecánicas

**Tabla 01. Especificaciones dimensionales y peso**

Designación de la barra corrugada	peso métrico nominal kg/m	Dimensiones nominales			dimensiones resaltes (mm)		
		Diámetro mm	Área sección nominal	Perímetro nominal mm	Espaciamiento promedio máximo	Altura promedio mínimo	Separación (GAP) 12% del perímetro nominal máxima
6mm	0.22	6	28	18.8	4.2	0.24	2.35
8mm	0.395	8	50	25.1	5.6	0.32	3.14
3/8"	0.56	9.5	71	29.9	6.7	0.38	3.6
12mm	0.888	12	113	37.7	8.4	0.48	4.71
1/2"	0.994	12.7	129	39.9	8.8	0.51	4.9
5/8"	1.552	15.9	199	49.9	11.1	0.71	6.1
3/4"	2.235	19.1	284	59.8	13.3	0.97	7.3
1"	3.973	25.4	510	79.8	17.8	1.27	9.7
1 3/8"	7.907	35.8	1006	112.5	25.1	1.8	13.7

Fuente: Gerdau

**Tabla 02. Propiedades mecánicas**

Diámetro nominal (d)	REQUISITOS DE TRACCION				Doblado a 180° diámetro de mandril de doblado		
	Límite de fluencia Mpa (kg/mm2)	Resistencia de tracción Mpa (kg/mm2) mínimo	Relación RT/LF mínimo	% de alargamiento la= 200 mm mínimo			
6mm	A 420 (42,8) 540 (55,1)	620 (63.2)	1.25	11	3d		
8mm				14			
3/8"				12			
12mm						5d	
1/2"							7d
5/8"							
3/4"							
1"				12			
1 3/8"							

Fuente: Gerdau

Para realizar el diagnóstico de las actividades de maniobrabilidad nos enfocamos en dos modelos de ficha de evaluación de procesos dentro de la


empresa, los cuales son el Diagrama Analítico de Procesos (DAP) y el de Identificación De Peligros, Evaluación Y Control De Riesgos (IPER).

#### 4.1.1. DAP

Mediante el DAP podemos brindar una respuesta de forma eficaz a la incógnita de donde se encuentra la falla del proceso. Nos permite determinar los problemas y desarrollar programas de acción para su posible solución. Nos brinda una descripción visual de las actividades implicadas en el proceso de despacho de Ferronor, de esta forma lo que se requiere es la reducción de las demoras proceso.

El DAP correspondiente al proceso de carga de los productos en el almacén #07 de Fierro por TN y varillaje, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 03. DAP de proceso de carga de fierro con montacargas**

NOMBRE DEL PROCESO		CARGA DE FIERRO CON MONTACARGA								
FECHA:		ENERO :2020								
DAP DE CARGA DE PRODUCTOS EN ALMACEN 03 DE FIERRO POR TN Y VARILLAJE										
DOC. DE ENTRADA	ITEM	ACTIVIDAD	QUIEN	INICIO / FIN	Documento	Actividad	Espera	Traslado	DURACION (min)	OBSERVACIONES
	1	INICIO	Logística	x						
	2	Emisión de Guía de Remisión (G/R)	Personal de Logística		x				10	Demora en la verificación de correo y emitir la G/R
	3	Separar mercadería	Personal de estiba y reparto				x		20	
	4	Verificación de mercadería	Jefe de Almacén				x		10	
	5	Carga de la unidad con montacargas	Operador de maquina/ estibadores					x	30	La manipulación de este material con montacargas no es la apropiada y origina perdida de hora/hombre
	6	Verificación y sellado de G/R	Personal de Seguridad		x				5	
	7	FIN	Area Responsable	x						
<b>TOTAL</b>									75	

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla nº 03 del DAP para el proceso de carga de fierro, se establece altos tiempos de espera y que con el tiempo de traslado suman alrededor de 60 min, qué vendría hacer un aproximado del 80% del tiempo total del proceso, a ello le sumamos que dentro de las variables críticas observables indican que la manipulación del fierro con montacargas no es el apropiado y origina pérdida de hora/hombre esto es debido a que el material en cuestión (barras de acero corrugadas) es acero de GR 60 NTP341.031/ASTM A615 de una longitud total de 9m lo que dificulta su fácil manipulación y por ende se necesita el apoyo de los estibadores para el proceso de carga.

Realizamos el DAP para el mismo proceso, pero esta vez con estibadores, así como lo muestra la tabla 04.

**Tabla 04. DAP de proceso de carga de fierro con estibadores**

NOMBRE DEL PROCESO		CARGA DE FIERRO CON ESTIBADORES								
FECHA:		ENERO :2020								
DAP DE CARGA DE PRODUCTOS EN ALMACEN 03 DE FIERRO POR TN Y VARILLAJE										
DOC. DE ENTRADA	ITEM	ACTIVIDAD	QUIEN	INICIO / FIN	Documento	Actividad	Espera	Traslado	DURACION (min)	OBSERVACIONES
	1	INICIO	Logística	x						
	2	Emisión de Guía de Remisión (G/R)	Personal de Logística		x				10	Demora en la verificación de correo y emitir la G/R
	3	Separar mercadería	Personal de estiba y reparto				x		20	
	4	Verificación de mercadería	Jefe de Almacén				x		10	
	5	Carga de la unidad con estibadores	Personal de estiba y reparto					x	50	Proceso inseguro y pérdida de h/hombre
	6	Verificación y sellado de G/R	Personal de Seguridad		x				5	
	7	FIN	Area Responsable	x						
<b>TOTAL</b>									<b>95</b>	



Fuente: Elaboración propia

Analizando el DAP de la tabla 04 podemos identificar que del tiempo total un 84% del proceso se da en los tiempos de espera y traslado, esta cifra que evidencia un retraso que influye directamente en los tiempos de reparto.

Si analizamos ambas tablas podemos apreciar que los tiempos totales varían en 20 min y eso es debido a que en la tabla 04 el personal de estiba es la carga totalmente todo el fierro.

#### 4.1.2. IPER

La Matriz IPER (Identificación de Peligros, Evaluación y control de Riesgos) es una herramienta de gestión que permite identificar peligros y evaluar los riesgos asociados a los procesos de cualquier organización y así poder determinar los controles a implementarse para evitar daños a la integridad y/o salud de los trabajadores. Utilizamos la herramienta IPER para identificar los riesgos y poder evaluarlos, el procedimiento de elaboración lo encontramos en el ANEXO 4, así como el formato a utilizar para la evaluación correspondiente.

El IPER correspondiente a la estiba y manipulación de fierro en el almacén #07 de Fierro por TN y varillaje, se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 05. IPER de proceso de carga de fierro con estibadores**

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS (IPER) FERRONOR SAC			
ITEM	1	(A) INDICE DE PERSONAS EXPUESTAS	2
AREA	REPARTO	(B) INDICE DE PROCEDIMIENTO EXISTENTE	2
ACTIVIDAD	ESTIBA DE FIERRO	(C) INDICE DE CAPACITACIÓN	2
PELIGRO	MANIPULACION DE FIERRO	(D) INDICE DE EXPOSICIÓN DE RIESGO	3
RIESGO	CAIDA DE OBJETOS	IP : INDICE DE PROBABILIDAD	9
CONSECUENCIA A LA SALUD	CONTUSIONES, CORTES	IS : INDICE DE SEVERIDAD	2
REQUISITOS	SI	INDICE DE RIESGO	18
ACT. RUTINARIA	X	NR: NIVEL DE GRADO DE RIESGO	IM
		RIESGO SIGNIFICATIVO	NO
		SUSTITUCIÓN	
		CONTROLES DE INGENIERÍA	x
		CONTROLES ADMINISTRATIVOS	x
		EPP	SI
MEDIDAS DE CONTROL	*Supervisión constante de uso de EPP y condiciones de trabajo		
	*Charla 5 min		

Fuente: Elaboración propia

Mediante el IPER se identificaron los peligros que puede ocasionar la manipulación de fierro de parte de los estibadores, obteniendo un índice de riesgo de 18 que según la escala que se encuentra en el anexo se considera en un valor de riesgo IMPORTANTE (IM) lo cual indica que no deben comenzar la actividad hasta tomar las medidas de control respectivas, dentro de los controles de ingeniería sugiere uso de herramientas o máquinas para el apoyo de estiba de mercadería.

Realizamos el IPER para el uso de montacargas en el proceso de carga de fierro como se aprecia en la tabla 06:

**Tabla 06.** IPER de proceso de carga de fierro con montacargas.

IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE RIESGOS (IPER) FERRONOR SAC			
ITEM	2	(A) INDICE DE PERSONAS EXPUESTAS	1
AREA	ALMACEN	(B) INDICE DE PROCEDIMIENTO EXISTENTE	2
ACTIVIDAD	CARGA DE FIERRO	( C) INDICE DE CAPACITACIÓN	2
PELIGRO	TRABAJO CON MONTACARGA	(D) INDICE DE EXPOSICIÓN DE RIESGO	3
RIESGO	CAIDA DE OBJETOS	IP : INDICE DE PROBABILIDAD	8
CONSECUENCIA A LA SALUD	CONTUSIONES, CORTES	IS : INDICE DE SEVERIDAD	2
REQUISITOS	SI	INDICE DE RIESGO	16
ACT. RUTINARIA	X	NR: NIVEL DE GRADO DE RIESGO	MO
		RIESGO SIGNIFICATIVO	NO
		SUSTITUCIÓN	
		CONTROLES DE INGENIERÍA	x
		CONTROLES ADMINISTRATIVOS	x
		EPP	SI
MEDIDAS DE CONTROL	*Supervisión constante de uso de EPP y condiciones de trabajo		
	*Charla 5 min		

Fuente: Elaboración propia

Según el IPER para carga de fierro con montacargas el índice de riesgo es de 16 cotejando con la tabla de valoración su nivel de grado de riesgo es MODERADO (MO), es decir aún se deben implementa medidas de control para reducir el riesgo y/o impacto, en periodos de tiempo definido, en controles de ingeniería no recomiendan el uso de montacargas para esta actividad debido a que este equipo o maquinaria no está diseñado para dicha función.

#### **4.2 Determinar los parámetros de diseño del sistema transportador aéreo en el área de almacén de la empresa Ferronor sac.**

A la hora de diseñar un sistema de elevación se debe establecer las condiciones de servicio, para poder efectuar los cálculos de diseño, por tanto la clasificación de un aparato de elevación permite establecer el diseño de las estructuras y mecanismos.

Vienen determinadas por el área de almacén donde instalaremos el sistema de transportador aéreo del cual se dio un breve detalle en el objetivo anterior, la cual tiene una luz de 30 metros, de los cuales solo se utilizan 12 metros debido al diseño del almacén, como se ha mencionado el uso del sistema es para el acarreo de materiales de barras de acero de construcción.

##### **Altura máxima:**

Debido a que en dicho almacén se despachan mercadería a Vehículos de categoría M y categoría O que según la norma E.020 vehículos de carga pesada que son diseñados para el transporte de contenedores, cama baja, semis tráiler y tienen una altura máxima de 4,50m y teniendo en cuenta la tolerancia de manipulación se considera una altura de 6 m.

##### **CAPACIDAD DE CARGA**

Está dado por la carga útil, el peso del conjunto del carro y polipasto y la carga de servicio, para el diseño de nuestro sistema de transportador aéreo y teniendo en cuenta las solicitudes requeridas por la empresa se determinó los siguientes parámetros de carga:

**Carga útil:** 2,5 toneladas.

**Carro polipasto y polipasto:** 1,5 toneladas.

**Carga de servicio:** 4 toneladas.

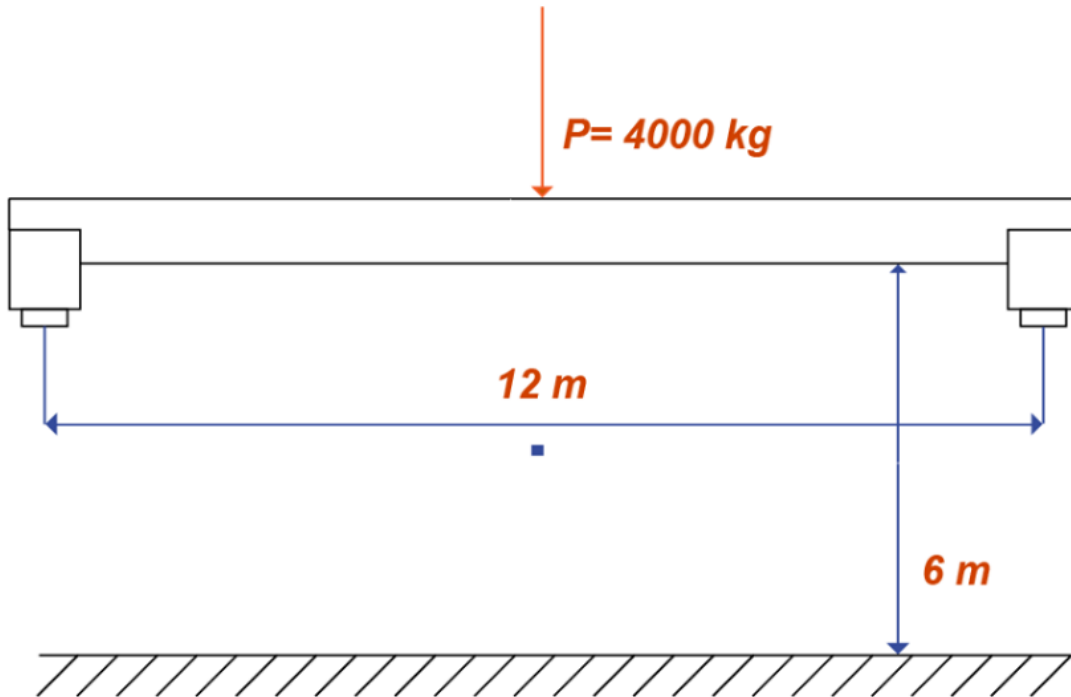


Figura 07. Dimensiones generales del sistema

### Tiempo de servicio

El tiempo de servicio de nuestro sistema de transportador aéreo tendrá un equivalente de 10 años, la cual trabajará de manera frecuente a carga máxima y normalmente a cargas medias. Esta tendrá un tiempo de operación de 5 horas de media diaria, con 240 días al año, Asu vez, realizará 8 ciclos cada hora.

$$\text{Ciclos totales} = V_{util} * d * h * C_h$$

$V_{util}$  = vida util del sistema

$d$  = dias utilizacion al año

$h$  = horas de utilizacion al dia

$C_h$  = ciclos de maniobra por hora

$$\text{Ciclos totales} = 10 * 240 * 5 * 8$$

$$\text{Ciclos totales} = 96000 = 9.6 \times 10^4$$



**Tabla 07. Clase del uso del aparato**

clase del uso	Nº máximo de ciclos de maniobra	Observaciones
S <sub>0</sub>	16 x 10 <sup>3</sup>	Uso ocasional
S <sub>1</sub>	32 x 10 <sup>3</sup>	
S <sub>2</sub>	63 x 10 <sup>3</sup>	
S <sub>3</sub>	12.5 x 10 <sup>4</sup>	
S <sub>4</sub>	25 x 10 <sup>4</sup>	Uso regular en servicio ligero
S <sub>5</sub>	0.5 x 10 <sup>6</sup>	Uso regular en servicio intermitente
S <sub>6</sub>	0.1 x 10 <sup>7</sup>	Uso regular en servicio intensivo
S <sub>7</sub>	0.2 x 10 <sup>7</sup>	Uso intensivo
S <sub>8</sub>	0.4 x 10 <sup>7</sup>	
S <sub>9</sub>	más de 0.4 x 10 <sup>7</sup>	

Fuente: Norma FEM 9.511

Por lo tanto, siguiendo la tabla 07, la cual divide el espectro de los números de ciclos de maniobra en diez clases de uso. La clase de uso según los resultados será la S<sub>3</sub> – utilización ocasional, por aproximación sería la S<sub>2</sub>, pero para tener un nivel de seguridad mayor se toma S<sub>3</sub>.

### Estado de carga

El estado de carga según la norma FEM 9.511, se trata del número de veces que la carga es elevada.

Si se dispone de datos precisos en cuanto a magnitud de las cargas y al número de veces que serán cargadas durante la vida del aparato, se podrá calcular el coeficiente del espectro de las cargas  $K_p$  del aparato completo de la forma:

$$K_p = \sum \left[ \frac{C_i}{C_T} \left( \frac{P_i}{P_{max}} \right)^m \right]$$

Dónde:

$C_i = N^{\circ}$  de ciclo de maniobra

$C_T =$  total de ciclos de cargas individuales

$P_i =$  magnitudes individuales de las cargas características

$P_{max} =$  carga máxima autorizada en levantar y según el FEM  $m = 4$ .

En nuestro caso, en todos los ciclos vamos a levantar una carga aproximada de 2.5 toneladas, siendo la carga mayor autorizada del sistema de 4 toneladas, por tanto, nuestro espectro de cargas será:

$$K_p = \left(\frac{2.5}{4}\right)^4$$

$$K_p = 0.152$$

**Tabla 08.** Estado de carga del sistema

Estado de carga	Coefficiente nominal del espectro de las cargas Kg	Observaciones
C1 - Ligero	0.125	sistema que levanta raramente la carga máxima de servicio y corrientemente cargas muy pequeñas
C2 - Moderado	0.25	sistema que levanta con bastante frecuencia la carga máxima de servicio y corrientemente cargas pequeñas
C3 - Pesado	0.50	sistema que levanta con bastante frecuencia la carga máxima de servicio y corrientemente cargas medianas
C4 - Muy pesado	1.00	sistema que corrientemente maneja cargas próximas a la carga máxima de servicio

Fuente: Norma FEM 9.511

Por tanto, tomando la tabla 08 de la norma correspondiente al espectro de cargas nuestro sistema se encuentra en la categoría C2- Moderado, sistema que levanta con bastante frecuencia la carga máxima de servicio y corrientemente cargas pequeñas.

## Grupo de clasificación del mecanismo del sistema completo

Una vez determinada la clase de uso  $S_3$  y estado de carga  $C_2$ , se obtendrá el grupo de clasificación según tabla:

**Tabla 09.** Clasificación del sistema de elevación

Estado de carga	Coeficiente nominal del espectro en las cargas Km	Clases de uso y número máximo de ciclos de maniobra del mecanismo									
		S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>
C1 - Ligero	0.125	B1	B1	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
C2 - Moderado	0.25	B1	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B8
C3 - Pesado	0.5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B8	B8
C4 - Muy pesado	1.0	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B8	B8	B8

Fuente: Norma FEM 9.511

El grupo de clasificación del sistema de transportador aéreo es el B3.

## Clasificación del mecanismo

### Clase de uso

La clase de uso de los mecanismos, según la norma E020 se establece por el tiempo total del servicio en horas. Considerando un sistema en servicio, cuando este se encuentra en movimiento.

