



Proyecto final de carrera:

# Cambio de tecnología de calentamiento de una línea de forja

Autores:

Correa, Gerardo Jesús

Lonardi, Tomas

Marchesini, Federico

Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

Dirección de proyecto:

Ing. Puente, Gustavo

Ing. De Carli Aníbal

2019



## Contenido

1. Resumen ejecutivo y agradecimientos.
2. Introducción y situación problemática.
3. Objetivos, alcances y plan de trabajo.
4. Ingeniería básica.
5. Ingeniería de detalles.
6. Memorias de cálculo.
7. Anexos.



## Abstract

This project consists in a technology change of the cuts heating system from a production line of a forging plant, going from a gas oven to an induction one. The production line belongs to the company "Futura Hermanos", located in the "Parque Industrial Gualeguaychú".

The transport system of these hot cuts has been designed through the different transformation points of the line. This second part consists in the mechanical, electrical and pneumatical design and calculation of the conveyors if required.

From this proposal, an industrial security and environment study has been performed.

This work also includes an economical study of the project, including quotation and a return on invested capital analysis.

## Resumen ejecutivo

Este proyecto consiste en el cambio de tecnología de calentamiento de los cortes en una línea de producción de una planta de forja, pasando de horno a gas a inducción. Dicha forja pertenece a la empresa Futura Hermanos, ubicada en el Parque Industrial Gualeguaychú.

También se diseñó el sistema de transporte de dichos cortes calientes a través de los distintos puntos de transformación de la línea. Esta segunda parte comprende el diseño y cálculo mecánico, eléctrico y neumático de los transportadores, si estos lo requieren.

A partir de estas propuestas, se realizó un estudio de impacto sobre la higiene y seguridad laboral, según lo establecido por las leyes nacionales.

Finalmente se llevó a cabo un estudio económico del proyecto, incluyendo cotización total y retorno de inversión.

## Agradecimientos

A nuestras familias y amigos, por el apoyo brindado durante los años de carrera.

A la empresa Futura Hermanos, en especial al Ing. Oscar Marchesini por su buena predisposición para colaborar con el proyecto.

Al Ing. Guillermo Reynoso, por su acompañamiento constante como tutor.

A la comunidad de la UTN FRCU, por brindar el espacio para desarrollar nuestros estudios y estar siempre a nuestra disposición.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA

## Cambio de tecnología de calentamiento de una línea de forja

### Autores:

Correa, Gerardo Jesús  
Lonardi, Tomas  
Marchesini, Federico

### Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

### Dirección de proyecto:

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli Aníbal

## Introducción



**FORJA**



**PFC 1811A**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**

Facultad Regional Concepción del Uruguay

---

## Índice general

1. Introducción.....	2
2. Situación Problemática.....	2
3. Marco teórico de referencia y estado del arte.....	3

## 1. Introducción

Futura Hermanos SRL es una empresa perteneciente al rubro metalúrgico, dedicada al forjado, estampado y mecanizado de bridas y accesorios para la industria del gas y petróleo.

La empresa cuenta con dos plantas: la de forjado en caliente radicada en la ciudad de Gualeguaychú, en la cual se realiza el presente proyecto, y la de mecanizado de piezas, accesorios y armado de productos especiales en la ciudad de Buenos Aires. En ese lugar también se encuentran las oficinas comerciales y de administración.

La planta de forjado se encuentra en el Parque Industrial de la ciudad de Gualeguaychú, E.R., aledaña a la fábrica Hermann e Imperial Cord, a su vez limitada por la ruta nacional N°14 y a la ruta provincial N°16 (acceso a la ciudad). En la Figura 1.1 se observa la vista satelital y la vista de frente de la planta.



Figura 1.1: Ubicación geográfica y vista del frente de la planta

## 2. Situación Problemática

La planta cuenta con tres líneas de producción (líneas 3, 5 y 6). Actualmente, los tochos en la línea 6 se calientan mediante hornos a gas, que presenta los siguientes inconvenientes:

- Falta de competitividad en la línea:
  - Altos costos de: mantenimiento, mano de obra y energía.
  - Baja calidad de calentamiento, produciéndose cáscaras y desigual temperatura, en el tocho calentado.
  - Baja eficiencia de los hornos a gas.
- Ambiente de trabajo agresivo. En época estival se superan los 50°C en las proximidades de los hornos a gas, y los 60°C en el delantal aluminizado de los operarios, en el momento de apertura de las puertas para ingresar o extraer las piezas.
- Utilizan energía de origen fósil, produciendo gases de combustión nocivos para el ambiente.

Así mismo, el transporte de las piezas a lo largo de la línea la realizan personas utilizando carros suspendidos o autoelevadores. Esto produce pérdidas de tiempo en el proceso, demanda personal y las tareas implican grandes esfuerzos físicos que pueden evitarse.

## 3. Marco teórico de referencia y estado del arte

### 3.1. Sistemas de calentamiento

La temperatura de calentamiento debe ser la máxima compatible que evite la oxidación excesiva de los materiales y generación de otras reacciones químicas (como descarburaciones, etc.) o la manifestación de otros tipos de defectos externos o internos en los mismos. Por otro lado, la mínima temperatura de calentamiento debe ser aquella que consiga la necesaria visco-plasticidad que permita la deformación del material.

Los medios de calentamiento se basan en alguno de estos dos principios:

- Situar el material en un "espacio caliente" y esperar a que toda su masa adquiera la temperatura deseada.
- Generar "dentro del propio material" el calor necesario.

En el supuesto de utilizar el primero de estos métodos, es necesario crear el ambiente caliente, lo que se consigue con la utilización de hornos apropiados. En un horno se alcanza la temperatura necesaria en el material de partida para la deformación, como consecuencia de la absorción de calor por este material a través de las superficies externas del mismo.

Este calor se genera en un quemador de un cierto combustible o por medio de resistencias eléctricas. Se propaga al material a calentar por un proceso de transmisión directa, por convección a través del gas que forma la atmósfera del horno y por radiación desde las paredes calientes a los materiales a calentar.

En los hornos de combustión se produce el calor quemando un combustible apropiado en el interior de una cámara de reducidas dimensiones y constituida por paredes aislantes. Es necesario el uso de quemadores que produzcan la dosificación del combustible, el comburente y de equipos de regulación que garanticen el mantenimiento de la temperatura deseada en el interior de la cámara del horno. También se necesitan equipos de carga y descarga de los materiales.

Los combustibles utilizados pueden ser:

- a) Sólidos: carbón, madera, aserrín, etc.
- b) Líquidos: fueloil, gasoil, petróleo, gasolina, alcohol, etc.
- c) Gases: metano, propano, butano, gas natural, etc.

El suelo de la cámara del horno, es decir, la zona donde se depositan los materiales a calentar se denomina solera, y según las características de esta, los hornos reciben la denominación de:

- a) Hornos de solera fija y carga estática.
- b) Hornos de solera móvil, que a su vez, en función del mecanismo que mueve la solera, pueden ser:
  - De cadena,
  - De malla,
  - De paso de peregrino,



- Rotativos,
  - De viga galopante.
- c) Hornos de solera fija y carga móvil u hornos de empuje, en los que se realiza la carga por un lado y se van empujando los materiales, a lo largo del horno, hasta su evacuación por el otro lado frontal del de carga o por un lateral.

Si se utiliza para el calentamiento el segundo principio de los anteriormente enunciados, es decir, la producción de calor en el propio seno del material a calentar, se construyen dispositivos de calentamiento tales como:

- a) Hornos de inducción, de uso en aquellos materiales susceptibles de generar calor por efecto de la histéresis magnética y de las corrientes de Foucault, que se producen en su interior a causa del campo magnético alterno que genera una bobina a ellos arrollada.
- b) Hornos de resistencia al paso de una corriente eléctrica por el interior del propio material a calentar, es decir por efecto Joule en el mismo.
- c) Hornos de radiación, por ondas electromagnéticas, normalmente infrarrojas, que resultan absorbidas por los materiales a calentar.

En la Figura 3.1 se observa el esquema de un horno de calentamiento a gas, con un único quemador, de carga y descarga manual por una puerta delantera única, de solera fija y con regulación de temperatura por medio de un pirómetro regulador que actúa sobre la dosificación de combustible necesaria en cada momento en función de la temperatura detectada. Además, este horno va dotado de un dispositivo de recuperación de parte del calor de los humos procedentes de la combustión, que salen muy calientes por la chimenea. Se realiza esta recuperación utilizando dichos humos para el precalentamiento del aire necesario para la combustión (comburente), lo que mejora ostensiblemente el rendimiento de esta.

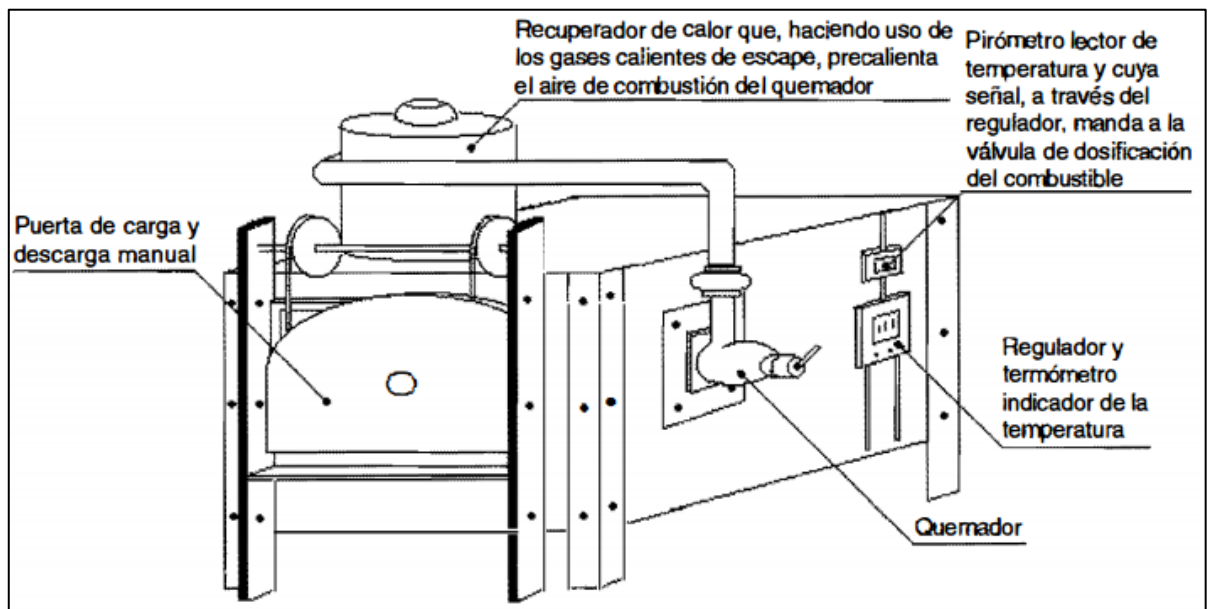


Figura 3.1: Esquema de un horno de solera fija

En la Figura 3.2 se ha esquematizado un horno de empuje, con carga por medio de cilindros neumáticos de empuje frontal, descarga manual por un lateral del horno, calentamiento por medio de combustible líquido o gaseoso con dispositivos de regulación y recuperación, como en el caso anterior.

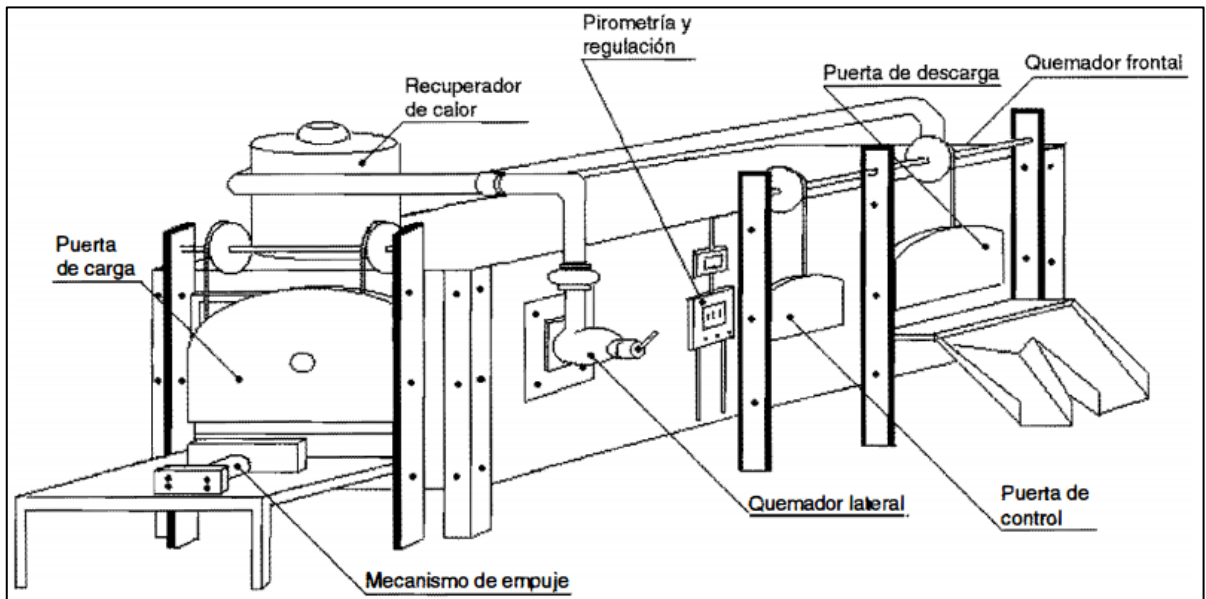


Figura 3.2: Esquema de un horno de empuje

En la Figura 3.3 se representa un esquema de calentador de tacos para forja en estampa, por inducción, con todos sus mecanismos de carga y descarga. Las bobinas de inducción se construyen con espiras de sección rectangular y huecas, para permitir la necesaria refrigeración por su interior, y van embebidas en una masa refractaria, formando compactos bloques paralelepípedicos para protegerlas del calor que se va a desarrollar en su interior. Los tacos son empujados, según el eje de las bobinas, apoyados en dos carriles-guía.

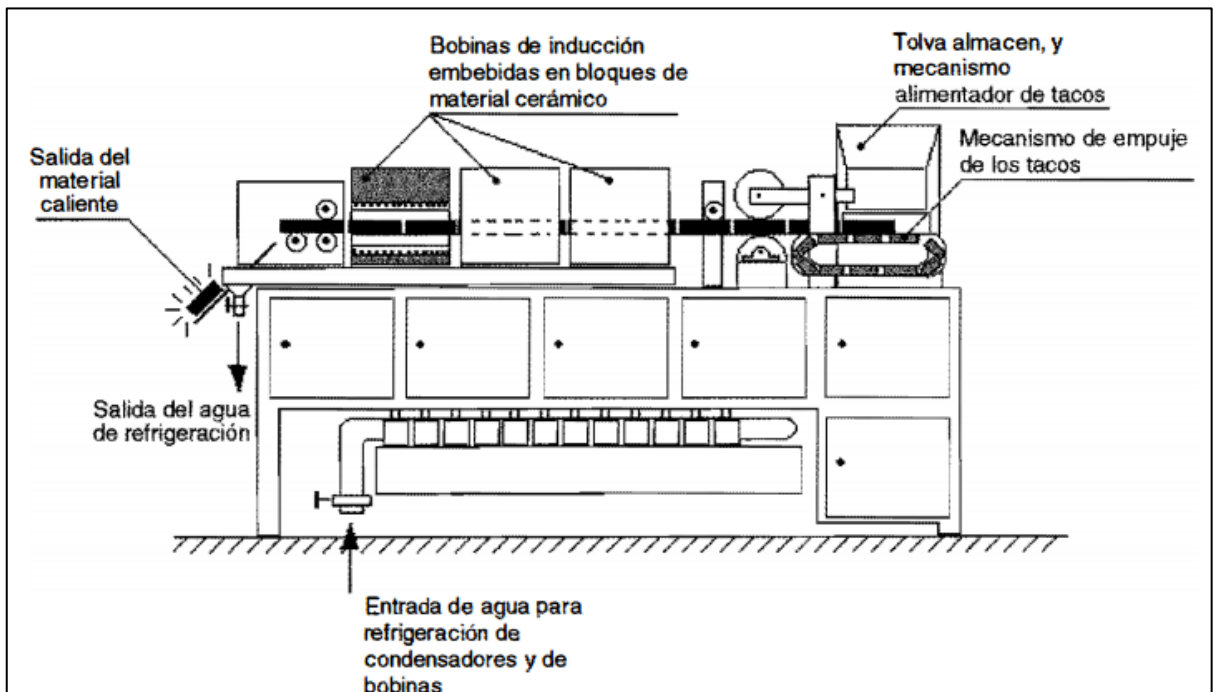


Figura 3.3: Esquema de un calentador de tacos para forja de estampa por inducción

### 3.2. Transporte de piezas calientes

En el proceso de forja en caliente, los sistemas de transporte de piezas calientes que se utilizan son:

## 3.2.1. Máquina de transporte continuo:

### 3.2.1.1. Transportador a tablillas:

Los transportadores de tablilla se emplean en diferentes ramas de la industria: carbonífera, minera, energética, de materiales de construcción, etc. Se emplean fundamentalmente para transportar materiales en pedazos grandes, pesados y calientes, materiales en pedazos con bordes agudos, cargas por piezas, así como cuando es necesaria efectuar una transportación con ángulos grandes de inclinación con respecto al plano horizontal (mayor a 18°).

La velocidad de los transportadores de tablillas está limitada (entre 0.02 hasta 1.25 m/s), en dependencia de la aplicación y de su construcción. El aumento de la velocidad del transportador aumenta su productividad, disminuye las dimensiones, el peso y el costo; sin embargo, si las velocidades son muy grandes, aumenta la irregularidad del movimiento de la parte móvil y la carga dinámica en la cadena. Por eso, cuando las cadenas son de eslabones largos y es poco el número de dientes en las catalinas, se emplean valores menores de la velocidad.

#### Ventajas:

- Pueden transportar cargas pesadas, en grandes tamaños y a elevadas temperaturas.
- Alcanza capacidades de 20 000 kN/h o más.
- Se mueven con gran suavidad y sin ruido.
- Admiten una amplia gama de piezas diferentes con radios de curvatura menores que los transportadores de banda.

#### Desventajas:

- Elevado peso, propio de las tablillas y las cadenas.
- Elevado costo por la complejidad de su fabricación.
- Mantenimiento complejo debido al gran número de articulaciones.



Figura 3.4: Sistema de transporte a tablillas

### 3.2.1.2. Cinta transportadora de malla o trenzadas

Tienen un amplio rango de usos en industrias tan variadas como la de alimentos, agroindustria, conservera, metalúrgica, pesquera, etc. Asumen una cierta importancia para



algunas aplicaciones especiales, en particular para el transporte de materiales calientes y para operaciones de secado y lavado.

Ventajas:

- Si el material se elige apropiadamente, es insensible a los agentes químicos.
- Gran superficie libre entre los cables del aire caliente (secado) y líquido para el lavado.
- Si el material se elige adecuadamente, se puede superar los 1 000°C



Figura 3.5: Sistema de transporte de malla

### 3.2.1.3. Cinta transportadora de cadenas múltiples

Este sistema de transporte está constituido mediante conjunto de hileras de cadena. Suelen utilizarse mucho cuando el producto se tiene que transportar a una velocidad elevada.



Figura 3.6: Sistema de transporte de cadenas múltiples

### 3.2.1.4. Transporte por arrastre

El órgano de trabajo en los transportadores por arrastre es la cadena (rara vez se utiliza el cable y menos aún la banda) con rastrillos, los cuales se sitúan transversalmente al órgano de tracción con un paso determinado.



Figura 3.7: Sistema de transporte por arrastre

### 3.2.1.5. Rodillos transportadores

Los transportadores de rodillo (caminos de rodillos) se emplean para transportar diversas cargas envasadas y por piezas, es decir, conjuntos y piezas de las máquinas y mecanismos, moldes de fundición, cajas, vigas, planchas metálicas, etc. Se emplean ampliamente en los talleres de preparación y mecánicos de las fábricas de construcción de maquinarias, en los talleres de laminado de las fabricas metalúrgicas, en las empresas de industria ligera, alimentaria, en los almacenes de transporte.

Los transportadores de rodillo por sus particularidades constructivas se dividen en dos tipos:

- Transportadores sin transmisión, gravitacionales, en los cuales el movimiento de la carga se produce bajo la acción del peso propio, como consecuencia de una pequeña inclinación de la superficie del transportador hacia el lado del movimiento.
- Transportadores con transmisión, en los cuales los rodillos rotan directamente desde un motor eléctrico o a través de transmisiones dentadas, por cadenas, por correas y por cables desde una transmisión general.

El mantenimiento del transporte por rodillos, en condiciones de trabajo pesado (talleres de funciones y de prensado-forja), debe ser por lo menos una vez por trimestre.

Sus índices de costos se aproximan a los transportadores de banda en cuando a su construcción y, a veces, son superiores a estos.

Velocidad circunferencial de rotación de los rodillos del transportador es de 6 hasta 48 m/min.

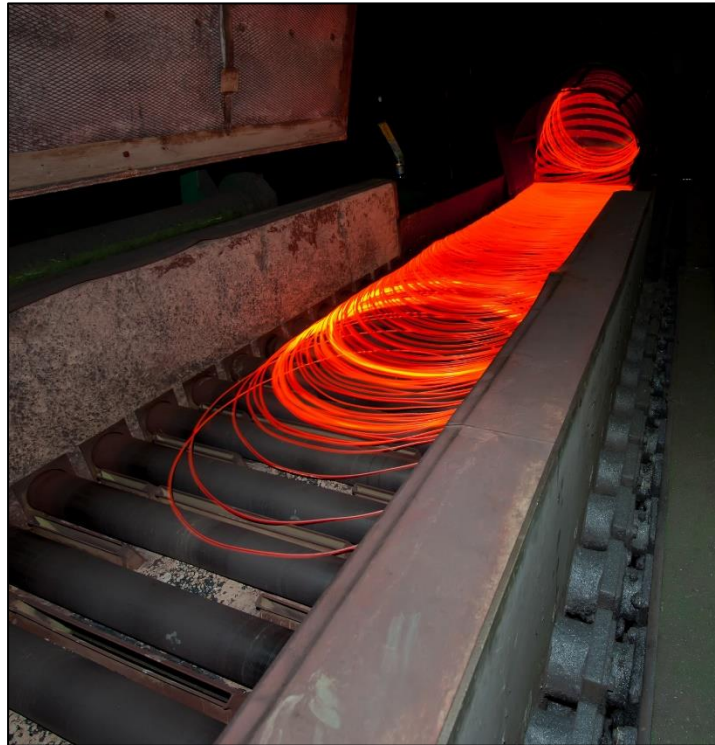


Figura 3.8: Sistema de transporte por rodillos

### 3.2.2. Carros suspendidos

Se sostienen de guías que permiten el desplazamiento de los carros por el trayecto que se desee. La fuerza requerida para levantar la pieza es realizada por los operarios, pero esta fuerza es aliviada gracias al sistema palanca generado por el punto de sujeción del carro, tal como se observa en la Figura 3.9.

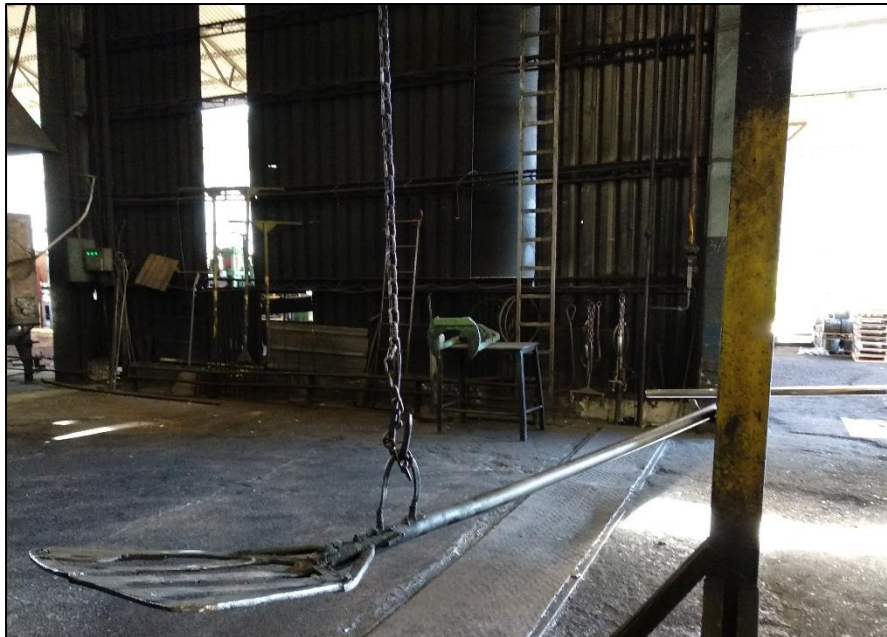


Figura 3.9: Sistema de transporte tipo carro suspendido



### 3.2.3. Autoelevadores

Mediante este transporte, el operario puede trasladar libremente las piezas dentro del proceso, siempre y cuando el peso de estas no supere el máximo admisible por el autoelevador.



Figura 3.10: Sistema de transporte tipo autoelevador

### 3.2.4. Robots

Los robots permiten el traslado de piezas de manera automática, sin depender de un operario presente. Las limitaciones de estos son las distancias de traslado y el costo del equipo.



Figura 3.11: Sistema de transporte por robots

## Índice detallado

1. Introducción.....	2
2. Situación Problemática.....	2
3. Marco teórico de referencia y estado del arte.....	3
3.1. Sistemas de calentamiento .....	3
3.2. Transporte de piezas calientes .....	5
3.2.1. Máquina de transporte continuo: .....	6
3.2.2. Carros suspendidos.....	9
3.2.3. Autoelevadores .....	10
3.2.4. Robots.....	10

## Índice de figuras

Figura 1.1: Ubicación geográfica y vista del frente de la planta .....	2
Figura 3.1: Esquema de un horno de solera fija .....	4
Figura 3.2: Esquema de un horno de empuje.....	5
Figura 3.3: Esquema de un calentador de tacos para forja de estampa por inducción .....	5
Figura 3.4: Sistema de transporte a tablillas.....	6
Figura 3.5: Sistema de transporte de malla .....	7
Figura 3.6: Sistema de transporte de cadenas múltiples .....	7
Figura 3.7: Sistema de transporte por arrastre .....	8
Figura 3.8: Sistema de transporte por rodillos .....	9
Figura 3.9: Sistema de transporte tipo carro suspendido.....	9
Figura 3.10: Sistema de transporte tipo autoelevador .....	10
Figura 3.11: Sistema de transporte por robots.....	10

# PROYECTO FINAL DE CARRERA

## Cambio de tecnología de calentamiento de una línea de forja

### Autores:

Correa, Gerardo Jesús  
Lonardi, Tomas  
Marchesini, Federico

### Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

### Dirección de proyecto:

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli Aníbal

## Objetivos



PFC 1811A

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Concepción del Uruguay



## Índice general

1. Objetivos .....	2
2. Alcances .....	2
3. Impacto .....	2
4. Plan de trabajo .....	2



## 1. Objetivos

Los objetivos del proyecto son:

- O1. Cambiar el tipo de tecnología en el calentamiento de las piezas de la línea 6, reemplazando los hornos a gas por hornos a inducción. Esta nueva tecnología fue propuesta por parte de la empresa Futura Hnos.
- O2. Realizar la ingeniería de detalle de la línea actualizada.
- O3. Transformar la línea de totalmente manual a semiautomática.
- O4. Mejorar las condiciones laborales de los operarios, en lo referido a la exposición a altas temperatura, ruido y ergonomía.
- O5. Reducir los tiempos de producción de la línea.

## 2. Alcances

Los alcances del proyecto son los siguientes:

- A1. Cambio de método de calentamiento de piezas en la línea de forja número 6.
- A2. Rediseño de logística de la línea de producción.
- A3. Ingeniería de detalle en cintas transportadoras.
- A4. Mejora de las condiciones de higiene y seguridad del personal involucrado, en cumplimiento de la ley de Higiene y Seguridad.
- A5. Cálculo del presupuesto de inversión del proyecto.
- A6. Cálculo de la evaluación de la tasa de retorno de inversión.

Por otro lado, no se consideran los siguientes puntos:

- Diseño y cálculo de la obra civil.
- Plan de montaje, montaje propiamente dicho y puesta en funcionamiento de la línea, adjudicación y compra de elementos.
- Selección del horno a inducción.
- Plan de mantenimiento de las maquinas.

## 3. Impacto

- Aumento de la competitividad. La realización de este proyecto hace que, en las condiciones actuales del país, puede significar que esta actividad siga siendo rentable o no. En concreto, de no modificarse la tecnología actual implica la no competitividad con los productos de forja importados. Actualmente, con los altos costos de energía, la elevada carga impositiva y el alto costo laboral, la única forma de competir en el ámbito internacional es: mejorando en tecnología y aumentando la productividad.
- Mejoras en higiene y seguridad laboral.
- Mejoras en el impacto ambiental y energético.

Se hace mención que el presente proyecto, además de servir para la graduación de los integrantes del grupo, satisface la necesidad de realizarlo por parte de la empresa.

## 4. Plan de trabajo

- 1- Justificación del cambio de tecnología de calentamiento.
- 2- Selección del método de transportador para la línea.
- 3- Ubicación física del horno y transporte seleccionado.

- 4- Diseño y cálculo mecánico de los transportadores.
- 5- Cálculo eléctrico de alimentación para los motores de los transportadores.
- 6- Estudios de impactos.

# PROYECTO FINAL DE CARRERA

## Cambio de tecnología de calentamiento de una línea de forja

### Autores:

Correa, Gerardo Jesús  
Lonardi, Tomas  
Marchesini, Federico

### Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

### Dirección de proyecto:

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli Aníbal

## Ingeniería Básica

PFC 1811A

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Concepción del Uruguay



## Índice general

1. Propuesta de diseño .....	2
2. Equipo de calentamiento de piezas.....	2
3. Sistema de transporte de piezas entre máquinas de proceso.....	4

## 1. Propuesta de diseño

Considerando la disposición actual de la línea:

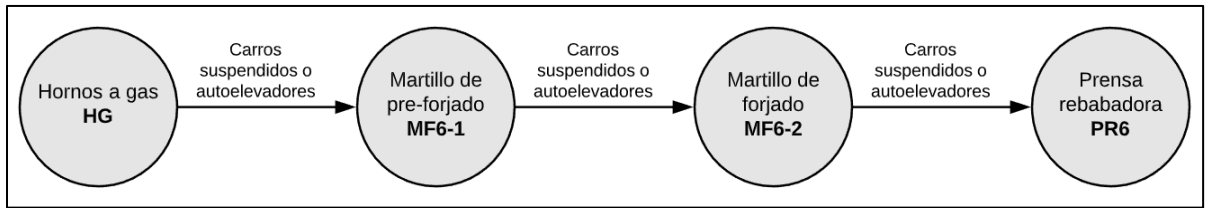


Figura 1.1: Disposición actual de las máquinas y el transporte de piezas de la línea 6

Se propone seleccionar un horno a inducción para el calentamiento de las piezas de la línea 6 y diseñar un sistema de transporte de estas entre las diferentes máquinas del proceso de forja como se muestra en la Figura 1.2:

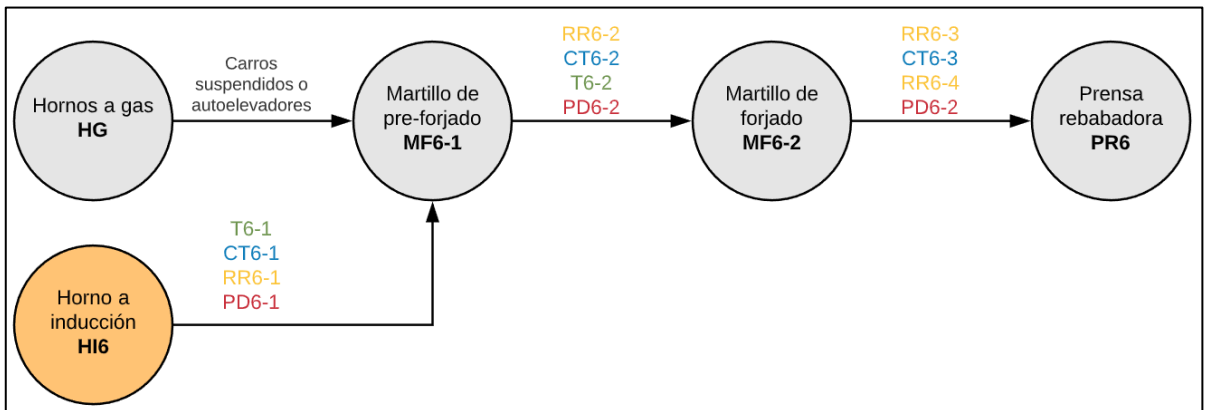


Figura 1.2: Nueva disposición de las máquinas y el transporte de piezas de la línea 6

T6-1	Tobogán
CT6-1	Cinta transportadora
RR6-1	Rampa de rodillos
PD6-1	Plancha de deslizamiento
RR6-2	Rampa de rodillos
CT6-2	Cinta transportadora
T6-2	Tobogán
PD6-2	Plancha de deslizamiento con pistón
RR6-3	Rampa de rodillos
CT6-3	Cinta transportadora
RR6-4	Rampa de rodillos
PD6-3	Plancha de deslizamiento

Tabla 1.1: Código y descripción de los componentes del nuevo sistema de transporte

## 2. Equipo de calentamiento de piezas

El horno a inducción, por directiva de Futura Hnos., se seleccionó del fabricante ELIND Induction Heating Technologies, que es el mismo fabricante del horno que se encuentra en la línea 5, el cual se puede observar en la Figura 2.1. Esto se debe a que este último cuenta con una llave de conmutación que permite transferir la potencia de un horno a otro, aprovechando así el convertidor estático de media frecuencia. Esto implica un ahorro en la inversión, ya que, de lo contrario, se deberá comprar nuevamente tal componente.



*Figura 2.1: Horno a inducción de Línea 5*

Con esto se lograría aumentar la competitividad de la línea, mejorar el ambiente de trabajo y eliminar la utilización de energía fósil no renovable.

### 3. Sistema de transporte de piezas entre máquinas de proceso

Se diseñarán cintas transportadoras especiales para trasladar las piezas entre las máquinas de la línea, y para acoplar estas cintas a las máquinas también se diseñarán toboganes, rampas de rodillos y planchas de deslizamiento. La disposición en planta del sistema propuesto es la que se muestra en la Figura 3.1.

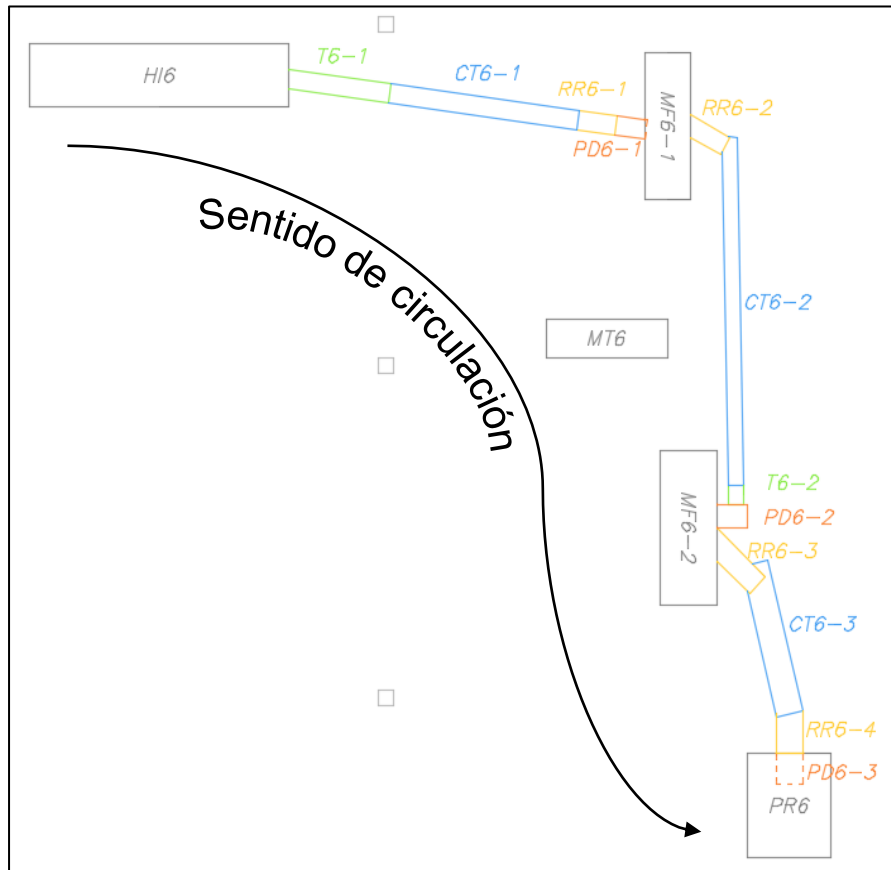


Figura 3.1: Layout nuevo sistema de transporte de piezas

<b>Ingreso MF6-1</b>	T6-1	Tobogán
	CT6-1	Cinta transportadora
	RR6-1	Rampa de rodillos
	PD6-1	Plancha de deslizamiento
<b>Ingreso MF6-2</b>	RR6-2	Rampa de rodillos
	CT6-2	Cinta transportadora
	T6-2	Tobogán
	PD6-2	Plancha de deslizamiento con pistón
<b>Ingreso PR6</b>	RR6-3	Rampa de rodillos
	CT6-3	Cinta transportadora
	RR6-4	Rampa de rodillos
	PD6-3	Plancha de deslizamiento

Tabla 3.1: Descripción equipos nuevo sistema transporte

Con este sistema de traslado de piezas se logran reducir las pérdidas de tiempo del proceso, la demanda de personal y las tareas que implican grandes esfuerzos físicos.

### 3.1. Ingreso a martillo de preforjado MF6-1

#### 3.1.1. T6-1: Tobogán

Sobre este se deslizan las cortes calientes que salen del horno a inducción y se descargan en la cinta transportadora CT6-1.



Figura 3.2: Propuesta de diseño del tobogán T6-1

#### 3.1.2. CT6-1: Cinta transportadora

Esta cinta transporta los cortes arrastrándolos y descargándolos en la rampa de rodillos RR6-1.

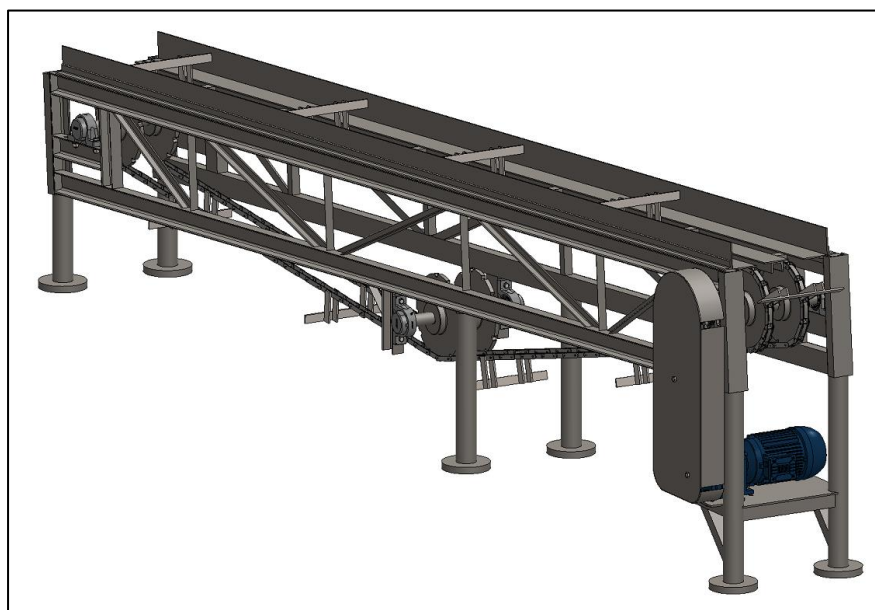


Figura 3.3: Propuesta de diseño de la cinta transportadora CT6-1



El arrastre de las piezas se realiza por medio de un conjunto de planchuelas de acero soldadas entre sí y a una cadena transportadora. Esta se acciona por un sistema piñón-corona, que a su vez es movido por un motor eléctrico trifásico.

El motor se alimenta de un tablero ubicado en la estructura de la cinta (tablero secundario), que a su vez se alimenta de un tablero presente en la planta (tablero primario), al cual se le incorporarán una llave termomagnética y un interruptor diferencial. Cada tablero contiene los componentes que se describen en el esquema de la Figura 3.4.

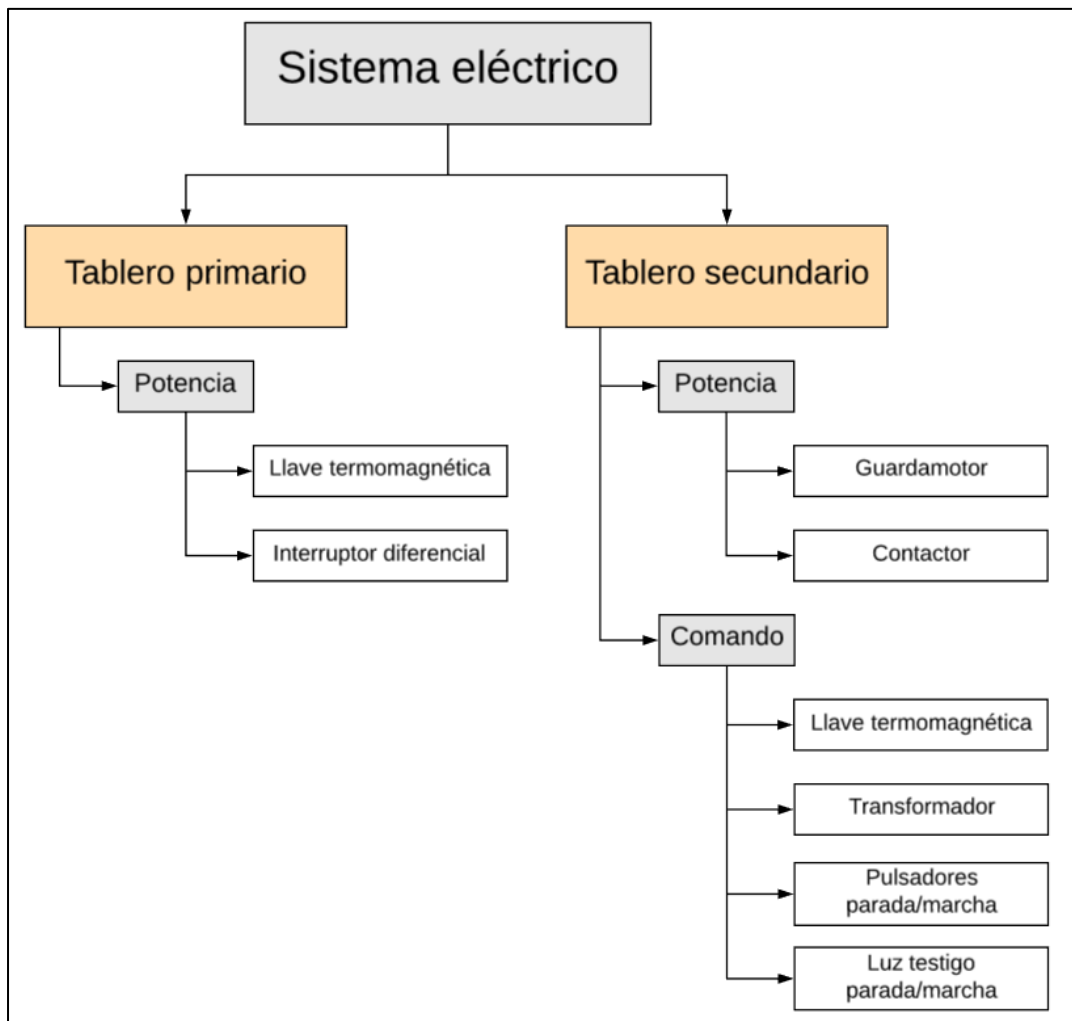


Figura 3.4: Componentes del sistema eléctrico de las cintas transportadoras

### 3.1.3. RR6-1: Rampa de rodillos

Esta rampa desliza los cortes provenientes de CT6-1 a la plancha de deslizamiento PD6-1.

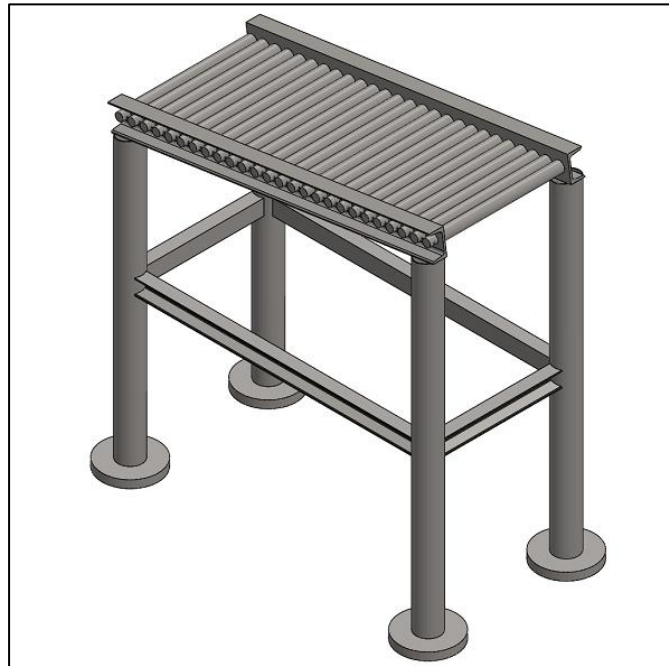


Figura 3.5: Propuesta de diseño de la rampa de rodillos RR6-1

### 3.1.4. PD6-1: Plancha de deslizamiento

Los cortes calientes llegan a esta plancha y el operario del martillo MF6-1 las arrastra y coloca en posición sobre la estampa del mismo para realizar la operación de preforjado.

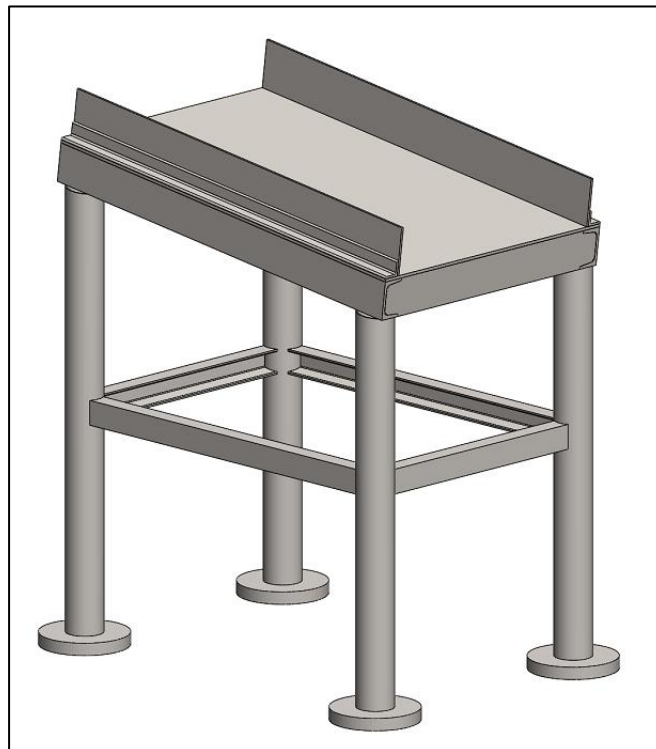


Figura 3.6: Propuesta de diseño de la plancha de deslizamiento PD6-1

## 3.2. Ingreso a martillo de forjado MF6-2

### 3.2.1. RR6-2: Rampa de rodillos

Una vez realizada la operación de perforado el operario del martillo MF6-1 empuja la torta y la descarga sobre la rampa de rodillo RR6-2. Sobre esta se desliza la torta y se descarga sobre la cinta transportadora CT6-2.



Figura 3.7: Propuesta de diseño de la rampa de rodillos RR6-2

### 3.2.2. CT6-2: Cinta transportadora

Esta cinta transporta las tortas por arrastre descargándolas sobre el tobogán T6-2. El diseño mecánico y eléctrico de la misma es el mismo que el de la cinta CT6-1, variando únicamente las dimensiones.

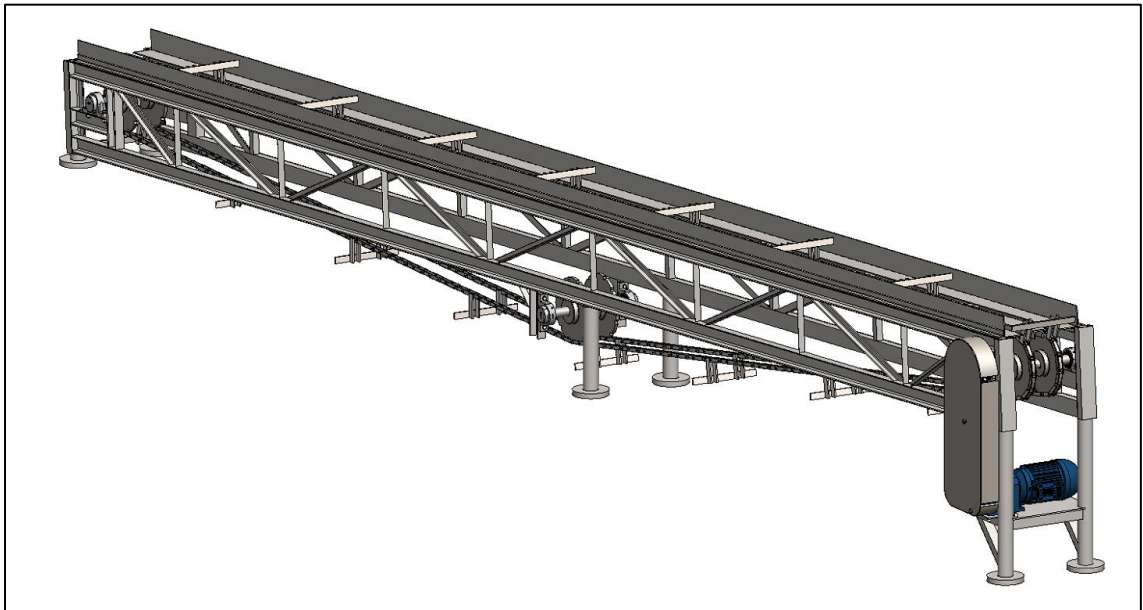


Figura 3.8: Propuesta de diseño de la cinta transportadora CT6-2

### 3.2.3. T6-2: Tobogán

Las tortas provenientes de CT6-2 deslizan sobre este tobogán hasta la plancha de deslizamiento PD6-2.

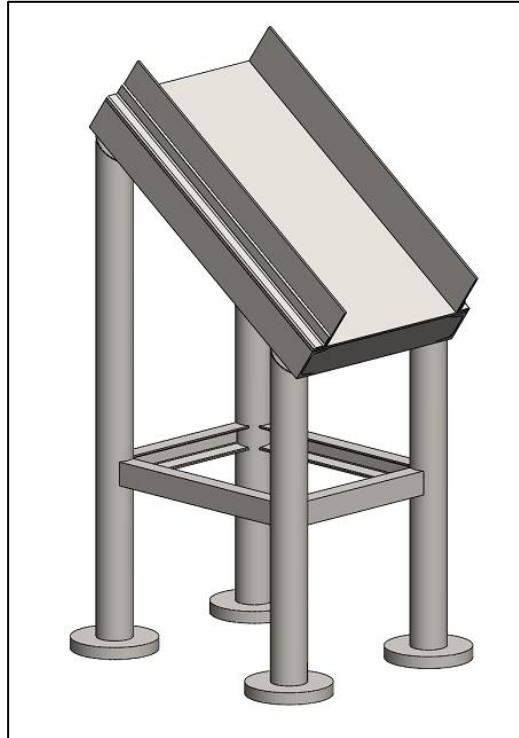


Figura 3.9: Propuesta de diseño del tobogán T6-2

### 3.2.4. PD6-2: Plancha de deslizamiento con cilindro neumático

Esta plancha cuenta con un sistema de empuje por medio de un cilindro neumático, aprovechando la instalación de aire comprimido disponible en la línea. De esta manera se semiautomatiza el ingreso de las piezas al martillo MF6-2.

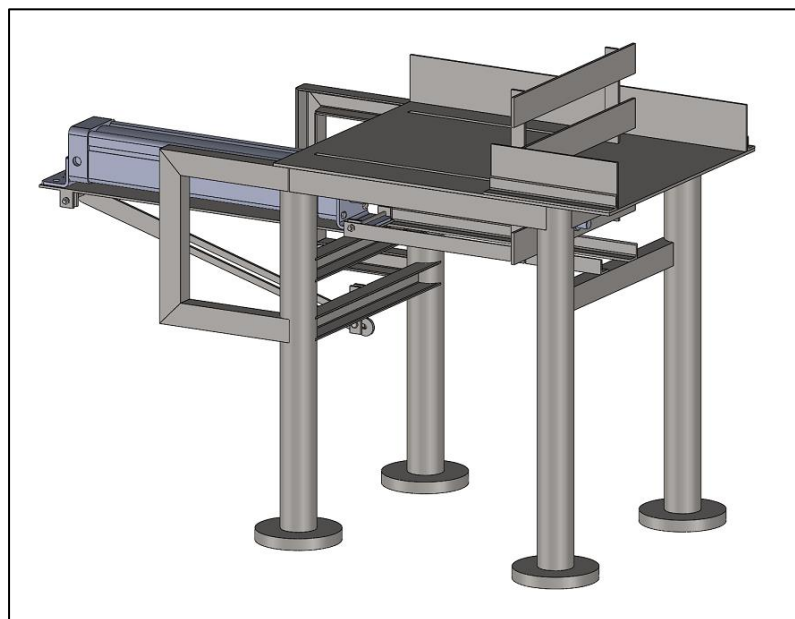


Figura 3.10: Propuesta de diseño de PD6-2

La torta descansa sobre la plancha a la espera de que el operario dé la orden al cilindro neumático, por medio de una válvula, de empujar la torta a la estampa del martillo.

Mediante un sistema tipo pasador ubicado en la estructura se podrá ocultar el cilindro cuando no se lo utilice, a fin de proteger el mismo frente a posibles golpes, como se muestra en la Figura 3.11.

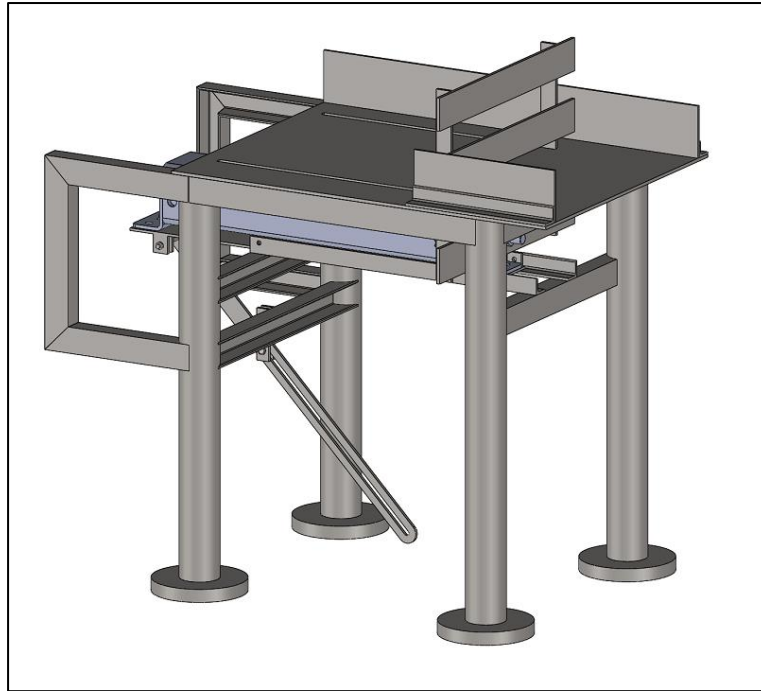


Figura 3.11: Propuesta de diseño de PD6-2 con cilindro oculto

El sistema neumático de este equipo está compuesto por los siguientes componentes:

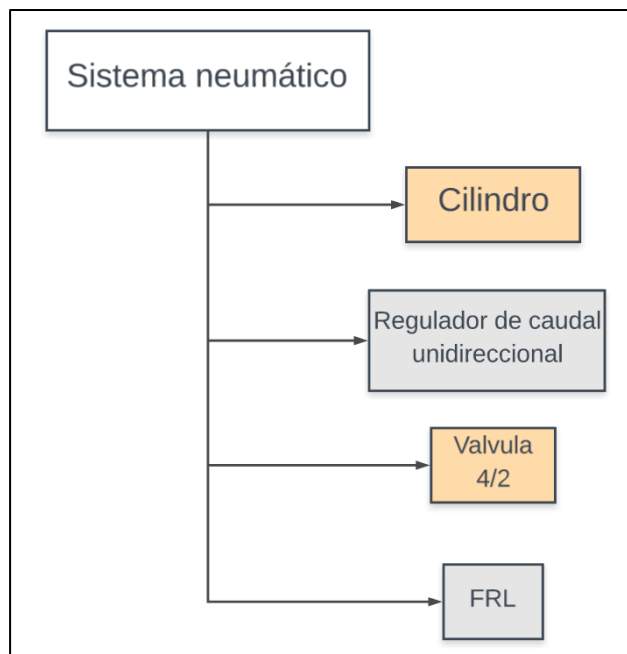


Figura 3.12: Componentes del sistema neumático de PD6-2

### 3.3. Ingreso a prensa rebabadora PR6

#### 3.3.1. RR6-3: Rampa de rodillos

Una vez realizada la operación de forjado, el operario del martillo de forjado MF6-2 empuja la pieza forjada y esta se desliza sobre esta rampa de rodillos RR6-3, descargándose en la cinta transportadora CT6-3.



Figura 3.13: Propuesta de diseño de la rampa de rodillos RR6-3

#### 3.3.2. CT6-3: Cinta transportadora

Este transportador tendrá un diseño distinto al de las otras dos debido a que se utilizará para la misma una cinta de cadenas múltiples que se encuentra disponible en la planta. El diseño eléctrico de la cinta será el mismo que el de las otras dos cintas.

Esta cinta transporta las piezas desde la rampa de rodillos RR6-3 hasta RR6-4.

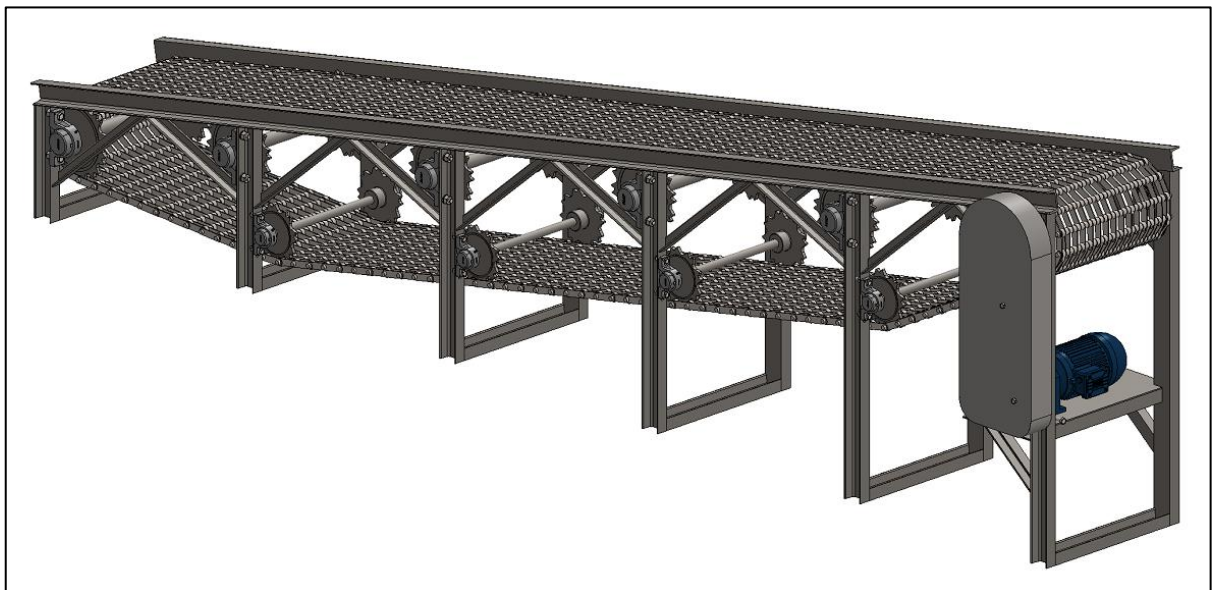


Figura 3.14: Propuesta de diseño de la cinta transportadora CT6-3



### 3.3.3. RR6-4: Rampa de rodillos

Las piezas forjadas que provienen de CT6-3 se deslizan sobre esta rampa de rodillos y se descargan en la plancha de deslizamiento PD6-3.



Figura 3.15: Propuesta de diseño de la rampa de rodillos RR6-4

### 3.3.4. PD6-3: Plancha de deslizamiento

Las piezas forjadas descansan en esta plancha a la espera de que el operario de la prensa rebabadora PR6 las empuje y las coloque en posición para realizar la operación de rebabado, quitando así el exceso de material.

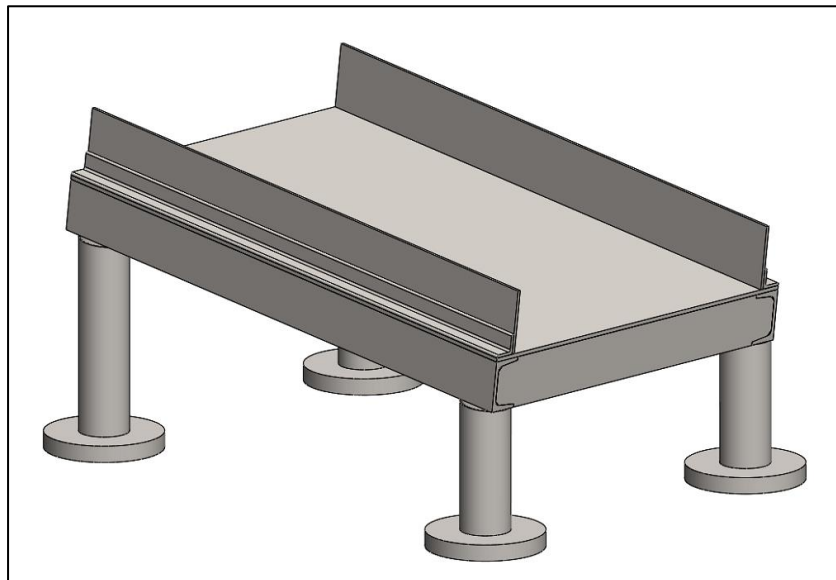


Figura 3.16: Propuesta de diseño de la plancha de deslizamiento PD6-3

## Índice detallado

1. Propuesta de diseño .....	2
2. Equipo de calentamiento de piezas .....	2
3. Sistema de transporte de piezas entre máquinas de proceso.....	4
3.1. Ingreso a martillo de preforjado MF6-1 .....	5
3.1.1. <b>T6-1</b> : Tobogán.....	5
3.1.2. <b>CT6-1</b> : Cinta transportadora .....	5
3.1.3. <b>RR6-1</b> : Rampa de rodillos .....	7
3.1.4. <b>PD6-1</b> : Plancha de deslizamiento.....	7
3.2. Ingreso a martillo de forjado MF6-2 .....	8
3.2.1. <b>RR6-2</b> : Rampa de rodillos .....	8
3.2.2. <b>CT6-2</b> : Cinta transportadora .....	8
3.2.3. <b>T6-2</b> : Tobogán.....	9
3.2.4. <b>PD6-2</b> : Plancha de deslizamiento con cilindro neumático.....	9
3.3. Ingreso a prensa rebabadora PR6 .....	11
3.3.1. <b>RR6-3</b> : Rampa de rodillos .....	11
3.3.2. <b>CT6-3</b> : Cinta transportadora .....	11
3.3.3. <b>RR6-4</b> : Rampa de rodillos .....	12
3.3.4. <b>PD6-3</b> : Plancha de deslizamiento.....	12



## Índice de figuras

Figura 1.1: Disposición actual de las máquinas y el transporte de piezas de la línea 6 .....	2
Figura 1.2: Nueva disposición de las máquinas y el transporte de piezas de la línea 6 .....	2
Figura 2.1: Horno a inducción de Línea 5.....	3
Figura 3.1: Layout nuevo sistema de transporte de piezas.....	4
Figura 3.2: Propuesta de diseño del tobogán T6-1 .....	5
Figura 3.3: Propuesta de diseño de la cinta transportadora CT6-1.....	5
Figura 3.4: Componentes del sistema eléctrico de las cintas transportadoras.....	6
Figura 3.5: Propuesta de diseño de la rampa de rodillos RR6-1.....	7
Figura 3.6: Propuesta de diseño de la plancha de deslizamiento PD6-1 .....	7
Figura 3.7: Propuesta de diseño de la rampa de rodillos RR6-2.....	8
Figura 3.8: Propuesta de diseño de la cinta transportadora CT6-2.....	8
Figura 3.9: Propuesta de diseño del tobogán T6-2.....	9
Figura 3.10: Propuesta de diseño de PD6-2.....	9
Figura 3.11: Propuesta de diseño de PD6-2 con cilindro oculto .....	10
Figura 3.12: Componentes del sistema neumático de PD6-2.....	10
Figura 3.13: Propuesta de diseño de la rampa de rodillos RR6-3.....	11
Figura 3.14: Propuesta de diseño de la cinta transportadora CT6-3.....	11
Figura 3.15: Propuesta de diseño de la rampa de rodillos RR6-4.....	12
Figura 3.16: Propuesta de diseño de la plancha de deslizamiento PD6-3 .....	12

## Índice de tablas

Tabla 1.1: Código y descripción de los componentes del nuevo sistema de transporte.....	2
Tabla 3.1: Descripción equipos nuevo sistema transporte.....	4

# PROYECTO FINAL DE CARRERA

Cambio de tecnología de calentamiento de una  
línea de forja

Autores:

Correa, Gerardo Jesús  
Lonardi, Tomas  
Marchesini, Federico

Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

Dirección de proyecto:

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli Aníbal

*Ingeniería de Detalles*



PFC 1811A

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Concepción del Uruguay

# Índice de Ingeniería de Detalles

Tecnología de calentamiento .....	2
Mecánica.....	7
Eléctrica .....	61
Neumática .....	82
Análisis financiero .....	90

# INGENIERÍA DE DETALLES

## TECNOLOGÍA DE CALENTAMIENTO



## Índice general

1. Especificaciones técnicas.....	4
2. Componentes.....	4

La nueva tecnología de calentamiento comprende el nuevo horno a inducción, codificado como HI6, y todos los componentes que lo componen.

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 3.*

## 1. Especificaciones técnicas

<b>Fabricante</b>	ELIND Induction Heating Technologies
<b>Código</b>	EMFG 1200k0,5/s
<b>Potencia</b>	1200 kW
<b>Frecuencia</b>	500 Hz
<b>Temperatura máxima de calentamiento</b>	1200°C
<b>Sección de piezas</b>	Redondo máximo: 300 mm Cuadrado mínimo: 160 mm
<b>Longitud de piezas</b>	Máxima: 500 mm Mínimo: 1.5 x sección mm
<b>Producción</b>	Redondo 300 mm: 2500 kg/h Cuadrado 160 mm: 2600 kg/h

El fabricante proporcionará el manual de utilización del horno como así los instructivos para el mantenimiento de este.

## 2. Componentes

### 2.1. Estructura de soporte del horno

Consiste en una estructura de acero electrosoldado que soporta el inductor de calentamiento y los sistemas de avance y salida, en la que están instalados los capacitores de media frecuencia.

### 2.2. Horno de calentamiento

Constituido por el Inductor de Calentamiento (alimentado por el convertidor estático de media frecuencia del horno de línea 5) y por la batería de capacitores de media frecuencia, incluyendo los relativos equipos hídricos-eléctricos.

Características del horno:

- Potencia nominal MF: 1200 kW.
- Frecuencia de trabajo: 500 Hz.
- Poder calorífico del refrigerante requerido: 370.000 Kcal/h.
- Caudal mínimo de agua refrigerante: 650 l/min.
- Presión mínima del agua de refrigeración: 3 bar.
- Temperatura del agua de refrigeración en entrada: entre 20 y 30°C.

## 2.3. Inductor de calentamiento y mantenimiento

Realizado mediante la alineación de varias bobinas por una longitud total de 4 metros, construidas con tubo de cobre DHP, de alta conductividad eléctrica. Envueltas en caliente, para conservar su geometría para la correcta irradiación de los flujos, están revestidas con resinas epoxi para garantizar un aislamiento eléctrico/térmico. Las bobinas, preparadas de esta forma, son sumergidas en un revestimiento refractario monolítico con un alto índice de alúmina que favorece el buen aislamiento térmico, así como resistencia a eventuales shocks mecánicos. Dicho revestimiento refractario monolítico está a su vez encerrado por planchas de material compuesto con buenas características mecánicas y de aislamiento eléctrico que constituyen la estructura externa. A lo largo del túnel formado por las bobinas se colocan las guías de deslizamiento del material, realizadas con tubos de acero inoxidable, refrigeradas por agua y protegidas del desgaste mediante un revestimiento de estelita en la parte superior. La protección térmica de las culatas de las bobinas se obtiene mediante planchas de cobre refrigeradas, que realizan además la función de atenuación de los flujos dispersos.

Cada bobina está además provista de termostatos de relevamiento de la temperatura para el control de la correcta refrigeración del sistema.

## 2.4. Batería de capacitores de media frecuencia

Los capacitores de media frecuencia, refrigerados por agua y provistos de controles por presostatos y termostatos sobre el referente circuito de enfriamiento, están ubicados al interior de la estructura del horno.

## 2.5. Grupo extractor y de reintroducción

El grupo extractor está instalado en la zona de salida del inductor y accionado por un cilindro neumático sobre el cual está montado un tobogán. Un sensor, situado en la salida del inductor, da el consentimiento de presencia pieza. Al accionar el cilindro, el grupo de extracción hace que la pieza caiga en el tobogán de descarga, donde podrá ser recogida por el robot. En seguida, por medio del sistema hidráulico de reintroducción, las piezas serán reintroducidas en el horno hasta la longitud correcta.

## 2.6. Sistema de desencolamiento de piezas

Este sistema, instalado en la salida del inductor de calentamiento está compuesto por un conjunto de cilindros hidráulicos realizado con el fin de evitar que las piezas queden encoladas entre sí.

## 2.7. Pirómetro óptico

Este dispositivo está ubicado a la salida del inductor de calentamiento y lee, por medio de un detector a infrarrojos, la temperatura de salida visualizándola sobre un display. Gracias a esta señalización se podrá enviar a la prensa las piezas que estén a temperatura correcta para el forjado y rechazar las que resulten demasiado calientes o frías.



## 2.8. Dispositivo de arranque en frío

Permite comenzar el trabajo con el inductor lleno de piezas frías, con lo que se reducen las pérdidas o de cualquier manera el vaciado después de una parada casual. Esto se obtiene por medio del precalentamiento de las diversas bobinas del inductor según una particular temporización diferenciada, con piezas paradas. Una vez terminado el precalentamiento, se tiene la condición para el avance, comenzando el ciclo productivo.

## 2.9. Dispositivo “slow-run”

En el caso de una breve parada, este dispositivo, por medio de un selector especial, permitirá que las piezas en el interior de la bobina se mantengan a la correcta temperatura de forja, disminuyendo la velocidad de alimentación hacia al valor mínimo posible por el convertidor.

## 2.10. Juego de cables coaxiales de longitud máxima de 10 metros

Están hechos de 2 conductores concéntricos de cobre separados por una mezcla de polietileno de alta densidad, que es el aislamiento principal del conductor (núcleo), formado por alambres de cobre recocido, de tipo flexible. Alrededor de la vaina de polietileno está envuelto el conductor concéntrico (blindaje) formado por alambres de cobre rojo recocido, cuyo principal aislamiento es representado por una vaina de PVC de calidad “Rz” de color rojo. El uso de cables coaxiales, para estas aplicaciones (frecuencia media), es debido a la necesidad de reducir los flujos dispersos para valores más bajos posibles.

## 2.11. Consola de mando y control remoto Convertidor

Se compone de:

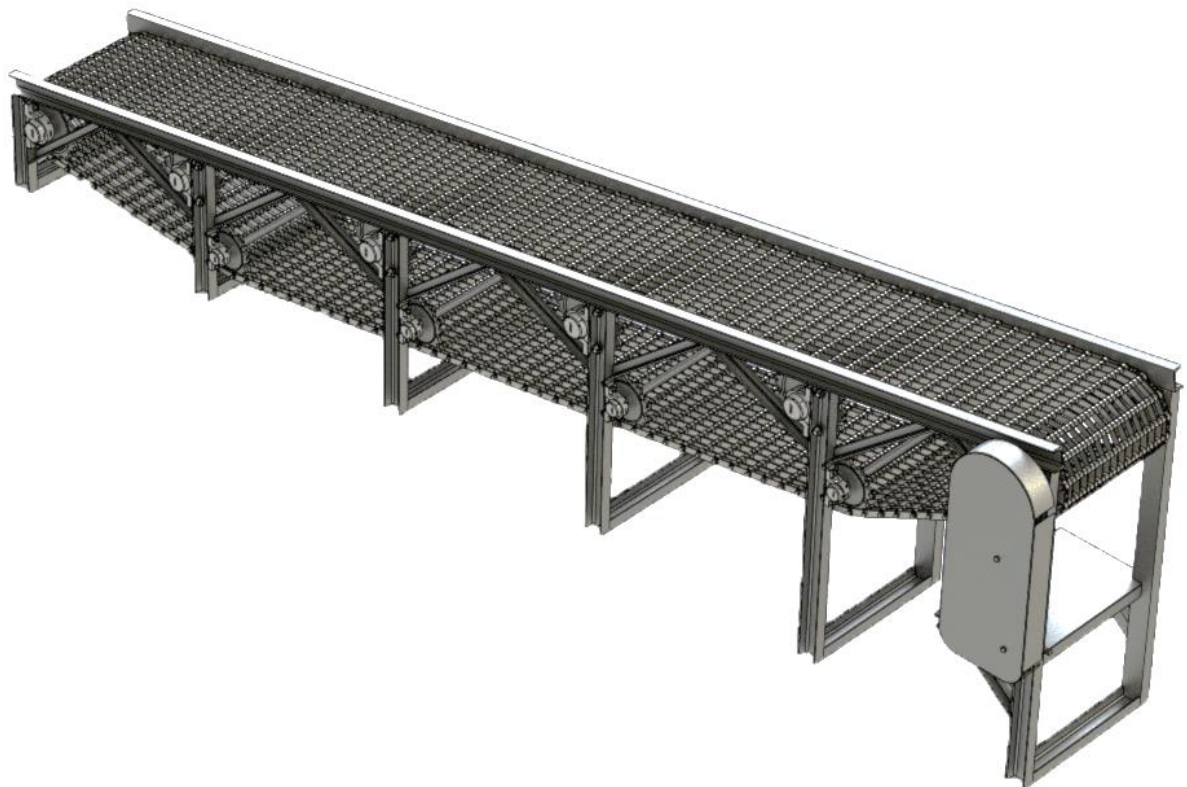
- Pulsadores de mando para el convertidor estático de media frecuencia;
- Pulsadores de mando para el circuito mecánico;
- Panel operacional Siemens para la gestión del tiempo de ciclo, la potencia del horno y la visualización de alarmas;
- PLC para gestión del equipo.

## 2.12. Sistema de alimentación a persianas horizontal provisto de sistema de avance

Permite la alimentación de las piezas al horno, habiendo realizado previamente la carga manual de las piezas sobre las persianas. Se constituye por una robusta estructura en acero electrosoldado que, con su movimiento horizontal, posiciona la columna de piezas que se encuentra sobre cada persiana sobre el eje principal de calentamiento de piezas. El sistema está provisto de un empujador accionado por un motor eléctrico que vacía cada persiana y alimenta el inductor. La gestión del avance se efectúa por medio de un encoder que controla, a través de la medición de la longitud de la pieza, el desplazamiento de la columna.

# INGENIERÍA DE DETALLES

## MECÁNICA



## Índice general

1. <b>T6-1:</b> Tobogán .....	9
2. <b>CT6-1:</b> Cinta transportadora.....	11
3. <b>RR6-1:</b> Rampa de rodillos .....	21
4. <b>PD6-1:</b> Plancha de deslizamiento .....	24
5. <b>RR6-2:</b> Rampa de rodillos .....	25
6. <b>CT6-2:</b> Cinta transportadora.....	28
7. <b>T6-2:</b> Tobogán .....	39
8. <b>PD6-2:</b> Plancha de deslizamiento .....	40
9. <b>RR6-3:</b> Rampa de rodillos .....	42
10. <b>CT6-3:</b> Cinta transportadora.....	45
11. <b>RR6-4:</b> Rampa de rodillos .....	57
12. <b>PD6-3:</b> Plancha de deslizamiento .....	60

La descripción de la ingeniería de detalles mecánica se realizó dividiendo los componentes en función de la máquina a la que pertenecen.

## 1. T6-1: Tobogán

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.12.*

*PLANO: G-11*

Una vez que el corte se calienta en el horno de inducción HI6, este lo descarga en este tobogán deslizándose por este para caer en la cinta CT6-1. En la Figura 1.1 se muestra el tobogán:



Figura 1.1: Tobogán T6-1.

### 1.1. M-ES-11: Estructura

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.12.1.*

Este tobogán está hecho con perfiles UPN 50 y UPN 80, chapa negra 1/4" x 100 mm y 3/16" x 100 mm, caño de 3" Ø, perfil L 1 1/4" x 3/16" y centros de acero SAE 1020 180mm Ø x 25mm.

## 1.2. Listado de materiales

Listado de materiales para T6-1						
Código	Descripción	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-11	Estructura	Chapa negra	Himan	1/4 " x 100 mm	15	m
				3/16 " x 100 mm	6	
		Perfil U		UPN 80	7	
				UPN 50	6	
		Caño		3" Ø	6	
		Perfil L		L 1 1/4" x 3/16"	6	
		Centros de acero SAE 1020		Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	4

Tabla 1.1: Listado de materiales de T6-1.

## 2. CT6-1: Cinta transportadora

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.*  
*PLANO: G-01.*

Esta cinta transporta los cortes que salen del tobogán T6-1, que previamente fueron calentados en el horno a inducción HI6, hasta la rampa de rodillos RR6-1. Al transporte lo realiza por medio de piezas de arrastre de acero inoxidable. En la Figura 2.1 se muestra una imagen de la cinta CT6-1.

Esta cinta realiza el transporte de los cortes calientes por medio de arrastre. Las piezas de arrastre de acero inoxidable empujan a los cortes calientes, deslizándose estos sobre chapa negra, a su vez, las piezas de arrastre están soldadas a dos cintas transportadoras de 80 mm de paso. A continuación, se especifican cada una de las piezas del transportador:

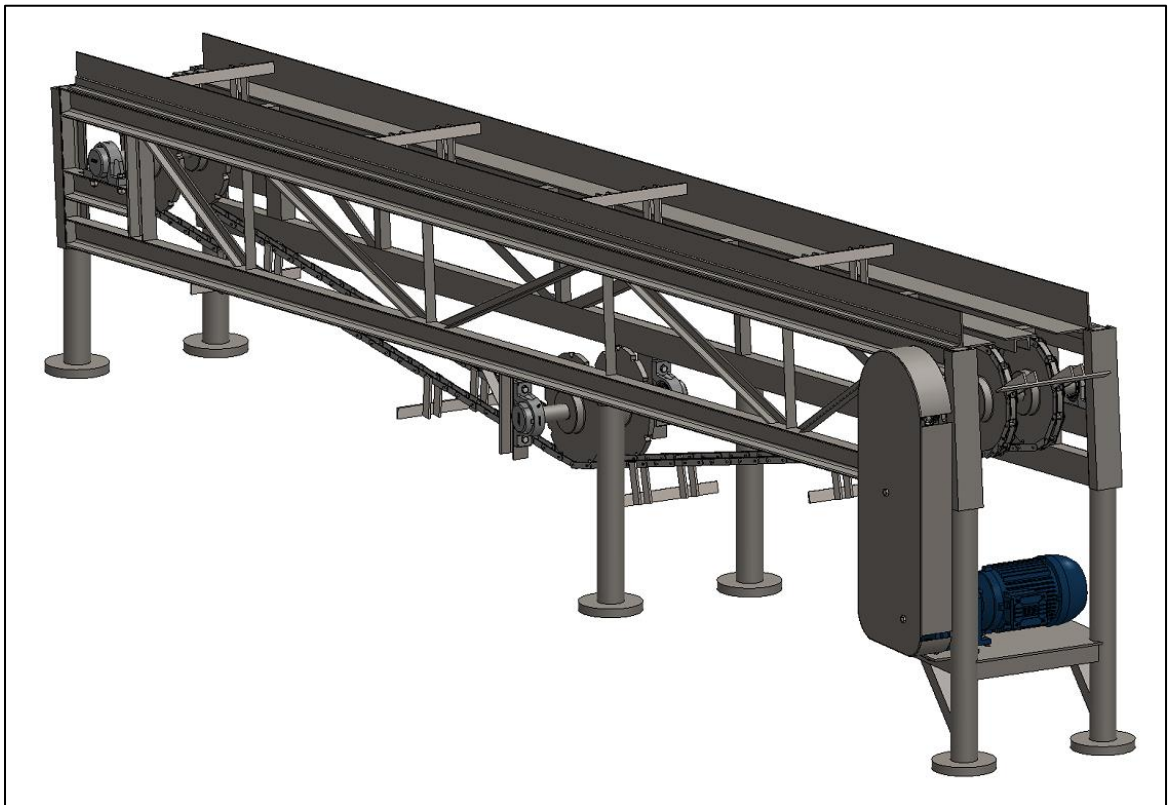


Figura 2.1: Cinta transportadora CT6-1.

### 2.1. M-ES-2: Estructura

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.10.*  
*PLANO: M-E-01*

La estructura de esta cinta transportadora se realiza con perfiles UPN 80 y UPN 50; perfil L 1 ¼" x 3/16"; chapa negra de 3/16" y caño de 3" de diámetro para las patas de este. En la Tabla 2.1 se muestra la cantidad necesaria para la fabricación de dicha estructura.

Materiales para la estructura de CT6-1						
Código	Pieza	Descripción	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-2	Estructura	Chapa negra	Himan	3/16 " x 100 mm	27,5	m
		Perfil L		L 1 1/4" x 3/16"	21,5	
		Perfil U		UPN 80	25	
		Caño		UPN 50	7	
		Centros de acero SAE 1020	Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	3,5	6

Tabla 2.1: Listado de materiales para la estructura de CT6-1.

En la Figura 2.2 se muestra la estructura de la cinta transportadora CT6-1.

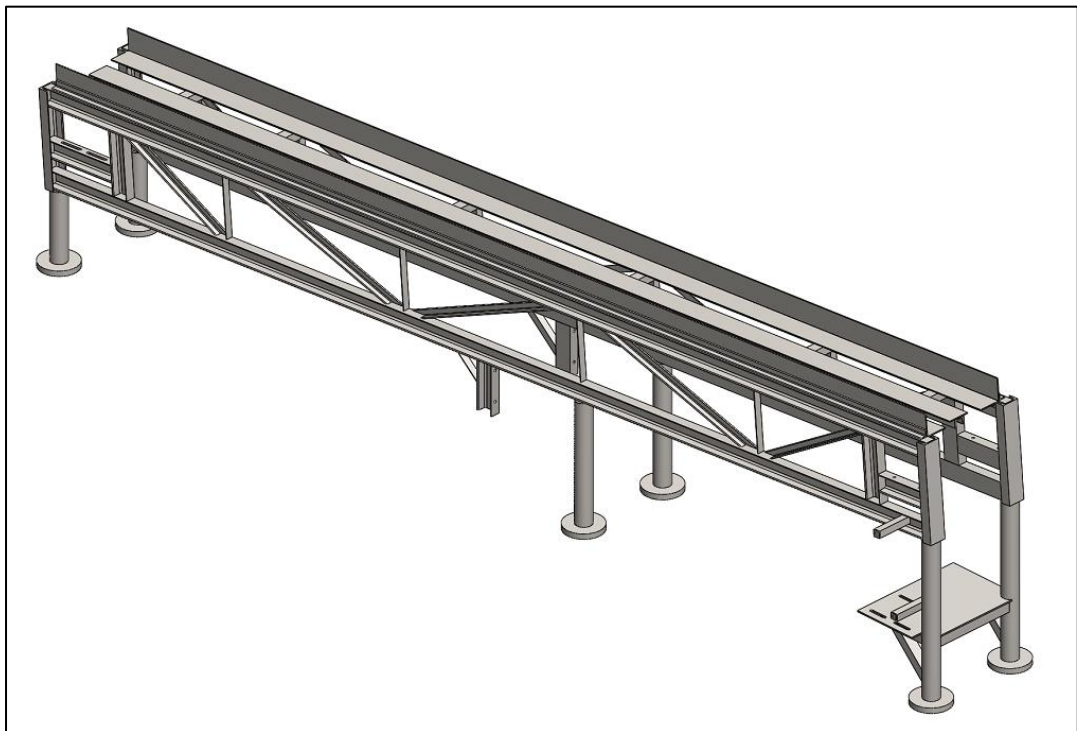


Figura 2.2: Estructura de CT6-1.

## 2.2. Sistema de arrastre de piezas

### 2.2.1. M-SA-4: Cadena transportadora

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.1.1.

ANEXO: E-3.1.2.

<b>Fabricante</b>	JyM
<b>Referencia</b>	M-20
<b>Normativa</b>	DIN 8167
<b>Paso</b>	80 mm
<b>Tipo de cadena</b>	Rodillos pequeños
<b>Cantidad de cadenas</b>	2000 kg
<b>Peso</b>	0.96 kg/m
<b>Longitud total necesario</b>	10.4 m
<b>Cantidad en paralelo</b>	2



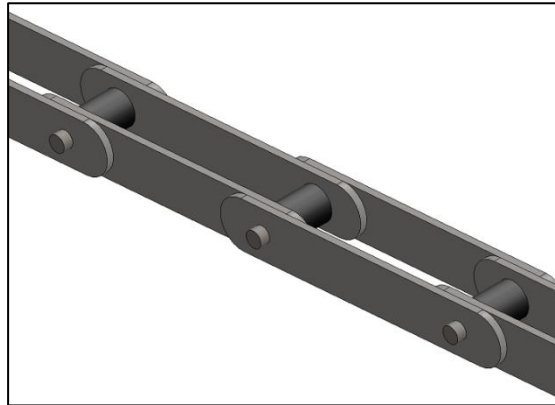


Figura 2.3: Cadena transportadora

### 2.2.2. M-SA-2: Pieza de arrastre

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.1.1.1.

PLANO: M-P-11

<b>Producto</b>	Planchuela 1" x 1/4"
<b>Material</b>	Acero inoxidable AISI 310
<b>Cantidad</b>	9
<b>Peso</b>	1.34 kg

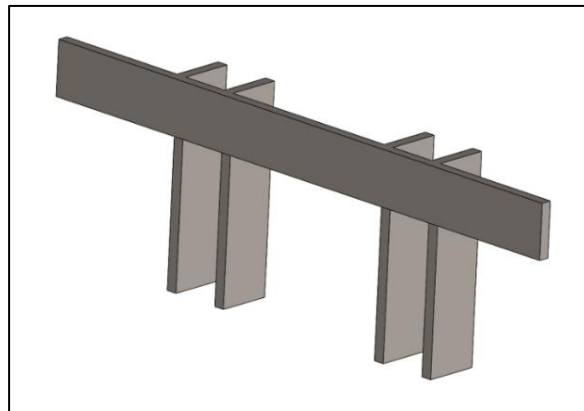


Figura 2.4: Pieza de arrastre.

### 2.2.3. M-SA-3: Ruedas dentadas de cadena transportadora

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.1.3.

ANEXO: E-3.1.3.

<b>Fabricante</b>	JyM
<b>Referencia</b>	M-20
<b>Normativa</b>	DIN 8167
<b>Paso</b>	80 mm
<b>Número de dientes</b>	12
<b>Diámetro exterior</b>	322 mm
<b>Cantidad</b>	6

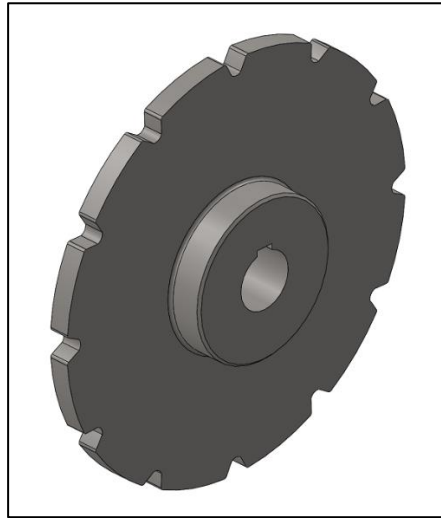


Figura 2.5: Rueda dentada

## 2.3. Sistema de transmisión de potencia

### 2.3.1. M-TP-1: Cadena de transmisión

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.2.2.

ANEXO: E-3.1.4.

<b>Fabricante</b>	JyM
<b>Referencia</b>	16A-1
<b>Normativa</b>	DIN 8188
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Tipo de cadena</b>	Simple
<b>Carga de rotura</b>	3900 kg
<b>Cantidad de cadenas</b>	1
<b>Peso</b>	1.58 kg/m
<b>Longitud</b>	2 metros

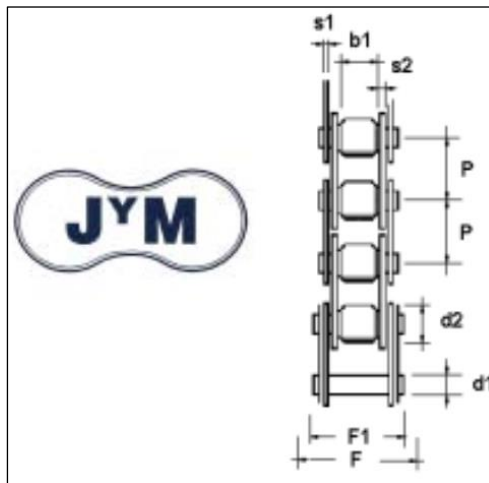


Figura 2.6: Cadena de transmisión

### 2.3.2. M-TP-2: Piñón

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.2.3.

ANEXO: E-3.1.5

<b>Fabricante</b>	Ángel Larreina S.A.
<b>Normativa</b>	ASA 80
<b>Dientes</b>	17
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Cantidad</b>	1
<b>Diámetro exterior</b>	151.12 mm

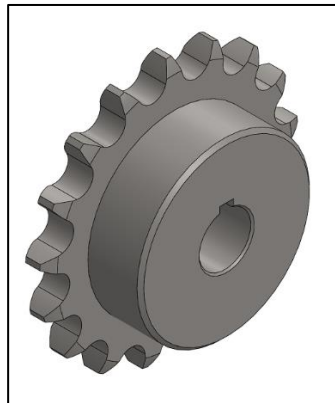


Figura 2.7: Piñón.

### 2.3.3. M-TP-3: Corona

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.2.4.

ANEXO: E-3.1.5

<b>Fabricante</b>	Ángel Larreina S.A.
<b>Normativa</b>	ASA 80
<b>Dientes</b>	35
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Cantidad</b>	1
<b>Diámetro exterior</b>	297.46 mm

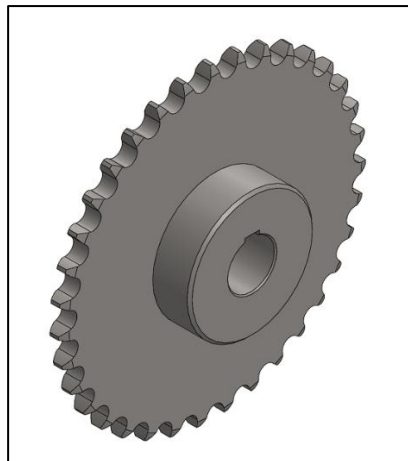


Figura 2.8: Corona

### 2.3.4. M-TP-4: Árbol motriz

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.5.

PLANO: M-P-02

<b>Material</b>	Acero trefilado SAE 1045
<b>Diámetro del árbol</b>	45 mm
<b>Longitud</b>	600 mm
<b>Cantidad</b>	1

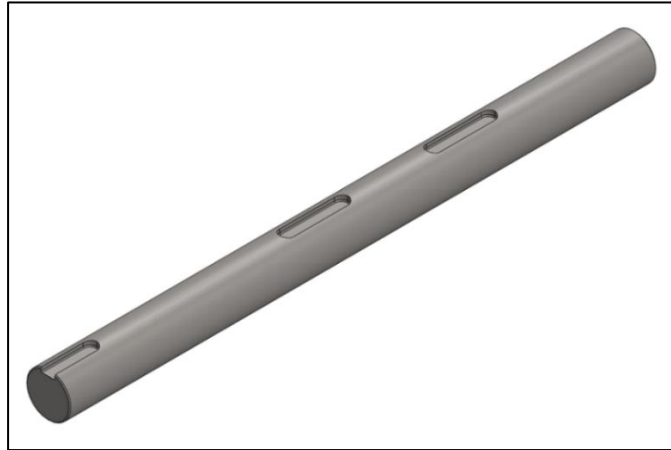


Figura 2.9: Árbol de motriz de CT6-1.

### 2.3.5. M-TP-7: Árbol conducido

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.8.

PLANO: M-P-02

<b>Material</b>	Acero trefilado SAE 1045
<b>Diámetro del árbol</b>	45 mm
<b>Longitud</b>	500 mm
<b>Cantidad</b>	2

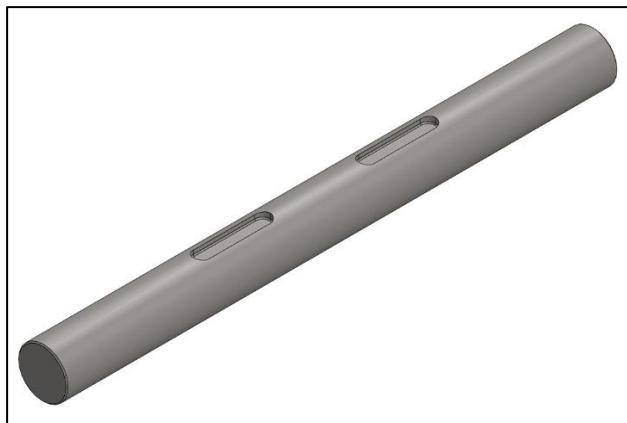


Figura 2.10: Árbol conducido de CT6-1.

### 2.3.6. M-TP-5: Chaveta corona de transmisión

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.6.1.

<b>Dimensiones</b>	14 mm x 9 mm x 50 mm
<b>Normativa</b>	DIN 6885
<b>Material</b>	Acero SAE 1020
<b>Cantidad</b>	1

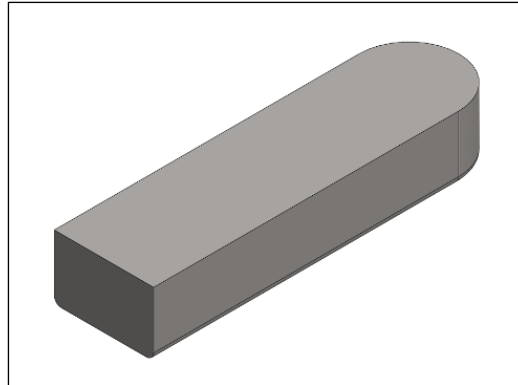


Figura 2.11: Chaveta 14x9x50 mm.

### 2.3.7. M-TP-6: Chaveta rueda dentada de cadena transportadora

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.6.2.

<b>Dimensiones</b>	14 mm x 9 mm x 70 mm
<b>Normativa</b>	DIN 6885
<b>Material</b>	Acero SAE 1020
<b>Cantidad</b>	6

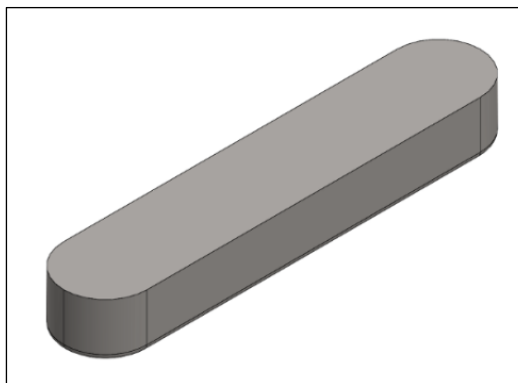


Figura 2.12: Chaveta 14 x 9 x 70 mm.

### 2.3.8. M-TP-8: Rodamientos

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.9.1.

ANEXO: E-3.1.6.

<b>Fabricante</b>	SKF
<b>Modelo</b>	YAR 209-2FW/VA201
<b>Diámetro exterior</b>	85 mm
<b>Diámetro interior</b>	45 mm
<b>Ancho</b>	49.2 mm
<b>Cantidad</b>	6

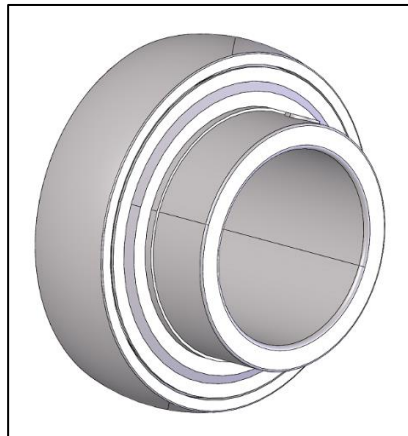


Figura 2.13: Rodamiento SKF

### 2.3.9. M-TP-9: Soporte de rodamiento

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.9.2.

ANEXO: E-3.1.

<b>Fabricante</b>	SKF
<b>Modelo</b>	SY 45 TF/VA201
<b>Diámetro interior</b>	45 mm
<b>Ancho</b>	49.2 mm
<b>Altura</b>	107 mm
<b>Largo</b>	187 mm
<b>Cantidad</b>	6

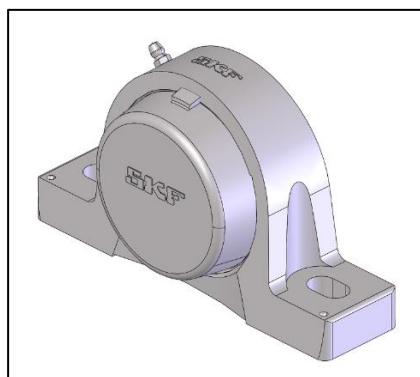


Figura 2.14: Caja de rodamiento SKF.

## 2.4. M-P-1: Cubre cadena

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.3.11.

PLANO: M-P-08

El cubrecadena de la Figura 2.15 se realiza de chapa negra con un espesor de 2 mm. Este tiene la finalidad de impedir el contacto directo de las personas o algún objeto extraño con la cadena de transmisión, lográndose con esto la seguridad del personal y de la misma cadena. Este va abulonado a la estructura mediante dos tornillos M-12, con su respectiva tuerca.

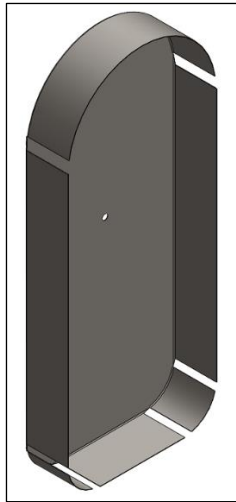


Figura 2.15: Cubre cadena de la cinta CT6-1

## 2.5. Listado de materiales

En la Tabla 2.2 se muestran los materiales mecánicos necesarios para fabricar la cinta transportadora CT6-1:

Listado de materiales mecánicos CT6-1						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cant.	Medida
M-SA-2	Pieza de arrastre de cortes	Planchuela AISI 310	Inoxoeste SA	1 1/4" x 1/4" x 6m	8	m
					9	Unidad
M-SA-4	Cadena transportadora	DIN 8167 M-20, paso 80 mm	JyM	M-20	20.8	m
M-SA-3	Rueda dentada para cadena transportadora	DIN 8167 M-20, paso 80 mm		M-20	6	Unidad
M-TP-1	Cadena para transmisión de potencia	DIN 8188 16A-1, paso 1 pulgada		16A-1	72	
M-TP-2	Piñón	17 dientes, paso 1 pulgada	Ángel Larreina	-	1	Unidad
M-TP-3	Corona	35 dientes, paso 1 pulgada		-	1	
M-TP-4	Árbol conducido	Acero trefilado SAE 1045	Himan	45 mm Ø x 500 mm	2	m
M-TP-7	Árbol motriz			45 mm Ø x 600 mm	1	



Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cant.	Medida
M-TP-6	Chavetas para rueda dentada para cadena transportadora	DIN 6885, Acero SAE 1020	Himan	14 mm x 9 mm x 70 mm	6	Unidad
M-TP-5	Chavetas para corona de cadena transmisora de potencia	DIN 6885, Acero SAE 1020		14 mm x 9 mm x 50 mm	1	
M-TP-8	Rodamientos	-	SKF	YAR 209-2FW/VA201	6	
M-TP-9	Caja de Rodamientos	-		SY 45 TF/VA201	6	
M-ES-2	Estructura	-	-	-	1	
M-P-1	Cubre cadena	-	-	-	1	
M-B-1	Bulonería	Tornillo	-	M14 x 2,0 x 80	3	Unidad
M-B-2				M12 x 1,75 x 50	16	
M-B-3				M12 x 1,75 x 30	2	
M-B-5		Tuerca		M14 x 2,0	3	
M-B-6		M12 x 1,75		18		
M-B-8		Arandela plana estrecha		12 mm	16	

Tabla 2.2: Listado de materiales CT6-1.

### 3. RR6-1: Rampa de rodillos

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.5.*  
*PLANO: G-07*

La cinta transportadora CT6-1 descarga los cortes calientes en la rampa de rodillos RR6-1. La rampa está compuesta por ejes fijos y rodillos. En la Figura 3.1 se muestra la rampa de rodillos:

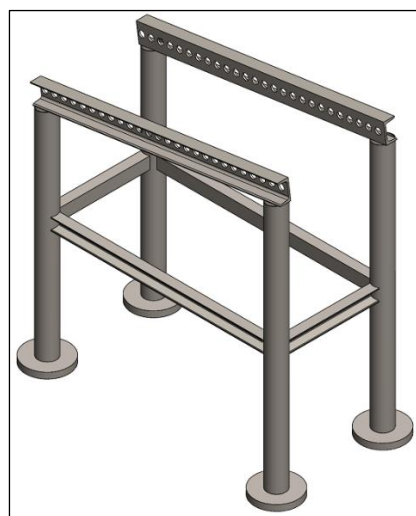


*Figura 3.1: Rampa de rodillos RR6-1.*

#### 3.1. M-ES-4: Estructura

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.5.3.*  
*PLANO: M-E-05*

La estructura de la rampa de rodillos se fabrica con perfiles UPN 80 y UPN 50; caño de 3 pulgadas de diámetro para las patas y centro de mecanizado para el apoyo para los extremos de las patas. En la Figura 3.2 se muestra una figura de la estructura de la rampa de rodillos:



*Figura 3.2: Estructura de RR6-1*

En la Tabla 3.1 se muestra los materiales necesarios para la fabricación de la estructura de la rampa.

Materiales para la estructura RR6-1						
Código	Descripción	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-4	Estructura	Perfil U	Himan	UPN 80	2,5	m
				UPN 50	3	
		Caño		3" Ø	4	
		Centros de acero SAE 1020	Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	4	Unidad

Tabla 3.1: Listado de materiales para la estructura de RR6-1

## 3.2. Sistema de transporte de pieza

### 3.2.1. M-SA-7: Ejes fijos

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.5.1.

PLANO: M-P-05

ANEXO E-3.1.12.

**Material** Acero trefilado SAE 1045  
**Diámetro** 25 mm  
**Longitud** 437 mm  
**Cantidad** 26

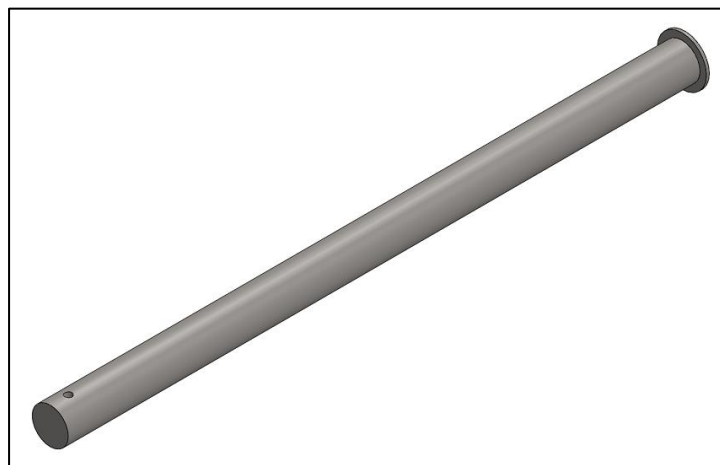


Figura 3.3: Ejes fijos de RR1.

### 3.2.2. M-SA-8: Caño

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.5.2.

PLANO: M-P-5

ANEXO E-3.1.12.

**Descripción** Caño SCH 40  
**Diámetro** 1 pulgada  
**Longitud** 395 mm  
**Cantidad** 26

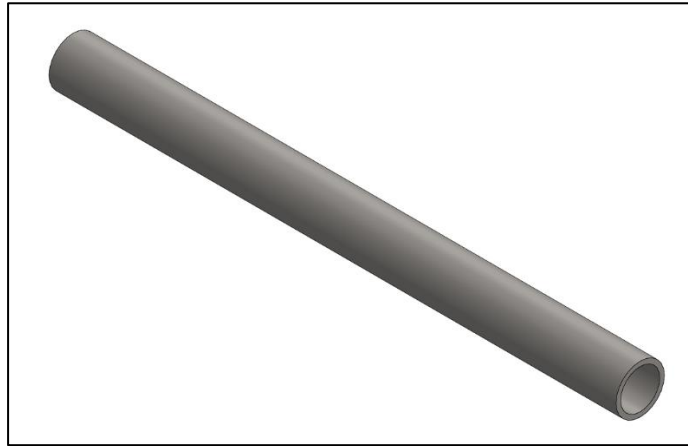


Figura 3.4: Caño/rodillo de RR6-1

### 3.3. Listado de materiales

Listado de materiales RR6-1							
Código	Descripción	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida	
M-SA-7	Ejes fijos	Acero trefilado SAE 1045	Himan	25mm Ø x 437mm	11,5	m	
					26	Unidad	
M-SA-8	Caño	Rodillos		1" Ø x 395 mm	10,5	m	
					26	Unidad	
M-ES-4	Estructura	Perfil U		UPN 80	2,5	m	
		Caño			UPN 50		3
		Centros de acero SAE 1020	Futura Hnos.		180mm Ø x 25mm		4
				3" Ø	4		

Tabla 3.2: Listado de materiales RR6-1.

## 4. PD6-1: Plancha de deslizamiento

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.10.  
PLANO: G-04

La mesa en donde se apoya el corte caliente es de chapa de 1/4", las patas son de caño redondo de 3" de diámetro y cuenta con unos perfiles UPN 50 para darle una mejor rigidez a la estructura. Además, las patas se apoyan sobre centros de mecanizado de 180 mm de diámetro y 25 mm de espesor. En la Figura 4.1 se muestra una figura de PD6-1:

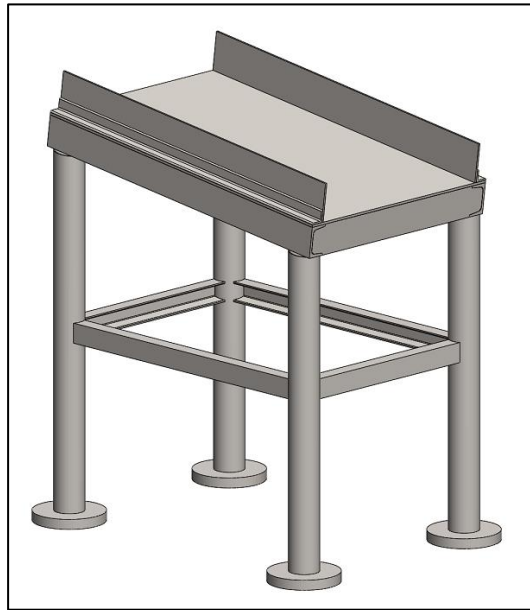


Figura 4.1: Plancha de deslizamiento 1

### 4.1. Listado de materiales

MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA: Apartado 4.10.1.

En la Tabla 4.1 se detallan los materiales necesarios para la fabricación de PD6-1

Listado de materiales PD6-1						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-9	Estructura	Chapa negra	Himan	1/4 " x 100 mm	5,5	m
				3/16 " x 100 mm	2	
		Perfil U		UPN 80	3	
				UPN 50	2,5	
		Caño		3" Ø	3,5	
	Perfil L	L 1 1/4" x 3/16"	2			
	Centros de acero SAE 1020	Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	4	Unidad	

Tabla 4.1: Listado de materiales de PD6-1.

## 5. RR6-2: Rampa de rodillos

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.6.*  
*PLANO: G-08*

Una vez realizada la operación de preforjado en el martillo MF6-1, el operario de este empuja la torta cayendo sobre la rampa de rodillos RR6-2.

En la Figura 5.1 se muestra una imagen de la rampa.



Figura 5.1: Rampa de rodillos RR6-2

### 5.1. M-ES-5: Estructura

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.6.3.*  
*PLANO: M-E-06*

La estructura de la rampa de rodillos (Figura 5.2) se fabrica con perfiles UPN 80 y UPN 50; caño de 3 pulgada de diámetro para las patas y centro de mecanizado para el apoyo para los extremos de las patas.

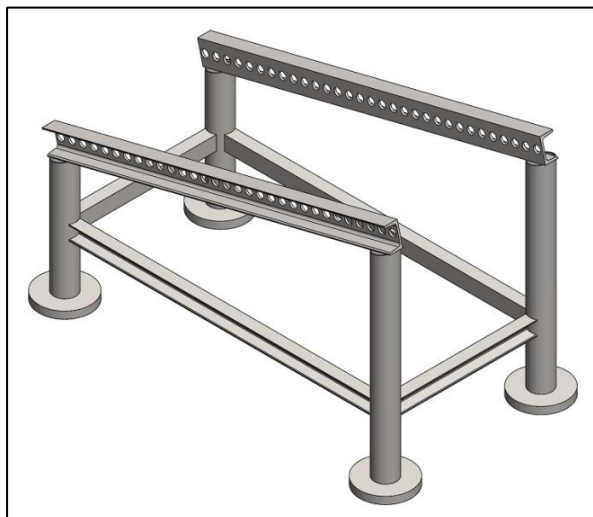


Figura 5.2: Estructura de RR6-2.



En la Tabla 5.1 se muestra los materiales necesarios para la fabricación de la estructura de la rampa.

Materiales para la estructura RR6-2						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-5	Estructura	Perfil U	Himan	UPN 80	2,5	m
		Caño		UPN 50	3,5	
		Centros de acero SAE 1020		3" Ø	2,5	
			Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	4	Unidad

Tabla 5.1: Listado de materiales para la estructura RR6-2

## 5.2. Sistema de transporte de piezas

### 5.2.1. M-SA-9: Ejes fijos

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.6.1.

PLANO: M-P-06

ANEXO: E-3.1.12.

**Material** Acero trefilado SAE 1045  
**Diámetro** 25 mm  
**Longitud** 542 mm  
**Cantidad** 31

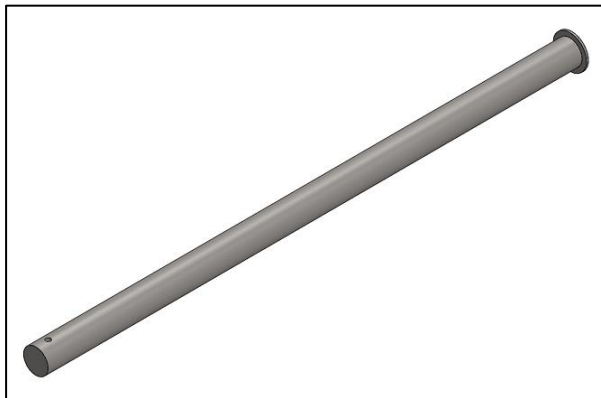


Figura 5.3: Eje fijo de RR6-1.

### 5.2.2. M-SA-10: Caño

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.6.2.

PLANO: M-P-06

ANEXO: E-3.1.12.

**Descripción** Caño SCH 40  
**Diámetro** 1 pulgada  
**Longitud** 495 mm  
**Cantidad** 31

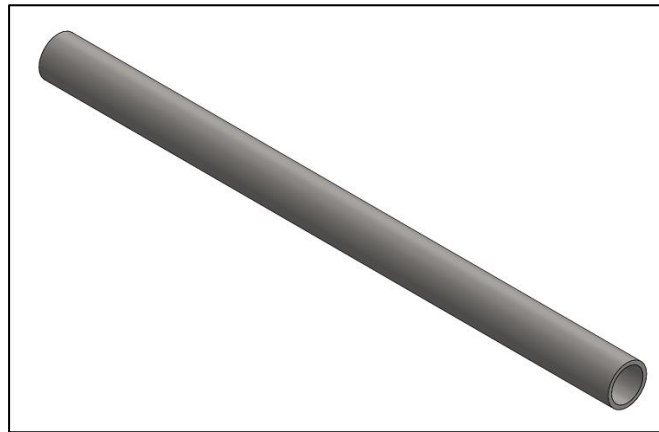


Figura 5.4: Caño hueco RR6-2.

### 5.3. Listado de materiales

Listado de materiales RR6-2						
Código	Pieza	Articulo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-SA-9	Ejes fijos	Acero trefilado SAE 1045	Himan	25 mm Ø x 542 mm	17	m
					31	Unidad
M-SA-10	Caño	Rodillos	Himan	1" Ø x 495 mm	15,5	m
					31	Unidad
M-ES-5	Estructura	Perfil U	Himan	UPN 80	2,5	m
		Caño		UPN 50	3,5	
		Centros de acero SAE 1020		3" Ø	2,5	
		Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	4	Unidad	

Tabla 5.2: Listado de materiales RR6-2.

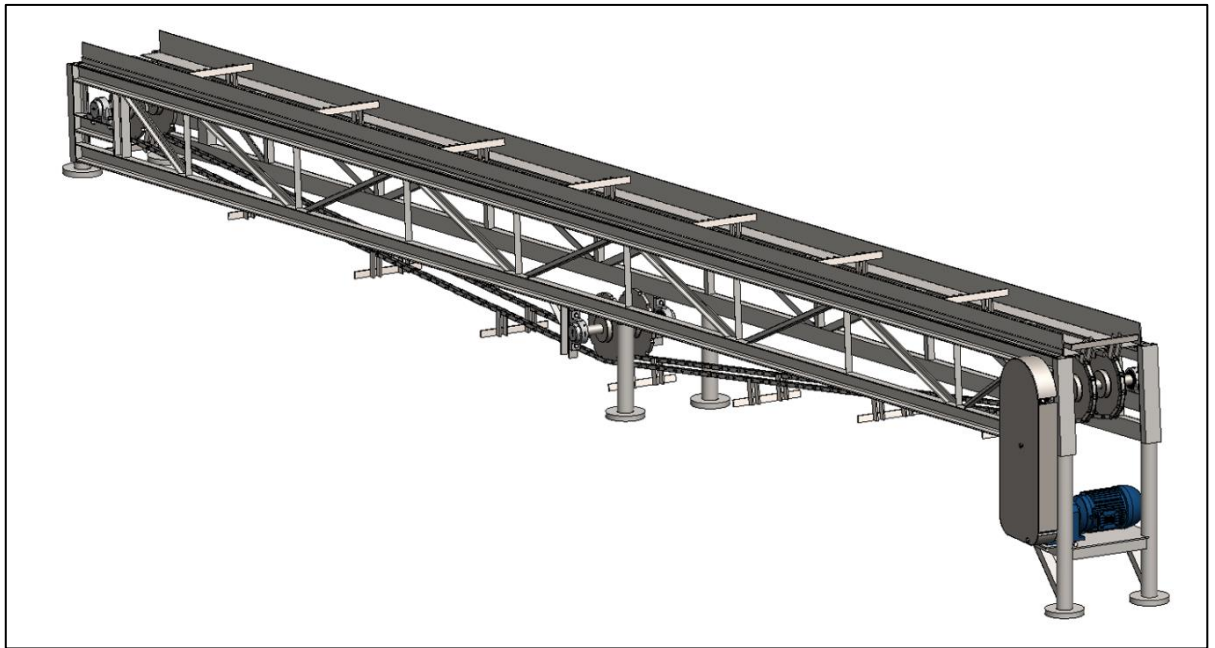
## 6. CT6-2: Cinta transportadora

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.*

*PLANO: G-02*

Esta cinta transporta las tortas que salen de la rampa de rodillos RR6-2. En la Figura 6.1 se puede ver la misma.

Esta cinta realiza el transporte de las tortas por medio de arrastre. Las piezas de arrastre de acero inoxidable empujan a los cortes calientes, deslizándose estos sobre chapa negra, a su vez, las piezas de arrastre están soldadas a dos cintas transportadoras de 80 mm de paso. A continuación, se especifican cada una de las piezas del transportador:



*Figura 6.1: Cinta transportadora CT6-2*

## 6.1. M-ES-1: Estructura

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.10.

PLANO: M-E-02

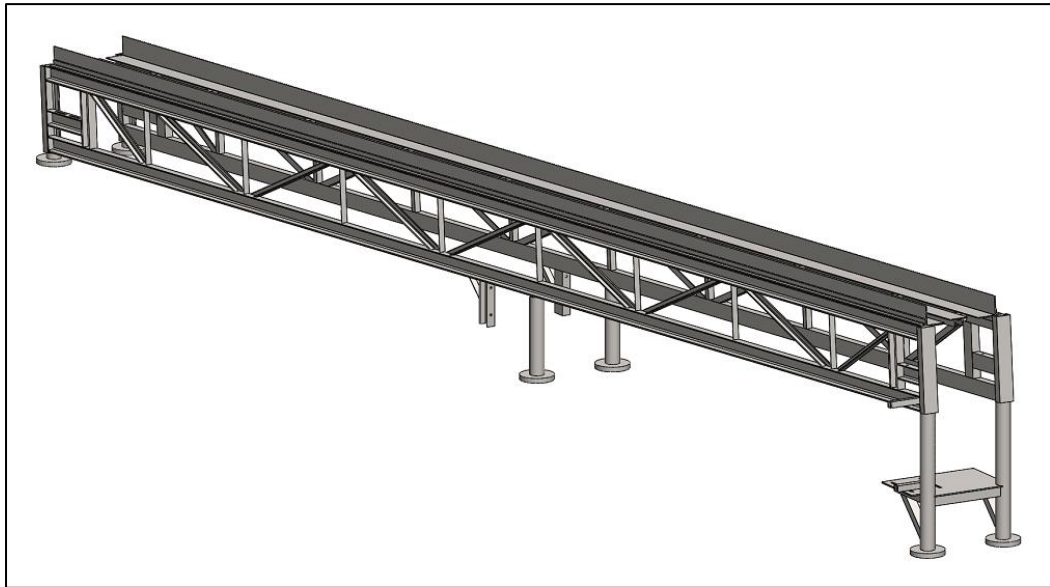


Figura 6.2: Estructura de CT6-2.

En la Tabla 6.1 se detallan los materiales necesarios para la fabricación de la estructura de CT6-2

Materiales para la estructura CT6-2						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-1	Estructura	Chapa negra	Himan	3/16 " x 100 mm	48,5	m
		Perfil L		L 1 1/4" x 3/16"	39	
		Perfil U		UPN 80	41	
				UPN 50	11	
		Caño		3" Ø	2	
	Centros de acero SAE 1020	Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	6	Unidad	

Tabla 6.1: Listado de materiales para la estructura de CT6-2

## 6.2. Sistema de arrastre de piezas

### 6.2.1. M-SA-1: Cadena transportadora

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.1.1.

ANEXO: E-3.1.2.

<b>Fabricante</b>	JyM
<b>Referencia</b>	M-20
<b>Normativa</b>	DIN 8167
<b>Paso</b>	80 mm.
<b>Tipo de cadena</b>	Rodillos pequeños
<b>Carga de rotura</b>	2000 kg
<b>Cantidad de cadenas</b>	2
<b>Peso</b>	0.96 kg/m
<b>Longitud</b>	18.3 m
<b>Cantidad en paralelo</b>	2



Figura 6.3: Cadena transportadora M-20

### 6.2.2. M-SA-2: Pieza de arrastre

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.1.1.1.

PLANO: M-P-11

<b>Producto</b>	Planchuela 1" x 1/4"
<b>Material</b>	Acero inoxidable AISI 310
<b>Cantidad</b>	16
<b>Peso</b>	1.34 kg

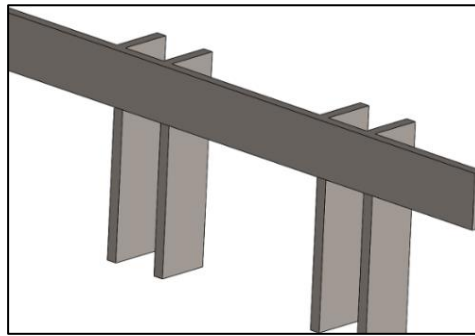


Figura 6.4: Pieza de arrastre de piezas CT6-2.

### 6.2.3. M-SA-3: Ruedas dentadas de cadena transportadora

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.1.3.

ANEXO: E-3.1.3.

<b>Fabricante</b>	JyM
<b>Referencia</b>	M-20
<b>Normativa</b>	DIN 8167
<b>Paso</b>	80 mm
<b>Número de dientes</b>	12
<b>Diámetro exterior</b>	322 mm
<b>Cantidad</b>	6

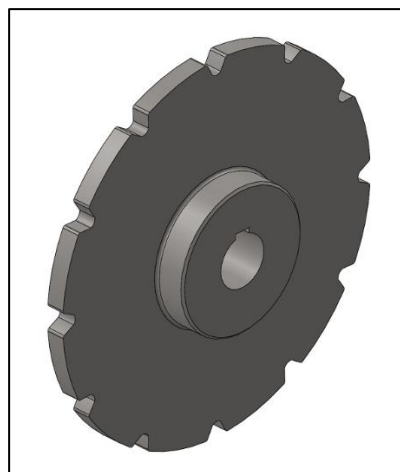


Figura 6.5: Rueda dentada cinta CT6-2.



### 6.3. Sistema de transmisión de potencia.

#### 6.3.1. M-TP-1: Cadena de transmisión

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.2.2.

ANEXO: E-3.1.4.

<b>Fabricante</b>	JyM
<b>Referencia</b>	16A-1
<b>Normativa</b>	DIN 8188
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Tipo de cadena</b>	Simple
<b>Carga de rotura</b>	3900 kg
<b>Cantidad de cadenas</b>	1
<b>Peso</b>	1.58 kg/m
<b>Longitud</b>	2 metros

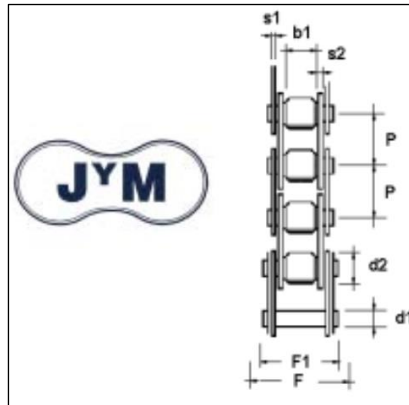


Figura 6.6: Cadena de transmisión JyM

#### 6.3.2. M-TP-2: Piñón

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.2.3.

ANEXO: E-3.1.5.

<b>Fabricante</b>	Ángel Larreina S.A.
<b>Normativa</b>	ASA 80
<b>Dientes</b>	17
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Cantidad</b>	1
<b>Diámetro exterior</b>	151.12 mm

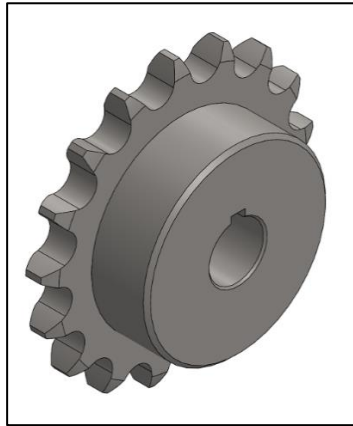


Figura 6.7: Piñón ángel Larreina

### 6.3.3. M-TP-3: Corona

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.2.4.

ANEXO: E-3.1.5.

<b>Fabricante</b>	Ángel Larreina S.A.
<b>Normativa</b>	ASA 80
<b>Dientes</b>	35
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Cantidad</b>	1
<b>Diámetro exterior</b>	297.46 mm

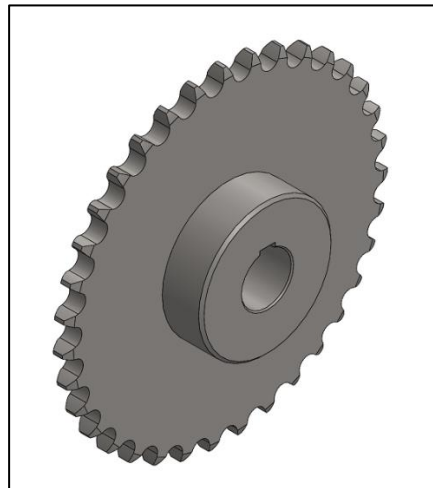


Figura 6.8: Corono Ángel Larreina

### 6.3.4. M-TP-4: Árbol motriz

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.5.

PLANO: M-P-02

<b>Material</b>	Acero trefilado SAE 1045
<b>Diámetro del árbol</b>	45 mm
<b>Longitud</b>	600 mm
<b>Cantidad</b>	1

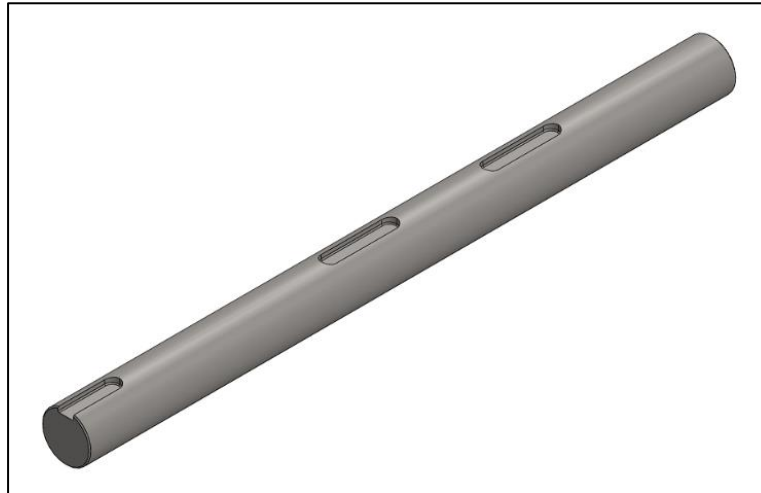


Figura 6.9: Árbol de transmisión cinta CT6-2.

### 6.3.5. M-TP-7: Árbol conducido

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.8.

PLANO: M-P-02

<b>Material</b>	Acero trefilado SAE 1045
<b>Diámetro del árbol</b>	45 mm
<b>Longitud</b>	500 mm
<b>Cantidad</b>	2

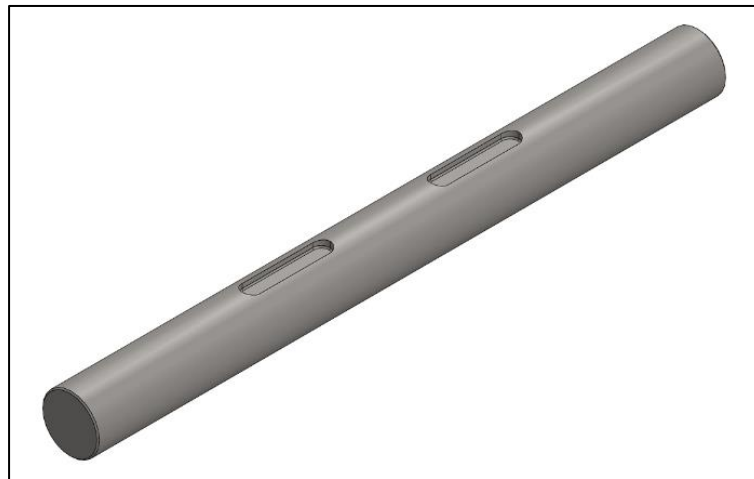


Figura 6.10: Árbol conducido de CT6-2

### 6.3.6. M-TP-5: Chaveta de la corona de transmisión

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.6.1.

<b>Dimensiones</b>	14 mm x 9 mm x 50 mm
<b>Normativa</b>	DIN 6885
<b>Material</b>	Acero SAE 1020
<b>Cantidad</b>	1

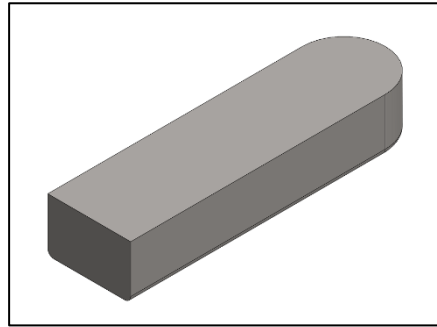


Figura 6.11: Chaveta 14x9x50 mm

### 6.3.7. M-TP-6: Chaveta de la rueda dentada de cadena transportadora

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.6.2.

<b>Dimensiones</b>	14 mm x 9 mm x 70 mm
<b>Normativa</b>	DIN 6885
<b>Material</b>	Acero SAE 1020
<b>Cantidad</b>	6

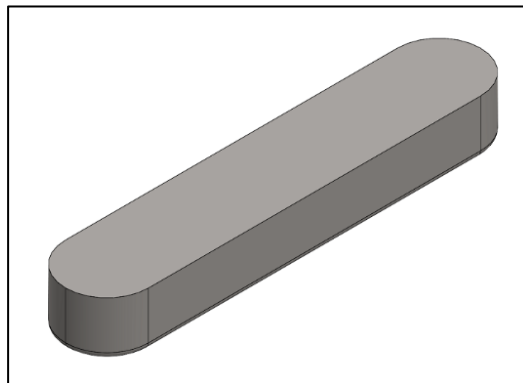


Figura 6.12: Chaveta 14x9x70 mm.

### 6.3.8. M-TP-8: Rodamientos

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.9.1.

ANEXO: E-3.1.6.

<b>Fabricante</b>	SKF
<b>Modelo</b>	YAR 209-2FW/VA201
<b>Diámetro exterior</b>	85 mm
<b>Diámetro interior</b>	45 mm
<b>Ancho</b>	49.2 mm
<b>Cantidad</b>	6

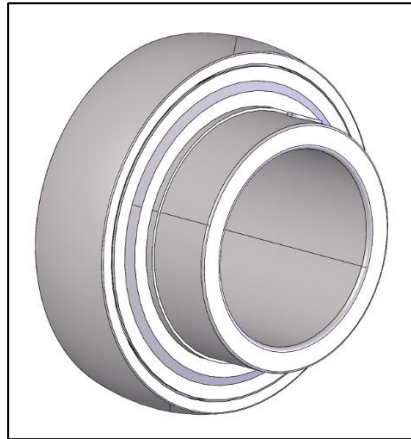


Figura 6.13: Rodamiento SKF

### 6.3.9. M-TP-9: Soporte de rodamiento

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.9.2.

ANEXO: E-3.1.7.

<b>Fabricante</b>	SKF
<b>Modelo</b>	SY 45 TF/VA201
<b>Diámetro interior</b>	45 mm
<b>Ancho</b>	49.2 mm
<b>Altura</b>	107 mm
<b>Largo</b>	187 mm
<b>Cantidad</b>	6

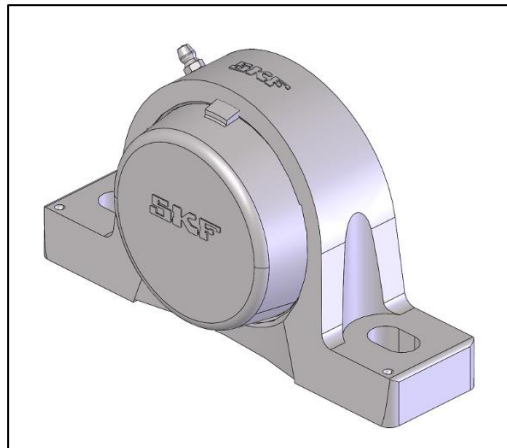


Figura 6.14: Soporte de rodamiento SKF

### 6.4. M-P-2: Cubre cadena

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.11.

PLANO: M-P-09.

El cubrecadena de la Figura 6.15 se realiza de chapa negra con un espesor de 2 mm. Este tiene la finalidad de impedir el contacto directo de las personas o algún objeto extraño con la

cadena de transmisión, lográndose con esto la seguridad del personal y de la misma cadena. Este va abulonado a la estructura mediante dos tornillos M-12, con su respectiva tuerca.

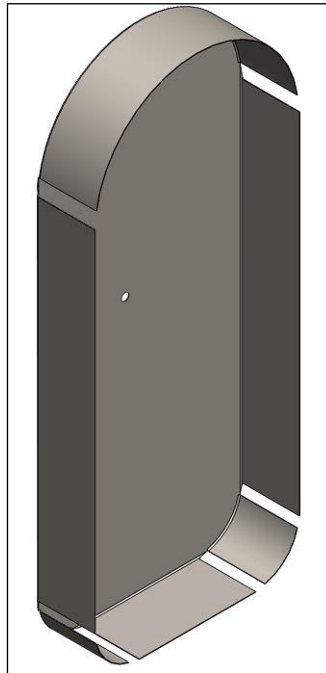


Figura 6.15: Cubra cadena de CT6-2

## 6.5. Listado de materiales

Listado de materiales mecánicos CT6-2						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-SA-2	Pieza de arrastre de tortas	Planchuela AISI 310	Inoxoeste SA	1 1/4" x 1/4" x 6m	13,5	m
					16	Unidad
M-SA-1	Cadena transportadora	DIN 8167 M-20, paso 80 mm	JyM	M-20	36,6	m
M-SA-3	Rueda dentada para cadena transportadora	DIN 8167 M-20, paso 80 mm	JyM	M-20	6	Unidad
M-TP-1	Cadena para transmisión de potencia	DIN 8188 16A-1, paso 1 pulgada	JyM	16A-1	72	in
M-TP-2	Piñón	17 dientes, paso 1 pulgada	Ángel Larreina	-	1	Unidad
M-TP-3	Corona	35 dientes, paso 1 pulgada	Ángel Larreina	-	1	
M-TP-7	Árbol conducido	Acero trefilado SAE 1045	Himan	45 mm Ø x 500 mm	2	m
M-TP-4	Árbol motriz			45 mm Ø x 600 mm	1	
M-TP-6	Chavetas para rueda dentada para cadena transportadora	DIN 6885, Acero SAE 1020	Himan	14 mm x 9 mm x 70 mm	6	Unidad
M-TP-5	Chavetas para corona de cadena transmisora de potencia	DIN 6885, Acero SAE 1020	Himan	14 mm x 9 mm x 50 mm	1	
M-TP-8	Rodamientos	-	SKF	YAR 209-2FW/VA201	6	
M-TP-9	Caja de Rodamientos	-	SKF	SY 45 TF/VA201	6	
M-ES-1	Estructura	-	-	-	1	
M-P-2	Cubre cadena	-	-	-	1	
M-B-1	Bulonería	Tornillo		M14 x 2,0 x 80	3	
M-B-2				M12 x 1,75 x 50	16	
M-B-3				M12 x 1,75 x 30	2	
M-B-5		Tuerca		M14 x 2,0	3	
M-B-6				M12 x 1,75	18	
M-B-8		Arandela plana estrecha		12 mm	16	

Tabla 6.2: Listado de materiales de CT6-2



## 7. T6-2: Tobogán

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.13.  
PLANO: G-12

Las tortas calientes que salen de la cinta transportadora CT6-2 se deslizan por el tobogán T6-2 hacia la plancha de deslizamiento PD6-2. En la Figura 7.1 se muestra el tobogán.

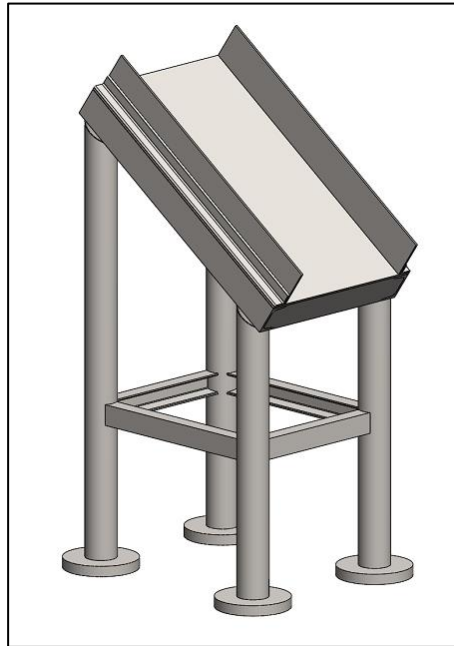


Figura 7.1: Tobogán T6-2.

### 7.1. M-ES-12: Estructura

MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA: Apartado 4.13.1.

Este tobogán está hecho con perfiles UPN 50 y UPN 80, chapa negra 1/4" x 100 mm y 3/16" x 100 mm, caño de 3" Ø, perfil L 1 1/4" x 3/16" y centros de acero SAE 1020 180mm Ø x 25mm.

### 7.2. Listado de materiales

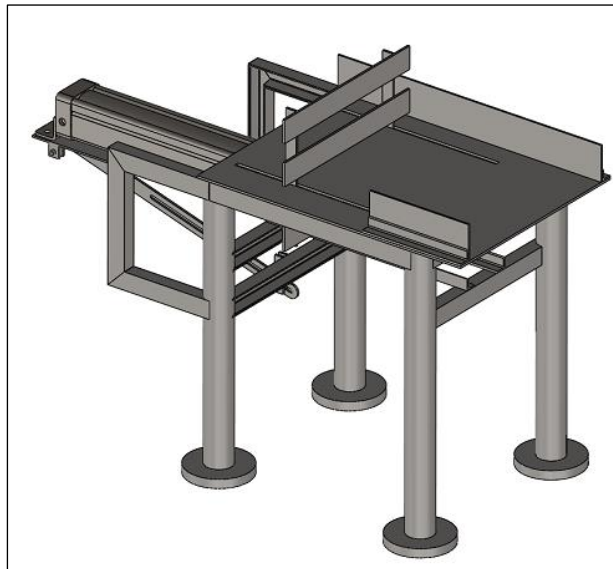
Listado de materiales T6-2						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-12	Estructura	Chapa negra		1/4 " x 100 mm	4	m
				3/16 " x 100 mm	1,5	
		Perfil U		UPN 80	2,5	
		Caño		UPN 50	2	
		Perfil L		3" Ø	4	
		Centros de acero SAE 1020		L 1 1/4" x 3/16"	1,5	
		Centros de acero SAE 1020	Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	4	Unidad

Tabla 7.1: Listado de materiales para estructura T6-2.

## 8. PD6-2: Plancha de deslizamiento

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.*  
*PLANO: G-05*

La plancha de deslizamiento PD6-2 cumple la función de que, una vez que la torta baja del tobogán T6-2, la pieza descansa hasta que el operario, mediante una válvula de accionamiento, de la orden para que el cilindro neumático empuje la torta hacia el interior del martillo MF6-2. En Figura 8.1 se muestra la plancha de deslizamiento PD6-2:



*Figura 8.1: Plancha de deslizamiento PD6-2.*

### 8.1. M-ES-8: Estructura

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.3.*  
*PLANO: M-E-04*

La mesa en donde se apoya el corte caliente es de chapa de 1/4", las patas son de caño de 3" de diámetro y cuenta con unos perfiles UPN 50 para darle una mejor rigidez a la estructura. Además, las patas se apoyan sobre centro de mecanizado de 180 mm de diámetro y 25 mm de espesor.

El acople del cilindro a la estructura, explicado posteriormente, desliza sobre dos perfiles L 1 ¼ x 3/16 que apoyan sobre dos perfiles UPN 50.

También se puede ver en la estructura, una disposición de perfiles UPN 50, que estos tienen la función de proteger, de golpes o choques, al pistón cuando no se esté utilizando.

Materiales para la estructura PD6-2						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-8	Estructura	Chapa negra	Himan	1/4 " x 100 mm	4,5	m
				3/16 " x 100 mm	2	
		Perfil U		UPN 50	5,5	
		Caño		3" Ø	5,5	
		Perfil L		L 1 1/4" x 3/16"	2,5	
		Planchuela		1 1/2" x 1/4"	1	
		Centros de acero SAE 1020		Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	4

Tabla 8.1: Listado de materiales para la estructura de PD6-2

## 8.2. M-SA-13: Pieza de arrastre

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.2.

PLANO: M-P-11

**Producto** Planchuela 1" x 1/4"  
**Material** Acero inoxidable AISI 310  
**Cantidad** 1  
**Peso** 6.06 kg

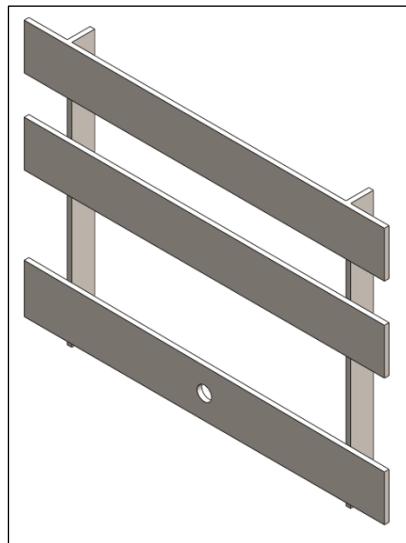


Figura 8.2: Pieza de arrastre PD6-2.

## 8.3. Listado de materiales

Listado de materiales PD6-2						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-8	Estructura	-	-	-	1	Unidad
M-SA-13	Pieza de arrastre de cortes	Planchuela AISI 310	Inoxoeste S.A.	1 1/4" x 1/4" x 6m	3,7	m
M-B-10	Burlonería	Tornillo	Meet	M8 x 1,25 x 30	5	Unidad
M-B-11		Tuerca		M8 x 1,25	3	
M-B-12		Varilla roscada		8 mm	300	mm

Tabla 8.2: Listado de materiales para PD6-2

## 9. RR6-3: Rampa de rodillos

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.7.*  
*PLANO: G-09*

Esta rampa es la encargada de descargar la pieza proveniente del MF6-2 en la cinta CT6-3. En la Figura 9.1 se puede ver el diseño de la rampa de rodillos 3



*Figura 9.1: Rampa de rodillos RR6-3*

### 9.1. M-ES-6: Estructura

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.7.3.*  
*PLANO: M-E-07*

Las patas de la estructura serán de tubo redondo de 3 pulgadas de diámetro. Los dos perfiles, porta rodillos, son de perfiles UPN 80. Sobre el alma de estos se realizan los agujeros de diámetro de 26 mm y con una separación de 40 mm entre ellos, que serán donde se colocarán los ejes de los rodillos. Para darle rigidez a la estructura, se le soldarán a las patas perfiles UPN 50, como se puede observar en la Figura 9.2

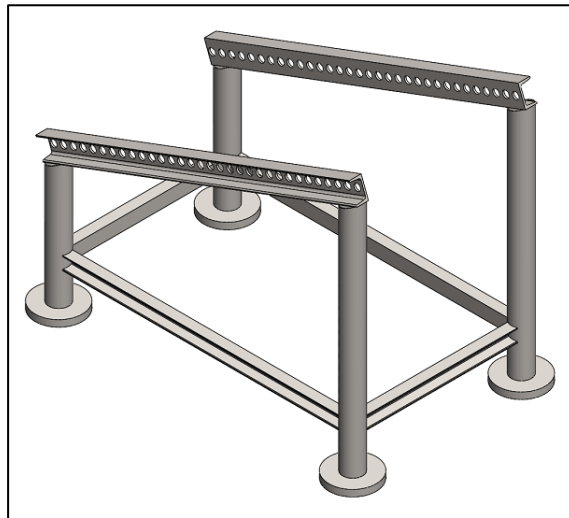


Figura 9.2: Estructura RR6-3

En la Tabla 9.1 se especifican los materiales necesarios para la fabricación de la estructura de la rampa de rodillos:

Listado de materiales PD6-2						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-6	Estructura	Perfil U	Himan	UPN 80	3	m
				UPN 50	3,5	
		Caño		3" Ø	2	
		Centros de acero SAE 1020	Futura Hnos.	180mm Ø x 25mm	4	Unidad

Tabla 9.1: Listado de materiales para la estructura de RR6-3

## 9.2. Sistema de transporte de piezas

### 9.2.1. M-SA-11: Ejes fijos

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.7.1.

PLANO: M-P-07

ANEXO: E-3.1.12.

<b>Material</b>	Acero trefilado SAE 1045
<b>Diámetro</b>	25 mm
<b>Longitud</b>	642 mm
<b>Cantidad</b>	32

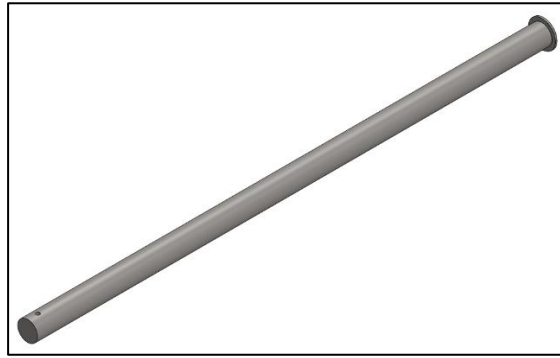


Figura 9.3: Eje fijo de RR6-3.

### 9.2.2. M-SA-12: Caño

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.7.2.

PLANO: M-P-07

ANEXO: E-3.1.12.

**Descripción** Caño Schedule 40  
**Diámetro** 1 pulgada  
**Longitud** 595 mm  
**Cantidad** 32

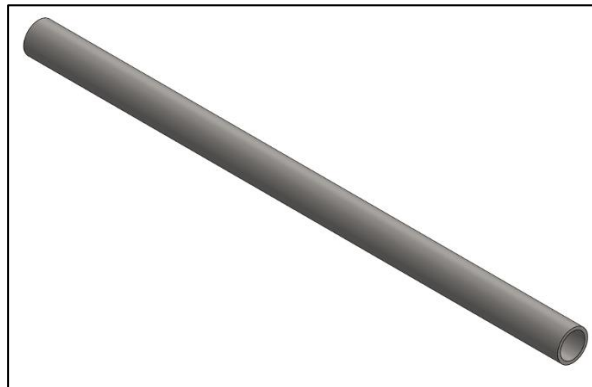


Figura 9.4: Caño hueco de RR6-3.

## 9.3. Listado de materiales

Listado de materiales RR6-3						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-SA-11	Ejes fijos	Acero trefilado SAE 1045	Himan	25 mm Ø x 642 mm	21	m
					32	Unidad
M-SA-12	Caño	Rodillos		1" Ø x 595 mm	19,5	m
					32	Unidad
M-ES-6	Estructura	-	-	-	1	

Tabla 9.2: Listado de materiales de RR6-3.

## 10. CT6-3: Cinta transportadora

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.*  
*PLANO: G-03*

Esta cinta es la encargada de transportar la pieza ya forjada, desde el martillo MF6-2 hacia la prensa rebabadora PR6. En la Figura 10.1: Cinta transportadora CT6-3. se muestra una imagen de la cinta:

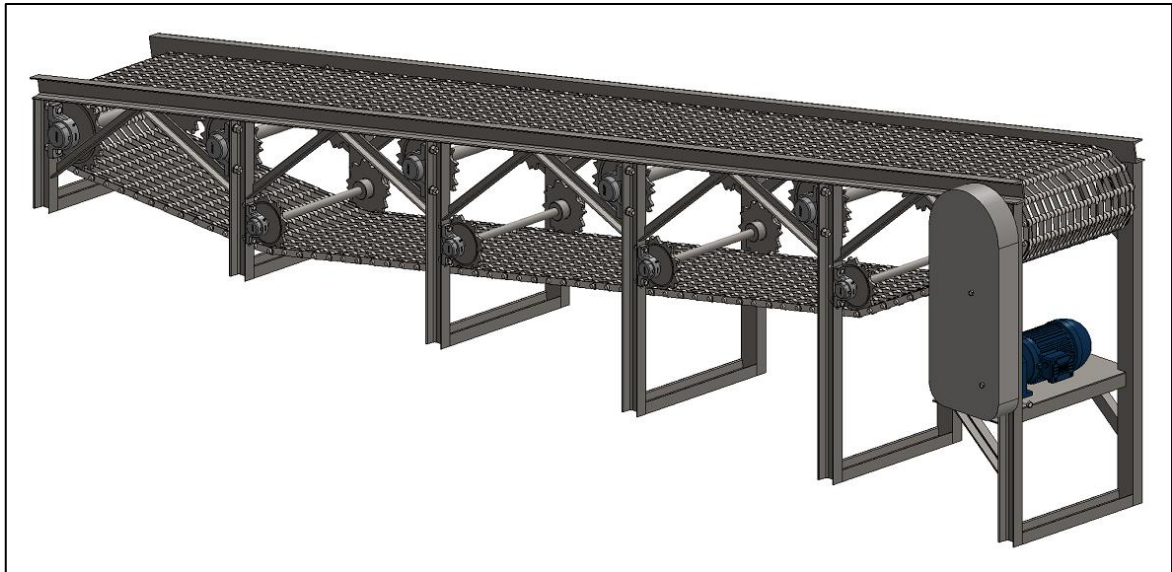


Figura 10.1: Cinta transportadora CT6-3.

### 10.1. M-ES-3: Estructura

*MEMORIA DE CALCULO: Apartado 4.4.11.*  
*PLANO: M-E-03*

En la Figura 10.2 se muestra la estructura de CT6-3. Los perfiles superiores son UPN 80 al igual que los inferiores, donde estos descansan y están agarradas las cajas de los rodamientos. También cuenta con perfiles L 1 ¼" x ¼", los cuales tienen la función de hacer de reticulado para dar mayor rigidez a la estructura. Además, hay dos perfiles L los cuales sobresalen de un perfil UPN 80, como se puede ver en Figura 10.3, estos tienen soldada una chapa perforada, donde cruzan los tornillos y tuercas que sostienen el cubrecadena. El motor apoya sobre una chapa negra de 3/16", y esta soportada por perfiles UPN 50.



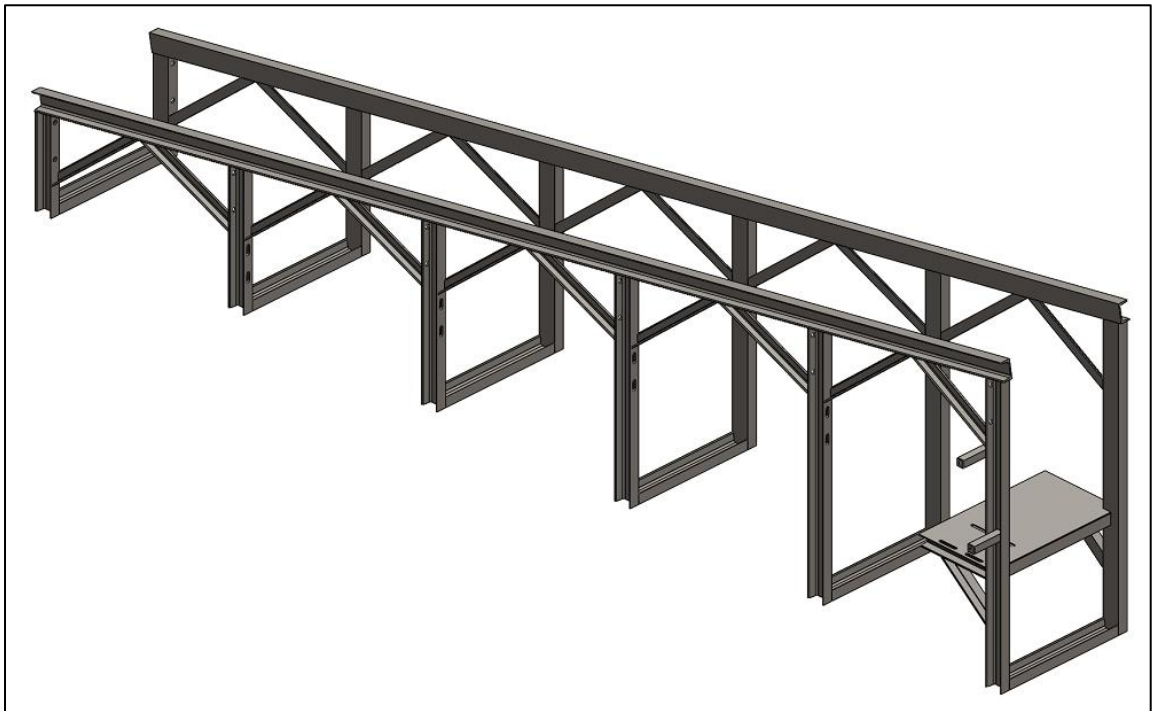


Figura 10.2: Estructura de CT6-3

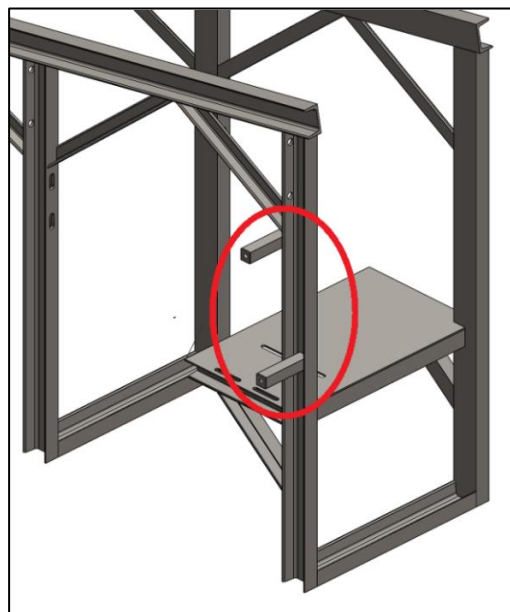


Figura 10.3: Perfiles para sujeción del cubrecadena

En la Tabla 10.1, se muestran los materiales necesarios para la fabricación de la estructura de la cinta CT6-3:

Materiales para la estructura CT6-3						
Cod. de pieza	Pieza	Articulo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-3	Estructura	Chapa negra	Himan	3/16 " x 100 mm	4	m
		Perfil L		L 1 1/4" x 3/16"	11,5	
		Perfil U		UPN 80	24,5	
				UPN 50	2	

Tabla 10.1: Materiales necesarios para la estructura de CT6-3

## 10.2. Sistema de transporte

### 10.2.1. **M-SA-4:** Cinta de cadenas múltiples:

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.1.1.*

Futura Hnos. cuenta con esta cinta, por lo que no se considera para el cálculo del retorno de inversión.

<b>Descripción</b>	Cinta de cadenas múltiples
<b>Material</b>	Acero inoxidable AISI 316L
<b>Paso</b>	3 pulgadas
<b>Espesor</b>	550 mm
<b>Longitud</b>	11 m
<b>Peso</b>	40 kg/m



Figura 10.4: Cinta de cadenas múltiples

### 10.2.2. Ruedas dentadas de la cinta de cadenas múltiples

Futura Hermanos cuenta con las ruedas dentadas que se detallarán a continuación, por ello, no se tendrán en cuenta para la cotización. En la Figura 10.5 se muestra una vista de estas.



Figura 10.5: Ruedas dentadas de CT6-3

10.2.2.1. **M-SA-5:** Ruedas dentadas motrices

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.1.2.

<b>Paso</b>	3 pulgadas
<b>Número de dientes</b>	12
<b>Diámetro exterior</b>	310 mm
<b>Cantidad</b>	12

10.2.2.2. **M-SA-6:** Ruedas dentadas conducida

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.1.3.

<b>Paso</b>	3 pulgadas
<b>Número de dientes</b>	8
<b>Diámetro exterior</b>	215 mm
<b>Cantidad</b>	8

10.3. Sistema de transmisión de potencia

10.3.1. **M-TP-1:** Cadena de transmisión

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.3.2.

ANEXO: E-3.1.4.

<b>Fabricante</b>	JyM
<b>Referencia</b>	16A-1
<b>Normativa</b>	DIN 8188
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Tipo de cadena</b>	Simple
<b>Carga de rotura</b>	3900 kg
<b>Cantidad de cadenas</b>	1
<b>Peso</b>	1.58 kg/m
<b>Longitud</b>	2 metros

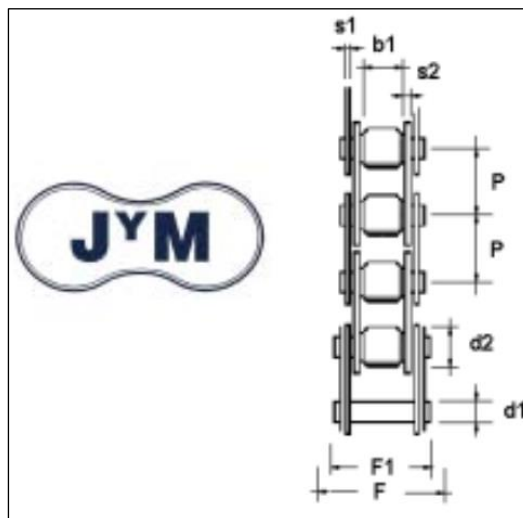


Figura 10.6: Cadena transportadora JyM

### 10.3.2. M-TP-2: Piñón

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.3.3  
ANEXO: E-3.1.5.

<b>Fabricante</b>	Ángel Larreina S.A.
<b>Normativa</b>	ASA 80
<b>Dientes</b>	17
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Cantidad</b>	1
<b>Diámetro exterior</b>	151.12 mm

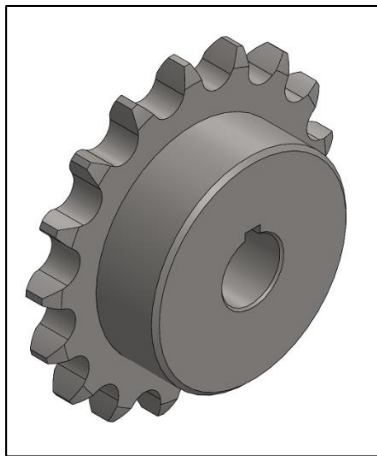


Figura 10.7: Piñón JyM.

### 10.3.3. M-TP-3: Corona

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.3.4  
ANEXO: E-3.1.5.

<b>Fabricante</b>	Ángel Larreina S.A.
<b>Normativa</b>	ASA 80
<b>Dientes</b>	35
<b>Paso</b>	1 pulgada
<b>Cantidad</b>	1
<b>Diámetro exterior</b>	297.46 mm

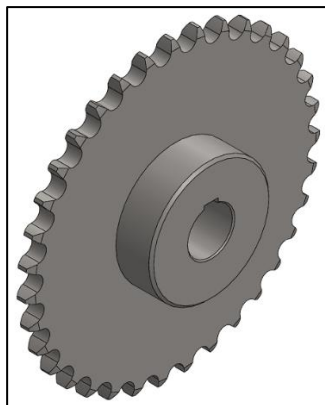


Figura 10.8: Corona JyM

### 10.3.4. M-TP-10: Árbol motriz

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.5.

PLANO: M-P-04

**Material:** Acero trefilado SAE 1045  
**Diámetro del eje:** 50 mm  
**Largo del eje:** 740 mm  
**Cantidad:** 1

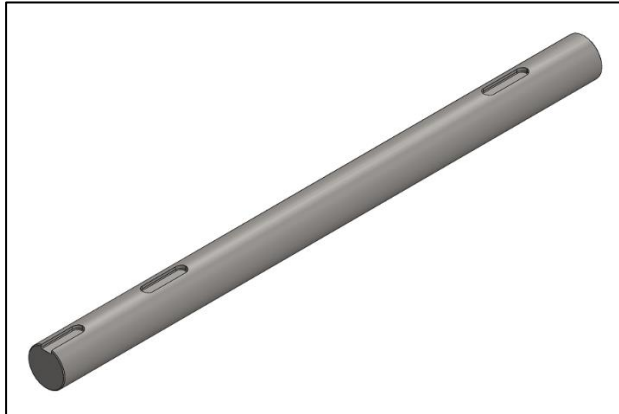


Figura 10.9: Eje motriz CT6-3.

### 10.3.5. Arboles conducidos – Tensores

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.8.

La cinta cuenta con dos tipos de ejes conducidos, unos de 50 mm de diámetro y 670 mm de largo, y otros de 30 mm de diámetro y 650 mm de largo.

#### 10.3.5.1. M-TP-13: Árbol conducido de 50 x 670 mm

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.8.1.

PLANO: M-P-03

**Material:** Acero trefilado SAE 1045  
**Diámetro del eje:** 50 mm  
**Largo del eje:** 670 mm  
**Cantidad:** 5

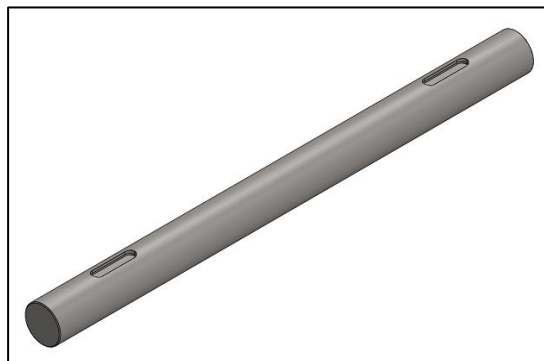


Figura 10.10: Eje conducido 50 x 670 mm de CT6-3.

10.3.5.2. **M-TP-14:** *Árbol conducido de 30 x 650 mm*

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.8.2.

PLANO: M-P-01

**Material:** Acero trefilado SAE 1045  
**Diámetro del eje:** 30 mm  
**Largo del eje:** 650 mm  
**Cantidad:** 4

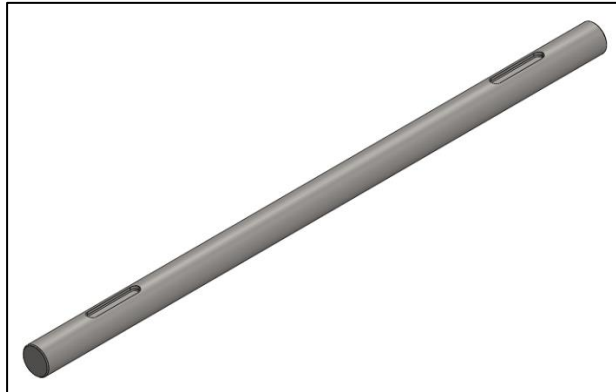


Figura 10.11: *Árbol conducido 30 x 650 mm de CT6-3.*

10.3.6. **M-TP-5:** *Chaveta de corona de transmisión*

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.2.6.1.

**Dimensiones** 14 mm x 9 mm x 50 mm  
**Normativa** DIN 6885  
**Material** Acero SAE 1020  
**Cantidad** 1

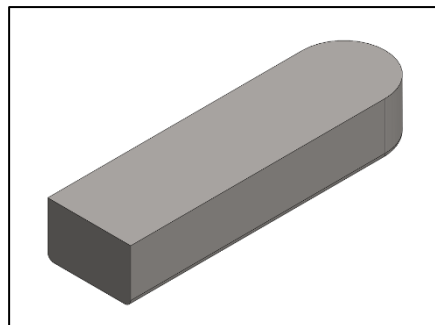


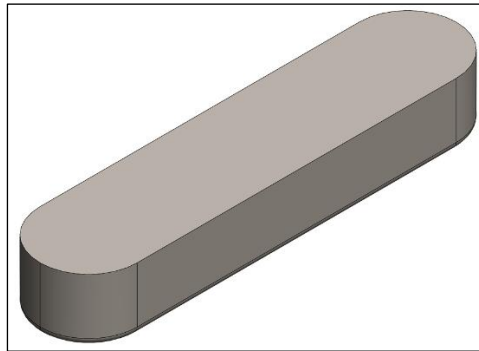
Figura 10.12: *Chaveta 14 x 9 x 50 mm.*

### 10.3.7. Chaveta de rueda dentada motriz de M-SA-4

#### 10.3.7.1. **M-TP-11:** Chaveta para eje de 50 mm Ø

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.6.1.

<b>Dimensiones</b>	14 mm x 9 mm x 60 mm
<b>Normativa</b>	DIN 8185
<b>Material</b>	Acero SAE 1020
<b>Cantidad</b>	12



#### 10.3.7.2. **M-TP-12:** Chaveta para eje de 30 mm Ø

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.6.2.

<b>Dimensiones</b>	14 mm x 9 mm x 50 mm
<b>Normativa</b>	DIN 8185
<b>Material</b>	Acero SAE 1020
<b>Cantidad</b>	8

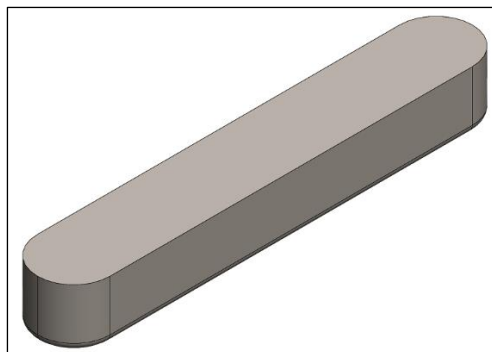


Figura 10.13: Chaveta 14 x 9 x 50 mm

### 10.3.8. Rodamientos

Los rodamientos utilizados deben soportar las altas temperaturas, por lo tanto, se selecciona del catálogo SKF los correspondientes a la serie YAR 2-2FW con prisioneros.



10.3.8.1. **M-TP-15:** Rodamientos para eje motriz 50 mm

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.9.1.

ANEXO: E-3.1.8

<b>Fabricante</b>	SKF
<b>Modelo</b>	YAR 210-2FW/VA201
<b>Diámetro exterior</b>	90 mm
<b>Diámetro interior</b>	50 mm
<b>Cantidad</b>	12

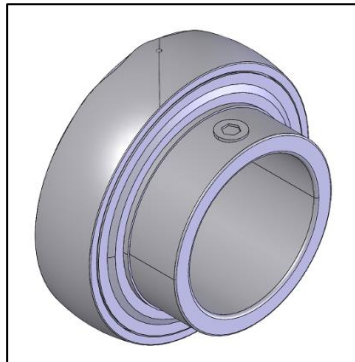


Figura 10.14: Rodamiento SKF 50 mm de diámetro

10.3.8.2. **M-TP-16:** Rodamiento para eje conducido 30 mm

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.9.2.

ANEXO: E-3.1.9

<b>Fabricante</b>	SKF
<b>Modelo</b>	YAR 206-2FW/VA201
<b>Diámetro exterior</b>	62 mm
<b>Diámetro interior</b>	30 mm
<b>Cantidad</b>	8

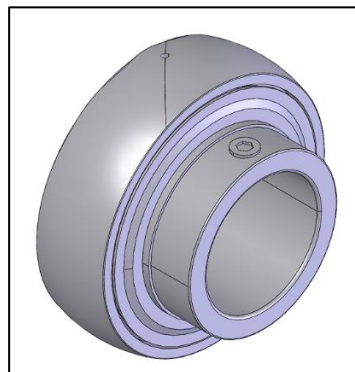


Figura 10.15: Rodamiento SKF 50 mm de diámetro

### 10.3.9. Soporte de rodamientos

#### 10.3.9.1. **M-TP-17:** Soporte para rodamiento de 50 mm

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.10.1.

ANEXO: E-3.1.10.

<b>Fabricante</b>	SKF
<b>Modelo</b>	SY 50 TF/VA201
<b>Diámetro interior</b>	50 mm
<b>Ancho</b>	51.6 mm
<b>Largo</b>	203 mm
<b>Cantidad</b>	12

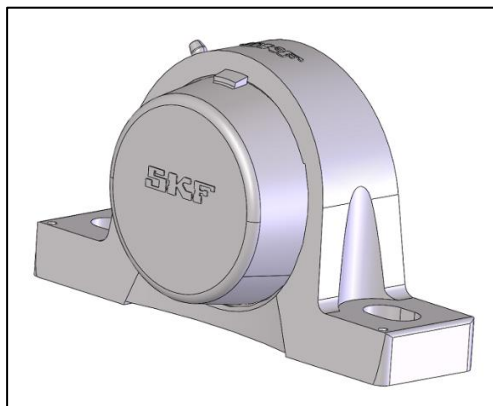


Figura 10.16: Soporte para rodamiento SKF SY 50 TF/VA201.

#### 10.3.9.2. **M-TP-18:** Soporte para rodamiento de 30 mm

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.10.2.

ANEXO: E-3.1.11.

<b>Fabricante</b>	SKF
<b>Modelo</b>	FY 30 TF/VA201
<b>Diámetro interior</b>	30 mm
<b>Ancho</b>	42.2 mm
<b>Largo</b>	153 mm
<b>Cantidad</b>	8

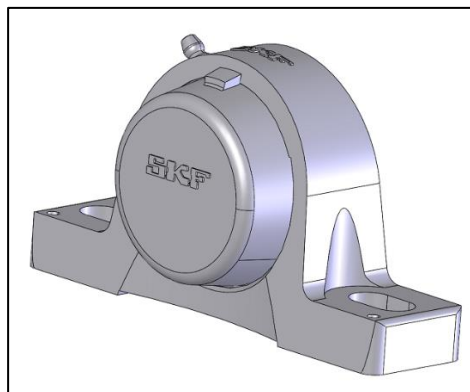


Figura 10.17: Soporte para rodamiento SKF SY 30 TF/VA201

## 10.4. M-P-3: Cubre cadena

MEMORIA DE CALCULO: Apartado 4.4.12.

PLANO: M-P-10

El cubrecadena de la Figura 10.18 se realiza de chapa negra con un espesor de 2 mm. Este tiene la finalidad de impedir el contacto directo de las personas o algún objeto extraño con la cadena de transmisión, lográndose con esto la seguridad del personal y de la misma cadena. Este va abulonado a la estructura mediante dos tornillos M-12, con su respectiva tuerca.

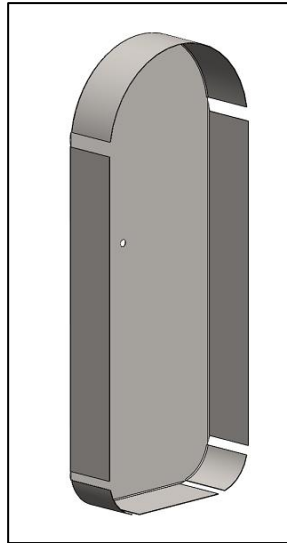


Figura 10.18: Cubrecadena de la cinta CT6-3

## 10.5. Listado de materiales

Listado de materiales mecánicos CT6-3						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-SA-4	Cinta transportadora de cadenas múltiples	Acero inoxidable AISI 316L	-	550 mm de ancho	11	m
M-SA-5	Rueda dentada motriz de empuje de cinta transportadora	12 dientes	-	-	12	Unidad
M-SA-6	Rueda dentada conducida de empuje de cinta transportadora	8 dientes	-	-	8	Unidad
M-TP-1	Cadena para transmisión de potencia	DIN 8188 16A-1, paso 1 pulgada	JyM	16A-1	72	in
M-TP-2	Piñón	17 dientes, paso 1 pulgada	Ángel Larreina	-	1	Unidad
M-TP-3	Corona	35 dientes, paso 1 pulgada		-	1	
M-TP-10	Árbol motriz	Acero trellado SAE 1045	Himan	50mm Ø x 740mm	1	
M-TP-13	Árbol conducido			50mm Ø x 670mm	5	

Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-TP-14	Árbol conducido	Acero trefilado SAE 1045	Himan	30mm Ø x 650mm	4	Unidad
M-TP-11	Chavetas de rueda dentada motriz	DIN 8185, Acero SAE 1020		14 mm x 9 mm x 60 mm	12	
M-TP-12	Chavetas de rueda dentada conducida			14 mm x 9 mm x 50 mm	8	
M-TP-15	Rodamientos	-	SKF	YAR 210-2FW/VA201	12	
M-TP-16		-		YAR 206-2FW/VA201	8	
M-TP-17	Caja de rodamientos	-		SY 50 TF/VA201	12	
M-TP-18		-		FY 30 TF/VA201	8	
M-ES-3	Estructura	-	-	-	1	
M-P-3	Cubre cadena	-	-	-	1	
M-B-1	Tornillo	Hexagonal de acero común cincado	Meet	M14 x 2.0 x 80	3	
M-B-2				M12 x 1.75 x 50	20	
M-B-3				M12 x 1.75 x 30	2	
M-B-4				M16 x 2.0 x 60	24	
M-B-5	Tuerca	Acero común cincado		M14 x 2.0	3	
M-B-6				M12 x 1.75	22	
M-B-7				M16 x 2.0	24	
M-B-8	Arandela	Plana estrecha		12 mm	20	
M-B-9				16 mm	24	

Tabla 10.2: Listado de materiales de CT6-3

## 11. RR6-4: Rampa de rodillos

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.8.*  
*PLANO: G-10*

Esta rampa de rodillos es la encargada de transportar las piezas forjadas que salen de la cinta transportadora CT6-3 hacia la plancha de deslizamiento PD6-3.



Figura 11.1: Rampa de rodillos RR6-4

### 11.1. M-ES-7: Estructura

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.8.3.*  
*PLANO: M-E-08*

Las patas de la estructura serán de tubo redondo de 3 pulgadas de diámetro. Los dos perfiles, porta rodillos, son de perfiles UPN 80. Sobre el alma de estos se realizan los agujeros de diámetro de 26 mm y con una separación de 40 mm entre ellos, que serán donde se colocarán los ejes de los rodillos. Para darle rigidez a la estructura, se le soldaran a las patas perfiles UPN 50, como se puede observar en la Figura 11.2

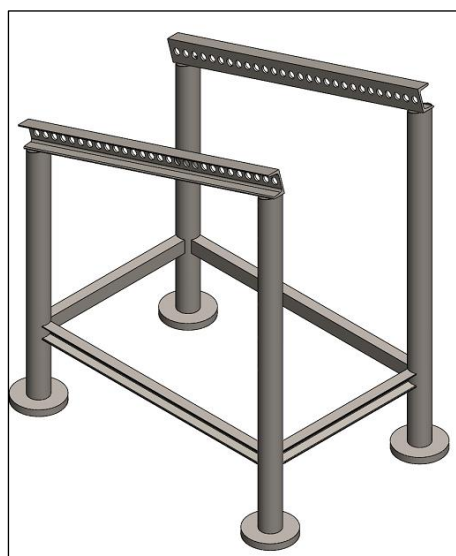


Figura 11.2: Estructura de la rampa de rodillo RR6-4

## 11.2. Sistema de transporte de piezas

### 11.2.1. M-SA-11: Ejes fijos

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.8.1.

PLANO: M-P-07

ANEXO: E-3.1.12.

<b>Material</b>	Acero trefilado SAE 1045
<b>Diámetro</b>	25 mm
<b>Longitud</b>	642 mm
<b>Cantidad</b>	28

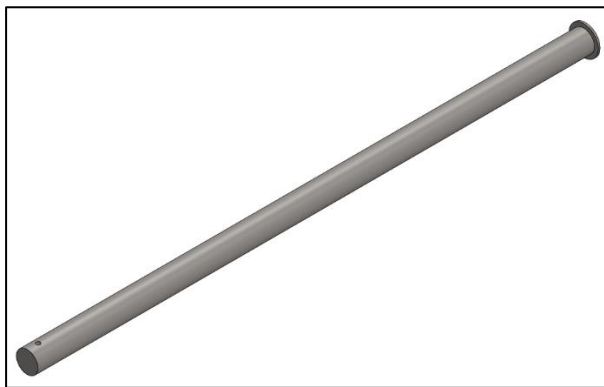


Figura 11.3: Eje fijo de RR6-4

### 11.2.2. M-SA-12: Caño

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.8.2.

PLANO: M-P-07

ANEXO: E-3.1.12.

<b>Descripción</b>	Caño SCH 40
<b>Diámetro</b>	1 pulgada
<b>Longitud</b>	595 mm
<b>Cantidad</b>	28

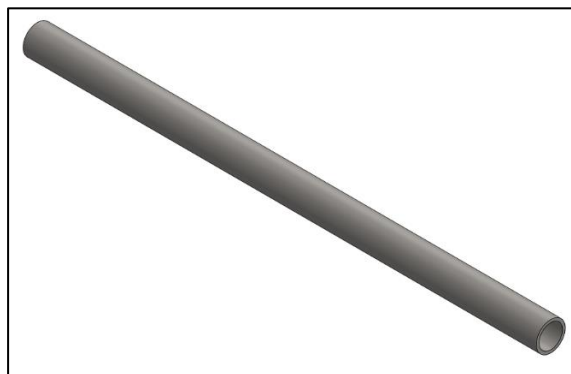


Figura 11.4: Caño de RR6-4.

### 11.3. Listado de materiales

Listado de materiales RR6-4								
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida		
M-SA-11	Ejes fijos	Acero trefilado SAE 1045	Himan	25 mm Ø x 642 mm	18	m		
					28	Unidad		
M-SA-12	Caño	Rodillos		1" Ø x 595 mm	17	m		
					28	Unidad		
M-ES-7	Estructura	Perfil U		UPN 80	2,5	m		
		Caño			UPN 50		3,5	
		Centros de acero SAE 1020			Futura Hnos.		180mm Ø x 25mm	4

Tabla 11.1: Listado de materiales de la rampa de rodillos RR6-4



## 12. PD6-3: Plancha de deslizamiento

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.11.*  
*PLANO: G-06*

Al igual que la plancha de deslizamiento PD6-1, la mesa es de chapa de 1/4", las patas son de caño redondo de 3" de diámetro y cuenta con unos perfiles UPN 50 y UPN 80 para darle una mejor rigidez a la estructura.

PD6-3 va colocada sobre la mesa de la prensa rebabadora PR6, siendo la altura de esta de 600 mm. La altura de ingreso de las piezas forjadas provenientes de la cama de rodillos RR6-4 es de 1000 mm y la de salida de 900 mm. La longitud es de 800 mm y 500 mm de ancho.

Las patas se apoyan sobre centro de mecanizado de 180 mm de diámetro y 25 mm de espesor.

En la Figura 12.1 se puede ver el diseño de la estructura.

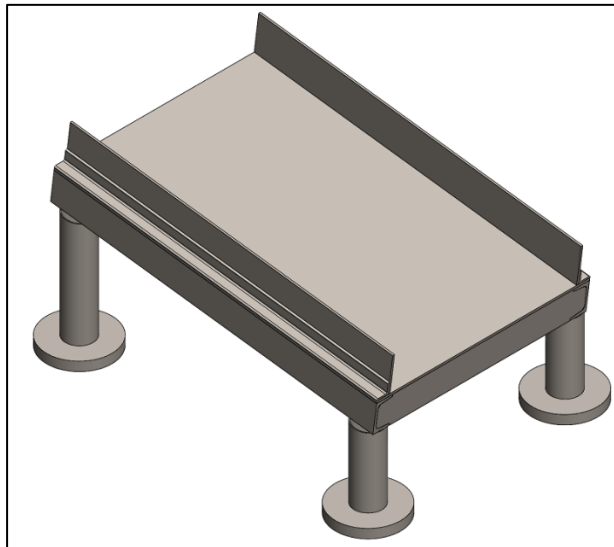


Figura 12.1: Plancha de deslizamiento PD6-3

### 12.1. Listado de materiales

*MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA: Apartado: 4.11.1.*

Listado de materiales PD6-3						
Código	Pieza	Artículo	Fabricante	Modelo	Cantidad	Medida
M-ES-10	Estructura	Chapa negra	Himan	1/4 " x 100 mm	5,5	m
				3/16 " x 100 mm	2	
		Perfil U		UPN 80	3	
		Caño		3" Ø	1	
		Perfil L	L 1 1/4" x 3/16"	2		
	Centros de acero SAE 1020	Futura Hnos.		180mm Ø x 25mm	4	Unidad

Tabla 12.1: Listado de materiales de la plancha de deslizamiento PD6-3

# INGENIERÍA DE DETALLES

## ELÉCTRICA



## Índice general

1. Alimentación del horno a inducción .....	63
2. Transmisión de potencia .....	64
3. Tableros primarios.....	65
4. Tableros secundarios .....	69
5. Listado de materiales .....	81

## 1. Alimentación del horno a inducción

*MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 5.1.*

Los conductores para la alimentación del HI6 tienen las siguientes características:

<b>Tipo</b>	Coaxial
<b>Sección</b>	700 mm <sup>2</sup>
<b>Capacidad de conducción</b>	200 A
<b>Número de conductores por fase</b>	14

La Figura 1.1 muestra una foto brindada por el fabricante ELIND Induction Heating Technologies:



Figura 1.1: Conductor coaxial para alimentación de HI6

## 2. Transmisión de potencia

El componente eléctrico de la transmisión de potencia de cada cinta transportadora es un motorreductor instalado en la estructura de esta.

### 2.1. E-P-1: Motorreductor

MEMORIA DE CÁLCULO: 4.2.2.1

ANEXO: E-3.2.1.

<b>Fabricante</b>	WEG
<b>Modelo</b>	CG052-11P-L100L-04F-TH-TF
<b>Tipo de reductor</b>	Moto-reductor de engranajes helicoidales

#### CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

<b>Rendimiento</b>	IE3 – 88%
<b>Potencia</b>	3 kW
<b>Velocidad nominal</b>	1440 rpm
<b>Par nominal</b>	20 Nm
<b>Tensión</b>	230/400 V
<b>Frecuencia</b>	50 Hz
<b>Conexionado</b>	D/Y
<b>Intensidad nominal</b>	10.9/6.3 A

#### CARACTERÍSTICAS DEL REDUCTOR

<b>Velocidad de salida</b>	138 rpm
<b>Par de salida</b>	208 Nm
<b>Factor de servicio</b>	1.95 Nm
<b>Relación de reducción</b>	10.43

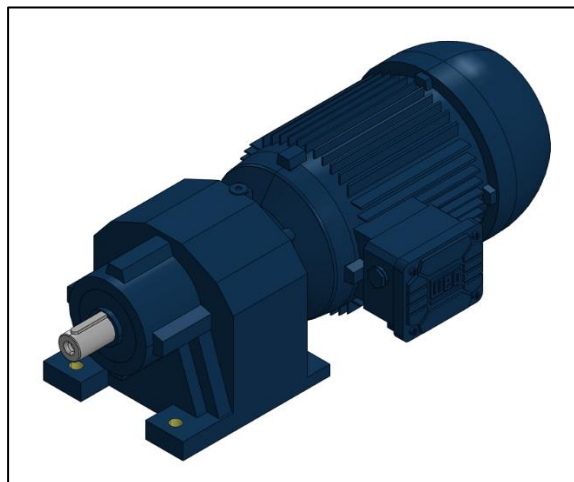


Figura 2.1: Motorreductor

### 3. Tableros primarios

Los denominados ‘tableros primarios’ son tableros ya ubicados en la planta, codificados como “TL6-1” y “TL6-2”.

#### 3.1. Tablero primario TL6-1

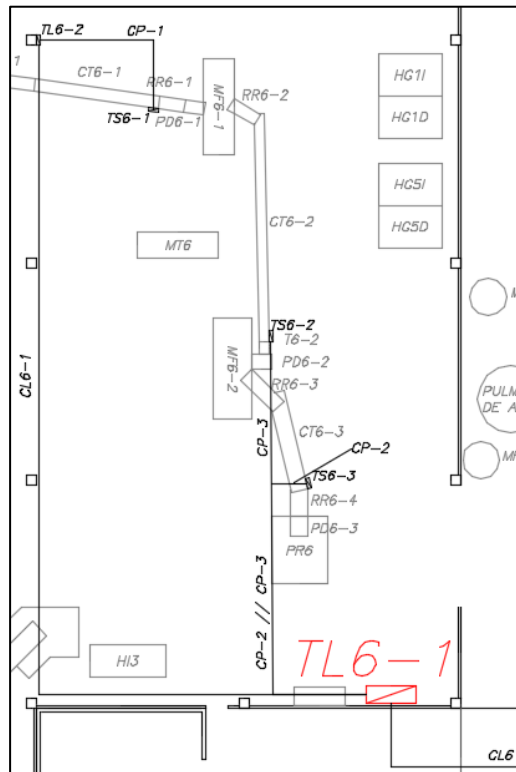


Figura 3.1: Ubicación del tablero primario TL6-1

##### 3.1.1. E-P-1: Llave termomagnética

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.4.

ANEXO: E-3.2.5.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	Compact NSX250N
<b>Modelo</b>	LV431840
<b>Cantidad de polos</b>	4
<b>Corriente nominal</b>	250 A
<b>Cantidad</b>	1



Figura 3.2: Llave termomagnética

### 3.1.2. E-P-2: Interruptor diferencial

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.4.

ANEXO: E-3.2.6.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	Vigi MH
<b>Modelo</b>	LV431536
<b>Cantidad de polos</b>	4
<b>Corriente nominal</b>	250 A
<b>Cantidad</b>	1



Figura 3.3: Interruptor diferencial

### 3.2. Tablero primario TL6-2

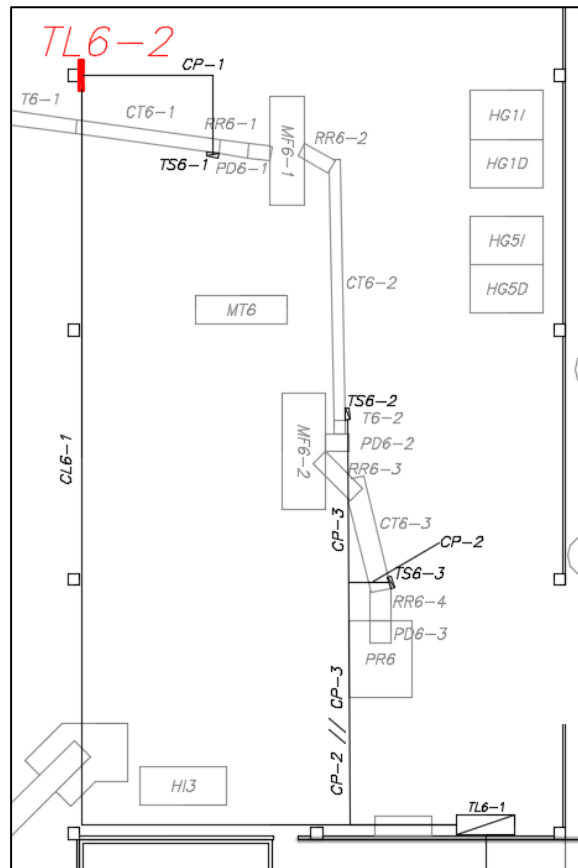


Figura 3.4: Ubicación del tablero primario TL6-2

#### 3.2.1. E-P-3: Llave termomagnética

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.4.

ANEXO: E-3.2.7.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	Compact NSX100F
<b>Modelo</b>	LV429650
<b>Cantidad de polos</b>	4
<b>Corriente nominal</b>	100 A
<b>Cantidad</b>	1





Figura 3.5: Llave termomagnética

### 3.2.2. E-P-2: Interruptor diferencial

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.4.

ANEXO: E-3.2.6.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	Vigi MH
<b>Modelo</b>	LV431536
<b>Cantidad de polos</b>	4
<b>Corriente nominal</b>	250 A
<b>Cantidad</b>	1



Figura 3.6: Interruptor diferencial

## 4. Tableros secundarios

Como se mencionó en el documento D: Ingeniería Básica, cada cinta transportadora contará en su estructura con un tablero secundario, en el cual se instalarán los componentes de potencia y comando del motorreductor. Es decir, en total habrá tres tableros secundarios. Los tres tableros serán idénticos, lo cual facilitará el intercambio de componentes.