Para calcular el servicio total máximo se puede realizar a partir de la duración del servicio diario medio, del número de días laborables por año y del número de años previstos de servicio. Utilizaremos la siguiente fórmula y se clasificará a partir de la tabla 10.

$$\text{horas de servicio} = \frac{C_T * D_S}{3600}$$

$C_T$  = Ciclos totales de servicio

$D_S$  = Duración del servicio o ciclo de trabajo

**Tabla 10. Clase de los mecanismos**

Clase de uso	Duración del servicio total (horas)	Observaciones
L <sub>0</sub>	2 x 10 <sup>2</sup>	Uso ocasional
L <sub>1</sub>	4 x 10 <sup>2</sup>	
L <sub>2</sub>	8 x 10 <sup>2</sup>	
L <sub>3</sub>	16 x 10 <sup>2</sup>	
L <sub>4</sub>	32 x 10 <sup>2</sup>	Uso regular en servicio ligero
L <sub>5</sub>	63 x 10 <sup>2</sup>	Uso regular en servicio intermitente
L <sub>6</sub>	12 x 10 <sup>3</sup>	Uso regular en servicio intensivo
L <sub>7</sub>	25 x 10 <sup>3</sup>	Uso intensivo
L <sub>8</sub>	5 x 10 <sup>4</sup>	
L <sub>9</sub>	1 x 10 <sup>5</sup>	

Fuente: Norma FEM 9.511

Por lo tanto, para los mecanismos que conforman el sistema de transportador aéreo.

**Mecanismo de elevación:** Estimando la elevación/descenso a 0.13 m/s, la duración de ciclo de servicio será de 90 segundos en cada ciclo, lo que hace un total de  $8.64 \times 10^6$  segundos, es decir 2400 horas.

$$\text{horas de servicio} = \frac{96000 * 90}{3600}$$

$$\text{horas de servicio} = 2400 \text{ horas}$$

Por lo tanto, pertenecería a la clase de utilización L3 uso ocasional, para mayor seguridad elegiremos L4 uso regular en servicio ligero ya que su duración es superior a 1600 horas.

**Mecanismo de traslación del carro polipasto:** Estimando el movimiento del carro a 0.27 m/s con carga y 0.23 m/s sin carga, la duración de ciclo de servicio será de 60 segundos en cada ciclo, lo que hace un total de  $5.76 \times 10^6$  segundos, es decir 1600 horas.

$$\text{horas de servicio} = \frac{96000 * 60}{3600}$$

$$\text{horas de servicio} = 1600 \text{ horas}$$

Al igual que el mecanismo de elevación pertenecería a la clase de utilización L3 utilización ocasional, ya que su duración es de 1600 horas.

Las duraciones de servicio totales, nos sirven de base para el diseño de los distintos elementos del sistema, en ningún caso deben considerarse como garantías, por ello en cada caso se ha actuado con precaución a la hora de clasificarlos.

### Estado de carga del mecanismo

Está asociado al estado de carga que se encuentra el Coeficiente nominal del espectro de las cargas. Se puede determinar como el número en la cual una carga es elevada según su magnitud.

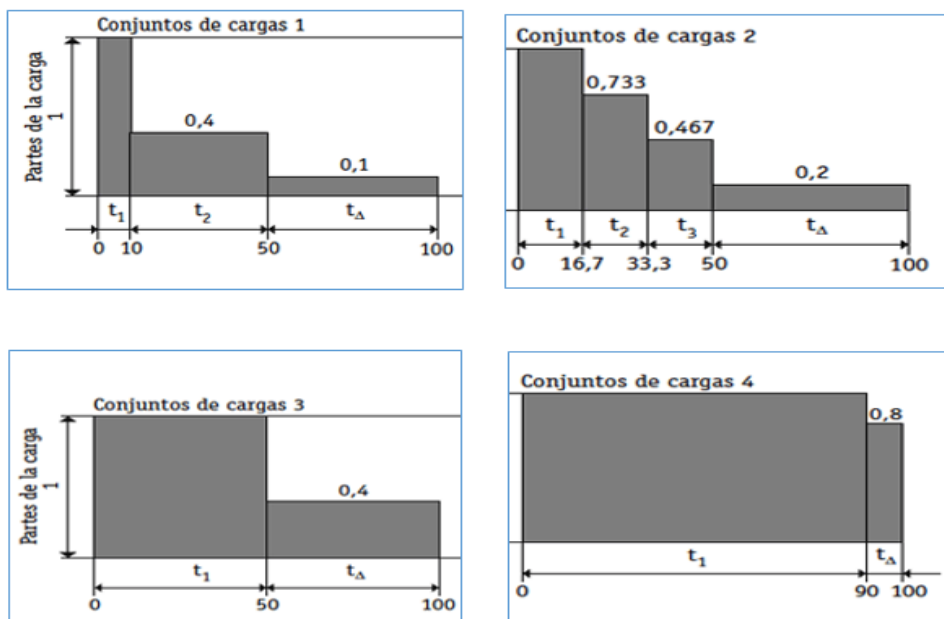


Figura 08. Espectros de carga

En los mecanismos de los que dispone el sistema de transportador aéreo se puede diferenciar de dos servicios, cuando el sistema porta la carga y cuando no. En el caso de portar cargas, está siempre será de 2.5 toneladas, pudiendo llegar a portar hasta 4 toneladas, teniendo en cuenta que estamos considerando una operación de media diaria de 5 horas y dentro de cada hora se realizan sobre 8 ciclos por tanto tiene un ciclo total de carga de 40, según anteriormente explicados los movimientos del sistema:

Mecanismo de elevación:

$$K_p = \frac{90}{40} \left( \frac{2.5}{4} \right)^4 = 0.34$$

Mecanismo de traslación del carro polipasto:

$$K_p = \frac{60}{40} \left( \frac{2.5}{4} \right)^4 = 0.23$$

**Tabla 11.** Estado de carga de los sistemas

Estado de carga	Coeficiente nominal del espectro de cargas Km	Observaciones
T1 - Ligero	0.125	Sistema sometido excepcionalmente a la carga máxima de servicio y normalmente a cargas muy pequeñas
T2 - Moderado	0.25	Sistema sometido con bastante frecuencia a la carga máxima de servicio y corrientemente a cargas pequeñas
T3 - Pesado	0.50	Sistema sometido con bastante frecuencia a la carga máxima de servicio y corrientemente a cargas medias
T4 - Muy pesado	1.00	Sistema corrientemente sometido a su carga máxima de servicio

Fuente: Norma FEM 9.511

Observamos que para los mecanismos les corresponde un estado de carga T3 pesado, sistema sometido con bastante frecuencia a la carga máxima de servicio y corrientemente a cargas medias.

## Clasificación mecanismo

Después de haber determinado la clasificación de la clase de uso y estado de carga general de los mecanismos vamos a

**Tabla 12.** Clasificación de los mecanismos

Estado de carga	Coeficiente nominal del espectro en las cargas Km	Clases de uso del mecanismo										
		L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>	
T1 - Ligero	0.125	N1	N1	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	
T2 - Moderado	0.25	N1	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N8	
T3 - Pesado	0.5	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N8	N8	
T4 - Muy pesado	1.0	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N8	N8	N8	

Fuente: Norma FEM 9.511

Como se observa:

Mecanismo de elevación: como habíamos dicho su clase de uso era L3 y su estado de carga T3 PESADO, por tanto, su clasificación será N4.

Por tanto, ya se puede determinar la clasificación total del sistema, tanto de forma conjunta como de cada uno de sus mecanismos.

**Tabla 13.** Resumen de la clasificación del puente

	ESTRUCTURA	MECANISMO
condiciones de uso	S <sub>3</sub> Uso ocasional	L3 uso ocasional
ciclos/horas de funcionamiento	9.6x10 <sup>4</sup>	96000
estado de carga	C2 MODERADO	T3 PESADO
coeficiente	0.152	0.34
grupo de clasificación	B3	N4

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Seleccionar de los diferentes componentes electromecánicos del sistema de transportador aéreo empleando un software de diseño CAD, acompañado de los planos de diseño.

#### 4.3.1. Dispositivos de elevación

Los elementos de suspensión de los sistemas de transportador aéreo tienen como misión fundamental enclavar la carga. Para seleccionar los diferentes dispositivos de elevación seguiremos la normativa DIN e interpolaremos nuestros resultados con los datos de la ficha técnica del proveedor.

Están constituidos principalmente por el polipasto con sus diferentes elementos (cable, tambor, polea, gancho, motor de elevación con su respectivo reductor) y el sistema de traslación (carro, ruedas y motor).

##### 4.3.1.1. Selección del polipasto

###### A. Cable

Para determinar la dimensión de los cables acudimos a la norma DIN 4130, la cual basa dicho dimensionamiento dependiendo las condiciones de

**Tabla 14.** Grupo de la máquina de elevación

Grupo	Frecuencia de los movimientos	Importancia de la carga
I	Movimiento de precisión	Sin procesar
II	Movimiento poco frecuente	Raramente plena carga
	Movimiento frecuente	Raramente plena carga
III	Movimiento poco frecuente	Plena carga
IV	Movimiento frecuente	Plena carga
V	Movimiento frecuente	Todas las cargas en la industria siderúrgica

Fuente: Aparatos de elevación y transporte (Hellmut)

A partir de esta tabla (tabla 14) se seleccionan los coeficientes adecuados para nuestro cálculo. Pese haber realizado nuestra clasificación bajo



normativa FEM se asocia fácilmente dicha clasificación a esta, asociando nuestra máquina al grupo II.

De la misma manera seleccionaremos los coeficientes adecuados en función al grupo de clasificación interpolando los datos en la tabla 15.

**Tabla 15.** Coeficientes en función del grupo de clasificación

Grupo	Cable	Tambor	Polea	Polea de compensación	
	Valores de v para 160 Kg/mm <sup>2</sup>	k	c	c	
Para cables de 160 y 180 Kg/mm <sup>2</sup>					
I	5,5 a 6	0,30 a 0,32	5 a 6	5,5 a 7	4,5 a 5
II	5,5 a 6	0,30 a 0,32	6 a 7	7 a 8	4,5 a 5
III	6 a 7	0,32 a 0,34	7 a 8	8 a 10	5 a 6
IV	7 a 8	0,34 a 0,37	8 a 9	9 a 12	6 a 7,5
V	8 a 9,5	0,37 a 0,40	8 a 9	9 a 12	6 a 7,5

Fuente: Aparatos de elevación y transporte (Hellmut)

El diámetro del cable se calcula con la siguiente fórmula:

$$d = k\sqrt{S}$$

Siendo k el coeficiente de la tabla que se encuentra en la tabla 15, se toma 0.30.

$$S = \frac{P}{i}$$

S: tracción máxima en el cable de elevación (Kg)

P: carga máxima nominal del sistema = 4000 Kg

i: número de ramales = 2

Mediante la siguiente ecuación se calcula el diámetro del cable:

$$S = \frac{P}{i} = \frac{4000}{2} = 2000 \text{ [Kg]}$$

$$d = 0.30\sqrt{2000} = 13.4 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}$$

Después de haber calculado el diámetro del cable, procedemos a calcular la carga mínima de rotura, mediante la siguiente ecuación:

$$S_{rot} = v \cdot S \text{ [Kg]}$$

$S_{rot}$ : Carga mínima de rotura (Kg)

v: coeficiente de seguridad = 6 (tabla 15)

S: tracción máxima en el cable = 2000 Kg

$$S_{rot} = 5.5 * 2000 = 11000 \text{ [Kg]} = 107 \text{ KN}$$

Con los valores de  $d$  y  $S_{rot}$ , se procede a seleccionar del catálogo de cables de acero cable TEREX DONATI (ANEXO 7) un cable de alma de fibra acero arado mejorado con las siguientes características:

Carga de rotura: 112 KN = 11420 kg

El diámetro del cable: 13 mm

## B. Polea

Para calcular las poleas del polipasto se recurrirá al valor del coeficiente en función del grupo de clasificación de la tabla 15, donde para el grupo II se adoptará  $c = 7$ . De esta forma:

$$D = c\sqrt{S}$$

Para las poleas del polipasto:  $D = c\sqrt{S} = 7\sqrt{2000} = 313.04 \text{ mm}$

Poleas de polipasto y de reenvío										
$D_1$	$b_1$		$b_2$ (*)		$d$		$l^{**}$		$r$	Diámetro del cable $s$
	Fun- dición	Acero mold.	Acero	Cota mín.	Cota máx.	Cota mín.	Cota máx.			
105	22	22		20	25	30	50	2	3,5	
130	25	25		20	25	30	50	2,7	3,5-5	
160	30	30		25	30	35	60	3,5	5-6,5	
200	32	30		25	40	35	60	4,3	6,5-8	
240	36	32		25	50	40	60	5,4	8-10	
300	40	36		25	60	50	70	7	10-13	
375	50	45		30	80	60	80	8,5	13-16	
460	60	55		40	100	70	120	12	16-22	
580	70	65		50	125	80	140	14,5	22-27	
720	80	75		60	140	80	150	18	27-33	
800	85	80		70	160	90	180	18	27-33	
900	95	90		80	180	100	200	23	33-40-44	
1010	105	95		90	200	130	240	24	40-43-44	
1120	110	105		90	200	130	240	24	40-43-44	
	115	110						29		48-51-54
1250	115	110		100	220	130	250	26	43-45-44	
	125	115						32		51-54-54
1400	125	120		100	220	160	250	26	45-48	
	135	130						32		51-54-54
1550	135	130		100	220	200	250	32	51-54-54	

Figura 09. Dimensiones de las poleas

Según la figura 9, nuestra polea del polipasto tendrá un diámetro  $D_1 = 300$  mm aproximadamente, sin embargo, como determinamos al diseñar el polipasto,  $D_1$  debe ser 303 mm según los valores de la tabla del proveedor que se encuentran en ANEXO 12.

### C. Tambor

Para el cálculo del diámetro del tambor recurrimos de nuevo a la DIN 4130, (tabla 15) donde como se observa, para el grupo II se toma  $c = 6$ , siendo por tanto el diámetro del tambor:

$$D = k\sqrt{S} = 6\sqrt{2000} = 268.32 \text{ mm}$$

**Tabla 16.** *Medidas de espiras-tambor de arrollamiento*

Diámetro del cable	10	13	16	19	22	27	33	40	44
s .....	12	15	18	22	25	31	37	45	49
r .....	5,5	7	9	10,5	12	15	18	22	24
a .....	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6

Fuente: Aparatos de elevación y transporte (Hellmut)

Para nuestro cable de 13 mm, interpolando:

**Tabla 17.** *Tabla de medida de espiras*

Diámetro	S	r	a
13	15	7	1.5

Fuente: Elaboración propia

La longitud del tambor depende del número de espiras, el cual depende a su vez de la longitud de cable a enrollar:

$$n = \frac{L}{D\pi}$$

Siendo  $n$  el número de espiras:  $L$ , la longitud del cable a enrollar, que será 14 m de longitud a enrollar con 7 m de carrera y por último  $D$ , el diámetro del tambor.

$$n = \frac{14}{0.26\pi} = 17.1 \approx 18$$

Es necesario dejar considerar 1.5 mm como distancia de separación entre espiras ( $a$ ), además 3 a 4 espiras muertas que sirvan de refuerzo para la fijación el cable y que impidan que, el tambor se desenrolle por completo, a su vez hay que sumarle otras 3 o 4 espiras para la tuerca que guiara al cable. Siendo por tanto el número de espiras:  $n = 18 + 4 + 4 = 26$  espiras. Por tanto, se calcula la longitud del tambor:

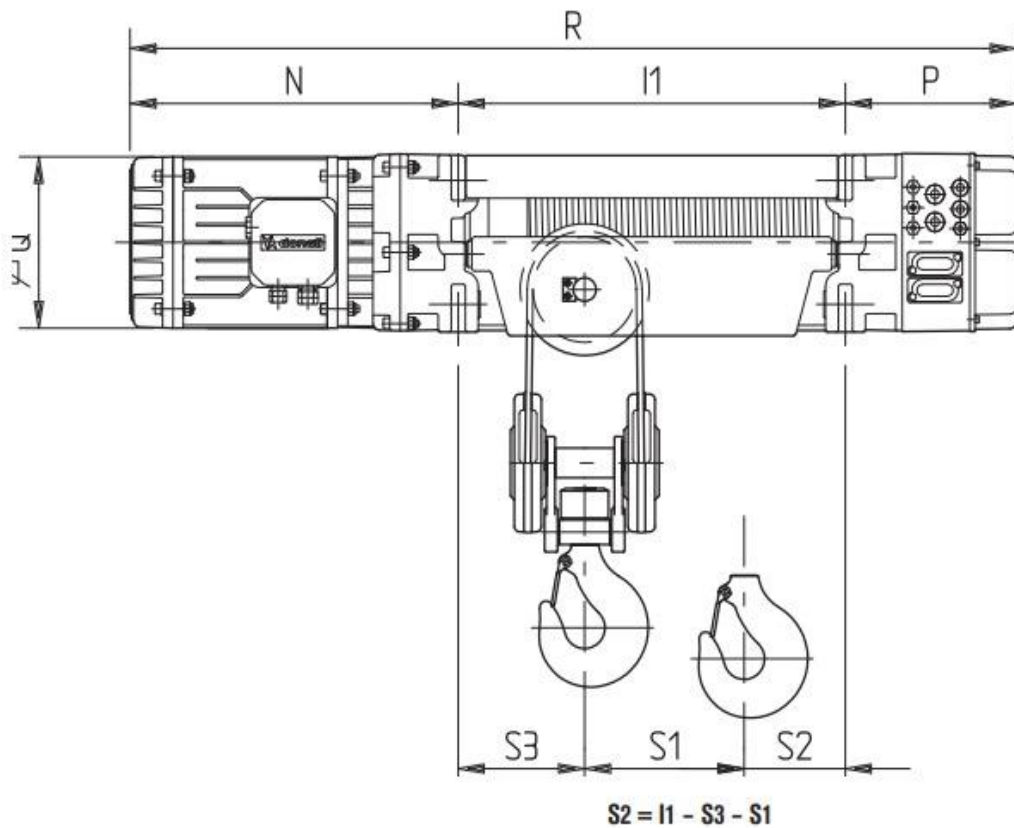
$$l = (n * a) * s = (26 * 1.5) * 15 = 585 \text{ mm}$$

Entonces nuestro tambor tendrá las siguientes dimensiones:

**Tabla 18.** Resumen de resultados tambor

Díámetro cable (mm)	S(mm)	L1 (mm)	D (mm)
13	15	585	268.32

Fuente: Elaboración propia



*Figura 10.* Medidas del tambor

Interpolando nuestros resultados del tambor con los datos técnicos del proveedor para un cable con diámetro de 13 mm el tambor es un modelo tipo C (corto) con una longitud de  $l1=600$  mm esto lo encontramos en el ANEXO 11 y tiene un diámetro primitivo de 270 mm (ANEXO 11).