Como es el único tablero secundario del proyecto, se lo codificará como “**TS6**”, en referencia a la línea donde se realiza el proyecto, y se lo numerará en función de la cinta donde estará ubicado. Con esto, tendremos tres tableros iguales con la siguiente codificación: **TS6-1**, **TS6-2** y **TS6-3**.

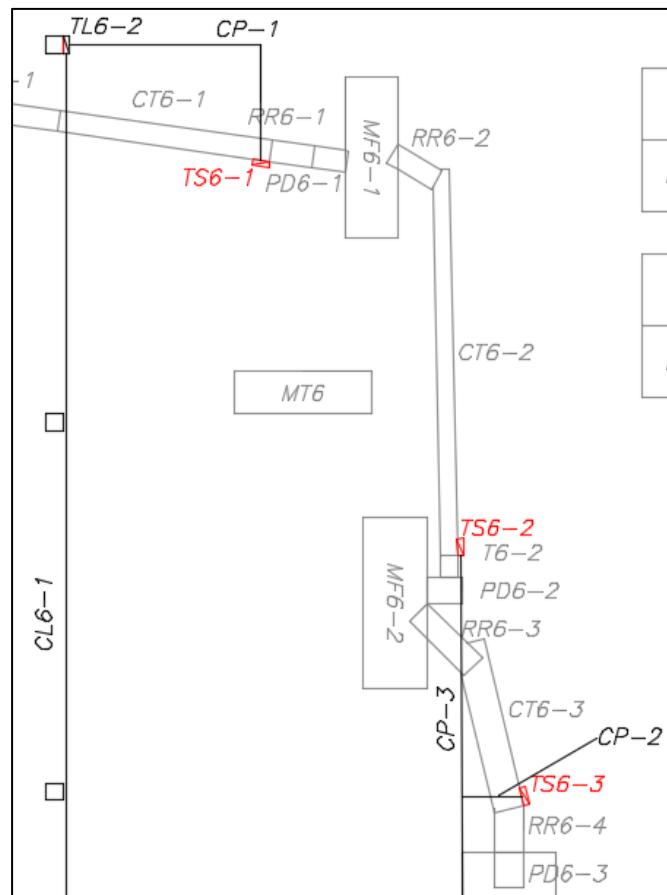


Figura 4.1: Ubicación de los tableros secundarios

A modo de ejemplo, en la Figura 4.2 se muestra la ubicación del tablero secundario TS6-1 en la estructura de CT6-1. En las demás cintas, los tableros secundarios irán ubicados de manera similar a esta.

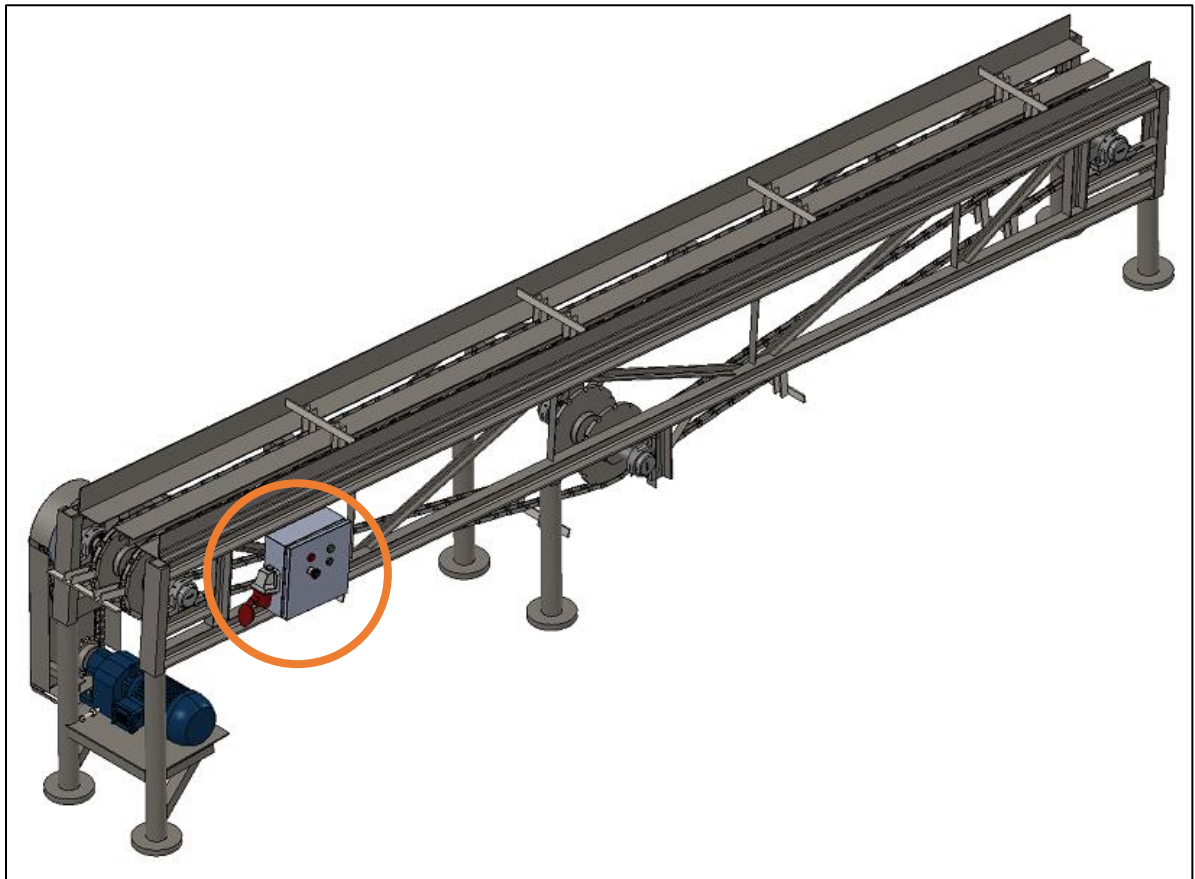


Figura 4.2: Ubicación del tablero secundario TS6-1 en CT6-1.

Cada tablero tendrá los componentes que se detallan en la Figura 4.3.

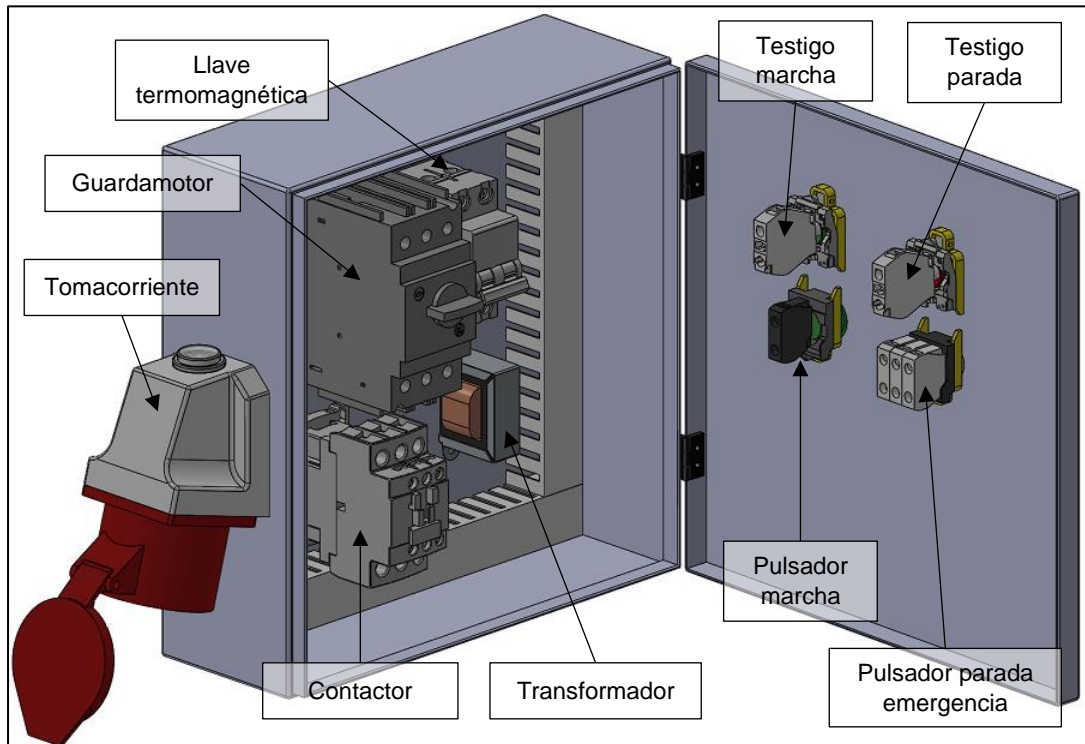


Figura 4.3: Vista general del tablero secundario con sus componentes.

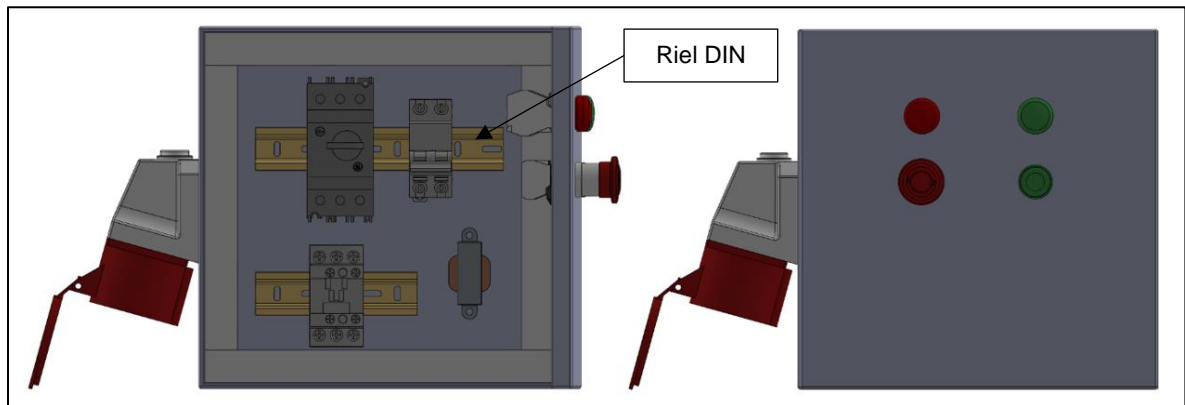


Figura 4.4: Vista de frente del tablero secundario con tapa abierta / cerrada.

A continuación se detallan los componentes del tablero:

## 4.1. Conductores

### 4.1.1. E-CD-1: Conductor tetrapolar

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.2.9.

ANEXO: E-3.2.2.

<b>Fabricante</b>	Prysmian
<b>Modelo</b>	Sintenax Valio
<b>Norma de referencia</b>	IRAM 2178
<b>Sección</b>	4 x 1.5mm <sup>2</sup>
<b>Material del conductor</b>	Cobre
<b>Longitud</b>	15 m

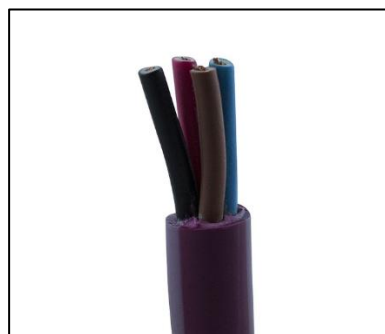


Figura 4.5: Sintenax Valio tetrapolar

#### 4.1.2. E-CD-2: Conductor unipolar

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.2.9.

ANEXO: E-3.2.3.

<b>Fabricante</b>	Prysmian
<b>Modelo</b>	Superastic Flex
<b>Norma de referencia</b>	IRAM NM 247-3
<b>Sección</b>	1 x 1.5mm <sup>2</sup>
<b>Material del conductor</b>	Cobre
<b>Longitud</b>	15 m

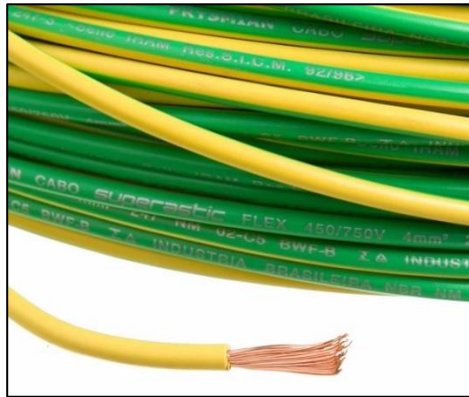


Figura 4.6: Superastic Flex unipolar

#### 4.1.3. E-CD-3: Conductor tripolar

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.2.9.

ANEXO: E-3.2.2.

<b>Fabricante</b>	Prysmian
<b>Modelo</b>	Sintenax Valio
<b>Norma de referencia</b>	IRAM 2178
<b>Sección</b>	1 x 1.5mm <sup>2</sup>
<b>Material del conductor</b>	Cobre
<b>Longitud</b>	1.5 m



Figura 4.7: Sintenax Valio tripolar

#### 4.1.4. E-CD-4: Conductor bipolar comando

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.2.9.

ANEXO: E-3.2.4.

<b>Fabricante</b>	Prysmian
<b>Modelo</b>	Sintenax Valio (Comando)
<b>Norma de referencia</b>	IRAM 2268
<b>Sección</b>	2 x 1.5mm <sup>2</sup>
<b>Material del conductor</b>	Cobre
<b>Longitud</b>	1.5 m



Figura 4.8: Sintenax Valio comando

## 4.2. Potencia

### 4.2.1. E-P-4: Guardamotor

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.4.

ANEXO: E-3.2.8.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	P25M
<b>Modelo</b>	21109
<b>Cantidad de polos</b>	3
<b>Corriente nominal</b>	10 A
<b>Cantidad</b>	1



Figura 4.9: Guardamotor

#### 4.2.2. E-P-5: Contactor

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.4.

ANEXO: E-3.2.9.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	TeSys D
<b>Modelo</b>	LC1D09J7
<b>Cantidad de polos</b>	3
<b>Cantidad</b>	1



Figura 4.10: Contactor

#### 4.3. Comando

##### 4.3.1. E-C-1: Llave termomagnética

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.5.

ANEXO: E-3.2.10.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	C60N
<b>Modelo</b>	A9N24336
<b>Cantidad de polos</b>	2
<b>Corriente nominal</b>	10 A
<b>Cantidad</b>	1



Figura 4.11: Llave termomagnética

#### 4.3.2. E-C-2: Transformador de comando

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.5.

ANEXO: E-3.2.11.

<b>Fabricante</b>	Nöllmann S.A.
<b>Modelo</b>	TMP0150LPN
<b>Potencia</b>	150 VA
<b>Tensión del primario</b>	220/380 V
<b>Tensión del secundario</b>	24+24 V
<b>Cantidad</b>	1

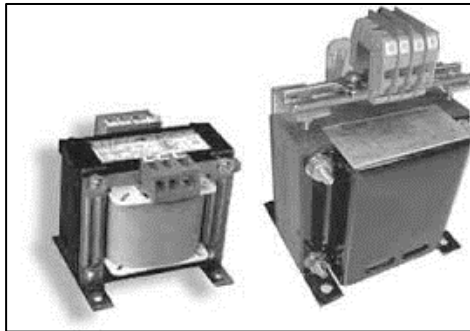


Figura 4.12: Transformador de comando

#### 4.3.3. E-C-3: Pulsador parada de emergencia

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.5.

ANEXO: E-3.2.12.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	Harmony XB4
<b>Modelo</b>	XB4BS8444
<b>Diámetro de montaje</b>	22 mm
<b>Cantidad</b>	1

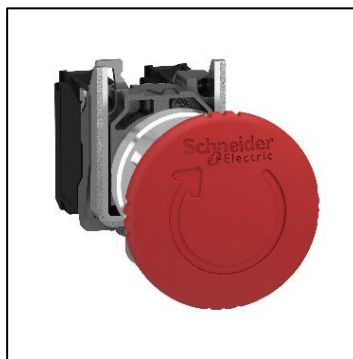


Figura 4.13: Pulsador parada de emergencia



#### 4.3.4. E-C-4: Pulsador marcha

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.5.

ANEXO: E-3.2.13.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	Harmony XB4
<b>Modelo</b>	XB4BA31
<b>Diámetro de montaje</b>	22 mm
<b>Cantidad</b>	1



Figura 4.14: Pulsador marcha

#### 4.3.5. E-C-5: Testigo marcha

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.5.

ANEXO: E-3.2.14.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	Harmony XB4
<b>Modelo</b>	XB4BVB3
<b>Diámetro de montaje</b>	22 mm
<b>Cantidad</b>	1



Figura 4.15: Testigo marcha

#### 4.3.6. E-C-6: Testigo parada

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.5.

ANEXO: E-3.2.15.

<b>Fabricante</b>	Schneider Electric
<b>Línea</b>	Harmony XB4
<b>Modelo</b>	XB4BVB4
<b>Diámetro de montaje</b>	22 mm
<b>Cantidad</b>	1

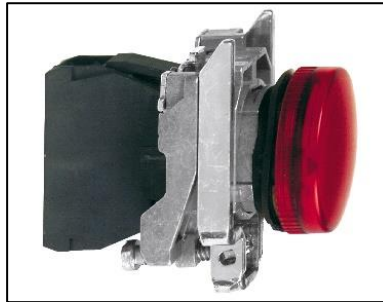


Figura 4.16: Testigo parada

### 4.4. Accesorios

#### 4.4.1. E-Ac-1: Gabinete

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.6.

ANEXO: E-3.2.16.

<b>Fabricante</b>	Genrod
<b>Línea</b>	S9000
<b>Modelo</b>	09 9882C
<b>Tipo</b>	Abisagrado Calado
<b>Dimensiones (ancho x alto)</b>	300x300
<b>Cantidad</b>	1



Figura 4.17: Gabinete

#### 4.4.2. E-Ac-2: Riel

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.6.

ANEXO: E-3.2.17.

<b>Fabricante</b>	Genrod
<b>Línea</b>	S9000
<b>Modelo</b>	10 1050
<b>Tipo</b>	DIN 35mm
<b>Largo</b>	1 m

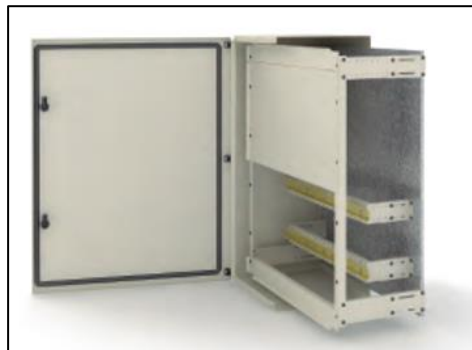


Figura 4.18: Riel DIN

#### 4.4.3. E-Ac-3: Soporte regulable

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.6.

ANEXO: E-3.2.17.

<b>Fabricante</b>	Genrod
<b>Línea</b>	S9000
<b>Modelo</b>	10 10401013
<b>Regulación mínima</b>	65 mm
<b>Regulación máxima</b>	100 mm
<b>Cantidad</b>	2



Figura 4.19: Riel DIN

#### 4.4.4. E-Ac-4: Ficha industrial móvil

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.7.

ANEXO: E-3.2.18.

<b>Fabricante</b>	Kalop
<b>Modelo</b>	KL7051643
<b>Tipo</b>	Móvil IP44
<b>Polos</b>	3P+N+T
<b>Corriente admisible</b>	16 A
<b>Cantidad</b>	1

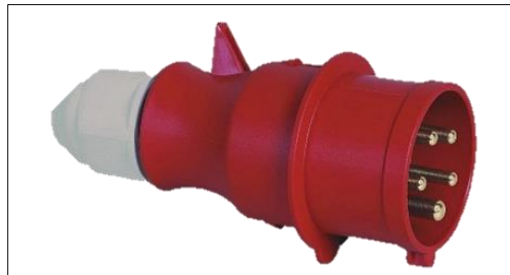


Figura 4.20: Ficha industrial móvil

#### 4.4.5. E-Ac-5: Tomacorriente industrial de montaje para sobreponer

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.7.

ANEXO: E-3.2.19.

<b>Fabricante</b>	Kalop
<b>Modelo</b>	KL7651643
<b>Tipo</b>	Para sobreponer IP44
<b>Polos</b>	3P+N+T
<b>Corriente admisible</b>	16 A
<b>Cantidad</b>	1



Figura 4.21: Tomacorriente

#### 4.4.6. E-Ac-6: Caño metálico

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.7.

ANEXO: 3.2.20.

<b>Fabricante</b>	Micro
<b>Línea</b>	Argeflex
<b>Modelo</b>	MF 038
<b>Diámetro nominal</b>	3/8"
<b>Diámetro interior promedio</b>	12.6 mm
<b>Diámetro exterior promedio</b>	17.8 mm
<b>Radio de doblado</b>	100 mm
<b>Cantidad</b>	1

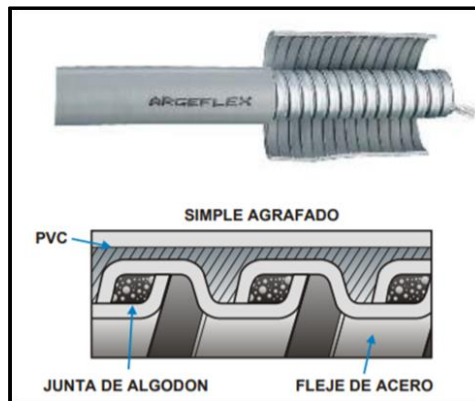


Figura 4.22: Caño metálico

#### 4.4.7. E-Ac-7: Conector 90°

MEMORIA DE CÁLCULO: 5.2.7.

ANEXO: 3.2.21.

<b>Fabricante</b>	Micro
<b>Línea</b>	Argeflex
<b>Modelo</b>	FT51
<b>Para flexible</b>	3/8"
<b>Rosca NPT</b>	1/2"
<b>Cantidad</b>	1

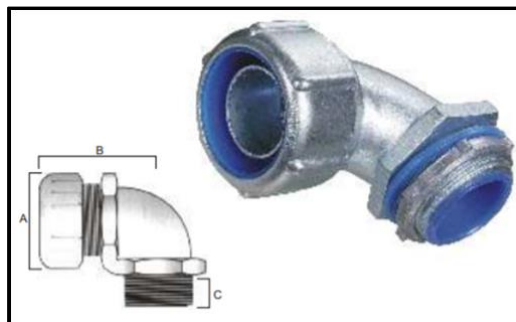


Figura 4.23: Conector 90°

## 5. Listado de materiales

Listado de materiales eléctricos						
Código	Pieza	Descripción	Fabricante	Modelo	Cant.	Medida
E-TP-1	Motorreductor	Trifásico - 3 kW - 1440 rpm	WEG	CG052 - 11P - 100L - 04E - TH - TF	1	Unidad
E-Ac-1	Gabinete	Estanco 300x300 contrafrente abisagrado calado	Genrod	S9000 09 9882C	3	
E-Ac-2	Riel	DIN estándar x35 mm galvanizado	Genrod		3	m
E-Ac-3	Ficha	3P+N+T IP44 380V 16A	Kalop	KL7051643	3	Unidad
E-Ac-4	Tomacorriente	3P+N+T IP44 380V 16A	Kalop	KL7651643	3	
E-Ac-5	Caño flexible metálico	Ønom 3/8"; Øint 12,6mm	Micro	Argeflex MF 038	3	m
E-Ac-6	Conector 90°	p/flexible 3/8"	Micro	Argeflex FT51	6	Unidad
E-C-1	Llave termomagnética	10 A - 2 polos	Schneider Electric	C60N A9N24336	3	
E-C-2	Transformador de comando	150 VA 220/24 V	Nöllmann S.A.	TMP0150LPN	3	
E-C-3	Pulsador	Parada de emergencia - rojo - 1/4 giro	Schneider Electric	XB4BS8444	3	
E-C-4	Pulsador	Marcha - rasante - verde	Schneider Electric	XB4BA31	3	
E-C-5	Luz testigo	Marcha - led verde	Schneider Electric	XB4BVB3	3	
E-C-6	Luz testigo	Marcha - led verde	Schneider Electric	XB4BVB4	3	m
E-CD-1	Conductor	IRAM 2178 - tetrapolar - cobre - 1,5 mm <sup>2</sup>	Prysmian	Sintenax Valio	50	
E-CD-2	Conductor	IRAM NM 247-3 - unipolar - cobre - 2,5 mm <sup>2</sup>	Prysmian	Superastic Flex	50	
E-CD-3	Conductor	IRAM 2178 - tripolar - cobre - 1,5 mm <sup>2</sup>	Prysmian	Sintenax Valio	5	
E-CD-4	Conductor	IRAM 2268 - bipolar - cobre - 1,5 mm <sup>2</sup>	Prysmian	Sintenax Valio comando	5	Unidad
E-P-1	Llave termomagnética	250 A - 4 polos	Schneider Electric	Compact NSX250N LV431840	1	
E-P-2	Interruptor diferencial	250 A - 4 polos - 300 mA	Schneider Electric	Bloque Vigi Mh P/ Nsx250 4P LV431536	2	
E-P-3	Llave termomagnética	100 A - 4 polos	Schneider Electric	Compact NSX100N LV429650	1	
E-P-4	Guardamotor	10 A - 3 polos	Schneider Electric	P25M 21109	3	
E-P-5	Contactador	3NO - 3 polos	Schneider Electric	TeSys D LC1D09J7	3	

Tabla 5.1: Listado de materiales eléctricos

# INGENIERÍA DE DETALLES

## NEUMÁTICA



## Índice general

1. Sistema neumático PD6-2.....	84
---------------------------------	----



## 1. Sistema neumático PD6-2

El esquema del circuito neumático se muestra en la siguiente Figura 1.1.

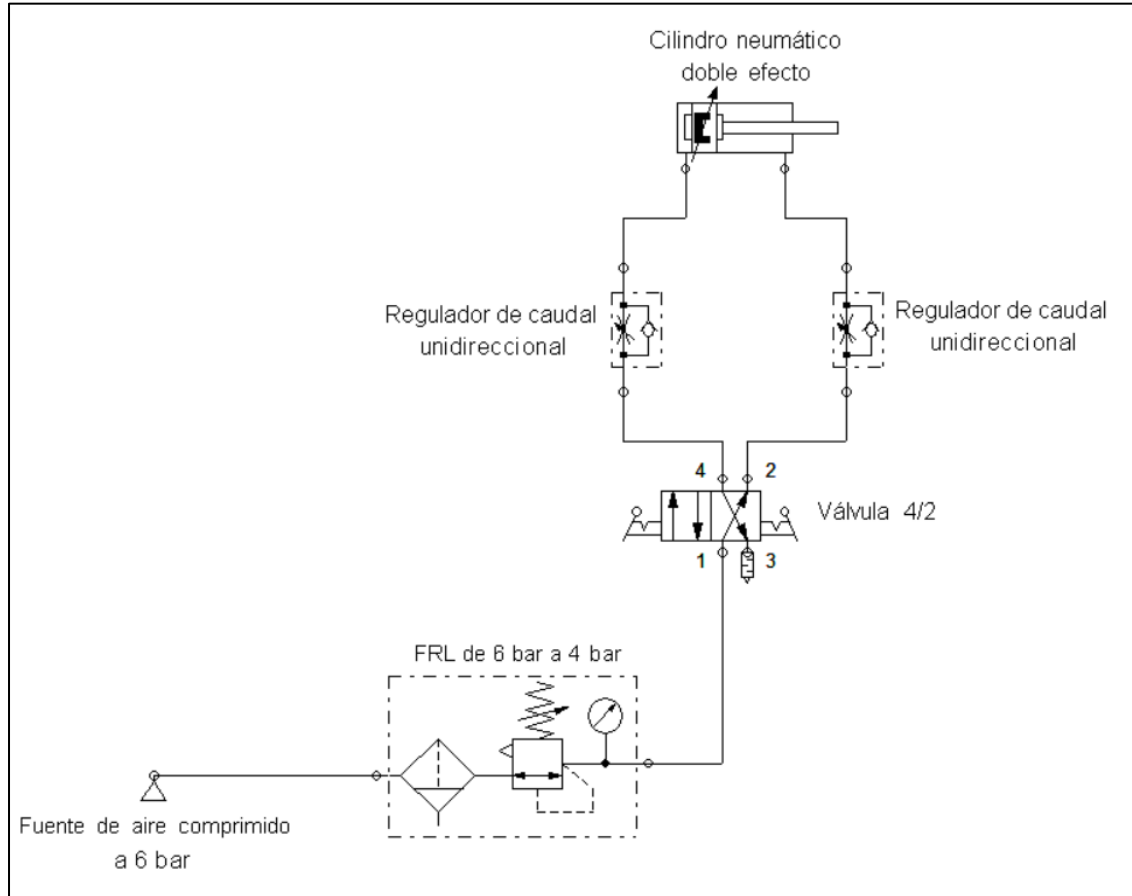


Figura 1.1: Circuito neumático de PD6-2

A continuación, se especifica cada uno de los componentes del sistema.

### 1.1. N-A-1: Cilindro neumático

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.1.1

ANEXO: E-3.3.1

<b>Fabricante</b>	Micro Automación.
<b>Código de fabricante</b>	0.052.060.400
<b>Serie</b>	CN10.
<b>Normativa</b>	ISO 15552 – VDMA 24562.
<b>Tipo</b>	Doble efecto.
<b>Carrera</b>	400 mm
<b>Diámetro del vástago</b>	100 mm
<b>Cantidad de cilindros</b>	1



Figura 1.2: Cilindro Micro

## 1.2. N-R-1: Regulador de caudal unidireccional

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.1.2

ANEXO: E-3.3.3

**Fabricante** Micro.  
**Código de fabricante** 0.470.601.221  
**Serie:** RVR e instantánea  
**Tipo:** recto rosca G  
**Diámetro de rosca:** G 1/2"  
**Cantidad:** 2

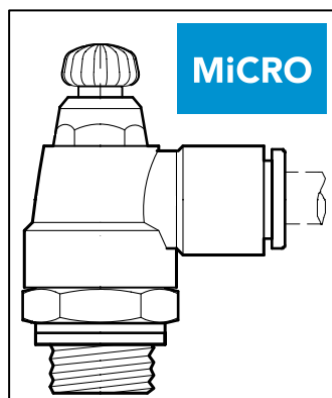


Figura 1.3: Regulador de caudal unidireccional.

## 1.3. N-Ac-1: Conectores rectos

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.1.3

ANEXO: E 3.3.6

**Fabricante** Micro.  
**Código de fabricante** 0.441.011.221  
**Serie** 441  
**Presión de trabajo máxima** 10 bar  
**Diámetro de rosca** G 1/2"  
**Diámetro exterior** 12 mm  
**Cantidad** 5



Figura 1.4: Conectores rectos Micro

#### 1.4. N-Ac-2: Bujes de reducción

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.1.5

ANEXO: E-3.3.7

<b>Fabricante:</b>	Micro
<b>Código de fabricante</b>	0.401.682.721
<b>Serie</b>	441
<b>Diámetro de rosca 1</b>	G 3/4"
<b>Diámetro de rosca 2</b>	G 1/2"
<b>Cantidad</b>	5



Figura 1.5: Bujes de reducción Micro

#### 1.5. N-Ac-3: Válvula 4/2 – Mando manual

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.1.4

ANEXO: E-3.3.2

<b>Fabricante</b>	Micro
<b>Código de fabricante</b>	0.240.002.255
<b>Serie</b>	AR 3/4"
<b>Diámetro de rosca</b>	G 3/4"
<b>Caudal nominal</b>	3400 l/min.
<b>Presión de trabajo</b>	0 – 10 bar.
<b>Cantidad</b>	1



Figura 1.6: Válvula Micro 4/2

## 1.6. N-Ac-4: Silenciadores y reguladores de escape

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.1.6

ANEXO: E-3.3.4

<b>Fabricante</b>	Micro Automación
<b>Código de fabricante</b>	0.400.001.344
<b>Serie</b>	SBR.
<b>Diámetro de rosca</b>	G 1/2"
<b>Presión de trabajo</b>	0 – 10 bar.
<b>Cantidad</b>	1



Figura 1.7: Silenciador/regulador de escape Micro.

## 1.7. N-R-2: Unidad de mantenimiento FRL

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.9.1.7

ANEXO: E-3.3.5

<b>Fabricante</b>	Micro
<b>Código de fabricante</b>	0.103.003.564
<b>Serie</b>	QBM4 G1/2"
<b>Diámetro de rosca</b>	G 1/2"
<b>Presión de trabajo</b>	0 – 10 bar.
<b>Aceite recomendado</b>	ISO VG 32 – SAE 10.
<b>Poder filtrante</b>	40 $\mu$ m
<b>Cantidad</b>	1



Figura 1.8: Unidad de mantenimiento FRL

## 1.8. N-Ac-5: Tubo de poliuretano

MEMORIA DE CÁLCULO: Apartado 4.4.1.8

ANEXO: E-3.3.8

<b>Fabricante</b>	Micro
<b>Código de fabricante</b>	0.000.012.532
<b>Serie</b>	standard
<b>Diámetro interior</b>	8 mm
<b>Diámetro exterior</b>	12 mm
<b>Longitud</b>	10 m
<b>Color</b>	Azul



Figura 1.9: tubo de poliuretano Micro

## 1.9. Listado de materiales

<b>Listado de materiales neumáticos</b>						
Código	Pieza	Descripción	Fabricante	Modelo	Cant.	Medida
N-A-1	Cilindro neumático	Doble efecto carrera 400mm vástago 100mm	Micro	CN10 0.052.060.500	1	Unidad
N-R-1	Regulador de caudal	Recto rosca G 1/2"	Micro	0.470.601.221	2	Unidad
N-R-2	Unidad de mantenimiento	FRL 40 µm	Micro	0.103.003.564	1	Unidad
N-Ac-1	Conector	Tipo recto Rosca G1/2"	Micro	0.470.011.221	5	Unidad
N-Ac-2	Buje de reducción	G 3/4" a 1/2"	Micro	0.401.682.721	5	Unidad
N-Ac-3	Válvula	Válvula 4/2 - Mando manual	Micro	0.240.002.255	1	Unidad
N-Ac-4	Silenciador	Silenciador escape	Micro	0.400.001.344	1	Unidad
N-Ac-5	Tubo	Poliuretano - standard - Øint 8mm - Øext 12mm	Micro	0.000.012.532	10	m

*Tabla 1.1: Listado de materiales neumáticos*

# INGENIERÍA DE DETALLES

## ANÁLISIS FINANCIERO



## Índice general

1. Cotización del proyecto .....	92
2. Retorno de la inversión.....	92



## 1. Cotización del proyecto

A continuación, se puede ver la cotización necesaria para llevar a cabo el presente proyecto. Para más detalle se recomienda ver el apartado 7 del documento C: Memorias de cálculo.

ITEM	COSTO
Materiales necesarios	\$ 14.000.000 + IVA
Mano de obra + montaje	\$ 646.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 14.646.000</b>

Tabla 1.1: Cotización del proyecto

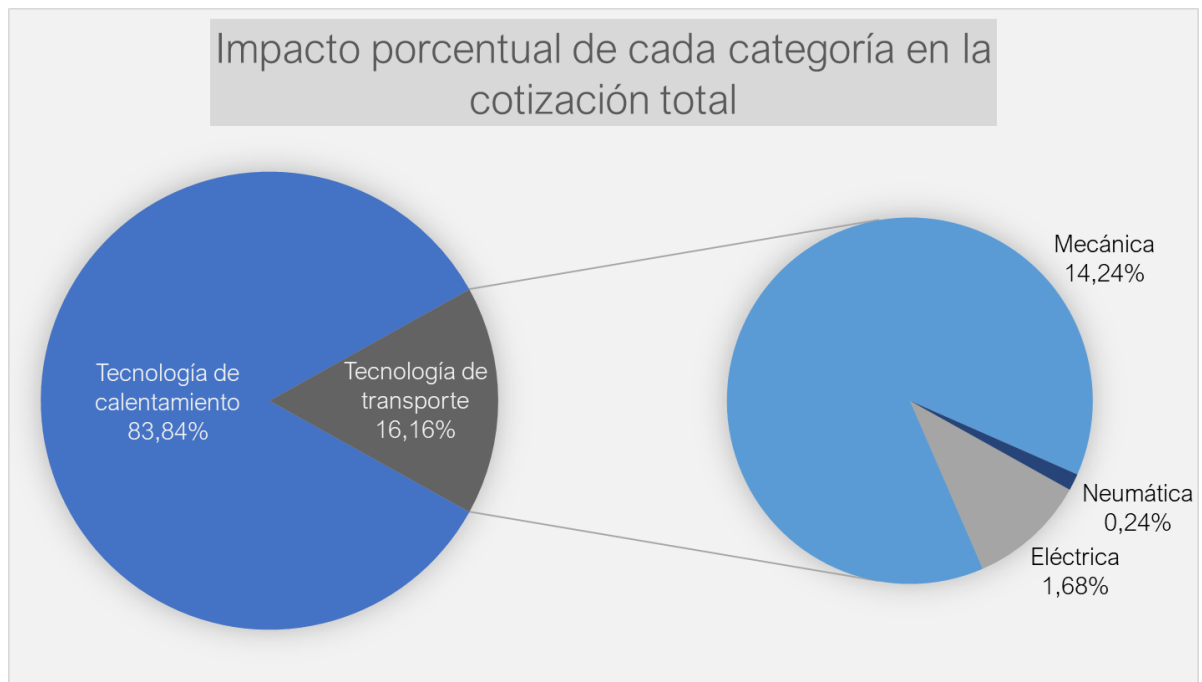


Figura 1.1: Cotización por categorías

## 2. Retorno de la inversión

Se muestra la comparación entre dos casos de retorno de inversión. Para más detalles se recomienda ver el apartado 7 del documento C: Memorias de cálculo.

CASO DE ESTUDIO	RETORNO DE INVERSION	TIR
Sin considerar costo de oportunidad	7 meses	88%
Considerando costo de oportunidad	9 meses	58%

Tabla 2.1: Retorno de inversión y TIR para los diferentes casos

## Índice detallado

### Ingeniería de detalles: Tecnología de calentamiento

1. Especificaciones técnicas.....	4
2. Componentes.....	4
2.1. Estructura de soporte del horno.....	4
2.2. Horno de calentamiento.....	4
2.3. Inductor de calentamiento y mantenimiento.....	5
2.4. Batería de capacitores de media frecuencia.....	5
2.5. Grupo extractor y de reintroducción.....	5
2.6. Sistema de descolamiento de piezas.....	5
2.7. Pirómetro óptico.....	5
2.8. Dispositivo de arranque en frío.....	6
2.9. Dispositivo “slow-run”.....	6
2.10. Juego de cables coaxiales de longitud máxima de 10 metros.....	6
2.11. Consola de mando y control remoto Convertidor.....	6
2.12. Sistema de alimentación a persianas horizontal provisto de sistema de avance.....	6

### Ingeniería de detalles: Mecánica

1. <b>T6-1:</b> Tobogán.....	9
1.1. <b>M-ES-11:</b> Estructura.....	9
1.2. Listado de materiales.....	10
2. <b>CT6-1:</b> Cinta transportadora.....	11
2.1. <b>M-ES-2:</b> Estructura.....	11
2.2. Sistema de arrastre de piezas.....	12
2.2.1. <b>M-SA-4:</b> Cadena transportadora.....	12
2.2.2. <b>M-SA-2:</b> Pieza de arrastre.....	13
2.2.3. <b>M-SA-3:</b> Ruedas dentadas de cadena transportadora.....	13
2.3. Sistema de transmisión de potencia.....	14
2.3.1. <b>M-TP-1:</b> Cadena de transmisión.....	14
2.3.2. <b>M-TP-2:</b> Piñón.....	15
2.3.3. <b>M-TP-3:</b> Corona.....	15
2.3.4. <b>M-TP-7:</b> Árbol motriz.....	16
2.3.5. <b>M-TP-4:</b> Árbol conducido.....	16
2.3.6. <b>M-TP-5:</b> Chaveta corona de transmisión.....	17
2.3.7. <b>M-TP-6:</b> Chaveta rueda dentada de cadena transportadora.....	17
2.3.8. <b>M-TP-8:</b> Rodamientos.....	18
2.3.9. <b>M-TP-9:</b> Soporte de rodamiento.....	18
2.4. <b>M-P-1:</b> Cubre cadena.....	19
2.5. Listado de materiales.....	19
3. <b>RR6-1:</b> Rampa de rodillos.....	21
3.1. Estructura.....	21
3.2. Sistema de transporte de pieza.....	22
3.2.1. <b>M-SA-7:</b> Ejes fijos:.....	22
3.2.2. <b>M-SA-8:</b> Caño.....	22
3.3. Listado de materiales.....	23
4. <b>PD6-1:</b> Plancha de deslizamiento.....	24
4.1. Listado de materiales.....	24
5. <b>RR6-2:</b> Rampa de rodillos.....	25
5.1. <b>M-ES-5:</b> Estructura.....	25
5.2. Sistema de transporte de piezas.....	26
5.2.1. <b>M-SA-9:</b> Ejes fijos.....	26

5.2.2. <b>M-SA-10:</b> Caño .....	26
5.3. Listado de materiales .....	27
6. <b>CT6-2:</b> Cinta transportadora .....	28
6.1. <b>M-ES-1:</b> Estructura .....	29
6.2. Sistema de arrastre de piezas .....	30
6.2.1. <b>M-SA-1:</b> Cadena transportadora .....	30
6.2.2. <b>M-SA-2:</b> Pieza de arrastre .....	30
6.2.3. <b>M-SA-3:</b> Ruedas dentadas de cadena transportadora .....	31
6.3. Sistema de transmisión de potencia .....	32
6.3.1. <b>M-TP-1:</b> Cadena de transmisión .....	32
6.3.2. <b>M-TP-2:</b> Piñón .....	32
6.3.3. <b>M-TP-3:</b> Corona .....	33
6.3.4. <b>M-TP-4:</b> Árbol motriz .....	33
6.3.5. <b>M-TP-7:</b> Árbol conducido .....	34
6.3.6. <b>M-TP-5:</b> Chaveta de la corona de transmisión .....	34
6.3.7. <b>M-TP-6:</b> Chaveta de la rueda dentada de cadena transportadora .....	35
6.3.8. <b>M-TP-8:</b> Rodamientos .....	35
6.3.9. <b>M-TP-9:</b> Soporte de pie de rodamiento .....	36
6.4. <b>M-P-2:</b> Cubre cadena .....	36
6.5. Listado de materiales .....	38
7. <b>T6-2:</b> Tobogán .....	39
7.1. <b>M-ES-12:</b> Estructura .....	39
7.2. Listado de materiales .....	39
8. <b>PD6-2:</b> Plancha de deslizamiento .....	40
8.1. <b>M-ES-8:</b> Estructura .....	40
8.2. Pieza de arrastre .....	41
8.3. Listado de materiales .....	41
9. <b>RR6-3:</b> Rampa de rodillos .....	42
9.1. <b>M-ES-6:</b> Estructura .....	42
9.2. Sistema de transporte de piezas .....	43
9.2.1. <b>M-SA-11:</b> Ejes fijos .....	43
9.2.2. <b>M-SA-12:</b> Caño .....	44
9.3. Listado de materiales .....	44
10. <b>CT6-3:</b> Cinta transportadora .....	45
10.1. <b>M-ES-3:</b> Estructura .....	45
10.2. Sistema de transporte .....	47
10.2.1. <b>M-SA-4:</b> Cinta de cadenas múltiples: .....	47
10.2.2. Ruedas dentadas de la cinta de cadenas múltiples .....	47
10.3. Sistema de transmisión de potencia .....	48
10.3.1. <b>M-TP-1:</b> Cadena de transmisión .....	48
10.3.2. <b>M-TP-2:</b> Piñón .....	49
10.3.3. <b>M-TP-3:</b> Corona .....	49
10.3.4. <b>M-TP-10:</b> Árbol motriz .....	50
10.3.5. Árboles conducidos – Tensores .....	50
10.3.6. Chaveta de corona de transmisión .....	51
10.3.7. Chaveta de rueda dentada motriz de M-SA-4 .....	52
10.3.8. Rodamientos .....	52
10.3.9. Soporte de rodamientos .....	54
10.4. <b>M-P-3:</b> Cubre cadena .....	55
10.5. Listado de materiales .....	55
11. <b>RR6-4:</b> Rampa de rodillos .....	57
11.1. <b>M-ES-6:</b> Estructura .....	57
11.2. Sistema de transporte de piezas .....	58

11.2.1. <b>M-SA-11:</b> Ejes fijos.....	58
11.2.2. <b>M-SA-12:</b> Caño .....	58
11.3. Listado de materiales .....	59
12. <b>PD6-3:</b> Plancha de deslizamiento .....	60
12.1. Listado de materiales .....	60

Ingeniería de detalles: Eléctrica

1. Alimentación del horno a inducción .....	63
2. Transmisión de potencia .....	64
2.1. <b>E-P-1:</b> Motorreductor .....	64
3. Tableros primarios.....	65
3.1. Tablero primario TL6-1 .....	65
3.1.1. <b>E-P-1:</b> Llave termomagnética .....	65
3.1.2. <b>E-P-2:</b> Interruptor diferencial .....	66
3.2. Tablero primario TL6-2 .....	67
3.2.1. <b>E-P-3:</b> Llave termomagnética .....	67
3.2.2. <b>E-P-2:</b> Interruptor diferencial .....	68
4. Tableros secundarios .....	69
4.1. Conductores .....	71
4.1.1. <b>E-CD-1:</b> Conductor tetrapolar .....	71
4.1.2. <b>E-CD-2:</b> Conductor unipolar .....	72
4.1.3. <b>E-CD-3:</b> Conductor tripolar.....	72
4.1.4. <b>E-CD-4:</b> Conductor bipolar comando.....	73
4.2. Potencia.....	73
4.2.1. <b>E-P-4:</b> Guardamotor .....	73
4.2.2. <b>E-P-5:</b> Contactor .....	74
4.3. Comando .....	74
4.3.1. <b>E-C-1:</b> Llave termomagnética.....	74
4.3.2. <b>E-C-2:</b> Transformador de comando .....	75
4.3.3. <b>E-C-3:</b> Pulsador parada de emergencia .....	75
4.3.4. <b>E-C-4:</b> Pulsador marcha.....	76
4.3.5. <b>E-C-5:</b> Testigo marcha .....	76
4.3.6. <b>E-C-6:</b> Testigo parada .....	77
4.4. Accesorios .....	77
4.4.1. <b>E-Ac-1:</b> Gabinete .....	77
4.4.2. <b>E-Ac-2:</b> Riel.....	78
4.4.3. <b>E-Ac-3:</b> Soporte regulable.....	78
4.4.4. <b>E-Ac-4:</b> Ficha industrial móvil.....	79
4.4.5. <b>E-Ac-5:</b> Tomacorriente industrial de montaje para sobreponer .....	79
4.4.6. <b>E-Ac-6:</b> Caño metálico .....	80
4.4.7. <b>E-Ac-7:</b> Conector 90° .....	80
5. Listado de materiales .....	81

Ingeniería de detalles: Neumática

1. Sistema neumático PD6-2.....	84
1.1. <b>N-A-1:</b> Cilindro neumático.....	84
1.2. <b>N-R-1:</b> Regulador de caudal unidireccional .....	85
1.3. <b>N-Ac-1:</b> Conectores rectos. ....	85
1.4. <b>N-Ac-2:</b> Bujes de reducción. ....	86
1.5. <b>N-Ac-3:</b> Válvula 4/2 – Mando manual. ....	86
1.6. <b>N-Ac-4:</b> Silenciadores y reguladores de escape. ....	87
1.7. <b>N-R-2:</b> Unidad de mantenimiento FRL. ....	87
1.8. <b>N-Ac-5:</b> Tubo de poliuretano.....	88

---

1.9. Listado de materiales.....	89
<u>Ingeniería de detalles: Análisis financiero</u>	
1. Cotización del proyecto .....	92
2. Retorno de la inversión.....	92

## Índice de figuras

### Ingeniería de detalles: Mecánica

Figura 1.1: Tobogán T6-1.....	9
Figura 2.1: Cinta transportadora CT6-1.....	11
Figura 2.2: Estructura de CT6-1. ....	12
Figura 2.3: Cadena transportadora.....	13
Figura 2.4: Pieza de arrastre. ....	13
Figura 2.5: Rueda dentada.....	14
Figura 2.6: Cadena de transmisión.....	14
Figura 2.7: Piñón.....	15
Figura 2.8: Corona .....	15
Figura 2.9: Árbol de motriz de CT6-1.....	16
Figura 2.10: Árbol conducido de CT6-1. ....	16
Figura 2.11: Chaveta 14x9x50 mm.....	17
Figura 2.12: Chaveta 14 x 9 x 70 mm.....	17
Figura 2.13: Rodamiento SKF .....	18
Figura 2.14: Caja de rodamiento SKF. ....	18
Figura 2.15: Cubre cadena de la cinta CT6-1 .....	19
Figura 3.1: Rampa de rodillos RR6-1. ....	21
Figura 3.2: Estructura de RR6-1 .....	21
Figura 3.3: Ejes fijos de RR1.....	22
Figura 3.4: Caño/rodillo de RR6-1 .....	23
Figura 4.1: Plancha de deslizamiento 1 .....	24
Figura 5.1: Rampa de rodillos RR6-2 .....	25
Figura 5.2: Estructura de RR6-2.....	25
Figura 5.3: Eje fijo de RR6-1. ....	26
Figura 5.4: Caño hueco RR6-2.....	27
Figura 6.1: Cinta transportadora CT6-2.....	28
Figura 6.2: Estructura de CT6-2.....	29
Figura 6.3: Cadena transportadora M-20.....	30
Figura 6.4: Pieza de arrastre de piezas CT6-2.....	31
Figura 6.5: Rueda dentada cinta CT6-2.....	31
Figura 6.6: Cadena de transmisión JyM .....	32
Figura 6.7: Piñón ángel Larreina .....	33
Figura 6.8: Corono Ángel Larreina .....	33
Figura 6.9: Árbol de transmisión cinta CT6-2.....	34
Figura 6.10: Árbol conducido de CT6-2 .....	34
Figura 6.11: Chaveta 14x9x50 mm.....	35
Figura 6.12: Chaveta 14x9x70 mm.....	35
Figura 6.13: Rodamiento SKF .....	36
Figura 6.14: Soporte de rodamiento SKF .....	36
Figura 6.15: Cubra cadena de CT6-2 .....	37
Figura 7.1: Tobogán T6-2.....	39
Figura 8.1: Plancha de deslizamiento PD6-2.....	40
Figura 8.2: Pieza de arrastre PD6-2.....	41
Figura 9.1: Rampa de rodillos RR6-3 .....	42
Figura 9.2: Estructura RR6-3.....	43
Figura 9.3: Eje fijo de RR6-3. ....	44

Figura 9.4: Caño hueco de RR6-3.....	44
Figura 10.1: Cinta transportadora CT6-3.....	45
Figura 10.2: Estructura de CT6-3.....	46
Figura 10.3: Perfiles para sujeción del cubrecadena.....	46
Figura 10.4: Cinta de cadenas múltiples.....	47
Figura 10.5: Ruedas dentadas de CT6-3.....	47
Figura 10.6: Cadena transportadora JyM.....	48
Figura 10.7: Piñón JyM.....	49
Figura 10.8: Corona JyM.....	49
Figura 10.9: Eje motriz CT6-3.....	50
Figura 10.10: Eje conducido 50 x 670 mm de CT6-3.....	50
Figura 10.11: Árbol conducido 30 x 650 mm de CT6-3.....	51
Figura 10.12: Chaveta 14 x 9 x 50 mm.....	51
Figura 10.13: Chaveta 14 x 9 x 50 mm.....	52
Figura 10.14: Rodamiento SKF 50 mm de diámetro.....	53
Figura 10.15: Rodamiento SKF 50 mm de diámetro.....	53
Figura 10.16: Soporte para rodamiento SKF SY 50 TF/VA201.....	54
Figura 10.17: Soporte para rodamiento SKF SY 30 TF/VA201.....	54
Figura 10.18: Cubrecadena de la cinta CT6-3.....	55
Figura 11.1: Rampa de rodillos RR6-4.....	57
Figura 11.2: Estructura de la rampa de rodillo RR6-4.....	57
Figura 11.3: Eje fijo de RR6-4.....	58
Figura 11.4: Caño de RR6-4.....	58
Figura 12.1: Plancha de deslizamiento PD6-3.....	60

Ingeniería de detalles: Eléctrica

Figura 1.1: Conductor coaxial para alimentación de HI6.....	63
Figura 2.1: Motorreductor.....	64
Figura 3.1: Ubicación del tablero primario TL6-1.....	65
Figura 3.2: Llave termomagnética.....	66
Figura 3.3: Interruptor diferencial.....	66
Figura 3.4: Ubicación del tablero primario TL6-2.....	67
Figura 3.5: Llave termomagnética.....	68
Figura 3.6: Interruptor diferencial.....	68
Figura 4.1: Ubicación de los tableros secundarios.....	69
Figura 4.2: Ubicación del tablero secundario TS6-1 en CT6-1.....	70
Figura 4.3: Vista general del tablero secundario con sus componentes.....	70
Figura 4.4: Vista de frente del tablero secundario con tapa abierta / cerrada.....	71
Figura 4.5: Sintenax Valio tetrapolar.....	71
Figura 4.6: Superastic Flex unipolar.....	72
Figura 4.7: Sintenax Valio tripolar.....	72
Figura 4.8: Sintenax Valio comando.....	73
Figura 4.9: Guardamotor.....	73
Figura 4.10: Contactor.....	74
Figura 4.11: Llave termomagnética.....	74
Figura 4.12: Transformador de comando.....	75
Figura 4.13: Pulsador parada de emergencia.....	75
Figura 4.14: Pulsador marcha.....	76
Figura 4.15: Testigo marcha.....	76

Figura 4.16: Testigo parada .....	77
Figura 4.17: Gabinete.....	77
Figura 4.18: Riel DIN.....	78
Figura 4.19: Riel DIN.....	78
Figura 4.20: Ficha industrial móvil .....	79
Figura 4.21: Tomacorriente .....	79
Figura 4.22: Caño metálico .....	80
Figura 4.23: Conector 90° .....	80

Ingeniería de detalles: Neumática

Figura 1.1: Circuito neumático de PD6-2.....	84
Figura 1.2: Cilindro Micro .....	85
Figura 1.3: Regulador de caudal unidireccional.....	85
Figura 1.4: Conectores rectos Micro.....	86
Figura 1.5: Bujes de reducción Micro .....	86
Figura 1.6: Válvula Micro 4/2.....	87
Figura 1.7: Silenciador/regulares de escape Micro.....	87
Figura 1.8: Unidad de mantenimiento FRL .....	88
Figura 1.9: tubo de poliuretano Micro .....	88

Ingeniería de detalles: Análisis financiero

Figura 1.1: Cotización por categorías .....	92
---	----



## Índice de tablas

### Ingeniería de detalles: Mecánica

Tabla 1.1: Listado de materiales de T6-1. ....	10
Tabla 2.1: Listado de materiales para la estructura de CT6-1. ....	12
Tabla 2.2: Listado de materiales CT6-1. ....	20
Tabla 3.1: Listado de materiales para la estructura de RR6-1 ....	22
Tabla 3.2: Listado de materiales RR6-1. ....	23
Tabla 4.1: Listado de materiales de PD6-1. ....	24
Tabla 5.1: Listado de materiales para la estructura RR6-2. ....	26
Tabla 5.2: Listado de materiales RR6-2. ....	27
Tabla 6.1: Listado de materiales para la estructura de CT6-2 ....	29
Tabla 6.2: Listado de materiales de CT6-2. ....	38
Tabla 7.1: Listado de materiales para estructura T6-2. ....	39
Tabla 8.1: Listado de materiales para la estructura de PD6-2 ....	41
Tabla 8.2: Listado de materiales para PD6-2. ....	41
Tabla 9.1: Listado de materiales para la estructura de RR6-3. ....	43
Tabla 9.2: Listado de materiales de RR6-3. ....	44
Tabla 10.1: Materiales necesarios para la estructura de CT6-3. ....	46
Tabla 10.2: Listado de materiales de CT6-3. ....	56
Tabla 11.1: Listado de materiales de la rampa de rodillos RR6-4. ....	59
Tabla 12.1: Listado de materiales de la plancha de deslizamiento PD6-3 ....	60

### Ingeniería de detalles: Eléctrica

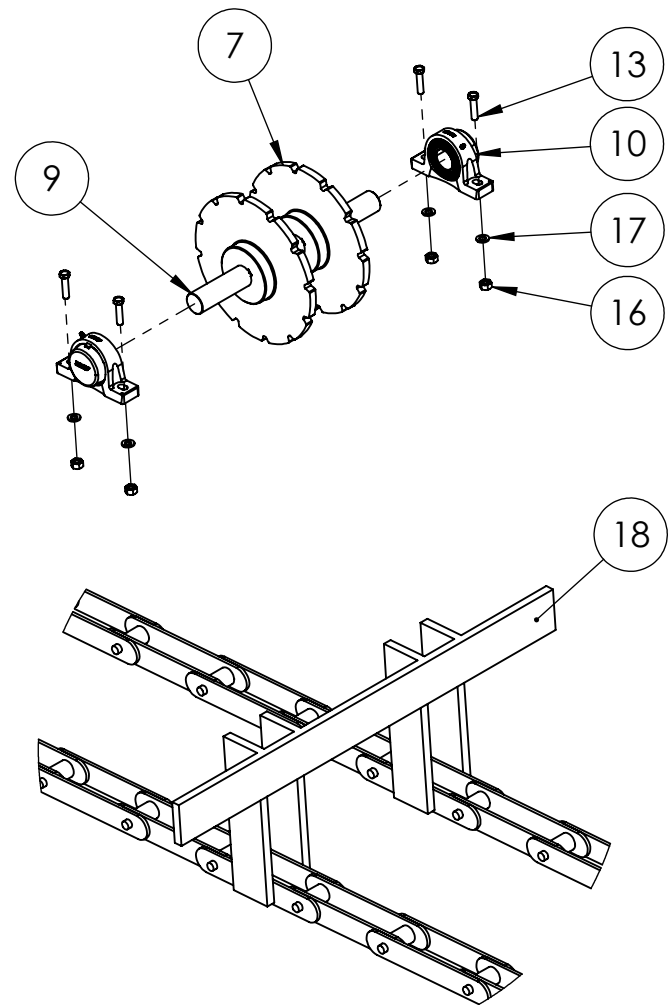
Tabla 5.1: Listado de materiales eléctricos. ....	81
---	----

### Ingeniería de detalles: Neumática

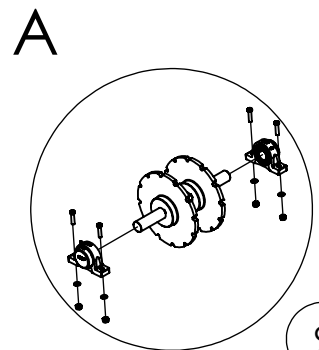
Tabla 1.1: Listado de materiales neumáticos. ....	89
---	----

### Ingeniería de detalles: Análisis financiero

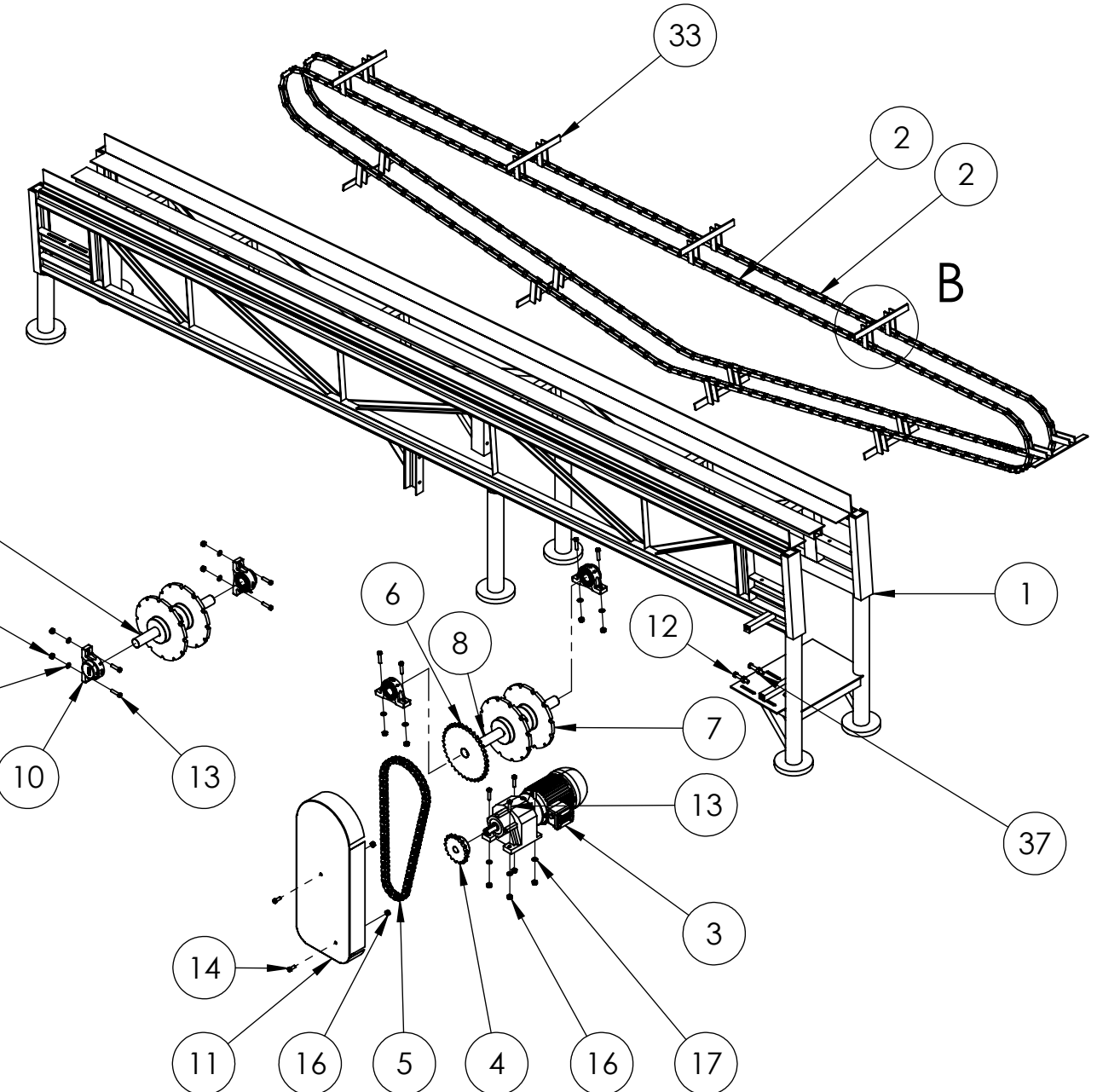
Tabla 1.1: Cotización del proyecto ....	92
Tabla 2.1: Retorno de inversión y TIR para los diferentes casos ....	92





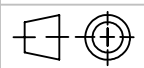
**DETALLE A**  
ESCALA 1 : 15

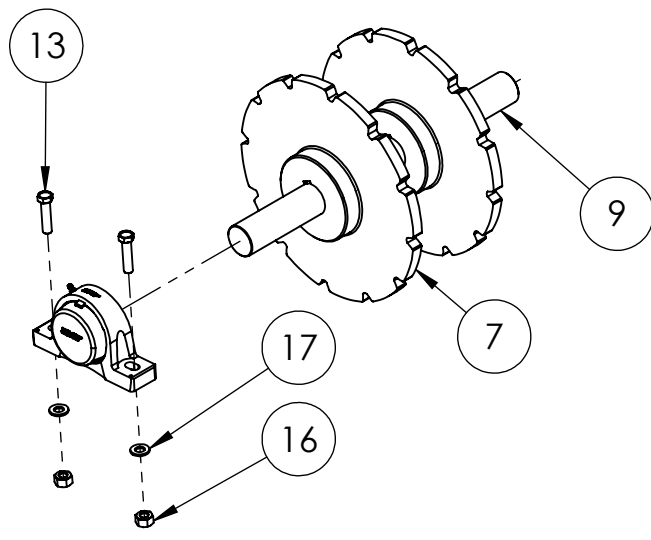


**DETALLE B**  
ESCALA 1 : 5

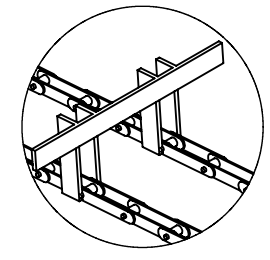
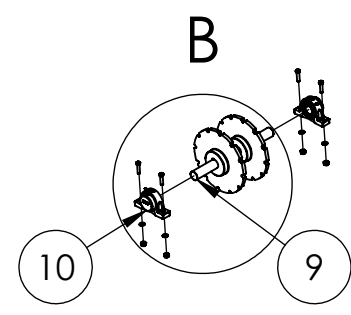


LISTA DE MATERIALES CT6-1			
REFERENCIA	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	M-ES-2	1	Estructura
2	M-SA-4	10.4 m	Cadena transportadora, DIN 8167 M-20, paso 80 mm
3	E-P-1	1 u	Motorreductor Weg, CG052 - 11P - 100L - 04E - TH - TF
4	M-TP-2	1 u	Piñon 17 dientes, paso 1 pulgada
5	M-TP-1	1.8 m	Cadena de transmisión, DIN 8188 16A-1, paso 1 pulgada
6	M-TP-3	1 u	Corona 35 dientes, paso 1 pulgada
7	M-SA-3	6 u	Rueda dentada para caedna transportadora, DIN 8167 M-20, paso 80 mm
8	M-TP-7	1 u	Arbol motriz 45 mm Ø x 600 mm, Acero trefilado SAE 1045
9	M-TP-4	2 u	Arbol conducido 45 mm Ø x 500 mm, Acero trefilado SAE 1045
10	M-TP-8	6 u	Rodamiento YAR 209-2FW/VA201
	M-TP-9	6 u	Caja de rodamiento SY 45 TF/VA201
11	M-P-1	1 u	Cubrecadena
12	M-B-1	3 u	Tornillo M14 x 2.0 x 80
13	M-B-2	16 u	Tornillo M12 x 1.75 x 50
14	M-B-3	2 u	Tornillo M12 x 1.75 x 30
15	M-B-5	3 u	Tuerca M14 x 2.0
16	M-B-6	18 u	Tuerca M12 x 1.75
17	M-B-8	16 u	Arandela plana estrecha 12 mm
18	M-SA-2	8 m - 9 u	Pieza de arrastre de tortas, Planchuela AISI 310, 1 1/4" x 1/4" x 6m
-	M-TP-6	6 u	Chavetas para rueda dentada para cadena transportadora, DIN 6885, Acero SAE 1020, 14 mm x 9 mm x 70 mm
-	M-TP-5	1 u	Chavetas para corona de cadena transmisora de potencia, DIN 6885, Acero SAE 1020, 14 mm x 9 mm x 50 mm

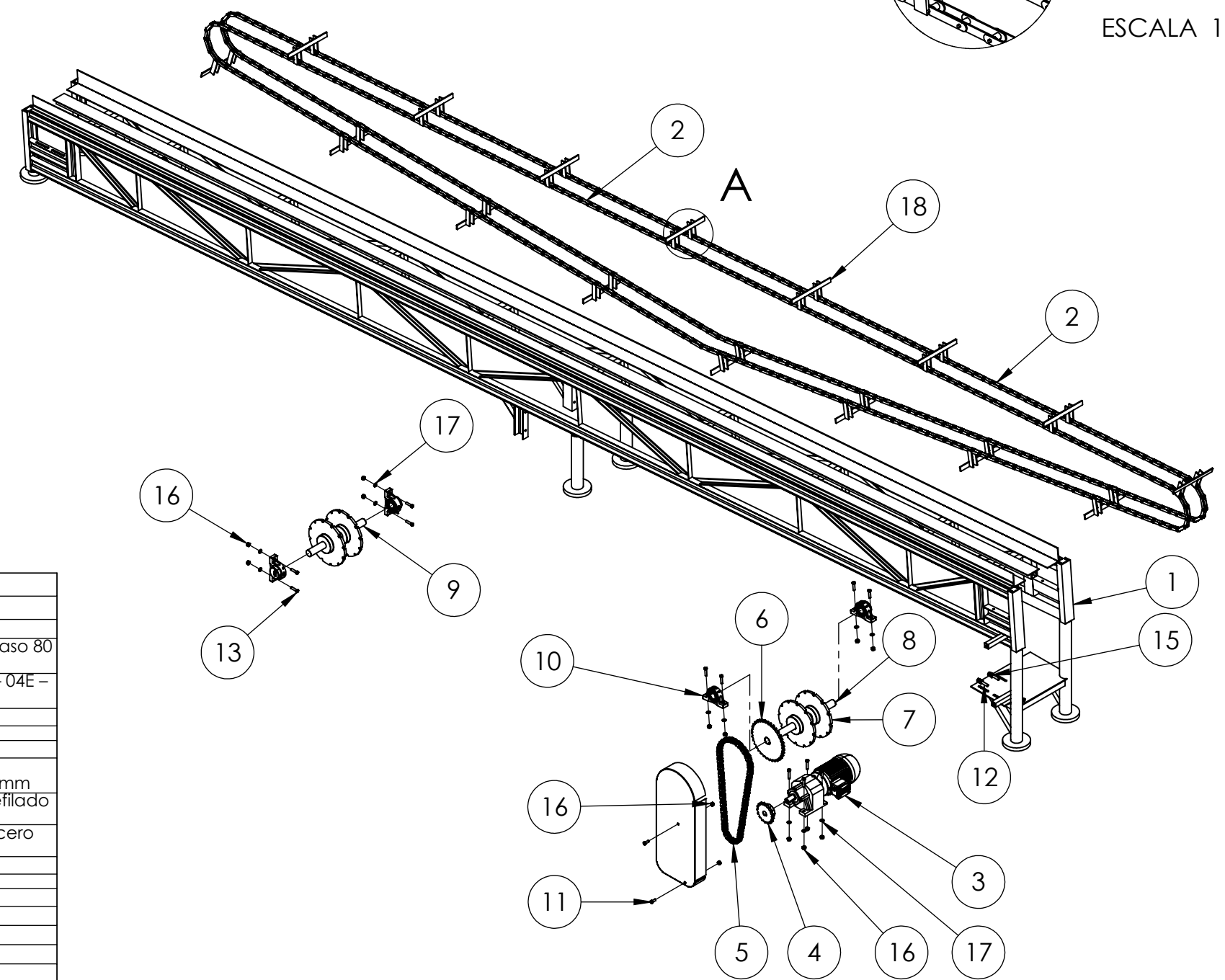
Obs. Las dimensiones de la estructura se muestran en el plano M-E-01	Dib.	26/04/19	Nombre Correa, G.	Cliente: 	Fábrica: 
	Rev.	26/04/19	Marchesini, F.		
	Apr.	26/04/19	Tomas, L.		
	Esc: 1:30		<b>CT6-1</b>		
					
Toler. Rug.					
					Plano para: Montaje
					Numero de plano: G-01
					Codigo de pieza: CT6-1





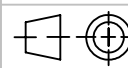
**DETALLE B**  
ESCALA 1 : 10



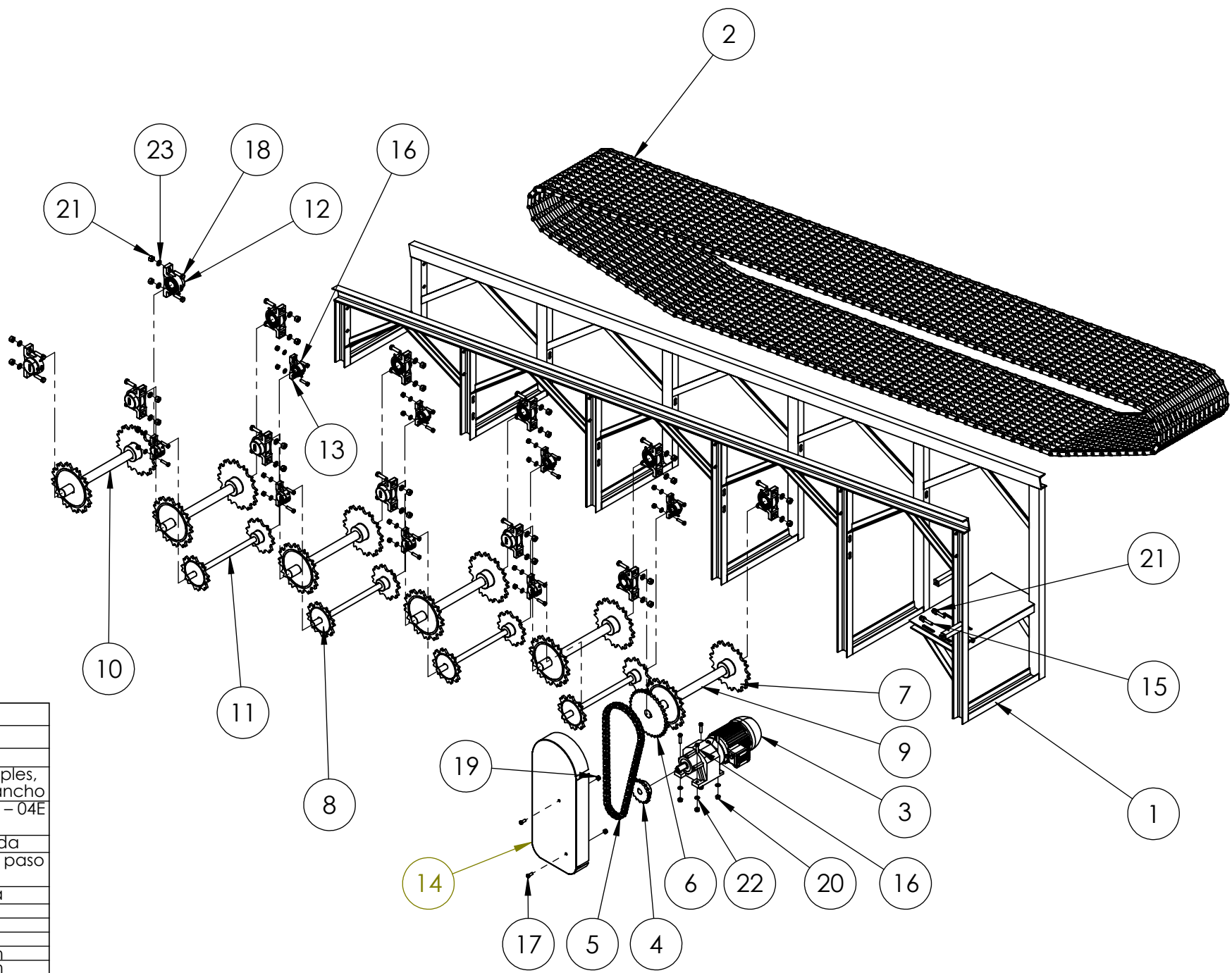
**DETALLE A**  
ESCALA 1 : 10



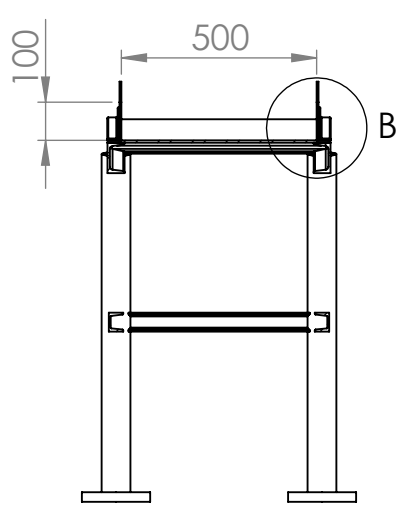
LISTA DE MATERIALES CT6-2			
REFERENCIA	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	M-ES-1	1	Estructura
2	M-SA-1	18.3 m	Cadena transportadora, DIN 8167 M-20, paso 80 mm
3	E-P-1	1 u	Motorreductor Weg, CG052 - 11P - 100L - 04E - TH - TF
4	M-TP-2	1 u	Piñon 17 dientes, paso 1 pulgada
5	M-TP-1	1.8 m	Cadena de transmisión
6	M-TP-3	1 u	Corona 35 dientes, paso 1 pulgada
7	M-SA-3	6 u	Rueda dentada para caedna transportadora, DIN 8167 M-20, paso 80 mm
8	M-TP-7	1 u	Arbol motriz 45 mm Ø x 600 mm, Acero trefilado SAE 1045
9	M-TP-4	2 u	Arbol conducido 45 mm Ø x 500 mm, Acero trefilado SAE 1045
		1	Rodamiento YAR 209-2FW/VA201
10	M-TP-8	6 u	Caja de rodamiento SY 45 TF/VA201
	M-TP-9	6 u	
11	M-P-2	1	Cubrecadena
12	M-B-1	3	Tornillo M14 x 2.0 x 80
13	M-B-2	16	Tornillo M12 x 1.75 x 50
14	M-B-3	2	Tornillo M12 x 1.75 x 30
15	M-B-5	3	Tuerca M14 x 2.0
16	M-B-6	18	Tuerca M12 x 1.75
17	M-B-8	16	Arandela plana estrecha 12 mm
18	M-SA-2	13.5 m - 16 u	Pieza de arrastre de tortas, Planchuela AISI 310, 1 1/4" x 1/4" x 6m
-	M-TP-6	6	Chavetas para rueda dentada para cadena transportadora, DIN 6885, Acero SAE 1020, 14 mm x 9 mm x 70 mm
-	M-TP-5	1	Chavetas para corona de cadena transmisora de potencia, DIN 6885, Acero SAE 1020, 14 mm x 9 mm x 50 mm

Obs. Las dimensiones de la estructura se muestran en el plano M-E-02	Dib.	26/04/19	Nombre Correa, G.	Ciente:	 
	Rev.	26/04/19	Marchesini, F.		
	Apr.	26/04/19	Tomas, L.		
	Esc: 1:35				
		Toler. Rug.		CT6-2	Plano para: Montaje
					Numero de plano: G-02
					Codigo de pieza: CT6-2

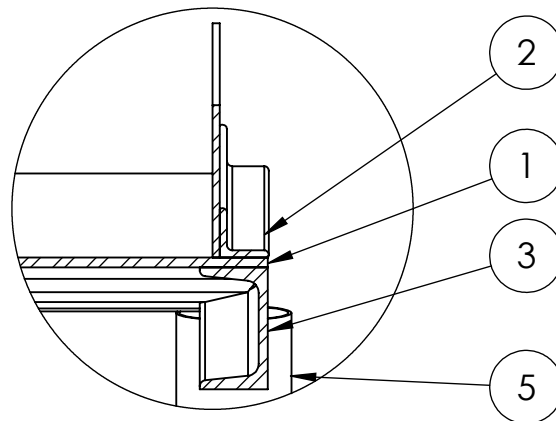
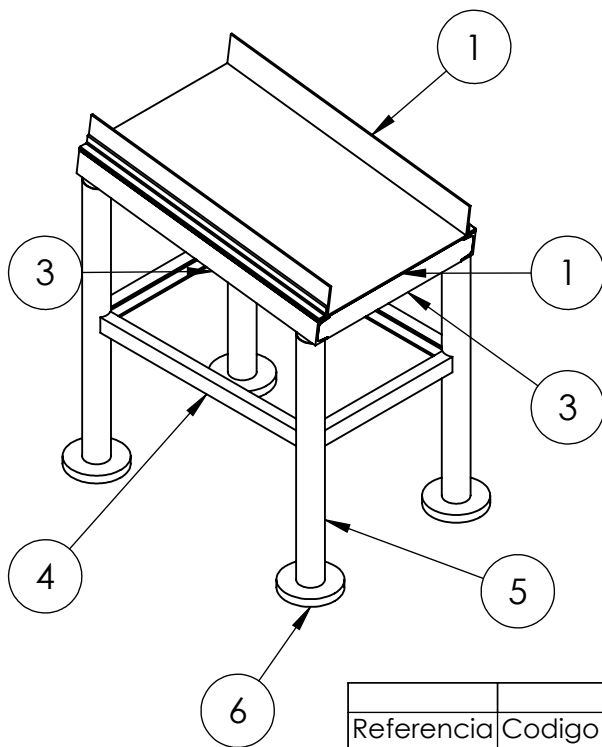
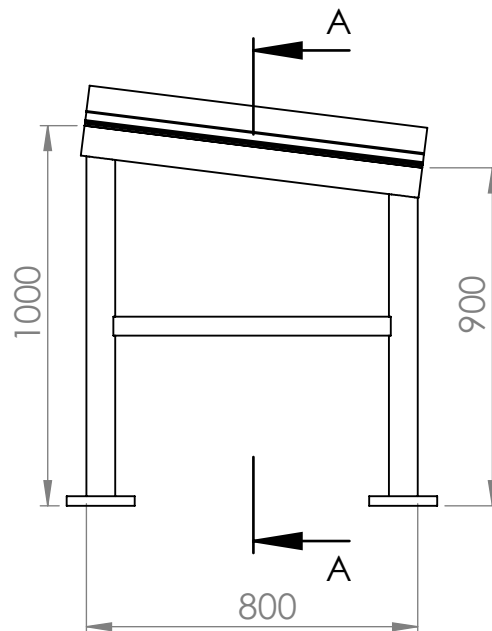
LISTA DE MATERIALES CT6-3			
REFERENCIA	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	M-ES-3	1	Estructura
2	M-SA-4	11 m	Cinta transportadora de cadenas multiples, Acero inoxidable AISI 316L, 550 mm de ancho
3	E-P-1	1 u	Motorreductor Weg, CG052 - 11P - 100L - 04E - TH - TF
4	M-TP-2	1 u	Piñon Piñon 17 dientes, paso 1 pulgada
5	M-TP-1	1.80702 m	Cadena de transmisión, DIN 8188 T6A-1, paso 1 pulgada
6	M-TP-3	1 u	Corona 35 dientes, paso 1 pulgada
7	M-SA-5	12 u	Rueda dentada motriz
8	M-SA-6	8 u	Rueda dentada conducida
9	M-TP-10	1 u	Arbol motriz 50mm Ø x 740mm
10	M-TP-13	5 u	Arbol conducido 50mm Ø x 670mm
11	M-TP-14	4 u	Arbol conducido 30mm Ø x 650mm
12	M-TP-15	12 u	Rodamiento YAR 210-2FW/VA201
12	M-TP-17	12 u	Caja de rodamiento SY 50 TF/VA201
13	M-TP-16	8 u	Rodamiento YAR 206-2FW/VA201
13	M-TP-18	8 u	Caja de rodamiento FY 30 TF/VA201
14	M-P-3	1 u	Cubrecadena
15	M-B-1	3	Tornillo M14 x 2.0 x 80
16	M-B-2	20	Tornillo M12 x 1.75 x 50
17	M-B-3	2	Tornillo M12 x 1.75 x 30
18	M-B-4	24	Tornillo M16 x 2.0 x 60
19	M-B-5	3	Tuerca M14 x 2.0
20	M-B-6	22	Tuerca M12 x 1.75
21	M-B-7	24	Tuerca M16 x 2.0
22	M-B-8	20	Arandela plana estrecha 12 mm
23	M-B-9	24	Arandela plana estrecha 16 mm
	M-TP-11	12	Chavetas de rueda dentada motriz, DIN 8185, Acero SAE 1020, 14 mm x 9 mm x 60 mm
	M-TP-12	8	Chavetas de rueda dentada conducida, DIN 8185, Acero SAE 1020, 14 mm x 9 mm x 50 mm



Obs. Las dimensiones de la estructura se muestran en el plano M-E-03	Dib.	11/12/17	Nombre Correa, G.	Ciente:	Fábrica:
	Rev.	11/12/17	Marchesini, F.		
	Apr.	12/12/17	Lonardi, T.		
	Esc: 1:30		CT6-3		Plano para: Montaje
		Toler. Rug.		Numero de plano: G-03	
				Codigo de pieza: CT6-3	



SECCIÓN A-A



DETALLE B  
ESCALA 1 : 5

LISTADO DE MATERIALES CT6-1				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-2	Chapa negra	3/16" x 100 mm	2 m
2		Perfil L	1/4" x 100 mm	5.5 m
3		Perfil U	L 1 1/4" x 1/4"	2 m
4		UPN 80		3 m
5		UPN 50		2.5 m
6		Caño	3" Ø	3.5 m
		Centros de acero SAE 1020, 180mm Ø x 25mm		4

Obs.  
Pintado con antióxido color gris.  
Tipo de soldadura: continua

Fecha	Nombre
29/04/19	Lonardi, T.
29/04/19	Correa, G.
29/04/19	Marchesini, F.



PD6-1

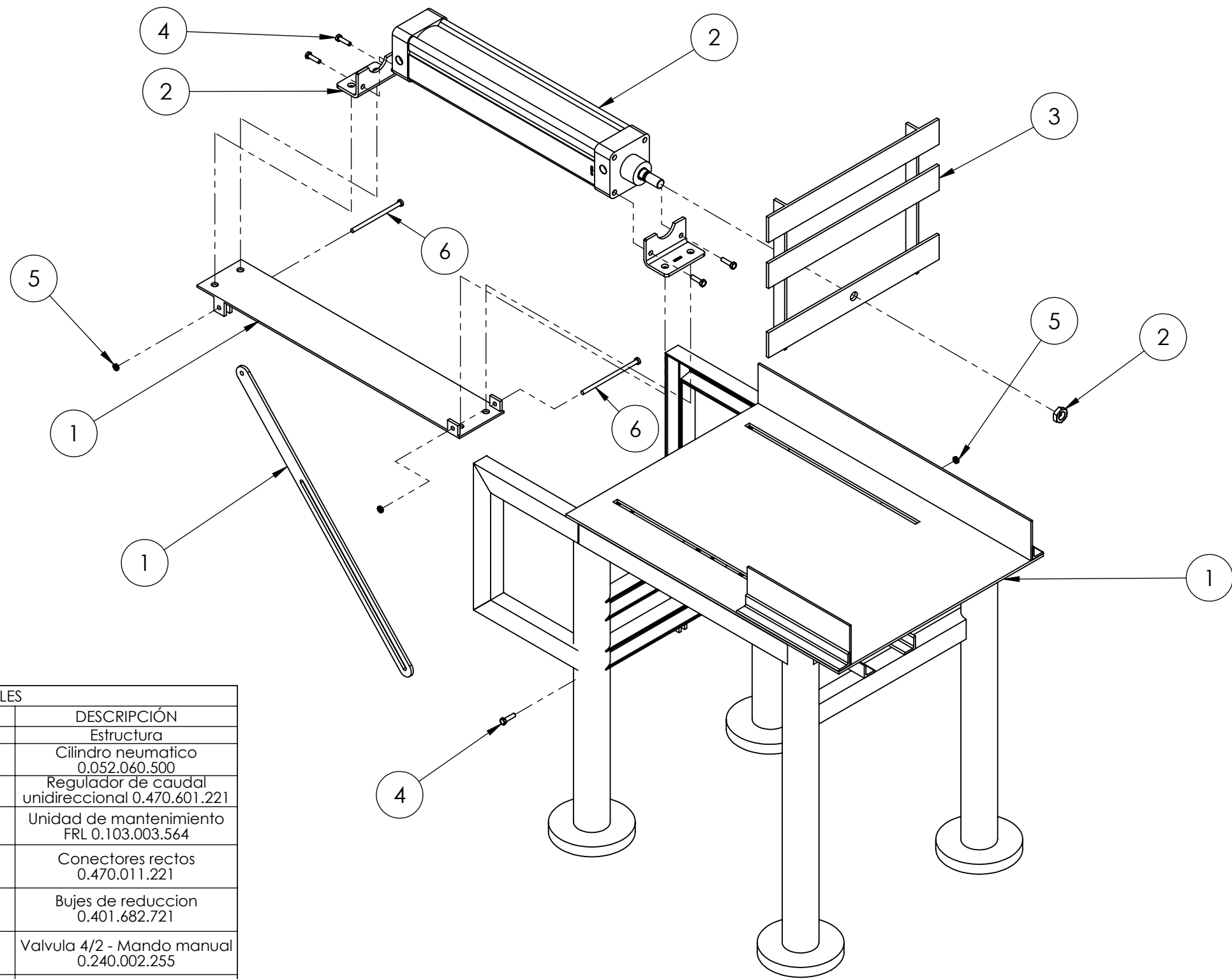
Plano para: Valmet Construcciones

Numero de plano: G-04

Codigo de pieza: PD6-1



Toler. Rug.

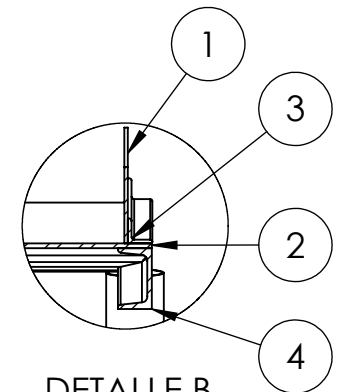
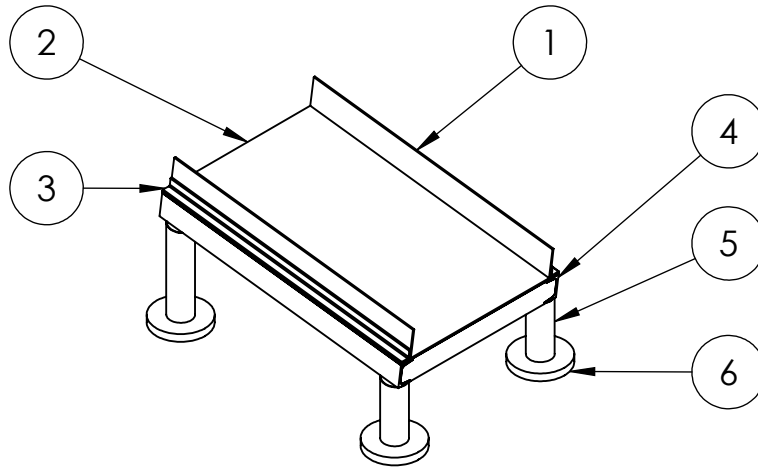
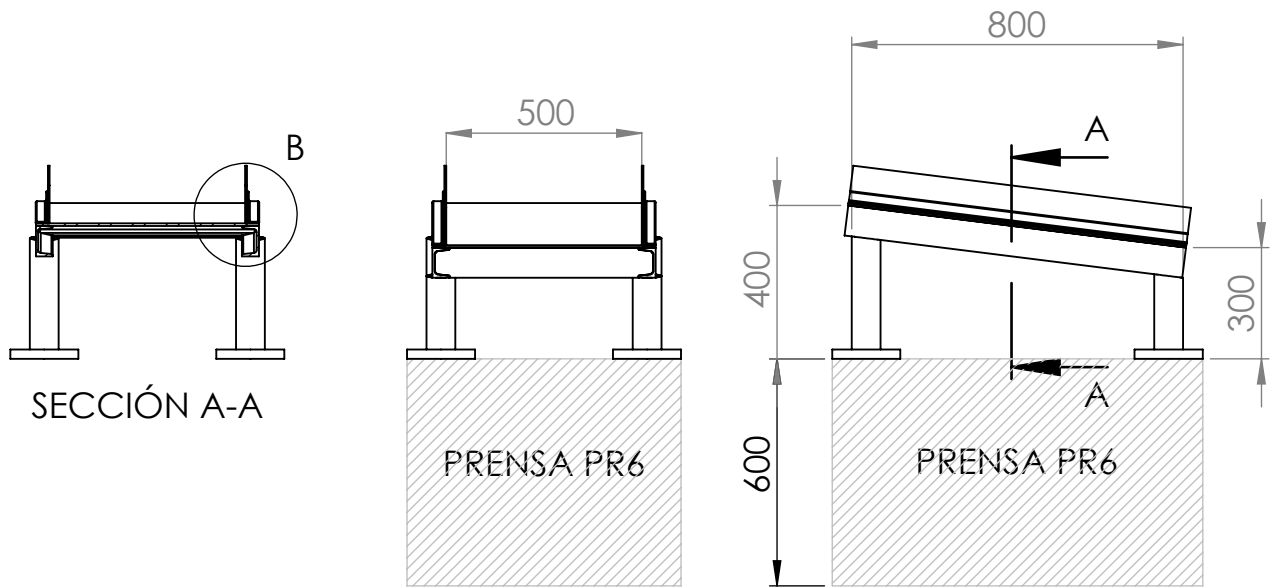




LISTA DE MATERIALES

REFERENCIA	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	M-ES-8	1	Estructura
2	N-A-1	1	Cilindro neumatico 0.052.060.500
Elementos no referenciados, debido a que no estan presentes en dicho plano, queda a cargo del personal encargado del montaje su correcta colocacion	N-R-1	2	Regulador de caudal unidireccional 0.470.601.221
	N-R-2	1	Unidad de mantenimiento FRL 0.103.003.564
	N-Ac-1	5	Conectores rectos 0.470.011.221
	N-Ac-2	5	Bujes de reduccion 0.401.682.721
	N-Ac-3	1	Valvula 4/2 - Mando manual 0.240.002.255
	N-Ac-4	1	Silenciador escape 0.400.001.344
	N-Ac-5	10 m	Tubo de poliuretano 0.000.012.532
3	M-SA-8	1u - 3.7 m	Pieza de arrastre de cortes Planchuela AISI 310, 1 1/4" x 1/4" x 6m
4	M-B-10	5	Tornillo M8 x 1.25 x 30
5	M-B-11	3	Tuerca M8 x 1.25
7	M-B-12	300 mm	Varilla roscada 8mm


Obs. Las dimensiones de la estructura se muestran en el plano M-E-04 Pintado con antióxido color gris. Tipo de soldadura: continua	Dib.	Fecha	Nombre	Ciente:	Fábrica:	
	Rev.	26/04/19	Marchesini, F.			
	Apr.	26/04/19	Correa, G.	Tomas, L.		
	Esc: 1:10	PD6-2				Plano para: Montaje
Toler. Rug.	Numero de plano: G-05					
	Codigo de pieza: PD6-2					



DETALLE B  
ESCALA 1 : 10

LISTADO DE MATERIALES PD6-3				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-10	Chapa negra	3/16 " x 100 mm	2 m
2			1/4 " x 100 mm	5.5 m
3		Perfil L	L 1 1/4" x 1/4"	2 m
4		Perfil C	UPN 80	3 m
5		Caño	3" Ø	1 m
6		Centro de mecanizado		4

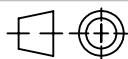
Obs.  
Pintado con  
antióxido color  
gris.  
Tipo de  
soldadura:  
continua

Dib.	Fecha	Nombre	Cliente:
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.	
Apr.	25/04/19	Correa, G.	
		Marchesini, F.	

Fábrica:



Esc: 1:20



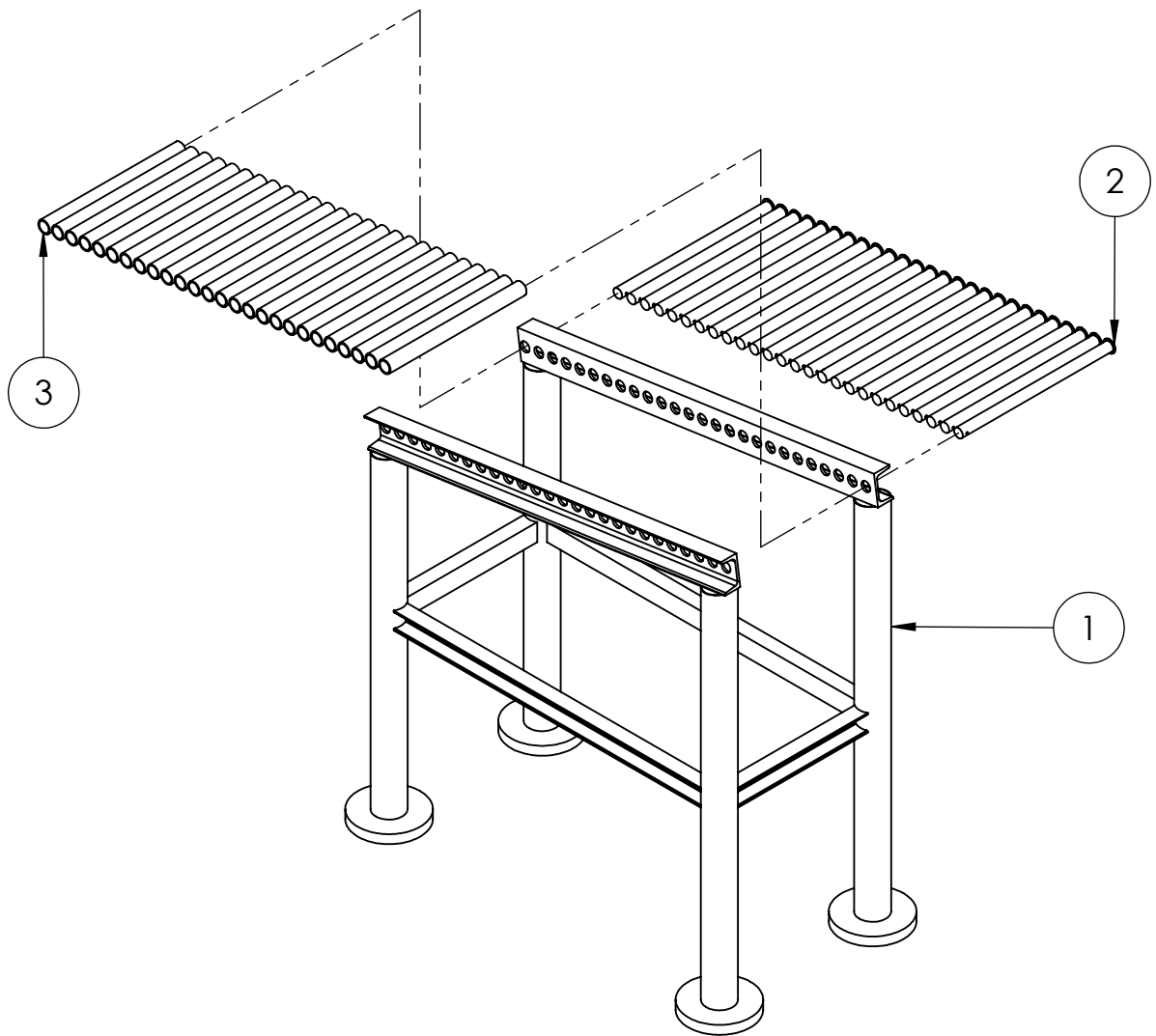
Toler.  
Rug.

PD6-3

Plano para: Valmet Construcciones

Numero de plano: G-06

Codigo de pieza: PD6-3



LISTA DE MATERIALES

REFERENCIA	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	M-ES-4		Estructura
2	M-SA-7	11.5 m 26 u	Ejes fijos de acero trellado SAE 1045, 25 mm Ø x 437 mm
3	M-SA-8	10.5 m 26 u	Rodillos de caño hueco, 1" Ø x 395 mm

Obs.  
Las dimensiones de la estructura se muestran en el plano M-E-05.

	Fecha	Nombre
Dib.	25/04/19	Lonardi, T.
Rev.	25/04/19	Correa, G.
Apr.	25/04/19	Marchesini, F.

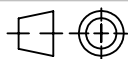
Cliente:



Fábrica:



Esc: 1:15



Toler.  
Rug.

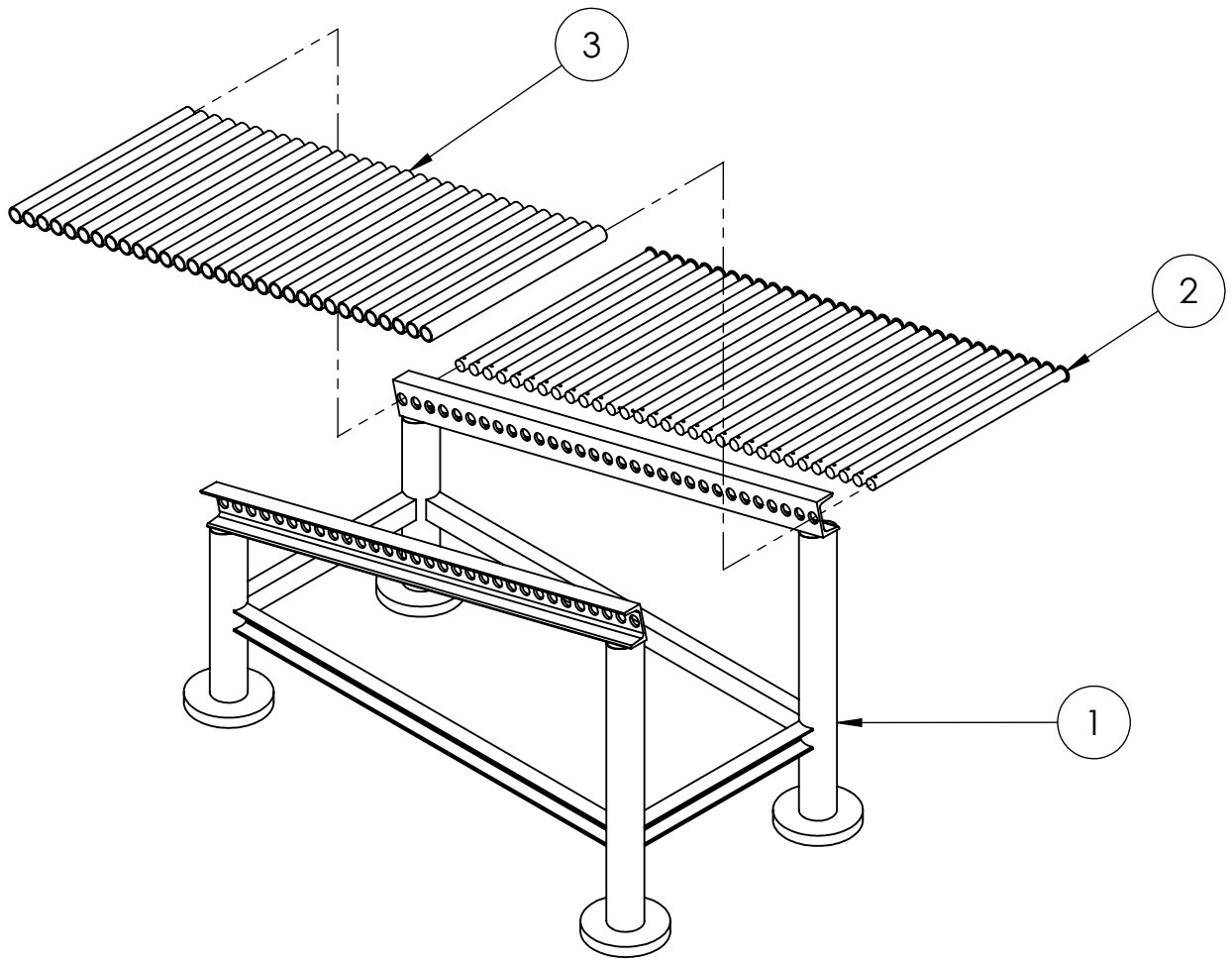
RR6-1

Plano para: Montaje

Numero de plano: G-07

Codigo de pieza: RR6-1





LISTA DE MATERIALES			
REFERENCIA	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	M-ES-5		Estructura
2	M-SA-9	17 m 31 u	Ejes fijos de acero trefilado SAE 1045, 25 mm Ø x 542 mm mm
3	M-SA-10	10,5 m 26 u	Rodillos de caño sch 40, 1" Ø x 495 mm

Obs.  
Las dimensiones de la estructura se muestran en el plano M-E-06.

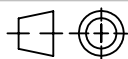
Dib.	Fecha	Nombre
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.
Apr.	25/04/19	Correa, G.
		Marchesini, F.

Cliente:  

**futura**  
constitución con soluciones creativas

Fábrica:  


Esc: 1:15



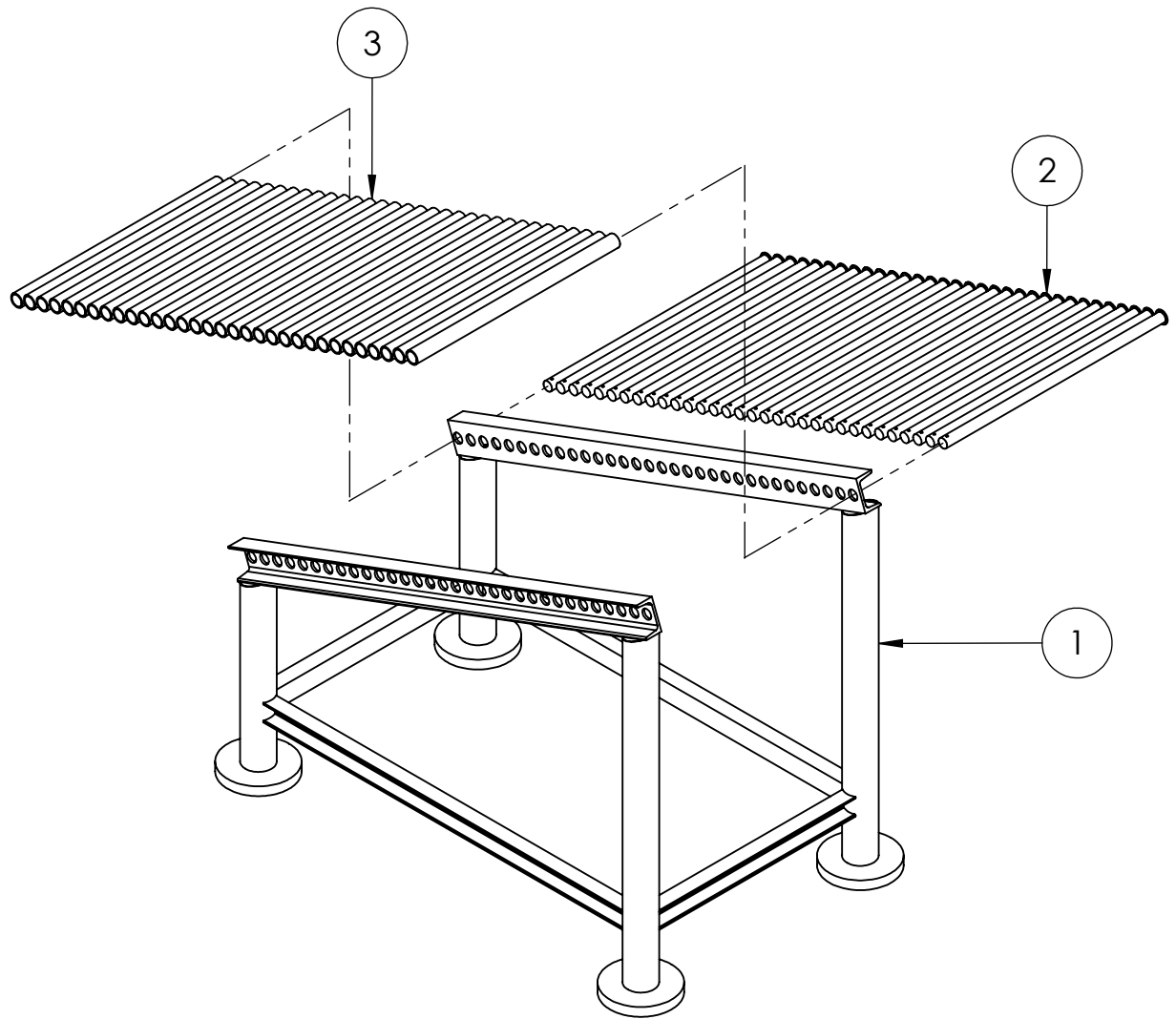
Toler.  
Rug.

RR6-2

Plano para: Montaje

Numero de plano: G-08

Codigo de pieza: RR6-2



LISTA DE MATERIALES RR6-3			
REFERENCIA	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	M-ES-6		Estructura
2	M-SA-11	21 m	Ejes fijos de acero trefilado SAE 1045, 25 mm Ø x 642 mm
		32 u	
3	M-SA-12	19.5 m	Rodillos de caño hueco, 1" Ø x 595 mm
		32 u	

Obs.  
Las dimensiones de la estructura se muestran en el plano M-E-07.

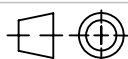
	Fecha	Nombre
Dib.	25/04/19	Lonardi, T.
Rev.	25/04/19	Correa, G.
Apr.	25/04/19	Marchesini, F.

Cliente:  

**futura**  
constitución en soluciones estratégicas

Fábrica:  


Esc: 1:15



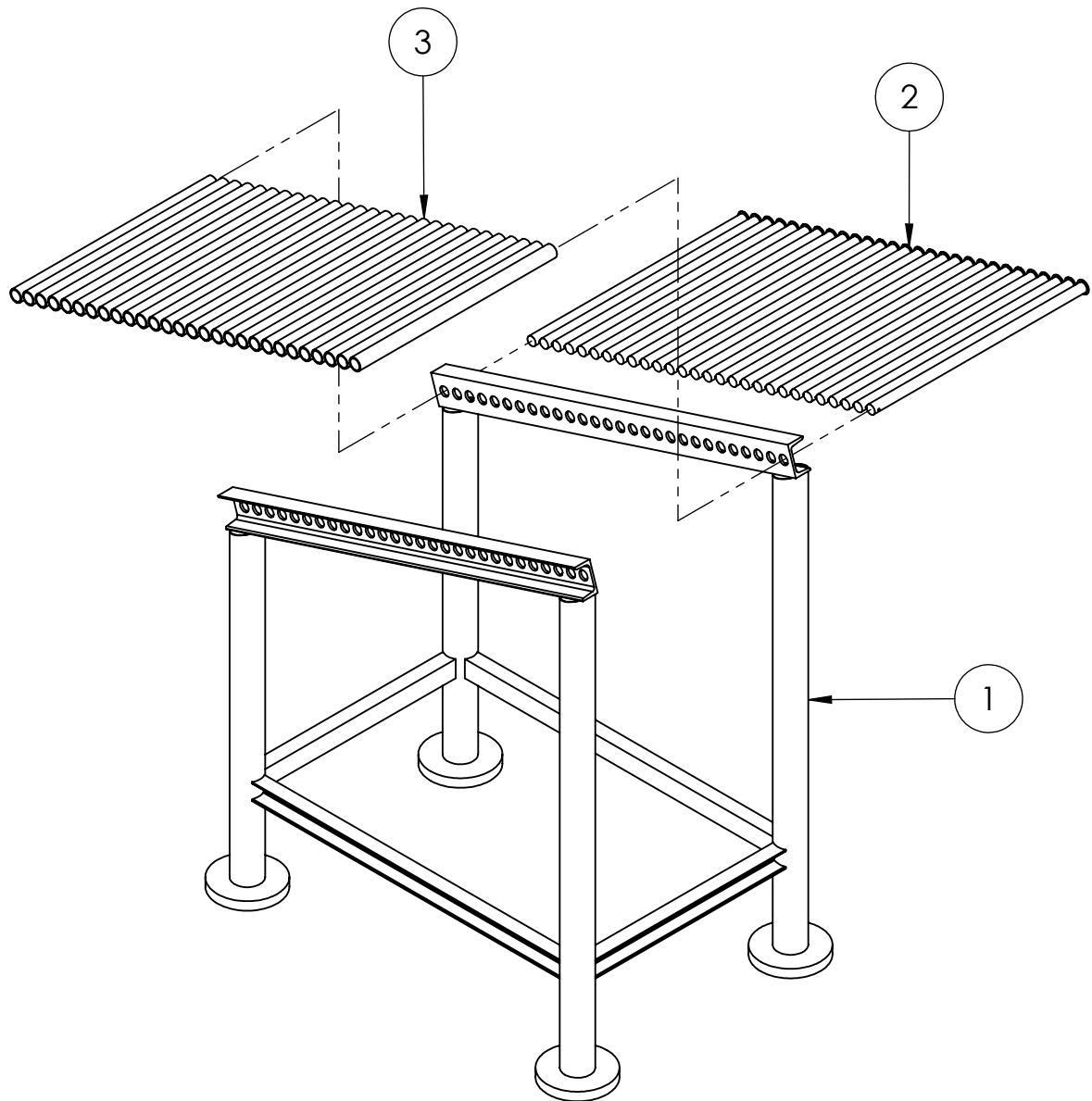
Toler.  
Rug.

RR6-3

Plano para: Montaje

Numero de plano: G-09

Codigo de pieza: RR6-3



LISTA DE MATERIALES RR6-3

REFERENCIA	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	M-ES-7		Estructura
2	M-SA-11	17 m 28 u	Ejes fijos de acero trefilado SAE 1045, 25 mm Ø x 642 mm
3	M-SA-12	16.5 m 28 u	Rodillos de caño hueco, 1" Ø x 595 mm

Obs.  
Las dimensiones de la estructura se muestran en el plano M-E-08.

	Fecha	Nombre
Dib.	25/04/19	Lonardi, T.
Rev.	25/04/19	Correa, G.
Apr.	25/04/19	Marchesini, F.

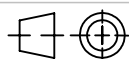
Cliente:



Fábrica:



Esc:



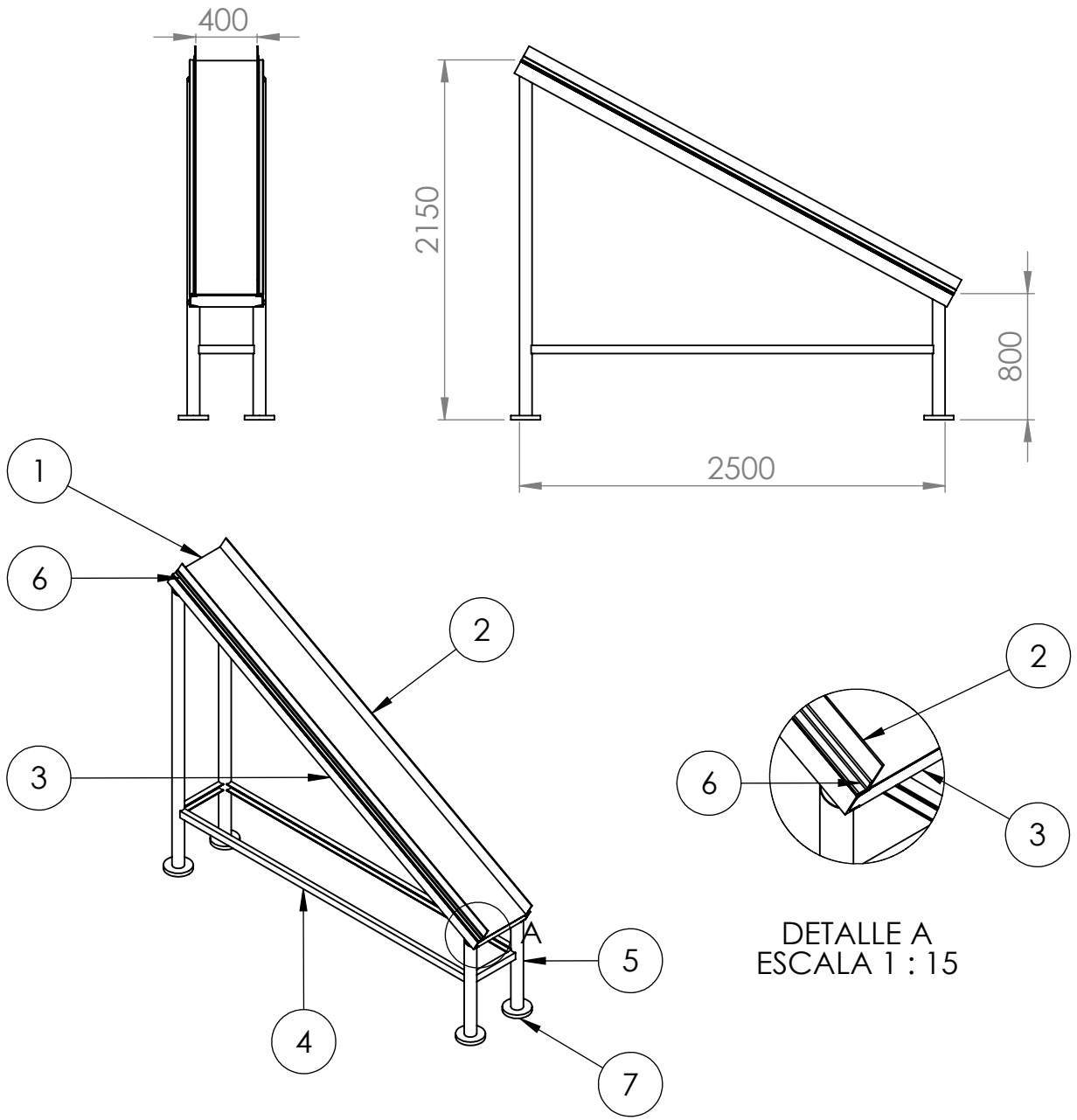
Toler.  
Rug.

RR6-4



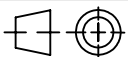
Plano para: Montaje

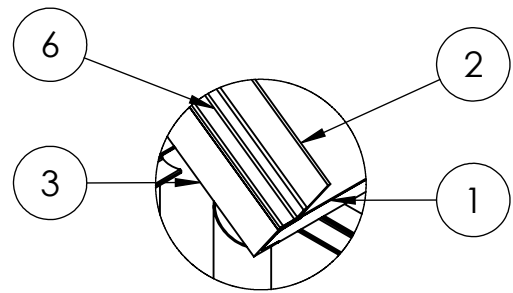
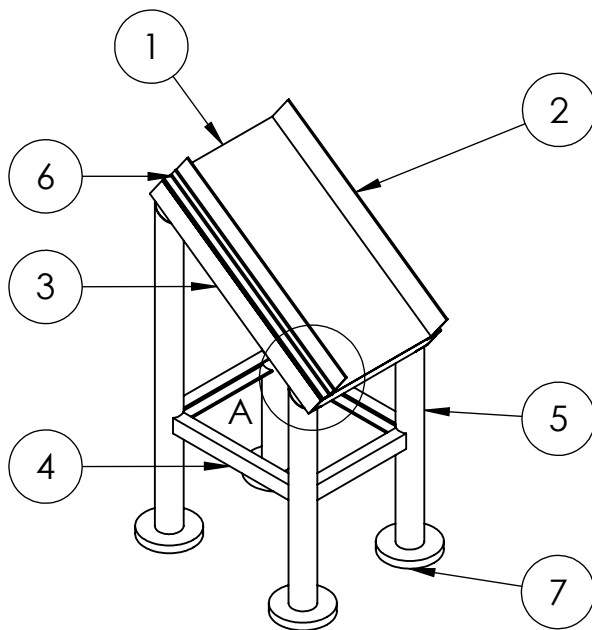
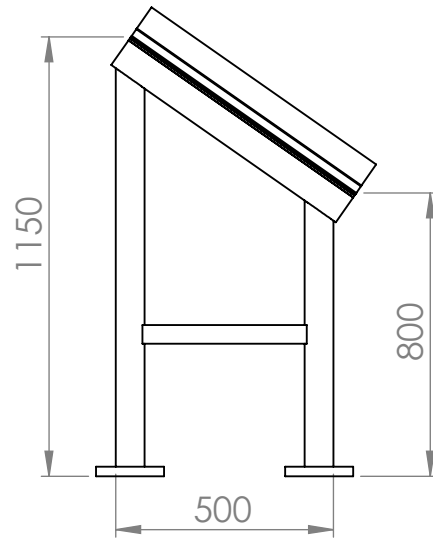
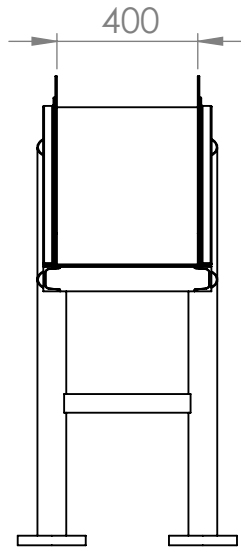
Numero de plano: G-10

Codigo de pieza: RR6-4



LISTADO DE MATERIALES T6-1				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-11	Chapa negra	1/4 " x 100 mm	15 m
2			3/16 " x 100 mm	6 m
3		Perfil U	UPN 80	7 m
4		Perfil U	UPN 50	6 m
5		Caño	3" Ø	6 m
6		Perfil L	L 1 1/4" x 3/16"	6 m
7		Centro de acero SAE 1020	180mm Ø x 25mm	4

Obs. Pintado con antióxido color gris. Tipo de soldadura: continua	Dib.	Fecha	Nombre	Cliente: 	Fábrica: 
	Rev.	25/04/19	Lonardi, T.		
	Apr.	25/04/19	Correa, G.		
	Esc: 1:40				Plano para: Valmet Construcciones
	Toler. Rug.				<b>T6-1</b>
					Codigo de pieza: T6-1



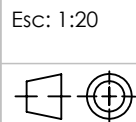
DETALLE A  
ESCALA 1 : 10

LISTADO DE MATERIALES T6-2				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-12	Chapa negra	1/4 " x 100 mm	4 m
2			3/16 " x 100 mm	1,5 m
3		Perfil C	UPN 80	2,5 m
4		Perfil C	UPN 50	2 m
5		Caño	3" Ø	4 m
6		Perfil L	L 1 1/4" x 3/16"	1,5 m
7		Centro de acero SAE 1020	180mm Ø x 25mm	4

Obs.  
Se debe pintar  
Pintado con  
antioxido, color  
convertidor de  
gris.  
Opcional pintar  
gris y/o  
gris y/o  
soldadura  
debe ser del  
tipo continua.

	Fecha	Nombre	Cliente:
Dib.	25/04/19	Lonardi, T.	
Rev.	25/04/19	Correa, G.	
Apr.	25/04/19	Marchesini, F.	

Fábrica:



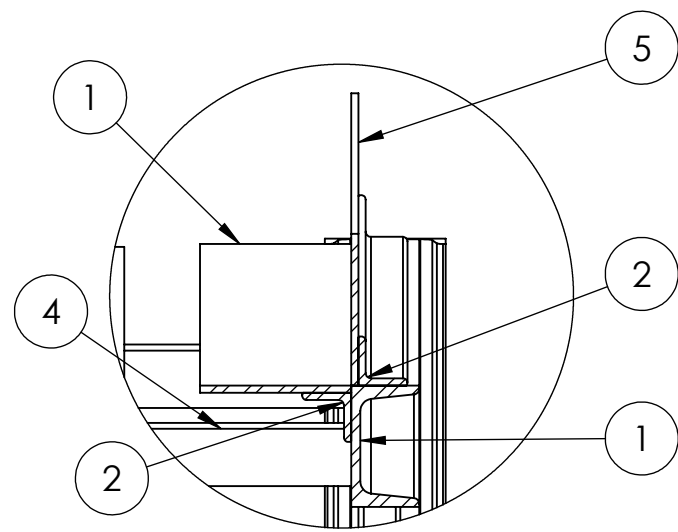
T6-2

Plano para: Valmet Construcciones

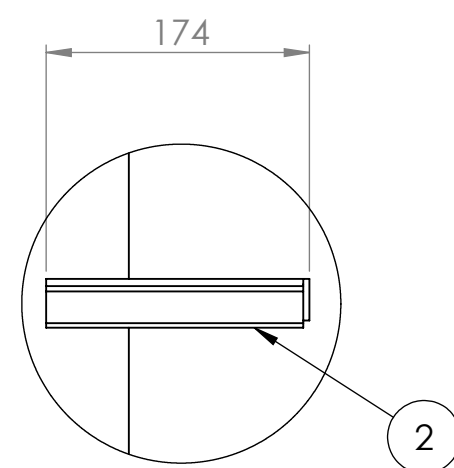
Numero de plano: G-12

Codigo de pieza: T6-2

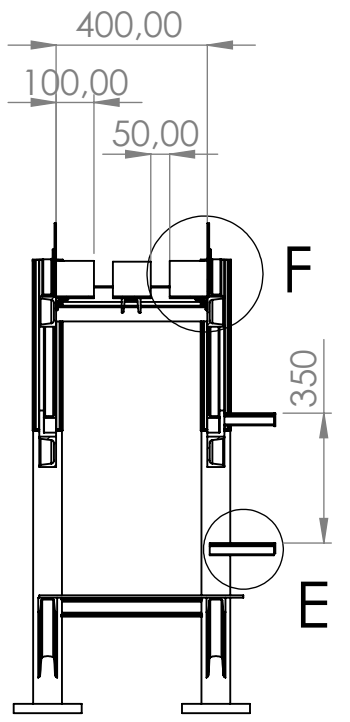
Toler.  
Rug.



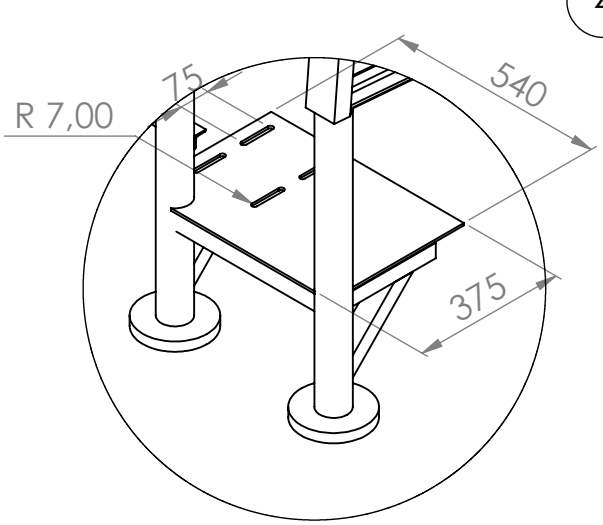
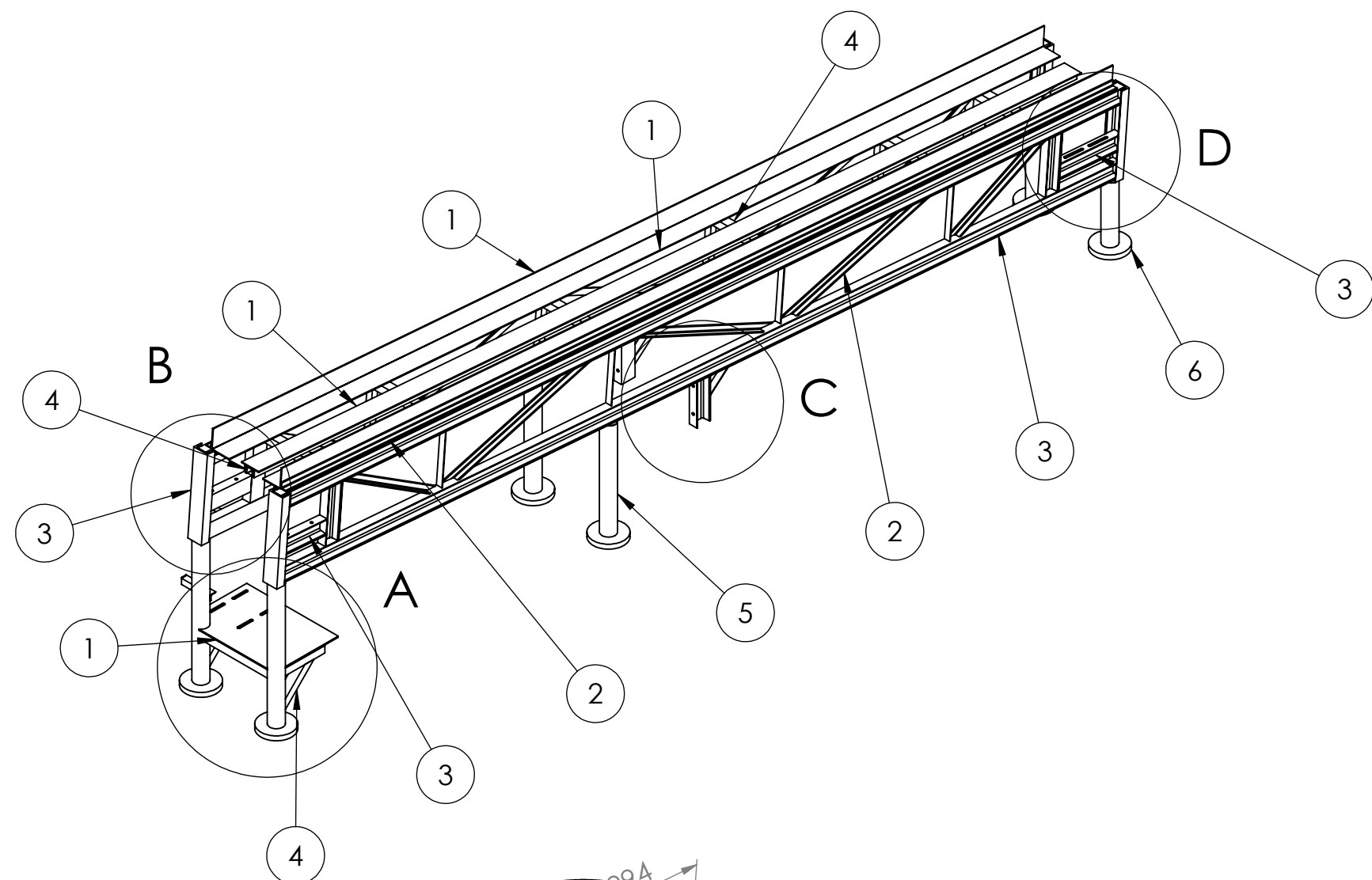
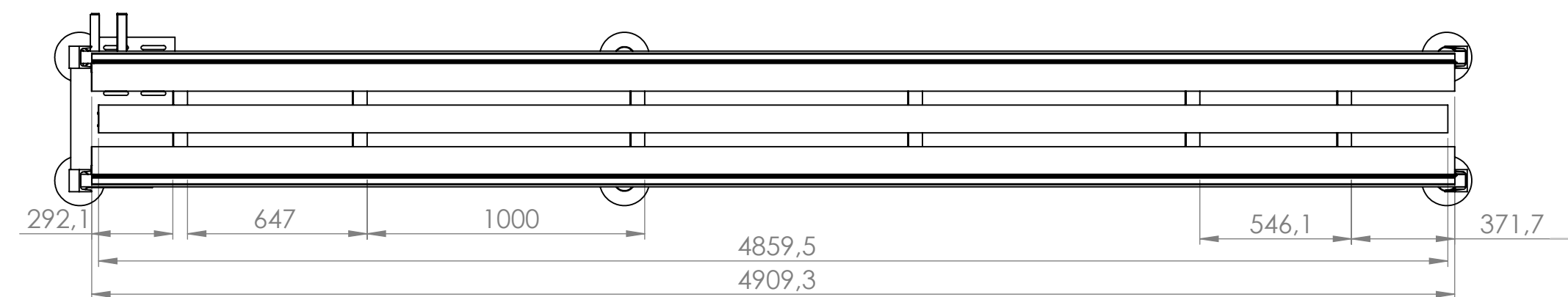
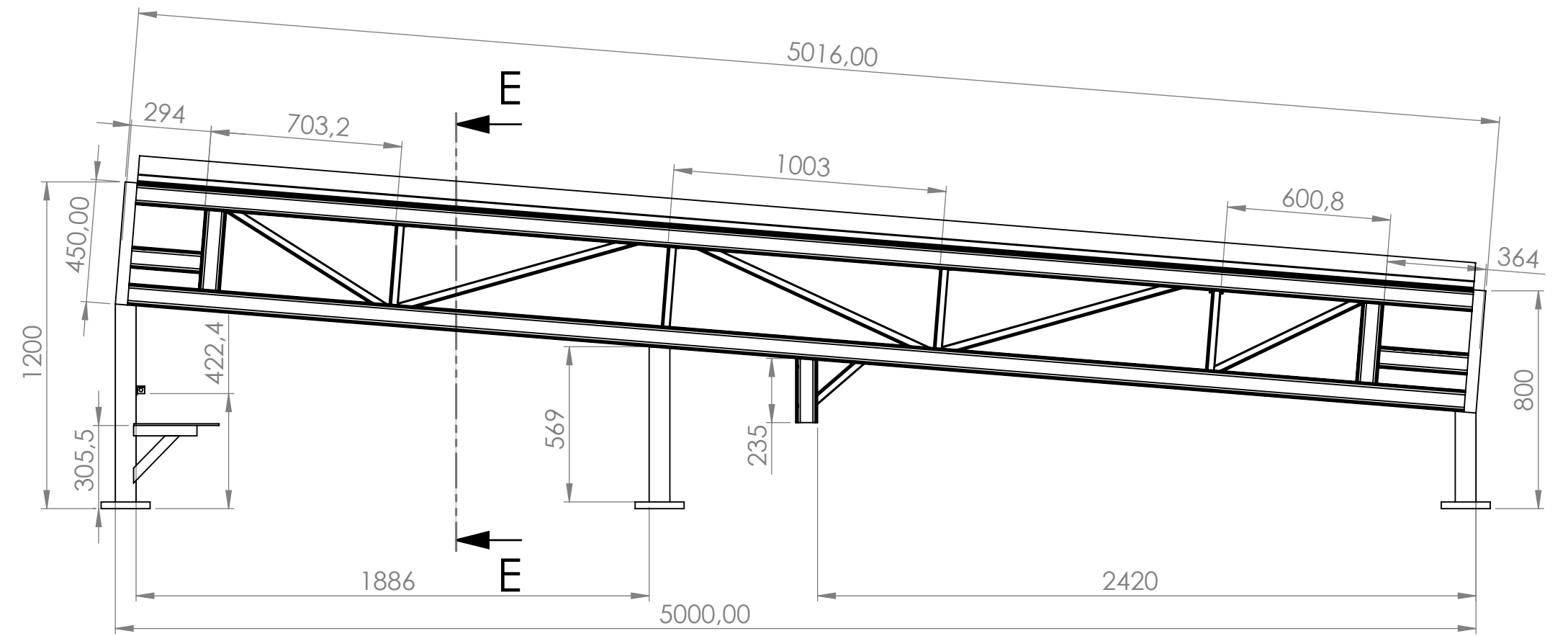
**DETALLE F**  
ESCALA 1 : 5



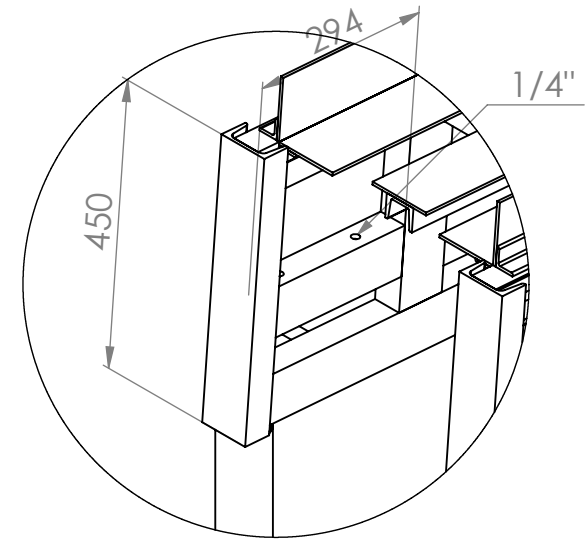
**DETALLE E**  
ESCALA 1 : 5



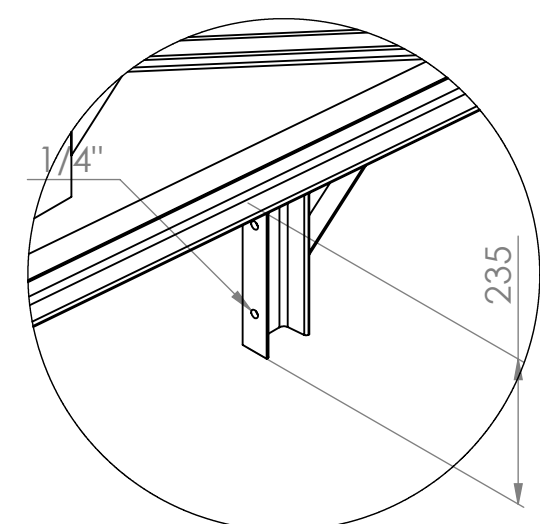
**SECCIÓN E-E**  
ESCALA 1 : 20



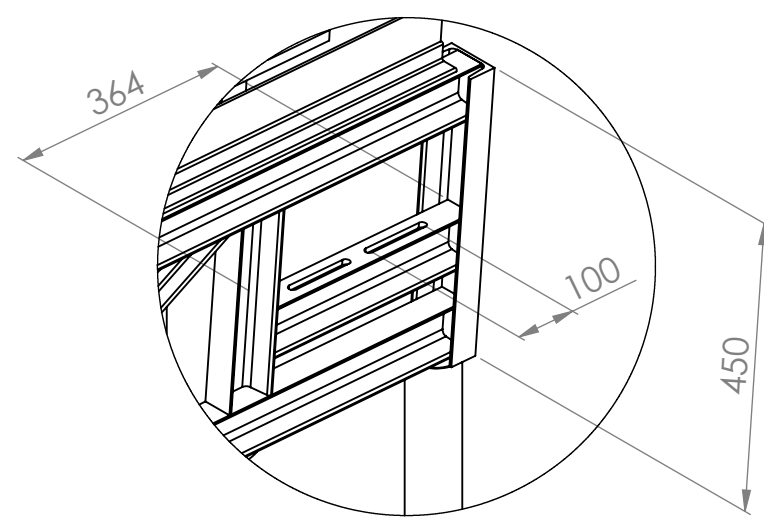
**DETALLE A**  
ESCALA 1 : 15



**DETALLE B**  
ESCALA 1 : 10






**DETALLE C**  
ESCALA 1 : 10



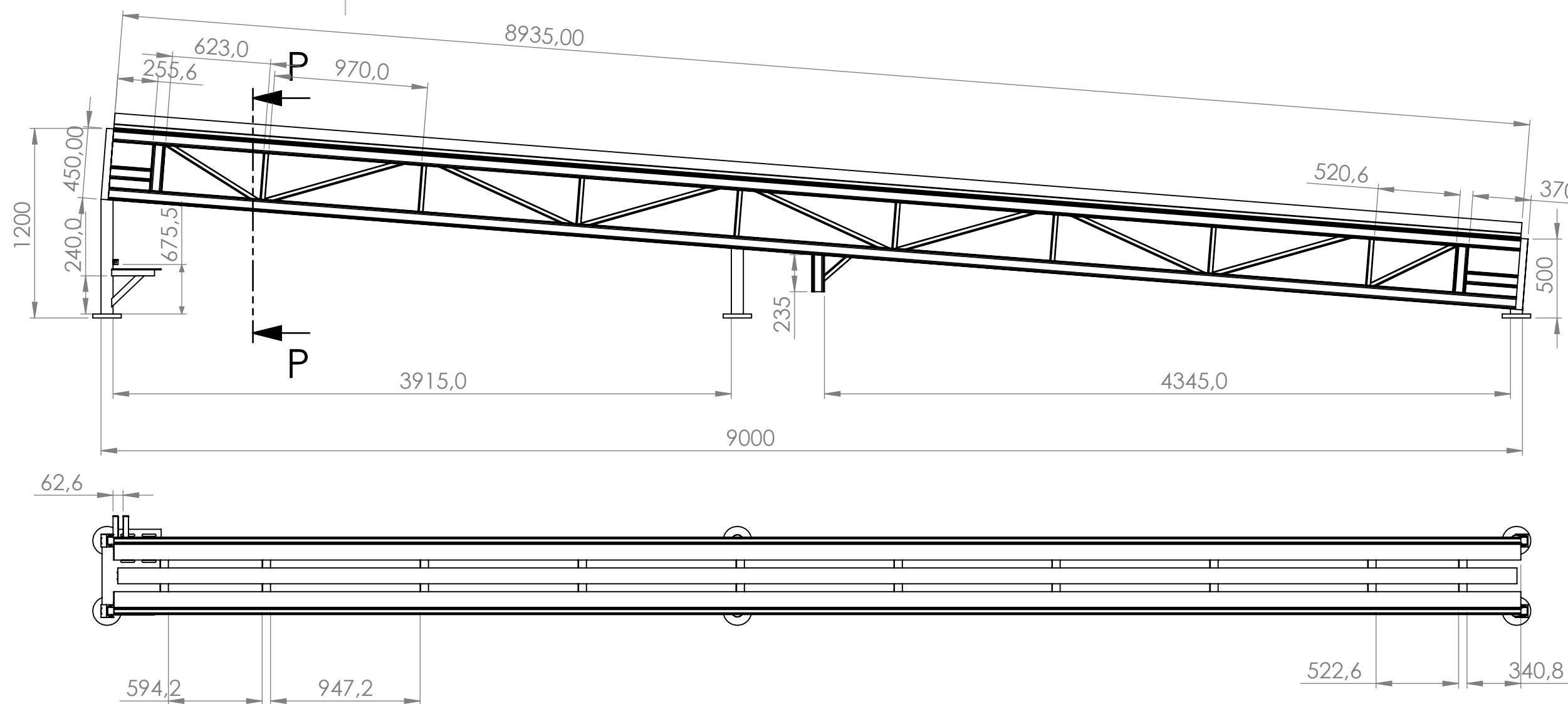
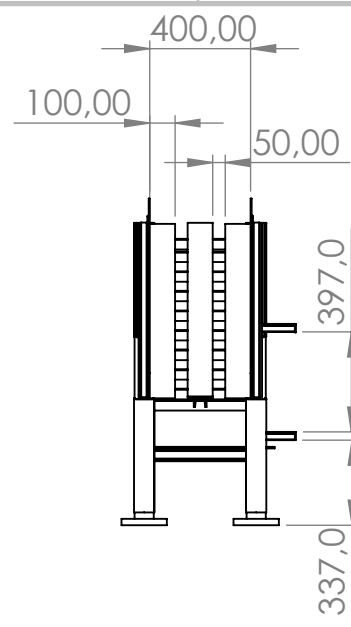
**DETALLE D**  
ESCALA 1 : 10

LISTADO DE MATERIALES M-ES-2				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-2	Chapa negra	3/16 '' x 100 mm	27.5 m
2		Perfil L	L 1 1/4'' x 1/4''	21.5 m
3		Perfil C	UPN 80	25 m
4			UPN 50	7 m
5		Caño	3'' Ø	3.5 m
6		Centros de acero SAE 1020	180mm Ø x 25mm	6

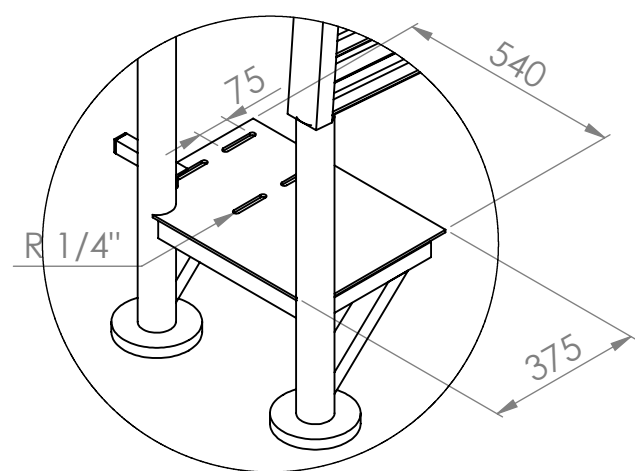
Obs. Se deben rebarbar y romper las aristas vivas. Pintado con antióxido color gris. Tipo de soldadura: continua	Dib.	25/04/19	Nombre	Correa, G.		Fábrica: 
	Rev.	25/04/19	Marchesini, F.			
	Apr.	25/04/19	Lonardi, T.	Estructura de CT6-1		Plano para: Valmet Construcciones
	Esc: 1:20			Toler. Rug.		Numero de plano: M-E-01 Codigo de pieza: M-ES-2



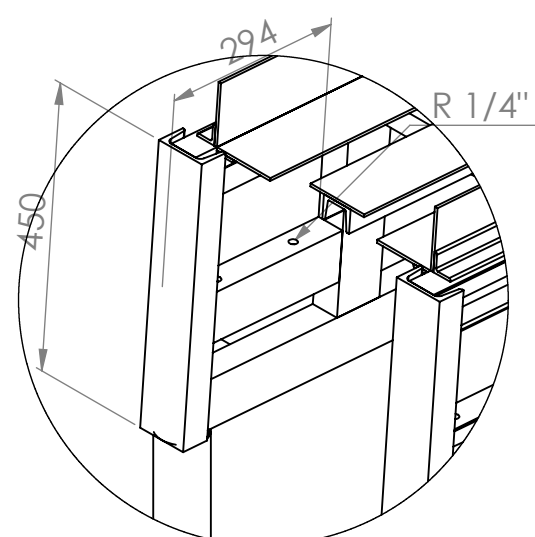
**SECCIÓN P-P**  
ESCALA 1 : 30



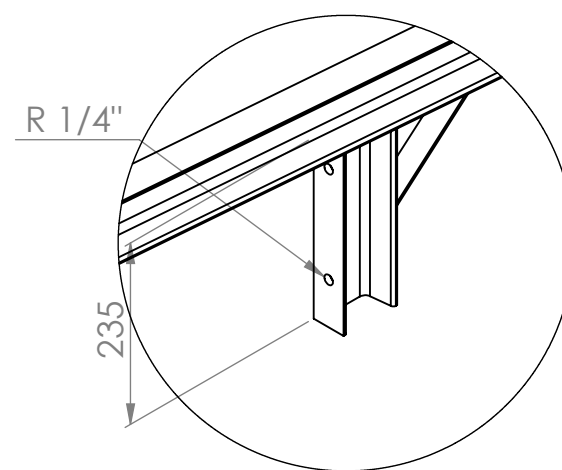
LISTADO DE MATERIALES M-ES-1				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-1	Chapa negra	3/16" x 100 mm	48.5 m
2		Perfil L	L 1 1/4" x 1/4"	39 m
3		Perfil C	UPN 80	41 m
4		Caño	UPN 50	11 m
5		Caño	3" Ø	2 m
6		Centros de acero SAE 1020	180mm Ø x 25mm	6



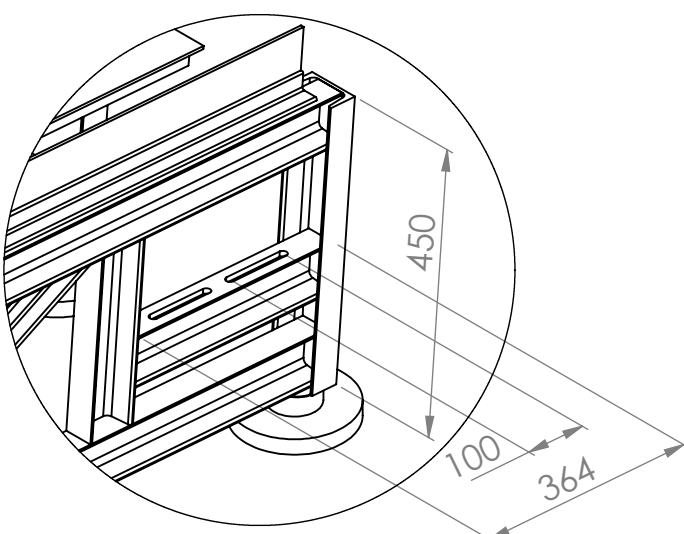
**DETALLE A**  
ESCALA 1 : 15



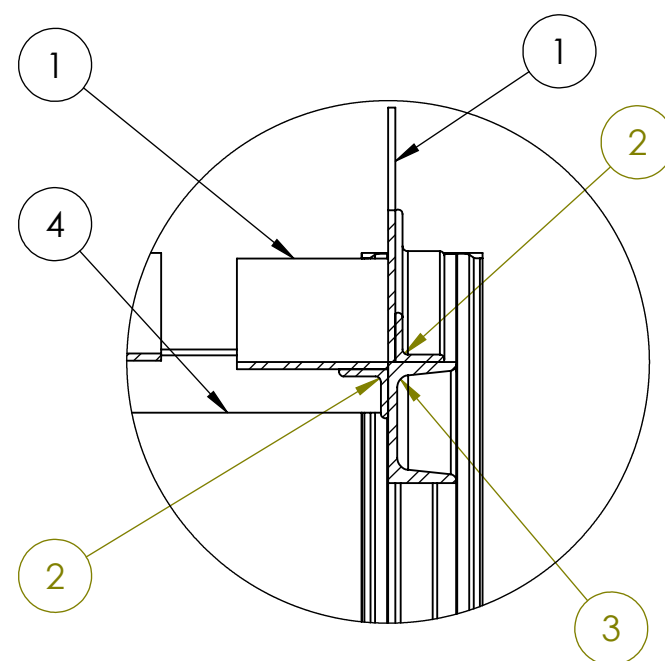
**DETALLE B**  
ESCALA 1 : 10



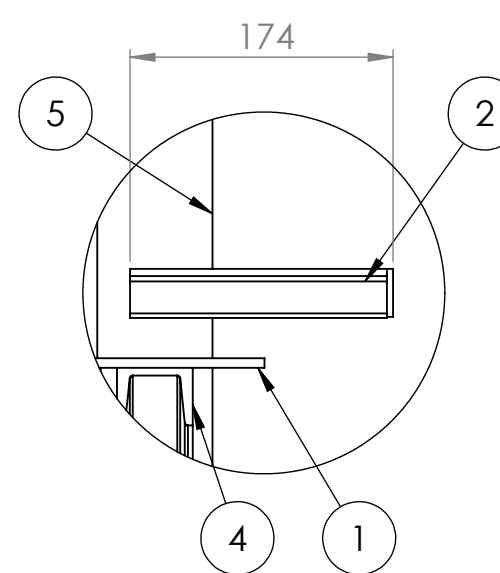
**DETALLE C**  
ESCALA 1 : 8



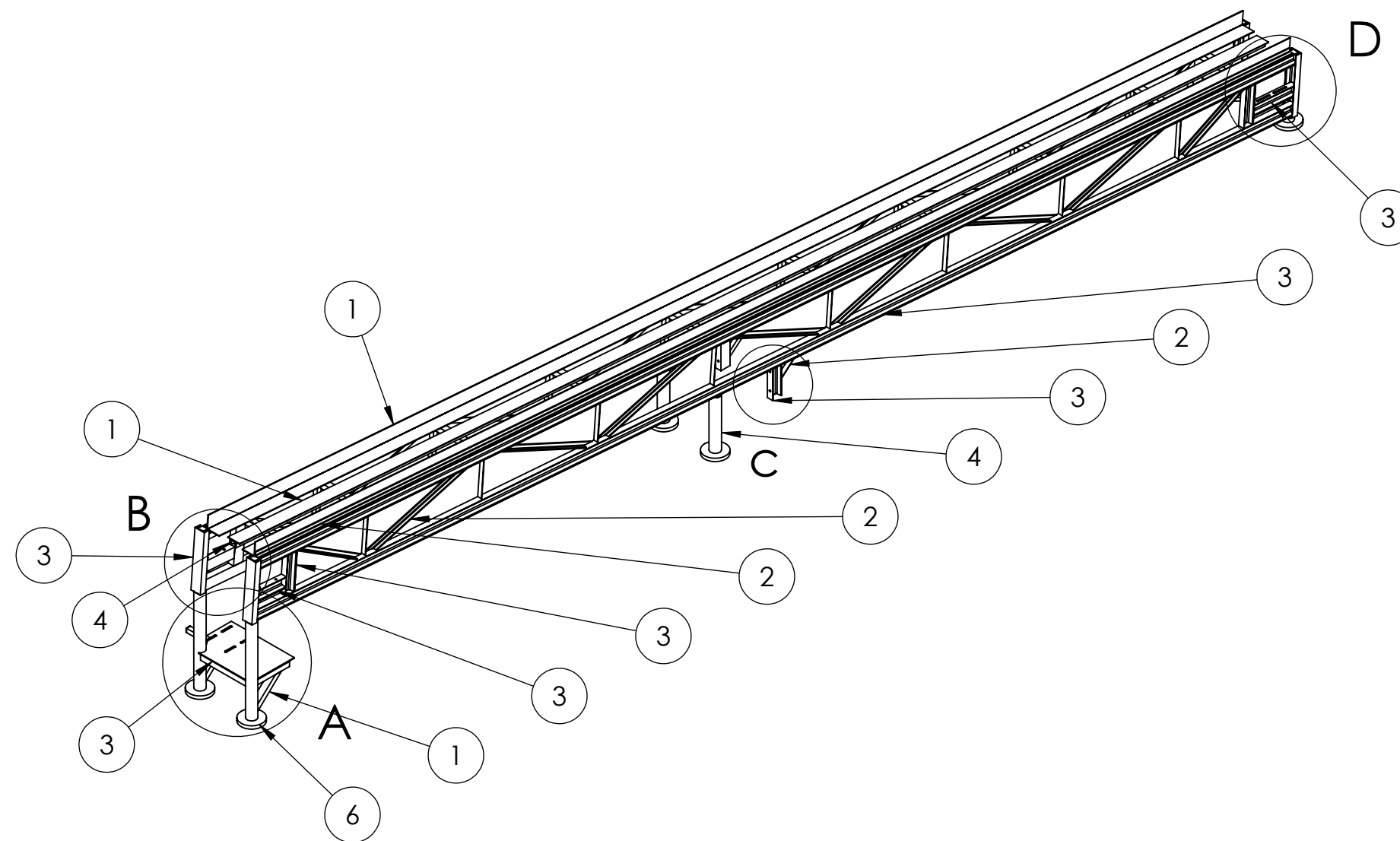
**DETALLE D**  
ESCALA 1 : 10



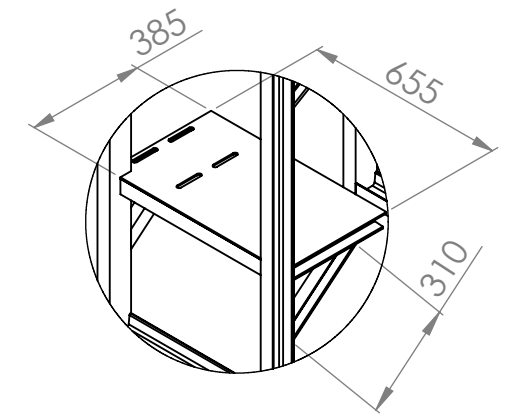
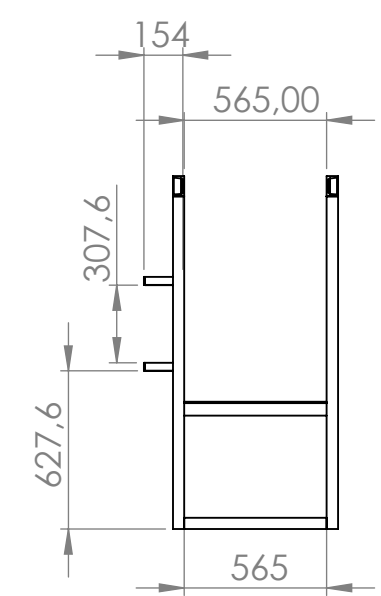
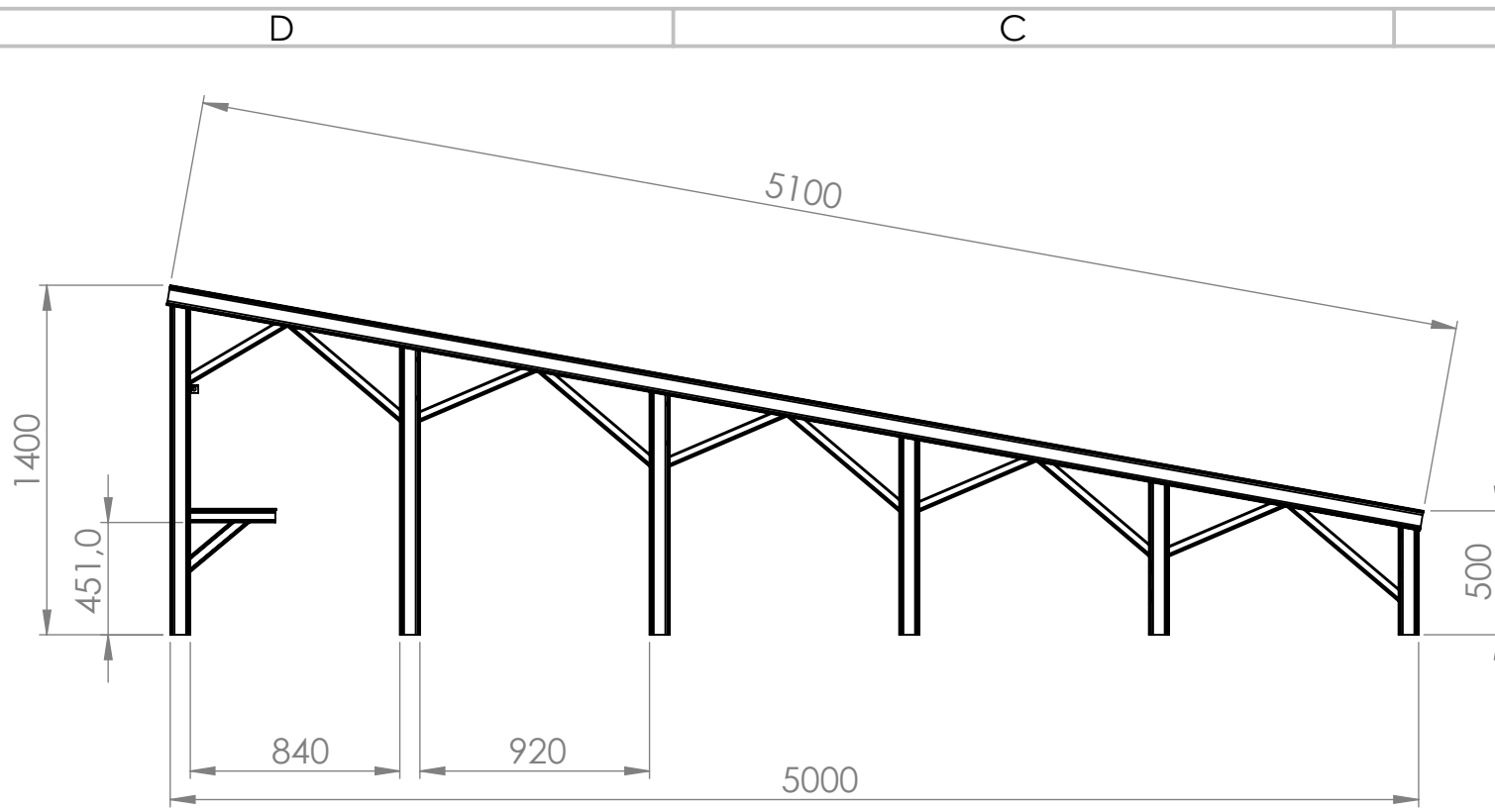
**DETALLE E**  
ESCALA 1 : 5



**DETALLE F**  
ESCALA 1 : 5

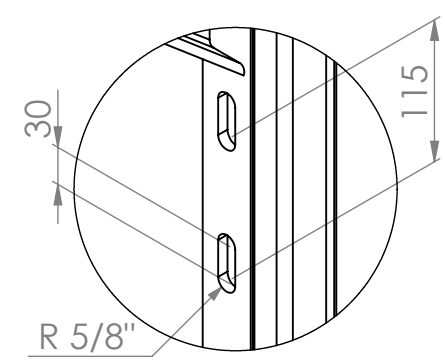


Obs. Se deben rebarbar y romper las aristas vivas. Pintado con antióxido color gris. Tipo de soldadura: continua	Dib.	Fecha	Nombre	Ciente:	Fábrica:
	Rev.	25/04/19	Marchesini, F.		
	Apr.	25/04/19	Correa, G.		
		25/04/19	Lonardi, T.		
Esc: 1:35	Estructura de CT6-2				Plano para: Valmet Construcciones
Toler. Rvg.					Numero de plano: M-E-02
					Codigo de pieza: M-ES-1

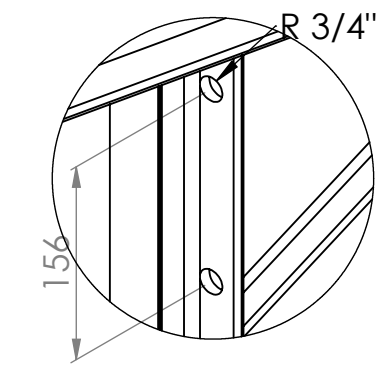


**DETALLE A**  
ESCALA 1 : 20

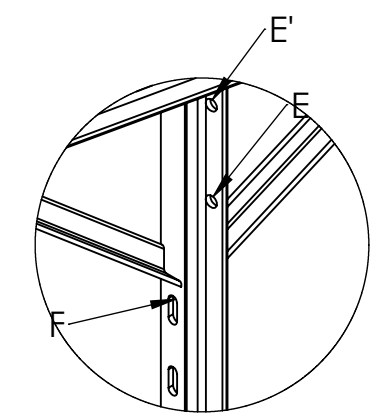
LISTADO DE MATERIALES M-ES-3				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-3	Chapa negra	3/16 '' x 100 mm	4 m
2		Perfil L	L 1 1/4'' x 1/4''	11.5 m
3		Perfil U	UPN 80	24.5 m
4			UPN 50	2 m



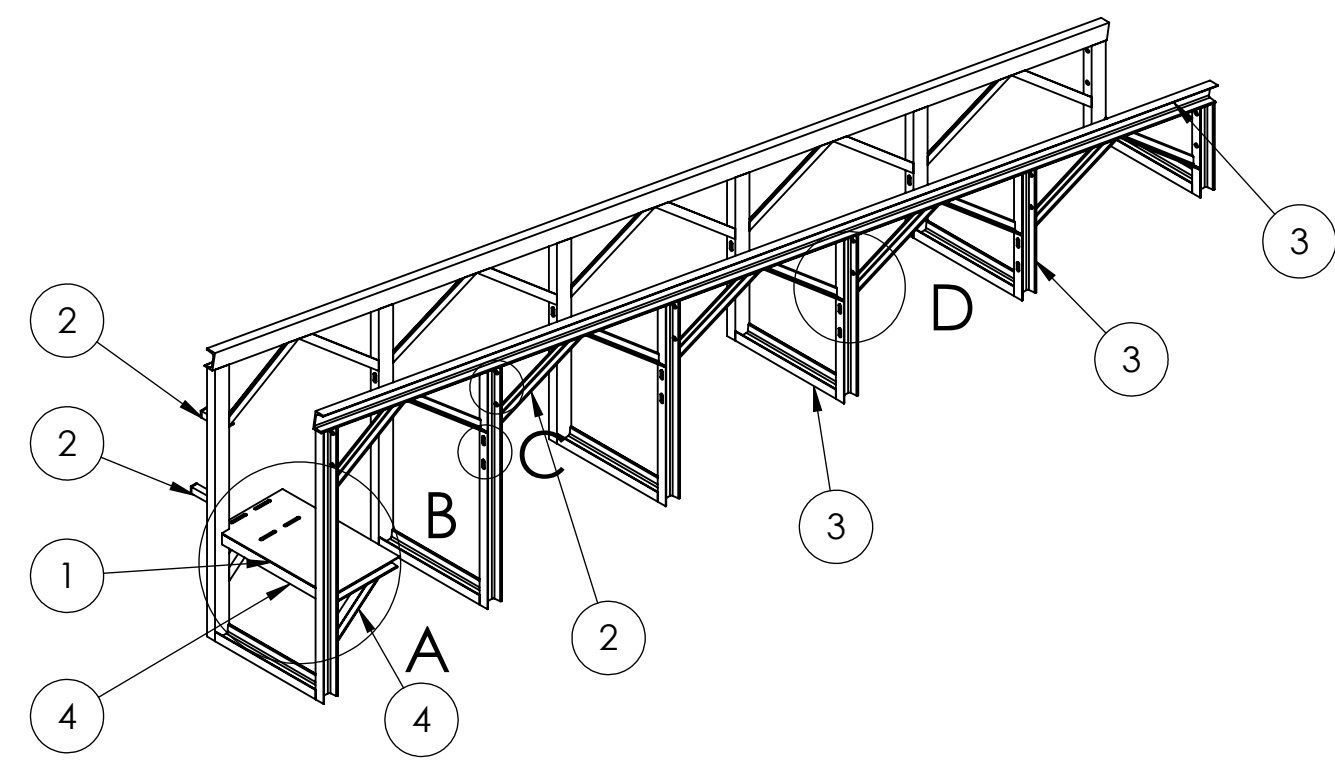
**DETALLE B**  
ESCALA 1 : 5



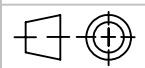


**DETALLE C**  
ESCALA 1 : 5

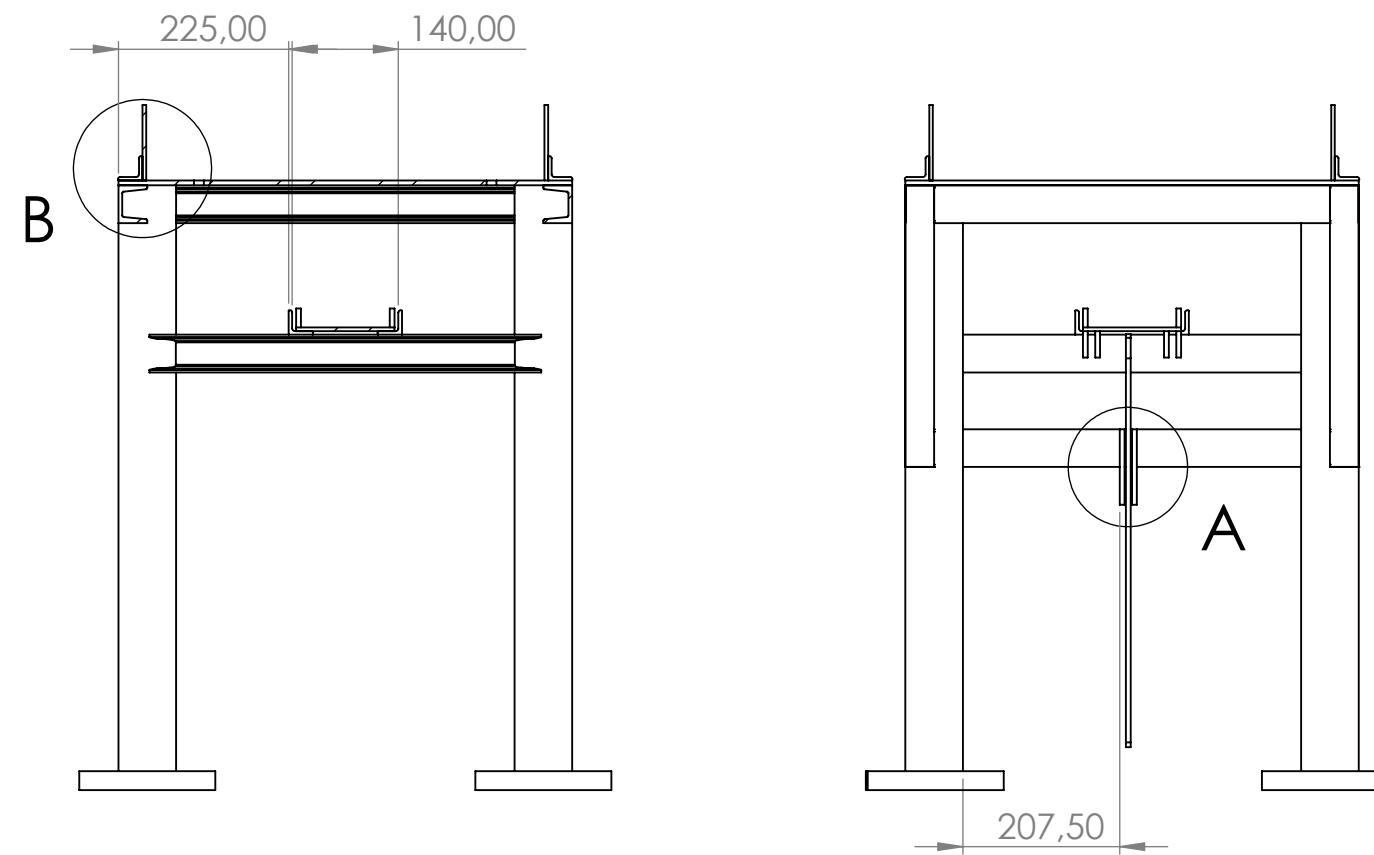
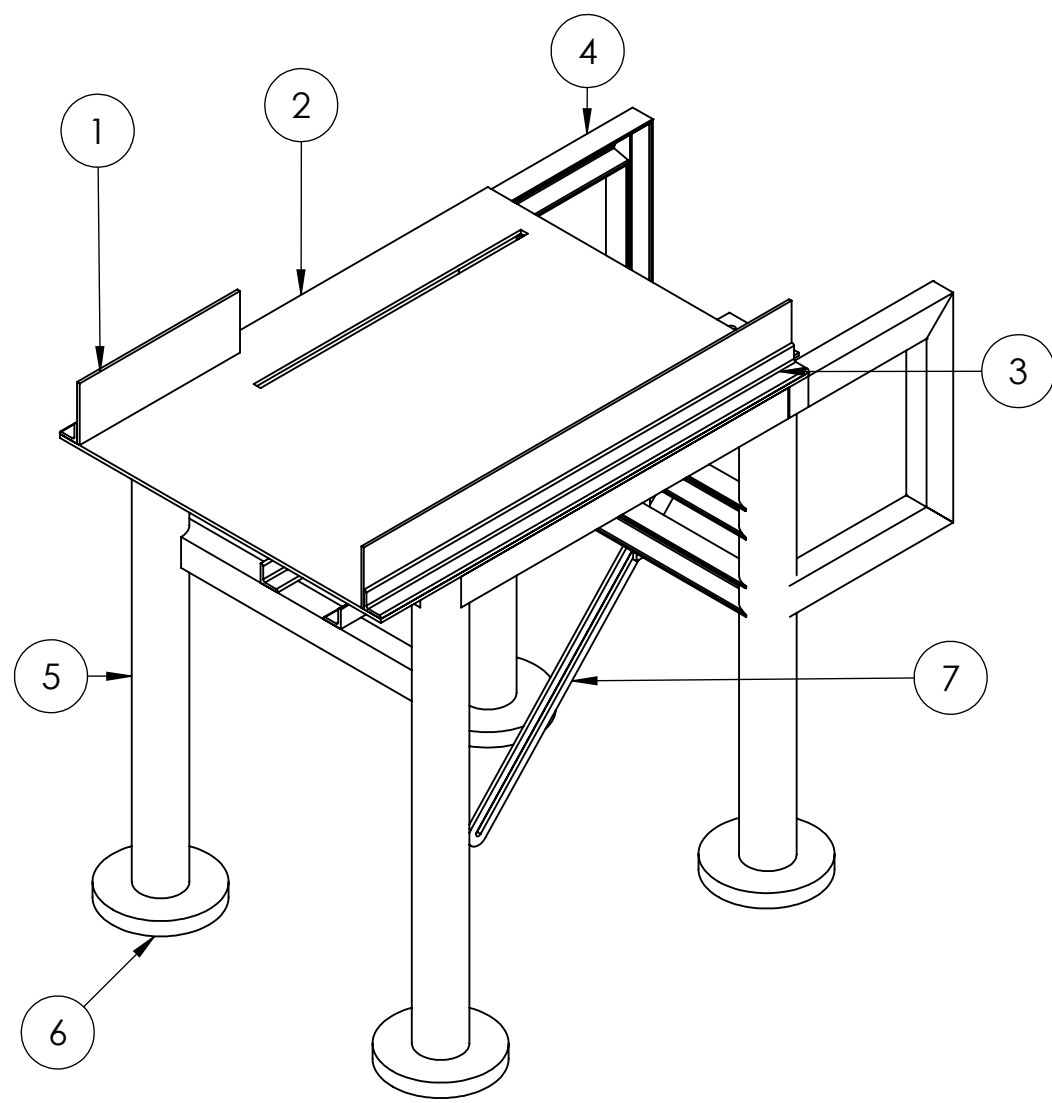


**DETALLE D**  
ESCALA 1 : 10  
La distancia vertical entre E y F es de 125 mm y entre E' y el perfil que se encuentra sobre el es de 34 mm.

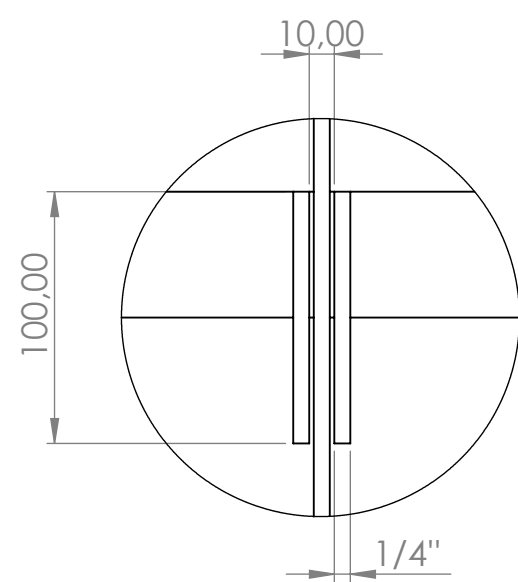
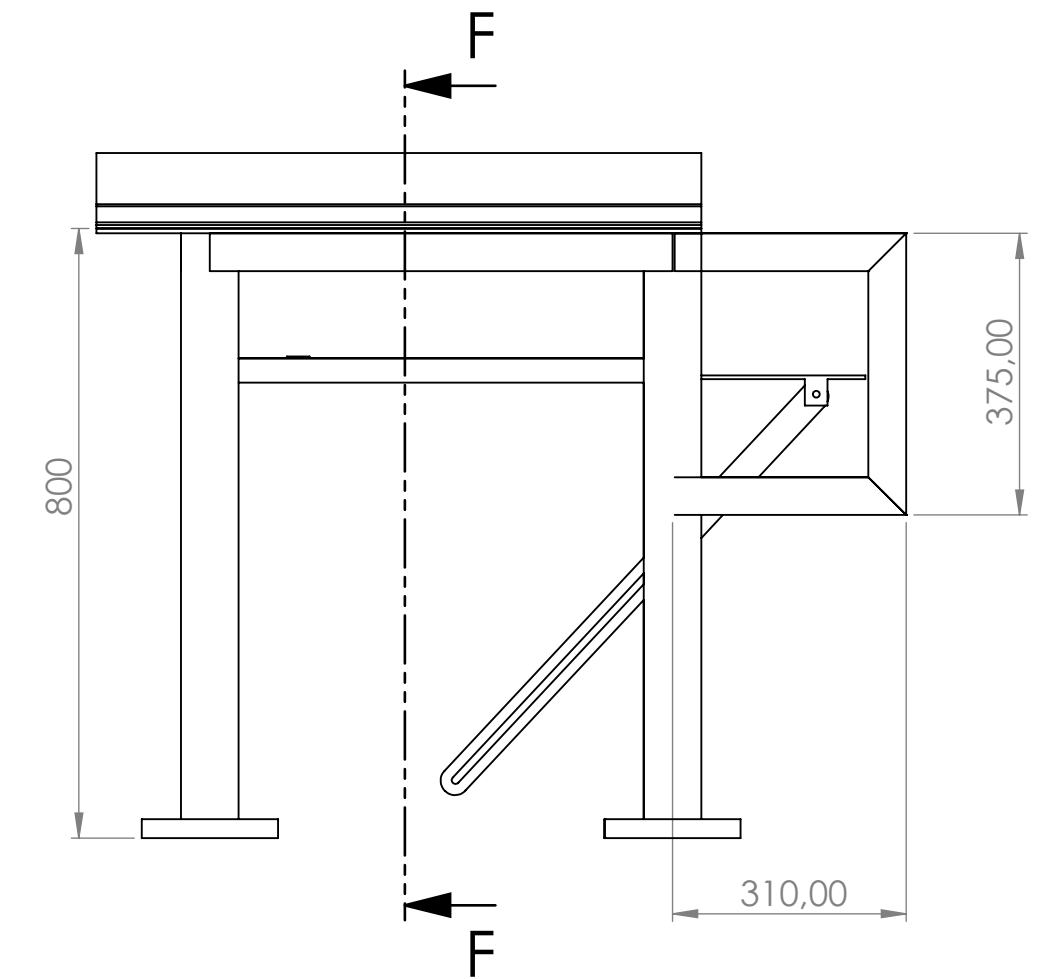


Obs. Se deben rebarbar y romper las aristas vivas. Pintado con antióxido color gris. Tipo de soldadura: continua	Dib.	26/04/19	Marchesini, F.	Cliente: 	Fábrica: 
	Rev.	26/04/19	Correa, G.		
	Apr.	26/04/19	Lonardi, T.		
	Esc: 1:30				Plano para: Valmet Construcciones
Toler. Rug.	Estructura de CT6-3				Numero de plano: M-E-03
					Codigo de Pieza: M-ES-3

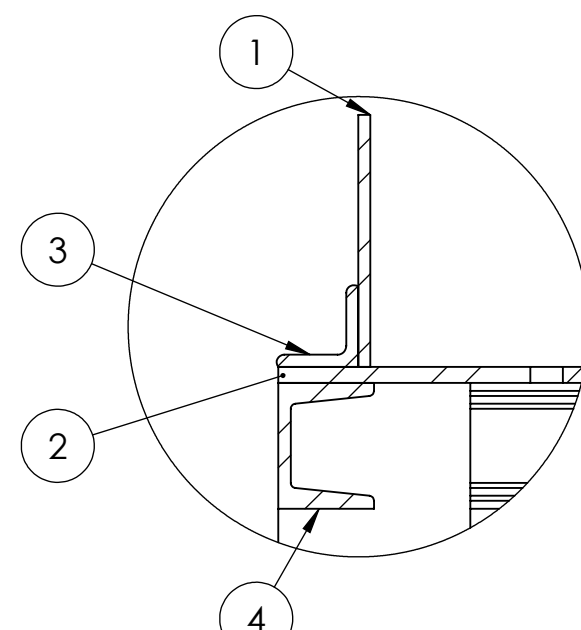




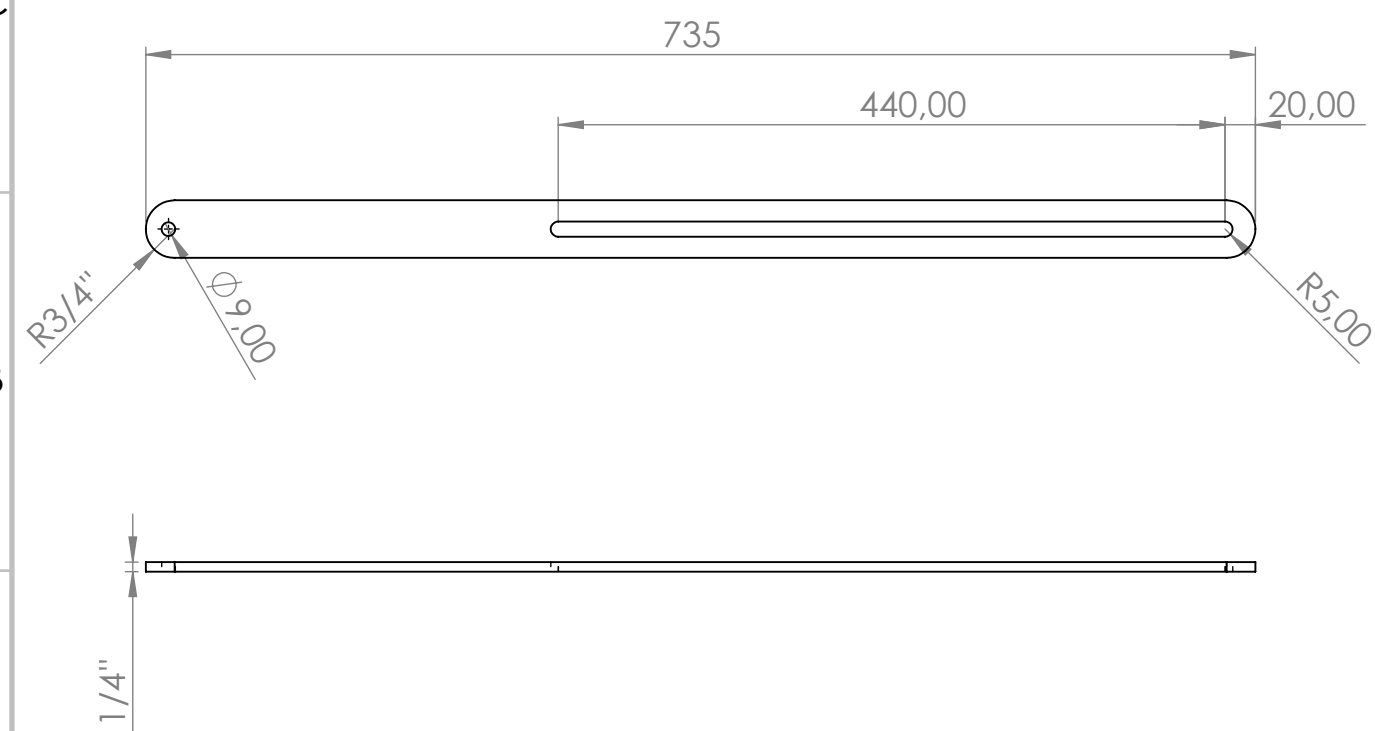
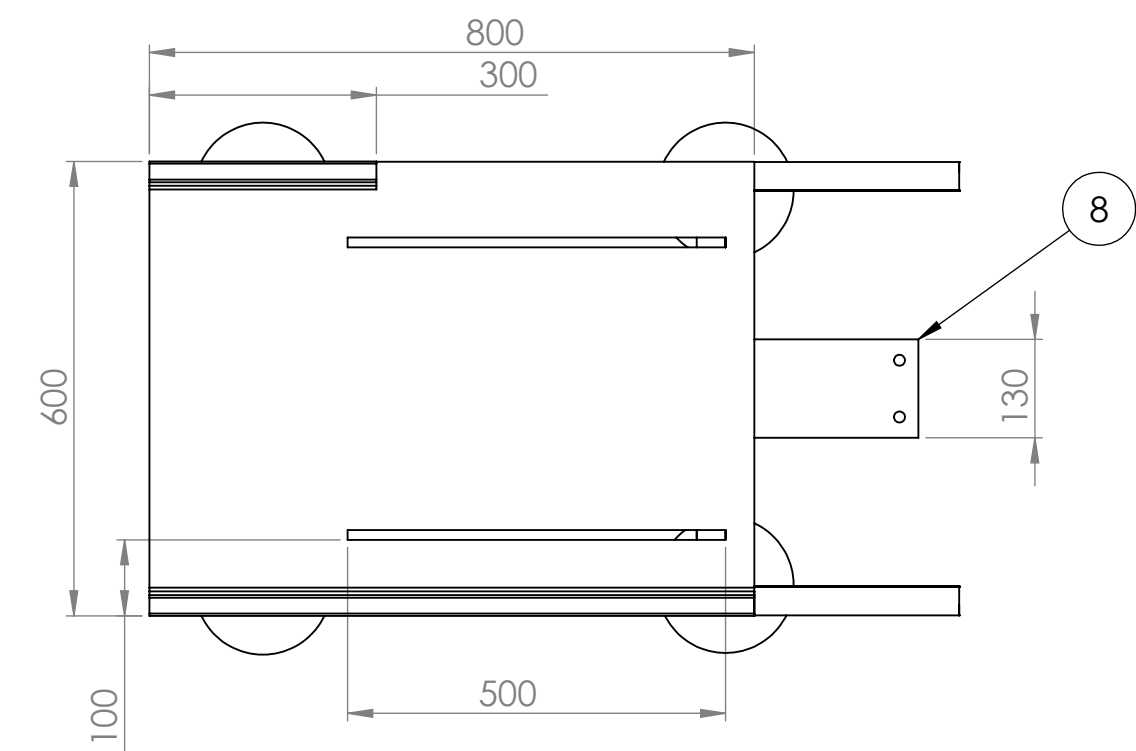
SECCIÓN F-F  
ESCALA 1 : 10



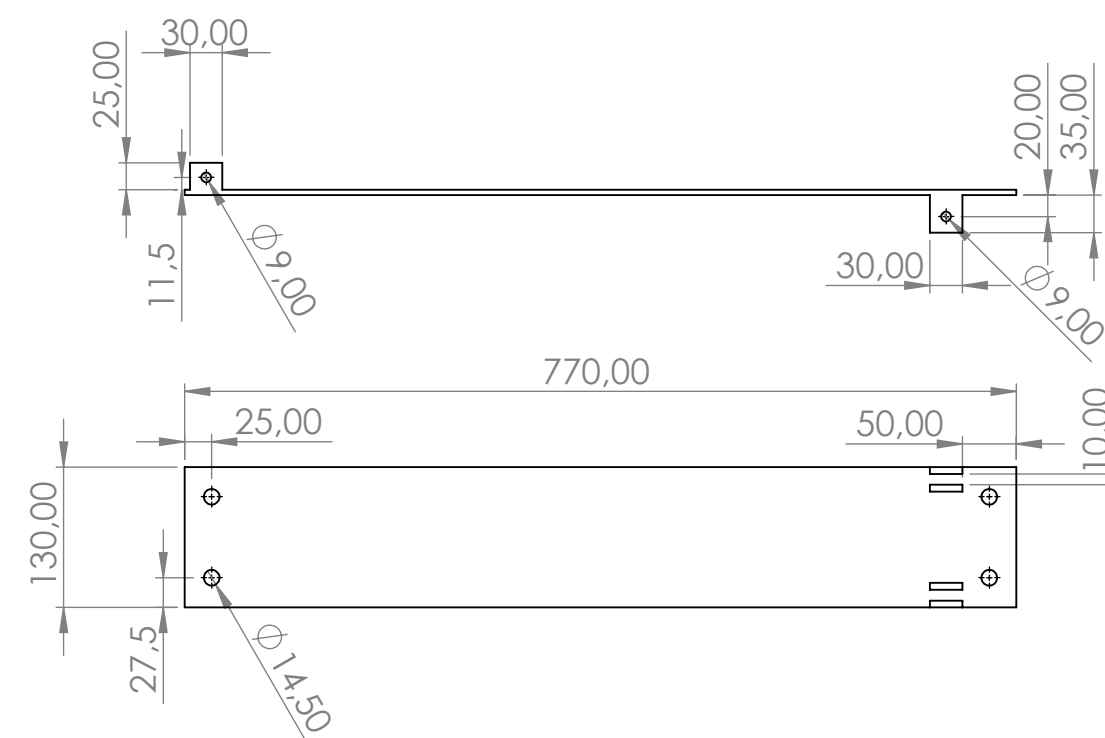
DETALLE A  
ESCALA 1 : 3



DETALLE B  
ESCALA 1 : 3





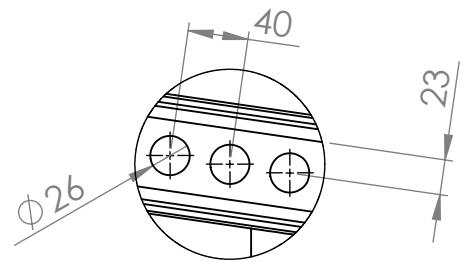
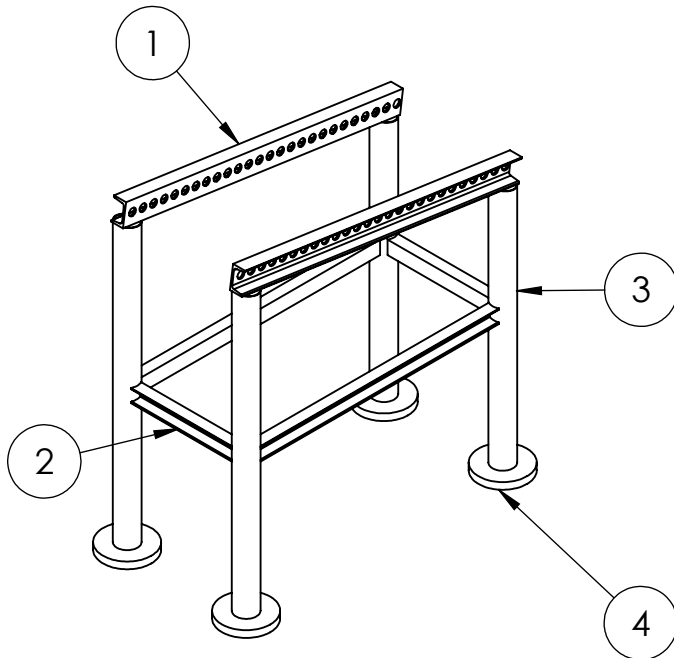
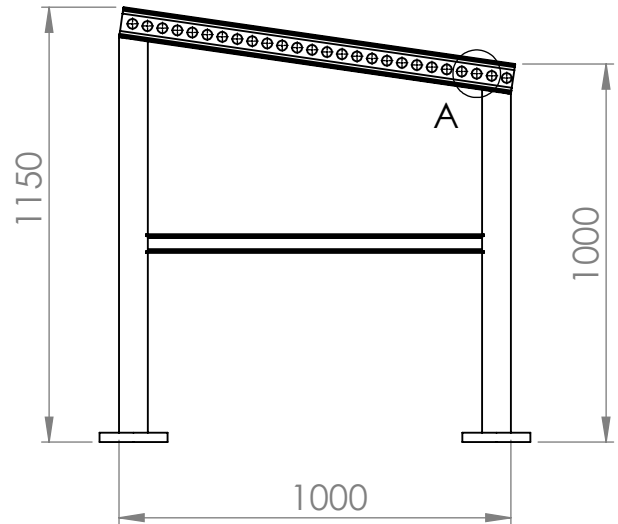
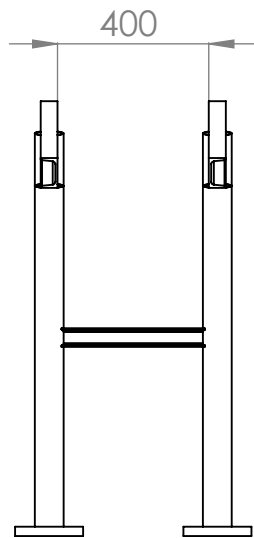
PLANCHUELA  
ESCALA 1:5



APOYO DEL CILINDRO NEUMATICO  
ESCALA 1:7

LISTADO DE MATERIALES M-ES-8				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-8	Chapa negra	3/16" x 100 mm	2 m
2		Perfil L	1/4" x 100 mm	4,5 m
3		Perfil U	1 1/4" x 1/4"	2,5 m
4		Caño	UPN 50	5,5 m
5		Caño	3" Ø	5,5 m
6		Centros de acero SAE 1020,	180mm Ø x 25mm	4
7		Planchuela	1 1/2" x 1/4"	1 m
8		Apoyo de cilindro neumático		1


Obs. Se deben rebarbar y romper las aristas vivas. Pintado con antióxido color gris. Tipo de soldadura: continua	Fecha	Nombre	Cliente:	Fábrica:
	Dib.	25/04/19	Marchesini, F.	 
	Rev.	25/04/19	Correa, G.	
	Apr.	25/04/19	Lonardi, T.	
Esc: 1:10	Estructura PD6-2			Plano para: Valmet Construcciones
Toler. Rug.				Numero de plano: M-E-04
				Codigo de pieza: M-ES-8



DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

LISTADO DE MATERIALES M-ES-4				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-4	Perfil u	UPN 80	2.5 m
2			UPN 50	3 m
3		Caño	3" Ø	4
4		Centro de mecanizado		4

Obs.  
La cantidad de perforaciones en cada uno de los perfiles UPN 80 es de 26.  
Pintado con antióxido color gris.  
Tipo de soldadura: continua

Dib.	Fecha	Nombre	Cliente:
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.	
Apr.	25/04/19	Marchesini, F.	