#### D. Motor de elevación

Para la elección de nuestro motor de elevación, es básico calcular su potencia de régimen para el movimiento de la carga, utilizando la siguiente fórmula:

$$N_R \frac{Q_v}{75\eta} [HP]$$

Siendo la  $Q$  carga de elevación en  $Kg$ ,  $v$  la velocidad normal en  $m/s$  y  $\eta$  el rendimiento mecánico:

$$Q = 2 * S = 2 * 2000 = 4000 \text{ kg} \quad v = 0.13 \text{ m/s}$$

$$\eta = \eta_p * \eta_r * \eta_t$$

Donde  $\eta_p$  es el rendimiento del aparejo para 2 ramales, en nuestro caso la polea llevan rodamientos por lo tanto, según la tabla 19, para nuestro caso  $\eta_p = 0.99$

**Tabla 19. Rendimiento de polipasto**

Numero de ramales portantes	2	3	4	5	6	7	8
Con cojinetes.....	0,98	0,96	0,95	0,92	0,905	0,89	0,87
Con rodamientos.....	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93

Fuente: Aparatos de elevación y transporte (Hellmut)

Siendo  $\eta_r$  el rendimiento del reductor que será de 0.94 y  $\eta_t$  el del tambor 0.97

$$\eta = \eta_p * \eta_r * \eta_t = 0.99 * 0.94 * 0.97 = 0.9$$

$$N_R \frac{Q_v}{75\eta} = \frac{4000 * 0.13}{75 * 0.9} = 7.7 \text{ HP} = 5.74 \text{ KW}$$

De esta forma, recurrimos a la ficha técnica del proveedor que se encuentra en el ANEXO 13, en nuestro el de la empresa TEREX DONATI, los cuales nos brinda las siguientes características que están de acorde con lo calculado:

**Tabla 20. Datos de ficha técnica de motor de elevación**

Polipasto DRH	Motor Tipo	Polos	Potencia Instalada (KW)	COS $\varphi$	Ia-(A) 480v 60 Hz	In-(A) 480v 60 Hz	Fusibles de línea(A) 400v-60Hz	Selección mínima cables De alimentación	
								$\varnothing$ mm <sup>2</sup>	$\varnothing = m$
3	160K4R	4	10	0.8	110	22	32	6	≤ 30

Fuente: Terex Donati

## E. Gancho

En nuestro caso se determinó un gancho simple, el cual es apropiado para sistemas de transportador aéreo de capacidad de carga media o baja, están bajo normativa DIN 15401 y su selección se realiza en función del grupo de carga y de la capacidad de carga máxima requerida para elevar la carga, según la ficha técnica del proveedor (ANEXO 12) y por seguridad seleccionaremos con capacidad de carga máxima de trabajo de 6300 kg y las medidas del gancho serán:

**Tabla 21. Datos de ficha técnica del gancho**

Tamaño DRH	Nº Ramales	Tipo de gancho en relación con la capacidad (kg) y al grupo de servicio FEM				diámetro ancho	
		FEM 1Am		FEM 1Am		Cotas (mm)	
		capacidad	Tipo N°	capacidad	Tipo N°	a1	h2
3	2/1	4000	2.5T	3200	2.5T	43	58

Fuente: Terex Donati



Figura 11. gancho modelo 3D

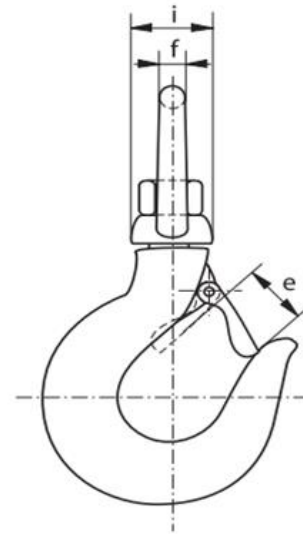


Figura 12. Dimensiones de gancho

### F. Selección del polipasto

Después de haber hallado y seleccionado los diferentes componentes del polipasto, realizamos un cuadro de resumen que esta detallado en la tabla 22, luego procedemos a interpolar nuestros datos con la ficha técnica del proveedor para su selección:

**Tabla 22.** Resumen de elementos de polipasto

DATOS CALCULADOS					
CABLE (mm)	POLEA (mm)	TAMBOR		MOTOR	
		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	VELOCIDAD (m/min)	POTENCIA (KW)
13	313.04	268.32	585	8	5.74

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 23.** Resumen de elementos de polipasto según ficha técnica proveedor

DATOS DE FICHA TECNICA DEL PROVEEDOR						
CABLE (mm)	POLEA (mm)	TAMBOR		MOTOR		MODELO DE POLIPASTO ELEGIDO
		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	VELOCIDAD (m/min)	POTENCIA (KW)	
13	303	270	303	8	10	32L1.K

Fuente: Terex Donati

Habiendo realizado la comparación de los datos obtenidos en la tabla 16 con los datos técnicos brindados por el proveedor que se encuentran en la tabla 17, se procedió a elegir un polipasto modelo 32L1.K que cumple con las características solicitadas podemos encontrar las características en el ANEXO 5.

#### 4.3.1.2. Sistema de traslación

##### A. Carro y ruedas

El carro de traslación es aquel que soporta al peso del polipasto y el que se desplaza sobre la viga del pórtico, la distancia de separación entre los ejes de las ruedas será  $l_1 = 600 \text{ mm}$  el cual es el valor de la longitud calculada de nuestro tambor según como se aprecia en la figura 13.

Seleccionando del catálogo del proveedor (ANEXO 8) se obtiene un carro con las siguientes características:

**Tabla 24.** Datos carro y potencia del motor de traslación

Carro eléctrico de traslación		Relación reductor con velocidad m/min	Motor carro	
Tipo	Tamaño		Tipo 2 polos	Potencia KW
DST - N	2	16 m/min T1	71-2	0.32

Fuente: Terex Donati

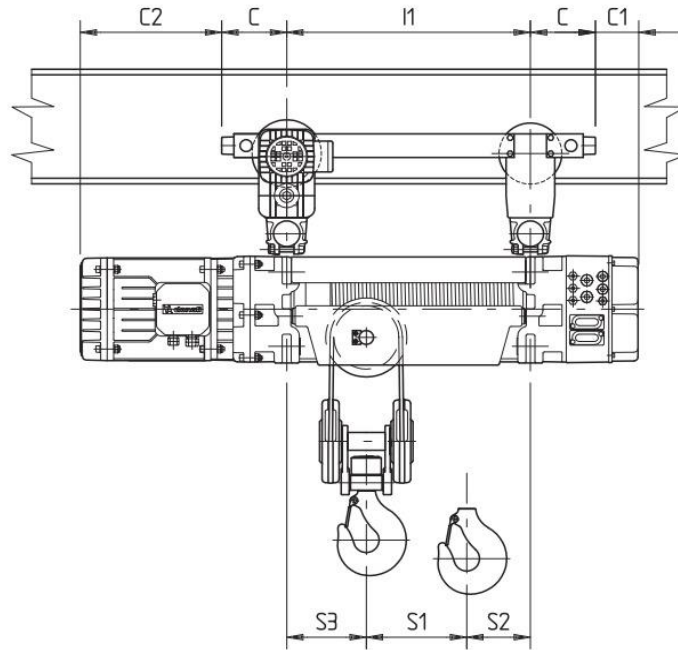


Figura 13. Distancia de ruedas de carro

Tabla 25. Dimensiones del carro monoviga

Ramales de cable N.	Tipo DRH	Carro DST - N	Dimensiones Totales (mm)								Peso (Kg) con tambor
			C	C1	C2	D	D1	E	E1	E2	Tipo C
2/1	3	2	160	45	545	75	400	1290	148	195	575

Fuente: Terex Donati

## B. Motor de traslación

Para escoger su potencia de régimen la fórmula cambia respecto al motor de elevación ya que tiene más condicionantes:

$$N_R = \frac{(G + Q)ws}{1000 * 75_n}$$

Siendo:

$Q = \text{Carga plena (kg)}$

$G = \text{Peso propio del carro (kg)}$

$v = \text{Velocidad normal (m-s)}$

$w = \text{Resistencia a la rodadura (Kg)}$

$n = \text{Rendimiento Mecanico}$

En este caso  $Q = 4000 \text{ Kg}$ ,  $G=575 \text{ kg}$ ,  $v=0.25 \text{ m/s}$ ,  $n =0.89$  y la resistencia a la rodadura se obtiene relacionándola con el diámetro de las ruedas del carro montadas sobre cojinetes de bronce como se dijo en el diseño de las ruedas, a través de:

$$N_R = \frac{(G + Q)ws}{1000 * 75_n} = \frac{(575 + 4000) * 21 * 0.25}{1000 * 75 * 0.89} = 0.359 \text{ HP} = 0.267 \text{ KW}$$

De esta forma, recurrimos a la ficha técnica del proveedor que se encuentra en el ANEXO 12, en nuestro el de la empresa TEREX DONATI, los cuales nos brinda las siguientes características que están de acorde con lo calculado:

**Tabla 26. Datos del motor de traslación**

Carro	Motor		Potencia	COS	Ia-(A)	In-(A)
DST	Tipo	Polos	Instalada	$\varphi$	480v – 60 Hz	480v - 60 Hz
			(KW)			
2	71C2P	2	0.32	0.72	6	1

Fuente: Terex Donati

#### 4.3.2. Sistema estructural

Para el cálculo de una carga viva, se definió que la carga máxima a transportar será de 2000 Kg, según los requerimientos solicitados. Coeficiente de mayoración  $\psi$  que depende de la clase de máquina de elevación, para este caso el sistema de transportador aéreo a diseñar corresponde al grupo III según las tablas del libro de Hellmut que se encuentran en el anexo 8 y 9, se obtiene el coeficiente  $\psi = 1.4$ , el coeficiente

de choque y vibración en la maquina  $\varphi$ , y que en la tabla para un sistema de transportador electromecánica  $\varphi = 1.1$

Calculamos la carga vida mediante la siguiente ecuación:

$$Q = P * \varphi * \psi$$
$$Q = 2000 \text{ kg} * 1.4 * 1.1 = 3080 \text{ Kg}$$

### **Cálculo de la viga principal:**

Para la adecuada selección de la viga para sistemas de transportador aéreo de traslación se utilizará acero ASTM A-36, porque este tipo de material trata sobre perfiles, placas, y barras de acero al carbono de calidad estructural para usar en construcción remachada, atornillada o soldada, en puentes y edificios, y para propósitos estructurales generales.

Como nuestro diseño se estableció una luz de 12 m para la viga principal, la cual debe soportar carga viva de 3080 KG, una carga del polipasto de 575 Kg. Cálculo de presión bajo cada una de las ruedas del carro de traslación.

$$P = \frac{Q + G_o}{2}$$
$$P = \frac{3080 \text{ Kg} + 575 \text{ Kg}}{2} = 1827.5 \text{ Kg}$$

Dónde:  $P$  es la presión baja cada una de las ruedas del carro de traslación,  $Q$  es peso de la viga,  $G_o$  el peso del polipasto con mecanismo de elevación.

Cálculo de momento flector máximo:

$$M_1 = \frac{P \left( L_1 - \frac{a_1}{2} \right)^2}{2l_1}$$

Dónde:

$M_1$  = momento flector máximo

$L_1$  = longitud de la viga

$a_1$  = distancia entre ruedas del carro de traslación.

$$M_1 = \frac{1875.5 \text{ Kg} \left(1200\text{cm} - \frac{60\text{cm}}{2}\right)^2}{2 * 1200\text{cm}}$$

$$M_1 = 1069738.3 \text{ Kg.cm}$$

### La flecha debida a la carga móvil

En vigas de alma llena, el valor máximo esta dado en  $L/1200$  de la luz en sistemas de transportador aéreo

$$f = \frac{L_1}{1200} = \frac{1200}{1200} = 1$$

$$I_{perf} = \frac{P * l_1}{48 * f * E} [3L^2 - 4l_1^2]$$

$$I_{perf} = \frac{1875.5 \text{ kg} * 60\text{cm}}{48 * 1 * 2100000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} [3(1200\text{cm})^2 - 4(60\text{cm})^2]$$

$$I_{perf} = 4806.6 \text{ cm}^4 = I_{perf} = 48066 \text{ mm}^4$$

Dónde

$f$  = flecha en sistema de transportador

$I_{perf}$  = momento de inercia del perfil

$E$  = modulo elástico del acero.

Para la selección de nuestra viga recurrimos a la tabla del fabricante de perfiles MIROMINA que se encuentra en el anexo 13 Y 14, buscaremos el perfil más aproximado según nuestro momento de inercia, es el modelo W 16"x10.25"x89 con las siguientes especificaciones técnicas.

**Tabla 27. Dimensiones de la viga**

Designación nominal	H mm	B mm	T1 mm	T2 mm	$I_x$ mm <sup>4</sup>	$I_y$ mm <sup>4</sup>	Area cm <sup>4</sup>	peso Kg/m
W 16"x10.25"x89	425	263	13.3	22.2	54110	6785	169	132.4

Fuente: Aceros Miromina

Para el cálculo del momento flector máximo por peso propio  $M_2$  utilizaremos la siguiente ecuación:

$$M_2 = \frac{g * (L_1^2)}{8}$$

Donde:  $g$  = peso de la viga por cada metro de la misma

$$M_2 = \frac{1.324 \frac{kg}{cm} * (1200)^2}{8}$$

$$M_2 = 238320 \text{ kg.cm}$$

Cálculo del módulo de sección ( $Z_{xx}$  o  $W_x$ ) de la nueva viga

$$Z_{xx} = W_x = \left( \frac{I_{perf}}{\frac{H}{2}} \right)$$

$$W_x = \left( \frac{4806.6 \text{ cm}^4}{\frac{42.5 \text{ cm}}{2}} \right) = 226.19 \text{ cm}^3$$

Como el almacén de Ferronor contiene una estructura de columnas adecuada con ménsulas sobre la cual se logrará instalar la viga principal del sistema de transportador aéreo como lo muestra la figura.

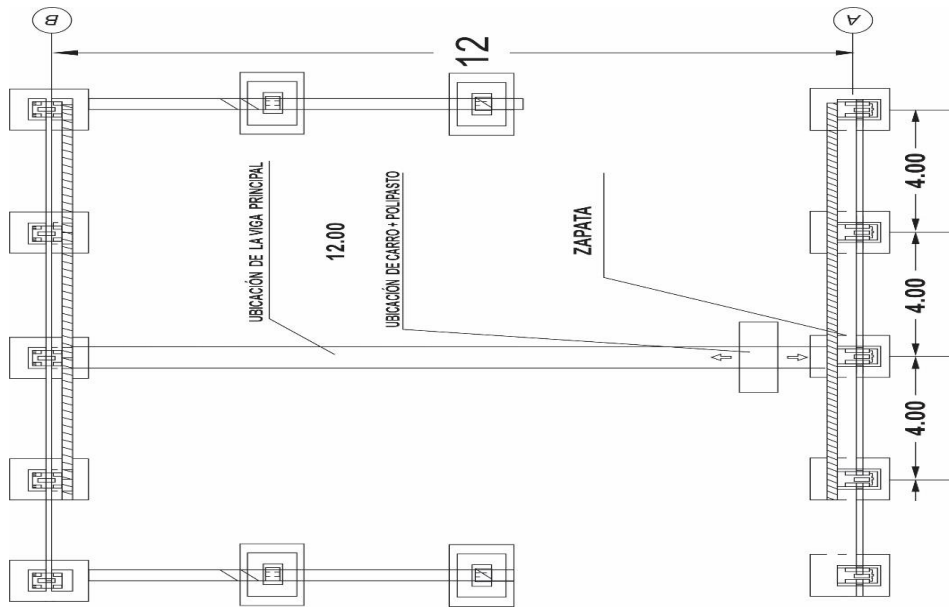


Figura 14. Plano de almacén donde se instalará el sistema

**4.4. Realizar la evaluación económica del diseño del sistema transportador aéreo de 4 TN mediante los indicadores VAN y TIR.**

La evaluación económica se realizó detallando el costo unitario de los materiales seleccionados para nuestro sistema de transportador aéreo y el costo de montaje electromecánico.

**Tabla 28. Tabla de materiales**

COMPONENTE	UNIDAD	CTD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1 viga ASTM 36 tipo H-modelo W 16"x10.25"x89	und	1	S/6,336.00	S/6,336.00
2 rollo de cable de acero Terex Donati 13mm x 75 m	und	1	S/185.00	S/185.00
3 motor de elevación 160 K4R - 10 KW	und	1	S/1,650.00	S/1,650.00
4 gancho tipo 2.5T - 45 x 58	und	1	S/250.00	S/250.00
5 carro y ruedas DST - N Terex Donati	und	1	S/900.00	S/900.00
6 motor de traslación tipo 71C2P - 0.32 KW	und	1	S/1,250.00	S/1,250.00
7 polipasto modelo 32L1.K Terex Donati	und	1	S/3,500.00	S/3,500.00
8 botonera de 6 pulsadores	und	1	S/110.00	S/110.00
9 Tablero eléctrico general Y accesorios	und	1	S/400.00	S/400.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/14,581.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29. Montaje electromecánico**

DESCRIPCIÓN	CTD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1 Técnico	2	S/1,500.00	S/3,000.00
2 Ingeniero	1	S/2,100.00	S/2,100.00
3 Alquiler de grúa	1	S/2,000.00	S/2,000.00
<b>SUB TOTAL</b>			<b>S/7,100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Sumando los sub totales de las tablas de materiales y la tabla de montaje electromecánico, obtenemos el siguiente presupuesto total.



**Tabla 30.** Cuadro de resumen de presupuesto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	SUB TOTAL
1	Coste de materiales	S/14,581.00
2	Costo de montaje electromecánico	S/7,100.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>		<b>S/21,681.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### **Evaluación económica de la propuesta mediante los indicadores VAN y**

#### **TIR:**

#### **INGRESOS:**

- Ahorro por optimización de proceso de acarreo de materiales:

Según nuestros análisis DAP e IPER se identificó que del tiempo total un 84% del proceso se da en los tiempos de espera y traslado, esta cifra que evidencia un retraso que influye directamente en los tiempos de reparto, se identificaron los peligros que puede ocasionar la manipulación de fierro de parte de los estibadores, dentro de los controles de ingeniería se sugiere uso de herramientas apropiadas para mejorar el rendimiento en el proceso de despacho.

**Tabla 31.** Ingresos

	DESCRIPCIÓN	CTD	C. MENSUAL	C. ANUAL
1	Salario estibadores	3	S/ 2850,00	S/34,200.00
2	Operador de montacargas	1	S/1,200.00	S/14,400.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/48,600.00</b>

Fuente: Elaboración propia

## **EGRESOS:**

En los egresos de la presente investigación se consideró los gastos de mantenimiento, los salarios del personal estable en almacén y el consumo eléctrico del sistema implementado, tomando una tarifa de energía activa de S/ 0.615 soles/KW.h, valor tomado del pliego tarifario máximo del servicio público de electricidad de la ciudad de Chiclayo.

**Tabla 32. Egresos**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CTD</b>	<b>C. MENSUAL</b>	<b>C. ANUAL</b>
1	Salario jefe almacén	1	S/1,350.00	S/16,200.00
2	Salario almacenero	1	S/1,200.00	S/14,400.00
3	Consumo eléctrico	1	S/126.52	S/1,518.24
4	Costo de mantenimiento	3	S/1,500.00	S/4,500.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/36,618.24</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33. Evaluación económica**

<b>PERIODO (AÑOS)</b>	<b>INVERSIÓN</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>FLUJO NETO EFECTIVO</b>
<b>0</b>	S/21,681.00			-S/21,681.00
<b>1</b>		S/48,600.00	S/36,618.24	S/11,981.76
<b>2</b>		S/48,600.00	S/36,618.24	S/11,981.76
<b>3</b>		S/48,600.00	S/36,618.24	S/11,981.76
<b>TASA DE INTERES ANUAL</b>				<b>12.53%</b>
<b>VAN</b>				<b>S/6,837.08</b>
<b>TIR</b>				<b>30%</b>

Fuente: Elaboración propia

La evaluación económica se ha realizado en un periodo de 3 años para lo cual se evidencia un costo inicial de **S/. 21,681.00** soles. Se observa que el VAN (Valor actual neto) es mayor que cero por lo que es aceptable, así mismo se tiene que el TIR (Tasa interna de retorno) es mayor que la tasa de descuento por lo que esto indica que el proyecto de investigación es viable, sostenible y rentable.