Fábrica:  

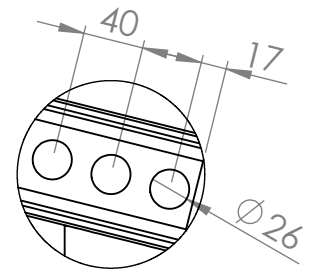
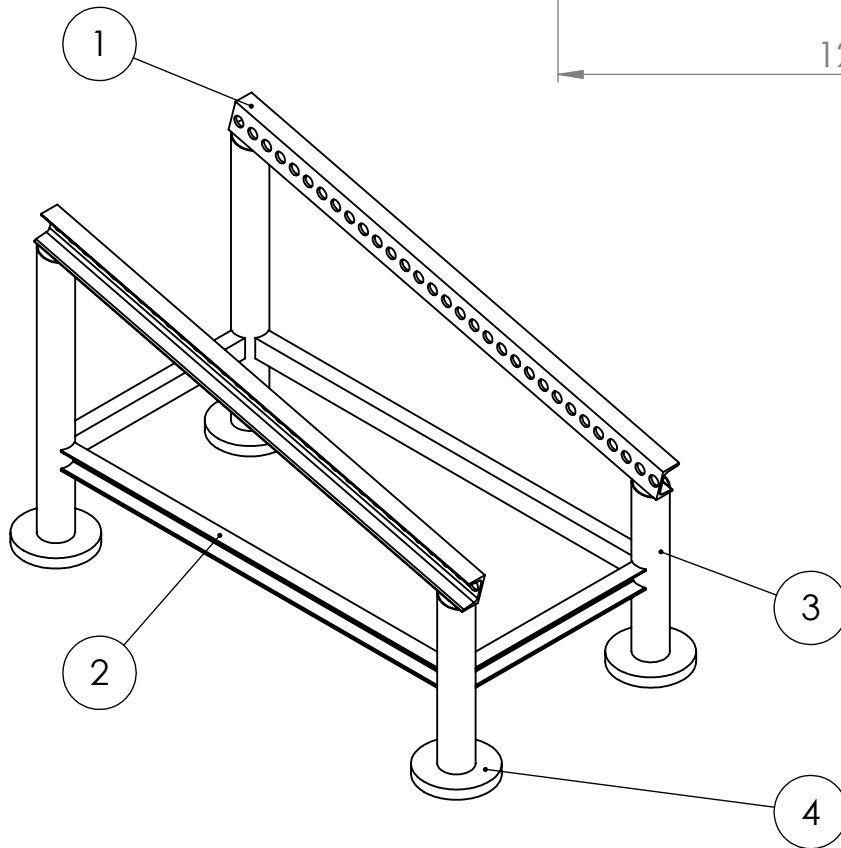
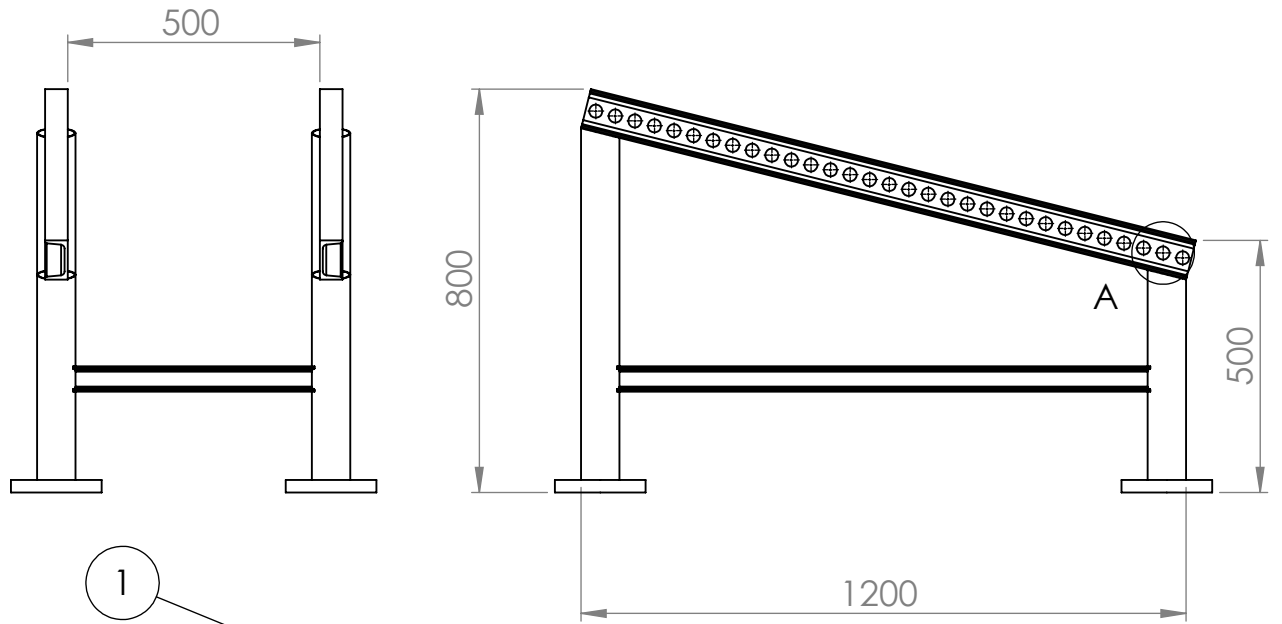



### Estructura de RR6-1

Plano para: Valmet Construcciones

Numero de plano: M-E-05

Codigo de pieza: M-ES-4



DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

LISTADO DE MATERIALES M-ES-5				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-4	Perfil U	UPN 80	2.5 m
2			UPN 50	3.5 m
3		Caño	3" Ø	2.5
4		Centros de acero SAE 1020, 180mm Ø x 25mm		4

Obs.  
La cantidad de perforaciones en cada uno de los perfiles UPN 80 es de 31.  
Pintado con antióxido color gris.  
Tipo de soldadura: continua

Dib.	Fecha	Nombre
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.
Apr.	25/04/19	Correa, G.
		Marchesini, F.

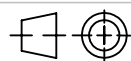
Cliente:



Fábrica:



Esc: 1:15



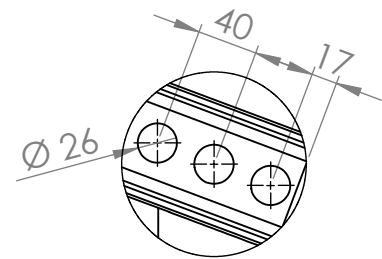
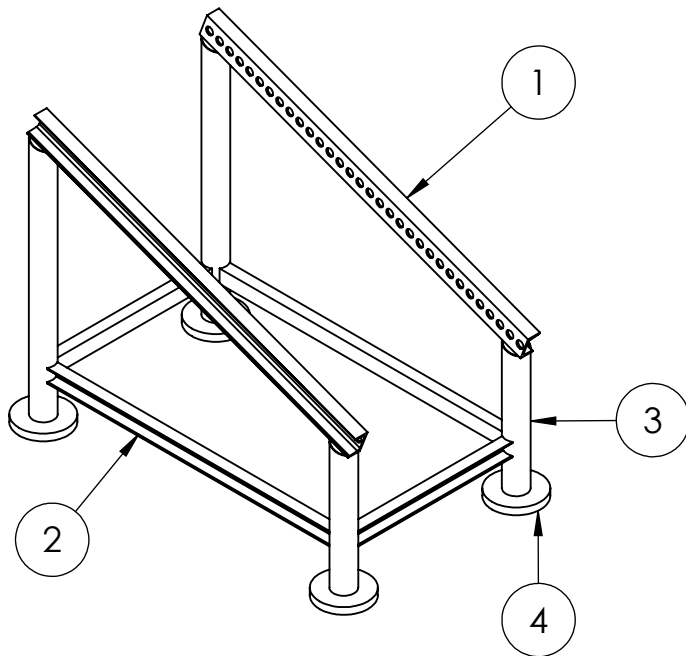
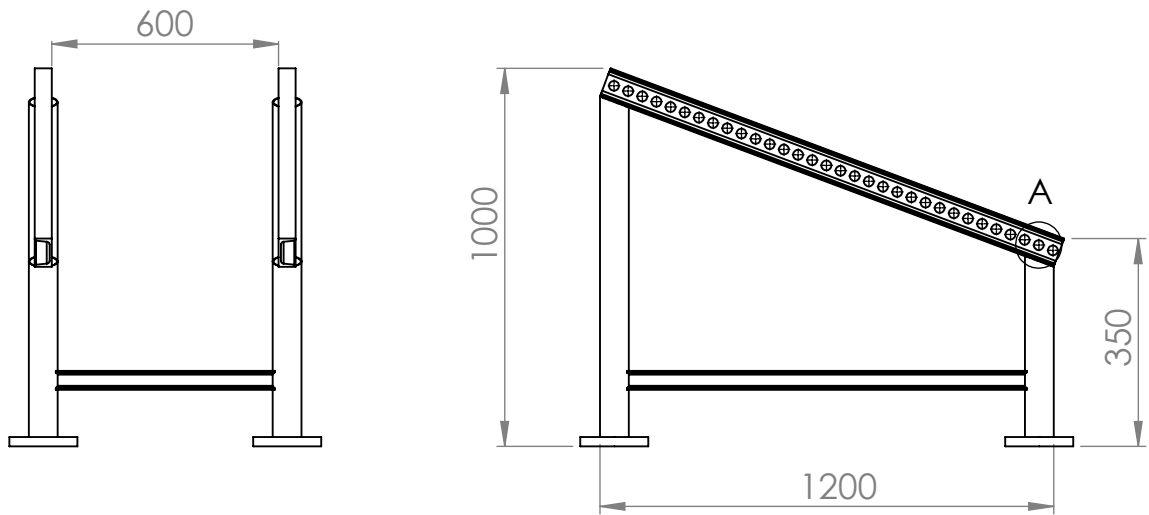
Toler.  
Rug.

Estructura RR6-2

Plano para: Valmet construcciones

Numero de plano: M-E-06


Codigo de pieza: M-E-5



DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

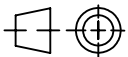
LISTADO DE MATERIALES M-ES-6				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-4	Perfil C	UPN 80	3 m
2			UPN 50	3.5 m
3		Caño	3" Ø	2
4		Centro de mecanizado		4

Obs.  
La cantidad de perforaciones en cada uno de los perfiles UPN 80 es de 32.  
Pintado con antióxido color gris.  
Tipo de soldadura: continua

Dib.	Fecha	Nombre	Cliente:
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.	
Apr.	25/04/19	Correa, G.	
		Marchesini, F.	



Esc: 1:20



Toler. Rug.

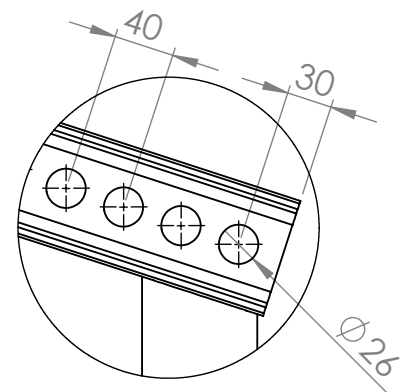
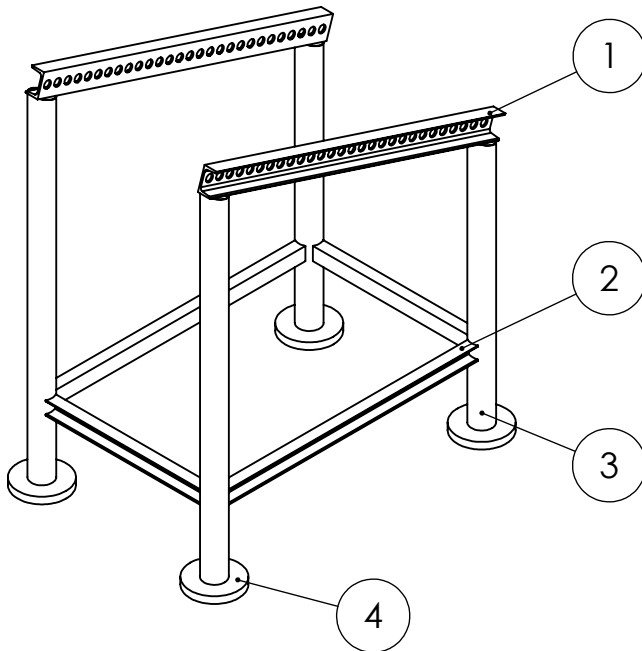
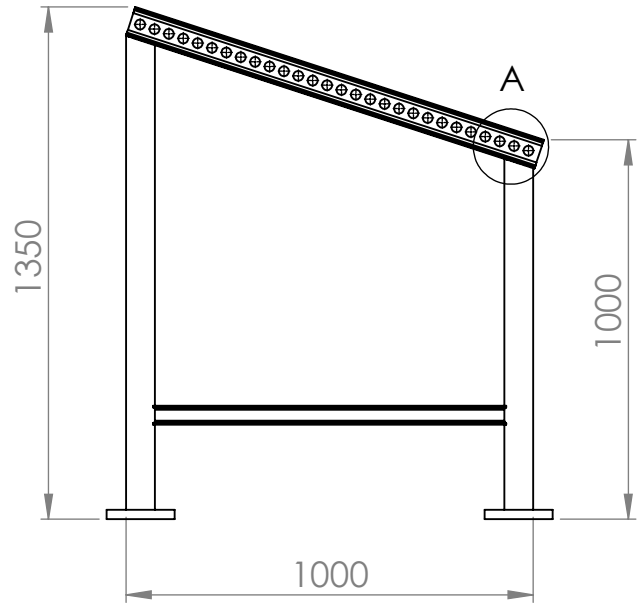
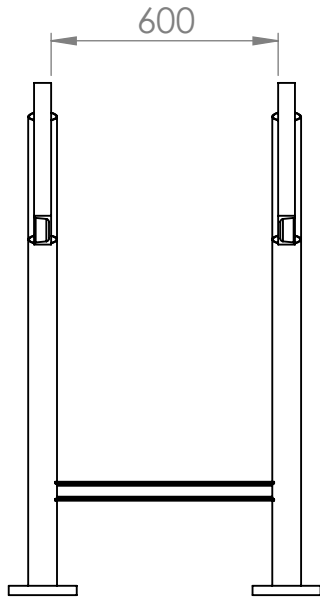
### Estructura RR6-3

Fábrica:

Plano para: Valmet Construcciones

Numero de plano: M-E-07


Codigo de pieza: M-ES-6



DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

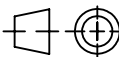
LISTADO DE MATERIALES M-ES-7				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-ES-7	Perfil C	UPN 80	2,5 m
2			UPN 50	3,5 m
3		Caño	3" Ø	2 m
4		Centros de acero SAE 1020, 180mm Ø x 25mm		4

Obs.  
La cantidad de perforaciones en cada uno de los perfiles UPN 80 es de 28.  
Pintado con antióxido color gris.  
Tipo de soldadura: continua

Dib.	Fecha	Nombre	Cliente:
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.	
Apr.	25/04/19	Correa, G.	
		Marchesini, F.	

Fábrica: 

Esc: 1:20



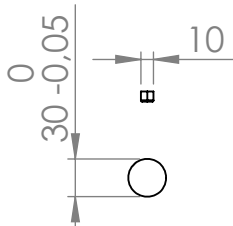
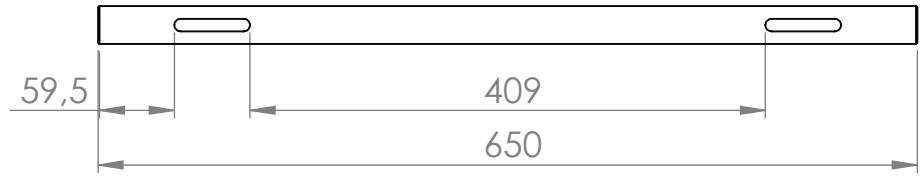
Toler.  
Rug.

### Estructura de RR6-4

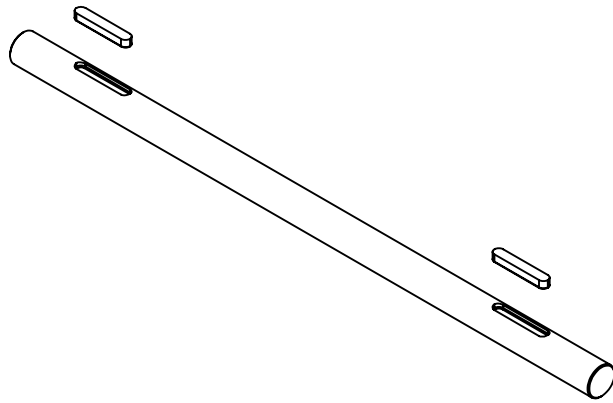
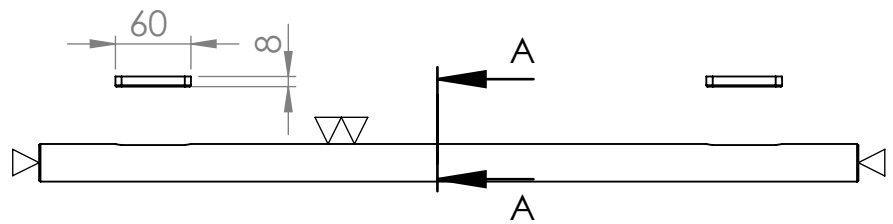
Plano para: Valmet Construcciones

Numero de plano: M-E-08

Codigo de pieza: M-ES-7

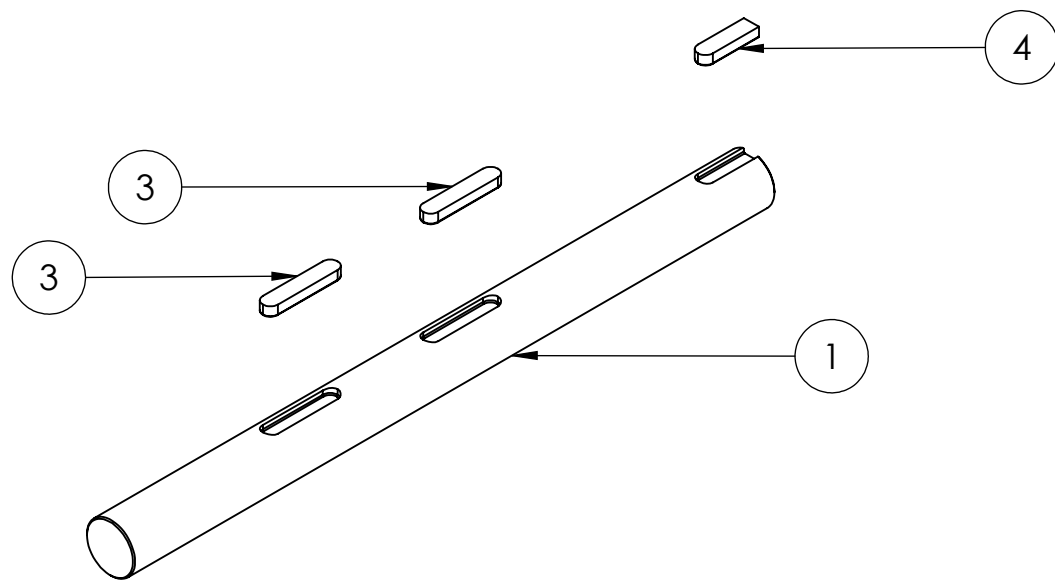
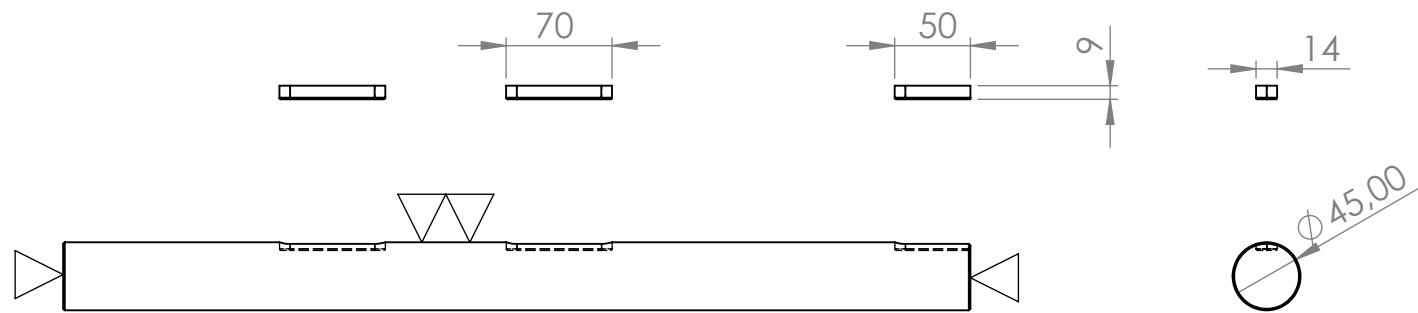
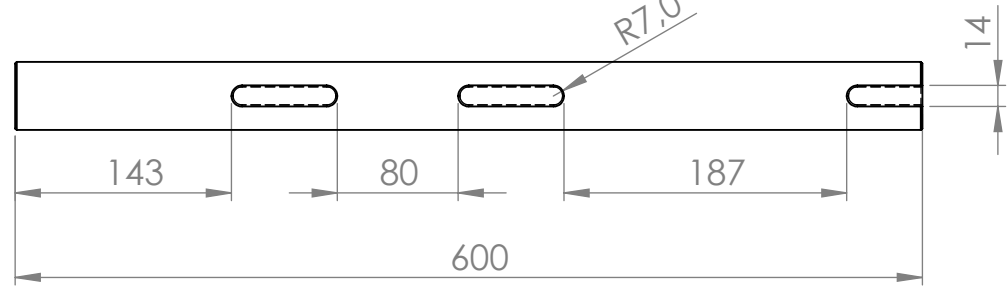


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 6

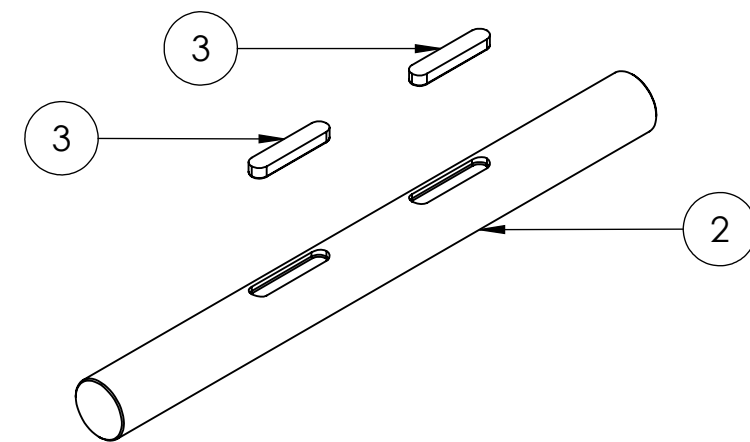
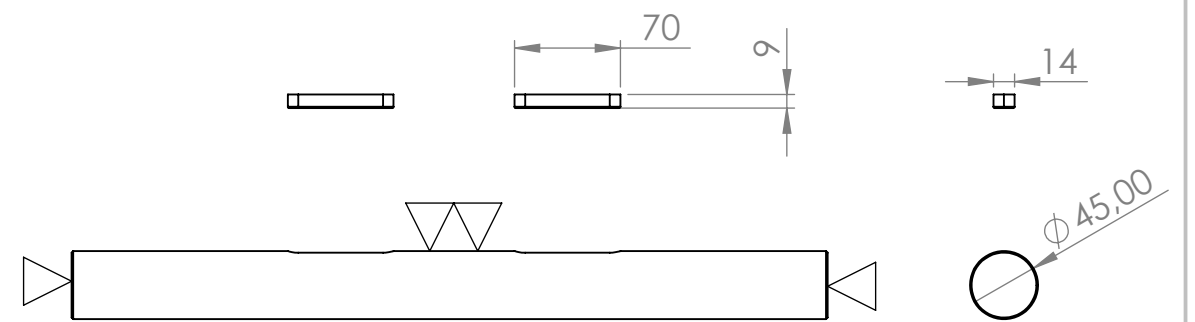
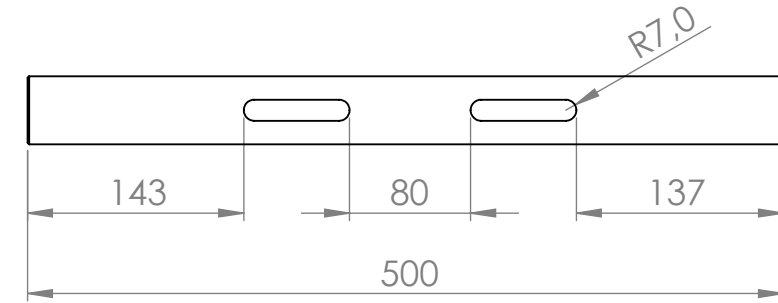


	Fecha	Nombre	Cliente:	Fábrica:
Dib.	28/04/19	Marchesini, F.		
Rev.	28/04/19	Correa, G.		
Apr.	28/04/19	Lonardi, T.		
Esc: 1:6	<h2>Eje conducido de CT6-3</h2>			Plano para: Tornero
				Numero de plano: M-P-01
Toler.				Codigo de pieza: M-TP-14
Rug.				



# Eje motriz M-TP-4

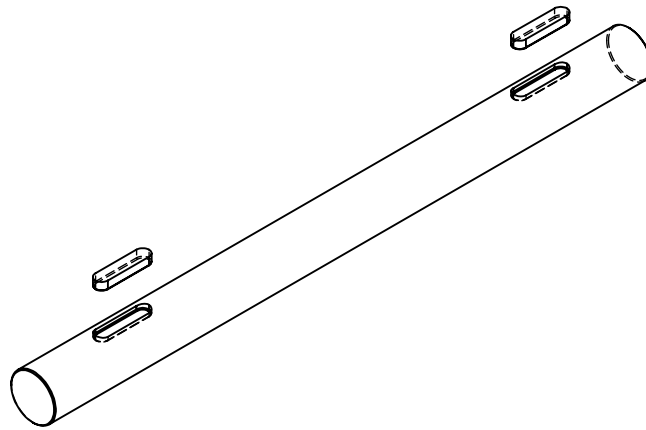
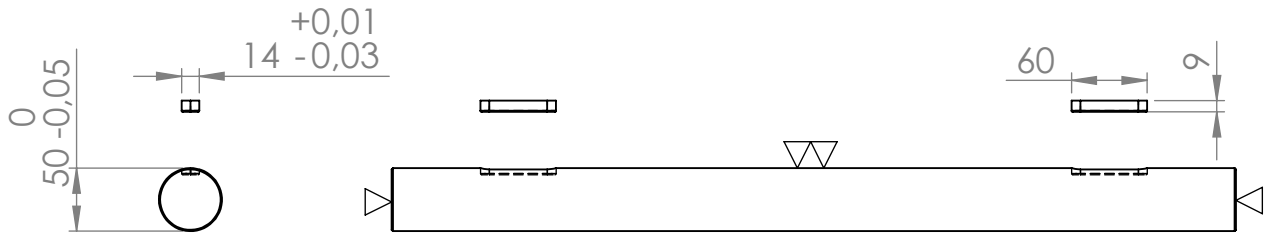
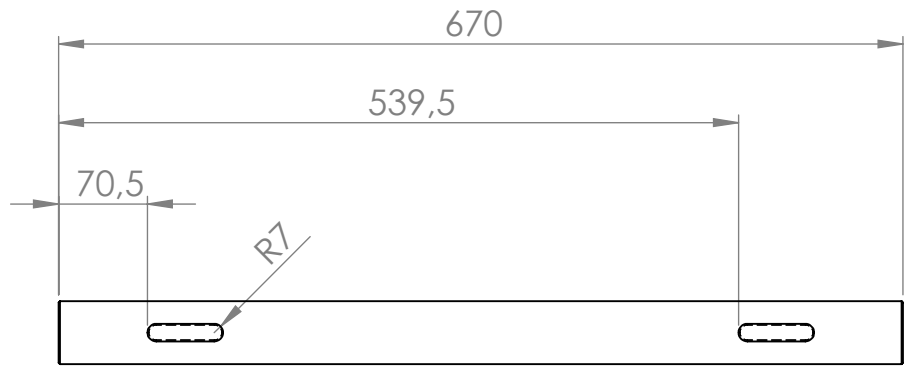


# Eje conducido M-TP-7



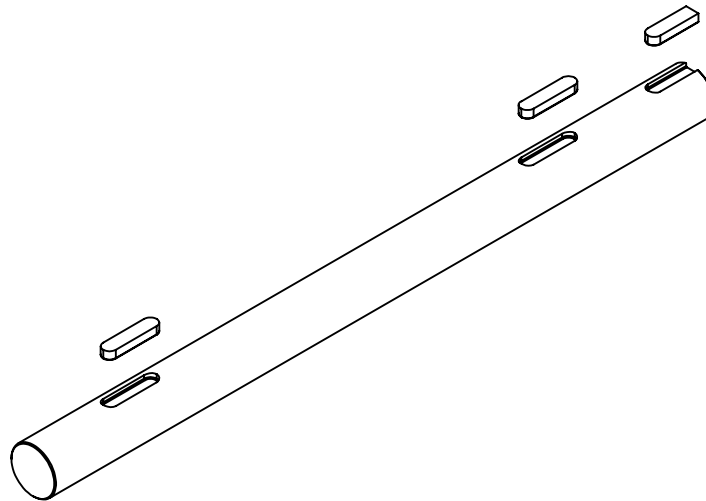
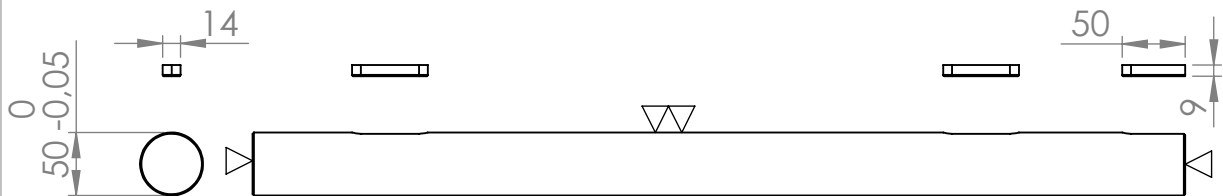
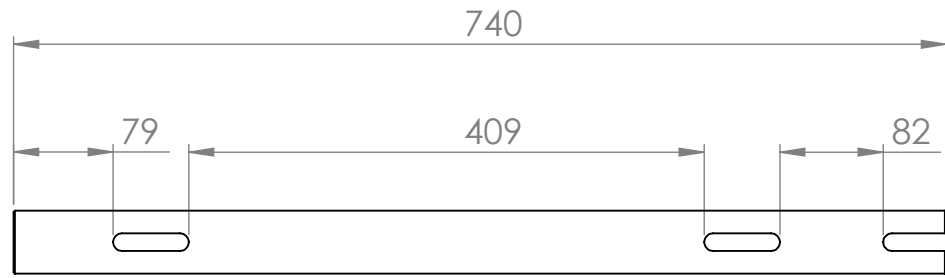
LISTADO DE MATERIALES M-ES-8				
Referencia	Codigo	Articulo	Especificación	Cantidad
1	M-TP-4	Arbol motriz	Acero trefilado SAE 1045, 45 mm Ø x 600 mm	1 m
2	M-TP-7	Arbol conducido	Acero trefilado SAE 1045, 45 mm Ø x 500 mm	2 m
3	M-TP-5	Chavetas para rueda dentada para cadena transportadora	DIN 6885, Acero SAE 1020, 14 mm x 9 mm x 70 mm	6
4	M-TP-6	Chavetas para corona de cadena transmisora de potencia	DIN 6885, Acero SAE 1020, 14 mm x 9 mm x 50 mm	1

Dib.	26/04/19	Nombre	Marchesini, F.	Cliete:		Fábrica:	
Rev.	26/04/19		Correa, G.				
Apr.	26/04/19		Tomas, L.				
Esc: 1:5		<h2>Eje motriz y conducido con chavetas</h2>			Plano para: Torno		
Toler. Rug.					Numero de plano: M-P-02		
					Codigo de pieza: M-TP-4 y M-TP-7		



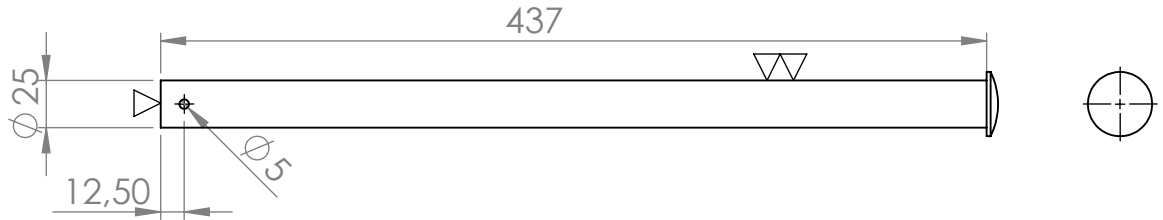
	Fecha	Nombre	Ciente:	Fábrica:
Dib.	25/04/19	Marchesini, F.		
Rev.	25/04/19	Correa, G.		
Apr.	25/04/19	Lonardi, T.		
Esc: 1:6	<b>Arbol conducido de cinta CT6-3</b>			Plano para: Tornero
				Numero de plano: M-P-03
Toler. Rug.				Codigo de pieza: M-TP-13



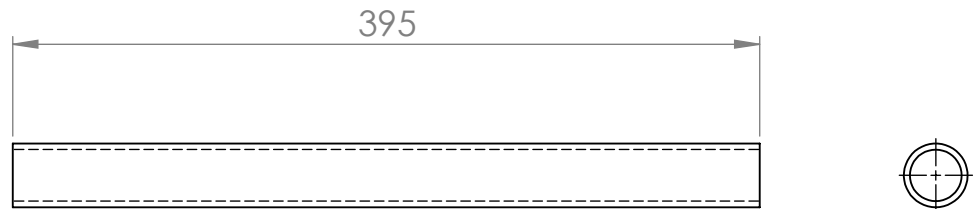


	Fecha	Nombre	Ciente:	Fábrica:
Dib.	25/04/19	Marchesini, F.		
Rev.	25/04/19	Correa, G.		
Apr.	25/04/19	Lonardi, T.		
Esc: 1:6	<b>Eje motriz de cinta CT6-3</b>			Plano para: Torno
				Numero de plano: M-P-04
Toler.				Codigo de pieza: M-TP-10
Rug.				

# Eje M-SA-7



# Caño 1" SCH 40 M-SA-8



Obs.  
La cantidad  
necesaria de  
ambas piezas es  
de 26

	Fecha	Nombre
Dib.	25/04/19	Lonardi, T.
Rev.	25/04/19	Correa, G.
Apr.	25/04/19	Marchesini, F.

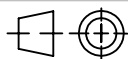
Cliente:



Fábrica:



Esc: 1:4



Toler.  
Rug.

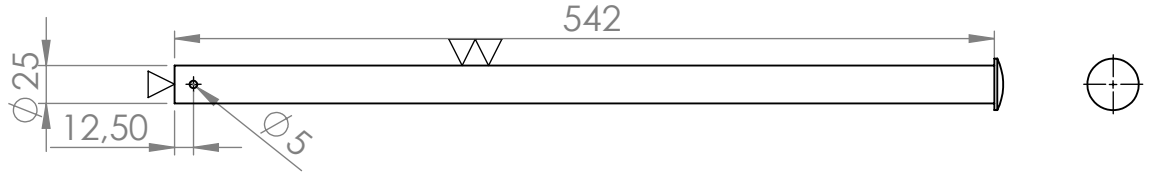
Eje y caño de RR6-1

Plano para: Tornero

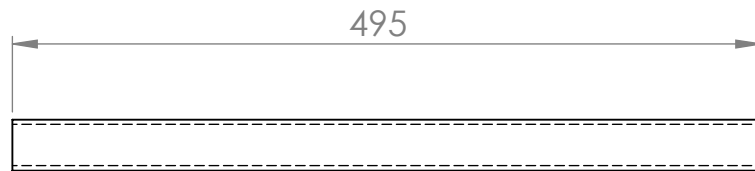
Numero de plano: M-P-05

Codigo de pieza: M-SA-7 y M-SA-8

# Eje M-SA-9



# Caño 1" SCH 40 M-SA-10



Obs.  
La cantidad  
necesaria de ambas  
piezas es de 31  
unidades

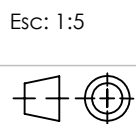
Dib.	Fecha	Nombre
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.
Apr.	25/04/19	Correa, G.
		Marchesini, F.

Cliente:  

**futura**  
 constabilidad en soluciones *recrutamiento*

Fábrica:  

**UTN**  
**FRCU**



Toler.  
Rug.

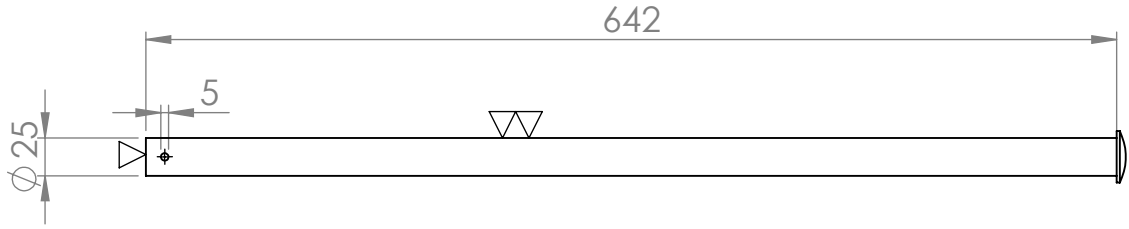
Eje y caño de RR6-2

Plano para: Tornero

Numero de plano: M-P-06

Codigo de pieza: M-SA-9 y M-SA-10

# Eje M-SA-11



# Caño 1" SCH 40 M-SA-12



Obs.  
La cantidad  
necesaria de ambas  
piezas es de 60  
unidades

Dib.	Fecha	Nombre
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.
Apr.	25/04/19	Correa, G.
		Marchesini, F.

Cliente:  


Fábrica:  



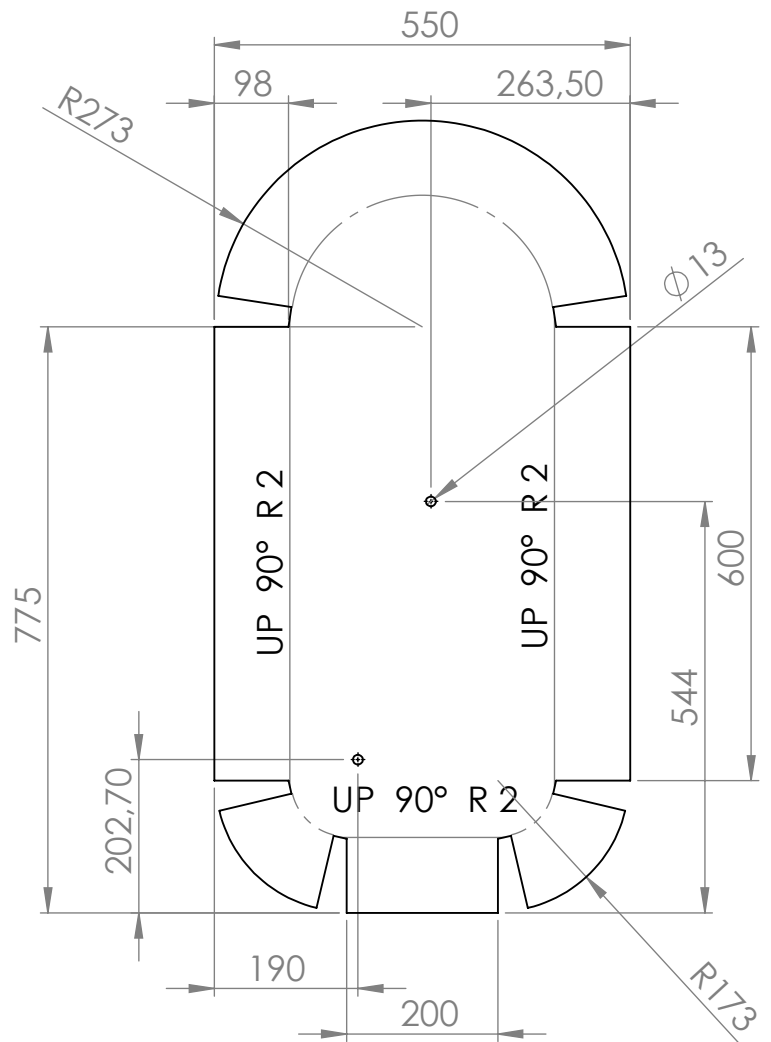
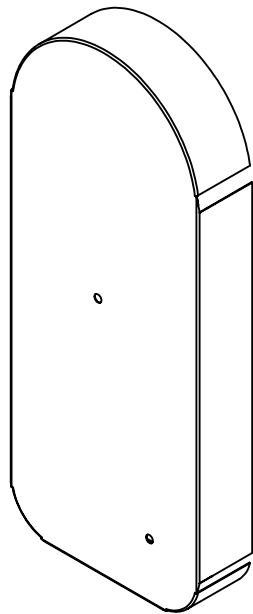

Toler.  
Rug.



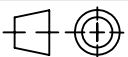
Eje y caño de  
RR6-3 y RR6-4

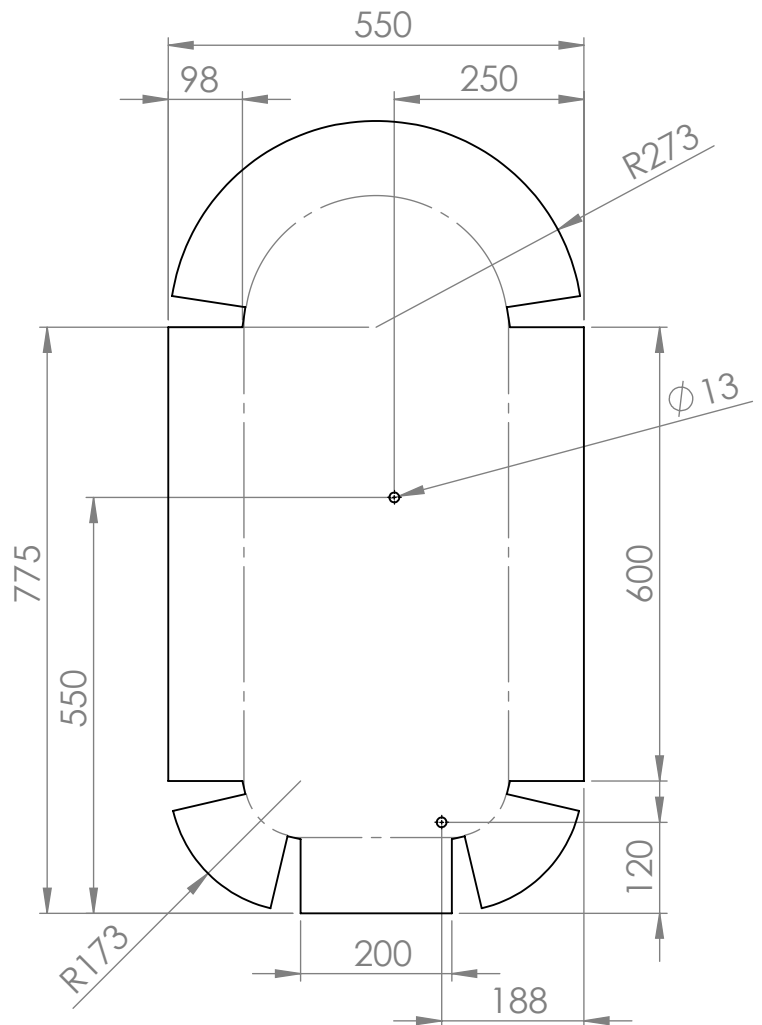
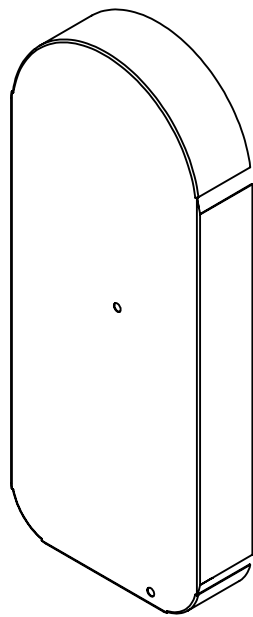
Plano para: Tornero

Numero de plano: M-P-07

Codigo de pieza: M-SA-11 y M-SA-12



Obs. Pintado con antióxido color gris	Dib.	25/04/19	Lonardi, T.	Cliente: 	Fábrica: 
	Rev.	25/04/19	Correa, G.		
	Apr.	25/04/19	Marchesini, F.		
	Esc: 1:10	<h2>Cubre cadena de CT6-1</h2>			
	Numero de plano: M-P-08				
Toler. Rug.	Codigo de pieza: M-P-1				



Obs.  
Pintado con  
antióxido color gris

	Fecha	Nombre
Dib.	25/04/19	Lonardi, T.
Rev.	25/04/19	Correa, G.
Apr.	25/04/19	Marchesini, F.

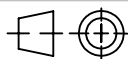
Cliente:



Fábrica:



Esc: 1:10



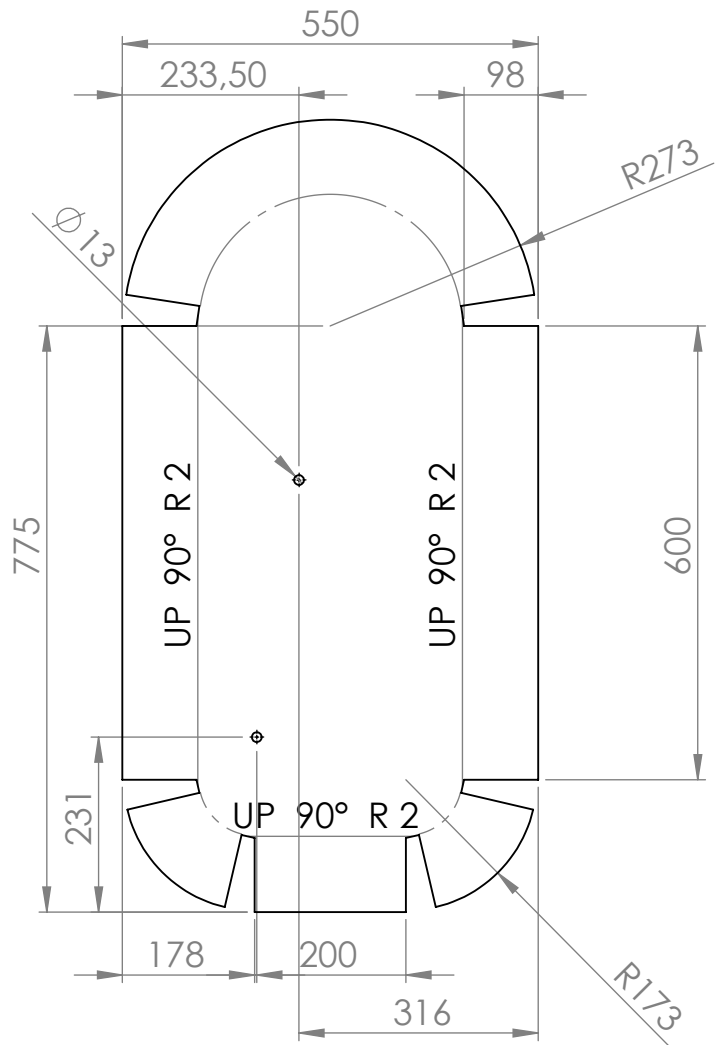
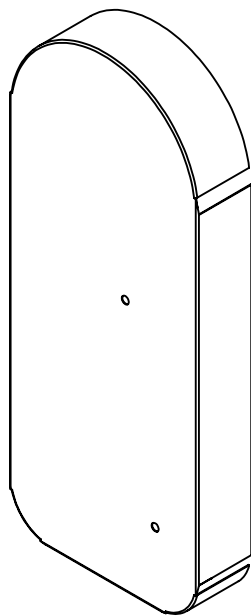
Toler.  
Rug.

Cubre cadena de CT6-2

Plano para: Valmet Construcciones

Numero de plano: M-P-09

Codigo de pieza: M-P-2



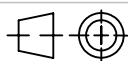
Obs.  
Pintado con  
antióxido color gris

Dib.	Fecha	Nombre
Rev.	25/04/19	Lonardi, T.
Apr.	25/04/19	Correa, G.
		Marchesini, F.

Ciente:

Fábrica:

Esc: 1:10



Toler.  
Rug.

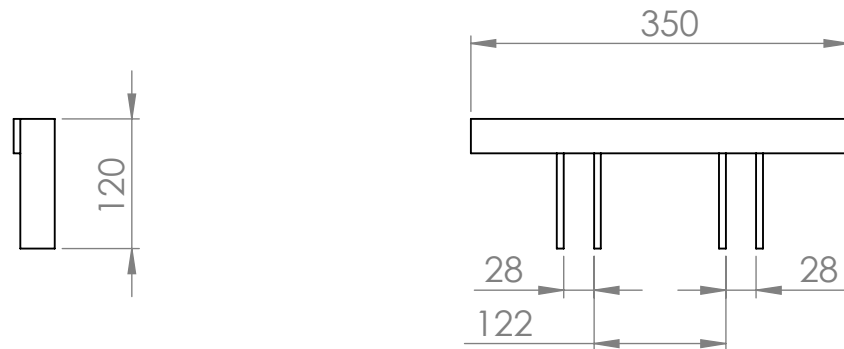
Cubre cadena  
de cinta CT6-3

Plano para: Valmet Construcciones

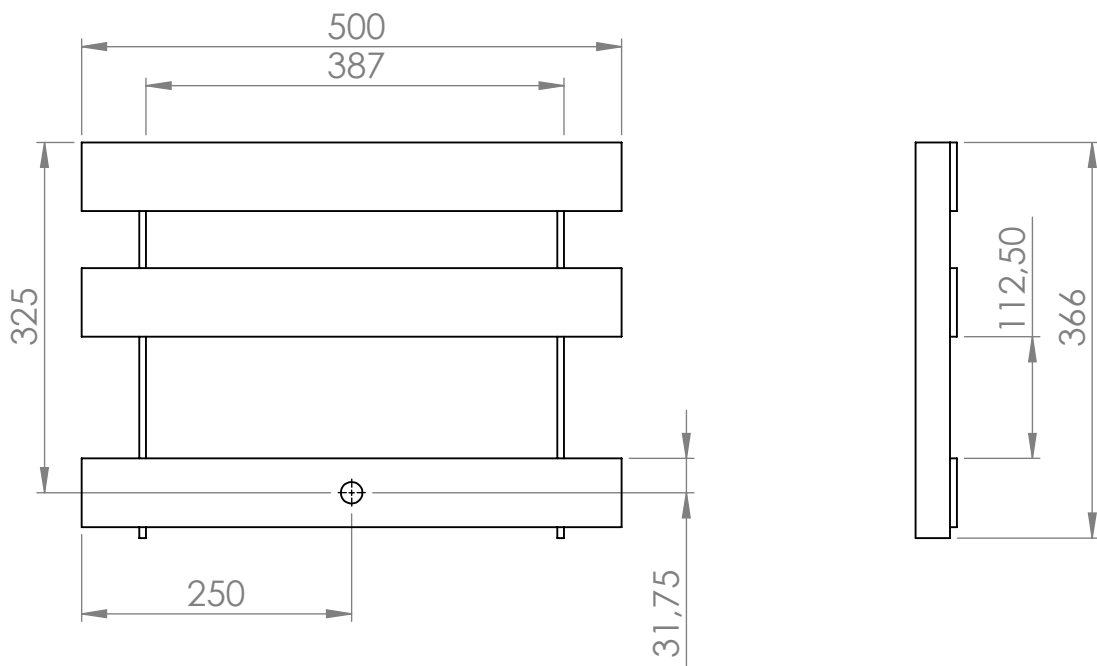
Numero de plano: M-P-10

Codigo de pieza: M-P-3

# M-SA-2



# M-SA-13



Obs.  
las piezas de  
arrastre estan  
contruidas de  
planchuela 1  
1/4" x 1/4" de  
acero AISI 310

	Fecha	Nombre	Cliente:
Dib.	25/04/19	Lonardi, T.	
Rev.	25/04/19	Correa, G.	
Apr.	25/04/19	Marchesini, F.	

Fábrica:

Esc: 1:7
Toler. Rug.

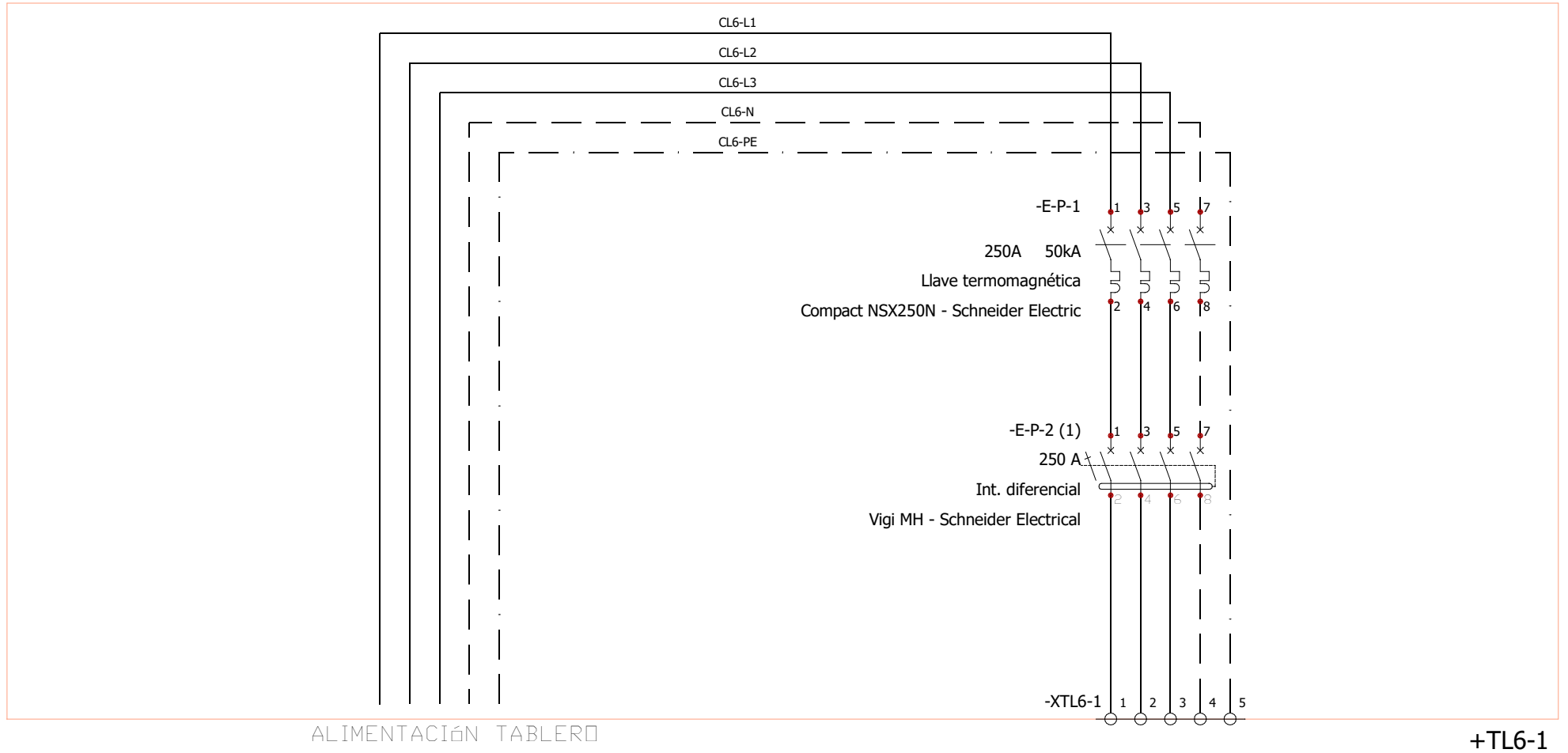
Piezas de arrastre

Plano para: Valmet Construcciones

Numero de plano: M-P-11

Codigo de pieza: M-SA-2 y M-SA-13





ALIMENTACIÓN TABLERO

+TL6-1

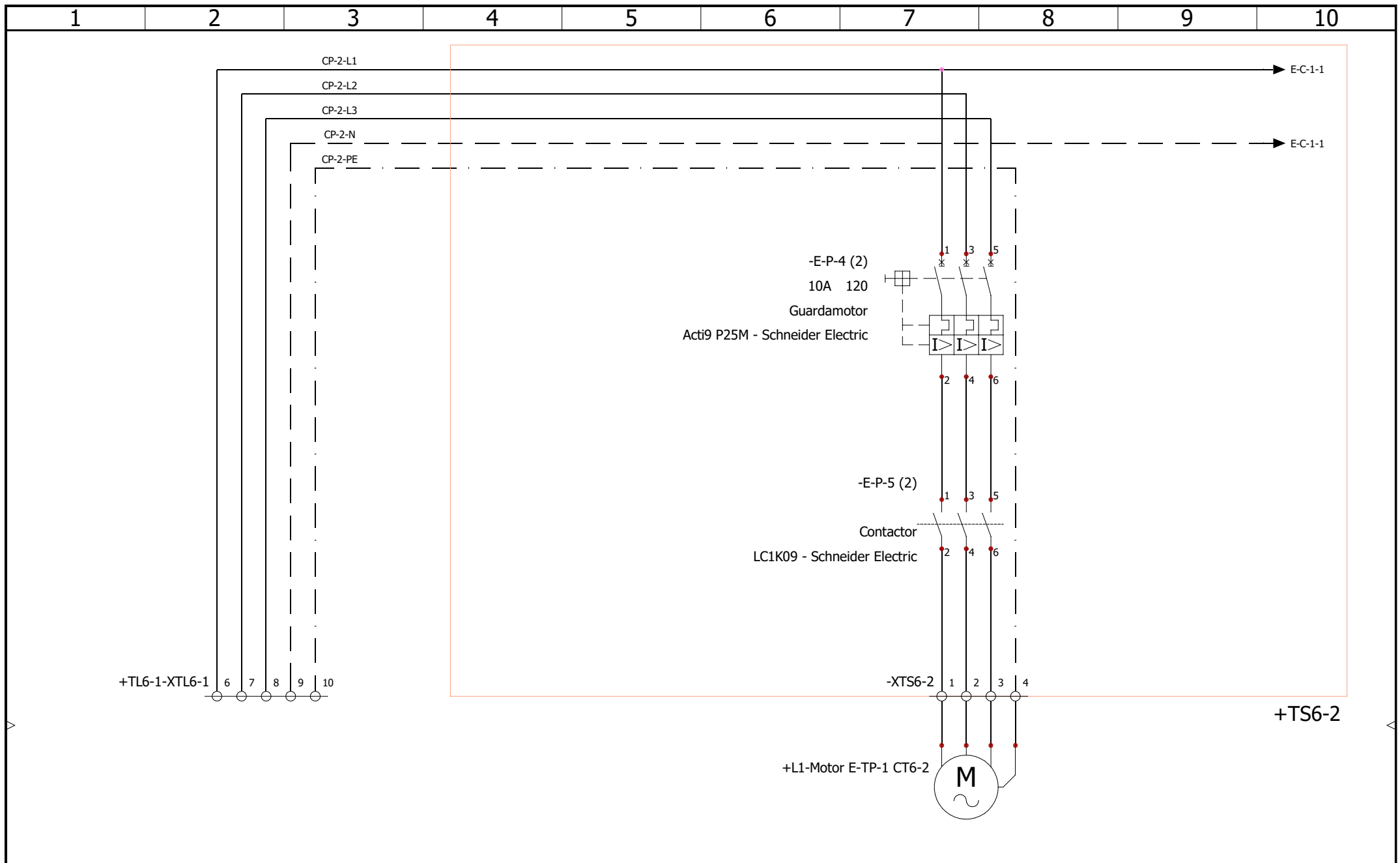
PFC 1811A

Plano trifilar 1

Fecha	28/05/2019	Correa, Gerardo	Índice 2
		Lonardi, Tomás	
		Marchesini, Federico	
		Nombre	Código E-P-1
Universidad Tecnológica Nacional - FRCU			

Contrato n° : -

Situación: +TL6-1



PFC 1811A

Plano trifilar 2

28/05/2019

Correa, Gerardo

Lonardi, Tomás

Marchesini, Federico

Fecha

Nombre

Índice

2

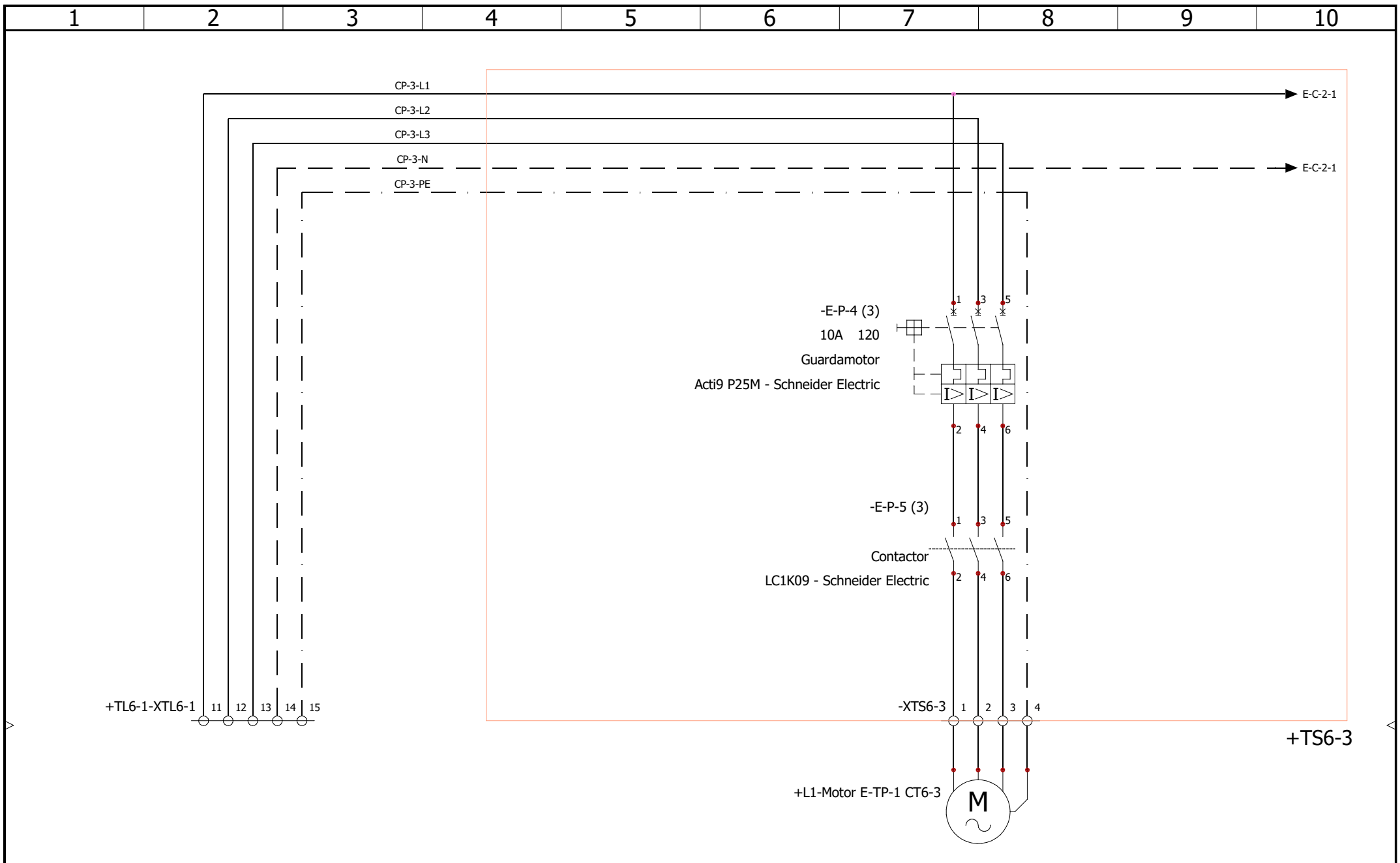
Código

E-P-2

Contrato n° : -

Situación: +TS6-2

Universidad Tecnológica Nacional - FRCU



PFC 1811A

Plano trifilar 3

28/05/2019

Correa, Gerardo

Lonardi, Tomás

Marchesini, Federico

Fecha

Nombre

Índice

2

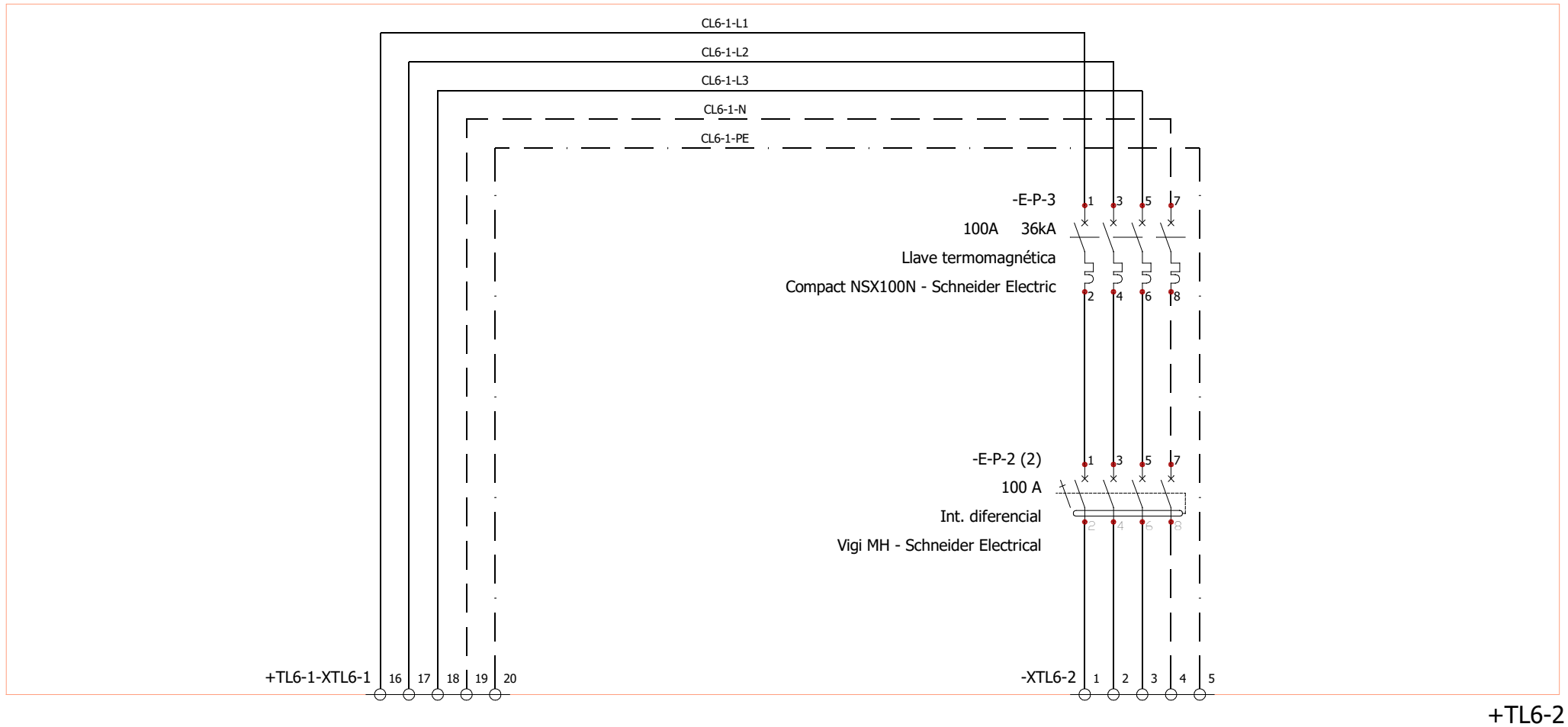
Código

E-P-3

Contrato n° : -

Situación: +TS6-3

Universidad Tecnológica Nacional - FRCU



PFC 1811A

Plano trifilar 4

28/05/2019

Correa, Gerardo

Lonardi, Tomás

Marchesini, Federico

Fecha

Nombre

Índice

2

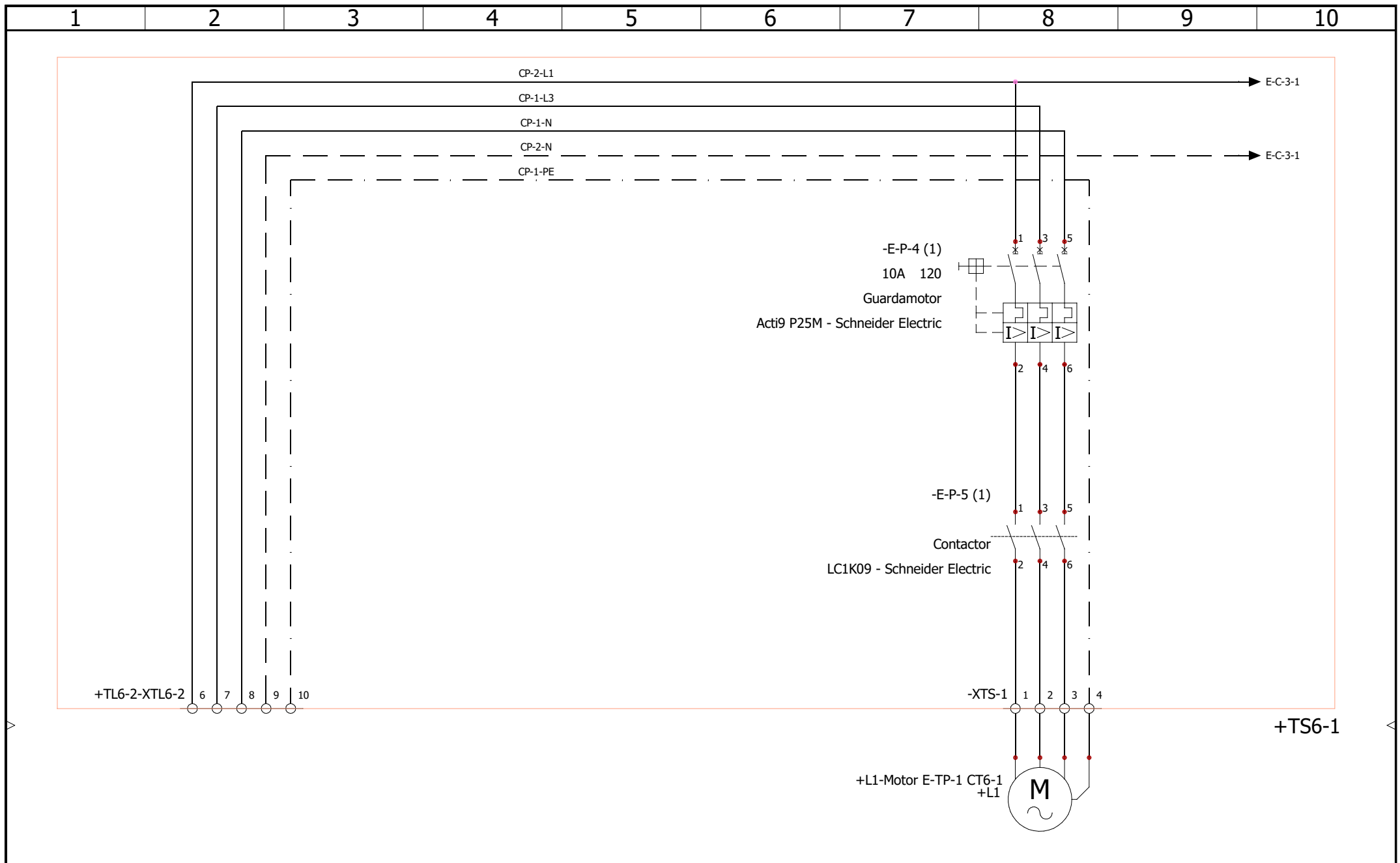
Código

E-P-4

Contrato n° : -

Situación: +TL6-2

Universidad Tecnológica Nacional - FRCU



PFC 1811A

Plano trifilar 5

28/05/2019

Correa, Gerardo

Lonardi, Tomás

Marchesini, Federico

Fecha

Nombre

Índice

2

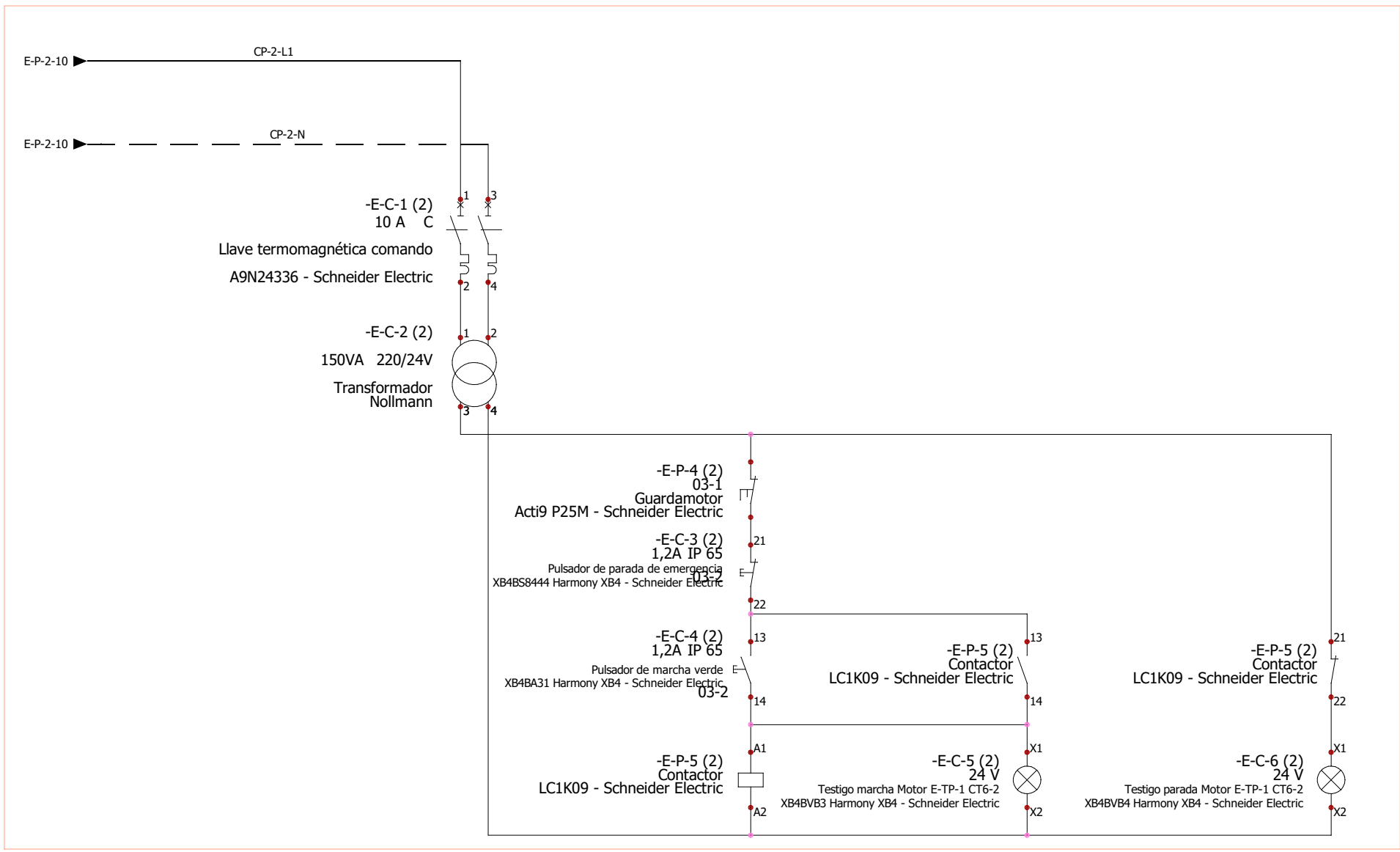
Código

E-P-5

Contrato n° : -

Situación: +TS6-1

Universidad Tecnológica Nacional - FRCU



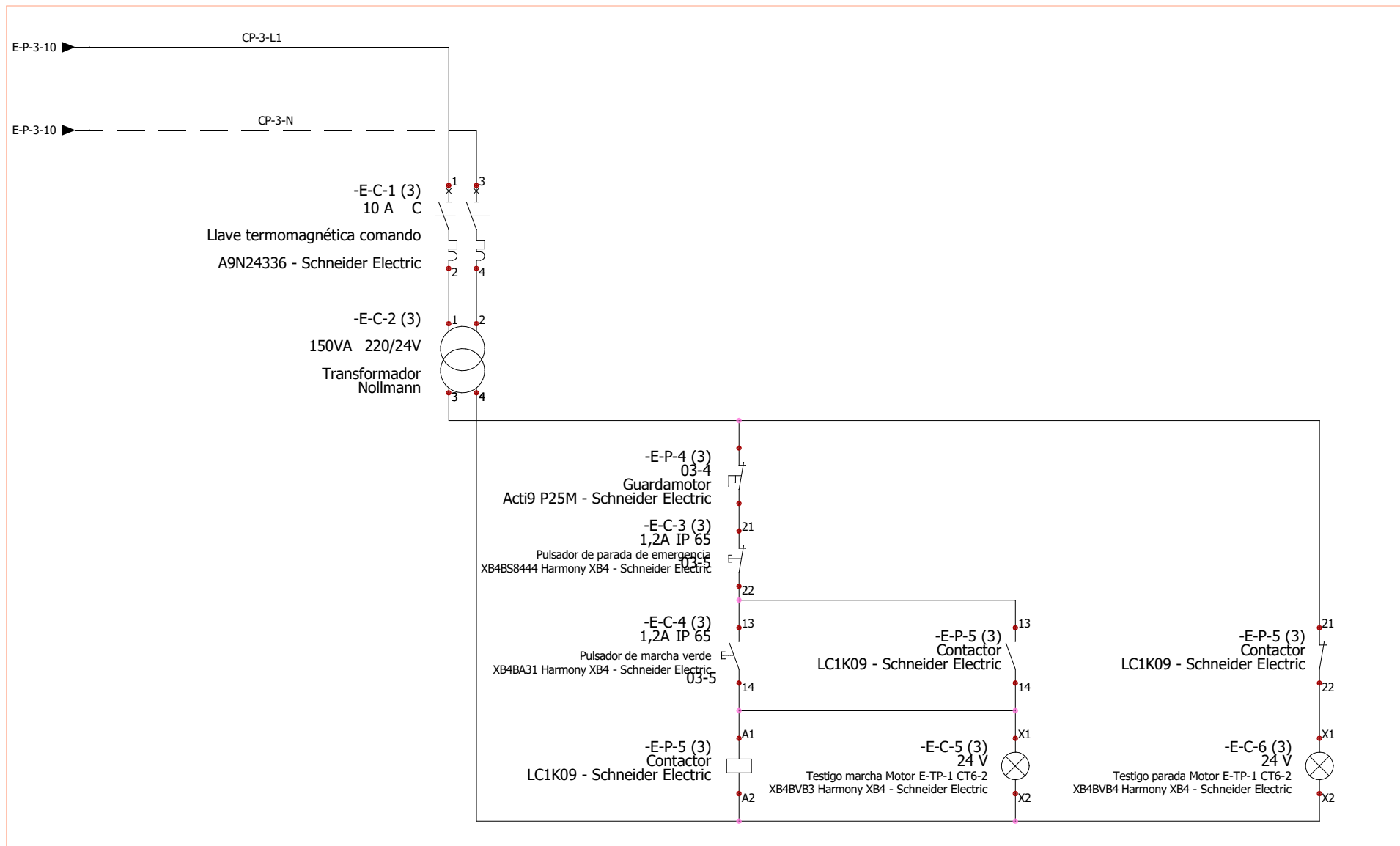
PFC 1811A

Plano comando 1

28/05/2019	Correa, Gerardo	Índice 2
	Lonardi, Tomás	
	Marchesini, Federico	
Fecha	Nombre	Código
Universidad Tecnológica Nacional - FRCU		E-C-1

Contrato n° : -

Situación: +TS6-2



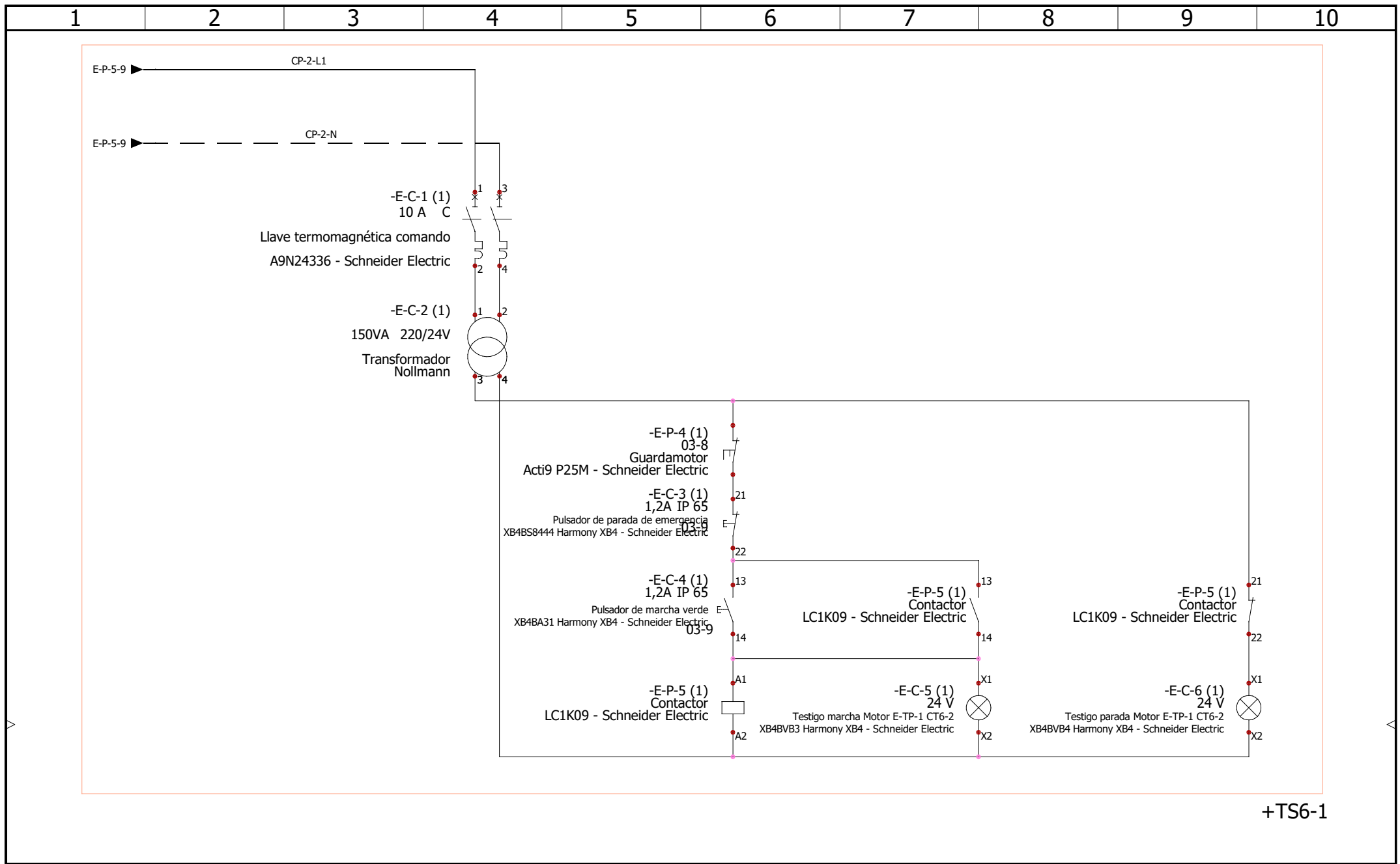
PFC 1811A

Plano comando 2

28/05/2019	Correa, Gerardo	Índice 2
	Lonardi, Tomás	
	Marchesini, Federico	
Fecha	Nombre	Código
Universidad Tecnológica Nacional - FRCU		E-C-2

Contrato n° : -

Situación: +TS6-3



PFC 1811A	Plano comando 3	28/05/2019	Correa, Gerardo	Índice
		Fecha	Nombre	2
Contrato n° : -	Situación: +TS6-1	Universidad Tecnológica Nacional - FRCU		Código
				E-C-3



# PROYECTO FINAL DE CARRERA

## Cambio de tecnología de calentamiento de una línea de forja

### Autores:

Correa, Gerardo Jesús  
Lonardi, Tomas  
Marchesini, Federico

### Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

### Dirección de proyecto:

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli Aníbal

## Memorias de Calculo



PFC 1811A

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
Facultad Regional Concepción del Uruguay

## Índice general

1. Proceso de forjado .....	2
2. Descripción de la planta .....	13
3. Nueva tecnología de calentamiento .....	22
4. Sistema de transporte para traslado de piezas.....	37
5. Cálculos eléctricos .....	170
6. Higiene y Seguridad en el Trabajo .....	196
7. Cotización de materiales necesarios .....	204
8. Retorno de la inversión .....	207

# 1. Proceso de forjado

## 1.1. Descripción

El forjado es un proceso de conformado de piezas metálicas en el que no se produce arranque de viruta, lo que implica un importante ahorro de materiales. Es decir, la forja consiste en la deformación plástica de un material metálico de partida (llamado tocho, taco, lingote, etc.), entre dos utillajes, denominados indistintamente troqueles, matrices o estampas, sujetos respectivamente a la mesa y la maza de la máquina de forja. La deformación puede realizarse en caliente o en frío, y se produce por la aplicación de fuerzas de compresión.

**La pieza que se obtiene del forjado es más resistente que una pieza mecanizada equivalente.** Esto se debe a que, a medida que se va forjando el metal, su grano intermedio se deforma para seguir la forma general de la pieza a obtener. Como resultado, el grano es continuo a lo largo de la pieza, dando lugar a una pieza con mejores características de resistencia.

En la Figura 1.1 se muestra la diferencia entre el conformado de una pieza por fundido, por mecanizado y por forjado, donde se observa cómo el proceso influye sobre la disposición de los granos y, por lo tanto, sobre la resistencia a la fatiga de la pieza en cuestión.



Figura 1.1: Disposición final de los granos para diferentes procesos de conformado de piezas.

Cuando se estudia el comportamiento mecánico de los metales a los efectos de su conformado plástico, interesan dos características:

- Ductilidad/Plasticidad: es la propiedad que tienen los metales de deformarse sin romperse.
- Resistencia a la deformación: necesaria para calcular las fuerzas que se ponen en juego para realizar una determinada operación.
  - Disminuye con la temperatura.
  - Aumenta con la velocidad de deformación (casi nada en frío).
  - Aumenta con el porcentaje de carbono del acero.

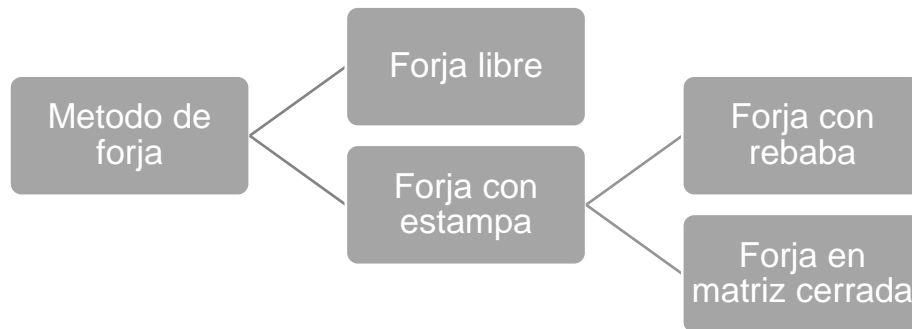
Los utillajes de forja pueden ser planos (o con un poco de forma), en cuyo caso se dice del proceso de fabricación que es una forja libre o, por el contrario, cada útil puede llevar grabada en bajorrelieve la semiforma de la pieza a conseguir, de manera que, entre los dos utillajes, al ponerse en contacto, conformen la geometría competa de la pieza. En este caso el proceso se le denomina **forja en estampa**.

Cuando se realiza forja en estampa, se construyen los utillajes con una zona periférica que permita el escape del material sobrante al rellenar por completo el hueco entre los útiles. A

esta zona se le denomina zona de rebaba y al material sobrante que por ella se infiltra, rebaba. Cuando se forja con rebaba se necesita una operación adicional de corte, denominado de rebabado que elimine este desperdicio.

En ocasiones, los utillajes pueden construirse sin la zona de rebaba, conformándose en este caso la pieza en unos troqueles tales que uno de ellos penetra en el otro produciendo un cierre lateral entre ambos. Para este tipo de forjado, es necesario un perfecto cálculo de la cantidad de material a usar, puesto que, si esta cantidad es menor que la necesaria, la pieza no llenará, y si es mayor quedara gruesa, y en este último caso, si se siguiera intentando la deformación, terminaría por reventar la estampa. En este tipo de forja la pieza resulta sin rebaba y se dice que se ha producido una **pieza forjada en matriz cerrada**.

En definitiva, puede hacerse una primera clasificación de los métodos de forja en:



## Forjado en frio

El forjado en frio es un proceso mediante el cual el material se trabaja a temperaturas inferiores de la de austenización y temperatura ambiente, por lo que requiere de mayor cantidad de trabajo y energía, empleándose solo para trabajos con acabados más precisos. En el conformado en frio, el metal se endurece en forma progresiva y permanente a medida que aumenta la deformación. Por este motivo se fragiliza, no pudiendo alcanzar grandes deformaciones (ductilidad reducidas). Una solución para esto son recocidos intermedios.

## Forjado en caliente

La forja en caliente requiere de temperaturas significativamente más altas para deformar el metal. Durante el conformado en caliente, la deformación se produce en forma simultánea a la recuperación y recristalización del material. Por este motivo, el material no endurece, dado que la ductilidad es casi ilimitada, pudiéndose así alcanzar grandes deformaciones.

Los tipos de forjado en caliente son:

- Forja con prensa: cuando el forjado se realiza en forma continua.
- Forja con martinete o martillo: cuando el forjado se realiza de forma intermitente.
- Forja horizontal.

**Futura Hermanos realiza forjado en caliente, por lo que, a partir de aquí, cuando se mencione al proceso de forjado, nos referiremos al forjado en caliente.**

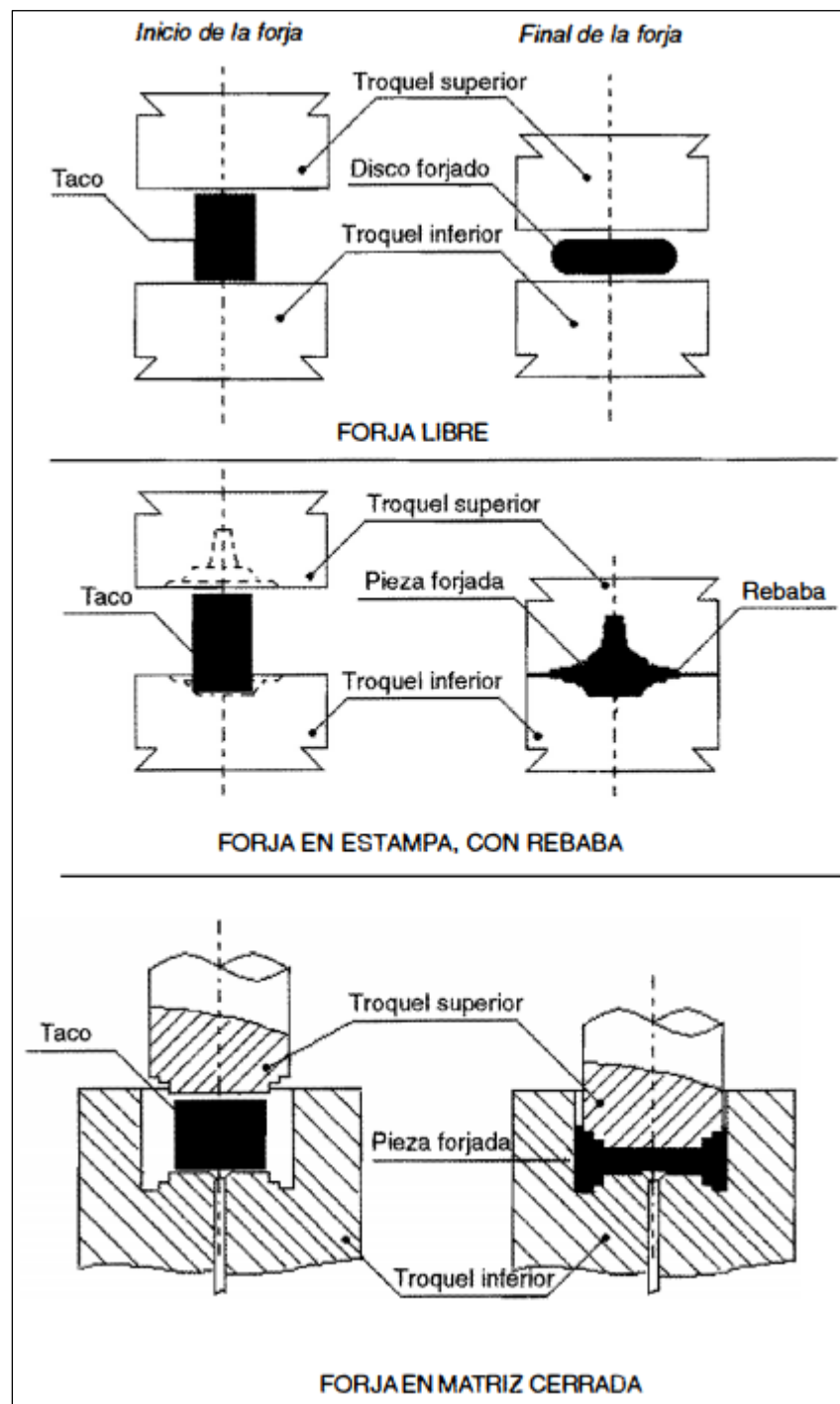


Figura 1.2: Distintos tipos de forja.

## 1.2. Temperatura

La línea sobre la cual se desarrolla el proyecto trabaja únicamente con aceros al carbono. Por lo que, se da por entendido que la siguiente explicación de la temperatura de calentamiento para el proceso de forjado, está referido a aceros al carbono.

La conformabilidad del acero dependerá de su composición química, y de la temperatura de forja, dado que, la resistencia a la deformación plástica de todos los materiales metálicos

disminuye con la temperatura. En la Figura 1.3 se observa la curva de deformación del acero al carbono en función a las diferentes temperaturas.

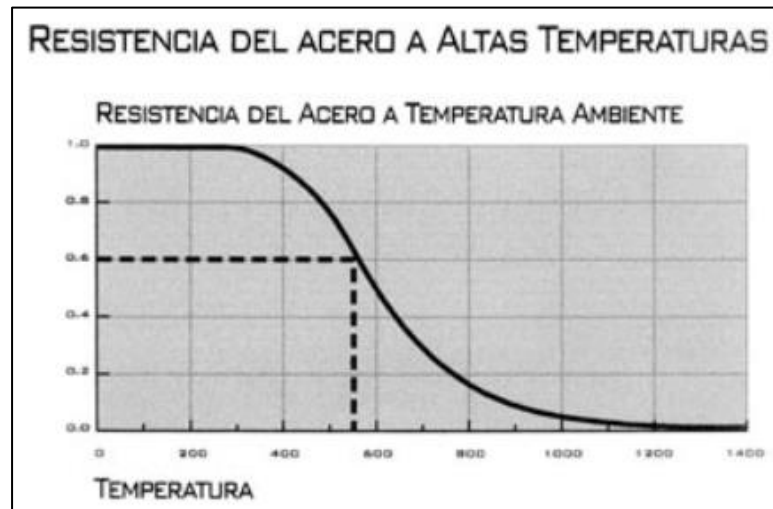


Figura 1.3: Curva de deformación de aceros al carbono.

La temperatura de forja dependerá del porcentaje de carbono, reduciéndose conforme aumenta este porcentaje:

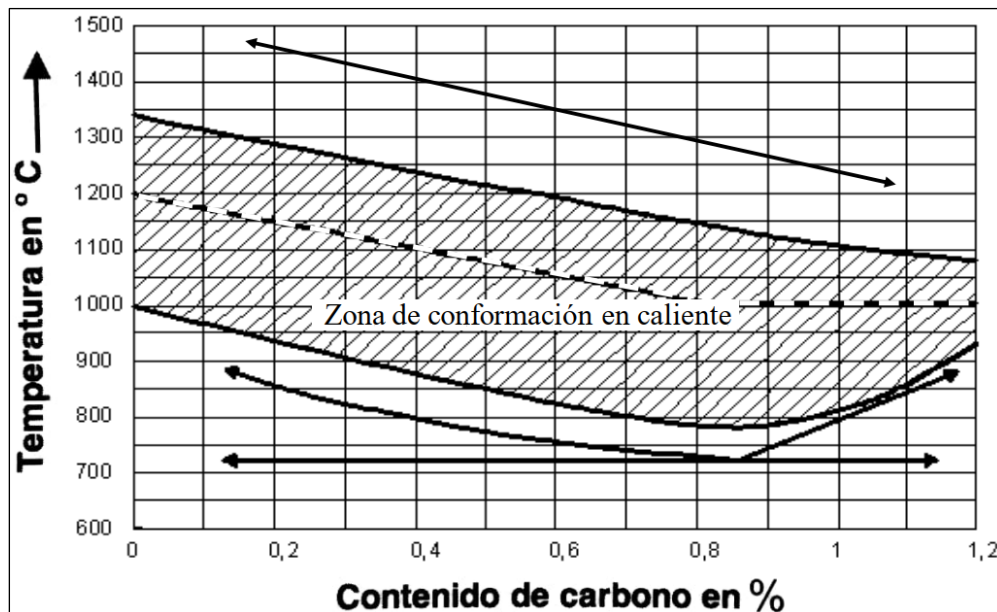


Figura 1.4: Temperatura de conformación de aceros al carbono.

Respecto al tiempo de calentamiento, deberá ser el suficiente para permitir que el centro de la pieza a forjar alcance la temperatura deseada.

Cabe aclarar que, a mayor temperatura de forja, mejor será la plasticidad del acero y resultará más sencillo el proceso. Sin embargo, una mayor temperatura traerá aparejada una serie de riesgos por el sobrecalentamiento: mayor formación de cascarilla y descarburación superficial.

Es decir, en el forjado en caliente, la temperatura a la cual se calienta el material es un factor crítico, que se debe controlar en el proceso.

- Si el calentamiento es insuficiente, el metal será más difícil de trabajar debido a que posee una menor ductilidad y maleabilidad, propiedades que se le confieren al calentarlos a una temperatura adecuada. Se puede observar en la *curva de resistencia del acero a altas temperaturas*, que a partir de los 1000°C la resistencia es muy baja. Por lo que, para el forjado en caliente, la temperatura del corte tiene que estar por encima los 1000°C.
- Si el material es sobrecalentado, se tiene un mayor gasto de energía y a partir de aproximadamente 1200°C la variación de la resistencia del acero para la deformación es prácticamente nula.

También, a mayor porcentaje de carbono, se necesita menor temperatura, tal como se desprende del diagrama de hierro-carbono.

Dicho esto, en la Tabla 1.1 se resumen las temperaturas de forjado en caliente de aceros al carbono.

Denominación	% Carbono	% Silicio	% Manganeso	Rango de temperatura de forja [°C]
SAE 1020 / DIN C22	0,18 a 0,23	0,15 a 0,30	0,30 a 0,60	1000 a 1270
SAE 1022	0,18 a 0,23	0,15 a 0,30	0,70 a 1,00	1000 a 1270
SAE 1026	0,22 a 0,28	0,15 a 0,30	0,60 a 0,90	1000 a 1270
SAE 1038	0,35 a 0,42	0,10 a 0,30	0,60 a 0,90	1000 a 1250
SAE 1040 / DIN C40	0,37 a 0,44	0,15 a 0,30	0,60 a 0,90	1000 a 1250

Tabla 1.1: Rangos de temperatura de forja para diferentes aceros al carbono.

Es conveniente iniciar la forja con el material caliente a la máxima temperatura, y terminar el proceso antes de alcanzar la mínima del rango.

### 1.3. Principales maquinarias usadas en la industria

En una primera clasificación, se pueden diferenciar dos grandes grupos de máquinas principales:

- Prensas
- Martillos

#### 1.3.1. Prensas

Las prensas, a su vez, admiten una clasificación, según su modo de accionamiento, en:

- Prensas de husillo;
- Prensas mecánicas (o de biela-cigüeñal);
- Prensas de cuña;
- Prensas de rodillera;
- Prensas hidráulicas.

##### 1.3.1.1. Prensas de husillo

Se basan en el principio tornillo-tuerca. Si la tuerca permanece fija al girar el tornillo, este se desliza subiendo o bajando, según el giro se produzca en un sentido o en el sentido contrario.



Si es el tornillo el que gira, pero permanece fijo en el espacio, y se hace que la tuerca gire sujetándola lateralmente con unas deslizaderas apropiadas, será esta última la que suba o baje, según sea el sentido de giro que se imprima al tornillo.

Las prensas más usadas son las de tuerca fija y tornillo móvil, también denominadas husillo.

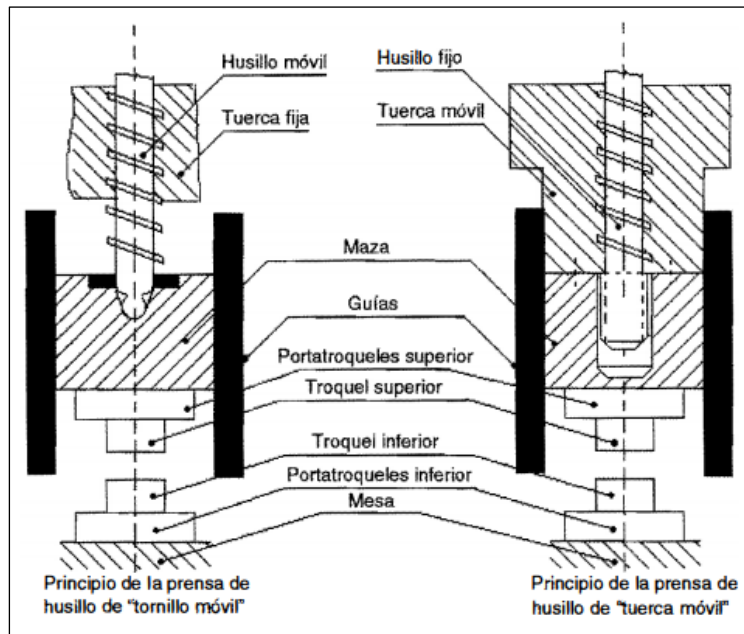


Figura 1.5: Principio de funcionamiento de las prensas de husillo.

Según el método que se use para hacer girar el husillo, las prensas pueden ser:

- De disco de fricción.
- De motor directamente acoplado al husillo.
- De engranaje.
- De otros tipos de accionamiento.

### 1.3.1.2. Prensas mecánicas

Se basan en el principio biela-cigüeñal. Al girar el cigüeñal arrastra a la biela, cuyo pie está unido a la maza de la prensa que, al ser guiada por deslizaderas apropiadas realiza, en una vuelta de cigüeñal, el movimiento completo de subida y bajada.

Unido al cigüeñal se sitúa un volante de inercia, que acumula la energía necesaria para el trabajo que se le exigirá a la prensa. Cuando esta está desembragada, el motor actúa directamente sobre el volante, acumulando energía en él. Al embragar, el volante se acopla al cigüeñal que gira una vuelta completa, arrastrando a la biela y con ella a la maza y generando la sollicitación necesaria para la deformación plástica del trozo de material (taco) situado entre los troqueles, soportados por sus correspondientes porta troqueles, y estos unidos a su vez a la mesa y a la masa de la prensa.

Al finalizar la vuelta completa de cigüeñal actúa el freno, fijando el cigüeñal en su punto muerto superior y desacoplando el volante de inercia, con lo que la prensa queda dispuesta para recomenzar el ciclo dando el siguiente golpe.



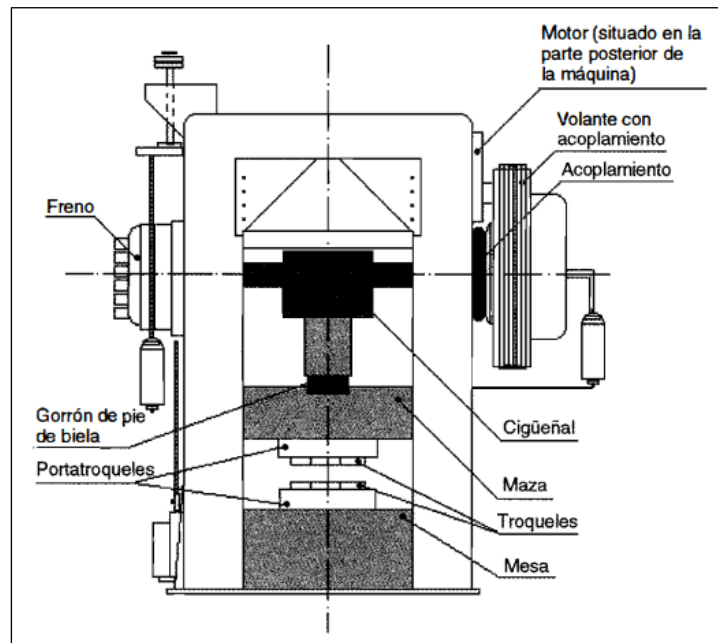


Figura 1.6: Esquema de una prensa mecánica de forjar de accionamiento por biela-cigüeñal.

### 1.3.1.3. Prensa de cuña

Son prensas verticales mecánicas que se basan en intercalar, entre el bastidor de la máquina y la maza, una cuña horizontal accionada por un mecanismo de biela-cigüeñal. Esta disposición consigue una unión directa y rígida sobre una gran superficie de contacto y con una menor deformación elástica del conjunto de la prensa.

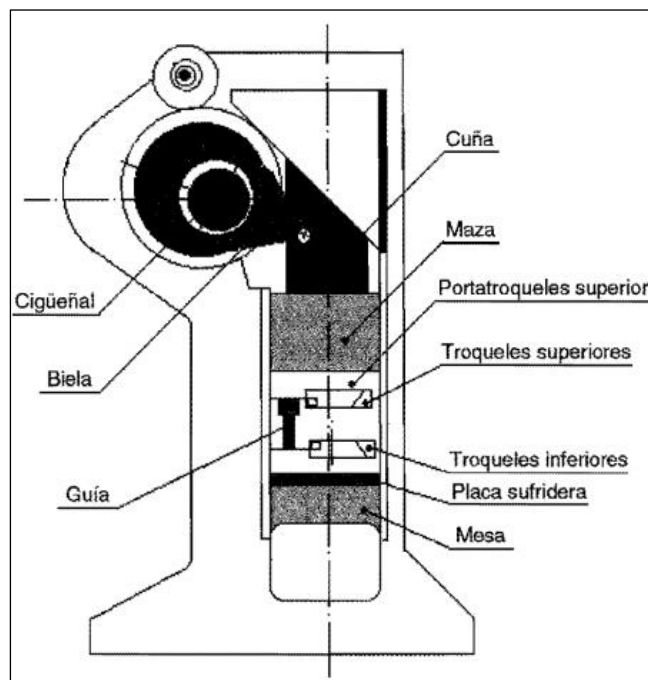


Figura 1.7: Esquema de una prensa de cuña.

#### 1.3.1.4. Prensa de rodillera

Son prensas verticales mecánicas cuyo funcionamiento consiste en un mecanismo de rotulas que tiene fija la rótula superior y unida a la maza la inferior. Un dispositivo de cigüeñal-biela desplaza horizontalmente la articulación intermedia, y ésta, en su movimiento, origina el desplazamiento vertical de la maza. Se consigue así una gran rigidez, poca deformación elástica del bastidor, y gran superficie de apoyo.

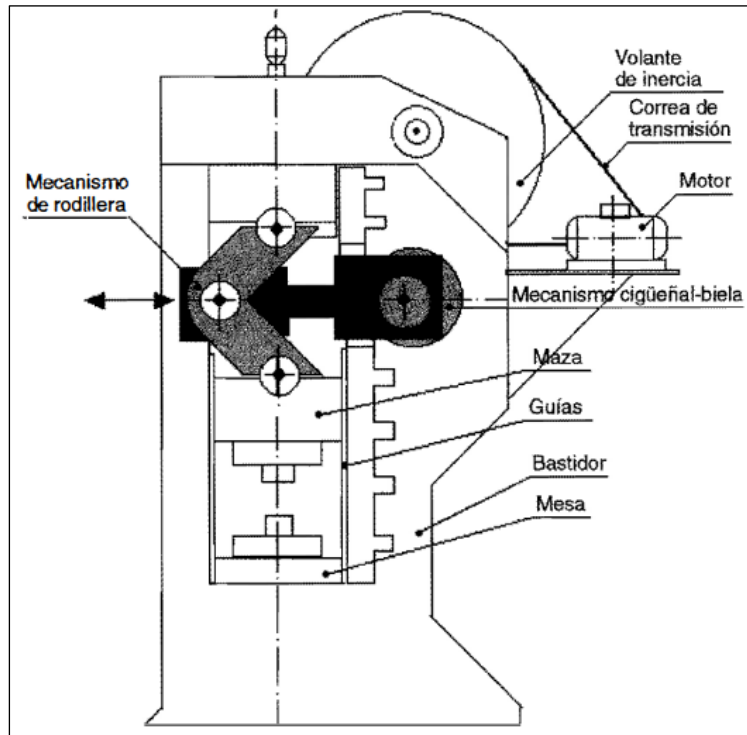


Figura 1.8: Esquema de una prensa de rodillera.

#### 1.3.1.5. Prensas hidráulicas

Este tipo de prensas se basan en el dispositivo cilindro-pistón. Por lo general, el pistón está unido directamente, o bien a través de una transmisión más o menos compleja, a la maza de la prensa.

A igualdad de esfuerzo máximo, por lo general, las prensas hidráulicas dan más capacidad de deformación.

Este tipo de prensas son muy usadas para la forja libre, y no tanto en la forja en estampa. Para otros tipos de procesos de deformación como, por ejemplo, la extrusión, resultan, muchas veces, imprescindibles.

En función de las presiones, caudales y la velocidad, se construyen prensas hidráulicas adaptadas a los distintos usos.

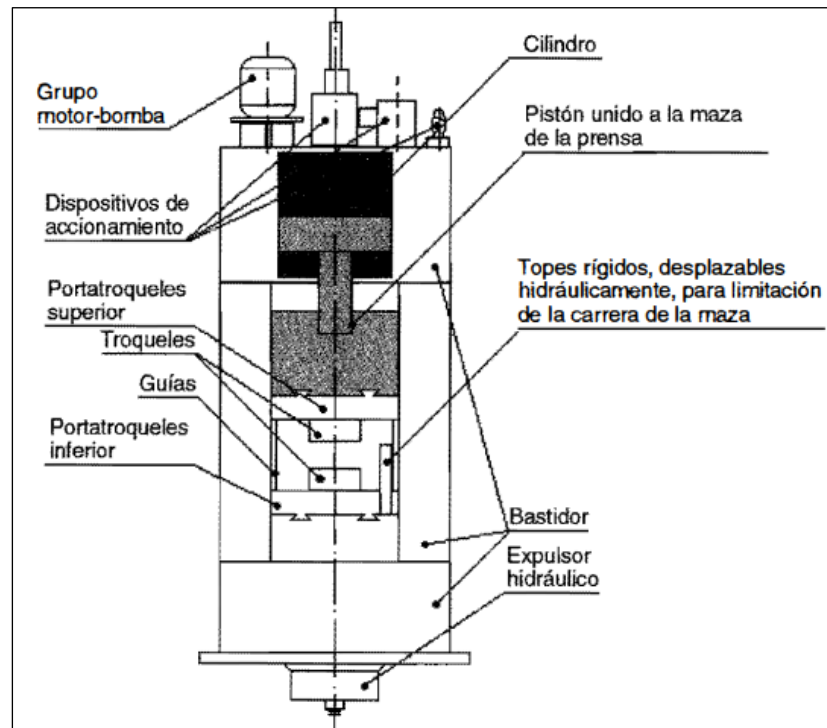


Figura 1.9: Esquema de funcionamiento de una prensa hidráulica.

### 1.3.2. Martillos

Los martillos se clasifican atendiendo a su método de accionamiento:

- Martillos de caída libre;
- Martillos de doble efecto;
- Martillos de contragolpe.

#### 1.3.2.1. Martillos de caída libre

Su fundamento consiste en elevar a una determinada altura una masa (maza) y luego dejarlo caer. La energía potencial gravitatoria acumulada en la elevación se transforma en energía cinética en la caída y este en energía de deformación para conformar la pieza a fabricar.

Para amortiguar el golpe contra el suelo, se dispone una pieza que hace las funciones de la mesa de las prensas, se denomina usualmente con el galicismo "chabota", y que se fabrica mucho más pesada que la maza (más de 10 veces la maza). A la maza y a la chabota se sujetan los porta troqueles respectivos y a estos los troqueles.

La maza, en su caída, es conducida por unas guías apropiadas, sujetas a las columnas del martillo. El mecanismo de elevación de la maza suele estar emplazado encima de las columnas y constituye la parte de la máquina que se denomina cabezal.

Dependiendo de la naturaleza del mecanismo del cabezal existen martillos de caída libre de:

- Tabla.
- Tambor y correa, tambor y cadena, o tambor y cuerda.
- Hidráulicos.
- Accionados con aire comprimido.
- De motor lineal.

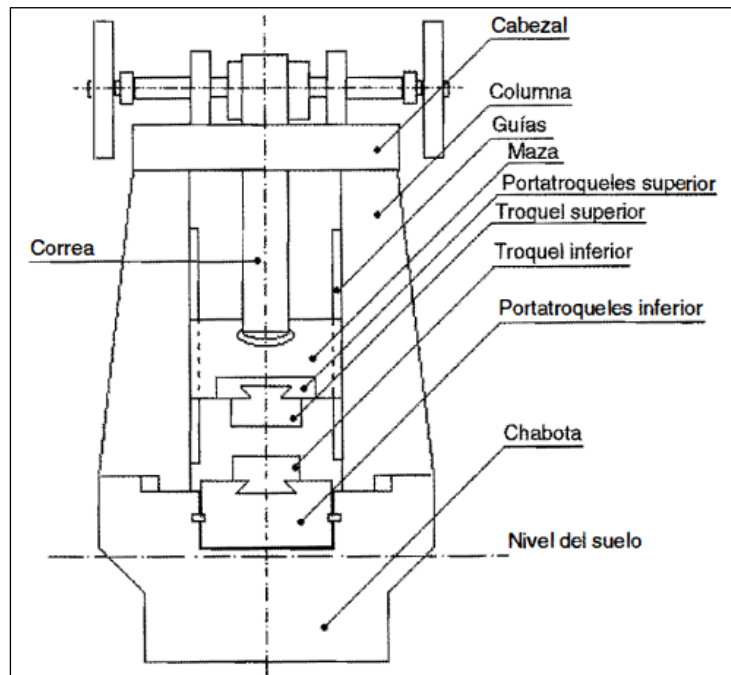


Figura 1.10: Esquema de un martillo de caída libre, de correa.

### 1.3.2.2. Martillos de doble efecto

Los martillos de doble efecto dan energías de impacto y velocidad mayores que los de caída libre, como consecuencia de que la maza es ayudada en su caída por un impulso adicional superior, normalmente producido por un sistema cilindro-pistón accionado por aire o por vapor de agua.

Para conseguir estos efectos, el cabezal es algo distinto que el de los martillos de caída libre, ya que los mecanismos en el emplazados no solamente tienen por finalidad subir la maza para luego dejarla caer, sino que en el movimiento de bajada impulsa a esta, añadiendo a la energía alcanzada por la caída libre el trabajo producido por el recorrido del pistón superior.

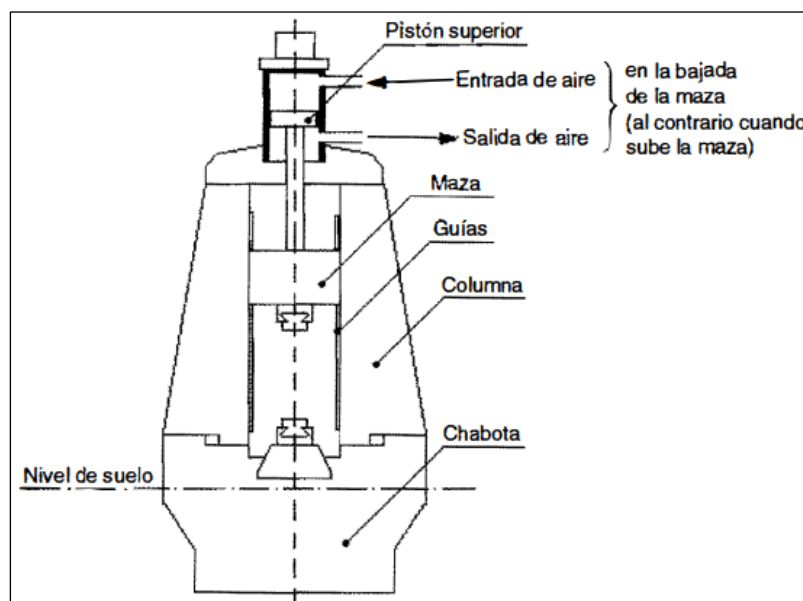


Figura 1.11: Martillo de doble efecto.

### 1.3.2.3. *Martillos de contragolpe*

Para conseguir aún mayores energías que las obtenidas con los martillos de doble efecto, y evitar las enormes masas de las chabotas que serían necesarias, se han ideado los martillos de contragolpe.

Estas máquinas funcionan de manera que mientras la maza cae, la mesa sube, encontrándose ambas en su recorrido, por lo que, todo el exceso de energías del golpe no pasa a las fundaciones de la máquina.

Los recorridos de la mesa se proyectan mucho menores que los de la maza, para conseguir el correcto posicionado del taco sobre el troquel inferior.

Normalmente, la maza y mesa adquieren su movimiento relativo de una misma cadena cinemática.

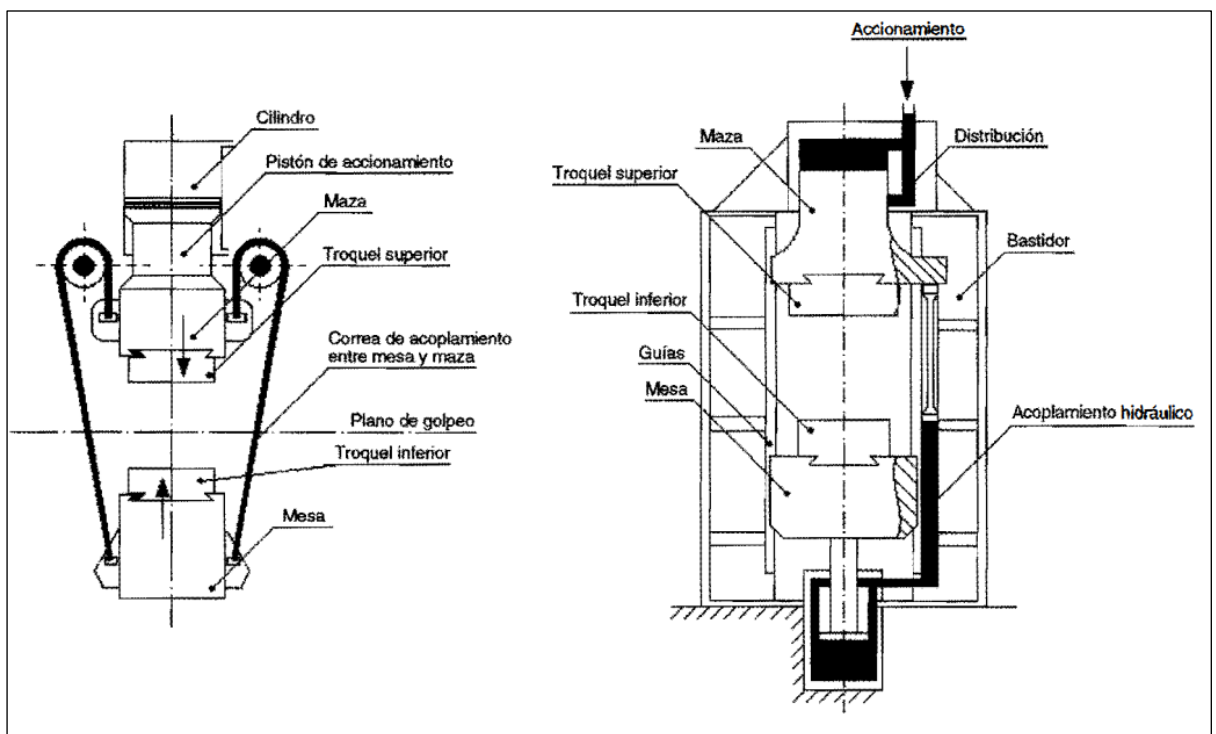


Figura 1.12: Principio de funcionamiento de los martillos de contragolpe.

La utilización de martillos es aconsejable para series cortas, por su mayor facilidad para el cambio de utillajes, pero si deben fabricarse grandes cantidades de piezas iguales en series largas, es mucho mejor utilizar prensas mecánicas, que, aunque precisan de mayores tiempos para la puesta a punto de los útiles, dan mayores rendimientos. Los mismos, son más fácilmente automatizables en todo o en parte, y permiten menores salidas de estampas y mayor precisión en los productos forjados.

## 2. Descripción de la planta

### 2.1. Descripción del proceso de producción

El proceso de producción se inicia con el ingreso de la materia prima en barras, palanquillas o lingotes de acero. A esa materia prima se le extraen muestras para realización de probetas a las cuales se le hacen ensayos químicos y físicos. El ensayo químico se realiza en la planta con un espectrómetro de masa, los ensayos físicos se realizan en laboratorios de terceros a los cuales se les envía las probetas forjadas. Los ensayos que mayormente se realizan son: tracción, fluencia y sharpy.

Una vez obtenido los resultados de los ensayos, se aprueba la materia prima para el ingreso a producción. Esta se corta; en cizallas, sierras o serruchos; en trozos en función de la pieza a forjar. La materia prima cortada ingresa a las líneas de producción, las cuales son tres:

- **Línea 3:** realiza un forjado con prensa, esta línea consta de horno a inducción, prensa de forja y prensa rebabadora. En esta línea se forjan piezas de hasta 8 kg.
- **Línea 5:** realiza, también un forjado con prensa, por lo que también consta de: horno a inducción, prensa de forja y prensa rebabadora. En esta línea se forjan piezas de 7 a 35 kg.
- **Línea 6:** realiza un forjado con martinete o martillo, y consta de hornos a gas, martillo de perforjado, martillo de forjado y prensa rebabadora. Se forjan piezas de 30 a 500 kg

En cualquiera de esas tres líneas, el forjado se realiza a una temperatura de entre 1000 y 1200 °C.

Una vez obtenido el producto forjado, en función de las necesidades, pasa al sector de Tratamiento Térmico donde se le realiza un normalizado. En caso de materiales aleados se realiza otro tipo de tratamiento térmico que es el temple y el revenido. Para el caso de aceros inoxidables, el tratamiento térmico consiste en un hipertemple.

Los productos forjados que ya fueron tratados o que no requieren tratamiento térmico pasan al sector de terminación, donde se le realiza un granallado para eliminar la cascara de forja, mejorar el aspecto superficial y facilitar el mecanizado de estas. Luego de este proceso, las piezas se acondicionan en pallets de madera y se envían en camión a la planta de mecanizado, que se encuentra en la ciudad de Buenos Aires.

Como procesos de apoyo al sector producción, están los sectores de matricería y mantenimiento. En matricería se diseñan, fabrican y mantienen todas las matrices y herramientas existentes. A su vez, en el sector de mantenimiento se lleva a cabo un programa de mantenimiento preventivo programado, con el cual se asegura el buen estado y disponibilidad de las maquinas del sector producción.

El diagrama de procesos de la forja de Futura Hermanos. es el siguiente:

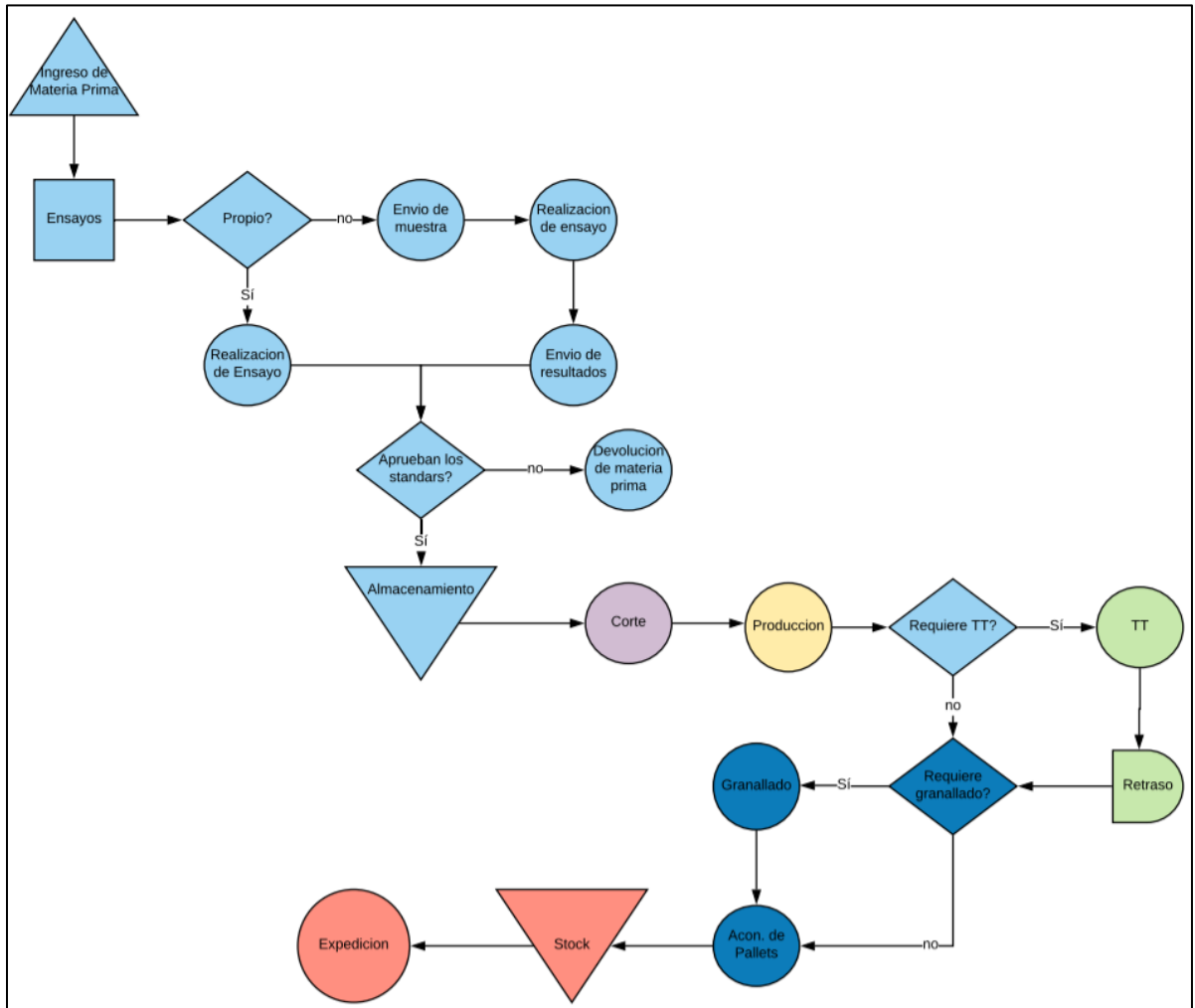


Figura 2.1: Diagrama de procesos de la planta

## 2.2. Estado actual de la línea 6

La ubicación de la **línea 6** dentro de la planta se observa en la siguiente imagen:

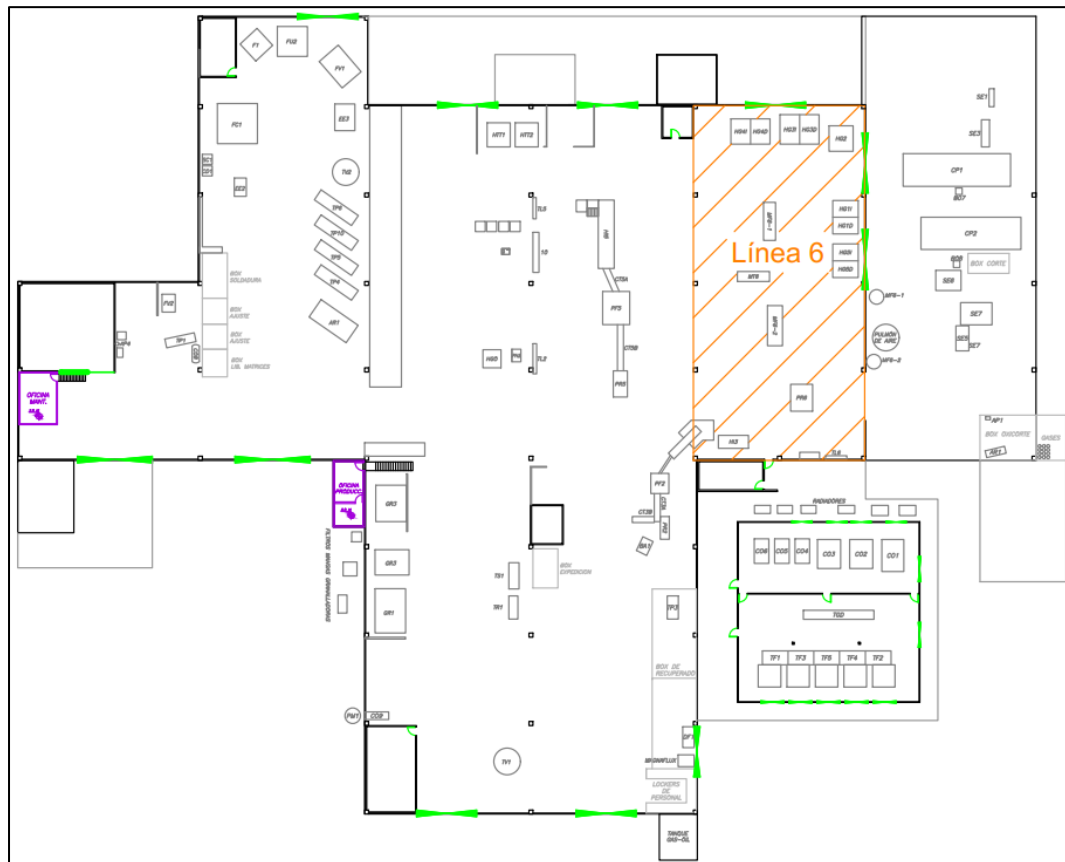


Figura 2.2: Vista de la línea 6 dentro de la fábrica

La empresa trabaja con cortes de acero al carbono, principalmente con acero SAE 1020. Particularmente, la línea 6 trabaja con los siguientes cortes:

- **Palanquillas** de 120x120 mm, y un largo de 130 a 300 mm. Cortes desde 14 a 34 kg.
- **Palanquillas** de 160x160 mm, y un largo de 160 a 480 mm. Cortes desde 32 a 96 kg.
- **Redondos** de 300 mm de diámetro, y un largo de 100 a 600 mm. Cortes desde 55 a 330 kg.

Además, en esta línea se forjan piezas especiales que pueden llegar hasta los 500 kg de peso.





Palanquilla de 120x120x133 mm (15 kg)



Palanquilla de 160x160x225 mm (45 kg)



Redondos Ø300x355 mm (195 kg)

Figura 2.3: Cortes de la línea

## 2.2.1. Procesos de línea 6

El proceso de la **línea 6** comienza posterior al proceso de **corte**, partiendo de los cortes mencionados anteriormente.

### 2.2.1.1. Calentamiento de cortes

Actualmente este calentamiento se realiza con hornos a gas, el movimiento y logística de la línea se realiza con carros suspendidos, en cortes hasta 80 kg, y con autoelevadores, en los cortes de mayor peso.

**Futura Hermanos calienta los cortes a una temperatura de 1150°C a 1200°C.**

### 2.2.1.2. Forjado

Luego del calentamiento, las piezas van al martillo de preforjado, donde se lo golpea y se le da un preformado antes de llevarlo a la estampa. Seguido de esto, se trasporta al martillo de forjado, en el cual por medio de golpes y con la matriz adecuada se le da la forma final a la

pieza. Por último, en la prensa rebabadora, se elimina el sobrante de la pieza (rebarba exterior y centro).

A continuación, se detalla el diagrama de flujo del proceso de forjado:

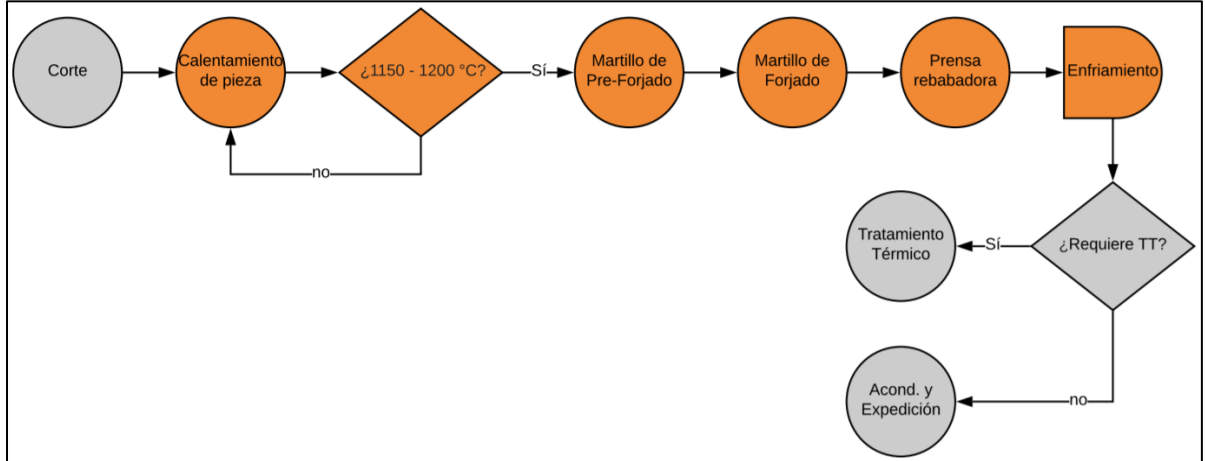


Figura 2.4: Diagrama de flujo correspondiente al proceso de forjado.

Los procesos pintados de color naranja son los correspondiente a la **línea 6**.

## 2.2.2. Maquinarias

Esta línea, cuenta con los siguientes equipos para realizar el proceso:

### 2.2.2.1. Hornos

La línea cuenta con cuatro hornos del tipo que se muestra en la siguiente foto:

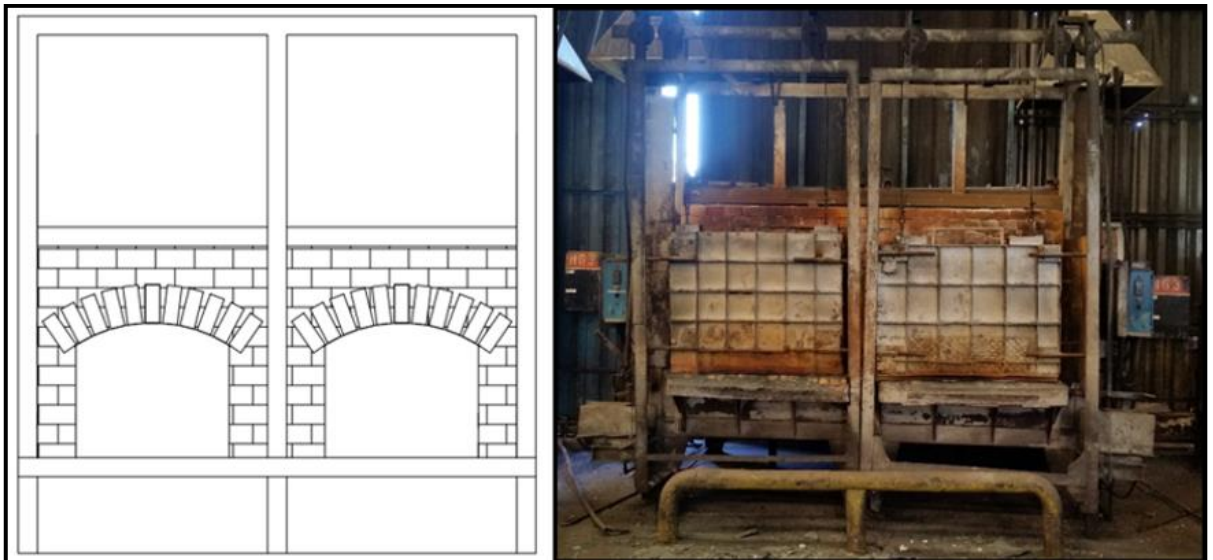
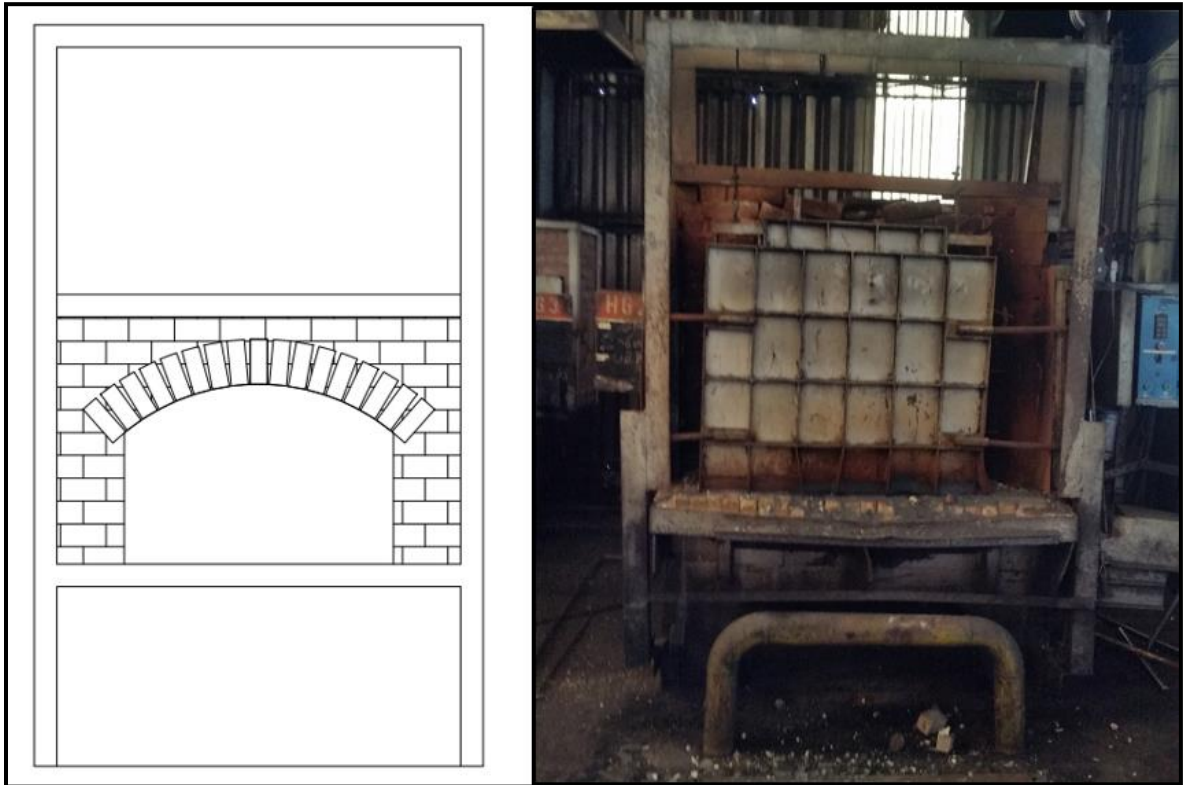


Figura 2.5: Hornos a gas con un único quemador y dos chimeneas.

Estos cuentan con un solo quemador y dos chimeneas, las denominaciones son: HG1, HG3, HG4 y HG5. Son utilizados para calentar piezas de hasta 330 kg.

La línea cuenta con un quinto horno, con denominación HG2:



*Figura 2.6: Horno a gas con doble quemador y una única chimenea.*

Este horno, cuenta con dos quemadores y una sola chimenea, y son utilizados para piezas que van desde los 330 kg hasta los 500 kg.



2.2.2.2. *Martillo pre-forjado*

- Fabricante: HUTA Zygmunt.
- Modelo: MPM 16000 B.
- Procedencia: Polonia.
- Energía de impacto: 17500 kgm.
- Carrera del vástago: 1000 mm.
- Peso del mazo: 6255 kg.
- Peso total: 168 tn.
- Presión de aire: 5 – 7 atm.
- Consumo de aire para 180°C: 30 m<sup>3</sup>/min.
- Número máximo de golpes/minutos: 80



Figura 2.7: Martillo de preforjado.

### 2.2.2.3. Martillo Forjado

- Fabricante: HUTA Zygmunt
- Modelo: MPM 25000 B.
- Procedencia: Polonia.
- Energía de impacto: 25000 kgm.
- Carrera de vástago: 1100 mm.
- Peso del mazo: 8000 kg.
- Peso total: 225 tn.
- Presión de aire: 5 – 7 atm.
- Consumo de aire para 180°C: 35 m<sup>3</sup>/min.
- Número máximo de golpes/minutos: 75



Figura 2.8: Martillo de forjado.



#### 2.2.2.4. Prensa Rebabadora

- Fabricante: Erfurt
- Modelo: PKZe1250.
- Procedencia: Alemania.
- Carrera: 500 mm.
- Máxima fuerza de ariete: 1250 tn.
- Peso total: 130 tn.



Figura 2.9: Prensa rebabadora de la línea 6.

En la Figura 2.10 se puede ver la disposición de las tres máquinas principales de la línea 6.



Figura 2.10: Martillos y prensas de la línea. De izquierda a derecha: Martillo de preforjado, Martillo de forjado y Prensa rebabadora.

## 3. Nueva tecnología de calentamiento

### 3.1. Calentamiento en Hornos a Inducción

El calentamiento por horno a inducción representa para la industria y demás campos de aplicación un método de calentamiento de materiales conductores de alta fiabilidad, versatilidad, eficacia y seguridad. Fiabilidad porque supone un proceso técnicamente controlable. Versatilidad porque es posible realizar el calentamiento sin grandes esperas de subida y bajada de temperatura. Eficacia porque el rendimiento del proceso es muy elevado. Seguridad porque el calentamiento se realiza sin emisión de gases y otros residuos, radiaciones electromagnéticas peligrosas ni cualquier otro elemento que ponga en peligro la seguridad de las personas.

Un horno a inducción está formado por los siguientes componentes:

1. Convertidor estático de media frecuencia.
2. Equipo mecánico de manipulación de las piezas.
3. Horno de calentamiento.

Además, los hornos a inducción presentan muchas ventajas frente a los otros tipos de hornos, tales como:

- ✓ El calor se genera en el mismo seno de la carga, lo que origina gran rendimiento térmico.
- ✓ La inercia térmica de los equipos es muy reducida.
- ✓ La potencia específica ( $\text{kW/m}^2$  o  $\text{kW/m}^3$ ) es elevada, lo que origina una gran rapidez de calentamiento.

- ✓ Limpieza, como la energía de calentamiento se transfiere por inducción electromagnética, no hay productos de combustión.
- ✓ Simplicidad, para regular la producción basta con ajustar la potencia, con lo que se obtiene fácilmente resultados uniformes y repetidos.

Las piezas que se deben calentar son de formas geométricas sencillas (palanquillas, cuadrada, rectangular o poligonal). Esto no presenta inconvenientes, ya que los cortes que se deben calentar en esta línea son con estas geometrías.

Las piezas calentadas en estos hornos, tiene menor descarbonización del material, es decir, menor formación de cascarilla o escoria. Esto es resultado de la oxidación del acero, proceso que se inicia a los 200°C por el contacto de la superficie caliente del material a forjar con el aire. La cantidad de escoria que se forma depende de:

- La temperatura del material. A partir de 850°C, las pérdidas son significativas.
- El tiempo de exposición a dicha temperatura.

El tipo de oxido que se forma depende de la temperatura de la superficie, siendo:

Tipo de oxido	Formula	Dureza [Vickers]
Hematita	$Fe_2O_3 - FeO_4$	1030
Magnetita	$Fe_3O_4$	450 – 500
Wustita	$FeO$	270 – 350

Tabla 3.1: Tipos de óxidos formados

Por debajo de los 900°C, la capa de oxido se compone de Wustita y algo de Magnetita. Por encima de los 900°C, la proporción de Magnetita aumenta, disminuye la Wustita y se forma algo de Hematita.

El tipo de oxido formado, influye en el desgaste de las estampas (matrices), debido a que cada uno tiene un grado de dureza diferente. Utilizando hornos a inducción para el calentamiento de los cortes, este proceso de cascarilla o escoria se reduce, como se puede observar en la Tabla 3.2.

Tipo de calentamiento	Escoria tolerada [%]
Gas	3 o mayor
Electricidad	1,5
Inducción	1

Tabla 3.2: Generación de escoria en función del tipo de calentamiento

**Los hornos a inducción pertenecen a la tendencia actual en calentamiento.**

### 3.2. Selección del horno

**En base a lo solicitado por la directiva de Futura, se escogió un horno de la misma empresa que fabricó el horno de línea 5.** En comunicación con dicha empresa, se estableció seleccionar únicamente los componentes necesarios que se unirán con cables coaxiales al dispositivo de conmutación del horno existente en línea 5. Tales componentes son el sistema de carga y el de calentamiento.

Las especificaciones técnicas del proceso son:

- Potencia: 1200 kW.
- Frecuencia: 500 Hz.



- Material: Acero Medio Aleado.
- Temperatura máxima de calentamiento: 1200 °C.
- Sección de piezas:
  - Redondo máximo: 300 mm.
  - Cuadrado mínimo: 160 mm.
- Longitud de piezas:
  - Máximo: 500 mm.
  - Mínimo: 1,5 \* sección mm.
- Producción:
  - Redondo 300 mm: 2500 Kg/h.
  - Cuadrado 160 mm: 2600 Kg/h.

En base a las especificaciones, el horno propuesto por la empresa es:

- Nombre: Horno de calentamiento “EMFG 1200k0,5/s”.
- Fabricante: ELIND Induction Heating Technologies (Italia).
- Codificación en el proyecto: “**H16**”.

### 3.3. Consumo y Producción del Hornos a Inducción

En la Tabla 3.3 se detalla la producción que tendrá el horno a inducción para cada pieza que es producida en la línea, datos suministrados por el fabricante del horno. Para el cálculo se considera un rendimiento del 75% (es un valor aproximado ya que tiene que ver con los tiempos perdidos por cambio estampa, almuerzos y otras paradas en las cuales el horno a inducción se para y no consume energía. Por lo tanto, quizás el valor sea mayor a 80%).

Diámetro inductor (mm)	Sección pieza (mm)	Producción (kg/h)
Redondo 300 mm	Redondo 300	2500
Cuadrado 160 mm	Cuadrado 160	2600
Promedio		2550
Producción neta (75% del promedio)		1912.5

Tabla 3.3: Producción del nuevo horno a inducción

### 3.4. Consumos actuales de los Hornos a Gas

A continuación, se detallan los consumos de gas que tiene la empresa. La Tabla 3.4 muestra el consumo total que se tiene por sector.

Sectores de la planta	Consumo de Gas (m <sup>3</sup> )	Consumo Porcentual
Corte	0	0.00%
Línea 3	1074.24	1.25%
Línea 5	1160.44	1.35%
Línea 6	46769.27	54.42%
Matricería	591.3	0.69%
Mantenimiento	0	0.00%
Terminación	0	0.00%
Tratamiento térmico	36348.74	42.29%
<b>Total</b>	<b>85943.99</b>	<b>100.00%</b>

Tabla 3.4: Consumos actuales de gas por sector

En el siguiente diagrama de torta (Figura 3.1), se puede ver la distribución de los consumos en cada sector. Como se puede ver, el mayor consumo está repartido en la Línea 6.

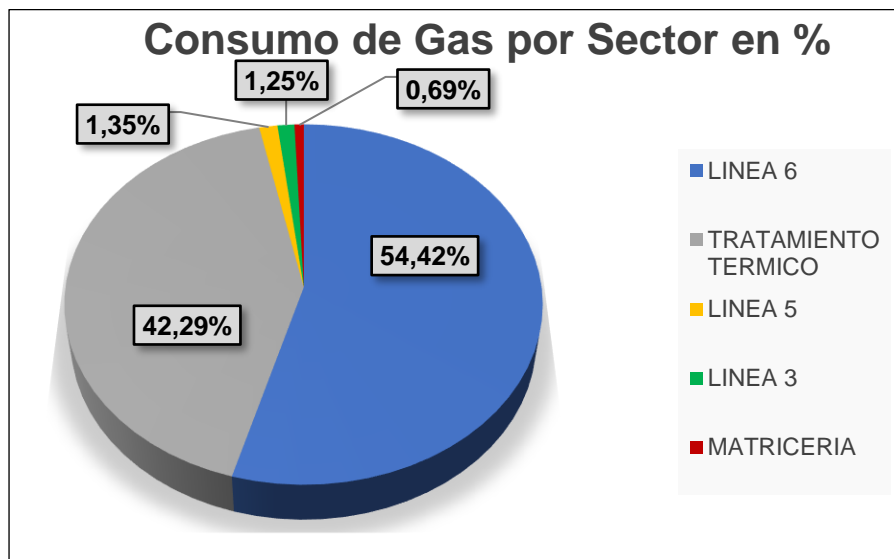


Figura 3.1: Consumo porcentual de gas por sector

Los consumos de los demás sectores no se incluyen en la gráfica, debido a que estos son nulos y no influyen en el consumo total.

Se realiza el enfoque en el consumo de L6, la cual es la de nuestro interés. En la Tabla 3.5 se pueden ver los consumos de las diferentes maquinarias con su respectiva marca y modelo. También se especifican los factores de utilización, de capacidad y total de cada uno. Estos datos fueron aportados por parte de la empresa.

Línea 6								
Máquina	Marca/Modelo	Consumo (M <sup>3</sup> /h)	Días	Horas	Factor de utilización	Factor de Capacidad	Factor total	Consumo Gas
HORNO A GAS DOS BOCAS		48.40	23.00	16.00	0.51	0.95	0.49	8648.33
HORNO A GAS DOS BOCAS		48.40	23.00	16.00	0.51	0.95	0.49	8648.33
HORNO A GAS DOS BOCAS		48.40	23.00	16.00	0.51	0.95	0.49	8648.33
HORNO A GAS DOS BOCAS		48.40	23.00	16.00	0.51	0.95	0.49	8648.33
HORNO A GAS UNA BOCA		48.40	23.00	16.00	0.51	0.95	0.49	8648.33
MARTILLO NEUMATICO	MPM HUTA 16000 KGM.	6.49	30.00	16.00	0.67	0.80	0.53	1661.95
MARTILLO NEUMATICO	MPM HUTA 25000	6.49	30.00	16.00	0.67	0.80	0.53	1661.95
PRENSA REBABADORA	ERFURT 1250 TN.	1.08	22.00	9.00	0.28	0.50	0.14	29.46
ESTUFA CALENT. ESTAMPA		4.33	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00
ESTUFAS		1.62	10.00	9.00	0.13	0.50	0.06	9.13
VESTUARIOS		1.49	20.00	20.00	0.56	0.50	0.28	165.14
<b>TOTAL</b>		<b>263.503</b>			<b>TOTAL</b>			<b>46769.27</b>

Tabla 3.5: Consumo de gas por máquina de línea 6

La Tabla 3.6 muestra los porcentajes de cada consumo.

Línea 6				
Descripción Máquina	Marca/Modelo	Consumo Total	Consumo %	
HORNO A GAS DOS BOCAS		8648.33	18.49%	92%
HORNO A GAS DOS BOCAS		8648.33	18.49%	
HORNO A GAS DOS BOCAS		8648.33	18.49%	
HORNO A GAS DOS BOCAS		8648.33	18.49%	
HORNO A GAS UNA BOCA		8648.33	18.49%	
MARTILLO NEUMATICO	MPM HUTA 16000 KGM.	1661.95	3.55%	
MARTILLO NEUMATICO	MPM HUTA 25000	1661.95	3.55%	
PRENSA REBABADORA	ERFURT 1250 TN.	29.46	0.06%	
ESTUFA CALENTAMIENTO ESTAMPA		0.00	0.00%	
ESTUFAS		9.13	0.02%	
VESTUARIOS		165.14	0.35%	
<b>TOTAL</b>		<b>46769.27</b>	<b>100.00%</b>	

Tabla 3.6: Consumo de gas porcentual por máquina de línea 6

En el siguiente diagrama de torta (Figura 3.2), se puede ver la distribución de los consumos más importantes (> 1%) de la línea 6. Como se puede ver, el mayor consumo está repartido en los hornos a gas.

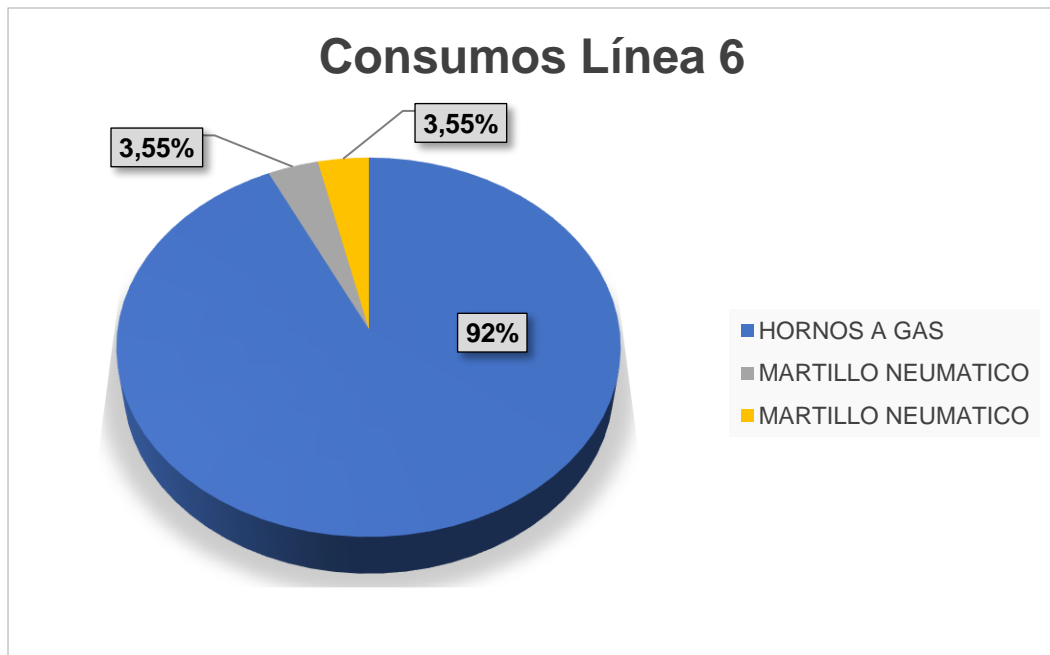


Figura 3.2: Consumo de gas porcentual por máquina de línea 6

**Los Hornos a Gas consumen el 92% de gas de la línea 6, y el 50.31% del consumo total.**

### 3.5. Comparación entre consumos energéticos de las diferentes tecnologías de calentamiento.

Para llevar a cabo esta comparación, se debe realizar la simulación aproximada de la factura eléctrica y de gas del mes de marzo 2019 (ver anexo E apartado 4.1), simulando el futuro funcionamiento del horno a inducción en la línea y contrastándolo contra las facturas actuales.

#### 3.5.1. Simulación de la factura de energía eléctrica con la nueva tecnología de calentamiento a partir de los valores reales de un mes tipo.

En la Tabla 3.7 se detallan los valores relevados de energía y potencia eléctrica durante el mes de marzo del año 2019. Se realiza la comparativa entre dos casos diferentes: el primero será el mes real de marzo de 2019, es decir calentando con horno a gas; y el segundo caso, será suponiendo que se calienta los corte con horno a inducción.

CARGOS POR CONSUMO DE ENERGIA	VALORES TARIFA (MARZO 2019)		REAL MARZO 2019	UTILIZANDO MARTILLO Y CALENTANDO CON HORNO A INDUCCION	REAL MARZO 2019	UTILIZANDO MARTILLO Y CALENTANDO CON HORNO A INDUCCION
CARGO FIJO	10791,98	\$/mes			\$10.791,98	\$10.791,98
PUNTA	130,74	\$/kW-mes	81,6	75	\$10.668,38	\$9.805,50
FUERA DE PUNTA	120,68	\$/kW-mes	2126,4	2150,00	\$256.613,95	\$259.462,00
ADQUIRIDA	77,54	\$/kW-mes	1104	1112,5	\$85.604,16	\$86.263,25
<b>SUB-TOTAL CARGOS POR POTENCIA</b>					<b>\$363.678,48</b>	<b>\$366.322,73</b>
HORARIO PICO > 300	3,2869	\$/kWh	5423,29	5423,29	\$17.825,81	\$17.825,81
HORARIOS DE HORAS RESTANTES > 300	3,1394	\$/kWh	200231,85	314025,6	\$628.607,87	\$985.851,97
HORARIO DE VALLE NOCTURNO > 300	2,9908	\$/kWh	7487,33	7487,33	\$22.393,11	\$22.393,11
<b>SUB-TOTAL CARGOS POR ENERGIA ACTIVA</b>					<b>\$668.826,79</b>	<b>\$1.026.070,89</b>
CONTRATO CONCESIÓN ART.29		%	8,70%	8,70%	\$89.827,96	\$121.138,24
<b>TOTAL, DE CARGOS POR CONSUMO DE ENERGIA</b>					<b>\$1.122.333,22</b>	<b>\$1.513.531,86</b>
BONIFICACION DEC.4720/12 (4%)		%	4,00%	4,00%	-\$44.893,33	-\$60.541,27
<b>CARGOS POR CUENTA DE TERCEROS</b>						
I.V.A INSCRIPTO		%	27,00%	27,00%	\$303.029,97	\$408.653,60
<b>TOTAL DE CARGOS POR CUENTA DE TERCEROS</b>					<b>\$303.029,97</b>	<b>\$408.653,60</b>
DEV. CALIDAD SERVICIO R57 EPRE		\$			-\$140,00	-\$140,00
<b>TOTAL, A PAGAR</b>					<b>\$1.380.329,86</b>	<b>\$1.861.504,19</b>

Tabla 3.7: Factura de energía eléctrica marzo 2019

Las potencias y energías registradas desde el mes de septiembre de 2018 a marzo de 2019 se muestran en la Tabla 3.8.

MES	CONSUMO ENERGIA ELECTRICA (KWh) (CEG)	POT. PUNTA CONVENIDA (KW)	POT. PUNTA REGISTRADA (KW)	POT. PUNTA FACTURADA (KW)	POT. FUERA PUNTA CONVENIDA (KW)	POT. FUERA PUNTA REGISTRADA (KW)	POT. FUERA PUNTA FACTURADA (KW)
SEPTIEMBRE '18	174048,38	75	77	91	2000	1310	2155
OCTUBRE '18	191663,58	75	72	91	2000	1243	2155
NOVIEMBRE '18	188592,00	75	72	75	2000	1152	2155
DICIEMBRE '18	163151,99	75	67	75	2000	1090	2155
ENERO '19	211872,93	75	75	75	1400	1987	1987
FEBRERO '19							
MARZO '19	200231,85	75	76,8	76,8	1400	2020,8	2020,8
PROMEDIO	188260,12	75,00	73,30	80,63	1800,00	1467,13	2104,63

Tabla 3.8: Valores de energía y potencia entre los meses de septiembre 2018 y enero 2019

Se omite el mes de febrero de 2019 ya que la planta estuvo parada ese mes por vacaciones de los operarios y los consumos fueron inferiores a los demás meses normales.

Actualmente, continúa la directiva de que únicamente funcione L6, por lo tanto, se debe acordar con CEG una potencia 'Fuera de punta'. Este valor resulta de sumar el promedio de la potencia registrada durante los meses que la producción fue únicamente en L6 (septiembre a marzo) más la potencia del horno a inducción que se instalará:

$$1500 \text{ kW} + 850 \text{ kW} = 2350 \text{ kW}$$

Por lo que se deberá contratar una potencia de **2350 kW**, una vez que este instalado el horno a inducción.

Para el caso de la energía en el 'Horario de Horas Restantes', se le debe sumar la energía que el horno consumirá al mes, que se estima con la potencia del horno (850 kW), una jornada laboral de 8.5 horas, 21 días al mes y un factor de 75%. De esto resulta:

$$850 \text{ kW} \cdot 8.5 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \cdot 21 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} \cdot 0.75 = 113\,793.75 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

Sumando este valor al obtenido durante un mes normal, resulta la energía total:

$$196\,560.94 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} + 113\,793.75 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} = 310\,354.69 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}}$$

El costo total por energía eléctrica se encuentra en la Tabla 3.7, para la tarifa de marzo 2019.

### 3.5.2. Simulación de factura de gas

A continuación, se realizarán tablas de simulación de las facturas de gas, de las empresas Gas Nea y Energix. Donde la primera es la empresa distribuidora de gas y la segunda la encargada del transporte del gas. Para esto se analizaron dos casos diferentes: el mes real de marzo, a partir de la factura real (ver anexo E apartado 4.1), y simulación con horno a inducción. Estas tablas fueron realizadas en función de los datos aportados por la empresa.

Caso 1:

La siguiente facturación corresponde al estado actual de la línea, es decir mes de marzo:

Facturación GAS NEA					
REAL MES ENERO 2019					
A- CARGO FIJO			\$ 10.784,33		
RESERVA DE CAPACIDAD 3500.000 M <sup>3</sup> x \$ 8,400963	3.500	8,400963	\$ 29.403,37	\$ 117.495,50	\$ 124.401,49
TRANSPORTE NON-ER	83602,00	0,779509	\$ 65.168,51		
DISTRIB. ESCALON 1: 5000.000 M <sup>3</sup> X \$ 0,197808	5000	0,197808	\$ 989,04		
DISTRIB. ESCALON 2: 99419.000 M <sup>3</sup> X \$ 0,141857	78602,00	0,141857	\$ 11.150,24		
RECUP. DEB CRED (D)	83602,00	0,01025442	\$ 857,29		
RECUP. DEB CRED (T)	83602,00	0,00208045	\$ 173,93	\$ 173,93	
TASA I.S.H. GCHU	\$ 117.495,50	0,05	\$ 5.874,77	\$ 5.874,77	
IVA	\$ 124.401,49	0,27	\$ 33.588,40		\$ 33.588,40
CARGO FIDEICOMISO GAS (**)			\$ 796,45		
SUBTOTAL CARGO FIDEICOMISO GAS - CUIT: 30-70904335-4 (**)			\$ 796,45		\$ 796,45
IVA 21% CARGO FID.	0,21	\$ 796,45	\$ 167,25		\$ 167,25
CARGO FIJO 2006-2008			\$ 9.424,65		
SUBTOTAL CARGO FIDEICOMISO GAS - CUIT: 30-70904335-4 (***)			\$ 9.424,65		\$ 9.424,65
IVA 21% F. 2006-2008	\$ 9.424,65	0,21	\$ 1.979,18		\$ 1.979,18
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 170.357,42</b>

Tabla 3.9: Facturación Gas Nea real marzo 2019

Facturación ENERGIX					
Enero Real					
GAS BASICO	M <sup>3</sup>	7,291	83602,00	\$ 609.542,18	\$ 640.682,04
COMBUSTIBLE BASICO	M <sup>3</sup>	7,291	4271,00	\$ 31.139,86	
GESTION DE ADMINISTRACION		0,03153259	609542,18	\$ 19.220,44	\$ 19.220,44
FONDO FIDUCIARIO		0,03111216	609542,18	\$ 18.964,17	
DIFERENCIA DE CAMBIO		1		\$ 0,00	
SUB TOTAL				<b>\$ 678.866,66</b>	
TASA GENERAL		0,21	19220,44	\$ 4.036,29	
TASA 27		0,27	640682,04	\$ 172.984,15	
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 855.887,11</b>	

Tabla 3.10: Facturación Energix real marzo 2019

Caso 2:

Este corresponde a que L6 caliente por medio de hornos a inducción. Teniendo el consumo promedio total de gas y sabiendo que los hornos a gas consumen un 50.31% de este, podremos estimar el nuevo consumo total restándole el mismo, como se explica a continuación:

$$83602 \text{ m}^3 * (1 - 0.5031) = 41541.83 \text{ m}^3$$

La nueva factura será:

Facturación GAS NEA					
Simulación con Horno a Inducción					
A- CARGO FIJO			\$ 10.784,33		
RESERVA DE CAPACIDAD 3500.000 M <sup>3</sup> x \$ 8,400963	3500	8,400963	\$ 29.403,37		
TRANSPORTE NON-ER	41541,83	0,779509	\$ 32.382,23	\$ 78.742,69	\$ 83.192,24
DISTRIB. ESCALON 1: 5000.000 M <sup>3</sup> X \$ 0,197808	5000,00	0,197808	\$ 989,04		
DISTRIB. ESCALON 2: 46885,800 M <sup>3</sup> X \$ 0,141857	36541,83	0,141857	\$ 5.183,71		
RECUP. DEB CRED (D)	41541,83	0,01025442	\$ 425,99		
RECUP. DEB CRED (T)	41541,83	0,00208045	\$ 86,43	\$ 86,43	
TASA I.S.H. GCHU	\$ 78.742,69	0,05	\$ 3.937,13	\$ 3.937,13	
IVA	\$ 83.192,24	0,27	\$ 22.461,90		\$ 22.461,90
CARGO FIDEICOMISO GAS (**)			\$ 796,45		
SUBTOTAL CARGO FIDEICOMISO GAS - CUIT: 30-70904335-4 (**)			\$ 796,45		\$ 796,45
IVA 21% CARGO FID.	0,21	\$ 796,45	\$ 167,25		\$ 167,25
CARGO FIJO 2006-2008			\$ 9.424,65		
SUBTOTAL CARGO FIDEICOMISO GAS - CUIT: 30-70904335-4 (***)			\$ 9.424,65		\$ 9.424,65
IVA 21% F. 2006-2008	\$ 9.424,65	0,21	\$ 1.979,18		\$ 1.979,18
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 118.021,67</b>

Tabla 3.11: Facturación Gas Nea simulación con horno a inducción

Facturación ENERGIX					
Simulación con Horno a Inducción					
GAS BASICO	M <sup>3</sup>	7,291	41541,83	\$ 302.881,51	\$ 318.354,15
COMBUSTIBLE BASICO	M <sup>3</sup>	7,291	2122,16	\$ 15.472,64	
GESTION DE ADMINISTRACION		0,03153259	302881,51	\$ 9.550,64	\$ 9.550,64
FONDO FIDUCIARIO		0,03111216	302881,51	\$ 9.423,30	
DIFERENCIA DE CAMBIO		1		\$ 0,00	
SUB TOTAL				<b>\$ 337.328,09</b>	
TASA GENERAL		0,21	9550,64	\$ 2.005,63	
TASA 27		0,27	318354,15	\$ 85.955,62	
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 425.289,34</b>	

Tabla 3.12: Facturación Energix simulación con horno a inducción

### 3.5.3. Comparación de consumos de energía entre ambas tecnologías.

Para la energía eléctrica, la tabla para los diferentes casos nos queda conformada de la siguiente manera:

Energía Eléctrica		
CONSUMO CONDICIONES ACTUALES (KWh) (VALORES REALES ENERO 2019)	213.142,47	kWh
MONTO (\$)	<b>\$ 1.380.329,863</b>	\$
COSTO UNITARIO (\$/KWh)	6,48	\$/kWh
CONSUMO CON HORNO A INDUCCION EN LINEA 6 (KWh)	326.936,22	kWh
MONTO (\$)	<b>\$ 1.861.504,19</b>	\$
COSTO UNITARIO (\$/KWh)	5,69	\$/kWh

Tabla 3.13: Comparativa de costos de energía eléctrica

Como se puede ver el costo de energía eléctrica con la instalación del horno a inducción aumentará de \$1.380.329,86 a \$ 1.861.504,19

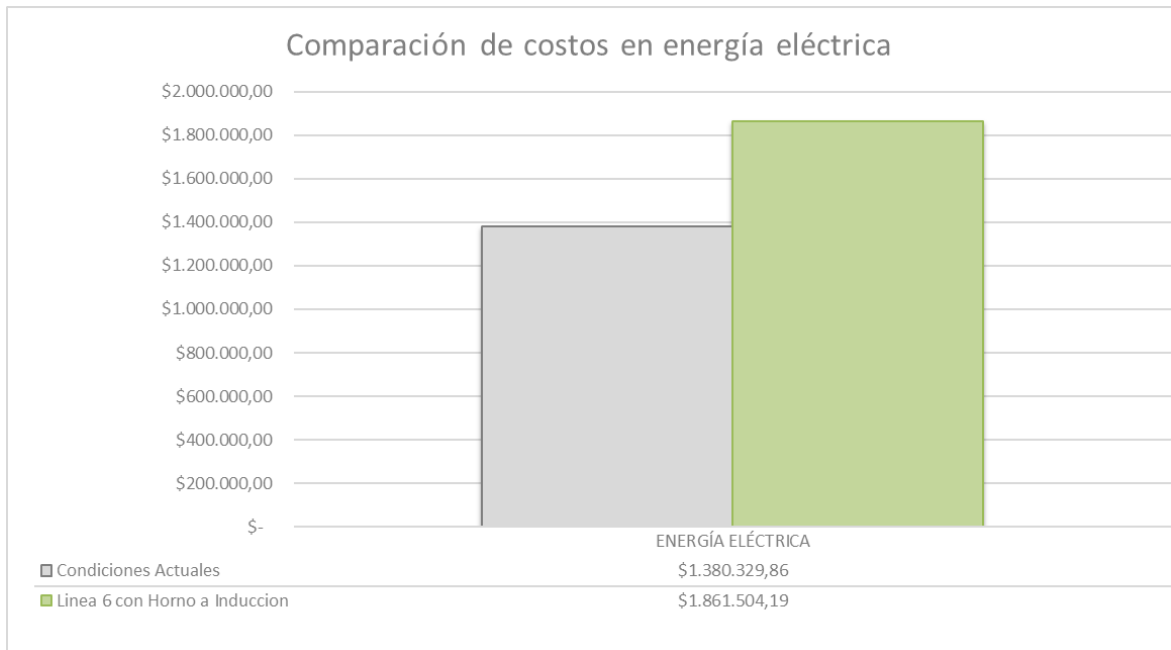


Figura 3.3: Comparación de costos en energía eléctrica

Para el gas, la tabla para los diferentes casos queda conformada de la siguiente manera:

GAS		
CONSUMO CONDICIONES ACTUALES (M <sup>3</sup> ) (VALORES REALES ENERO2019)	83.602,00	kWh
MONTO (\$)	\$ 1.026.244,53	\$
COSTO UNITARIO (\$/M <sup>3</sup> )	12,28	\$/kWh
CONSUMO CON HORNO A INDUCCION EN LINEA 6 (M <sup>3</sup> )	41.541,83	kWh
MONTO (\$)	\$ 543.311,01	\$
COSTO UNITARIO (\$/kWh)	13,08	\$/kWh

Tabla 3.14: Comparativa de costos de gas

Como se puede ver el costo de gas con la instalación del horno a inducción desciende de 1.026.244,53 a \$ 543.311,01



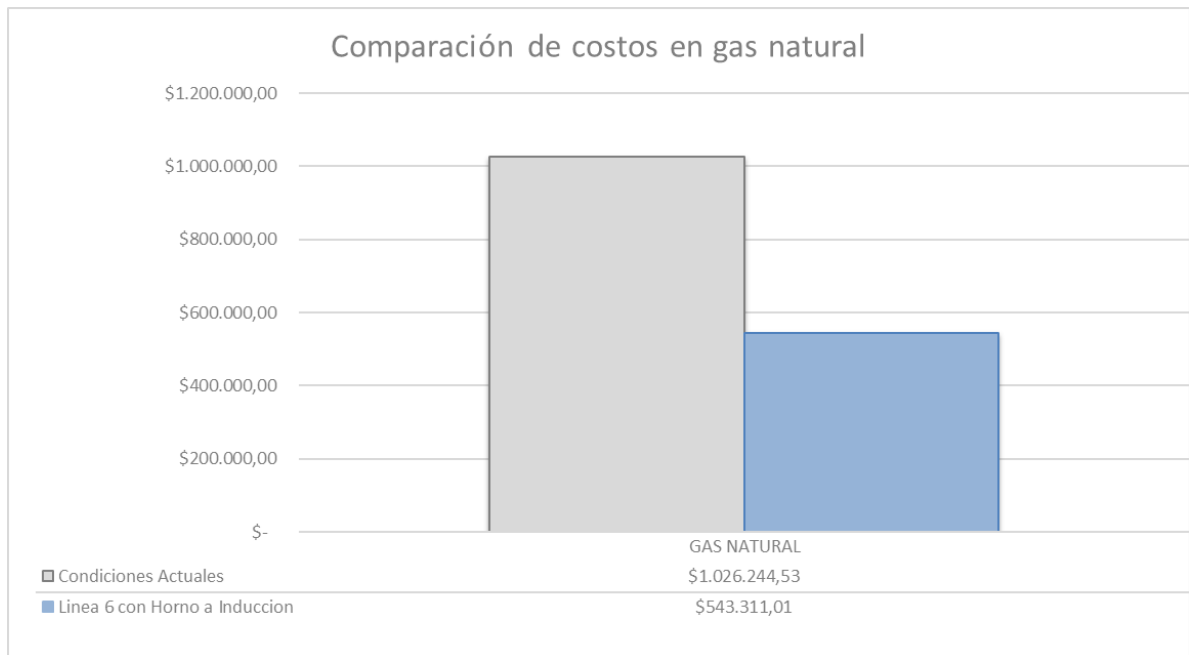


Figura 3.4: Comparación de costos en consumo de gas

### 3.5.3.1. Costo de mantenimiento de Horno a Gas

Los costos de mantenimiento totales de la empresa se pueden ver en la siguiente tabla:

Costos mantenimiento 2018					
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio	
\$ 529.626,51	\$ 678.218,00	\$ 697.452,67	\$ 882.404,67	\$ 696.925,46	100,00%

Tabla 3.15: Costos de mantenimiento totales entre septiembre y diciembre 2018

Los costos de mantenimiento correspondientes a la línea 6 se adjuntan a continuación:

Costos de mantenimiento L6 2018					
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio	
\$47.057,01	\$19.059,18	\$151.341,47	\$133.290,42	\$87.687,02	12,58%

Tabla 3.16: Costos de mantenimiento en línea 6 entre septiembre y diciembre 2018

Los gastos de mantenimiento son principalmente debido a los hornos a gas, por el cambio de las mantas cerámicas, ladrillos refractarios, hormigón refractario, etc. No está incluido el tiempo que le lleva a los operarios reparar el horno, este tiempo dependen de lo que haya que hacerle, pero una reparación completa tarda entre 7 y 10 días, con 2 personas.



Figura 3.5: Mantenimiento de hornos a gas.

Se observa que el 12.58% de los costos totales de mantenimiento corresponden a la línea 6, donde prácticamente el 80% corresponde a hornos a gas. Por lo tanto, los hornos a gas se llevan el 10% de los costos totales de la empresa.

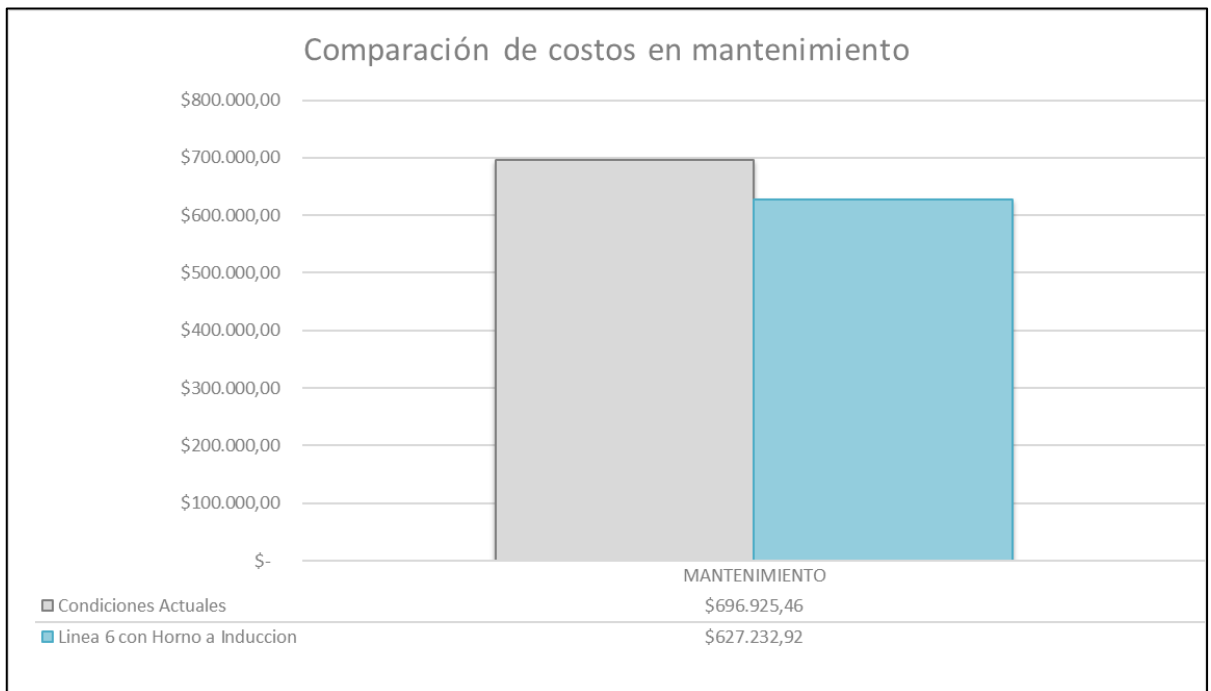


Figura 3.6: Comparación de costos de mantenimiento

### 3.5.3.2. Costos por personal de producción.

La empresa brindó los datos de los sueldos unitarios del personal de producción, el cual el promedio para el mes de diciembre de 2018 es \$36.097,63. la línea 6, para el tipo de calentamiento con hornos a gas, es necesario contar con 13 personas, los cual da un total de \$469.269,19 al mes en sueldos. Realizando el cambio de tecnología a hornos a inducción, la cantidad de personas necesarias para la línea será de 10, por lo que el costo de personal por mes será \$360 976.3.

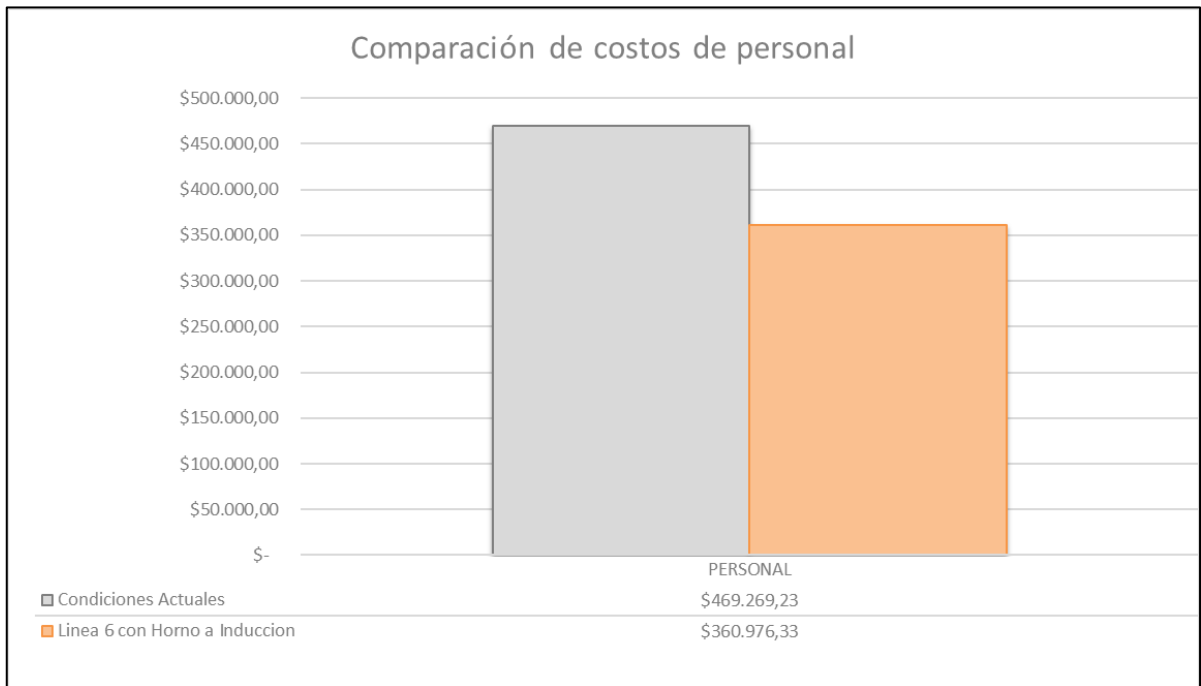


Figura 3.7: Comparación de costos de personal

### 3.5.4. Comparación Final de Costos.

En la Tabla 3.17 se tiene un resumen de los valores actuales y futuros que se tendrán al hacer el cambio de tecnología, donde estos fueron obtenidos en los ítems anteriores. También, se puede apreciar el impacto en los respectivos costos.

Comparación Calentamiento Horno a Inducción vs Horno a Gas			
	Condiciones Actuales	Línea 6 con Horno a Inducción	Diferencia
GAS NATURAL	\$ 1.026.244,53	\$ 543.311,01	-\$ 482.933,52
ENERGÍA ELÉCTRICA	\$1.380.329,86	\$ 1.861.504,19	\$ 481.174,33
MANTENIMIENTO	\$696.925,46	\$ 627.232,92	-\$ 69.692,55
PERSONAL	\$ 469.269,23	\$ 360.976,33	-\$ 108.292,90
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.572.769,08</b>	<b>\$ 3.393.024,45</b>	<b>-\$ 179.744,63</b>

Tabla 3.17: Comparación final de costos entre sistemas de calentamiento

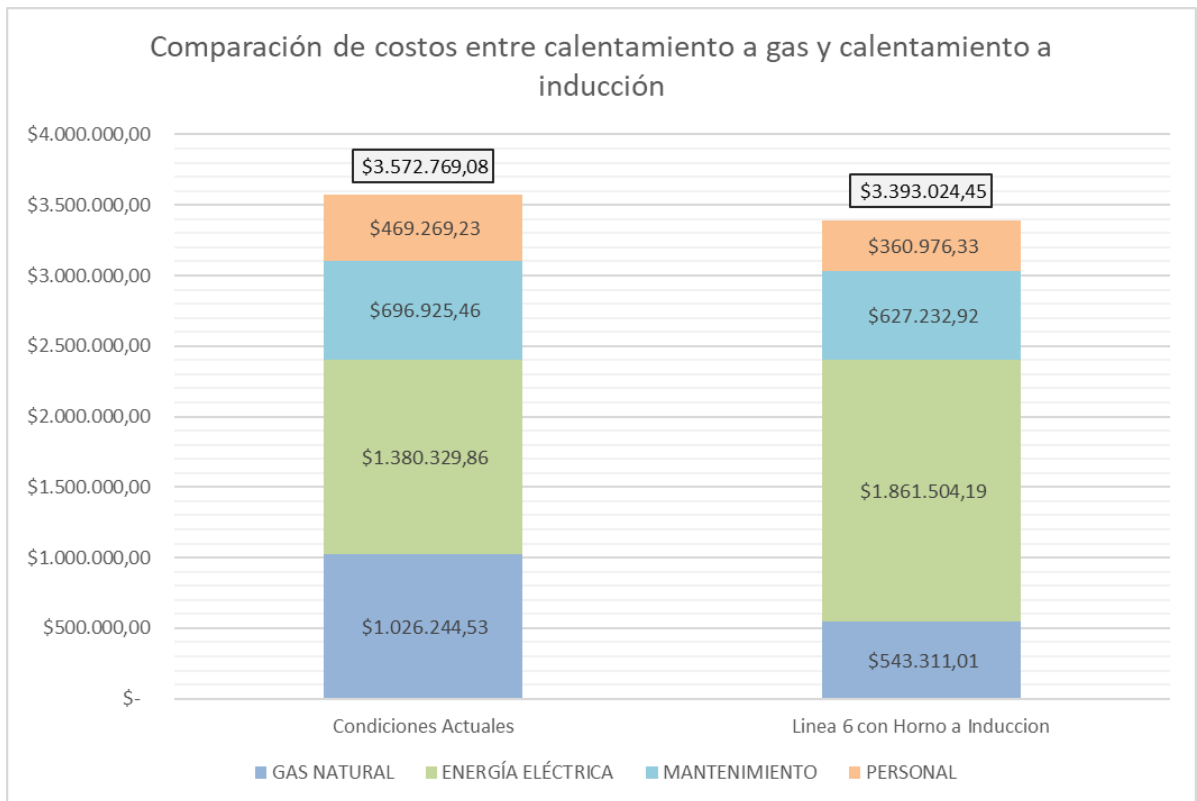


Figura 3.8: Comparación de costos totales por mes

**Como conclusión en el mes de marzo se hubiese obtenido un ahorro de \$ 179.744,63 calentando con los hornos a inducción.**

**NOTA:** Se debe tener en cuenta, que no se ha considerado el aumento en la producción (esto se hará a continuación) que se tendrá con la instalación del horno a inducción.