## V. DISCUSIÓN

Al finalizar el trabajo de investigación, el cual tenía como propósito el diseño de un transportador aéreo de 4tn de capacidad para optimizar el proceso de despacho realizando un cambio de sistema, de manual a electromecánico, el cual se adecua a las condiciones solicitadas por la gerencia de operaciones de la empresa Ferronor sac ubicada en el distrito de Chiclayo. La empresa cuenta con un almacén principal ubicado en la carretera Panamericana norte Km.3 - carretera a Lambayeque con un área total de 3933.59 m<sup>2</sup>, cuenta con 7 áreas para almacenaje de productos diversos para la construcción: A1 cemento, A2 calaminas y ondulados, A3 sistema drywall, A4 cerámica y acabados, A5 tuberías y accesorios, A6 alambres y clavos, A7 barras de acero corrugado. Para esta investigación tomamos la zona de despacho del almacén A7 el cual cuenta con un área total de 389.05 m<sup>2</sup> techada y con piso pulido.

Para diseñar el sistema de transportador aéreo realizamos un diagnóstico de las actividades de maniobrabilidad que realiza cada trabajador en el área de despacho evaluando las diferentes condiciones de trabajo, la técnica empleada por los mismos y el uso inadecuado del montacargas, todo esto lo realizamos mediante las matrices IPER y DAP las cuales fueron nuestros indicadores para plantear una solución al problema de salud ocupacional de los trabajadores producto de la manipulación inadecuada de las barras de acero corrugadas.

Las solicitudes establecidas por la empresa fue que el diseño del transportador aéreo tenga una distancia de 12 m, una carga de 2 Tn y una altura máxima de 6 m esto debido a que dicho almacén atiende con mercadería a vehículos de categoría M y categoría O que según la norma E.020 son vehículos de carga pesada y tienen una altura máxima de 4.5 m. Para establecer la carga útil y la carga de servicio del sistema recurrimos a las tablas de la norma FEM 9.511 las cuales nos brindan informaciones diversas de clase de uso, estado de carga, clasificación del sistema, clase de mecanismo y espectro de carga. Realizando la interpolación de los datos obtenidos con dichas tablas se determinó que nuestro sistema está dentro de la clasificación FEM con las siguientes características: una estructura con un estado

de carga C2 - moderado con coeficiente 0.152, un mecanismo T3-pesado con un coeficiente de 0.34 y un grupo de clasificación FEM N4.

Después de determinar nuestra clasificación FEM procedimos a calcular y seleccionar los diferentes elementos electromecánicos de nuestro sistema el cual está conformado por el sistema de elevación, el sistema de traslación y la viga principal. Para el sistema de elevación se tuvo que calcular el diámetro del cable, el diámetro y longitud del tambor, el diámetro de la polea y la potencia del motor de elevación; todos estos resultados fueron relevantes para una selección óptima del polipasto.

Para el sistema de traslación procedimos a seleccionar el carro y ruedas para el polipasto a raíz de la distancia de la separación entre el eje de las ruedas. Y para la selección de la viga principal se realizaron cálculos matemáticos de la flecha de vida a la carga móvil, el momento de inercia del perfil y el momento flector máximo. El sistema tendrá un modelo de polipasto 32L1K y la viga principal ASTM 36 tipo H y modelo W 16"x10.25"x89.

En concordancia con los antecedentes de Rodríguez Roel se estipularon que al diseñar estructuras mecánicas para transportar cargas pesadas, se pueden connotar que a partir de algunos criterios de selección existen muchos de ellos que necesitan más atención al momento de analizarlos, como los riesgos mecánicos y ergonómicos, fueron los resultados de los objetivos.

La investigación que se presenta al momento de seleccionar el sistema ve necesario prever los riesgos tanto mecánicos como ergonómicos a los que está expuesto el personal de la empresa, toma criterios para el diagnóstico de las actividades de maniobrabilidad de los trabajadores utilizando la matriz IPER la cual es una herramienta de gestión que nos permite identificar y evaluar los índices de riesgo asociados a los procesos de despacho en la empresa y la matriz DAP que nos ayuda a diagnosticar los problemas durante el proceso y nos permite desarrollar planes de acción para su pronta solución. A raíz de esto se puede mejorar el ambiente de trabajo del personal evaluando de manera periódica las condiciones de trabajo como actividad física general, levantamiento de cargas, postura de trabajo, movimientos y riesgo de accidente.

Según la investigación de Vargas Córdoba nos manifiesta que durante el proceso de análisis estructural estático realizado a su diseño, le condiciono que la carga sísmica fue la tipología arquitectónica, en este caso se utilizó como una primera opción perfiles en celosía mas no se optó por perfiles de alma llena como es el caso de la presente investigación ,la cual determino que su viga principal sea de perfil de acero de alma llena, pero Vargas fundamenta su elección que es porque debido a que los perfiles en celosía aligeran relativamente la estructura del techo, además si una estructura posee mayor cantidad de peso durante un sismo el desplazamiento lateral relativo generado excederá a 0.01 m. la máxima deriva propuesta por piso para este caso de diseño en acero, establecido por Norma Técnica Peruana E.030.

A diferencia de la tesis de Huaroc Espinoza titulada “Diseño de un puente grúa para el winche de servicios en mina Yauricocha” encontró la solución óptima y adecuada de acuerdo a la necesidad y entorno teniendo en consideración la tecnología apropiada en función al trabajo que desempeñara el mecanismo, encontrando una estructura de acero estructural A 36 cuyos componentes principales como son: columna W18x158 y viga carrilera W12x65.

Los métodos de cálculo utilizado en el presente trabajo fueron de gran ayuda para obtener los resultados los cuales fueron satisfactorios para el diseño planteado. La metodología aplicada proporciona al diseñador toda la información necesaria para la elaboración de los resultados finales que son los planos de fabricación y montaje. La metodología de aplicada brinda una visión amplia y panorámica del proyecto hacia el ejecutor del proyecto, lo cual es muy importante la transmisión del conocimiento mediante el presente documento.

Quesada en su investigación de diseño y cálculo de grúa nos manifiesta que realiza una modificación del perfil de la viga principal de su proyecto por un perfil inventado con la geometría de alma doble. Posterior a ello realiza un estudio de las posibles sobrecargas a la que estaría sometida el perfil durante un uso cotidiano en un ámbito industrial, concluyendo que se ha detectado la hipótesis de emplear un perfil de alma doble del tipo 750x500 con las mismas características especificadas en el apartado obteniendo un resultado satisfactorio de cara a la resistencia a las

sobrecargas que se pueden encontrar en el uso industrial, siempre y cuando se encuentren en las circunstancias estudiadas.

A diferencia de la investigación formulada se calculó las cargas actuantes donde se obtiene resultados de esfuerzos, momentos y deflexiones. En el caso de la viga principal se obtiene una carga puntual central de  $54110 \text{ mm}^4$  y una flecha máxima de  $48066 \text{ mm}^4$ .

De los resultados conseguidos en el presente trabajo de investigación, podemos concluir y cotejar la importancia del diseño de un transportador aéreo de 4 Tn para reducir los riesgos laborales ya que el peligro existente durante el acarreo de materiales es alta y podría ocasionar posibles accidentes, por lo que se plantea optimizar la disponibilidad operacional de estas máquinas. Con esto también reducimos los costos de horas hombre innecesarias los cuales serán sustituidos con la implementación de este sistema.

Por lo tanto, para realizar una evaluación económica de la propuesta mediante los indicadores VAN y TIR, la evaluación se realizó detallando el costo unitario de los materiales seleccionados para nuestro sistema de transportador aéreo y el costo de montaje electromecánico, con estos requisitos de los costos podemos llegar a destacar que es muy importante saber cada detalle de los materiales que vamos a incorporar en nuestro proyecto y sobre que este bajo la norma de seguridad vigente.

La evaluación económica se realizó en un periodo de 3 años, por la cual se evidenció con un costo inicial de S/. 21,681.00 soles, Se observa que el VAN es mayor que cero por lo que es aceptable, así mismo se tiene que el TIR es mayor que la tasa de descuento por lo que esto indica que el proyecto de investigación es viable, sostenible y rentable.

## VI. CONCLUSIONES

1. En la empresa Ferronor se identificaron de acuerdo al DAP, que los tiempos de espera son elevados y que junto con el tiempo de traslado representan alrededor de un 80% del tiempo total del proceso, a ello le sumamos que dentro de las variables críticas observables indican que la manipulación del fierro con montacargas no es el apropiado y origina pérdida de hora/hombre, mediante el IPER se identificaron los peligros que puede ocasionar la manipulación de barras de acero por parte de los estibadores, obteniendo un índice de riesgo IMPORTANTE (IM) lo cual indica que no deben comenzar la actividad hasta tomar las medidas de control respectivas.
2. Se logró determinar los parámetros para diseñar un sistema de transportador aéreo con la capacidad de elevar 4 toneladas de peso y de igual forma satisfacer los requisitos y especificaciones establecidas por el cliente, en donde las dimensiones de operación son una altura de 6 m y una luz de 12 m, siguiendo la norma FEM 9.661/86 para espectros de carga determinamos la clasificación del sistema siendo su estado de carga Q2 MODERADO con coeficiente 0.152 para la estructura y L3 PESADO con un coeficiente 0.34 para el mecanismo y clasificación FEM M4.
3. Se seleccionaron y/o diseñaron los componentes con un factor de seguridad de "1", en donde resulta ser un factor adecuado para el tipo de estructura, se realizaron cálculos matemáticos, las cargas, el tiempo de servicio, selección de material en acero y la velocidad, con los resultados obtenidos y revisando los manuales de equipos existentes en el mercado, se procedió a la selección de los componentes de diseño, los materiales y equipos que conformaran el sistema, se seleccionó un modelo de polipasto 32L1K y la viga principal ASTM 36 tipo H y modelo W 16"x10.25"x89.

4. Se hizo el presupuesto del sistema de transportador con el cual se estimó un monto referencial de S/. 21,681.00 soles dicho presupuesto incluye los componentes, instalación y montaje del sistema.



## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda enlistar los factores externos e internos que influyen directa o indirectamente al proyecto para tomarlos en cuenta en cada etapa del proceso de diseño mecánico.
2. Se recomienda la implementación de las propuestas y medidas dadas para el diseño de transportador aéreo ya que se observa para ello un VAN de S/. S/ 6,837.08 y un TIR del 30%, por lo que esto indica que el proyecto de investigación es viable, sostenible y rentable.

## REFERENCIAS

1. RODRIGUEZ, ROEL JOEL. *Guía de seguridad en procesos de almacenamiento y manejo de cargas* [en línea] España : FREMAP, 2015 [fecha de consulta: 25 de mayo 2020].  
Disponible en <https://prevencion.fremap.es/Buenas%20prcticas/LIB.021%20-%20Guia%20seg.%20almacenam.%20y%20manejo%20cargas.pdf>
2. TENELEMA, QUITIO OSCAR. *Diseño y Simulación de un Puente Grúa de Cinco Toneladas*. Tesis (Ingeniero Mecanico) Guayaquil: Escuela Superior Politecnica Del Litoral Ecuador, 2013.  
Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25227/1/TESIS%20%20OSCAR%20TENELEMA%28PATTY4%29.pdf>
3. VILLON Y NARANJO. *"Diseño de un Puente Grúa curvo para optimización de espacio en lugares abovedados"*. Tesis (Ingeniero Mecanico) Guayaquil: Escuela Superior Politecnica Del Litoral Ecuador, 2016.  
Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/36925>
4. SANCHEZ, ALANIA SANDRA, SONO, LA ROSA NADIA Y UIPAN, GILIO MANUEL. *Mejora de la gestión de montacargas corporación aceros arequipa*. Tesis (Magíster en Supply Chain Management) Lima: Universidad Del Pacifico, Escuela de Postgrado, 2016.  
Disponible en [https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1739/Sandra\\_Tesis\\_Maestria\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1739/Sandra_Tesis_Maestria_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
5. JARAMILLO, CALLE GEOVANNY. *Diseño de puente grúa y sistema de stand reel para mejorar el transporte de bobinas de papel en el proceso de rebobinado de la empresa Cartopel*. Tesis (Ingeniero Mecanico) Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana, 2018.

- Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16141/1/UPS-CT007817.pdf>
6. GUERRA, PERÈZ JORGE. *Sistema de transporte para el ensamblaje de estructuras de carrocerías en la empresa Picoso cia.ltda.* Tesis (Ingeniero Mecanico) Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2015.  
Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/13874>
  7. HUAROC, ESPINOZA ENRRIQUE. *Diseño de un puente grúa para el winche de servicios en mina Yauricocha.* Tesis (Ingeniero Mecanico) Huancayo: Universidad Nacional Del Centro del Peru, 2018.  
Disponible en [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4946/T010\\_4305420\\_9\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4946/T010_4305420_9_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  8. GARCÍA MELO, JOSÉ ISIDRO. *Fundametos del Diseño Mecánico.* Santiago de Cali : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2004.
  9. MOTT, ROBERT L. *Diseño de Elementos de Máquinas* [en línea] 4ª ed. México D.F. : PEARSON EDUCACIÓN, 2006 [fecha de consulta: 25 de mayo 2020].  
Disponible en [https://www.academia.edu/38450613/Dise%C3%B1o\\_de\\_elementos\\_de\\_m%C3%A1quinas\\_pdf](https://www.academia.edu/38450613/Dise%C3%B1o_de_elementos_de_m%C3%A1quinas_pdf)
  10. NORTON, ROBERT L. *Diseño de Maquinaria.* [en línea] 4ª ed. México D.F. : Mc Graw Hill / INTERAMERICANA EDITORES, 2009 [fecha de consulta: 25 de mayo 2020].  
Disponible en [https://www.academia.edu/38323857/Dise%C3%B1o\\_de\\_Maquinas\\_4edi\\_Norton](https://www.academia.edu/38323857/Dise%C3%B1o_de_Maquinas_4edi_Norton)

11. BUDYNAS, RICHARD G. Y NISBETT, J. KEITH. *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY*. [en línea] Octava ed. Mexico D.F. : McGraw-Hill, 2008 [fecha de consulta: 18 de mayo 2020].  
Disponible en [https://www.academia.edu/34313355/Dise%C3%B1o\\_en\\_ingenier%C3%A1Da\\_mec%C3%A1nica\\_de\\_Shigley\\_8va\\_Edici%C3%B3n\\_Richard\\_G\\_Budynas\\_FREELIBROS\\_ORG](https://www.academia.edu/34313355/Dise%C3%B1o_en_ingenier%C3%A1Da_mec%C3%A1nica_de_Shigley_8va_Edici%C3%B3n_Richard_G_Budynas_FREELIBROS_ORG)
12. PÉREZ, RAMÍREZ EMILIO. *Dibujo Técnico y geométrico*. Mexico D.F. : McGRAW-HILL Interamericana Editores S.A., 1997.
13. REYES, EVANGELISTA MERY ESTHER. *Administración de almacenes y su relación con el control interno de inventarios en la cooperativa agroindustrial Cacao Alto.Huallaga*. Tesis (Licenciada en Administración). Huanuco, Universidad Católica Los Angeles De Chimbote, 2019.  
Disponible en [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/14272/ADMINISTRACI%c3%93N\\_CONTROL\\_CLIENTE\\_REYES\\_EVANGELISTA\\_MERY\\_ESTHER\\_.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/14272/ADMINISTRACI%c3%93N_CONTROL_CLIENTE_REYES_EVANGELISTA_MERY_ESTHER_.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
14. CORNEJO, CATACORA MELINA Y LEÓN, MAMANI FREDERICK. *Propuesta de mejora para la optimización del desempeño del almacén central de Franco supermercados*. Tesis (Ingeniero Industrial) Arequipa, Universidad Católica San Pablo, 2017.  
Disponible en [https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15441/1/CORNEJO\\_CATACORA\\_MEL\\_OPT.pdf](https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15441/1/CORNEJO_CATACORA_MEL_OPT.pdf)
15. JURADO, BOCCA JOSÉ. *Diseño de un grúa pórtico de 20 toneladas*. Tesis (Ingeniero Mecánico) Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Del Litoral Ecuador, 2015.  
Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/30067/D-88132.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

16. BUDYNAS, RICHARD G., NISBETT, J. KEITH Y RÍOS SÁNCHEZ, MIGUEL ÁNGEL. *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY*. [en línea] Octava ed. Mexico D.F. : McGraw-Hill, 2008 [fecha de consulta: 29 de mayo 2020].  
Disponble en [https://www.academia.edu/34313355/Dise%C3%B1o\\_en\\_ingenier%C3%ADa\\_mec%C3%A1nica\\_de\\_Shigley\\_8va\\_Edici%C3%B3n\\_Richard\\_G\\_Budynas\\_FREELIBROS\\_ORG](https://www.academia.edu/34313355/Dise%C3%B1o_en_ingenier%C3%ADa_mec%C3%A1nica_de_Shigley_8va_Edici%C3%B3n_Richard_G_Budynas_FREELIBROS_ORG)
17. OERHED, ELECTRIC TRAVELING CRANES. *Crane Manufactures Association of America*. 2000. Disponible en <https://www.mhi.org/downloads/industrygroups/cmaa/specifications/toc/70.pdf>
18. MEJIA, ELIAS, Y OTROS. *metodologia de la investigacion*. 2015.
19. GOMEZ BASTAR, SERGIO. *Metodología de la Investigación*. Estado de México. : RED TERCER MILENIO S.C., 2012. ISBN 978-607-733-149-0.
20. CRUZ DEL CASTILLO, CINTHIA, OLIVARES OROZCO, SOCORRO Y GONZÁLES GARCÍA, MARTÍN. *Metodología de la Investigación*. Mexico DF : Grupo Editorial Patria, 2014.
21. BAENA PAZ, GUILLERMINA. *Metodología de la Investigación*. Mexico DF : Grupo Editorial Patria, 2014. 978-607-744-003-1.
22. HELLMUT, ERNST. *Aparatos de elevacion y transporte*. España : s.n., 1970.
23. GUERRERO PINO, GERMÁN Y DUQUE MARTÍNEZ, LUZ MARINA. *Filosofía de la Ciencia*. Santiago de Cali - Colombia : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2015.
24. HAGEN, KIRK D. *Introducción a a Ingeniería*. Mexico D.F. : PEARSON, 2009.
25. Gere, James M. *Resistencia de Materiales*. Madris - España : Paraninfo S.A., 2009.

26. Hibbeler, Russell C. *Estática*. Mexico D.F. : PEARSON EDICACIÓN, 2010.
27. Pastor Gutierrez, Antonio, y otros. *Circuitos Eléctricos*. Madrid : Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014.
28. Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. *Metodología de la Investigación*. México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.
29. Baena Paz, Guillermina. *Metodología de la Investigación*. Cd. de México : Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V., 2017. ISBN ebook: 978-607-744-748-1.
30. Ñaupas , Humberto, y otros. *metodologia de la investigacion* . 2014.
31. Quintanilla, Alarcòn Guillermo. *Texto:Logística integral camino para la competitividad empresarial*. Informe Final (Ingeniero Industrial) Callao, Universidad Nacional Del Callao , 2011.  
Disponible en [https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes\\_Finales\\_Investigacion/Diciembre\\_2011/IF\\_QUINTANILLA%20ALARCON\\_FIIS/CARATULA-INDICE.pdf](https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Diciembre_2011/IF_QUINTANILLA%20ALARCON_FIIS/CARATULA-INDICE.pdf)
32. Ñaupas, y otros. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CUANTITATIVA-CUALITATIVA Y REDACCION DE TESIS*. BOGOTA : s.n., 2014

### Anexo 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente: Diseño de sistema transportador aéreo 4 Tn	“El diseño de máquinas es el proceso mediante el cual se definen las dimensiones, materiales, tecnología y funcionamiento de una máquina” (Budynas, Nisbett, & Ríos Sánchez, 2008)	Se ha contemplado y diseñado una máquina para el traslado de carga de pesada	Capacidad de carga	Tn	Ordinal
			Desplazamiento	m	Ordinal
			Potencia Eléctrica	W	Ordinal
Variable Dependiente: Proceso de despacho	“la calidad de servicio está presente en toda la fase operativa hasta que llegue al cliente el producto o servicio. Es medida por 6 dimensiones” (Camisón & Gonzales, 2006):	La calidad de servicio es una forma de medir que cuan efectiva es la empresa con dejar un Pedido, con todo los productos acordados y calidad prevista	Tiempo	producción	Ordinal
			Seguridad	Practicas Ticas seguras	Razón

## **Anexos: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **FICHA DE REVISIÓN DE DOCUMENTOS**

#### **1.- INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**Autor:**

**Año del documento:**

**Editorial:**

#### **2.- INFORMACIÓN DEL DOCUMENTO REVISADO**

**Título:**

**Paginas revisadas:**

**Ubicación del documento revisado:**

**Fecha y hora de consulta:**

#### **3.- DATOS A RECOLECTAR**

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## TABLAS DE VALORACIÓN PARA IPER

Tabla N° 1 : VALORACIÓN DE LOS FACTORES DE LA PROBABILIDAD				
INDICE	PROBABILIDAD			
	Personas expuestas (A)	Procedimiento Existente (B)	Capacitación (C)	Exposición al Riesgo (D)
1	De 1 a 3	Existen , son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado conoce el peligro y los previene	Al menos una vez al año (S)
				Esporádicamente (SO)
2	De 4 a 12	existen parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes (S)
				Eventualmente (SO)
3	Mas de 12	No existen	Personal no entrenado, NO conoce el peligro no toma acciones de control	Al menos una vez al día (S)
				Permanentemente (SO)

Tabla N° 2: VALORACIÓN DE LA SEVERIDAD	
INDICE	SEVERIDAD
1	Lesiones sin incapacidad (S)
	Discomfort/Incomodidad (SO)
2	Lesiones con incapacidad (S)
	Daños a la salud reversible (SO)
3	Lesiones con incapacidad permanente/muerte (S)
	Daños a la salud irreversible (SO)

Tabla N° 3: ESTIMACIÓN DEL GRADO DE RIESGO		
Puntaje Índice de Riesgo(IR)	Grado de Riesgo	RIESGO SIGNIFICATIVO
4	Trivial (TV)	NO
5 a 8	Tolerable (TO)	NO
9 a 16	Moderado (MO)	NO
17 a 24	Importante (IM)	NO
25 a 36	Intolerable (IT)	SI

# Anexo 5: IDENTIFICACIÓN DEL POLIPASTO Y DE LOS CARROS CORRESPONDIENTES

## IDENTIFICACIÓN DEL POLOSPASTO Y DE LOS CARROS CORRESPONDIENTES

Versión ramales de cable → (tambor de un principio)			8 ramales (8/1)	6 ramales (6/1)	4 ramales (4/1)	2 ramales (2/1)		
Capacidad kg	Sigla		Tipo DRH en el grupo FEM (ISO)			Tipo DRH en el grupo FEM (ISO)		
	reductor	capacidad	1Bm (M3)	1Am (M4)	2m (M5)	1Am (M4)	2m (M5)	3m (M6)
800	L	D						12L3•D
800	V	D						12V3•D
1000	L	E						12L3•E
1000	V	E						12V3•E
1250	L	F						12L3•F
1250	V	F						12V3•F
1600	L	G						12L3•G
1600	V	G						12V3•G
2000	L	H						12L3•H
2000	V	H						12V3•H
2500	L	I						12L3•I
2500	V	I						12V3•I
3200	L	J						12L3•J
3200	V	J						12V3•J
4000	L	K						12L3•K
4000	V	K						12V3•K
5000	L	L						12L3•L
5000	V	L						12V3•L
6300	L	M						12L3•M
6300	V	M						12V3•M
8000	L	N						12L3•N
8000	V	N						12V3•N
10000	L	O						12L3•O
10000	V	O						12V3•O
12500	L	P						12L3•P
12500	V	P						12V3•P
16000	L	Q						12L3•Q
16000	V	Q						12V3•Q
20000	L	R						12L3•R
20000	V	R						12V3•R
25000	L	S						12L3•S
25000	V	S						12V3•S
32000	L	T						12L3•T
32000	V	T						12V3•T
40000	L	U						12L3•U
40000	V	U						12V3•U
50000	L	V						12L3•V
50000	V	V						12V3•V

## CLAVE DE LECTURA Y EJEMPLO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS POLOSPASTOS Y DE LOS CARROS A TRAVÉS DEL CÓDIGO

**Polipasto DRH**

Tamaño: 1 - 2 - 3 - 4

Nº ramales de cable:  
2 = 2 ramales (2/1)  
4 = 4 ramales (4/1)  
6 = 6 ramales (6/1)  
8 = 8 ramales (8/1)

Tipo de reductor:  
M - Cilíndrico = Lento  
4 m/min de 4/1 ramales  
C - Cilíndrico = Rápido  
3 m/min de 8/1 ramales  
4 m/min de 6/1 ramales  
6 m/min de 4/1 ramales  
12 m/min de 2/1 ramales  
L = Lento  
2 m/min de 8/1 ramales  
2.7 m/min de 6/1 ramales  
4 m/min de 4/1 ramales  
8 m/min de 2/1 ramales  
V = Rápido  
6 m/min de 4/1 ramales  
12 m/min de 2/1 ramales

0 = 1 Bm (M3)  
1 = 1 Am (M4)  
2 = 2 m (M5)  
3 = 3 m (M6)

**Carro DST**

Velocidad del polipasto:  
S = 1 Velocidad  
W = 2 Velocidades

Sigla capacidad:  
L = 5000 kg

Tipo de tambor:  
N = Estándar  
C = Corto  
L = Largo  
1 = Extra largo - X1  
(1ª medida)  
2 = Extra largo - X2  
(2ª medida)  
X = Especial

Tamaño: 1 - 2 - 3 - 4

**Carro DRT**

Velocidad del carro: m/min  
E = 8  
F = 10  
G = 16  
H = 20  
D = 16/4  
W = 20/5

Versión:  
A = Normal  
B = Dimensiones reducidas  
C = Articulado  
D = Oscilante

Tamaño: 1 - 2 - 3 - 4

Luz: mm  
A = 1000  
B = 1200  
C = 1400  
D = 2240  
E = 2800  
X = Especial

Versión:  
0 = Apoyado  
S = Suspenso  
T = Transversal

Velocidad del carro: m/min  
E = 8  
F = 10  
G = 16  
H = 20  
D = 16/4  
W = 20/5

**WORKS FOR YOU.™**

## Anexo 6: CARACTERÍSTICAS Y DATOS TÉCNICOS DE POLIPASTOS

### CARACTERÍSTICAS Y DATOS TÉCNICOS

Capacidad (kg)	Grupo FEM del polipasto	Tipo DHR	Datos característicos de los polipastos eléctricos de cable DRH										Tipo de carro combinado al polipasto		
			Velocidad a 60 Hz (n/m/min)		Potencia motor (kW)		Carrera gancho (m) con tambor (1)					Cable (1)		monoviga DST - N/R	de dos vigas DRT
			1 Vel.	2 Vel.	1 Vel.	2 Vel.	C	N	L	X1	X2	Nº ramales	Ø / Tipo (mm)		
800	3m	12L3-D	8	8/2,6	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7B (7B)	1	1
	3m	12V3-D	12	12/4	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7B (7B)	1	1
1000	3m	14L3-E	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	3m	14V3-E	6	6/2	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	2m	12L2-E	8	8/2,6	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7B (7B)	1	1
	3m	12L3-E	8	8/2,6	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7B (7B)	1	1
	2m	12V2-E	12	12/4	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7B (7B)	1	1
	3m	22V3-E	12	12/4	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	8M (8B)	1	1
1250	3m	14L3-F	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	3m	14V3-F	6	6/2	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	1Am	12L1-F	8	8/2,6	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7B (7B)	1	1
	3m	12L3-F	8	8/2,6	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7M (7A)	1	1
	1Am	12V1-F	12	12/4	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7B (7B)	1	1
	2m	22V2-F	12	12/4	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	9B (9B)	1	1
1600	3m	22V3-F	12	12/4	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	8M (8B)	1	1
	3m	14L3-G	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	3m	14V3-G	6	6/2	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	1Am	12L1-G	8	8/2,6	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7M (7A)	1	1
	2m	12L2-G	8	8/2,6	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7M (7A)	1	1
	3m	22L3-G	8	8/2,6	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	8A (8A)	1	1
2000	2m	22V2-G	12	12/4	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	9B (9B)	1	1
	3m	32V3-G	12	12/4	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	12M (12A)	2	2
	2m	14L2-H	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	3m	14L3-H	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	2m	14V2-H	6	6/2	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	3m	24V3-H	6	6/2	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	8M (8B)	2	1
2500	1Am	12L1-H	8	8/2,6	3	3/1	8	12	24	34	45	2/1	7A (7A)	1	1
	2m	22L2-H	8	8/2,6	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	9B (9B)	1	1
	3m	22L3-H	8	8/2,6	5	5/1,65	10	14	-	-	-	2/1	8A	1	1
	1Am	22V1-H	12	12/4	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	9B (9B)	1	1
	2m	32V2-H	12	12/4	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13B (13B)	2	2
	3m	32V3-H	12	12/4	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	12M (12A)	2	2
3200	1Am	14L1-I	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	3m	14L3-I	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7M (7A)	1	1
	1Am	14V1-I	6	6/2	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7B (7B)	1	1
	2m	24V2-I	6	6/2	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	9B (9B)	2	1
	3m	24V3-I	6	6/2	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	8M (8B)	2	1
	1Am	22L1-I	8	8/2,6	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	9M (9A)	1	1
4000	2m	22L2-I	8	8/2,6	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	9M (9A)	1	1
	3m	32L3-I	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	12M (12B)	2	2
	2m	32V2-I	12	12/4	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13B (13B)	2	2
	3m	32V3-I	12	12/4	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	12M (12A)	2	2
	1Am	14L1-J	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7M (7A)	1	1
	18m	14V0-J	6	6/2	3,5	3,5/1,1	4	6	9	14	19	4/1	7M (7A)	1	1
5000	2m	14L2-J	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7M (7A)	1	1
	3m	24L3-J	4	4/1,3	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	8A (8A)	2	1
	2m	24V2-J	6	6/2	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	9B (9B)	2	1
	3m	34V3-J	6	6/2	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	12M (12A)	3	2
	1Am	22L1-J	8	8/2,6	5	5/1,65	10	14	26	34	43	2/1	9A (9A)	1	1
	2m	32L2-J	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13B (13B)	2	2
6000	3m	32L3-J	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	12M (12A)	2	2
	2m	32V2-J	12	12/4	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13B (13B)	2	2
	3m	42V3-J	12	12/4	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	15M (15A)	3	3
	1Am	14L1-K	4	4/1,3	3	3/1	4	6	9	14	19	4/1	7A (7A)	1	1
	2m	24L2-K	4	4/1,3	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	9B (9B)	2	1
	3m	24L3-K	4	4/1,3	5	5/1,65	5	7	10	14	-	4/1	8A	2	1
7000	1Am	24V1-K	6	6/2	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	9B (9B)	2	1
	2m	34V2-K	6	6/2	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13B (13B)	3	2
	3m	34V3-K	6	6/2	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	12M (12A)	3	2
	1Am	32L1-K	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13B (13B)	2	2
	2m	32L2-K	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13M (13A)	2	2
	3m	32L3-K	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	12A (12A)	2	2
8000	1Am	32V1-K	12	12/4	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13B (13B)	2	2
	2m	42V2-K	12	12/4	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	16B (16B)	3	3
	3m	42V3-K	12	12/4	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	15M (15A)	3	3
	1Am	24L1-L	4	4/1,3	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	9M (9A)	2	1
	18m	24V0-L	6	6/2	5,5	5,5/1,8	5	7	10	14	18	4/1	9M (9A)	2	1
	2m	24L2-L	4	4/1,3	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	9M (9A)	2	1
9000	3m	34L3-L	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	12M (12A)	3	2
	2m	34V2-L	6	6/2	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13B (13B)	3	2
	3m	34V3-L	6	6/2	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	12M (12A)	3	2
	1Am	32L1-L	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13M (13A)	2	2
	2m	32L2-L	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	26	37	47	2/1	13M (13A)	2	2
	3m	42L3-L	8	8/2,6	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	15M (15A)	3	3
2m	42V2-L	12	12/4	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	16B (16B)	3	3	

# Anexo 7: CARACTERÍSTICAS Y DATOS TÉCNICOS CABLES

Capacidad (kg)	Grupo FEM del polipasto	Tipo DRH	Datos característicos de los polipastos eléctricos de cable DRH												Tipo de carro combinado al polipasto	
			Velocidad a 60 Hz (m/min)		Potencia motor (kW)		Carrera gancho (m) con tambor <sup>(1)</sup>					Cable <sup>(1)</sup>		monoviga DST - N/R	de dos vigas DRT	
			1 Vel.	2 Vel.	1 Vel.	2 Vel.	C	N	L	X1	X2	Nº ramales	Ø / Tipo (mm)			
6300	1Am	24L1•M	4	4/1,3	5	5/1,65	5	7	10	14	18	4/1	9A (9A)	2	1	
	2m	34L2•M	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13B (13B)	3	2	
	3m	34L3•M	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	12M (12A)	3	2	
	2m	34V2•M	6	6/2	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13B (13B)	3	2	
	3m	44V3•M	6	6/2	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	15M (15A)	4	3	
	1Am	32L1•M	8	8/2,6	10	10/3,3	10	14	28	37	47	2/1	13A (13A)	2	2	
	2m	42L2•M	8	8/2,6	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	16B (16B)	3	3	
	3m	42L3•M	8	8/2,6	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	15A (15A)	3	3	
	1Am	42V1•M	12	12/4	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	16B (16B)	3	3	
	1Am	34L1•N	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13B (13B)	3	2	
8000	2m	34L2•N	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13M (13B)	3	2	
	3m	34L3•N	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	12A (12A)	3	2	
	1Am	36V1•N	6	6/2	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13B (13B)	3	2	
	2m	44V2•N	6	6/2	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	16B (16B)	4	3	
	3m	44V3•N	6	6/2	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	15M (15A)	4	3	
	1Am	42L1•N	8	8/2,6	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	16M (16M)	3	3	
	2m	42L2•N	8	8/2,6	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	16M (16M)	3	3	
	1Am	34L1•D	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13M (13A)	3	2	
	1Bm	34V0•D	6	6/2	11	11/3,6	5	7	10	14	19	4/1	13M (13A)	3	2	
	2m	34L2•D	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13M (13A)	3	2	
10000	3m	44L3•D	4	4/1,3	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	15M (15A)	4	3	
	2m	44V2•D	6	6/2	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	16B (16B)	4	3	
	3m	44S3•D	6	6/2	24	24/7,8	6	8	11	17	24	4/1	15M (15A)	4	3	
	1Am	42L1•D	8	8/2,6	16	16/5,3	12	16	32	45	58	2/1	16A (16A)	3	3	
	1Am	42S1•D	12	12/4	24	24/7,8	12	16	32	45	58	2/1	16A (16A)	3	3	
	1Am	34L1•P	4	4/1,3	10	10/3,3	5	7	10	14	19	4/1	13A (13A)	3	2	
	2m	44L2•P	4	4/1,3	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	16B (16B)	4	3	
	3m	44L3•P	4	4/1,3	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	15A (15A)	4	3	
	1Am	44V1•P	6	6/2	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	16B (16B)	4	3	
	2m	44S2•P	6	6/2	24	24/7,8	6	8	11	17	24	4/1	16B (16B)	4	3	
12500	3m	44S3•P	6	6/2	24	24/7,8	6	8	11	17	24	4/1	15A (15A)	4	3	
	2m	36L2•Q	2,7	2,7/0,9	10	10/3,3	-	4	8,9	11,5	15	6/1	13A1	-	3	
	1Am	44L1•Q	4	4/1,3	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	16M (16M)	4	3	
	1Bm	44V0•Q	6	6/2	18	18/5,9	6	8	11	17	24	4/1	16M (16M)	4	3	
	2m	44L2•Q	4	4/1,3	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	16M (16M)	4	3	
	1Am	44S1•Q	6	6/2	24	24/7,8	6	8	11	17	24	4/1	16M (16M)	4	3	
	2m	44S2•Q	6	6/2	24	24/7,8	6	8	11	17	24	4/1	16M (16M)	4	3	
	1Am	36L1•R	2,7	2,7/0,9	10	10/3,3	-	4	8,9	11,5	15	6/1	13A1	-	3	
	1Am	44L1•R	4	4/1,3	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	16A (16A)	4	3	
	1Am	44S1•R	6	6/2	24	24/7,8	6	8	11	17	24	4/1	16A (16A)	4	3	
20000	2m	38L2•R	2	2/0,7	10	10/3,3	-	-	6	8	10,8	8/1	13A1	-	3	
	2m	44L2•R	4	4/1,3	16	16/5,3	6	8	11	17	24	4/1	16A1 (16A)	4	3	
	1Bm	44L0•S	4	4/1,3	18	18/5,9	0	8	11	17	24	4/1	16A1	-	3	
	1Am	38L1•S	2	2/0,7	10	10/3,3	-	-	6	8	10,8	8/1	13A1 (13A1)	-	3	
	1Am	44M1•S	4	4/1,3	24	24/7,8	6	8	11	17	24	4/1	16,2A	-	3	
	2m	46L2•S	2,7	2,7/0,9	16	16/5,3	-	5	10	14	19	6/1	16A	-	3	
	2m	46S2•S	4	4/1,3	24	24/7,8	-	5	10	14	19	6/1	16A	-	3	
	1Am	46L1•T	2,7	2,7/0,9	16	16/5,3	-	5	10	14	19	6/1	16A	-	3	
	1Am	46S1•T	4	4/1,3	24	24/7,8	-	5	10	14	19	6/1	16A	-	3	
	2m	46L2•T	2,7	2,7/0,9	16	16/5,3	-	5	10	14	19	6/1	16A1	-	3	
40000	1Am	48L1•U	2	2/0,7	16	16/5,3	-	3	7	10	13,5	8/1	16A	-	4	
	1Am	46S1•U	3	3/1	24	24/7,8	-	3	7	10	13,5	8/1	16A	-	4	
	2m	48L2•U	2	2/0,7	16	16/5,3	-	3	7	10	13,5	8/1	16A1	-	4	
50000	1Bm	48L0•V	2	2/0,7	18	18/5,9	-	3	7	10	13,5	8/1	16A1	-	4	
	1Bm	46S0•V	3	3/1	27	27/8,8	-	3	7	10	13,5	8/1	16A1	-	4	

NOTE :

(1) Los polipastos de 2 ramales con tambor L, X1, X2 y los polipastos de 4 ramales con tambor X2 utilizan cables antivibratorios. El tipo de cables antivibratorios es la indicada entre paréntesis.