### 3.5.5. Aumento de productividad en línea 6 con instalación del horno a inducción.

En este apartado se explicará cómo se produce el aumento aproximado en la producción de L6 de la forja.

Para el mes de marzo se tuvieron las siguientes horas de trabajo y producción:

**HORAS BRUTAS MENSUALES** 230,83 HS  
**HORAS NETAS MENSUALES** 156,12 HS  
**PRODUCCIÓN MENSUAL** 197.421 KG

Esto nos da una facturación mensual de:

$$FACTURACIÓN MENSUAL = 197.421 \text{ Kg} \cdot 80 \text{ \$/kg}$$

$$FACTURACIÓN MENSUAL = \$15.793.680,00$$

La rentabilidad de la planta es de 25% aproximadamente (dato aportado por la empresa) por lo cual, las ganancias serán:

$$GANANCIAS = \$15.793.680,00 \cdot 25\%$$

$$GANANCIAS = \$ 3.948.420$$

Con la instalación del Horno a Inducción, se tendrá una producción de 2.550 kg/hs teórico (dato aportado por la empresa fabricante del horno). Afectando este valor por un rendimiento de la línea de 75%, se tiene 1.912,5 kg/hs netas, multiplicando por 156,12 correspondientes a las horas netas en el mes, tenemos una producción mensual:

$$PRODUCCION MENSUAL = 156,12 \text{ hs netas} \cdot 1912,5 \frac{\text{kg}}{\text{hs}}$$

$$PRODUCCION MENSUAL = 298.579,5 \text{ kg}$$

**Se puede decir que la producción en L6 aumentaría 101.158,5 kg/mes, lo que equivale a un aumento de producción de 51.24% mensual.**

Sabiendo que el kilo de acero forjado tiene un valor de 2 U\$\$ (80 pesos argentinos a la fecha de marzo 2019), la facturación mensual será:

$$FACTURACION MENSUAL = 298.579,5 \text{ kg} \cdot \frac{\$80}{\text{kg}}$$

$$FACTURACION MENSUAL = \$23.886.360$$

Con una rentabilidad del 25%, las ganancias serán:

$$GANANCIAS = \$23.886.360 \cdot 25\%$$

$$GANANCIAS = \$ 5.971.590$$

**Las ganancias por mes aumentan en \$ 2.023.170**

En la Tabla 3.18, se puede ver un resumen de lo explicado anteriormente.

Aumento de productividad a partir del cambio de tecnología de calentamiento			
	Condiciones Actuales	Línea 6 con Horno a Inducción	Diferencia
PRODUCCION MENSUAL (KG/MES)	197421	298 579.5	101 158.5
VALOR KG FORJA (2 U\$\$/kg)	\$ 80	\$ 80	
FACTURACION MENSUAL	\$ 15 793 680	\$ 23 886 360	\$ 8 092 680
RENTABILIDAD (25%)	\$ 3 948 420	\$ 5 971 590	\$ 2 023 170
HORAS BRUTAS MENSUALES	230.83	230.83	
HORAS NETAS MENSUALES	156.2	156.12	
KG/HORAS NETAS	1264.55	1912.50	

Tabla 3.18: Aumento de productividad calentando con hornos a inducción

## 4. Sistema de transporte para traslado de piezas

### 4.1. Generalidades

Los transportadores a diseñar están limitados por las alturas de ingreso y salida de los equipos, las distancias entre los mismos y el ancho determinado por el tamaño de la pieza de mayor porte. Tales valores están detallados en la siguiente tabla:

Ítem		Altura de ingreso [mm]	Altura de salida [mm]	Longitud [mm]	Ancho [mm]	Angulo de Inclinación [°]
Ingreso MF6-1	T6-1 (tobogán)	2150	800	2500	400	28.37
	CT6-1 (transportador)	800	1200	5000	400	4.570
	RR6-1 (rampa de rodillos)	1150	1000	1000	400	8.530
	PD6-1 (plancha deslizamiento)	1000	900	800	500	7.125
Ingreso MF6-2	RR6-2 (rampa de rodillos)	800	500	1200	500	14.036
	CT6-2 (transportador)	500	1200	9000	400	4.443
	T6-2 (tobogán)	1150	800	500	400	35
	PD6-2 (plancha deslizamiento + pistón)	800	800	800	600	0
Ingreso PR6	RR6-3 (rampa de rodillos)	1000	550	1200	600	20.556
	CT6-3 (transportador)	500	1400	5000	700	10.20
	RR6-4 (rampa de rodillos)	1350	1000	1000	600	19.290
	PD6-3 (plancha deslizamiento)	1000	900	800	500	7.125

Tabla 4.1: Dimensiones generales de los transportadores.

**Aclaración previa:** primero se realizará el diseño y cálculo del transportador CT6-2 debido a que es el de mayor longitud y, por lo tanto, estará sometido a mayores solicitaciones que los demás transportadores. Estos últimos serán diseñados en función de las partes seleccionadas en CT6-2.

## 4.2. CT6-2: Cinta transportadora

PLANO: G-02

Esta cinta transporta las tortas que salen de la rampa de rodillos RR6-1, las cuales previamente pasaron por el martillo de preforjado "MF6-1".

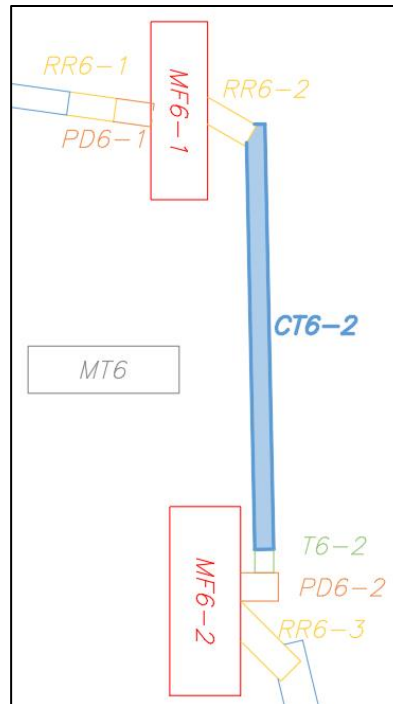


Figura 4.1: Disposición de la cinta CT6-2 en la planta

En la Figura 4.2 se puede ver el diseño final de la cinta. Posteriormente se detallará cada componente de esta.

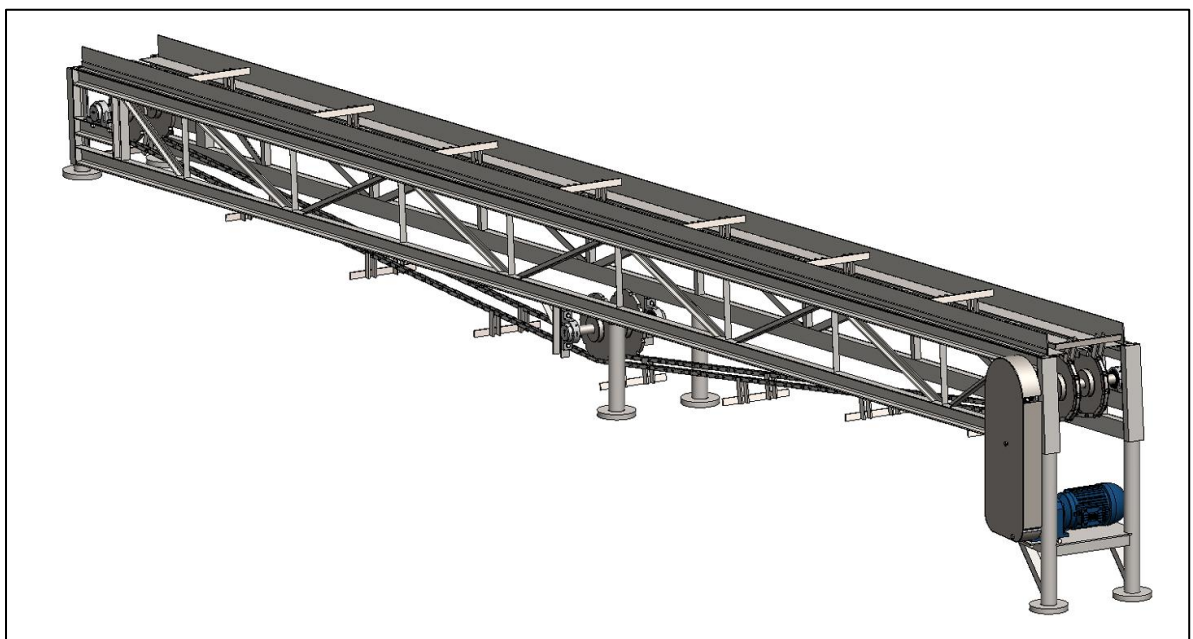


Figura 4.2 Cinta transportadora "CT6-2"



#### 4.2.1. Sistema de arrastre de piezas

##### 4.2.1.1. **M-SA-1:** Cadena transportadora

##### ANEXO E-3.1.2.

El cálculo de la cadena se realizó en base a la guía de selección provista por el fabricante Renold, el cual en su catálogo para cadenas transportadoras especifica los pasos a seguir para la elección de esta. A su vez, la selección de la cadena comercial se hará en base al catálogo del fabricante JyM, el cual fabrica sus productos según la norma DIN 8167 al igual que Renold.

Examinando los diagramas de la página 35 del manual “*Conveyor chain: Installation, maintenance and designer guide*” (ver apartado 2.1 de anexo E) se seleccionó el diseño más cercano a nuestro caso:

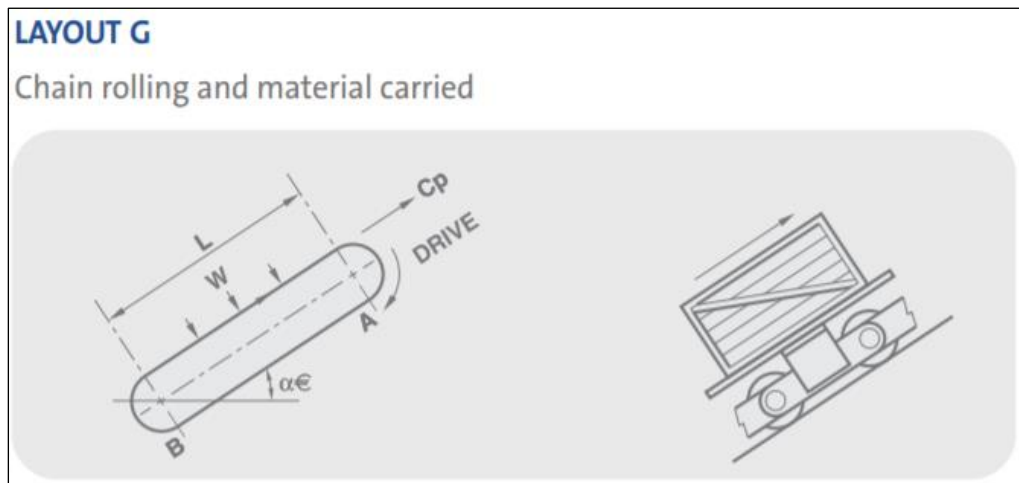


Figura 4.3: Diseño de arrastre de material

Para este diseño se tiene:

- El esfuerzo de tracción en B:

$$P_B [N] = 9.81 \cdot W_c \cdot L \cdot \mu_s$$

- Esfuerzo de tracción total de la cadena:

$$Cp [N] = 9.81 \cdot \mu_k \cdot [(W_c \cdot L) + W] + P_B$$

- La potencia en el eje principal

$$P [kW] = \frac{Cp \cdot V}{1000}$$

Para el cálculo del peso total por metro de cadena ( $W_c$ ), se necesita conocer el peso a transportar y el de los accesorios.

Las cintas transportadoras arrastran solamente una pieza por vez, siendo la pieza de mayor peso a transportar de 350 kg.

$$W_p = 350 \text{ kg}$$



4.2.1.1.1. **M-SA-2:** Pieza de arrastre de tortas

PLANO: M-P-11

Este accesorio realiza el arrastre de la pieza sobre la mesa, está formado por planchuelas de acero inoxidable AISI 316L de 1¼" x ¼", de 350 mm para el larguero y 4 orejas de 120 mm.

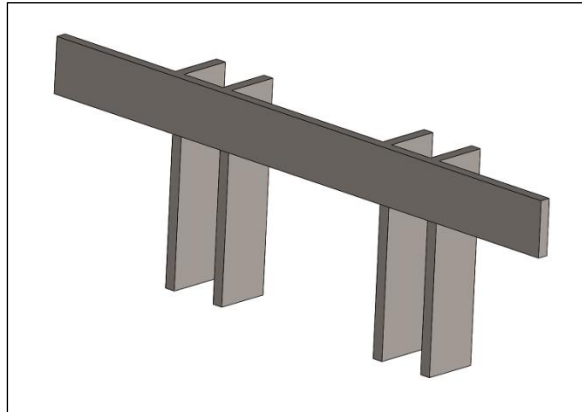


Figura 4.4: Pieza de arrastre.

El peso de las planchuelas se obtiene del catálogo del fabricante Inxoeste S.A (ver Anexo E apartado 3.1.1). Para el caso de una planchuela de 1¼" x ¼" el peso es de 1.582 kg/m, estas se venden de un largo de 4 y 6 metros.

Cada pieza de arrastre está conformada por 4 orejas, el cual 2 van soldadas en cada una de las cadenas y sobre esta se suelda el larguero, lo que hace una longitud total de 830 mm de planchuela. Esto nos da un peso de cada una de las piezas de arrastre de:

$$W_{\text{cada pieza de arrastre}} = 1.582 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 830 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$$

$$W_{\text{cada pieza de arrastre}} = 1.313 \text{ kg}$$

Para tener el mínimo derroche de material, se selecciona la planchuela de 6 metros de longitud. La cantidad de piezas que se pueden obtener por cada planchuela es:

$$N^{\circ} \text{ piezas de arrastre} = \frac{6000 \text{ mm}}{830 \text{ mm}}$$

$$N^{\circ} \text{ piezas de arrastre} = 7.23 \text{ piezas/planchuela}$$

Por lo que se obtiene 7 piezas de arrastre por cada planchuela de acero inoxidable.

Las piezas de arrastre se colocan una cada 14 pasos de la cadena. Para la cinta transportadora de 9 metros de longitud se requieren 16 piezas de arrastre, por lo que el peso total de piezas de arrastre es:

$$W_{\text{pieza de arrastre total}} = 16 \cdot 1.313 \text{ kg}$$

$$W_{\text{pieza de arrastre total}} = 21 \text{ kg}$$

En conclusión, las piezas de arrastre tendrán un peso por cada metro de cadena de:

$$W_{\text{pieza de arrastre}} = \frac{21 \text{ kg}}{18 \text{ m}}$$

$$W_{\text{pieza de arrastre}} = 1.167 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Pero, debido a que el peso de las piezas de arrastre se divide por igual en ambas cadenas, este valor se divide en dos, resultando así el peso de las piezas de arrastre por cadena:

$$W'_{\text{pieza de arrastre}} = 0.5835 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Posteriormente se calcula una tracción de cadena utilizando una masa estimada:

$$W_{\text{cadena}} = 1.20 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

La masa total por metro de cadena es:

$$W_c = W'_{\text{pieza de arrastre}} + W_{\text{cadena}}$$

$$W_c = 0.5835 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 1.20 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_c = 1.7835 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Los coeficientes de fricción entre la pieza a transportar (acero) y la planchuela de acero inoxidable del sistema transportador son:

$$\mu_s = 0.74$$

$$\mu_k = 0.57$$

Datos extraídos de la página 50 del libro “Física Universitario del autor Sears Zemansky, edición 12”.

En la Figura 4.5 se representa el diagrama de cuerpo libre con las fuerzas que intervienen al momento del arranque de la cadena (sin carga).

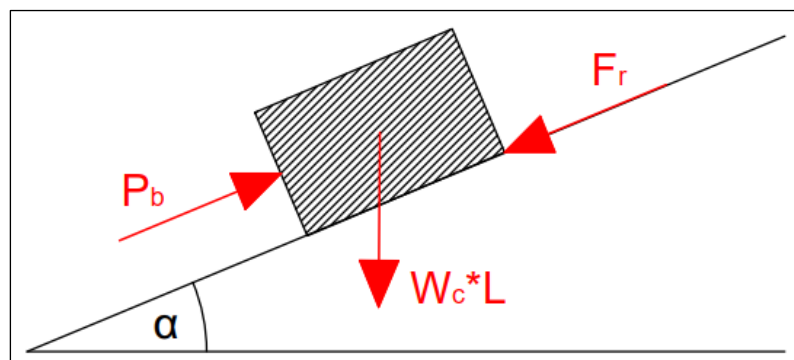


Figura 4.5: Diagrama de cuerpo libre en el arranque de la cadena

Donde:

- $P_B$ : fuerza de tracción de la cadena en el momento de arranque del transportador.
- $W_C$ : peso de la cadena más los accesorios.

- $F_R$ : fuerza de rozamiento.
- $\alpha$ : ángulo de inclinación del transportador.

La fuerza de tracción de la cadena en el momento de arranque del transportador es:

$$P_B [N] = 9.81 \cdot W_c \cdot L \cdot (\cos(\alpha) \cdot \mu_s + \text{sen}(\alpha))$$

La cadena irá suspendida sobre ruedas dentadas, por lo que habrá rozamiento entre la cadena y la rueda dentada. Este coeficiente  $K_{rd}$ , según la *UTN Facultad Regional de Paraná* es:

- $K_{rd} = 1,15$  cadenas lubricadas (10% rueda motora y 5% reenvío).
- $K_{rd} = 1,20$  cadena sin lubricar.

Se toma el caso más desfavorable, ya que no se puede asegurar que en el momento de que el transportador esté instalado los operarios le hagan una correcta lubricación.

$$P_B [N] = 9.81 \cdot W_c \cdot L \cdot \text{sen}(\alpha) * K_{rd}$$

Reemplazando:

$$P_B [N] = 9.81 \cdot 1.7835 \frac{kg}{m} \cdot 9 m \cdot \text{sen}(4.443) * 1.20$$

$$P_B = 14.64 N$$

En el siguiente diagrama de cuerpo libre se representan las fuerzas actuantes cuando el transportador está arrastrando una pieza sobre la chapa de acero inoxidable:

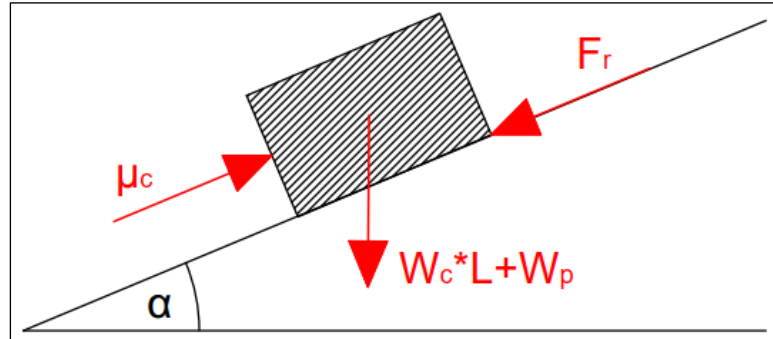


Figura 4.6: Diagrama de cuerpo libre de la cadena con carga

Donde:

- $C_p$ : fuerza de tracción de la cadena cuando arrastra la pieza a transportar.
- $W_p$ : peso de la pieza a transportar.

La fuerza de tracción de la cadena es:

$$C_p [N] = 9.81 \cdot \frac{W_p}{2} \cdot (\cos(\alpha) \cdot \mu_k + \text{sen}(\alpha)) + P_B$$

Reemplazando:

$$C_p [N] = 9.81 \cdot \frac{350 kg}{2} \cdot (\cos(4.443) \cdot 0.57 + \text{sen}(4.443)) + 14.64 N$$

$$C_p = 1123.24 N$$

Se aplica un factor de seguridad correcto para la aplicación, de la Figura 4.7 (Manual Renold “Conveyor chain instalation, maintenance & desinger guide” página 26, ver apartado 2.1 de anexo E). Si la temperatura y el tipo de aplicación afectan su selección, seleccione el factor más alto de otras secciones relevantes.

$$CR = Cp \cdot F_s$$

Donde:

- $CR$ : carga de rotura de la cadena.
- $F_s$ : factor de seguridad.

Table 1 - Factors of Safety				
CLEANLINESS/LUBRICATION				
Lubrication	Clean	Moderately Clean	Dirty	Abrasive
Regular	8	10	12	14
Occasional	10	12	14	16
None	12	14	16	18

TEMPERATURE/LUBRICATION			
Lubrication	-30 / +150°C	150 - 200°C	200 - 300°C
Regular	8	10	12
Occasional	10	12	14
None	12	14	16

Figura 4.7: tabla de factores de seguridad para la cadena.

Para este caso, en limpieza y lubricación se adopta lubricación ocasional y ambiente sucio. Y en el caso de temperatura y lubricación, lubricación ocasional y temperatura de 200-300°C, lo que da un factor de seguridad de 14 en ambos casos.

$$F_s = 14$$

Reemplazando en la fórmula de carga de rotura de la cadena:

$$CR = 1123.24 N \cdot 14$$

$$CR = 15725.35 N = 1572.535 daN$$

El próximo paso es seleccionar una cadena comercial, recalculando la tensión de la cadena y verificar el coeficiente de seguridad.

Se selecciona una cadena comercial del fabricante JyM. En la siguiente imagen se puede observar las cadenas de ejes macizos (Serie M):

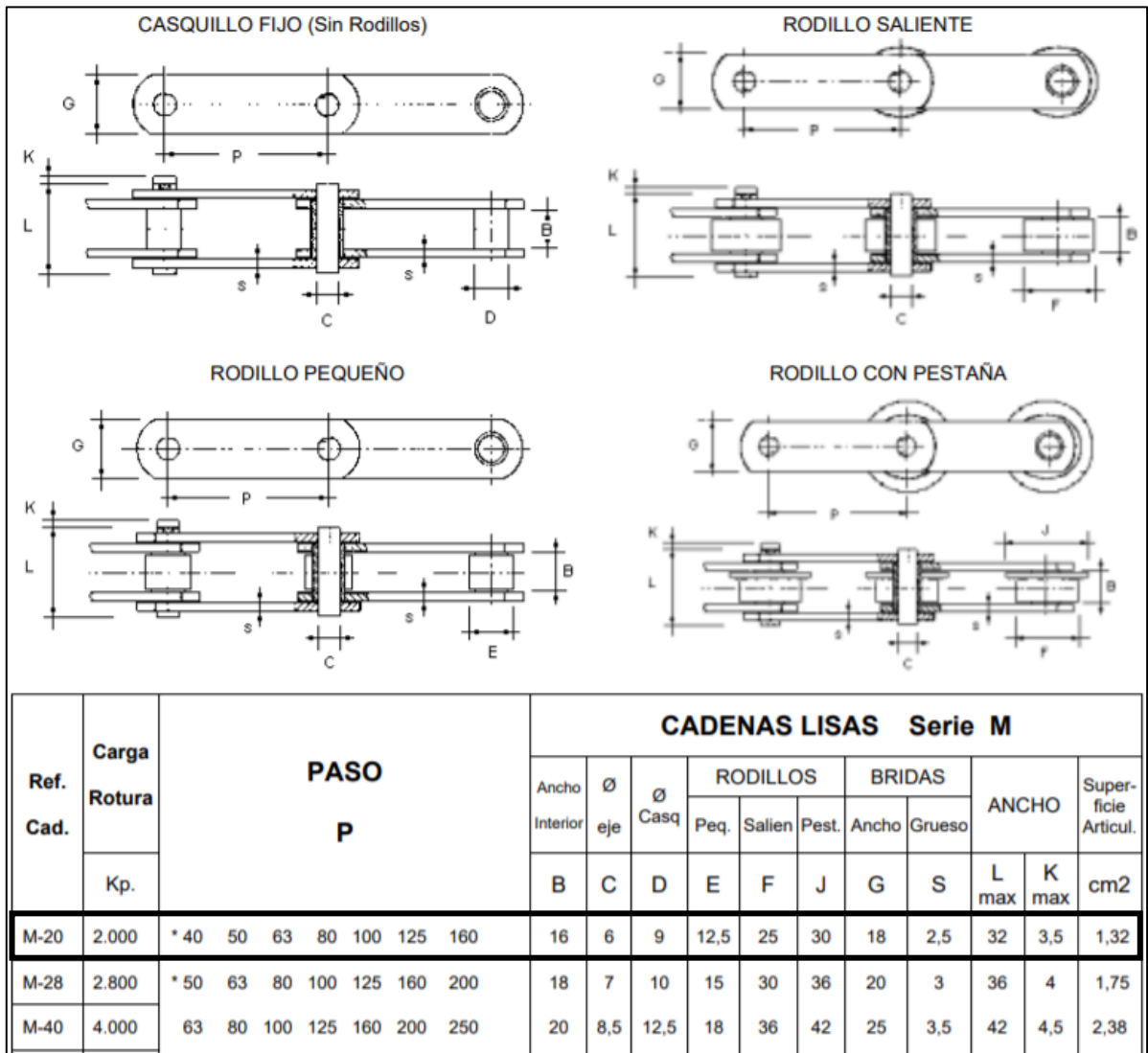


Figura 4.8: Cadenas de ejes macizos serie M – Fabricante JyM

La cadena seleccionada es la que se ve recuadrada en la imagen, con un paso de 80 mm y diseñada para rodillos pequeños. Código de referencia M-20 y con una carga a la rotura de:

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

Del catálogo del fabricante se obtiene el peso de la cadena:

$$W_{cadena\ c} = 0.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Refer. Cadena	Tipo de rodillo	Paso mm.														
		40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
M-20	Pestaña		2,04	1,76	1,54	1,37	1,23	1,12								
	Grande		1,91	1,66	1,46	1,30	1,18	1,08								
	Pequeño	1,21	1,12	1,03	0,96	0,91	0,86	0,83								
	Casquillo	1,12	1,03	0,96	0,91	0,86	0,83	0,80								
M-28	Pestaña			2,62	2,25	2,00	1,77	1,59	1,46							
	Grande			2,45	2,12	1,89	1,69	1,53	1,41							
	Pequeño		1,59	1,45	1,32	1,25	1,19	1,14	1,10							
	Casquillo		1,41	1,35	1,25	1,19	1,13	1,10	1,06							
M-40	Pestaña			4,17	3,56	3,22	2,77	2,46	2,24	2,07						
	Grande			3,90	3,36	2,96	2,64	2,36	2,16	2,02						
	Pequeño			2,24	2,05	1,92	1,80	1,71	1,64	1,59						
	Casquillo			2,06	1,92	1,80	1,71	1,63	1,58	1,54						

Figura 4.9: Tabla de pesos por metro de cadena

Por lo que, el peso de la cadena sumado al de los accesorios es:

$$W_{cc} = \frac{W'_{pieza\ de\ arrastre}}{2} + W_{cadena}$$

$$W_{cc} = 0.5835 \frac{kg}{m} + 0.96 \frac{kg}{m}$$

$$W_{cc} = 1.5435 \frac{kg}{m}$$

Nuevamente, se calcula la fuerza de tracción de la cadena en el momento de arranque y la fuerza de tracción de la cadena cuando arrastra la pieza a transportar.

$$P_{Bc} [N] = 9.81 \cdot W_{cc} \cdot L \cdot \text{sen}(\alpha) * K_{rd}$$

$$Cp_c [N] = 9.81 \cdot \frac{W_p}{2} \cdot (\cos(\alpha) \cdot \mu_k + \text{sen}(\alpha)) + P_B$$

Reemplazando:

$$P_{Bc} [N] = 9.81 \cdot 1.5435 \frac{kg}{m} \cdot 9\ m \cdot \text{sen}(4.443^\circ) * 1.20$$

$$P_{Bc} = 12.67\ N$$

$$Cp_c [N] = 9.81 \cdot \frac{350\ kg}{2} \cdot (\cos(4.443) \cdot 0.57 + \text{sen}(4.443)) + 12.67\ N$$

$$Cp_c = 1121.3\ N$$

El factor de seguridad tiene que ser igual o mayor a 14, por lo que para la cadena comercial seleccionada es:

$$F_s = \frac{CR_c}{Cp_c}$$

$$F_s = \frac{2000\ kg \cdot 9.81}{1121.3\ N}$$

$$F_s = 17.50$$

**El factor de seguridad es mayor a 14, por lo tanto, la cadena seleccionada cumple con los requerimientos descriptos.**

Se optó por la selección de una cadena transportadora de acero estándar en vez de una cadena de acero inoxidable (para altas temperaturas) por recomendación de un representante del fabricante de cadenas Renold. Ya que las cadenas de acero inoxidable poseen una baja carga de rotura debido a las bajas aleaciones y concentración de carbono, pero además son muy costosas (aproximadamente un 70% más costosas que las de acero estándar).

Un factor a considerar para las cadenas de acero estándar que hemos seleccionado es la temperatura. Aunque la pieza caliente a transportar no esté en contacto con la cadena, igual afecta a la lubricación de esta. Se debe tener el cuidado de que la cadena no supere los 450°C, ya que a esta temperatura el acero comienza a ser maleable y se deforma fácilmente frente a la tracción y/o efecto del transporte, tal vez no perceptible al ojo humano, pero sí al desgaste y a los componentes de la cadena de forma milimétrica, afectando sus ajustes internos, como los pasadores, bujes, placas, entre otros elementos, perdiendo incluso la sincronía y además comenzarían los movimientos relativos entre cada uno de dichos componentes, elongando la cadena sobre lo permitido (entre 2 a 5%). Por ello, se deben tomar las mediciones adecuadas para evitar que la temperatura en la superficie de dicha cadena no llegue a tal temperatura.

#### 4.2.1.2. *Potencia en el eje del cabezal motriz*

La potencia necesaria en el cabezal motriz es:

$$P [kW] = \frac{Cp_c \cdot V}{1000}$$

En el eje irán dos ruedas dentadas que moverán ambas cadenas, debido a esto la potencia en el eje del cabezal motriz se multiplica por dos. A su vez, la velocidad adoptada para la cinta transportadora es de 1 m/s. De esta manera, la potencia se calcula de la siguiente manera:

$$P [kW] = \frac{2 \cdot Cp_c \cdot V}{1000}$$

$$P [kW] = \frac{2 \cdot 1121.3 \text{ N} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1000}$$

$$P = 2.2426 \text{ kW} \cong 3 \text{ CV}$$

La potencia calculada es la requerida para mantener el transportador en movimiento, no la requerida del motor. Para seleccionarlo, se deben tener en cuenta las pérdidas de arranque y transmisión.

#### 4.2.1.3. *M-SA-3: Ruedas dentadas de cadena transportadora*

##### ANEXO E-3.1.3

La selección de la rueda dentada se realiza en función del paso de la cadena y el número de dientes. Para este caso, se tiene un paso de 80 mm. Además, no es aconsejable utilizar ruedas de menos de 12 dientes, pues se acentúa el efecto poligonal. Mediante el catálogo del fabricante JyM, se seleccionan las ruedas dentadas:

La rueda dentada seleccionada tiene un código de referencia M20, paso 80 mm y 12 dientes.

#### 4.2.1.4. Velocidad de la rueda dentada

Para conocer la velocidad angular a la que debe girar la rueda dentada para que la cadena tenga una velocidad tangencial de 1 m/s, se plantea la siguiente ecuación:

$$\omega = \frac{V}{r_p}$$

$$\omega = \frac{1 \frac{m}{s}}{\frac{294.4 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}}$$

$$\omega = 6.793 \text{ rad/s} = 64.9 \text{ RPM}$$

#### 4.2.2. Sistema de transmisión de potencia

La transmisión desde el motorreductor al eje de la cadena se hará mediante una cadena de transmisión acoplada a dos ruedas dentadas:

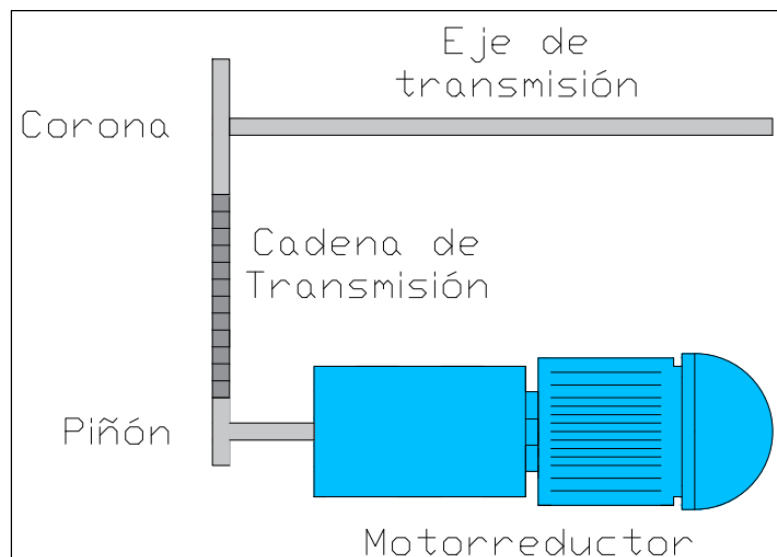


Figura 4.10: Sistema de transmisión de potencia

##### 4.2.2.1. E-TP-1: Motorreductor

#### ANEXO E-3.2.1

Para la selección del motorreductor, se busca el que tenga la menor relación de reducción posible, ya que son más económicos. Los motorreductores con relación 1:10 o 1:15 son los más comunes y económicos que se consiguen en el mercado.

La selección del motorreductor se realizó mediante el software "Cat4Cad" de la compañía WEG. Ingresando con la potencia de salida, RPM de entrada y salida, tipo de motorreductor, temperatura, etc. se obtuvo el modelo CG052-11P-100L-04F-TH-TF. La potencia del motorreductor es 3 kW, una velocidad de entrada de 1435 RPM y de salida de 128 RPM; con esto, la relación de transmisión es:



$$i = \frac{1440}{138}$$

$$i = 10.43$$

4.2.2.2. **M-TP-1: Cadena de transmisión**

ANEXO E-3.1.4.

La selección de la cadena de transmisión se realizó mediante el catálogo del fabricante Renold. El cual proporciona una serie de pasos a seguir para elegir una cadena normalizada.

Datos conocidos:

- Potencia a transmitir: 4 CV.
- Velocidad del eje conductor: 138 RPM.
- Clase de maquina conductora: Motor eléctrico.

**Coefficiente de impacto:**

En primer lugar se analizará la clase de intensidad de los esfuerzos que resultan para la transmisión por cadena, debido a las maquinas que actúan en el lado conductor y conducido, determinando el coeficiente de impacto “Y” a partir de la tabla 1 de la página 7 del catálogo.

Coefficiente de impacto Y	Solicitud
1	Trabajo uniforme
1,5	Marcha uniforme, con pequeñas irregularidades, carga ligeramente pulsante
2	Choques ligeros, carga pulsante media
3	Choques medios, carga pulsante pesada
4	Choques pesados, carga alternativa media
5	Choques muy pesados, con carga alternativa

Figura 4.11: *Coefficiente de impacto*

Para este caso, tomando las solicitudes como choques ligeros, cargas pulsantes media, se tiene un coeficiente de impacto de:

$$Y = 2$$

**Factor de potencia**

El próximo paso es elegir el número de dientes de la rueda conductora, se adoptan 17 dientes en este caso. Teniendo en cuenta el coeficiente de impacto, se obtiene a partir del cuadro de factores, un determinado factor de potencia K de la tabla 2 (Figura 4.12):

**TABLA 2. Factor de potencia  $K$**

Coeficiente de impacto $Y$	N.º de dientes de la rueda $z_0$									
	13	15	17	19	21	23	25	38	45	57
1	(0,66)	0,78	0,89	1	1,11	1,23	1,35	2,11	2,54	3,28
1,5	(0,53)	0,62	0,71	0,80	0,89	0,98	1,08	1,69	2,03	2,62
2	(0,49)	0,57	0,65	0,73	0,81	0,90	0,98	1,54	1,85	2,39
3	(0,42)	(0,49)	0,56	0,63	0,70	0,77	0,85	1,33	1,60	2,06
4	(0,39)	(0,45)	(0,51)	0,58	0,65	0,71	0,78	1,23	1,47	1,80
5	(0,35)	(0,41)	(0,47)	(0,53)	0,59	0,65	0,72	1,12	1,35	1,74

Figura 4.12: Factor de potencia  $K$ .

El coeficiente de impacto es:

$$K = 0.65$$

**Potencia corregida:**

$$P_D = \frac{P}{K}$$

$$P_D = \frac{4 \text{ CV}}{0.65}$$

$$P_D = 6.154 \text{ CV}$$

A partir del diagrama de potencia de la Figura 4.13 (cadena de rodillos de alta potencia, según DIN 8188, tipo americano), se obtiene el paso de la cadena por medio de la potencia corregida y la velocidad  $n_1$ .

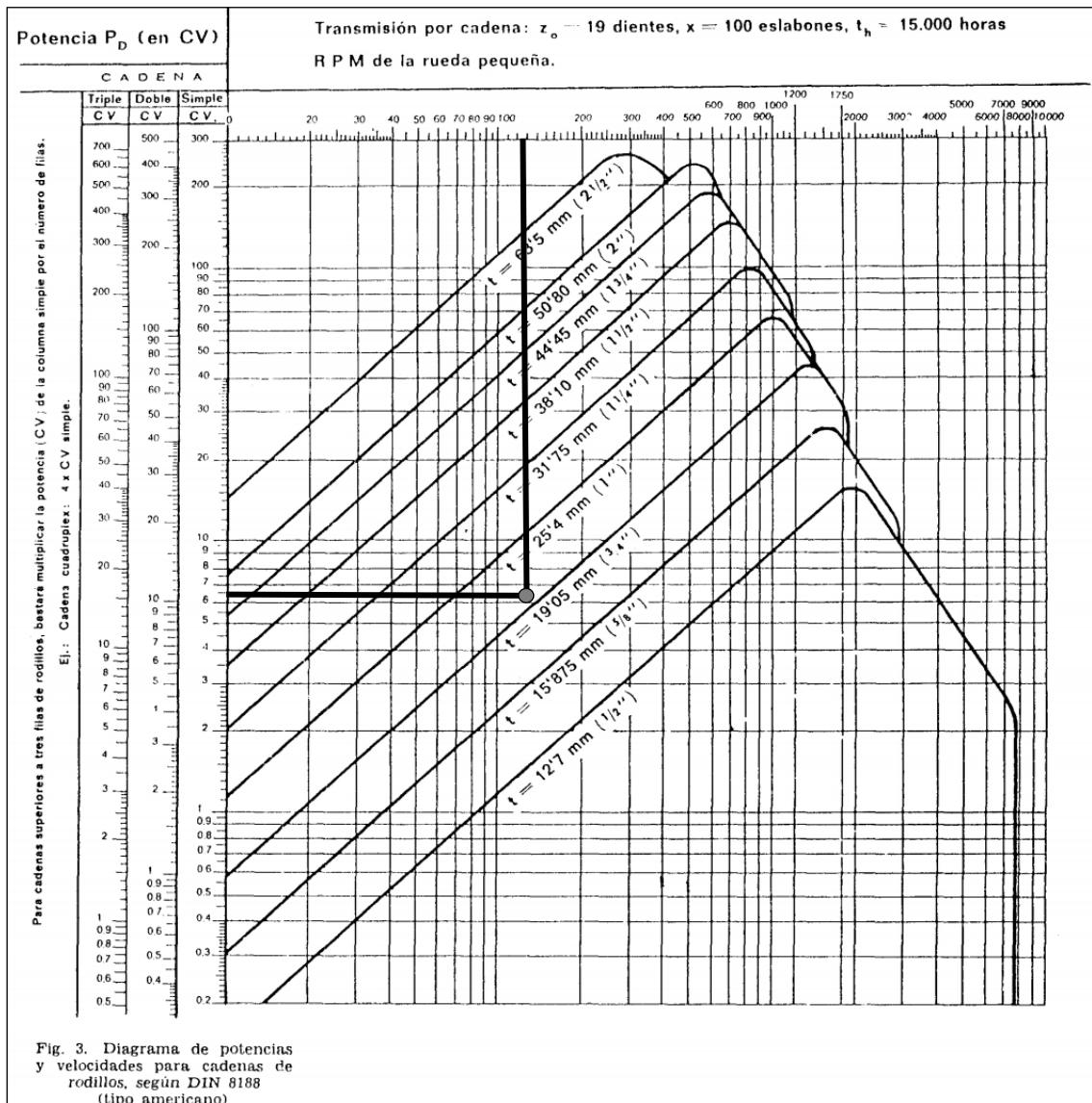


Figura 4.13: Diagrama de potencia.

Observando el diagrama, se obtiene una cadena con un paso de 1 pulgada.

### Cálculo de comprobación

Velocidad de la cadena:

$$v = \frac{z_1 \cdot p \cdot n_1}{60.000}$$

Donde:

- $z_1$ : número de dientes del piñón conductor.
- $p$ : paso de la cadena (mm)
- $n_1$ : revoluciones del piñón conductor.

$$v = \frac{17 \cdot 25.4 \text{ mm} \cdot 138 \text{ RPM}}{60000}$$

$$v = 0.9931 \text{ m/s}$$

La velocidad de la cadena queda dentro de los límites admisibles (figura 1 del catálogo).

**Fuerza de tracción de la cadena:**

$$F = \frac{75 \cdot P}{v}$$

$$F = \frac{75 \cdot 4 \text{ CV}}{0.9931 \text{ m/seg.}}$$

$$F = 302.08 \text{ kg}$$

**Fuerza centrífuga de la cadena:**

Cuando la velocidad de la cadena es inferior a 7 m/s la fuerza centrífuga tiene una importancia secundaria y, por lo general, puede despreciarse.

$$F_t = 0$$

**Esfuerzo total de tracción  $F_g$**

$$F_g = F + F_t$$

$$F_g = 302.08 \text{ kg}$$

Para obtener la carga de rotura normalizada  $F_B$ , se selecciona una cadena de transmisión del catálogo JyM (ver anexo E apartado 3.1.4), las cuales están diseñadas según la norma DIN 8188, al igual que las cadenas Renold.

La carga de rotura de la cadena es  $F_B = 6700 \text{ kp}$ . Por lo que se tiene un coeficiente de seguridad estático de:

$$CS_{\text{estático}} = \frac{F_B}{F_g}$$

$$CS_{\text{estático}} = \frac{6700 \text{ kg}}{302.08 \text{ kg}}$$

$$CS_{\text{estático}} = 22.18$$

Como el coeficiente de seguridad estático es mayor a 10, verifica.

**Presión calculada en la superficie de articulación:**

$$P_r = \frac{F_g}{f} = \frac{302.08 \text{ kg}}{1.76 \text{ cm}^2}$$

$$P_r = 171.64 \text{ kg/cm}^2$$

Donde  $f$  es el área nominal de trabajo.

**Presión admisible en las superficies de articulación:**

La presión en las superficies de articulación  $P_{adm}$  está determinada también por todas aquellas magnitudes que debieron tenerse en cuenta para la preselección de la cadena. En especial la distancia entre ejes  $X$  (expresado en pasos de cadena), el número de dientes de la rueda pequeña y la relación al paso  $p$ . En estas relaciones se basan el factor de rozamiento  $\lambda_v$ , y el factor de paso-velocidad  $t_v$ .

Factor de paso y velocidad, este factor se obtiene iterando de la tabla 3 página 7:

**TABLA 3. Factor de paso y velocidad  $t_v$**

Velocidad $v$ de la cadena en m/s	Factor $t_v$ de paso y velocidad											
	Paso de la cadena $p$ en mm											
	9,525	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1	44,45	50,8	63,5	76,2	88,9
0,1	21,2	20,4	18,9	17,9	16,6	15,6	14,8	14,2	13,7	12,9	12	11,2
0,2	16,8	16,2	15,0	14,2	13,2	12,4	11,7	11,3	10,9	10,2	9,5	8,8
0,3	14,7	14,2	13,1	12,4	11,5	10,8	10,2	9,8	9,5	8,9	8,3	7,7
0,4	13,3	12,9	11,9	11,3	10,5	9,8	9,3	9	8,6	8,1	7,6	7,1
0,6	11,6	11,2	10,4	9,9	9,1	8,6	8,1	7,8	7,5	7,1	6,62	6,15
0,8	10,5	10,2	9,9	9	8,3	7,8	7,4	7,1	6,85	6,42	6,01	5,58
1	9,8	9,5	8,8	8,3	7,7	7,3	6,86	6,58	6,36	5,97	5,58	5,19
2	7,8	7,5	6,95	6,6	6,11	5,76	5,45	5,23	5,05	4,74	4,43	4,12
3	6,83	6,58	6,11	5,89	5,35	5,01	4,76	4,57	4,41	4,15	3,89	3,61
4	6,22	6	5,54	5,26	4,87	4,59	4,34	4,17	4,03	3,78	3,53	3,28
5	5,75	5,57	5,16	4,91	4,54	4,26	4,03	3,87	3,74	3,52	3,28	3,06
6	5,43	5,24	4,85	4,51	4,28	4,02	3,79	3,65	3,53	3,32	3,1	2,87
7	5,18	5,01	4,62	4,39	4,06	3,83	3,62	3,47	3,36	3,15	2,94	2,71
8	4,94	4,76	4,4	4,17	3,88	3,64	3,45	3,32	3,21	2,99	2,81	2,71
9	4,74	4,57	4,22	4,01	3,73	3,5	3,31	3,19	3,08	2,87	2,69	2,5
10	4,56	4,4	4,07	3,86	3,57	3,37	3,19	3,06	2,95	2,77	2,59	2,4
12	4,28	4,14	3,81	3,62	3,37	3,18	3	2,88	2,78	2,5	2,42	2,23
14	4,06	3,93	3,62	3,44	3,2	3,02	2,85	2,74	2,64	2,47	2,3	2,11
16	3,9	3,76	3,48	3,3	3,06	2,88	2,72	2,61	2,52	2,37	2,21	
20	3,62	3,49	3,23	3,06	2,84	2,67	2,53	2,43	2,33	2,2		
25	3,36	3,24	2,99	2,83	2,63	2,46	2,36	2,26				
30	3,16	3,05	2,82	2,68	2,48	2,34	2,24					
35	3,01	2,9	2,67	2,53	2,36	2,22						
40	2,88	2,77	2,56	2,42	2,25							

Figura 4.14: Tabla 3 Catálogo de cadena Renold "Factor de paso y velocidad".

$$t_v = 7.72$$

Factor de rozamiento, se obtiene de la tabla 4 de la página 10, y la distancia entre centros se recomienda de 30 -50 veces el paso, para nuestro paso tomamos 30, quedando:

$$X = 30$$

**TABLA 4. Factores de rozamiento**

N.º de eslabones X	Relación dientes R. grande R. peq.	Factor de rozamiento $\lambda_v$									
		N.º de dientes, rueda pequeña									
		13	15	17	19	21	23	25	38	45	57
40	1 : 1	0,57	0,64	0,69	0,74	0,76	0,79				
	2 : 1	0,63	0,7								
70	1 : 1	0,69	0,77	0,83	0,98	0,92	0,95	0,97	1,12		
	2 : 1	0,76	0,85	0,91	0,98	1,01	1,04				
	3 : 1	0,79	0,88	0,95	1,01						
100	1 : 1	0,76	0,87	0,93	1	1,03	1,07	1,1	1,26	1,33	1,44
	2 : 1	0,85	0,96	1,03	1,1	1,14	1,17	1,21	1,39		
	3 : 1	0,88	0,99	1,07	1,14	1,18	1,22	1,25			
	5 : 1	0,91	1,02	1,09	1,17						
200	1 : 1	0,97	1,09	1,17	1,26	1,3	1,34	1,38	1,58	1,67	1,81
	2 : 1	1,07	1,2	1,29	1,38	1,43	1,47	1,51	1,74	1,84	1,99
	3 : 1	1,11	1,25	1,34	1,43	1,48	1,52	1,57	1,81		
	5 : 1	1,14	1,28	1,37	1,47	1,52	1,57	1,61			
	7 : 1	1,17	1,31	1,41							

Figura 4.15: Tabla 4 Catálogo de cadenas Renold "Factores de rozamiento".

Como para un número de eslabones de 30, una relación de transmisión de 2:1 y número de dientes de la rueda pequeña de 17 no hay un factor de rozamiento, se aproxima:

$$\lambda_v = 0.9$$

A partir de estos dos factores, se calcula la característica W:

$$W = t_v \cdot \lambda_v$$

$$W = 7.72 \cdot 0.9$$

$$W = 6.95$$

Entrando con la característica W en el diagrama (figura 4 de la página 10) se obtiene la presión en las superficies de articulación.

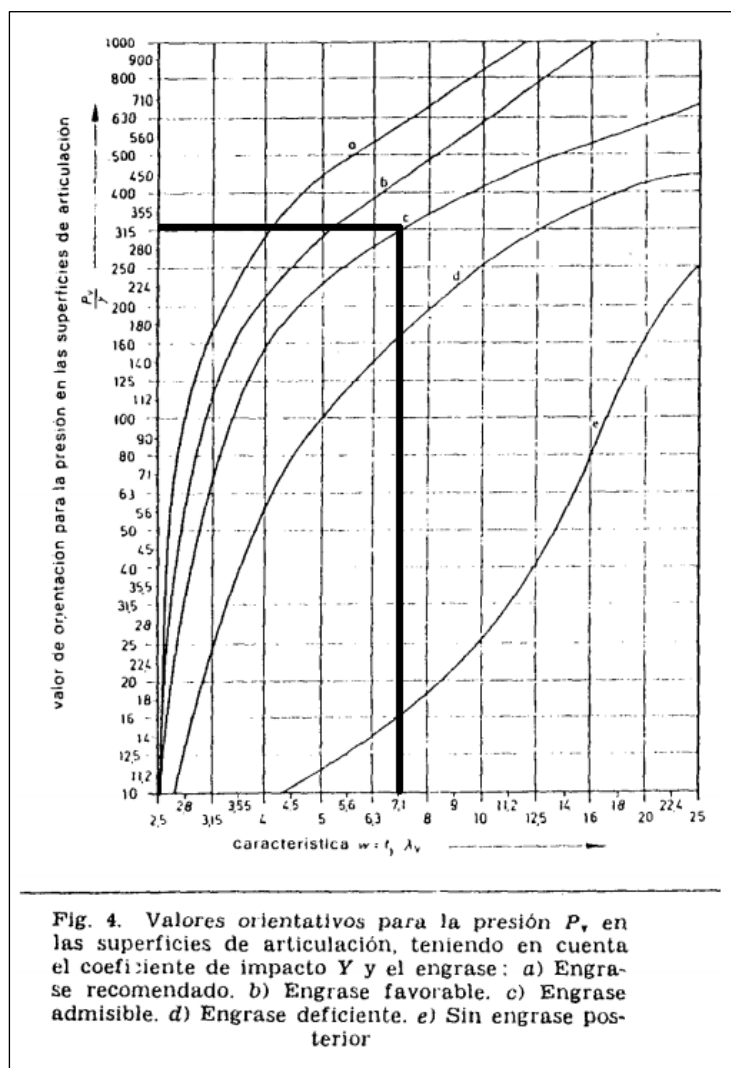


Figura 4.16: Fig. 4. Catálogo de cadenas Renold

$$\frac{P_v}{y} = 320 \text{ kp/cm}^2$$

Donde  $y$  es el coeficiente de irregularidad, el cual se obtiene de la tabla 5 de la página 11:

**TABLA 5. Tabla del factor de irregularidad «y»**

Solicitud	Coefficiente de impacto Y	Factor de irregularidad "y"
Marcha uniforme, carga regular	1	1
Marcha uniforme con algunos choques aislados, carga ligeramente pulsante	1,5	0,8
<b>Choques ligeros, carga pulsante media</b>	<b>2</b>	<b>0,73</b>
Choques medios, carga pulsante pesada con descarga periódica	3	0,63
Choques pesados, pequeños choques de aceleración	4	0,58
Choques pesados, con choques de aceleración medios	5	0,53

Figura 4.17: Tabla 5 Catálogo de cadenas Renold "Factor de irregularidad y"

Entonces:

$$y = 0.73$$

Se debe verifica que:

$$\frac{P_v}{y} > \frac{P_r}{y}$$

Donde recordando que la presión real en la articulación es  $P_r$ :

$$\frac{P_r}{y} = 171.64 \text{ kg/cm}^2$$

**Como se puede apreciar  $\frac{P_v}{y} > \frac{P_r}{y}$ , por lo que la cadena seleccionada verifica.**

#### 4.2.2.3. M-TP-2: Piñón

ANEXO E-3.1.5.

Como se mencionó en el apartado de la selección de la cadena, el paso de la cadena es de 1 pulgada, y el número de dientes del piñón es de 17. Mediante el catálogo de ruedas dentadas para transmisión de Angel Larreina, se obtienen las medidas de uno simple, comercial y normalizado.

#### 4.2.2.4. M-TP-3: Corona

ANEXO E-3.1.5.

La corona tendrá el doble de dientes que el piñón para llegar a las 64 RPM, valor próximo al necesitado en el eje. Mediante el catálogo de piñones de transmisión de Angel Larreina, se obtienen las medidas de una rueda dentada simple, comercial y normalizada. El número de dientes debería ser de  $Z_2 = 2 \cdot 17 = 34$ . Como no hay, se selecciona el próximo inmediato que es 35, ver anexo E ítem 3.1.4.

#### 4.2.3. Velocidad de la cadena transportadora.

La velocidad a la que gira la corona, es decir, la velocidad del eje conducido es:

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2$$

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot n_1 = \frac{17}{35} \cdot 138 \text{ RPM}$$

$$n_2 = 67.03 \text{ RPM}$$

Con la velocidad y el diámetro primitivo de la rueda dentada, se calcula la velocidad de la cadena (velocidad tangencial de la rueda dentada).

$$V = \omega \cdot r_p$$

$$V = 67.03 \text{ RPM} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} \cdot \frac{309.09 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$$

$$V = 1.084 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

#### 4.2.4. Potencia en el eje del cabezal motriz

La potencia necesaria en el cabezal motriz es:

$$P [\text{kW}] = \frac{C_{p_c} \cdot V}{1000}$$

En el eje irán dos ruedas dentadas que moverán a ambas cadenas, debido a esto la potencia en el eje del cabezal motriz ira multiplicado por dos. A su vez, la velocidad de la cinta transportadora es de  $0.922 \text{ m/s}$ . Con estos valores, la potencia se calcula de la siguiente manera:

$$P [\text{kW}] = \frac{2 \cdot C_{p_c} \cdot V}{1000}$$

$$P [\text{kW}] = \frac{2 \cdot 1121.3 \text{ N} \cdot 1.084 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1000}$$

$$P = 2.43 \text{ kW} \cong 3.26 \text{ CV}$$

La potencia calculada es la requerida para mantener el transportador en movimiento, no el tamaño del motor requerido.

#### 4.2.5. M-TP-4: Árbol motriz

PLANO: M-P-02

Para definir completamente el eje, es necesario calcular un diámetro preliminar mediante los esfuerzos a los que se somete el mismo, como explica el libro Elementos de máquinas Dobrovolski.

Las solicitaciones presentes en el eje se calculan a partir de los diagramas de cuerpo libre, diagrama de momento torsor y diagrama de momento flector del eje.

Se determinó una longitud de eje de 600 mm.



#### 4.2.5.1. Cálculos de las reacciones

Los esfuerzos presentes en el eje se van a encontrar en dos planos distintos, los cuales se denominarán plano horizontal (Plano Y-Z) y vertical (Plano X-Z).

El eje es el encargado de transmitir el par proveniente del motor, con los datos de la potencia en el eje y las revoluciones a las que está girando, se calcula el momento torsor a cuál estará sometido el mismo.

El motorreductor seleccionado posee una potencia de salida de 3 kW (4 CV). Esta potencia se debe afectar por el rendimiento de la cadena de transmisión, el cual es de aproximadamente 98%. Entonces la potencia de cálculo será 3.92 CV.

Si bien la potencia a transmitir en el árbol es 3,92 CV, se consideró un valor de potencia de arranque igual a 2 veces la potencia nominal. Este valor varía entre 1.5 y 2.5 veces la potencia nominal en motores eléctricos tipo jaula de ardilla de hasta 30 kW (Ing. Rafael Caputo, Nota técnica: Motores, conceptos básicos y métodos de arranque, 2015). Este coeficiente compensa el alto par producido por las bajas revoluciones en el arranque de la máquina.

Luego, con el valor de potencia de arranque, se calcula el momento torsor de arranque:

$$M_{tA} = 71620 \cdot \frac{N}{n}$$

$$M_{tA} = 71620 \cdot \frac{(3,92 \text{ CV} \cdot 1.5) \text{ CV}}{67.03 \text{ RPM}}$$

$$M_{tA} = 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Este momento torsor corresponde al total, es decir, para conocer el que genera cada una de las ruedas dentadas es la mitad de este.

$$M_t = \frac{6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{2}$$

$$M_t = 3141,32 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

En la siguiente imagen se muestra un croquis y los diagramas de cuerpo libre del eje:

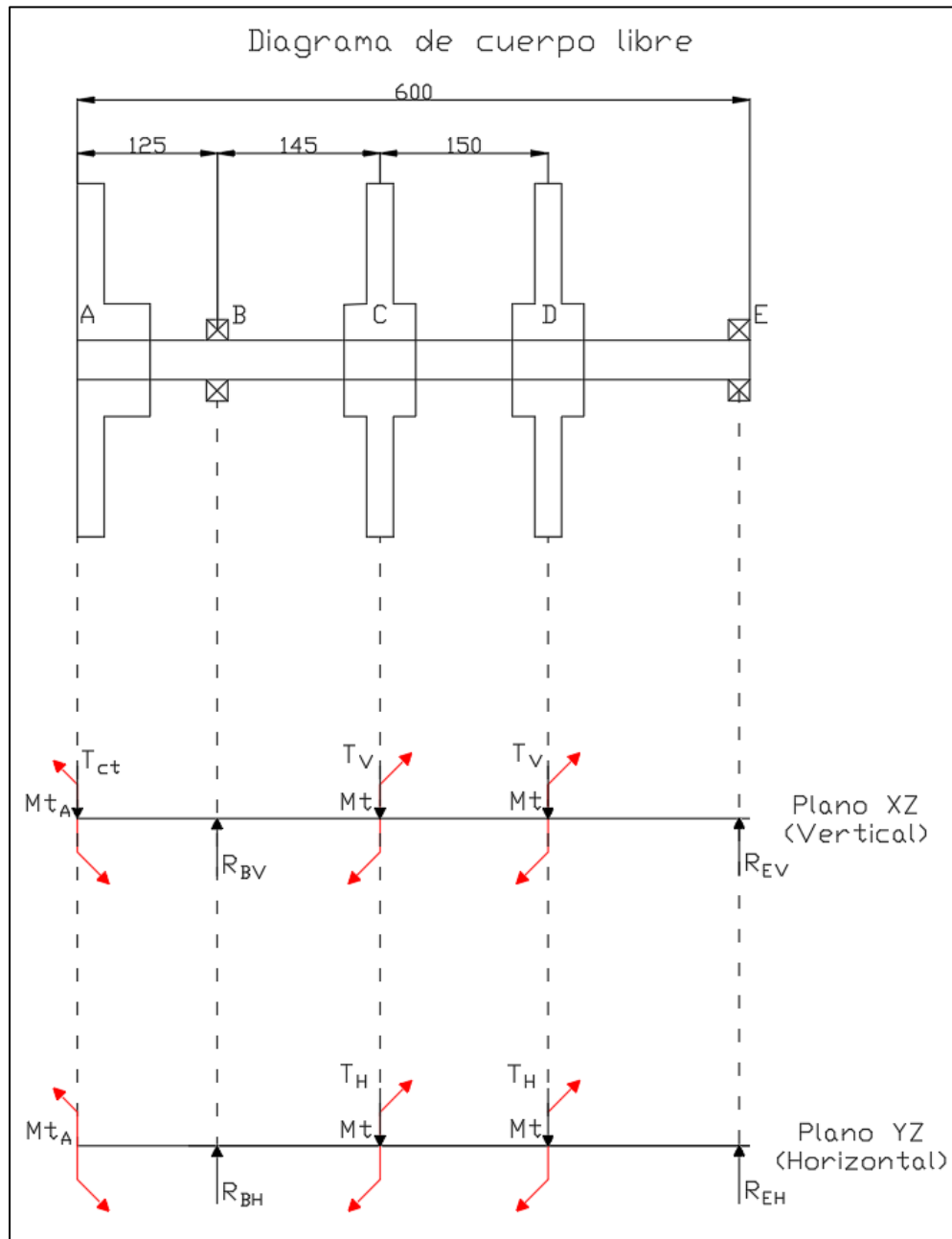


Figura 4.18: Diagrama de cuerpo libre eje de transmisión CT6-2.

Donde  $T_{ct}$  es la tensión de la cadena de transmisión, anteriormente denominado  $F_g$ :

$$T_{ct} = 302.08 \text{ kg}$$

Para el cálculo de la tensión a la cual se encuentra la cadena se supondrá que la tensión de la cinta de retorno es nula. Por lo que resulta:

$$T = \frac{M_t}{\phi_p/2} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot M_t}{\phi_p}$$

$$T = \frac{2 \cdot 3141,32 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{30.9 \text{ cm}}$$

$$T = 203.32 \text{ kg}$$

Como el transportador tiene un ángulo de inclinación de  $4.43^\circ$ , la tensión  $T$  de la cadena se divide en una componente  $T_V$  en el plano vertical (X-Z) y otra  $T_H$  en el plano horizontal (Y-Z):

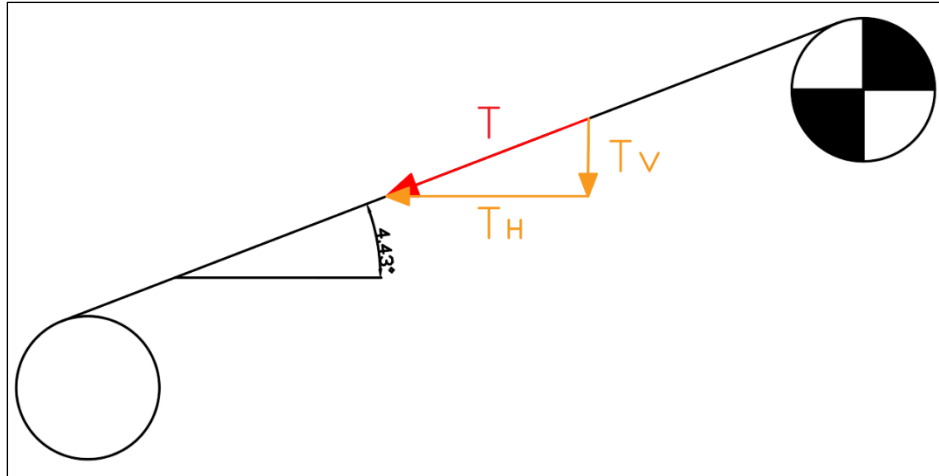


Figura 4.19: Componentes de la tensión de la cadena.

Tales componentes se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$T_H = T \cdot \sin(\alpha)$$

$$T_V = T \cdot \cos(\alpha)$$

Donde  $\alpha$  es la inclinación del transportador, reemplazando:

$$T_H = 203.32 \text{ kg} \cdot \cos(4.43^\circ)$$

$$T_H = 202.71 \text{ kg}$$

$$T_V = 203.32 \text{ kg} \cdot \sin(4.43^\circ)$$

$$T_V = 15.70 \text{ kg}$$

Con estos valores se calculan las reacciones en los rodamientos:

Plano X-Z (vertical):

$$\sum M_{A(X-Z)} = R_{BV} \cdot 125 \text{ mm} - T_V \cdot 270 \text{ mm} - T_V \cdot 420 \text{ mm} + R_{EV} \cdot 600 \text{ mm} = 0$$

$$\sum F_{V(X-Z)} = R_{BV} + R_{EV} - 2 \cdot T_V - T_{ct} = 0$$

De las dos ecuaciones se obtienen las cargas presentes sobre los rodamientos en el plano X-Z:

$$R_{BV} = 398.43 \text{ kg}$$

$$R_{EV} = -64.95 \text{ kg}$$

Plano Y-Z (horizontal):

➤ Hipótesis: la tensión de retorno de la cinta es nula.

$$\sum M_{A(Y-Z)} = R_{BH} \cdot 125 \text{ mm} - T_H \cdot 270 \text{ mm} - T_H \cdot 420 \text{ mm} + R_{EH} \cdot 600 \text{ mm} = 0$$

$$\sum F_{H(Y-Z)} = R_{BH} + R_{EH} - 2 \cdot T_H = 0$$

Las cargas presentes sobre los rodamientos en el plano Y-Z son:

$$R_{BH} = 271.59 \text{ kg}$$

$$R_{EH} = 187.72 \text{ kg}$$

A continuación, se encuentran los diagramas de cuerpo libre, esfuerzos cortantes, momento flector y torsor, resultantes de los cálculos realizados anteriormente:

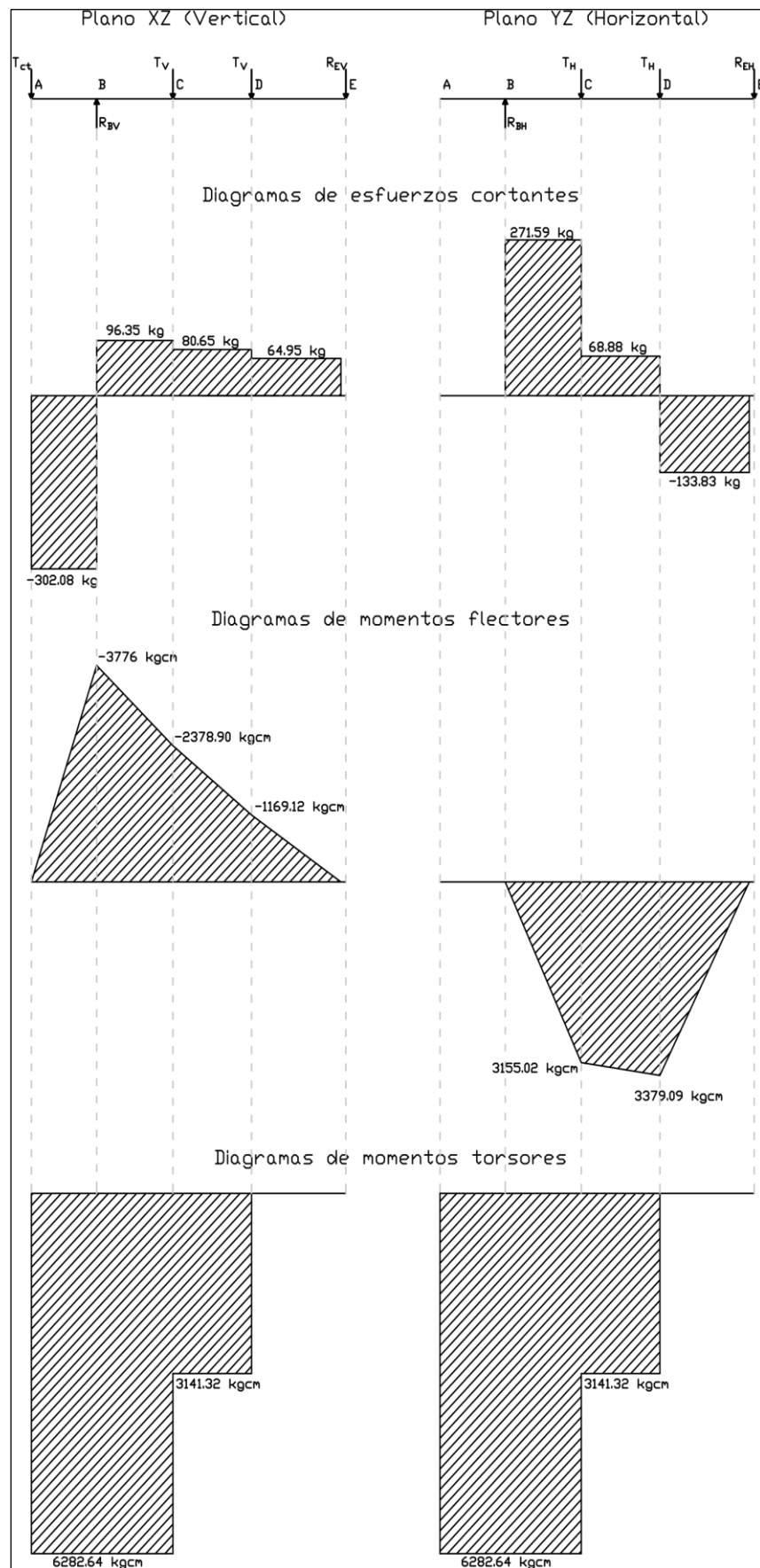


Figura 4.20: Diagramas de esfuerzos cortantes y momentos del eje transmisión CT6-2.

#### 4.2.5.2. Cálculo del diámetro preliminar del árbol

Para el cálculo se seleccionarán las dos secciones críticas del árbol (una por cada plano) y se tomará como diámetro mínimo el mayor valor calculado.

#### SECCIÓN B

Se selecciona esta sección ya que, en el plano vertical, es la que posee el mayor valor de momento flector y de momento torsor. Como coexisten momento flector y torsor se recurre a la ecuación de los pares reducidos para obtener el momento reducido:

$$M_R = \sqrt{M_f^2 + v M_t^2}$$

Siendo  $v$  el coeficiente de corrección, cuyo valor se determina mediante el modo de las cargas aplicadas, las cuales se consideran de la siguiente manera (para aceros y aleaciones):

$$\sigma_{adm\ f\ I} ; \sigma_{adm\ f\ II} ; \sigma_{adm\ f\ III} = 3.8 ; 1.7 ; 1$$

- Modo I = Carga constante.
- Modo II = Carga pulsante.
- Modo III = Carga simétrica.

Con esta consideración podemos hacer una equivalencia para trabajar en un mismo régimen. Para ese caso, el momento flector está sometido a un ciclo simétrico y el momento torsor está sometido a un ciclo pulsante, por lo tanto, el factor de corrección resulta:

$$v = \frac{\sigma_{adm\ f\ III}}{\sigma_{adm\ f\ II}} = \frac{1}{1.7}$$

En esta sección se tiene presente únicamente momento flector en el plano X-Z, por lo tanto el momento resultante posee el mismo valor que este último:

$$M_f = M_{fx}$$

$$M_f = 3776\ kg \cdot cm$$

El momento reducido resulta:

$$M_R = \sqrt{(3776\ kg \cdot cm)^2 + \left(\frac{1}{1.7} * 6282.64\ kg \cdot cm\right)^2}$$

$$M_R = 5283.57\ kg \cdot cm$$

Teniendo en cuenta el momento reducido:

$$M_R = W * \sigma_{adm\ flex}$$

Si la sección del árbol es circular y macizo, el momento resistente es:

$$W = \frac{\pi * d^3}{32} = 0,1 * d^3$$

Por lo tanto, el diámetro se determina como:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_R}{0,1 * \sigma_{adm\ flex\ III}}}$$

El acero para los ejes es SAE 1045, ya que la empresa mecanizará varillas trefiladas de ese acero para realizar los ejes. Por el paper “Especificaciones de Aceros SAE” de la UTN Facultad Regional Santa Fe, en la página 21 del mismo, se obtuvieron los siguientes datos del acero SAE 1045 LC:

$$\sigma_{rotura} = 67 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{fluencia} = 43 \text{ kg/mm}^2$$

Los valores de las tensiones admisibles a la flexión, según Dobrovolski, se consideran de la siguiente manera:

$$\sigma_{adm \text{ flex I}} = 0,33 * \sigma_{rotura}$$

$$\sigma_{adm \text{ flex I}} = 0.33 * 67 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{adm \text{ flex I}} = 22.11 \text{ kg/mm}^2$$

Los valores de las tensiones  $\sigma_{adm \text{ flex}}$  para los aceros al carbono y aleados correspondientes al régimen de carga se adoptan en la siguiente proporción:

$$\sigma_{adm \text{ flex I}} : \sigma_{adm \text{ flex II}} : \sigma_{adm \text{ flex III}} = 3.8 : 1.7 : 1$$

$$\sigma_{adm \text{ flex III}} = \frac{1}{3.8} \cdot 22.11 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{adm \text{ flex III}} = 5.82 \text{ kg/mm}^2$$

Por lo tanto, el diámetro resulta:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{5283.57 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0,1 * 582 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$d \geq 44.9 \text{ mm}$$

## SECCIÓN C

Se realizan nuevamente los cálculos para determinar, en este caso, el diámetro preliminar de la sección C del árbol, ya que es otra de las secciones críticas del mismo

Del diagrama de momento flector y torsor se tienen los siguientes datos:

$$M_{fH} = 3155.02 \text{ kg} \cdot \text{cm} \quad M_{fV} = 2378.9 \text{ kg} \cdot \text{cm} \quad M_T = 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

El momento resultante es:

$$M_f = \sqrt{(3155.02 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2 + (2378.9 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2}$$

$$M_f = 3951.37 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

El momento reducido resulta:

$$M_R = \sqrt{(3951.37 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2 + \left(\frac{1}{1,7} * 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}\right)^2}$$

$$M_R = 5410.30 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Y el diámetro preliminar del eje en esta sección es:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{5410.30 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0,1 * 582 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$d \geq 44.93 \text{ mm}$$

Se propone utilizar una barra redonda de acero SAE 1045 trefilado de 45 mm de diámetro.

#### 4.2.6. Chavetas

La chaveta se dimensiona de manera que pueda transmitir el mismo par de torsión que el árbol correspondiente. El árbol de transmisión deberá contar con tres chavetas:

- Dos para las ruedas dentadas de la cadena de arrastre;
- Una para la corona de transmisión.

Para dimensionarlas, se utilizaron los criterios del autor Cosme (H. N. Cosme, 1977, Cap. VIII Chavetas). También se consideró la sección transversal de las chavetas que corresponde al diámetro del árbol del proyecto siguiendo la norma DIN 6885 (ver Anexo A).

Para el diámetro de diseño del árbol (45 mm), la norma recomienda las siguientes dimensiones para la chaveta:

Ø del eje [mm]	Medidas de las chavetas [mm]		Eje t1 [mm]	Cubo t2 [mm]
	Base	Altura		
44 a 50	14	9	5.5	3.6

Tabla 4.2: Dimensiones de chaveta para M-TP-4

Los chaveteros de los arboles deberán tener bordes redondeados (en todos los sentidos) para evitar la formación de grietas y posteriores roturas.

Conviene elegir, para la chaveta, un acero de menor dureza que la del eje. Esto es para que, en el caso de una sobrecarga, aquella que es de menor costo, falle primeramente y opere como elemento de protección de las piezas principales. Por ello, se selecciona el acero SAE 1020 para las chavetas.

El autor Cosme recomienda adoptar los siguientes valores de tensiones para el cálculo al corte y al aplastamiento de la chaveta. Como el acero de la chaveta será SAE 1020 laminado en caliente, los cálculos son:

$$\sigma_{adm \text{ apl}} = 2/3 \cdot \sigma_f = 2/3 \cdot 3100 \text{ kg/cm}^2 = 2066.66 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{adm \text{ corte}} = 1/2 \cdot \sigma_{adm \text{ apl}} = 1/2 \cdot 2066.6 \text{ kg/cm}^2 = 1033.33 \text{ kg/cm}^2$$

Posteriormente se calcula la longitud de la chaveta sometida a los esfuerzos de corte y de aplastamiento:

##### Longitud al corte

$$L = \frac{2 \cdot M_t}{\phi_{\text{árbol}} \cdot b \cdot \tau_{adm \text{ corte}}} = \frac{2 \cdot 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{4.5 \text{ cm} \cdot 1.4 \text{ cm} \cdot 1033.33 \text{ kg/cm}^2} = 1.93 \text{ cm} = 19.30 \text{ mm}$$



Longitud al aplastamiento

$$L = \frac{4 \cdot M_t}{\phi_{\text{árbol}} \cdot h \cdot \sigma_{\text{adm apl}}} = \frac{4 \cdot 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{4.5 \text{ cm} \cdot 0.9 \text{ cm} \cdot 2066.6 \text{ kg/cm}^2} = 3.002 \text{ cm} = 30.02 \text{ mm}$$

Se observa que la longitud calculada para el esfuerzo de aplastamiento es mayor que la calculada para el esfuerzo de corte. Por lo tanto, como mínimo, la longitud de cada chaveta deberá ser de aproximadamente 30 mm.

4.2.6.1. **M-TP-5:** *Chaveta de la corona de transmisión*

La longitud real de cada chaveta estará determinada por las dimensiones del elemento que vaya acoplado al árbol. Para el caso de la corona, esta tiene una longitud de 50 mm, y como se puede ver, esta es mayor que la longitud mínima de 30.02 mm.

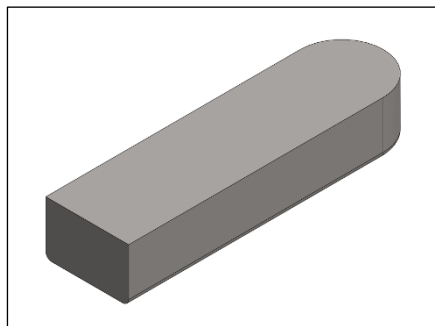


Figura 4.21: Chaveta de la corona.

4.2.6.2. **M-TP-6:** *Chaveta de la rueda dentada de cadena transportadora*

La chaveta de la rueda dentada debe cumplir la longitud mínima, como se mencionó anteriormente. La rueda dentada tiene una longitud de cubo de 70 mm, por lo que este será mecanizado por todo su largo para la disposición de la chaveta que será de la misma longitud.

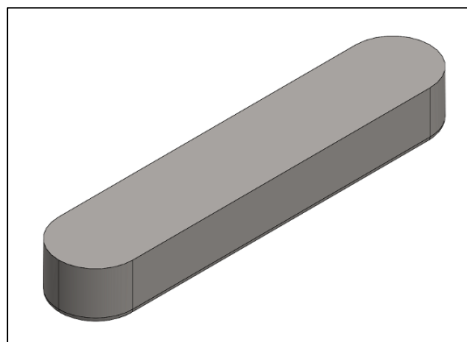


Figura 4.22: chaveta de la rueda dentada

4.2.7. Verificación del árbol de transmisión a la fatiga y a la fluencia

El cambio de sección y los chaveteros son partes críticas para la concentración de tensiones en el árbol. Para evaluar si el árbol verifica a las solicitaciones con el diámetro preliminar calculado anteriormente, se acude a los coeficientes de seguridad normativos y los coeficientes de seguridad estáticos y dinámicos para comprobar que los mismos verifican. Dicha verificación se realiza siguiendo el libro “Resistencia de Materiales” del autor Stiopin.

El coeficiente de seguridad normativo ( $n$ ) se representa en forma de producto. En el libro “Resistencia de materiales”, el autor Stiopin recomienda emplear tres coeficientes parciales de seguridad, es decir:

$$n = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3$$

Los valores de los coeficientes de seguridad se establecen, generalmente, basándose en la experiencia acumulada en el diseño y mantenimiento de máquinas de un tipo determinado.

Donde:

- $n_1$ : es el coeficiente que considera el error posible al determinar las cargas y las tensiones. Cuando las tensiones se calculan con gran precisión, este coeficiente se puede señalar entre 1.2 y 1.5. En el caso de menor exactitud se puede tomar entre 2 y 3.  
Para el presente proyecto se toma un  $n_1 = 1.5$  ya que se desprecia el peso propio del eje en la instalación.
- $n_2$ : es el coeficiente que tiene en cuenta la heterogeneidad del material, su sensibilidad a los posibles defectos en el maquinado de la pieza. El valor de este coeficiente, cuando los cálculos se hacen partiendo del límite de fluencia, y las cargas son estáticas, está dado en la tabla 2.5 de la página 55, en función de la relación entre el límite de fluencia y el de resistencia del material del eje (SAE 1045 LC)

$$\sigma_f / \sigma_r = 0.641$$

Interpolando en la tabla entre las relaciones 0.55 – 0.7 para los coeficientes 1.4 – 1.8 correspondientes a los dos valores respectivamente, obtenemos un coeficiente normativo estático igual a  $n_{2e} = 1.643$ .

En los cálculos por fatiga, el coeficiente se considera entre 1.5 y 2. Este coeficiente se aumenta en el caso de materiales de poca homogeneidad (sobre todo en el caso de fundición) y en el de piezas de gran tamaño, hasta 3 y más.

Para nuestro proyecto tomamos un coeficiente normativo dinámico igual a  $n_{2d} = 1.5$  por ser de material homogéneo.

- $n_3$ : es el coeficiente de las condiciones de trabajo que tiene en cuenta el grado de responsabilidad de la pieza. Su valor se admite entre 1 y 1.5.  
Para nuestro proyecto tomamos un valor de  $n_3 = 1.3$  por la zona de trabajo de la pieza, la poca presencia de operarios en el sector y la alta responsabilidad de esta.

El coeficiente normativo estático resulta:

$$n_e = n_1 \cdot n_{2e} \cdot n_3$$

$$n_e = 1.5 \cdot 1.643 \cdot 1.3$$

$$\mathbf{n_e = 3.204}$$

El coeficiente normativo dinámico resulta:

$$n_d = n_1 \cdot n_{2d} \cdot n_3$$

$$n_d = 1.5 \cdot 1.5 \cdot 1.3$$

$$\mathbf{n_d = 2.925}$$

- Verificación a las cargas dinámicas

El autor propone la siguiente expresión para el cálculo del coeficiente de seguridad para la flexión:

$$n_{d.\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma} \cdot \sigma_a}{\varepsilon \cdot \beta} + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m}$$

Donde los parámetros corresponden a:

- $\sigma_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a flexión.
- $K_{\sigma}$ : Coeficiente efectivo de concentración de tensiones.
- $\sigma_a$ : Tensión amplitud del ciclo.
- $\varepsilon$ : Coeficiente de las dimensiones absolutas.
- $\beta$ : Coeficiente para evaluar la calidad de la superficie.
- $\psi_{\sigma}$ : Coeficiente de sensibilidad a la simetría del ciclo.
- $\sigma_m$ : Tensión media del ciclo.

Para el cálculo del coeficiente de seguridad para la torsión según el autor es:

$$n_{d.\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau} \cdot \tau_a}{\varepsilon \cdot \beta} + \psi_{\tau} \cdot \tau_m}$$

Donde los parámetros corresponden a:

- $\tau_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a torsión.
- $K_{\tau}$ : Coeficiente efectivo de concentración de tensiones.
- $\tau_a$ : Tensión amplitud del ciclo.
- $\varepsilon$ : Coeficiente de las dimensiones absolutas.
- $\beta$ : Coeficiente para evaluar la calidad de la superficie.
- $\psi_{\tau}$ : Coeficiente de sensibilidad a la simetría del ciclo.
- $\tau_m$ : Tensión media del ciclo.

Cuando hay solicitaciones dinámicas combinadas de flexión y torsión, el coeficiente de seguridad se adopta como:

$$n_{dc} = \frac{n_{d.\tau} \cdot n_{d.\sigma}}{\sqrt{(n_{d.\tau})^2 + (n_{d.\sigma})^2}}$$

- Verificación a las cargas estáticas

Coeficientes de seguridad para flexión y torsión:

$$n_{e.\sigma} = \frac{\sigma_{fl}}{\sigma_{Max}}$$

$$n_{e.\tau} = \frac{\tau_{fl}}{\tau_{Max}}$$

Los parámetros de las dos expresiones anteriores corresponden a:

- $\sigma_{fl}$ : Tensión de fluencia a la flexión.
- $\tau_{fl}$ : Tensión de fluencia a la torsión.
- $\sigma_{Max}$ : Tensión normal máxima del ciclo.
- $\tau_{Max}$ : Tensión de corte máxima del ciclo.

Cuando hay solicitaciones estáticas combinadas de flexión y torsión, el coeficiente de seguridad se adopta como:

$$n_{ec} = \frac{n_{e,\tau} \cdot n_{e,\sigma}}{\sqrt{(n_{e,\tau})^2 + (n_{e,\sigma})^2}}$$

❖ Verificación de concentración de tensiones en chaveteros

La verificación del árbol a la fatiga y a la fluencia en los chaveteros, corresponden a las chavetas del acoplamiento del árbol con la corona de transmisión y las ruedas dentadas.

El coeficiente efectivo de concentración de tensiones para chavetas  $K_\sigma$  y  $K_\tau$ , se obtienen por medio de las tablas 12.2 y 12.3 respectivamente de Stiopin.

Tabla 12.2				Tabla 12.3					
$\sigma_{r,t}$ , kgf/mm <sup>2</sup>	50	75	100	$\sigma_{r,t}$ , kgf/mm <sup>2</sup>	60	70	80	90	100
$k_\sigma$	1,5	1,75	2,0	$k_\tau$	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Figura 4.23: Coeficiente efectivo de concentración de tensiones. Stiopin

Para obtenerlo se lo obtiene a partir del  $\sigma_r$  del acero SAE 1045 LC (67 kg/mm<sup>2</sup>). Interpolando, los valores obtenidos son los siguientes:

$$K_\sigma = 1.67$$

$$K_\tau = 1.57$$

El coeficiente de las dimensiones absolutas se obtiene de la figura 12.12 del Stiopin:

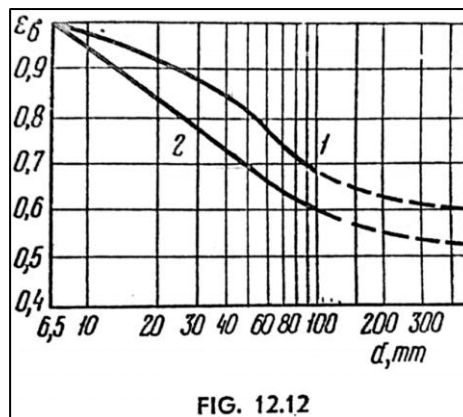


Figura 4.24: Coeficiente de las dimensiones absolutas. Stiopin.

Ingresando con el diámetro del árbol (45 mm) hasta la curva 1 de la figura, que es la correspondiente para  $\sigma_r$  entre el rango de 40 – 50 kg/mm<sup>2</sup>, se obtiene el siguiente valor:

$$\epsilon = 0.85$$

En la figura 12.13 del Stiopin, se da el gráfico del coeficiente para evaluar la calidad de la superficie ( $\beta$ ) en función del  $\sigma_r$  del acero y del tipo de maquinado de la superficie:

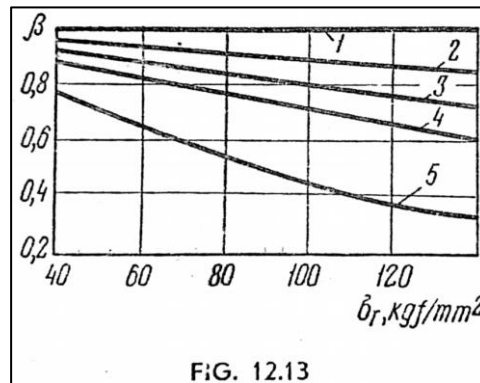


Figura 4.25: Coeficiente de calidad de superficie. Stioopin.

Se considera que el acabado del eje es del tipo torneado de devaste (curva 4 de la figura 12.13) y se obtiene el valor del coeficiente  $\beta$ :

$$\beta = 0.83$$

El coeficiente  $\psi$  caracteriza la sensibilidad del material a la asimetría del ciclo. Los valores  $\psi_\sigma$  y  $\psi_\tau$  están dados en la tabla 12.1 del Stioopin:

*Tabla 12.1*

Coeficientes	$\sigma_{r,t}, \text{kgf/mm}^2$				
	32-42	40-50	50-70	70-105	105-125
$\psi_\sigma$ (flexión, tracción, compresión)	0	0	0,05	0,10	0,20
$\psi_\tau$ (torsión)	0	0	0	0,05	0,10

Figura 4.26: Coeficiente de sensibilidad del material a la asimetría del ciclo

Para un  $\sigma_r$  de  $67 \text{ kg/mm}^2$  se obtienen los siguientes valores:

$$\psi_\sigma = 0.05 \qquad \psi_\tau = 0$$

Para el análisis de ciclos, tanto para los esfuerzos de la flexión y torsión se cumple que:

- $\sigma_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a flexión, tomando consideraciones del autor I. Miroljubov:

$$\sigma_{-1} = 0.6 \cdot \sigma_r$$

$$\sigma_{-1} = 0.6 \cdot 67 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{-1} = 40.2 \text{ kg/mm}^2$$

- $\tau_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a torsión, tomando la consideración de del autor I. Miroljubov:

$$\tau_{-1} = 0.7 \cdot \sigma_{-1}$$

$$\tau_{-1} = 0,7 \cdot 40.2 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{-1} = 28.14 \text{ kg/mm}^2$$

Como el eje es de sección circular con un espacio para la chaveta, el módulo resistente  $W$  y el módulo resistente polar  $W_p$  son:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d}$$

$$W = \frac{\pi \cdot (45 \text{ mm})^3}{32} - \frac{14 \text{ mm} \cdot 5.5 \text{ mm} \cdot (45 \text{ mm} - 5.5 \text{ mm})^2}{2 \cdot 45 \text{ mm}}$$

$$W = 7611.2954 \text{ mm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d}$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot (45 \text{ mm})^3}{16} - \frac{14 \text{ mm} \cdot 5.5 \text{ mm} \cdot (45 \text{ mm} - 5.5 \text{ mm})^2}{2 \cdot 45 \text{ mm}}$$

$$W_p = 16557.4714 \text{ mm}^3$$

#### Sección A:

Como el momento flector está sometido a un ciclo simétrico y el momento torsor está sometido a un ciclo pulsante, los esfuerzos se calculan de la siguiente manera según lo expuesto por el autor Stiopin:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{max}}{2} = \frac{M_t}{2 \cdot W_p}$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{62826.43 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 16557.4714 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_a = \tau_m = 1.897 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 2 \cdot \tau_a$$

$$\tau_{max} = 2 \cdot 1.897 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 3.794 \text{ kg/mm}^2$$

Donde se encuentran la chaveta que acopla el árbol con la corona de transmisión, no hay momento flector por lo que  $\sigma_a$ ,  $\sigma_m$  y  $\sigma_{max}$  son nulos. Por lo que no tendremos esfuerzos combinados, es decir, solamente tendremos esfuerzos cortantes en las secciones donde se encuentra esta chaveta.

#### Sección C:

En cambio, las chavetas que acoplan el árbol con las ruedas dentadas, si están bajo momento flector y momento torsor. Es decir, debemos calcular  $\sigma_a$ ,  $\sigma_m$  y  $\sigma_{max}$ , y como el momento flector es de ciclo simétrico, se utilizan las siguientes expresiones para calcularlo:

Esfuerzo de debido al momento flector:

$$\sigma_m = 0$$

$$\sigma_a = \sigma_{max} = \frac{M_{flex}}{W}$$

$$\sigma_{max} = \frac{39513.71.33 \text{ kg mm}}{7611.2954 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_{max} = 5.191 \text{ kg/mm}^2$$

Esfuerzo debido al momento torsor:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{max}}{2} = \frac{M_t}{2 \cdot W_p}$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{62826.43 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 16557.4714 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_a = \tau_m = 1.897 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 2 \cdot \tau_a$$

$$\tau_{max} = 2 * 1.897 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 3.794 \text{ kg/mm}^2$$

A continuación, se calculó los coeficientes de seguridad para esfuerzos dinámicos para la torsión ( $n_{d,\tau}$ ) y para la flexión ( $n_{d,\sigma}$ ), como así también para esfuerzo estáticos para la torsión ( $n_{e,\tau}$ ) y dinámico ( $n_{dc}$ ).

El coeficiente de seguridad para esfuerzos estáticos para torsión ( $n_{e,\tau}$ ) y para la flexión ( $n_{e,\sigma}$ ), se calcula de la siguiente forma:

$$n_{e,\tau} = \frac{\tau_f}{\tau_{Max}}$$

$$n_{e,\sigma} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{Max}}$$

Donde  $\tau_f$  lo podemos estimar por medio de la siguiente expresión dada por el autor Faïres:

$$\tau_f = 0,6 \cdot \sigma_f$$

$$\tau_f = 0,6 \cdot 43 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_f = 25.8 \text{ kg/mm}^2$$

Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla, utilizando las expresiones mencionadas al comienzo del presente apéndice:

Coeficiente de Seguridad							
Chaveta	Diámetro del árbol [mm]	esfuerzos dinámicos			esfuerzos estáticos		
		$n_{d,\tau}$	$n_{d,\sigma}$	$n_{d,c}$	$n_{e,\tau}$	$n_{e,\sigma}$	$n_{e,c}$
Sección A	45	6.67	-	-	6.80	-	-
Sección C		6.67	3.27	2.94	6.80	8.28	5.26

Tabla 4.3: Resumen de los coeficientes de seguridad

Conclusión: Los coeficientes de seguridad estático y dinámico, según la sección considerada, son:

- Sección A:
  - Estático: 6.80

- Dinámico: 6.67
- Sección C:
  - Estático: 5.26
  - Dinámico: 2.94

Los coeficientes normativo estático y dinámico (calculados anteriormente) son de 3.204 y 2.925 respectivamente. Por lo que **verifica** el coeficiente de seguridad dinámico y dinámico para ambas secciones.