(2) versión DRH4 con motor cilíndrico.

Carga de rotura mínima garantizada requerida a los cables ( kN )																					
Tipo polipasto →	DRH 1			DRH 2			DRH 3					DRH 4									
Ø Cable (mm) →	Ø 7			Ø 8			Ø 9			Ø 12		Ø 13			Ø 16		Ø 16,2				
Clase resistencia →	B	M	A	M	A	B	M	A	M	A	B	M	A	A1	M	A	A1	A			
Normal (kN)	30,4	42,1	46,1	42,0	61,6	53,1	69,6	74,6	121,7	138,7	112,0	142,5	163,4	154,0	189,7	219,2	176,9	216,9	236,0	268,0	296,0
Antivibratorio (kN)	35,3	-	48,8	46,1	60,5	58,4	-	76,6	-	136,2	121,8	-	158,8	-	-	212,2	184,4	242,1	255,0	-	-

**WORKS FOR YOU.**

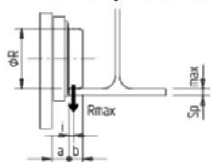
## Anexo 8: DATOS DE CARROS, RUEDAS Y POTENCIA DE MOTOR DE TRASLACIÓN

Datos carro y potencias motores ( máximas suministrables = kw ) de una y dos velocidades de traslación													
Carro eléctrico de traslación	1 Velocidad: 8 o 10 m/min				1 Velocidad: 16 o 20 m/min				2 Velocidad: 16/4 o 20/5 m/min				
	Relación reductor con velocidad m/min		Motor carro		Relación reductor con velocidad m/min		Motor carro		Relación reductor con velocidad m/min		Motor carro		
Tipo - Tamaño	8	10	4 polos	Potencia kW	16	20	2 polos	Potencia kW	16/4	20/5	2/8 polos	Potencia kW	
DST - N/R Monoviga	1 - 2	τ1	τ2	71 - 4	0,16	τ1	τ2	71 - 2	0,32	τ1	τ2	71 - 0	0,40/0,09
	3	τ1	τ2	80 - 4	0,25	τ1	τ2	80 - 2	0,50	τ1	τ2	80 - 0	0,50/0,12
	4	τ1	τ2	80 - 4	0,32	τ1	τ2	80 - 2	0,63	τ1	τ2	80 - 0	0,63/0,15
DRT Dos vigas	1	τ1	τ2	71 - 4	0,16	τ1	τ2	71 - 2	0,32	τ1	τ2	71 - 0	0,40/0,09
	2	τ1	τ2	80 - 4	0,25	τ1	τ2	80 - 2	0,50	τ1	τ2	80 - 0	0,50/0,12
	3	τ1	τ2	80 - 4	0,32	τ1	τ2	80 - 2	0,63	τ1	τ2	80 - 0	0,63/0,15
		τ1	τ2	100 - 4	0,83	τ1	τ2	100 - 2	1,25	τ1	τ2	100 - 0	1,25/0,31
4	τ1	τ2	100 - 4	0,83	τ1	τ2	100 - 2	1,25	τ1	τ2	100 - 0	1,25/0,31	

NOTAS: Para las combinaciones con doble motorreductor ver pág. 35

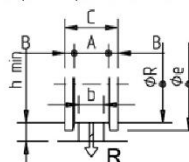
POSICIÓN EN EL ALA DE LA VIGA DE LA RUEDA DE TODOS LOS CARROS DST					
DST N/S R	Ø R Rueda (mm)	Dimensiones (mm)			Esp. máx. (mm)
		i	a	b	
DST 1	100	8	35	18	20
DST 2	125	12	35	29	23
DST 3	160	17	45	34	35
DST 4	200	19	50	39	41

Posición en el ala de la viga de la rueda de todos los carros DST



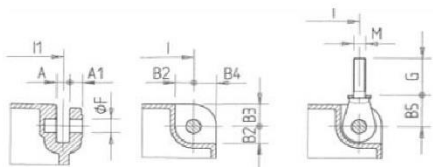
DIMENSIONES DE LAS RUEDAS DRT Y DE LOS RIELES CORRESPONDIENTES								
DRT	Ø R Rueda (mm)	Dimensiones (mm)						
		Rueda			Ø e	Rail		
		A	B	C	h mín.	b mín.	h máx.	
DRT 1	125	50	15	80	150	30	30	40
DRT 2	160	55	19	93	190	30	30	45
DRT 3	200	60	20	100	230	30	40	50
DRT 4	250	70	20	110	280	40	50	60

La posición en pista de la DRT carritos de ruedas



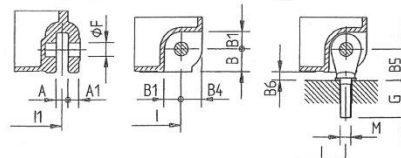
### FIJACIÓN DE LOS POLOSPASTOS DE CABLE DRH SUMINISTRADOS EN EJECUCIÓN FIJA EN LAS VERSIONES SUSPENDIDA Y APOYADA

Fijación polospastos de 2 y 4 ramales en versión suspendida:  
Detalle del agujero y de la zona de conexión del cáncamo universal



El cáncamo universal se suministra de serie.  
Para cotas I y I1 ver página DRH apoyado/suspendido.

Fijación polospastos de 2, 4, 6 y 8 ramales en versión apoyada:  
Detalle del pie de apoyo y de la zona de conexión del cáncamo universal (2 y 4 ramales) y del tirante de apoyo (6 y 8 ramales)



El cáncamo universal (2 y 4 ramales) o el tirante de apoyo (6 y 8 ramales) se suministra de serie.  
Para cotas I y I1 ver página DRH apoyado/suspendido.

Ramales de cable N.	Tipo DRH	Dimensiones totales (mm)												
		A	A1	B	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	M	G	
2/1 - 4/1	1	20	20	37	21	21	35	35	50	13	20	16x2	65	
	2	22	22	42	31	31	40	40	55	13	25	20x2,5	70	
	3	32	32	48	36	36	55	55	76	28	35	24x3	93	
	4	42	42	60	38	46	70	70	89	29	45	30x3,5	106	
6/1 - 8/1	3	32	32	48	36	-	-	-	48	-	35	20x2,5	55	
	4	42	42	60	38	-	-	-	60	-	45	27x3	57	

NOTAS - Fijación polospastos de 2, 4, 6 y 8 ramales en versión apoyada para aplicación en carros no suministrados por Donati:

- Utilizando el cáncamo universal (2 y 4 ramales), la dimensión en altura del perfil del polospasto (cota H2 DRH), con respecto a la superficie de apoyo del polospasto mismo, debe incrementarse en la cota "B6".
- Utilizando el tirante de apoyo (6 y 8 ramales) la dimensión en altura no se debe incrementar de la cota "B6".

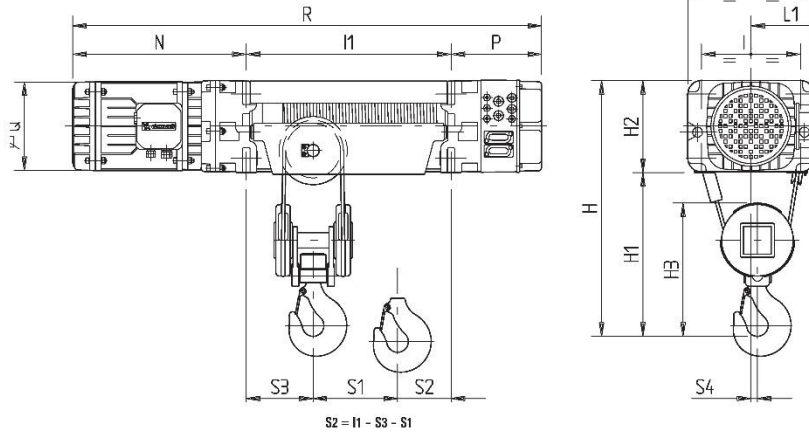
 **TEREX® | DONATI**

## Anexo 9: DIMENSIONES TOTALES DE POLIPASTOS

### DIMENSIONES TOTALES – PESOS

### POLIPASTOS ELÉCTRICOS DE CABLE SERIE DRH DE 2 Y 4 RAMALES DE CABLE EN VERSIÓN APOYADA O SUSPENDIDA

Reacciones sobre los vínculos ver pág. 29



\* Para DRH 3 y DRH4 con B.T. la cota P se convierte en: DRH3 = 330; DRH4 = 390

Ramales de cable N.	Tipo DRH	Dimensiones totales (mm)										
		H	H1	H2	H3	I	L	L1	N	P	Q	S4
2/1	1	690	460	230	390	250	320	210	480	255	225	28
	2	820	550	270	445	290	370	235	525	270	260	30
	3	1090	710	360	595	370	480	290	705	205	300	40
	4	1390	920	470	750	460	600	360	855	220	340	45
	≤4	1390	920	470	750	460	600	360	1015	220	340	45
4/1	1	650	420	230	345	250	320	210	480	255	225	15
	2	750	480	270	390	290	370	235	525	270	260	19
	3	1020	640	360	540	370	480	290	705	205	300	23
	4	1320	850	470	700	460	600	360	855	220	340	25
	≤4	1320	850	470	700	460	600	360	1015	220	340	25

Ramales de cable N.	Tipo DRH	Tambor C				Tambor N				Tambor L				Tambor X1				Tambor X2				Pesos (kg) con tambor tipo				
		I1	R	S1	S3	I1	R	S1	S3	I1	R	S1	S3	I1	R	S1	S3	I1	R	S1	S3	C	N	L	X1	X2
2/1	1	400	1135	125	95	515	1250	185	95	880	1625	365	95	1200	1935	515	95	1530	2265	680	95	132	141	160	180	200
	2	480	1275	160	100	600	1395	220	100	1000	1795	410	100	1260	2055	530	100	1530	2325	670	100	180	195	215	260	280
	3	600	1510	195	130	740	1650	265	130	1260	2170	515	130	1550	2460	660	130	1940	2850	860	130	460	490	565	590	620
	4	722	1797	220	170	862	1937	290	170	1422	2497	570	170	1852	2827	800	170	2352	3427	1030	170	855	890	1010	1200	1250
	≤4	722	1957	220	170	862	2097	290	170	1422	2657	570	170	1852	3087	800	170	2352	3587	1030	170	910	945	1065	1255	1305
4/1	1	400	1135	70	150	515	1250	100	150	880	1625	160	165	1200	1935	230	165	1530	2265	300	165	140	150	170	200	220
	2	480	1275	105	180	600	1395	135	180	1000	1795	210	200	1260	2055	260	200	1530	2325	350	200	195	205	235	260	300
	3	600	1510	130	240	740	1650	160	240	1260	2170	240	270	1550	2460	280	270	1940	2850	350	270	515	540	625	680	700
	4	722	1797	150	300	862	1937	180	300	1422	2497	220	300	1852	2827	310	300	2352	3427	410	300	960	1000	1140	1350	1400
	≤4	722	1957	150	300	862	2097	180	300	1422	2657	220	300	1852	3087	310	300	2352	3587	410	300	1015	1055	1195	1405	1455

©Polipasto DRH4 con motor cilíndrico.

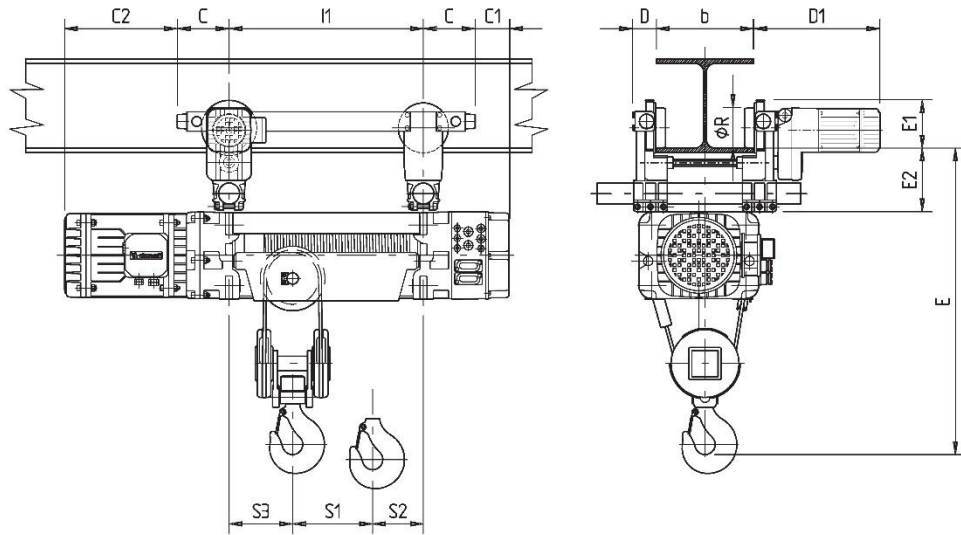
WORKS FOR YOU.

## Anexo 10: CARROS MONOVIGA PARA POLIPASTOS

### CARROS MONOVIGA DST/N/S PARA POLOSPASTOS ELÉCTRICOS DE CABLE DRH - VERSIÓN DE 2 RAMALES (2/1) Y 4 RAMALES (4/1)

Reacciones sobre los vínculos ver pág. 30

Polipastos eléctricos de cable serie DRH de 2 y 4 ramales de cable con carro normal N



\* Para cotas l1 - S1 - S2 - S3 ver pág. 19

Ramales de cable N.	Tipo DRH	Carro DST N/S	Dimensiones totales (mm)								Pesos (kg) con tambor tipo				
			C	C1	C2	D	D1	E	E1	E2	C	N	L	X1	X2
2/1	1	1	140	115	340	66	393	870	130	190	215	220	240	270	290
	2	1	140	130	385	66	393	1000	130	190	290	270	295	326	348
	3	2	160	45	545	75	400	1260	148	195	575	600	675	750	826
	4	3	275	-55	590	90	460	1650	191	255	1120	1155	1270	1490	1650
4/1	±4	3	275	-55	740	90	460	1650	191	255	1175	1240	1325	1535	1705
	1	1	140	115	340	66	393	830	128	190	220	230	250	280	300
	2	2	160	110	365	75	400	950	148	195	300	310	335	390	400
	3	3	275	-70	430	90	460	1280	191	255	775	810	880	996	1070
	4	4	325	-105	530	102	458	1620	237	295	1415	1455	1590	1900	1970
±4	4	325	-105	690	102	458	1820	237	295	1470	1510	1645	1855	2025	

© Polipasto DRH4 con motor cilíndrico.

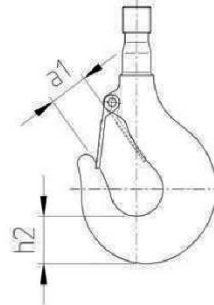
NOTA : Para velocidades, potencias y posición de la rueda ver pág. 18

**WORKS FOR YOU.**

## Anexo 11: DIMENSIONES DE TAMBOR Y POLEA

**TABLA  $\Phi$  PRIMITIVOS TAMBOR Y POLEA PARA DRH**

Tipo DRH	$\Phi$ Cable (mm)	$\Phi$ Primitivo tambor (mm)	$\Phi$ Primitivo polea (mm)
1	7	158	157
2	8	193	180
	9	194	181
3	12	242	269
	13	270	303
4	15	323	337
	16	324	338



**TABLA GANCHOS PARA DRH**

Tamaño DRH	Nº Ramales	Tipo de gancho en relación con la capacidad (kg) y al grupo de servicio FEM								Dimensiones Gancho Cotas (mm)	
		FEM 1Bm		FEM 1Am		FEM 2m		FEM 3m		a1	h2
		Capacidad	Tipo N°	Capacidad	Tipo N°	Capacidad	Tipo N°	Capacidad	Tipo N°		
1	2/1	-	-	1250	-	1000	-	800	-	33	37
		-	-	1600	08V	1250	08V	1000	08V		
		-	-	2000	-	1600	-	1250	-		
	4/1	-	-	1600	-	1250	-	1000	-		
		-	-	2000	1.6V	1600	1.6V	1250	1.6V	38	48
		3200	-	2500	-	2000	-	1600	-		
2	2/1	-	-	1600	-	1250	-	1000	-	38	48
		-	-	2000	1.6V	1600	1.6V	1250	1.6V		
		-	-	2500	-	2000	-	1600	-		
	4/1	-	-	3200	-	2500	-	2000	-		
		5000	-	4000	2.5T	3200	2.5T	2500	2.5T	43	58
		-	-	4000	-	3200	-	2500	-		
3	2/1	-	-	2500	-	2000	-	1600	-	43	58
		-	-	3200	-	2500	-	2000	-		
		-	-	4000	2.5T	3200	2.5T	2500	2.5T		
		-	-	4000	-	3200	-	2500	-		
		-	-	6300	-	5000	-	4000	-		
		-	-	8000	-	6300	-	5000	-		
	4/1	-	-	5000	-	4000	-	3200	-	50	75
		-	-	6300	-	5000	-	4000	-		
		10000	-	8000	5T	6300	5T	5000	5T		
		-	-	10000	-	8000	-	6300	-		
		-	-	12500	-	10000	-	8000	-		
		-	-	16000	-	12500	-	10000	-		
4	2/1	-	-	20000	10S	16000	10S	-	-	77	106
		-	-	25000	10S	20000	10S	-	-		
		-	-	5000	-	4000	-	3200	-		
		-	-	6300	-	5000	-	4000	-		
		-	-	8000	5T	6300	5T	5000	5T		
		-	-	10000	-	8000	-	6300	-		
	4/1	-	-	10000	-	8000	-	6300	-	77	106
		16000	-	12500	-	10000	-	8000	-		
		-	-	16000	10P	12500	10P	10000	10P		
		-	-	20000	-	16000	-	12500	-		
		25000	10T	25000	10T	20000	10T	-	-		
		-	-	32000	-	25000	-	20000	-		
6/1	-	-	32000	-	25000	-	20000	-	87	118	
	-	-	40000	12T	32000	12T	-	-			
	50000	12T	40000	12T	-	-	-	-			
	-	-	-	-	40000	12V	-	-			



## Anexo 12: CARACTERÍSTICAS DE MOTORES Y CABLES DE ALIMENTACIÓN

### CARACTERÍSTICAS DE MOTORES, FUSIBLES Y CABLES DE ALIMENTACIÓN

Polipasto DRH	Motor Tipo	Polos	Potencia instalada (kW)	COS φ	Ia - (A) 480V - 60Hz	In - (A) 480V - 60Hz	Fusibles de línea (A) 480V - 60Hz	Sección mínima cables de alimentación 480V - (ΔU20V)	
								φ mm <sup>2</sup>	L=m
1	112K4R	4	3	0.75	40	8	16	2.5	≤ 30
	112K5R	4/12	3/1	0.72/0.5	38/13	8/6.6	16	2.5	≤ 30
2	132K4R	4	5	0.75	58	12	20	4	< 30
	132K5R	4/12	5/1.65	0.78/0.5	50/17	12/10	20	4	≤ 30
3	160K4R	4	10	0.8	110	22	32	6	≤ 30
	160K5R	4/12	10/3.3	0.77/0.46	100/20	24/18	32	6	≤ 30
4	180K4R	4	16	0.82	175	34	63	10	≤ 20
	180K5R	4/12	16/5.3	0.78/0.46	170/55	38/25	63	10	< 20
4 Cilíndrico	180C4R	4	24	0.86	330	48	80	16	≤ 20
	180C5R	4/12	24/7.8	0.88/0.5	330/80	48/32	80	16	≤ 20

Carro DST / DRT	Motor Tipo	Polos	Potencia instalada (kW)	COS φ	Ia - (A) 480V - 60Hz	In - (A) 480V - 60Hz
DST1 DST2 DRT1	71K3P	2/8	0.4/0.08	0.75/0.6	4.4/1.2	1.2/0.9
	71C2P	2	0.32	0.72	6	1.0
DST3 DRT2	71C4P	4	0.16	0.5	4	1.0
	71K2PI	2 Inverter	0.5	0.72	5.2	1.3
	80K3P	2/8	0.5/0.12	0.85/0.6	5.5/1.6	1.3/1.1
	80K2P	2	0.50	0.8	5.8	1.3
	80K4P	4	0.25	0.65	3.3	0.9
DST4 * DRT3	80K2PI	2 Inverter	0.8	0.8	9.7	1.9
	80K3PL	2/8	0.63/0.15	0.82/0.57	6.8/1.8	1.6/1.3
	80K2PL	2	0.63	0.75	7.7	1.7
	80K4PL	4	0.32	0.65	3.9	1.1
** DRT3 *** DRT4	80K2PI	2 Inverter	0.8	0.8	9.7	1.9
	100K3P	2/8	1.25/0.31	0.84/0.6	16/3.6	3.1/1.8
	100K2P	2	1.25	0.83	16	2.9
	100K4P	4	0.63	0.8	8.5	1.7
	100K2PI	2 Inverter	2.0	0.86	23	4.3

- Los carros DST versión articulada están realizados con doble motorreductor. Las potencias indicadas en tabla deben ser duplicadas.

\* El carro DRT3 para polipastos DRH4 de 6 ramales está realizado con doble motorreductor de traslación.

El carro DRT3 para polipastos DRH3 de 8 ramales (armazón luz 2240-2800) está realizado con doble motorreductor de traslación. Las potencias indicadas en tabla deben ser duplicadas.

\*\* El carro DRT3 para polipastos DRH4 de 4 ramales, DRH3 de 6 ramales (armazón luz 1200-1400) y DRH3 de 8 ramales (armazón luz 1400) está realizado con un motorreductor de traslación.

\*\*\* El carro DRT4 para polipastos DRH4 de 8 ramales está realizado con doble motorreductor de traslación. Las potencias indicadas en tabla deben ser duplicadas.

**WORKS FOR YOU.**

## Anexo 13: CARACTERÍSTICAS DE VIGA H MIROMINA



### VIGASH

Denominación  
Viga H ASTM A36  
Vigas H ASTM A36/ ASTM A572 GR 50  
Vigas H ASTM A36/ ASTM A572 GR 50/A992

#### CARACTERÍSTICAS:

Perfil de acero laminado en caliente, de sección transversal en forme de "H", aleado con Niobio y Vanadio como afinadores de grano.

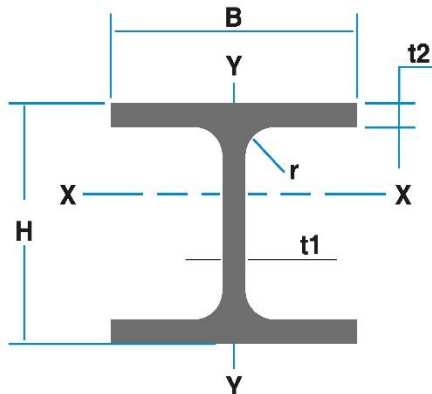
#### NORMA TÉCNICA:

ASTM A36/A36M  
ASTM A36/ASTM A572 GR 50  
ASTM A36/ASTM A572 GR 50/ASTM A992  
ASTM A6/A6M para tolerancias dimensionales.

**PRESENTACIÓN:** longitudes de 20', 30' y 40'

**USO:** Estructuras metálicas para edificios, puentes, equipos y estructuras para plantas industriales. Elementos estructurales (vigas, columnas, etc.)

**H = Altura de la viga** **I = Momento de Inercia**  
**B = Ancho del ala**



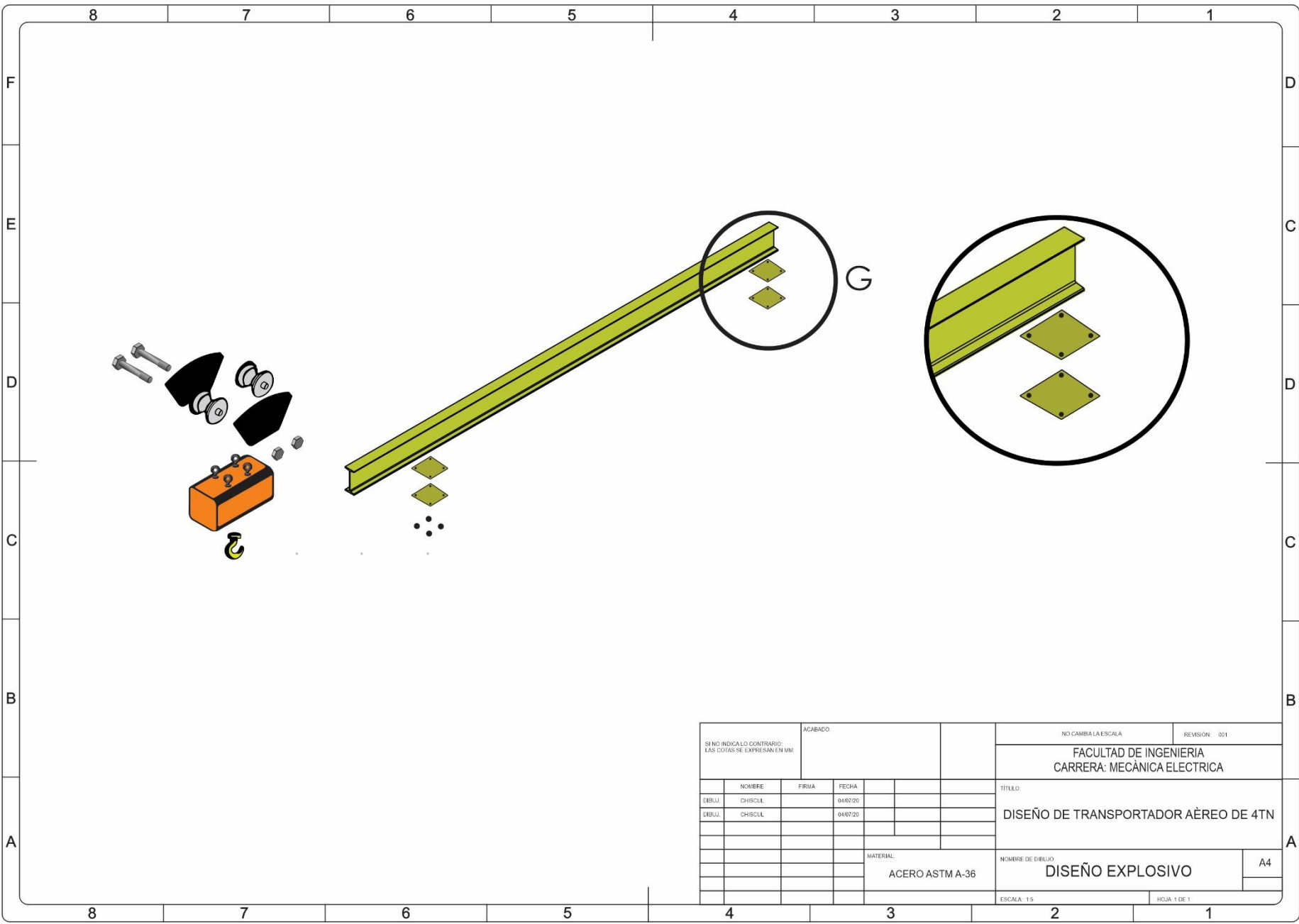
Propiedades Mecánicas	ASTM A36 Mpa	ASTM A36 A572 GR50 Mpa	ASTM A992 Mpa
Límite de Fluencia (mín.)	250	345	345
Resistencia a la Tracción	410	450	450
Fluencia / Tracción máx.	--	--	0.85

Composición Química			
Componente	ASTM A36	ASTM A36 A572 GR50	ASTM A992
Carbono (%) máx.	0.23	0.23	0.23
Manganeso (%) máx.	1.35	1.35	0.50 a 1.6
Fósforo (%) máx.	0.04	0.04	0.035
Azufre (%) máx.	0.05	0.05	0.045
Silicio (%) máx.	0.4	0.4	0.4
Vanadio (%) máx.	0.01 - 0.15	0.01 - 0.15	0.15
Niobio (%) máx.	0.005 - 0.05	0.005 - 0.05	--
Columbio (%) máx.	--	--	0.05
Cobre (%) máx.	--	--	0.6
Nickel (%) máx.	--	--	0.48
Cromo (%) máx.	--	--	0.35

Designación Nominal (H x B x lb/pie)	H (mm)	B (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	$I_x$ (mm <sup>4</sup> ) x10 <sup>4</sup>	$I_y$ (mm <sup>4</sup> ) x10 <sup>4</sup>	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg/m)
W 4"x4"x13	106	103	7.11	8.76	470	161	24.71	19.3
W 6"x4"x9	150	100	4.32	5.46	683	91.2	17.29	13.4
W 6"x4"x12	153	102	5.84	7.11	920	124	22.9	17.9
W 6"x6"x15	152	152	5.84	6.6	1211	388	28.58	22.3
W 6"x6"x20	157	153	6.6	9.27	1723	554	37.87	29.8
W 6"x6"x25	162	154	8.13	11.6	2223	712	47.35	37.2
W 8"x4"x10	200	100	4.32	5.21	1282	87	19.1	14.9
W 8"x4"x13	203	102	5.84	6.48	1648	114	24.77	19.3
W 8"x4"x15	206	102	6.22	8	1998	142	28.65	22.3
W 8"x5.25"x18	207	133	5.84	8.38	2576	332	33.94	26.8
W 8"x5.25"x21	210	134	6.35	10.2	3134	407	39.74	31.3
W 8"x6.5"x24	201	165	6.22	10.2	3446	762	45.68	35.7
W 8"x6.5"x28	205	166	7.24	11.8	4079	903	53.23	41.7
W 8"x8"x31	203	203	7.24	11	4579	1544	58.9	46.1
W 8"x8"x35	206	204	7.87	12.6	5286	1773	66.45	52.1
W 8"x8"x48	216	206	10.2	17.4	7659	2535	90.97	71.4
W 10"x4"x15	254	102	5.84	6.86	2868	120	28.45	22.3

Designación Nominal (H x B x lb/pie)	H (mm)	B (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	I <sub>x</sub> (mm <sup>4</sup> ) x10 <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> (mm <sup>4</sup> ) x10 <sup>4</sup>	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg/m)
W 10"x4"x17	257	102	6.1	8.38	3409	148	32.19	25.3
W 10"x4"x19	260	102	6.35	10	4008	179	36.26	28.3
W 10"x5.75"x22	258	146	6.1	9.14	4912	475	41.87	32.7
W 10"x5.75"x26	262	147	6.6	11.2	5994	587	49.1	38.7
W 10"x5.75"x30	266	148	7.62	13	7076	695	57.03	44.6
W 10"x8"x33	247	202	7.37	11	7076	1523	62.65	49.1
W 10"x8"x39	252	203	8	13.5	8699	1873	74.19	58
W 10"x8"x45	257	204	8.89	15.7	10323	2223	85.81	67
W 10"x10"x49	253	254	8.64	14.2	11321	3888	92.9	72.9
W 10"x10"x 54	256	255	9.4	15.6	12612	4287	101.9	80.4
W 10"x10"x 60	260	256	10.7	17.3	14193	4828	113.5	89.3
W 12"x4"x14	303	101	5.08	5.72	3688	98.2	26.84	20.8
W 12"x4"x16	305	101	5.59	6.73	4287	117	30.39	23.8
W 12"x4"x19	309	102	5.97	8.89	5411	157	35.94	28.3
W 12"x4"x22	313	102	6.6	10.8	6493	194	41.81	32.7
W 12"x6.5"x26	310	165	5.84	9.65	8491	720	49.35	38.7
W 12"x6.5"x30	313	166	6.6	11.2	9906	845	56.71	44.6
W 12"x6.5"x35	318	167	7.62	13.2	11863	1020	66.45	52.1
W 12"x8"x40	303	203	7.49	13.1	12903	1836	76.13	59.5
W 12"x8"x45	306	204	8.51	14.6	14568	2081	85.16	67
W 12"x10"x58	310	254	9.14	16.3	19771	4454	109.7	86.3
W 12"x12"x65	308	305	9.91	15.4	22185	7242	123.2	96.7
W 12"x12"x79	314	307	11.9	18.7	27555	8991	149.7	117.6
W 14"x5"x22	349	127	5.84	8.51	8283	291	41.87	32.7
W 14"x5"x26	353	128	6.48	10.7	10198	371	49.61	38.7
W 14"x6.75"x30	352	171	6.86	9.78	12112	816	57.1	44.6
W 14"x6.75"x34	355	171	7.24	11.6	14152	970	64.52	50.6
W 14"x6.75"x38	358	172	7.87	13.1	16025	1111	72.26	56.6
W 14"x8"x43	347	203	7.75	13.5	17815	1881	81.29	64
W 14"x8"x48	350	204	15.1	8.64	20187	2139	90.97	71.4
W 14"x8"x53	354	205	9.4	16.8	22518	2402	100.6	78.9
W 14"x14.5"x90	356	369	11.2	18	41582	15068	171	133.9
W 14"x14.5"x99	360	370	12.3	19.8	46202	16733	187.7	147.3
W 14"x14.5"x109	364	371	13.3	21.8	51613	18606	206.5	162.2
W 14"x14.5"x120	368	373	15	23.9	57440	20603	227.7	178.6
W 14"x16"x176	387	398	21.1	33.3	89074	34880	334.2	261.9
W 14"x16"x193	393	399	22.6	36.6	99896	38751	366.5	287.2
W 16"x5.5"x26	399	140	6.35	8.76	12529	399	49.5	38.7
W 16"x7"x36	403	177	7.49	10.9	18647	1020	68.4	53.6
W 16"x7"x40	407	178	7.75	12.8	21561	1203	76.1	59.5
W 16"x7"x45	410	179	8.76	14.4	24391	1365	85.8	67
W 16"x7"x57	417	181	10.9	18.2	31550	1794	108.4	84.8
W 16"x10.25"x89	425	263	13.3	22.2	54110	6785	169	132.4
W 18"x6"x35	450	152	7.6	10.8	21228	637	66.45	52.1
W 18"x6"x40	455	153	8	13.3	25473	795	76.13	59.5
W 18"x7.5"x 50	457	190	9	14.5	33299	1669	94.84	74.4
W 18"x7.5"x55	460	191	9.9	16	37045	1869	104.5	81.8
W 18"x11"x76	463	280	10.8	17.3	55359	6327	143.9	113.1
W 18"x11"x86	467	282	12.2	19.6	63683	7284	163.2	128
W 21"x8.25"x83	544	212	13.1	21.2	76170	3388	156.8	123.5
W 21"x12.25"x147	560	318	18.3	29.2	151092	15650	278.7	218.8
W 24"x9"x68	603	228	10.5	14.9	76170	2930	129.7	101.2
W 24"x12.75"x 162	635	329	17.9	31	215192	18439	307.7	241
W 24"x12.75"x176	641	327	19.1	34	236419	19937	333.5	261.9
W 27"x10"x102	688	254	13.1	21.1	150676	5786	193.5	151.8
W 30"x10.5"x 90	750	264	11.9	15.5	150676	4787	170.3	133.9
W 30"x10.5"x99	753	265	13.2	17	166076	5328	187.7	147.3

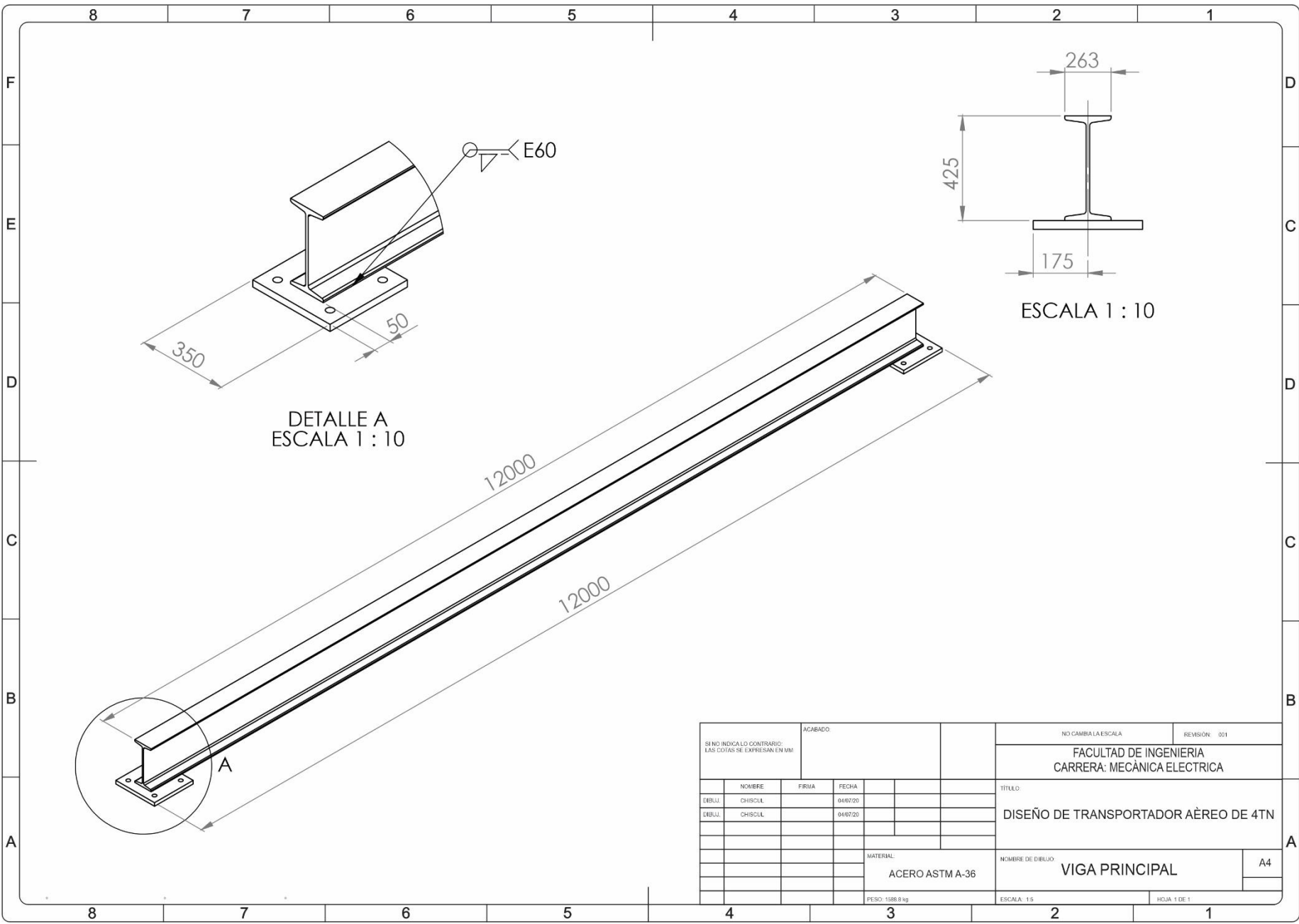
**Garantizamos nuestros productos con certificados de calidad**



SI NO INDICALO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM.				ACABADO		NO CAMBIA LA ESCALA		REVISION: 001	
						FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA: MECÁNICA ELECTRICA			
						TITULO:			
						DISEÑO DE TRANSPORTADOR AÉREO DE 4TN			
						MATERIAL:		NOMBRE DE DIBUJO:	
						ACERO ASTM A-36		DISEÑO EXPLOSIVO	
						ESCALA: 1:5		HOJA 1 DE 1	

	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ	CHISCUL		04/07/20		
DIBUJ	CHISCUL		04/07/20		

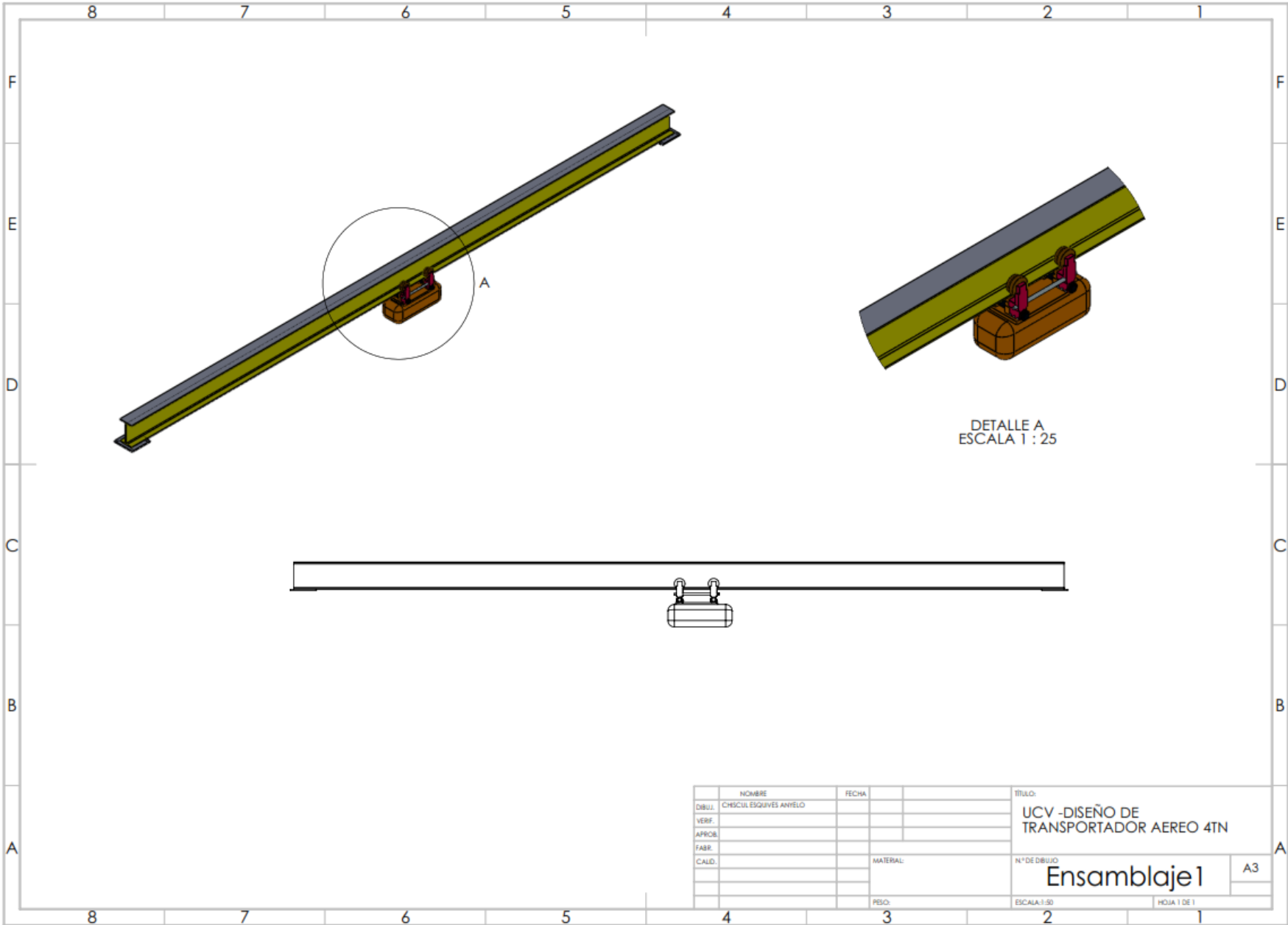
A4



DETALLE A  
ESCALA 1 : 10

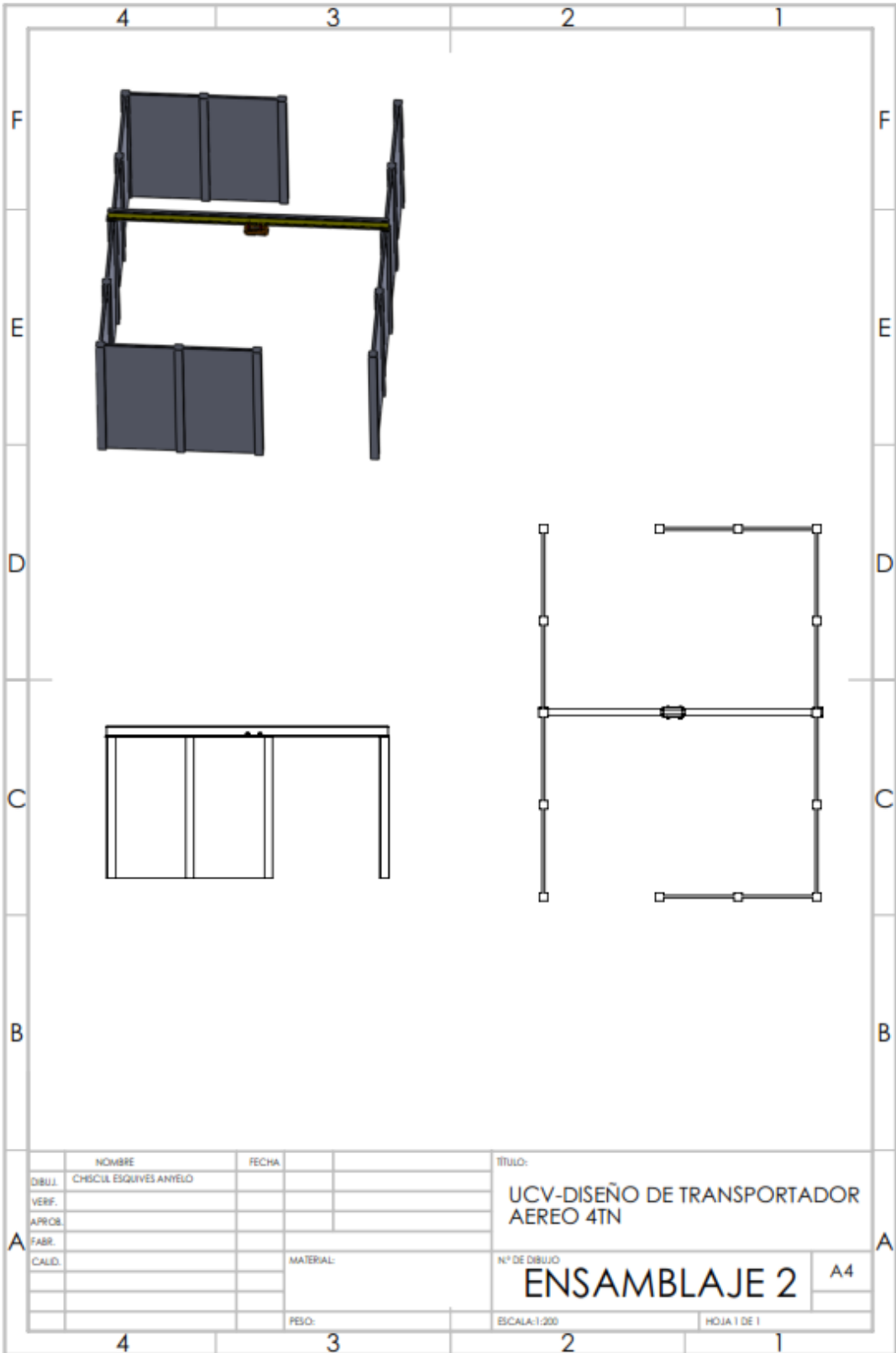
ESCALA 1 : 10

SI NO INDICALO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM.				ACABADO		NO CAMBIA LA ESCALA		REVISION: 001
						FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA: MECÁNICA ELECTRICA		
						TITULO:		
						DISEÑO DE TRANSPORTADOR AÉREO DE 4TN		
						MATERIAL:		NOMBRE DE DIBUJO:
						ACERO ASTM A-36		VIGA PRINCIPAL
						PESO: 1086.0 kg		A4
						ESCALA: 1:5		HOJA 1 DE 1

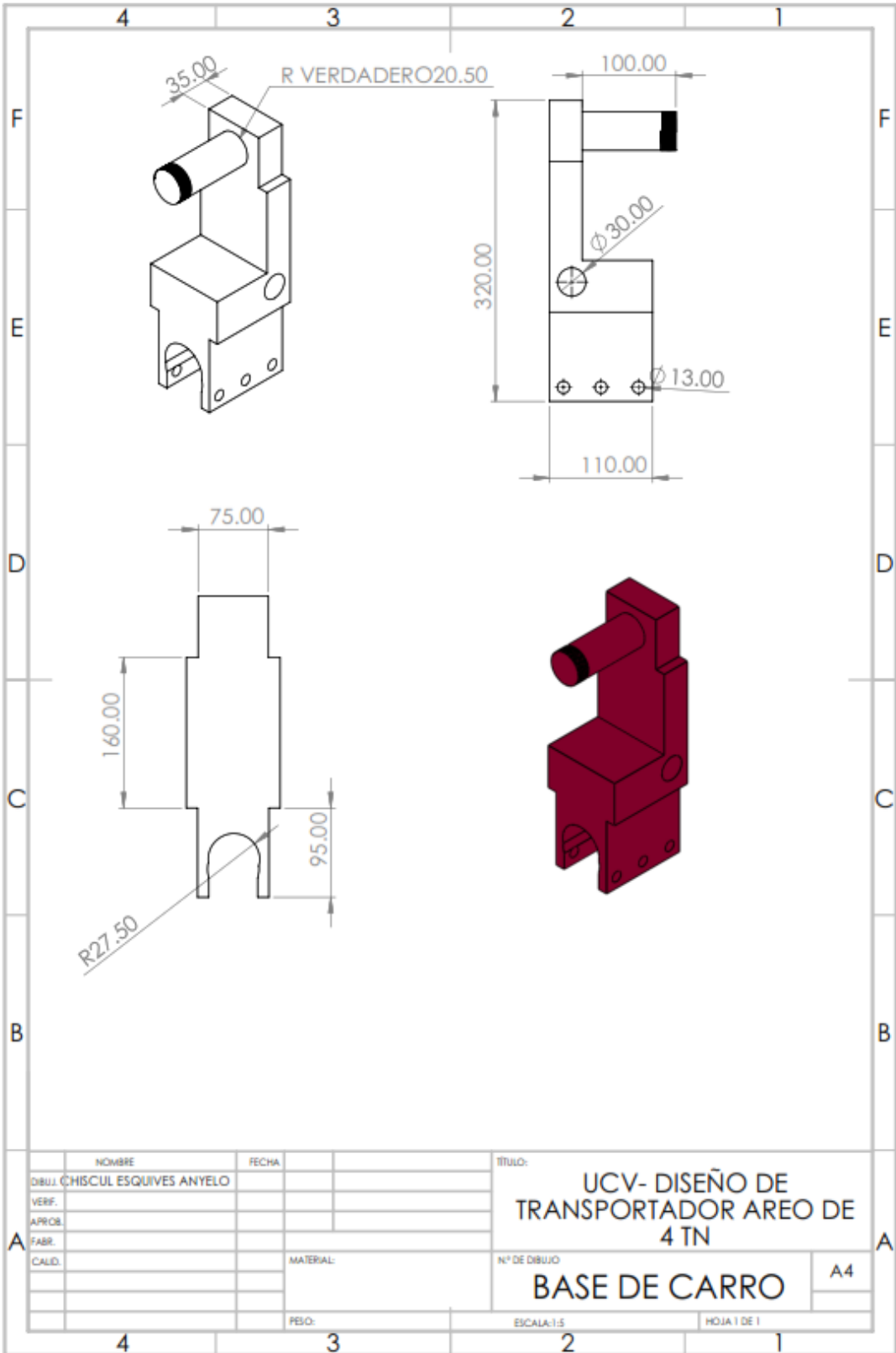


	NOMBRE	FECHA		TITULO:
DIBUJ.	CHESCUJ ESQUIVES ANYELO			UCV - DISEÑO DE
VERIF.				TRANSPORTADOR AEREO 4TN
APROB.				
FABR.				
CALD.			MATERIAL:	N° DE DIBUJO
				<b>Ensamblaje1</b>
			PESO:	ESCALA: 1:50
				HOJA 1 DE 1

A3

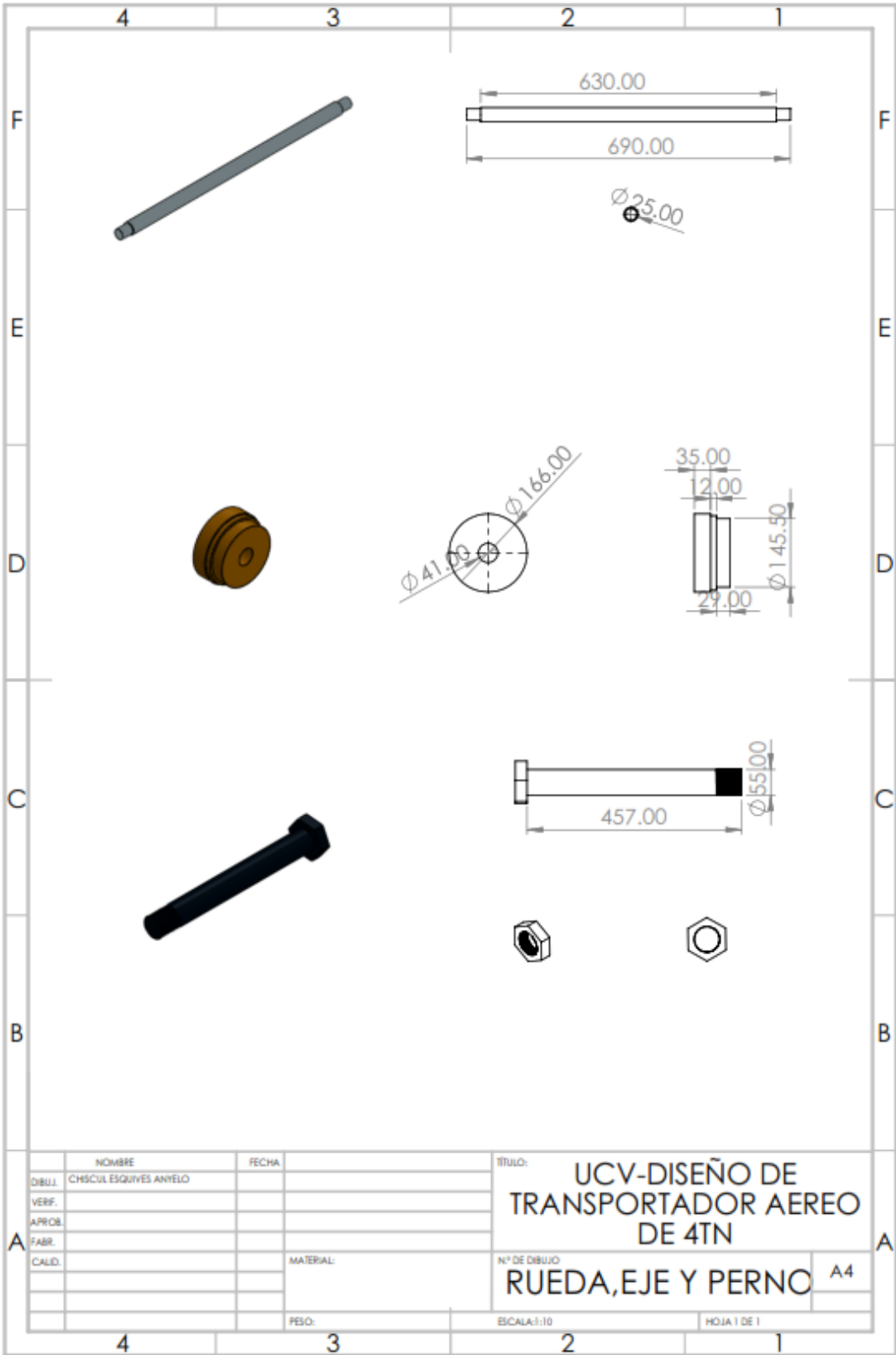


	NOMBRE	FECHA		TITULO:
DIBUJ.	CHSICIL ESQUIVES ANYELO			UCV-DISEÑO DE TRANSPORTADOR AEREO 4TN
VERIF.				
APROB.				
FABR.				
CALID.			MATERIAL:	Nº DE DIBUJO
				<b>ENSAMBLAJE 2</b>
			PESO:	A4
			ESCALA: 1:200	HOJA 1 DE 1



NOMBRE		FECHA		TITULO:	
DIBUJ.	CHISCUL ESQUIVES ANYELO			UCV- DISEÑO DE TRANSPORTADOR AERO DE 4 TN	
VERF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.		MATERIAL:		Nº DE DIBUJO	A4
				BASE DE CARRO	
		PESO:		ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1





NOMBRE		FECHA		TITULO:	
DIBUJ.	CHISCUL ESQUIVES ANIELO			UCV-DISEÑO DE TRANSPORTADOR AEREO DE 4TN	
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.			MATERIAL:	Nº DE DIBUJO	A4
				RUEDA, EJE Y PERNO	
		PESO:		ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1