En la Figura 4.27 se puede ver el eje con la longitud y la disposición final de las chavetas

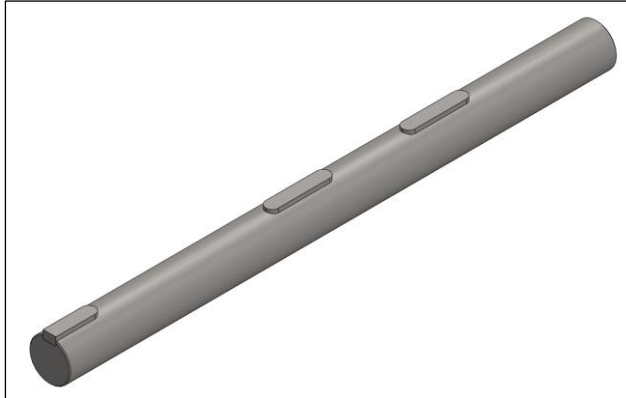


Figura 4.27: Árbol de transmisión M-TP-4

## 4.2.8. M-TP-7: Árbol conducido

PLANO: M-P-02

El transportador CT6-2 contiene dos árboles conducidos, uno para el estiramiento de la cadena transportadora y otro para la rueda dentada conducida. Para homogenizar el pedido por parte del departamento de compras, se decidió que estos árboles sean del mismo diámetro que el calculado para el árbol de transmisión de potencia (45 mm). También para tener menos materiales en stock para mantenimiento o recambio. La Figura 4.28 se muestra el árbol, con su respectivas chavetas.

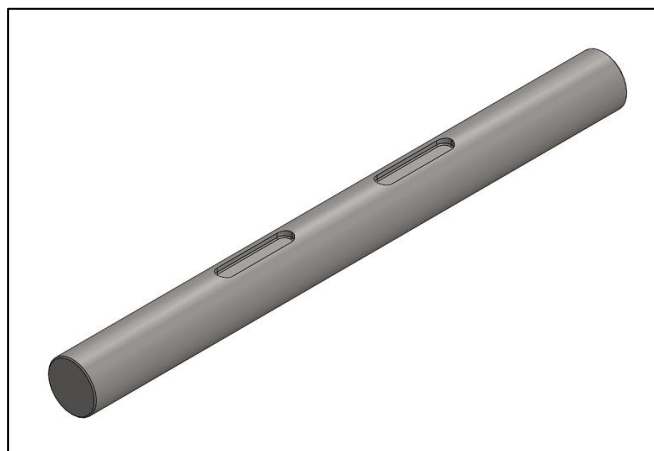


Figura 4.28: Árbol conducido M-TP-7



#### 4.2.9. Rodamientos y soporte de rodamiento.

##### 4.2.9.1. **M-TP-8:** Rodamientos

###### ANEXO E-3.1.6.

Para la selección de los rodamientos se utilizó el catálogo SKF.

Los rodamientos para altas temperaturas de SKF se corresponden en diseño con los rodamientos “Y” pertinentes de la serie YAR 2-2FW con prisioneros. Las características de estos rodamientos para temperaturas extremas incluyen un gran juego radial interno y jaulas y placas de protección especiales.

Como ocurre con los rodamientos rígidos de bolas para altas temperaturas, todas las superficies de los rodamientos Y están fosfatadas con manganeso. Se logra así una protección contra la corrosión y se mejoran las propiedades de funcionamiento.

Se selecciona este tipo de rodamiento, ya que es el requerido por parte de la empresa. El tipo de rodamiento se puede ver en la Figura 4.29. Su diámetro es el correspondiente al árbol de transmisión, el cual es de 45 mm.



Figura 4.29: Rodamiento YAR 209-FW/VA201.

##### 4.2.9.2. **M-TP-9:** Soporte de rodamiento

###### ANEXO E-3.1.7.

Por medio del catálogo SKF y para un diámetro de 45 mm, se optó por la colocación de un soporte de pie tipo SY 45 TF/VA201. Este soporte es de pie para rodamientos del tipo Y, y el seleccionado es con jaula de chapa de acero. Para el soporte seleccionado el rodamiento es el modelo: YAR 209-2FW/VA201, el cual se puede ver en la Figura 4.30.



Figura 4.30: Soporte de pie tipo SY 45 TF/VA201.

#### 4.2.9.3. Cálculo de la vida útil.

Se procede con el cálculo de las horas de vida útil del rodamiento con la siguiente formula:

$$L_h = \left(\frac{C}{P_r}\right)^N \cdot A \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

Donde:

- $L_h$ : duración en horas.
- $C$ : capacidad de carga dinámica (se obtiene por catálogo).
- $P_r$ : carga equivalente.
- $N$ : es igual a 3 para rodamientos radiales y axiales a bolas, e igual a 10/3 para rodamiento radiales y axiales a rodillos.
- $A$ : es igual a 1 para rodamientos de acero standard, e igual a 1,5 para rodamientos de acero desgasificado.
- $n$ : son las revoluciones por minuto.

Para este caso se tiene:

- $N = 3$ .
- $A = 1$ .
- $n = 64.9 \text{ RPM}$ .
- $C = 33.2 \text{ kN}$ .
- $P$  es la relación de vinculo de rodamientos, siendo en la sección B (más crítica):

$$P_r = \sqrt{R_{BV}^2 + R_{BH}^2}$$

$$P_r = \sqrt{(398.43 \text{ kg})^2 + (217.59 \text{ kg})^2}$$

$$P = 453.97 \text{ kg}$$

La duración en horas resulta:

$$L_h = \left(\frac{33200 \text{ N}}{453.97 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2}\right)^3 \cdot 1 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 67.03 \text{ RPM}}$$

$$L_h = 103016.14 \text{ horas}$$

Conclusión: el rodamiento seleccionado tendrá una vida útil de aproximadamente 12 años. Este cálculo no es del todo certero, ya que hay muchos factores que no se tienen en cuenta.

#### 4.2.10. M-ES-1: Estructura del transportador

PLANO: M-E-02

La estructura del transportador será la que brinde una rigidez tal a lo largo de todo el transportador. Este estará construido por los siguientes elementos:



Figura 4.31: Estructura del transportador CT6-2

#### 4.2.10.1. Chapa de apoyo de pieza a transportar – Mesa

La mesa, es la parte de la estructura, donde se apoyan y deslizan las tortas a transportar. Estas, se fabrican de chapa negra lisa de 3/16 de pulgadas de espesor. La mesa estará formada por 3 cortes de chapa negra lisa, de 100 mm de ancho y con una separación de 50 mm entre ellas. Los cortes laterales de la chapa irán apoyados sobre perfil L 1 1/4 x 3/16 pulgadas, y la chapa central sobre un perfil UPN 50. A su vez este, el perfil UPN 50, irá apoyado y soldado a lo largo sobre 10 largueros de 400 mm de longitud, que irán soldados sobre los reticulados de la estructura. Estos largueros son de perfil UPN 50

Las guías laterales, también la seleccionamos de 1/4 pulgadas de espesor e irán soldadas sobre perfiles L 1 1/4 x 3/16 pulgadas

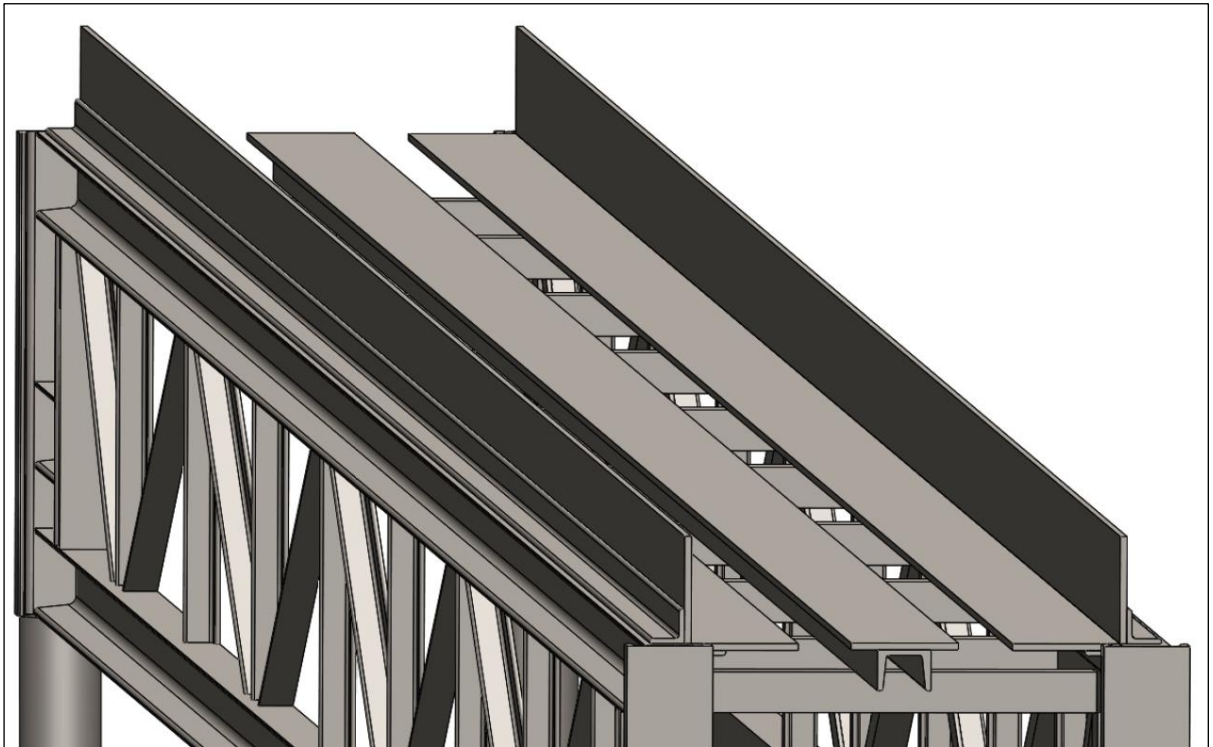


Figura 4.32: Apoyo de cortes en transportador CT6-2.

#### 4.2.10.2. Reticulado

Para el reticulado, las barras verticales y diagonales serán de perfil L 1 1/4 x 3/16 pulgadas, excepto las verticales de los extremos que serán de perfil UPN 80. El cordón superior e inferior del mismo, será de perfil UPN 80.

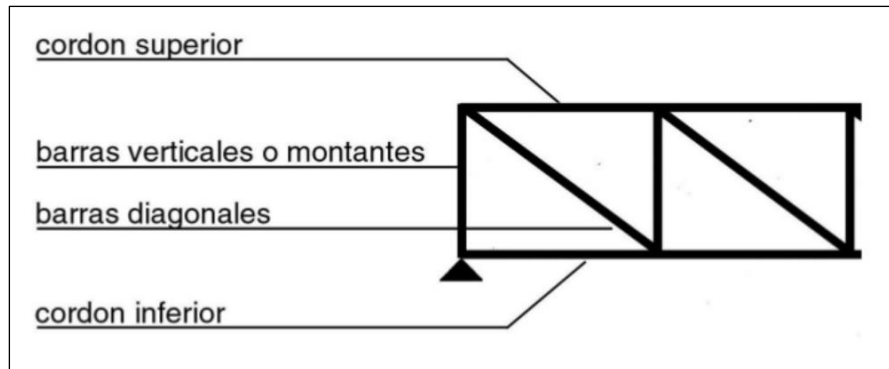


Figura 4.33: Componentes del reticulado

#### 4.2.10.3. Patas

Las patas de la estructura serán de tubo redondo de 3 pulgadas de diámetro.

#### 4.2.10.4. Apoyo motorreductor

El motorreductor ira montado sobre una mesa de chapa negra lisa de 3/16 pulgadas. La mesa, ira soldadas sobre perfiles UPN 50, como se puede observar en la imagen.

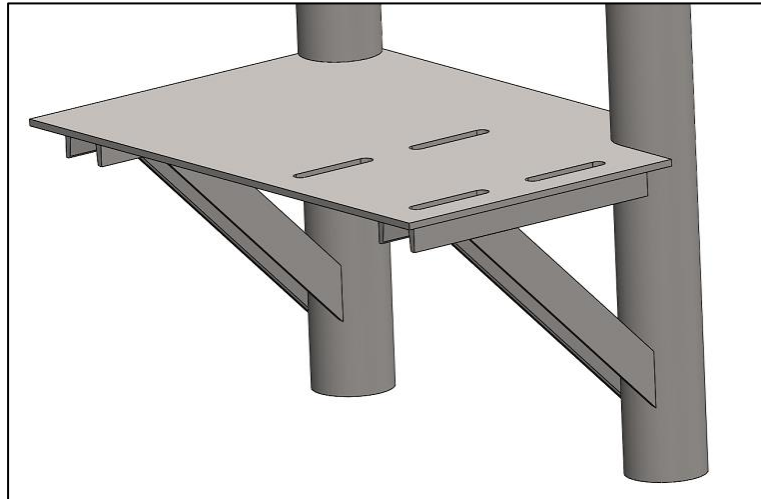


Figura 4.34: Mesa de apoyo del motorreductor

#### 4.2.10.5. Soporte caja de rodamientos

Las cajas de rodamientos irán montadas sobre perfiles UPN 50. Para las cajas de rodamientos centrales del transportador, se le colocara un refuerzo con perfil L 1 1/4 x 3/16.

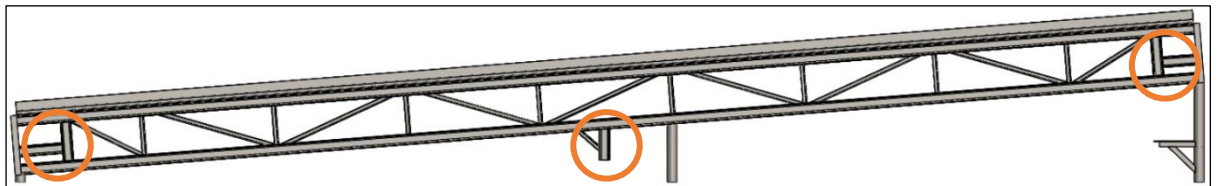


Figura 4.35: Ubicación de los rodamientos

#### 4.2.10.6. Apoyo de patas

A las patas se le sueldan centros de mecanizados de 180 mm de diámetro y 25 mm de espesor. Esto es para aumentar el área de apoyo de la estructura, de esta forma se evita de que se dañe el piso de hormigón.

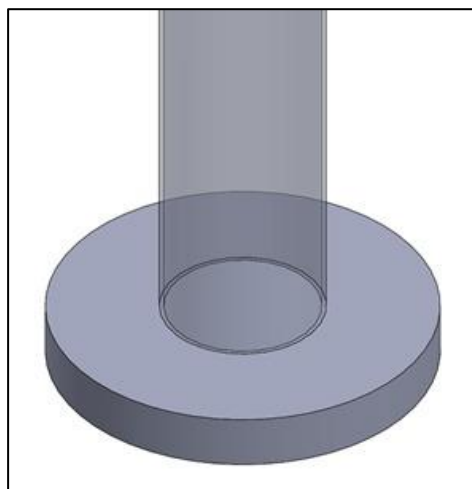


Figura 4.36: Apoyo de patas

#### 4.2.11. M-P-2: Cubre cadena

PLANO: M-P-09

El cubrecadena de la Figura 4.37 se realiza de chapa negra con un espesor de 2 mm. Este tiene la finalidad de impedir el contacto directo de las personas o algún objeto extraño. Con esto se logra la seguridad del personal y de la misma cadena. Este va agarrado a la estructura mediante dos tornillos M-12, con su respectiva tuerca.

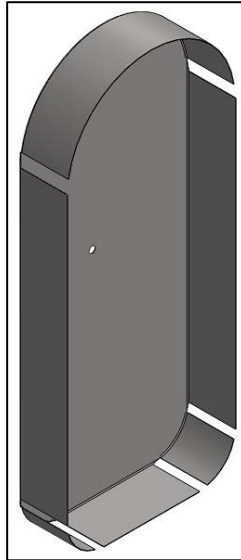


Figura 4.37: Cubre cadena de la cinta transportadora CT6-2

### 4.3. CT6-1: Cinta transportadora

PLANO: G-01

Como se mencionó en el apartado 2, esta cinta transportadora se diseñará en función de la cinta CT6-2. Esto es para homogenizar los materiales a pedir para la fabricación de las cintas, y para reducir los costos de stock de piezas que se deberán tener para el futuro mantenimiento de estas.

Esta cinta transporta los cortes que salen del tobogán T6-1, que previamente fueron calentados en el horno a inducción HI6, hasta la rampa de rodillos RR6-1.

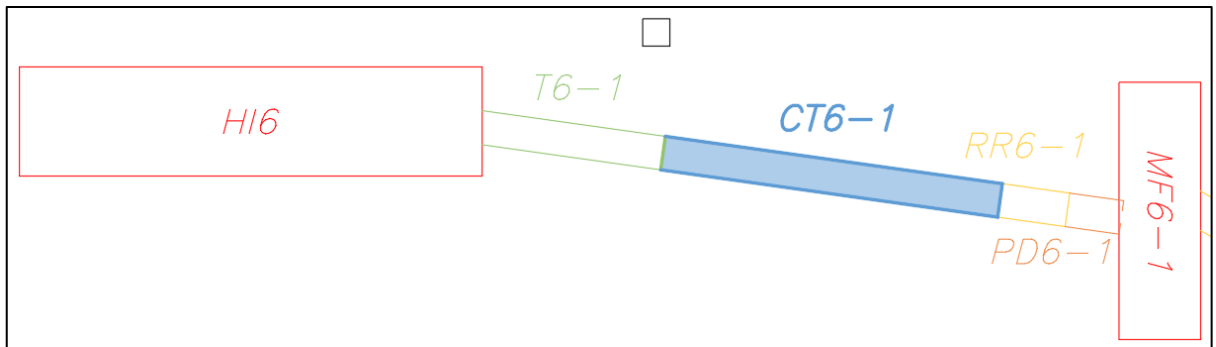


Figura 4.38: disposición en planta de la cinta CT6-1.

En la Figura 4.39 se puede ver el diseño final de la cinta CT6-1, posteriormente se explicará la selección y diseño de cada componente.

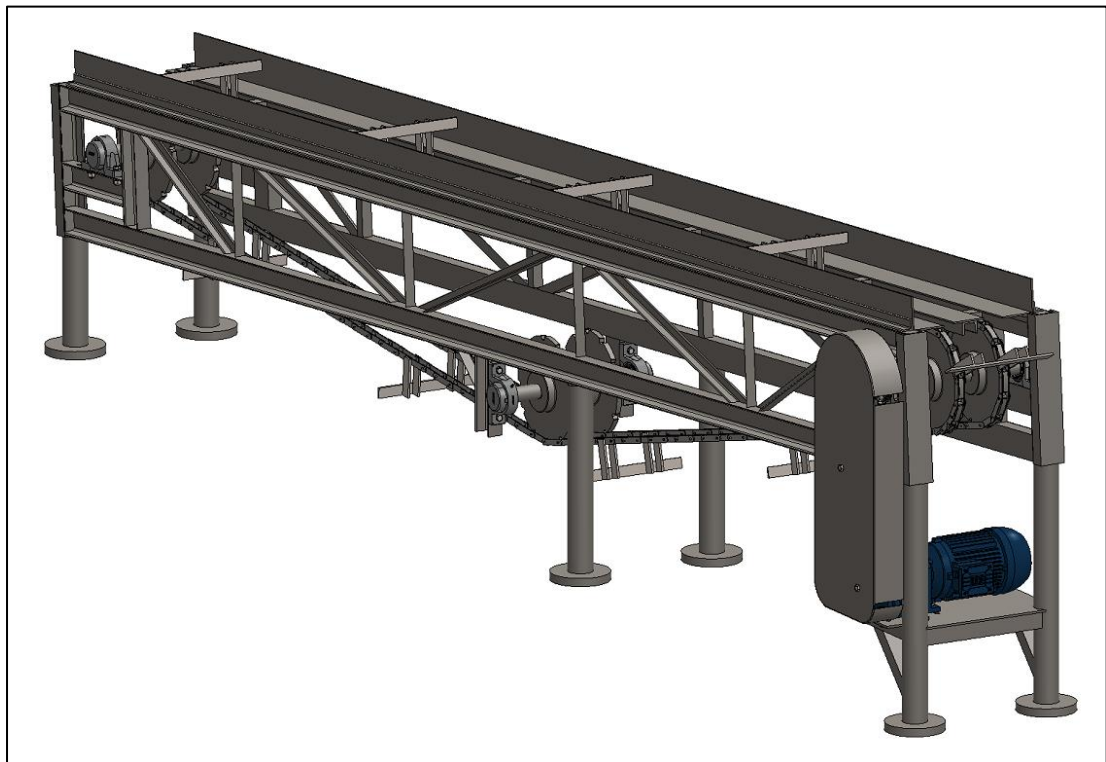


Figura 4.39: Cinta transportadora CT6-1

### 4.3.1. Sistema de arrastre de piezas

#### 4.3.1.1. **M-SA-4:** Cadena transportadora

##### ANEXO E - 3.1.2

Al igual que para la cinta CT6-2, la selección de la cadena transportadora se hará en base a la guía de selección provista por el fabricante Renold. A su vez, la selección de la cadena comercial se realizará del fabricante JyM, el cual fabrica sus productos según la norma DIN 8167 al igual que Renold.

Para el cálculo del peso total por metro de cadena ( $W_c$ ), necesitamos conocer el peso a transportar y el de los accesorios. Esta cinta, al igual que la CT6-2, arrastra de una pieza por vez, siendo la pieza de mayor peso a transportar de 350 kg.

$$W_p = 350 \text{ kg}$$

El accesorio que realiza el arrastre de las piezas se hará con las mismas dimensiones y material que para la de CT6-2: planchuelas de acero inoxidable AISI 310 de  $1 \times 1\frac{1}{4}$ ", de 350 mm para el larguero y 4 orejas de 120 mm. El peso de estas planchuelas es de  $1.582 \text{ kg/m}$ .

Como se calculó anteriormente, el peso de cada pieza de arrastre es de:

$$W_{\text{cada pieza de arrastre}} = 1.313 \text{ kg}$$

La pieza de arrastre se colocan cada 14 pasos en las cadenas. Para la cinta transportadora de 5 metros de longitud, van 9 piezas de arrastre, por lo que el peso total de piezas de arrastre es:

$$W_{\text{pieza de arrastre total}} = 9 \cdot 1.313 \text{ kg}$$

$$W_{\text{pieza de arrastre total}} = 11.817 \text{ kg}$$

Por lo que, las piezas de arrastre tendrán un peso por cada metro de cadena de:

$$W_{\text{pieza de arrastre}} = \frac{11.817 \text{ kg}}{10 \text{ m}}$$

$$W_{\text{pieza de arrastre}} = 1.182 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Pero, debido a que el peso de las piezas de arrastre se divide por igual en ambas cadenas, este valor se divide en dos, resultando así el peso de las piezas de arrastre por cadena:

$$W'_{\text{pieza de arrastre}} = 0.591 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

La cadena transportadora, será la misma que la seleccionada para la cinta CT6-2, por lo que a continuación se realizará los cálculos para asegurarnos de que, dicha cadena, verifica a los esfuerzos a la que estará sometida. El peso de la cadena JyM M-20 con paso de 80 mm es:

$$W_{\text{cadena } c} = 0.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

La masa total por metro de cadena es:



$$W_c = W'_{pieza\ de\ arrastre} + W_{cadena}$$

$$W_c = 0.591 \frac{kg}{m} + 0.96 \frac{kg}{m}$$

$$W_c = 1.551 \frac{kg}{m}$$

El coeficiente de fricción entre la pieza a transportar (acero), y la planchuela de acero inoxidable del sistema transportador es:

$$\mu_s = 0.74$$

$$\mu_k = 0.57$$

La fuerza de tracción de la cadena en el momento de arranque del transportador es:

$$P_{Bc} [N] = 9.81 \cdot W_{cc} \cdot L \cdot \text{sen}(\alpha) * K_{rd}$$

La cadena ira suspendida sobre ruedas dentadas, por lo que habrá rozamiento entre la cadena y la rueda dentada. Este coeficiente  $K_{rd}$ , según el apunte de Transportadores de Cadena de UTN FRP es:

- $K_{rd} = 1,15$  cadenas lubricadas (10% rueda motora y 5% reenvío).
- $K_{rd} = 1,20$  cadena sin lubricar.

Se toma el caso más desfavorable, ya que no se puede asegurar que en el momento de que el transportador este instalado, los operarios le hagan una correcta lubricación. El ángulo de inclinación de la CT6-1 es de 4.57°, siendo la fuerza de tracción:

$$P_{Bc} [N] = 9.81 \cdot 1.551 \frac{kg}{m} \cdot 5\ m \cdot \text{sen}(4.57) * 1.20$$

$$P_{Bc} = 7.27\ N$$

La fuerza de tracción de la cadena es:

$$Cp_c [N] = 9.81 \cdot \frac{W_p}{2} \cdot (\cos(\alpha) \cdot \mu_k + \text{sen}(\alpha)) + P_B$$

Reemplazando:

$$Cp_c [N] = 9.81 \cdot \frac{350\ kg}{2} \cdot (\cos(4.57) \cdot 0.57 + \text{sen}(4.57)) + 7.27\ N$$

$$Cp_c = 1119.49\ N$$

La carga de rotura de la cadena seleccionada debe ser mayor que la fuerza de tracción de la cadena, siendo JyM M-20 con paso de 80 mm de:

$$CR_c = 2000\ kg$$

El factor de seguridad para la cadena transportadora, se lo puede conocer de la Tabla 1 (Manual Renold "Conveyor chain instalation, maintenance & desinger guide", página 26):

Table 1 - Factors of Safety				
CLEANLINESS/LUBRICATION				
Lubrication	Clean	Moderately Clean	Dirty	Abrasive
Regular	8	10	12	14
Occasional	10	12	14	16
None	12	14	16	18

TEMPERATURE/LUBRICATION			
Lubrication	-30 / +150°C	150 - 200°C	200 - 300°C
Regular	8	10	12
Occasional	10	12	14
None	12	14	16

Figura 4.40: Tabla de factor de seguridad

Para este caso, en limpieza y lubricación se adopta lubricación ocasional y ambiente sucio. Y en el caso de temperatura y lubricación, lubricación ocasional y temperatura de 200-300°C, lo que da un factor de seguridad de 14 en ambos casos.

$$F_s = 14$$

El factor de seguridad tiene que ser igual o mayor a 14, por lo que para la cadena comercial seleccionada es:

$$F_s = \frac{CR_c}{Cp_c}$$

$$F_s = \frac{2000 \text{ kg} \cdot 9.81}{1119.49 \text{ N}}$$

$$F_s = 17.52$$

**El factor de seguridad es mayor a 14, por lo tanto, la cadena seleccionada cumple con los requerimientos descriptos.**

La pieza de arrastre de cortes calientes es la misma que la diseñada para CT6-2, cuyo cálculo se detalla en el apartado 4.2.1.1.1.

#### 4.3.1.2. Potencia en el eje del cabezal motriz

La potencia necesaria en el cabezal motriz se obtiene de la siguiente formula:

$$P [kW] = \frac{Cp_c \cdot V}{1000}$$

En el eje irán dos ruedas dentadas que moverán ambas cadenas, debido a esto la potencia en el eje del cabezal motriz irá multiplicada por dos. A su vez, la velocidad adoptada para la cinta transportadora es de 1 m/s. De esta manera, la potencia es:

$$P [kW] = \frac{2 \cdot C_{pc} \cdot V}{1000}$$

$$P [kW] = \frac{2 \cdot 1119.49 N \cdot 1 \frac{m}{s}}{1000}$$

$$P = 2.239 kW \cong 3 CV$$

La potencia calculada es la requerida para mantener el transportador en movimiento, no el tamaño del motor requerido. Para seleccionar un motor, se deben tener en cuenta las pérdidas de arranque y transmisión.

#### 4.3.1.3. **M-SA-3: Ruedas dentadas**

#### ANEXO E – 3.1.3

La rueda dentada es la misma que se seleccionó para la cinta transportadora CT6-2, con un código de referencia M20, paso 80 mm y 12 dientes.

#### 4.3.2. Sistema de transmisión de potencia

La transmisión desde el motorreductor al eje de la cadena se hará mediante una cadena de transmisión acoplada a dos ruedas dentadas

##### 4.3.2.1. **E-TP-1: Motorreductor**

#### ANEXO E - 3.2.1

El motorreductor será el mismo que el seleccionado para CT6-2, siendo este, el motorreductor WEG CG052-11P-100L-04F-TH-TF. La potencia del motorreductor es de 3 kW, una velocidad de entrada de 1435 RPM y de salida de 128 RPM; con esto, la relación de transmisión es:

$$i = \frac{1440}{138}$$

$$i = 10.43$$

##### 4.3.2.2. **M-TP-1: Cadena de transmisión**

#### ANEXO: E – 3.1.4

La cadena de transmisión será la misma que se seleccionó para el transportador CT6-2. La cual es modelo 16A-1 del fabricante JyM, diseñada bajo la norma DIN 8188.

Los cálculos para verificar la cadena de transmisión no se realizarán debido a que ya se realizaron para el sistema de transmisión de la cinta CT6-2, la cual es la situación más crítica.

##### 4.3.2.3. **M-TP-2: Piñón**

#### ANEXO E – 3.1.5

Preparó: Correa, Gerardo – Lonardi, Tomás – Marchesini, Federico	Revisó: ACDC (16-4-19)	Aprobó:	Página 82 de 223
---	------------------------	---------	---------------------

El piñón será el mismo que para el caso del transportador CT6-2. Con un paso de cadena de 1 pulgada, y el número de dientes del piñón de 17.

#### 4.3.2.4. **M-TP-3: Corona**

#### ANEXO E – 3.1.5

La corona seleccionada será igual a la que se seleccionó para el caso de lo cinta CT6-2. Con un paso de cadena de 1 pulgada y un numero de dientes de 35.

#### 4.3.3. Velocidad de la cadena de transportadora

La velocidad a la que gira la corona es:

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2$$

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot n_1 = \frac{17}{35} \cdot 138 \text{ RPM}$$

$$n_2 = 67.03 \text{ RPM}$$

Con la velocidad y el diámetro primitivo de la rueda dentada, se calcula la velocidad de la cadena (velocidad tangencial de la rueda dentada):

$$V = \omega \cdot r_p$$

$$V = 67.03 \text{ RPM} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg.}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} \cdot \frac{309.09 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$$

$$V = 1.084 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Por lo tanto, las piezas calientes se transportarán a una velocidad de aproximadamente 1 m/s, la cual es la requerida para el proceso.

#### 4.3.4. Potencia en el eje del cabezal motriz

La potencia necesaria en el cabezal motriz es:

$$P [\text{kW}] = \frac{Cp_c \cdot V}{1000}$$

En el eje irán dos ruedas dentadas que moverán ambas cadenas, debido a esto la potencia en el eje del cabezal motriz irá multiplicado por dos. A su vez, la velocidad de la cinta transportadora es de 1.084 m/s. De esta manera, la potencia es:

$$P [\text{kW}] = \frac{2 \cdot Cp_c \cdot V}{1000}$$

$$P [\text{kW}] = \frac{2 \cdot 1119.49 \text{ N} \cdot 1.084 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1000}$$

$$P = 2.42 \text{ kW} \cong 3.25 \text{ CV}$$

La potencia calculada es la requerida para mantener el transportador en movimiento, no el tamaño del motor requerido.

#### 4.3.5. M-TP-4: Árbol de transmisión

PLANO: M-P-02

El árbol de transmisión será el mismo que el calculado para la cinta CT6-2. De igual manera, se realizarán los cálculos para la verificación de este.

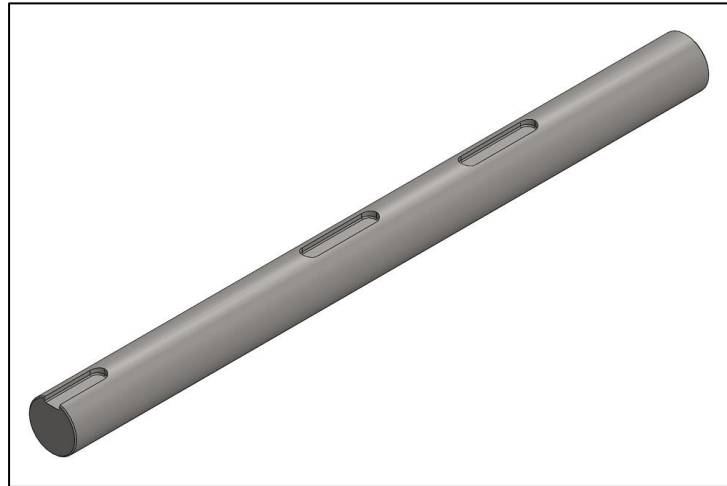


Figura 4.41: Árbol de transmisión CT6-1.

##### 4.3.5.1. Cálculos de las reacciones

Los esfuerzos presentes en el eje se van a encontrar en dos planos distintos, los cuales se denominarán plano horizontal (Plano Y-Z) y vertical (Plano X-Z).

El árbol es el encargado de transmitir el par proveniente del motor. Con los datos de la potencia en el eje y las revoluciones a las que está girando se calcula el momento torsor a cuál estará sometido el mismo.

El motorreductor seleccionado posee una potencia de salida de 3 kW (4 CV). Esta potencia, se debe afectar por el rendimiento de la cadena de transmisión, el cual es de aproximadamente 98%. Entonces la potencia de cálculo será 3.92 CV.

Si bien la potencia a transmitir en el árbol es 3.92 CV, se consideró un valor de potencia de arranque igual a 2 veces la potencia nominal. Este valor varía entre 1.5 y 2.5 veces la potencia nominal en motores eléctricos tipo jaula de ardilla de hasta 30 kW (Ing. Rafael Caputo, *Nota técnica: Motores, conceptos básicos y métodos de arranque*, 2015). Este coeficiente compensa el alto par producido por las bajas revoluciones en el arranque de la máquina.

Luego, con el valor de potencia de arranque, se calcula el momento torsor de arranque:

$$M_{tA} = 71620 \cdot \frac{N}{n}$$

$$M_{tA} = 71620 \cdot \frac{3,92 \text{ CV} \cdot 1.5}{67.03 \text{ RPM}}$$

$$M_{tA} = 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Este momento torsor corresponde al total. Es decir, para conocer el que genera cada una de las ruedas dentadas es la mitad del total.

$$M_t = \frac{6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{2}$$

$$M_t = 3141,32 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

En la siguiente imagen se muestra un croquis y los diagramas de cuerpo libre del eje:

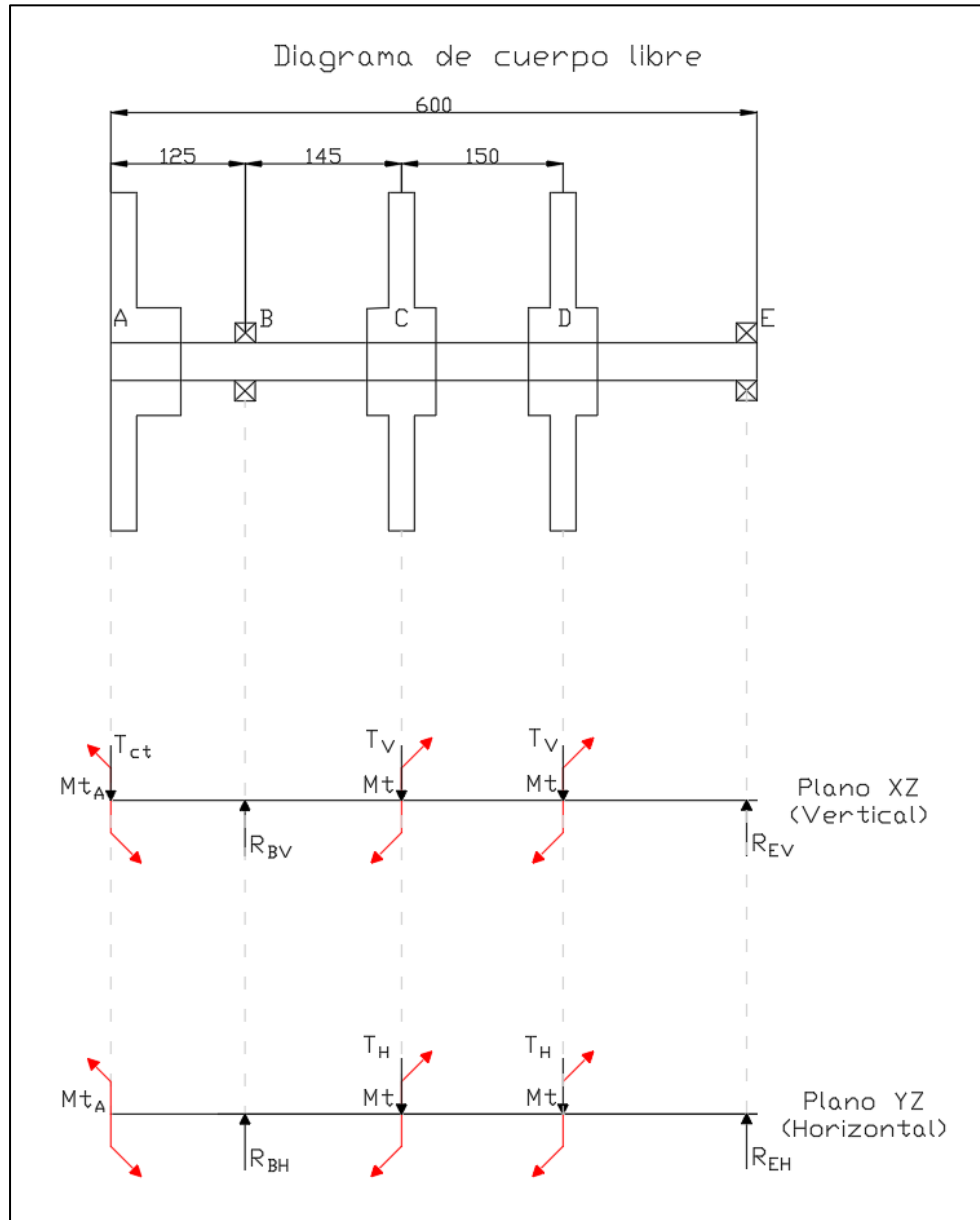


Figura 4.42: Diagrama de cuerpo libre árbol CT6-1.

Donde  $T_{ct}$  es la tensión de la cadena de transmisión, anteriormente denominado  $F_g$ :

$$T_{ct} = 302.08 \text{ kg}$$

Para el cálculo de la tensión a la cual se encuentra la cadena se supondrá que la tensión de la cinta de retorno es nula. Por lo que resulta:

$$T = \frac{M_t}{\phi_p/2} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot M_t}{\phi_p}$$

$$T = \frac{2 \cdot 3141,32 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{30,9 \text{ cm}}$$

$$T = 203,32 \text{ kg}$$

Como el transportador tiene un ángulo de inclinación de  $4,57^\circ$ , la tensión  $T$  de la cadena se divide en una componente  $T_V$  en el plano vertical (X-Z) y otra  $T_H$  en el plano horizontal (Y-Z):

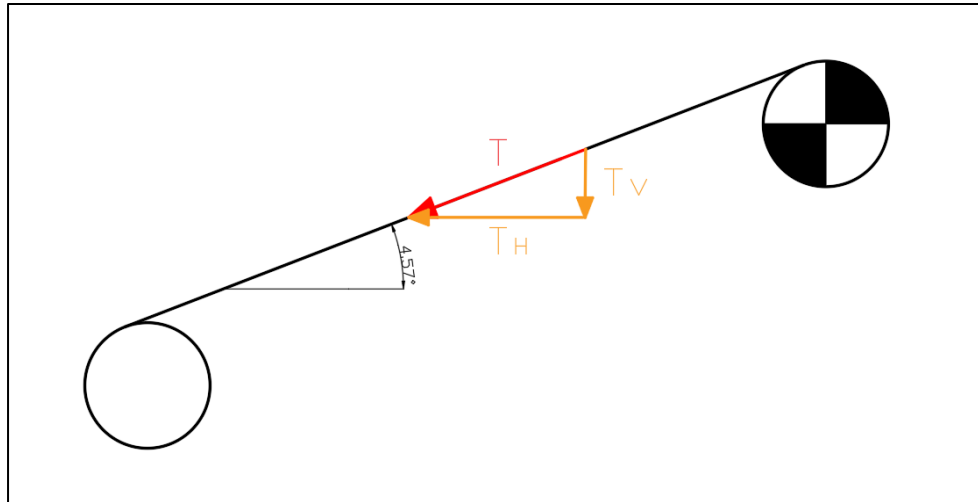


Figura 4.43: Croquis transportador CT6-1.

Tales componentes se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$T_H = T \cdot \sin(\alpha)$$

$$T_V = T \cdot \cos(\alpha)$$

Donde  $\alpha$  es la inclinación del transportador, reemplazando:

$$T_H = 203,32 \text{ kg} \cdot \cos(4,57^\circ)$$

$$T_H = 202,62 \text{ kg}$$

$$T_V = 203,32 \text{ kg} \cdot \sin(4,57^\circ)$$

$$T_V = 16,2 \text{ kg}$$

Con estos valores se calculan las reacciones en los rodamientos:

Plano X-Z (vertical):

$$\sum M_{A(X-Z)} = 0$$

$$R_{BV} \cdot 125 \text{ mm} - T_V \cdot 270 \text{ mm} - T_V \cdot 420 \text{ mm} + R_{EV} \cdot 600 \text{ mm} = 0$$

$$\sum F_{V(X-Z)} = 0$$

$$R_{BV} + R_{EV} - 2 \cdot T_V - T_{ct} = 0$$

De las dos ecuaciones se obtienen las cargas presentes sobre los rodamientos en el plano X-Z:

$$R_{BV} = 398,96 \text{ kg}$$

$$R_{EV} = 64.49 \text{ kg}$$

Plano Y-Z (horizontal):

➤ Hipótesis: la tensión de retorno de la cinta es nula.

$$\sum M_{A(Y-Z)} = 0$$

$$R_{BH} \cdot 125 \text{ mm} - T_H \cdot 270 \text{ mm} - T_H \cdot 420 \text{ mm} + R_{EH} \cdot 600 \text{ mm} = 0$$

$$\sum F_{H(Y-Z)} = 0$$

$$R_{BH} + R_{EH} - 2 \cdot T_H = 0$$

Las cargas presentes sobre los rodamientos en el plano Y-Z son:

$$R_{BH} = 217.55 \text{ kg}$$

$$R_{EH} = 187.69 \text{ kg}$$

A continuación, se encuentran los diagramas de cuerpo libre, esfuerzos cortantes, momento flector y torsor, resultante de los cálculos realizados anteriormente:



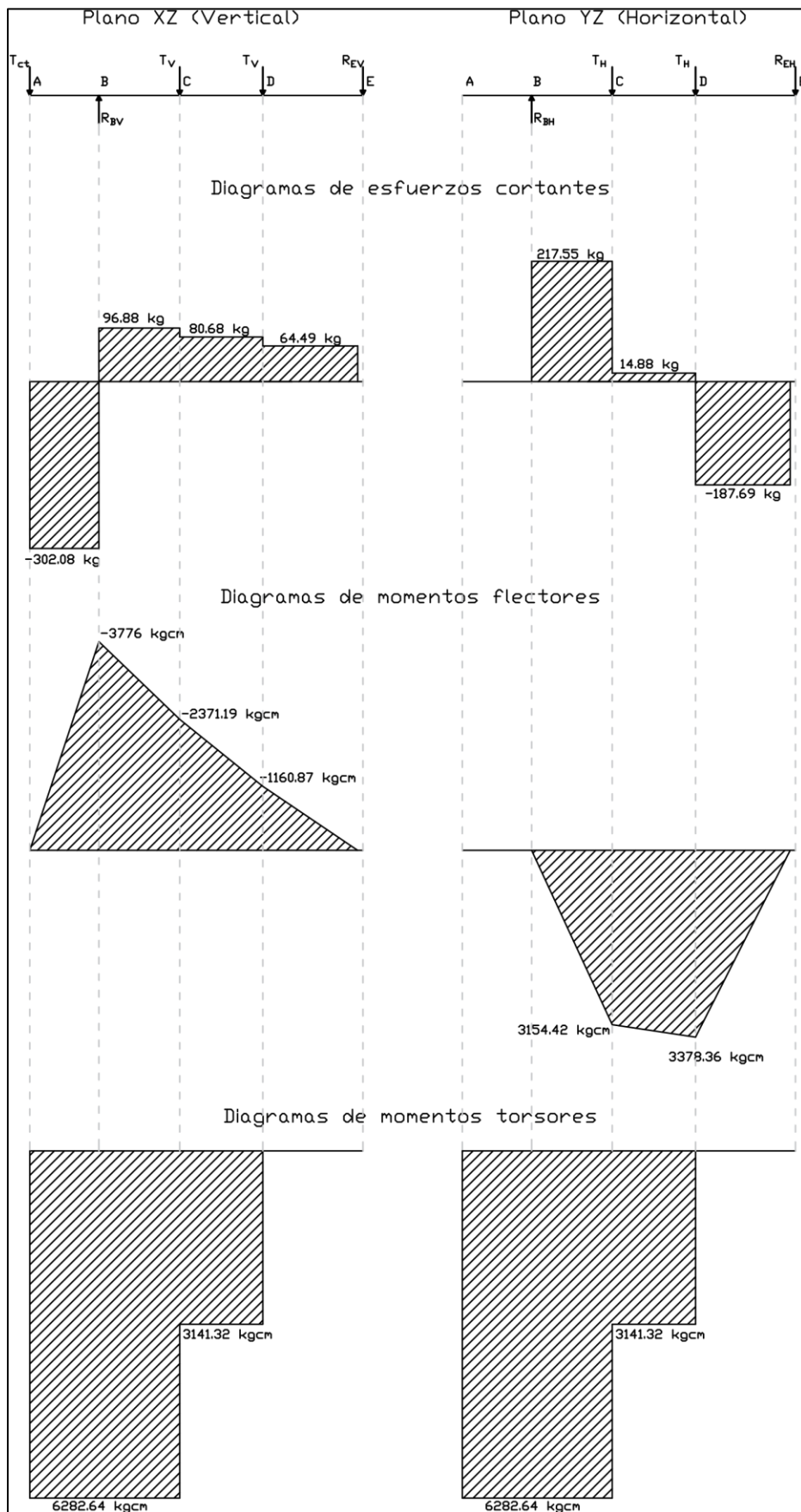


Figura 4.44: Diagramas de esfuerzos de árbol motriz CT6-1

#### 4.3.5.2. Cálculo del diámetro preliminar del árbol

Para el cálculo, se seleccionarán las dos secciones críticas del árbol (una por cada plano) y se tomará como diámetro mínimo el mayor valor calculado.

#### SECCIÓN B

Se selecciona esta sección ya que, en el plano vertical, es la que posee el mayor valor de momento flector y de momento torsor. Como coexisten momento flector y torsor se recurre a la ecuación de los pares reducidos para obtener el momento reducido:

$$M_R = \sqrt{M_f^2 + v M_t^2}$$

Siendo  $v$  el coeficiente de corrección, cuyo valor se determina mediante el modo de las cargas aplicadas, las cuales se consideran de la siguiente manera (para aceros y aleaciones):

$$\sigma_{adm\ f\ I} ; \sigma_{adm\ f\ II} ; \sigma_{adm\ f\ III} = 3.8 ; 1.7 ; 1$$

- Modo I = Carga constante.
- Modo II = Carga pulsante.
- Modo III = Carga simétrica.

Con esta consideración podemos hacer una equivalencia para trabajar en un mismo régimen. Para ese caso, el momento flector está sometido a un ciclo simétrico y el momento torsor está sometido a un ciclo pulsante, por lo tanto, el factor de corrección resulta:

$$v = \frac{\sigma_{adm\ f\ III}}{\sigma_{adm\ f\ II}} = \frac{1}{1.7}$$

En esta sección se tiene presente únicamente momento flector en el plano X-Z, por lo tanto, el momento resultante posee el mismo valor que este último:

$$M_f = M_{fx}$$

$$M_f = 3776\ kg \cdot cm$$

Por lo tanto, el momento reducido resulta:

$$M_R = \sqrt{(3776\ kg \cdot cm)^2 + \left(\frac{1}{1.7} \cdot 6282.64\ kg \cdot cm\right)^2}$$

$$M_R = 5283.57\ kg \cdot cm$$

Teniendo en cuenta el momento reducido:

$$M_R = W * \sigma_{adm\ flex}$$

Si la sección del árbol es circular y macizo, el momento resistente es:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = 0,1 \cdot d^3$$

Por lo tanto, el diámetro se determina:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_R}{0,1 \cdot \sigma_{adm\ flex\ III}}}$$

El acero para los ejes es SAE 1045, ya que la empresa mecanizara varillas trefiladas de ese acero para realizar los ejes. En la página 21 del paper “Especificaciones de Aceros SAE” de la UTN Facultad Regional Santa Fe, se obtienen los datos del acero SAE 1045 LC:

$$\sigma_{rotura} = 67 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{fluencia} = 43 \text{ kg/mm}^2$$

Los valores de las tensiones admisibles a la flexión, según Dobrovolski, se consideran de la siguiente manera:

$$\sigma_{adm \text{ flex I}} = 0,33 \cdot \sigma_{rotura}$$

$$\sigma_{adm \text{ flex I}} = 0,33 \cdot 67 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{adm \text{ flex I}} = 22.11 \text{ kg/mm}^2$$

Los valores de las tensiones  $\sigma_{adm \text{ flex}}$  para los aceros al carbono y aleados, correspondientes al régimen de carga se adoptan en la siguiente proporción:

$$\sigma_{adm \text{ flex I}} : \sigma_{adm \text{ flex II}} : \sigma_{adm \text{ flex III}} = 3.8 : 1.7 : 1$$

$$\sigma_{adm \text{ flex III}} = \frac{1}{3.8} \cdot 22.11 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{adm \text{ flex III}} = 5.82 \text{ kg/mm}^2$$

Por lo tanto, el diámetro resulta:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{5283.57 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0,1 \cdot 582 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$d \geq 44.9 \text{ mm}$$

### SECCIÓN C

Se realizan nuevamente los cálculos para determinar el diámetro preliminar de la sección C del árbol, ya que es otra de las secciones críticas del mismo.

Del diagrama de momento flector y torsor, los cuales se encuentran en la Figura 4.44, se tienen los siguientes datos:

$$M_{fH} = 3154.42 \text{ kg} \cdot \text{cm} \quad M_{fV} = 2371.19 \text{ kg} \cdot \text{cm} \quad M_T = 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

El momento resultante es:

$$M_f = \sqrt{(3154.42 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2 + (2371.19 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2}$$

$$M_f = 3946.25 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

El momento reducido resulta:

$$M_R = \sqrt{(3946.25 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2 + \left(\frac{1}{1,7} \cdot 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}\right)^2}$$

$$M_R = 5406.56 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Y el diámetro preliminar del eje en esta sección es:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{5410.30 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0,1 \cdot 582 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$d \geq 44.89 \text{ mm}$$

Se propone utilizar una barra redonda de acero SAE 1045 trefilado de 45 mm de diámetro.

#### 4.3.6. Chavetas

La chaveta se dimensiona de manera que pueda transmitir el mismo par de torsión que el árbol correspondiente. El árbol de transmisión deberá contar con tres chavetas:

- Dos para las ruedas dentadas de la cadena de arrastre;
- Una para la corona de transmisión.

Para dimensionarlas, se utilizaron los criterios del autor Cosme (H. N. Cosme, 1977, Cap. VIII Chavetas). También se consideró la sección transversal de las chavetas que corresponde al diámetro del árbol del proyecto siguiendo la norma DIN 6885 (Ver Anexo A).

Para el diámetro de diseño del árbol (45 mm), la norma recomienda las siguientes dimensiones para la chaveta:

Ø del eje [mm]	Medidas de las chavetas [mm]		Eje t1 [mm]	Cubo t2 [mm]
	Base	Altura		
44 a 50	14	9	5.5	3.6

Tabla 4.4: Dimensiones de chaveta para M-TP-4

Los chaveteros de los arboles deberán tener bordes redondeados (en todos los sentidos) para evitar la formación de grietas y posteriores roturas.

Conviene elegir, para la chaveta, un acero de menor dureza que la del eje. Esto es para que, en el caso de una sobrecarga, aquella que es de menor costo, falle primeramente y opere como elemento de protección de las piezas principales. Por ello, optamos de que el acero para las chavetas sea SAE 1020.

El autor Cosme recomienda adoptar los siguientes valores de tensiones para el cálculo al corte y al aplastamiento de la chaveta. Como el acero de la chaveta será SAE 1020 laminado en caliente, los cálculos son:

$$\sigma_{adm \text{ apl}} = 2/3 \cdot \sigma_f = 2/3 \cdot 3100 \text{ kg/cm}^2 = 2066.66 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{adm \text{ corte}} = 1/2 \cdot \sigma_{adm \text{ apl}} = 1/2 \cdot 2066.6 \text{ kg/cm}^2 = 1033.33 \text{ kg/cm}^2$$

Posteriormente se calcula la longitud de la chaveta sometida a los esfuerzos de corte y de aplastamiento:

#### Longitud al corte

$$L = \frac{2 \cdot M_t}{\phi_{\text{árbol}} \cdot b \cdot \tau_{adm \text{ corte}}} = \frac{2 \cdot 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{4.5 \text{ cm} \cdot 1.4 \text{ cm} \cdot 1033.33 \text{ kg/cm}^2} = 1.93 \text{ cm} = 19.30 \text{ mm}$$

Longitud al aplastamiento

$$L = \frac{4 \cdot M_t}{\phi_{\text{árbol}} \cdot h \cdot \sigma_{\text{adm apl}}} = \frac{4 \cdot 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{4.5 \text{ cm} \cdot 0.9 \text{ cm} \cdot 2066.6 \text{ kg/cm}^2} = 3.002 \text{ cm} = 30.02 \text{ mm}$$

Se observa que la longitud calculada para el esfuerzo de aplastamiento es mayor que la calculada para el esfuerzo de corte. Por lo tanto, como mínimo, la longitud de cada chaveta deberá ser de aproximadamente 30 mm.

La longitud real de cada chaveta estará determinada por las dimensiones del elemento que vaya acoplado al árbol.

4.3.6.1. **M-TP-5:** *Chaveta corona de transmisión*

La longitud de la corona de transmisión es de 50 mm, como se puede ver, esta longitud verifica, ya que la distancia mínima es de 30.02 mm. Por lo que las dimensiones de la chaveta para la corona de transmisión serán las mencionadas anteriormente, 14mm x 9mm, con una longitud de 50mm.

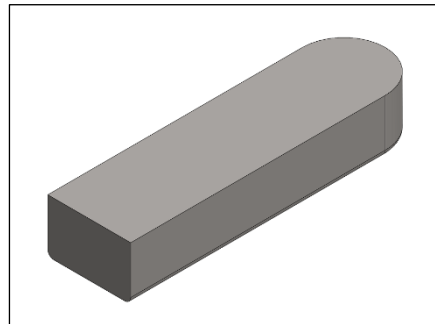


Figura 4.45: Chaveta para la corona

4.3.6.2. **M-TP-6:** *Chaveta rueda dentada de la cadena transportadora*

La longitud de la rueda dentada es de 70 mm, como se puede ver, esta longitud verifica, ya que la distancia mínima es de 30.02 mm. Por lo que las dimensiones de la chaveta para la corona de transmisión serán las mencionadas anteriormente, 14 mm x 9 mm, con una longitud de 70 mm.

Se deben fabricar dos de estas chavetas, ya que hay dos ruedas dentadas en el eje.

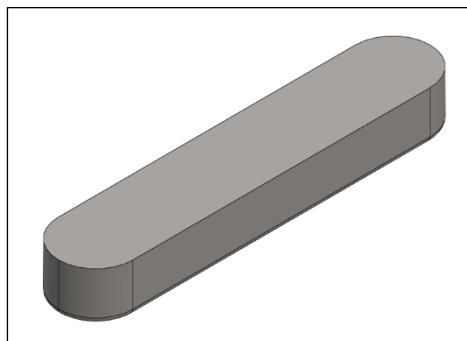


Figura 4.46: chaveta para rueda dentada.

#### 4.3.7. Verificación del árbol de transmisión a la fatiga y a la fluencia

El cambio de sección y los chaveteros son partes críticas para la concentración de tensiones en el árbol. Para evaluar, si el árbol verifica a las solicitaciones con el diámetro preliminar calculados anteriormente, acudimos a los coeficientes de seguridad normativos y los coeficientes de seguridad estáticos y dinámicos para comprobar que los mismos verifican. Dicha verificación se lo hace siguiendo el libro "Resistencia de Materiales" del autor Stiopin.

El coeficiente de seguridad normativo ( $n$ ) se representa en forma de producto. En el libro "Resistencia de materiales" del autor Stiopin, se recomienda emplear tres coeficientes parciales de seguridad, es decir:

$$n = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3$$

Los valores de los coeficientes de seguridad se establecen, generalmente, basándose en la experiencia acumulada en el diseño y mantenimiento de máquinas de un tipo determinado.

Donde:

- $n_1$ : es el coeficiente que considera el error posible al determinar las cargas y las tensiones. Cuando las tensiones se calculan con gran precisión, este coeficiente se puede señalar entre 1.2 y 1.5. En el caso de menor exactitud se puede tomar entre 2 y 3.

Para nuestro proyecto tomamos un  $n_1 = 1.5$  ya que despreciamos el peso propio del eje en la instalación y teniendo en cuenta posibles errores en la obtención de datos.

- $n_2$ : es el coeficiente que tiene en cuenta la heterogeneidad del material, su sensibilidad a los posibles defectos en el maquinado de la pieza. El valor de este coeficiente, cuando los cálculos se hacen partiendo del límite de fluencia, y las cargas son estáticas, está dado en la tabla 2.5 de la página 55, en función de la relación entre el límite de fluencia y el de resistencia del material del eje (SAE 1045 LC)

$$\sigma_f / \sigma_r = 0.641$$

Interpolando en la tabla entre las relaciones 0.55 – 0.7 para los coeficientes 1.4 – 1.8 correspondientes a los dos valores respectivamente, obtenemos un coeficiente normativo estático igual a  $n_{2e} = 1.643$ .

En los cálculos por fatiga, el coeficiente se considera entre 1.5 y 2. Este coeficiente se aumenta en el caso de materiales de poca homogeneidad (sobre todo en el caso de fundición) y en el de piezas de gran tamaño, hasta 3 y más.

Para nuestro proyecto tomamos un coeficiente normativo dinámico igual a  $n_{2d} = 1.5$  por ser de material homogéneo.

- $n_3$ : es el coeficiente de las condiciones de trabajo que tiene en cuenta el grado de responsabilidad de la pieza. Su valor se admite entre 1 y 1.5.

Para nuestro proyecto tomamos un valor de  $n_3 = 1.3$  por la zona de trabajo de la pieza, la poca presencia de operarios en el sector y la alta responsabilidad de esta.

El coeficiente normativo estático resulta:

$$n_e = n_1 \cdot n_{2e} \cdot n_3$$

$$n_e = 1.5 \cdot 1.643 \cdot 1.3$$

$$n_e = 3.204$$

El coeficiente normativo dinámico resulta:

$$n_d = n_1 \cdot n_{2d} \cdot n_3$$

$$n_d = 1.5 \cdot 1.5 \cdot 1.3$$

$$\mathbf{n_d = 2.925}$$

- Verificación a las cargas dinámicas

El autor propone la siguiente expresión para el cálculo del coeficiente de seguridad para la flexión:

$$n_{d,\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma \cdot \sigma_a}{\varepsilon \cdot \beta} + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}$$

Donde los parámetros corresponden a:

- $\sigma_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a flexión.
- $K_\sigma$ : Coeficiente efectivo de concentración de tensiones.
- $\sigma_a$ : Tensión amplitud del ciclo.
- $\varepsilon$ : Coeficiente de las dimensiones absolutas.
- $\beta$ : Coeficiente para evaluar la calidad de la superficie.
- $\psi_\sigma$ : Coeficiente de sensibilidad a la simetría del ciclo.
- $\sigma_m$ : Tensión media del ciclo.

Para el cálculo del coeficiente de seguridad para la torsión según el autor es:

$$n_{d,\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau \cdot \tau_a}{\varepsilon \cdot \beta} + \psi_\tau \cdot \tau_m}$$

Donde los parámetros corresponden a:

- $\tau_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a torsión.
- $K_\tau$ : Coeficiente efectivo de concentración de tensiones.
- $\tau_a$ : Tensión amplitud del ciclo.
- $\varepsilon$ : Coeficiente de las dimensiones absolutas.
- $\beta$ : Coeficiente para evaluar la calidad de la superficie.
- $\psi_\tau$ : Coeficiente de sensibilidad a la simetría del ciclo.
- $\tau_m$ : Tensión media del ciclo.

Cuando hay sollicitaciones dinámicas combinadas de flexión y torsión, el coeficiente de seguridad se adopta como:

$$n_{dc} = \frac{n_{d,\tau} \cdot n_{d,\sigma}}{\sqrt{(n_{d,\tau})^2 + (n_{d,\sigma})^2}}$$

- Verificación a las cargas estáticas

Coeficientes de seguridad para flexión y torsión:

$$n_{e,\sigma} = \frac{\sigma_{fl}}{\sigma_{Max}}$$

$$n_{e,\tau} = \frac{\tau_{fl}}{\tau_{Max}}$$

Los parámetros de las dos expresiones anteriores corresponden a:

- $\sigma_{fl}$ : Tensión de fluencia a la flexión.
- $\tau_{fl}$ : Tensión de fluencia a la torsión.
- $\sigma_{Max}$ : Tensión normal máxima del ciclo.
- $\tau_{Max}$ : Tensión de corte máxima del ciclo.

Cuando hay solicitaciones estáticas combinadas de flexión y torsión, el coeficiente de seguridad se adopta como:

$$n_{ec} = \frac{n_{e,\tau} \cdot n_{e,\sigma}}{\sqrt{(n_{e,\tau})^2 + (n_{e,\sigma})^2}}$$

❖ Verificación de concentración de tensiones en chaveteros

La verificación del árbol a la fatiga y a la fluencia en los chaveteros, corresponden a las chavetas del acoplamiento del árbol con la corona de transmisión y las ruedas dentadas.

El coeficiente efectivo de concentración de tensiones para chavetas  $K_\sigma$  y  $K_\tau$ , se obtienen por medio de las tablas 12.2 y 12.3 respectivamente de Stiopin. Para obtenerlo se lo obtiene a partir del  $\sigma_r$  del acero SAE 1045 LC ( $67 \text{ kg/mm}^2$ ). Interpolando, los valores obtenidos son los siguientes:

$$K_\sigma = 1.67 \qquad K_\tau = 1.57$$

El coeficiente de las dimensiones absolutas se lo obtiene con la figura 12.12 del Stiopin, entrando con el diámetro del árbol (45 mm), hasta la curva 1 de la figura que es la correspondiente para  $\sigma_r$  entre el rango de 40 – 50  $\text{kg/mm}^2$ , obtenemos el siguiente valor:

$$\varepsilon = 0.85$$

En la figura 12.13 del Stiopin, se da el gráfico del coeficiente para evaluar la calidad de la superficie ( $\beta$ ) en función del  $\sigma_r$  del acero y del tipo de maquinado de la superficie. Tomamos que el acabado del eje sea un torneado de devaste (curva 4 de la figura 12.13), obtenemos el siguiente valor del coeficiente  $\beta$ :

$$\beta = 0.83$$

El coeficiente  $\psi$ , caracteriza la sensibilidad del material a la asimetría del ciclo. Los valores  $\psi_\sigma$  y  $\psi_\tau$  están dados en la tabla 12.1 del Stiopin. Para un  $\sigma_r$  de  $67 \text{ kg/mm}^2$  obtenemos los siguientes valores de la tabla:

$$\psi_\sigma = 0.05 \qquad \psi_\tau = 0$$

Para el análisis de ciclos, tanto para los esfuerzos de la flexión y torsión se cumple que:

- $\sigma_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a flexión, tomando consideraciones del autor Miroliubov:

$$\sigma_{-1} = 0.6 \cdot \sigma_r$$

$$\sigma_{-1} = 0.6 \cdot 67 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{-1} = 40.2 \text{ kg/mm}^2$$



- $\tau_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a torsión, tomando la consideración de del autor I. Miroljubov:

$$\begin{aligned}\tau_{-1} &= 0.7 \cdot \sigma_{-1} \\ \tau_{-1} &= 0,7 \cdot 40.2 \text{ kg/mm}^2 \\ \tau_{-1} &= \mathbf{28.14 \text{ kg/mm}^2}\end{aligned}$$

Como el eje es de sección circular con un espacio para la chaveta, el módulo resistente W y el módulo resistente polar  $W_p$  son:

$$\begin{aligned}W &= \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d} \\ W &= \frac{\pi \cdot (45 \text{ mm})^3}{32} - \frac{14 \text{ mm} \cdot 5.5 \text{ mm} \cdot (45 \text{ mm} - 5.5 \text{ mm})^2}{2 \cdot 45 \text{ mm}} \\ W &= \mathbf{7611.2954 \text{ mm}^3} \\ W_p &= \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d} \\ W_p &= \frac{\pi \cdot (45 \text{ mm})^3}{16} - \frac{14 \text{ mm} \cdot 5.5 \text{ mm} \cdot (45 \text{ mm} - 5.5 \text{ mm})^2}{2 \cdot 45 \text{ mm}} \\ W_p &= \mathbf{16557.4714 \text{ mm}^3}\end{aligned}$$

#### Sección A:

Como el momento flector está sometido a un ciclo simétrico y el momento torsor está sometido a un ciclo pulsante, los esfuerzos se calculan de la siguiente manera según lo expuesto por el autor Stipin:

$$\begin{aligned}\tau_a = \tau_m &= \frac{\tau_{max}}{2} = \frac{M_t}{2 \cdot W_p} \\ \tau_a = \tau_m &= \frac{62826.43 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 16557.4714 \text{ mm}^3} \\ \tau_a = \tau_m &= \mathbf{1.897 \text{ kg/mm}^2} \\ \tau_{max} &= 2 \cdot \tau_a \\ \tau_{max} &= 2 \cdot 1.897 \text{ kg/mm}^2 \\ \tau_{max} &= \mathbf{3.794 \text{ kg/mm}^2}\end{aligned}$$

Donde se encuentran la chaveta que acopla el árbol con la corona de transmisión, no hay momento flector por lo que  $\sigma_a$ ,  $\sigma_m$  y  $\sigma_{max}$  son nulos. Por lo que no tendremos esfuerzos combinados, es decir, solamente tendremos esfuerzos cortantes en las secciones donde se encuentra esta chaveta.

#### Sección C:

En cambio, las chavetas que acoplan el árbol con las ruedas dentadas, si están bajo momento flector y momento torsor. Es decir, debemos calcular  $\sigma_a$ ,  $\sigma_m$  y  $\sigma_{max}$ , y como el momento flector es de ciclo simétrico, se utilizan las siguientes expresiones para calcularlo:

Esfuerzo debido al momento flector:

$$\sigma_m = 0$$

$$\sigma_a = \sigma_{max} = \frac{M_{flex}}{W}$$

$$\sigma_{max} = \frac{39462.5 \text{ kg mm}}{7611.2954 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_{max} = 5.185 \text{ kg/mm}^2$$

Esfuerzo debido al momento torsor:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{max}}{2} = \frac{M_t}{2 \cdot W_p}$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{62826.43 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 16557.4714 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_a = \tau_m = 1.897 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 2 \cdot \tau_a$$

$$\tau_{max} = 2 * 1.897 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 3.794 \text{ kg/mm}^2$$

A continuación, se calculó los coeficientes de seguridad para esfuerzos dinámicos para la torsión ( $n_{d,\tau}$ ) y para la flexión ( $n_{d,\sigma}$ ), como así también para esfuerzo estáticos para la torsión ( $n_{e,\sigma}$ ) y dinámico ( $n_{dc}$ ).

El coeficiente de seguridad para esfuerzos estáticos para torsión ( $n_{e,\tau}$ ) y para la flexión ( $n_{e,\sigma}$ ), se calcula de la siguiente forma:

$$n_{e,\tau} = \frac{\tau_f}{\tau_{Max}}$$

$$n_{e,\sigma} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{Max}}$$

Donde  $\tau_f$  se puede estimar por medio de la siguiente expresión dada por el autor Faïres:

$$\tau_f = 0,6 \cdot \sigma_f$$

$$\tau_f = 0,6 \cdot 43 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_f = 25.8 \text{ kg/mm}^2$$

Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla, utilizando las expresiones mencionadas al comienzo del presente apéndice:

		Coeficiente de Seguridad					
Chaveta	Diámetro del árbol [mm]	esfuerzos dinámicos			esfuerzos estáticos		
		$n_{d,\tau}$	$n_{d,\sigma}$	$n_{d,c}$	$n_{e,\tau}$	$n_{e,\sigma}$	$n_{e,c}$
Sección A	45	6.67	-	-	6.80	-	-
Sección C		6.67	3.28	2.94	6.80	8.29	5.26

Tabla 4.5: Resumen de los coeficientes de seguridad

**Conclusión:** el coeficiente normativo estático y dinámico (calculados anteriormente) son de 3.204 y 2.925 respectivamente.

Los coeficientes de seguridad estático y dinámico, según la sección considerada, son:

- Sección A:
  - Estático: 6.67
  - Dinámico: 6.80
- Sección C:
  - Estático: 5,26
  - Dinámico: 2.94

Por lo que se puede observar, al comparar los coeficientes de seguridad normativos y los que tenemos en nuestro árbol según las sollicitaciones, dimensiones y material del árbol, etc., **verifica** el coeficiente de seguridad dinámico y dinámico para ambas secciones.

#### 4.3.8. M-TP-7: Árbol conducido

PLANO: M-P-02

El transportador CT6-1 contiene dos árboles conducidos, uno para el estiramiento de la cadena transportadora y el otro el para la rueda dentada conducida. Para homogenizar el pedido por parte del departamento de compras, se decidió que estos árboles sean del mismo diámetro que el calculado para el árbol de transmisión de potencia (45 mm) como el de la Figura 4.47. También para tener menos materiales en stock por si es necesario realizar mantenimiento o el cambio de algún árbol.

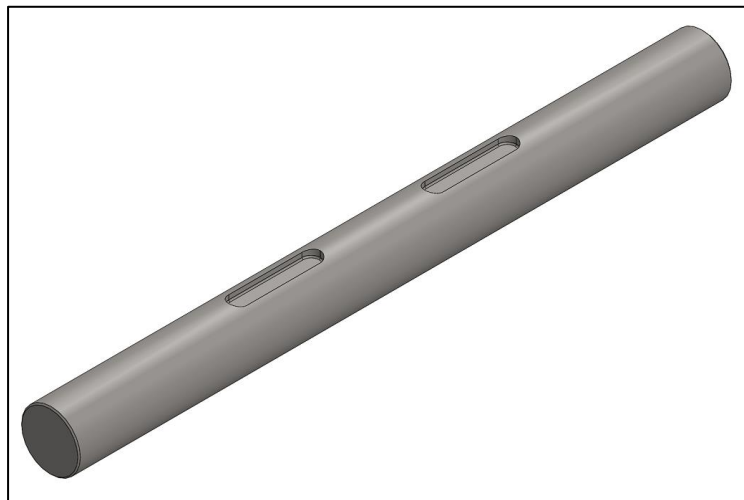


Figura 4.47: Árbol conducido cinta CT6-1.

### 4.3.9. Rodamientos y soporte de rodamiento

#### 4.3.9.1. **M-TP-8:** Rodamientos

ANEXO: E – 3.1.6

El rodamiento que se utilizará es el mismo que se seleccionó para el transportador CT6-2 en el apartado 4.2.9.2.

#### 4.3.9.2. **M-TP-9:** Soporte de rodamiento

ANEXO: E – 3.1.7

El soporte para los rodamientos es el mismo que se utiliza en el transportador CT6-2, el cual se seleccionó en el apartado 4.2.9.2.

#### 4.3.9.3. *Cálculo de la vida útil.*

Ahora procedemos al cálculo de las horas de vida útil de los rodamientos SKF YAR 209-FW/VA201 de la cinta transportadora CT6-1, con la siguiente formula:

$$L_h = \left(\frac{C}{P_r}\right)^N \cdot A \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

Donde:

- $L_h$ : duración en horas.
- $C$ : capacidad de carga dinámica (se obtiene por catálogo).
- $P_r$ : carga equivalente.
- $N$ : es igual a 3 para rodamientos radiales y axiales a bolas, e igual a 10/3 para rodamiento radiales y axiales a rodillos.
- $A$ : es igual a 1 para rodamientos de acero standard, e igual a 1.5 para rodamientos de acero desgasificado.
- $n$ : son las revoluciones por minuto.

Para nuestro caso tenemos que:

- $N = 3$
- $A = 1$
- $n = 67.03 \text{ RPM}$
- $C = 33.2 \text{ kN}$
- $P_r$  es la relación de vinculo de rodamientos, siendo en la sección B (más crítica):

$$P_r = \sqrt{R_{BV}^2 + R_{BH}^2}$$

$$P_r = \sqrt{(398.96 \text{ kg})^2 + (217.55 \text{ kg})^2}$$

$$P = 454.42 \text{ kg}$$

La duración en horas resulta:

$$L_h = \left(\frac{33200 \text{ N}}{454.42 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2}\right)^3 \cdot 1 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 67.03 \text{ RPM}}$$

$$L_h = 102710.4 h$$

Conclusión: el rodamiento seleccionado tendrá una vida útil de aproximadamente 12 años.

#### 4.3.10. M-ES-2: Estructura de CT6-1

PLANO: M-E-01

La estructura del transportador CT6-1 estará construido por los siguientes elementos:



Figura 4.48: Estructura del transportador CT6-1.

##### 4.3.10.1. Chapa de apoyo de pieza a transportar – Mesa

La mesa, es la parte de la estructura, donde se apoyan y deslizan los cortes calientes a transportar. Se fabrican de chapa negra lisa de 3/16 de pulgadas de espesor. La mesa estará formada por 3 cortes de chapa negra lisa, de 100 mm de ancho y con una separación de 50 mm entre ellas. Los cortes laterales de la chapa irán apoyados sobre perfil L 1 1/4 x 3/16 pulgadas, y la chapa central sobre un perfil UPN 50. A su vez este, el perfil UPN 50, ira apoyado y soldado a lo largo sobre 10 largueros de 400 mm de longitud, que irán soldados sobres los reticulados de la estructura. Estos largueros son de perfil UPN 50

Las guías laterales, también la seleccionamos de 1/4 pulgadas de espesor e irán soldadas sobre perfiles L 1 1/4 x 3/16 pulgadas.

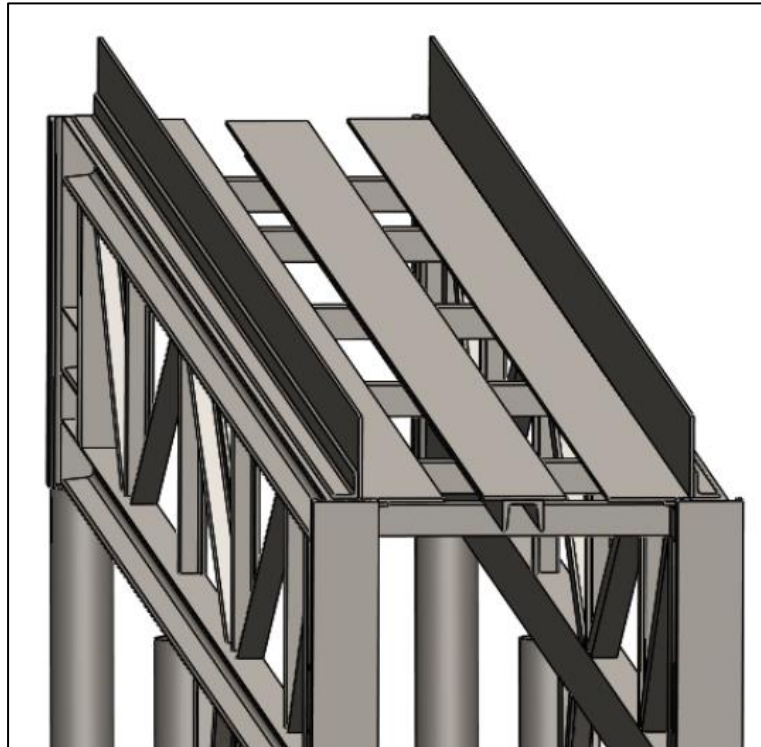


Figura 4.49: Chapa de apoyo para la mesa

#### 4.3.10.2. Reticulado

Para el reticulado, las barras verticales y diagonales serán de perfil L 1 1/4 x 3/16 pulgadas, excepto las verticales de los extremos que serán de perfil UPN 80. El cordón superior e inferior del mismo será de perfil UPN 80.

#### 4.3.10.3. Patas

Las patas de la estructura serán de tubo redondo de 3 pulgadas de diámetro.

#### 4.3.10.4. Apoyo motorreductor

El motorreductor ira montado sobre una mesa de chapa negra lisa de 3/16 pulgadas. La mesa irá soldada sobre perfiles UPN 50, como se puede observar en la Figura 4.34.

#### 4.3.10.5. Soporte caja de rodamientos:

Las cajas de rodamientos irán montadas sobre perfiles UPN 50. Para las cajas de rodamientos centrales del transportador, se le colocara un refuerzo con perfil L 1 1/4 x 3/16.

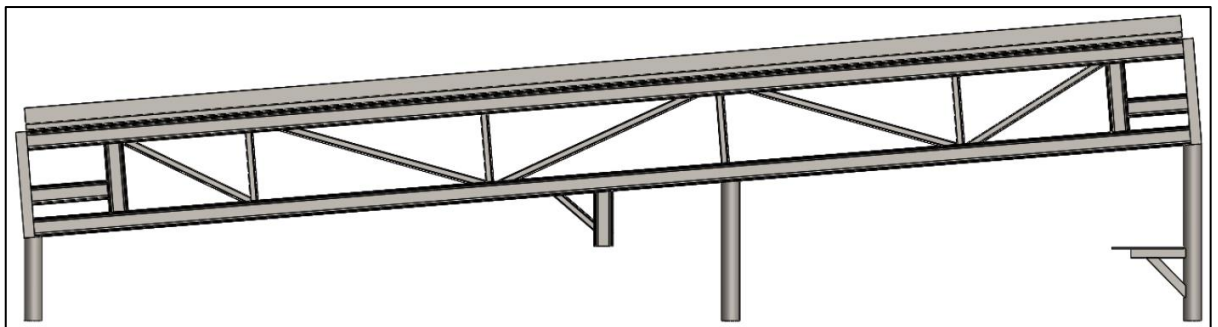
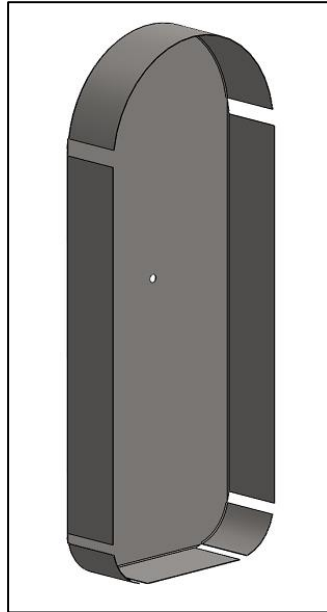


Figura 4.50: Vista lateral de cinta CT6-1.

#### 4.3.11. M-P-1: Cubre cadena

*PLANO: M-P-08*

El cubrecadena de la Figura 4.51 se realiza de chapa negra con un espesor de 2 mm. Este tiene la finalidad de impedir el contacto directo de las personas o algún objeto extraño. Con esto se logra la seguridad del personal y de la misma cadena. Este va agarrado a la estructura mediante dos tornillos M-12, con su respectiva tuerca.



*Figura 4.51: Cubre cadena de la cinta transportadora CT6-1*

#### 4.4. CT6-3: Cinta transportadora

PLANO: G-03

Esta cinta es la encargada de transportar la pieza ya forjada, desde el martillo MF6-2 hacia la prensa rebabadora PR6, como se ve en la Figura 4.52.

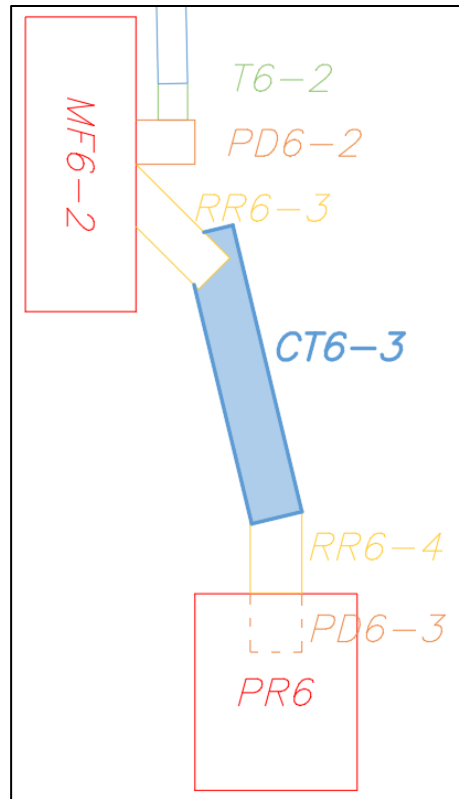


Figura 4.52: disposición de la cinta CT6-3.

En la Figura 4.53 se puede ver la cinta CT6-3.

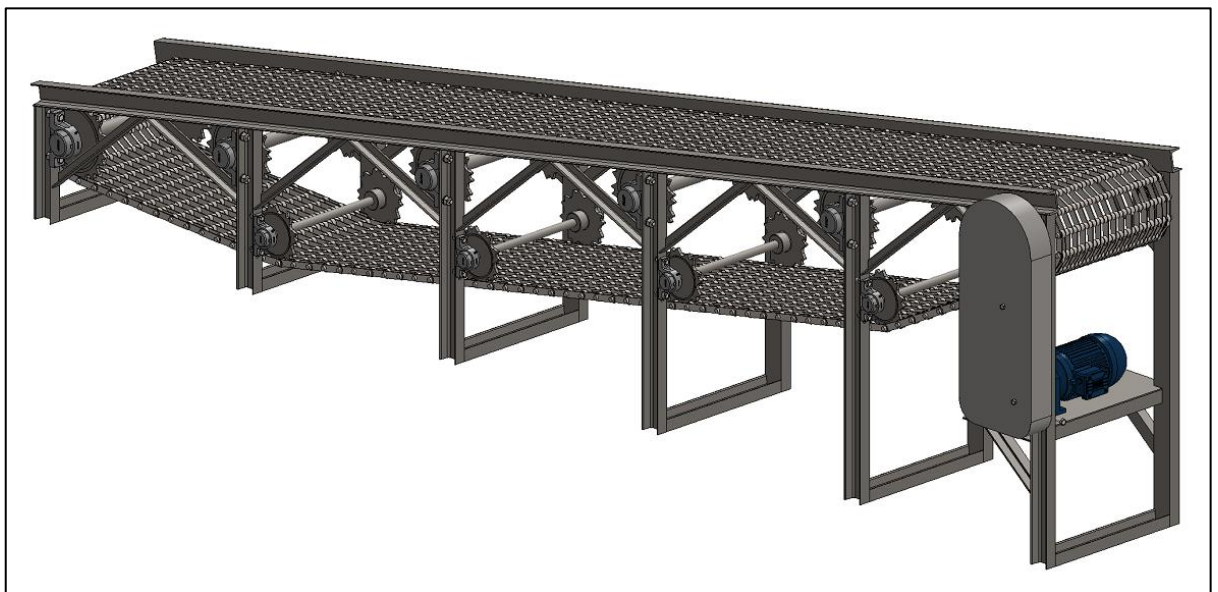


Figura 4.53: Cinta CT6-3.



#### 4.4.1. Sistema de transporte.

##### 4.4.1.1. **M-SA-4:** Cinta de cadenas múltiples

Por pedido de la empresa, para el diseño de esta cinta se usará una cinta de cadenas múltiples de acero inoxidable AISI 316L, con un paso de 3 pulgadas y un peso de 40 kg/m, como se puede ver en la Figura 4.54. Los motivos por los cuales se utilizará este tipo de cinta son:

- Sus prestaciones son las adecuadas para el transporte de una pieza forjada, es decir, no transporta un corte o una torta como sí lo hacen CT6-1 y CT6-2, respectivamente.
- La empresa dispone de esta cinta, por lo que no tiene que invertir en una nueva, como así también los ejes (50 mm Ø) y ruedas dentadas para el movimiento de esta. Esta cinta la utilizaban para el transporte de piezas en un proceso de tratamiento térmico.

Esta cinta no lleva piezas de arrastre como las anteriores, las piezas forjadas apoyan directamente sobre esta y se desplazan sobre la misma a medida que esta lo hace.



Figura 4.54: Cinta de cadenas múltiples

##### 4.4.1.2. **M-SA-5:** Ruedas dentadas motrices

Como ya se mencionó, la empresa ya cuenta con estas ruedas dentadas, las mismas se muestran en la Tabla 4.6 . Las medidas se especifican en la siguiente tabla:

RUEDAS MOTRICES						
$\phi_{exterior}$	Paso	N° de dientes	Long. Total	$\phi_{cubo}$	$\phi_{eje}$	Chaveta
310 mm	76.2 mm (3")	12	60 mm	95 mm	50 mm	14x9

Tabla 4.6: Medidas Ruedas Motrices CT6-3.

Preparó: Correa, Gerardo – Lonardi, Tomás – Marchesini, Federico	Revisó: ACDC (16-4-19)	Aprobó:	Página 104 de 223
---	------------------------	---------	----------------------

#### 4.4.1.3. M-SA-6: Ruedas dentadas conducidas

Al igual que las ruedas motrices, la empresa ya cuenta con las ruedas conducidas, las mismas se muestran en la Figura 4.55. Las medidas se especifican en la siguiente tabla:

RUEDAS CONDUCIDAS						
$\phi_{exterior}$	Paso	N° de dientes	Long. Total	$\phi_{cubo}$	$\phi_{eje}$	Chaveta
215 mm	76.2 mm (3")	8	52 mm	70 mm	33 mm	10x8

Tabla 4.7: Medidas Ruedas Conducidas CT6-3.



Figura 4.55: Foto de Ruedas Motrices y Conducidas, transportador CT6-3.

#### 4.4.2. Fuerza de tracción de la cinta.

Para el cálculo de la fuerza de tracción, se realizaron las mismas operaciones que se hicieron para los demás transportadores.

La fuerza de tracción de la cadena en el momento de arranque del transportador es:

$$Cp_c [N] = 9.81 \cdot W_p \cdot (\cos(\alpha) \cdot \mu_k + \text{sen}(\alpha)) + P_B$$

$$P_{Bc} [N] = 9.81 \cdot W_{c_c} \cdot L \cdot \text{sen}(\alpha) * K_{rd}$$

En donde:

- $W_c$ : peso de la cadena en kg/m.
- L: longitud de la cinta transportadora de cadenas múltiples.
- $\alpha$ : ángulo de inclinación del transportador.
- $\mu_k$ : coeficiente de rozamiento. En este caso es nulo, ya que la pieza no se arrastra sobre el transportador.
- $Cp_c$ : fuerza de tracción de la cadena en el momento que arrastre a la pieza forjada.
- $P_{Bc}$ : fuerza de tracción en el momento de arranque (sin carga para transportar).

La cadena ira suspendida sobre ruedas dentadas, por lo que habrá rozamiento entre la cadena y la rueda dentada. Este coeficiente  $K_{rd}$ , según los apuntes de Transportadores de Cadena de UTN FRP es:

- $K_{rd} = 1,15$  cadenas lubricadas (10% rueda motora y 5% reenvío).

- $K_{rd} = 1,20$  cadena sin lubricar.

Tomamos el caso más desfavorable, ya que no podemos asegurar que en el momento de que el transportador esté instalado, los operarios le hagan una correcta lubricación. El ángulo de inclinación de la CT6-3 es de  $10.20^\circ$ , siendo la fuerza de tracción:

$$P_{Bc} [N] = 9.81 \cdot W_c \cdot L \cdot \text{sen}(\alpha) * K_{rd}$$

Reemplazando:

$$P_{Bc} [N] = 9.81 \cdot 40 \frac{kg}{m} \cdot 5 m \cdot \text{sen}(10.20^\circ) \cdot 1.20$$

$$P_{Bc} = 416.93 N$$

La fuerza de tracción de la cadena es:

$$Cp_c [N] = 9.81 \cdot W_p \cdot (\cos(\alpha) \cdot \mu_k + \text{sen}(\alpha)) + P_B$$

Reemplazando:

$$Cp_c [N] = 9.81 \cdot 350 kg \cdot (\cos(10.20^\circ) \cdot 0 + \text{sen}(10.20^\circ)) + 416.93 N$$

$$Cp_c = 1024.95 N$$

La cinta transportadora trabajará con una fuerza de tracción de 2951.11 N.

#### 4.4.3. Sistema de transmisión de potencia

La transmisión desde el motorreductor al eje de la cadena se hará mediante una cadena de transmisión acoplada a dos ruedas dentadas.

##### 4.4.3.1. E-P-1: Motorreductor

##### ANEXO E-3.2.1

El motorreductor será el mismo al seleccionado para CT6-2 y CT6-1. Siendo este, el motorreductor WEG CG052 – 11P – 100L – 04F – TH – TF. La potencia del motorreductor es 3 kW, una velocidad de entrada de 1435 RPM y de salida de 128 RPM; con esto, la relación de transmisión es:

$$i = \frac{1440}{138}$$

$$i = 10.43$$

4.4.3.2. **M-TP-1: Cadena de transmisión**

ANEXO: E-3.1.4

La cadena de transmisión será la misma que para los transportadores CT6-2 y CT6-1. Esta es la JyM 16A-1, la cual está diseñada bajo las normas DIN 8188.

**Los cálculos para verificar la cadena de transmisión de potencia no se volverán a realizar, ya que este fue realizado para la situación más crítica, la cual se da para el transportador CT6-2.**

4.4.3.3. **M-TP-2: Piñón**

ANEXO: E-3.1.5

El piñón seleccionado es el mismo que para los transportadores CT6-1 y CT6-2. Siendo una rueda dentada simple de 17 dientes.

4.4.3.4. **M-TP-3: Corona**

ANEXO: E-3.1.5

La corona seleccionada es la misma para los casos de los transportadores CT6-1 y CT6-2. Siendo una rueda dentada simple de 35 dientes.

4.4.3.5. **Velocidad de la cinta de cadenas múltiples.**

La velocidad angular con la que gira la corona es:

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2$$

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \cdot n_1$$

$$n_2 = \frac{17}{35} \cdot 138 \text{ RPM}$$

$$n_2 = 67.03 \text{ RPM}$$

Con la velocidad y el diámetro primitivo de la rueda dentada, se calcula la velocidad de la cinta (velocidad tangencial de la rueda dentada):

$$V = \omega \cdot r_p$$

El radio primitivo de las ruedas dentadas se puede aproximar de la siguiente manera:

$$r_p = \frac{\text{paso} \cdot n^\circ \text{ dientes}}{2\pi} = \frac{76.2 \text{ mm} \cdot 12}{2\pi}$$

$$r_p = 145.53 \text{ mm}$$

$$V = 67.03 \text{ RPM} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ vuelta}} \cdot 145.53 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}$$

$$V = 1.021 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

#### 4.4.4. Potencia en el eje del cabezal motriz

La potencia necesaria en el cabezal motriz es:

$$P [kW] = \frac{Cp_c \cdot V}{1000}$$

La velocidad de la cinta transportadora es de 1.025 m/s, de esta manera, la potencia se calcula de la siguiente manera:

$$P [kW] = \frac{Cp_c \cdot V}{1000}$$

$$P [kW] = \frac{1024.95 \text{ N} \cdot 1.025 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1000}$$

$$P = 1.05 \text{ kW} \cong 1.408 \text{ CV}$$

La potencia calculada es la requerida para mantener el transportador en movimiento, no el tamaño del motor requerido.

#### 4.4.5. M-TP-10: Árbol motriz

PLANO: M-P-04

La empresa ya cuenta con estos ejes, son de barra redonda de acero trefilado SAE 1045 de 50 mm de diámetro. De igual manera, se realizarán los cálculos para la verificación de este.

##### 4.4.5.1. Cálculo de las reacciones

Los esfuerzos presentes en el eje se van a encontrar en dos planos distintos, los cuales se denominarán plano horizontal (Plano Y-Z) y vertical (Plano X-Z), como se puede ver en la Figura 4.56.

El árbol es el encargado de transmitir el par proveniente del motor, con los datos de la potencia en el eje y las revoluciones a las que está girando, se calcula el momento torsor a cuál estará sometido el mismo.

El motorreductor seleccionado posee una potencia de salida de 3 kW (4 CV). Esta potencia, se debe afectar por el rendimiento de la cadena de transmisión, el cual es de aproximadamente 98%. Entonces la potencia de cálculo será 3.92 CV.

Si bien la potencia a transmitir en el árbol es 3,92 CV, se consideró un valor de potencia de arranque igual a 2 veces la potencia nominal. Este valor varía entre 1.5 y 2.5 veces la potencia nominal en motores eléctricos tipo jaula de ardilla de hasta 30 kW (Ing. Rafael Caputo, Nota técnica: Motores, conceptos básicos y métodos de arranque, 2015). Este coeficiente compensa el alto par producido por las bajas revoluciones en el arranque de la máquina.

Luego, con el valor de potencia de arranque, se calcula el momento torsor de arranque:

$$M_{tA} = 71620 \cdot \frac{N}{n}$$

$$M_{tA} = 71620 \cdot \frac{3,92 \text{ CV} \cdot 1.5}{67.03 \text{ RPM}}$$

$$M_{tA} = 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

Este momento torsor corresponde al total, es decir, para conocer el que genera cada una de las ruedas dentadas es la mitad de este.

$$M_t = \frac{6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{2}$$

$$M_t = 3141,32 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

En la siguiente imagen se muestra un croquis y los diagramas de cuerpo libre del eje:

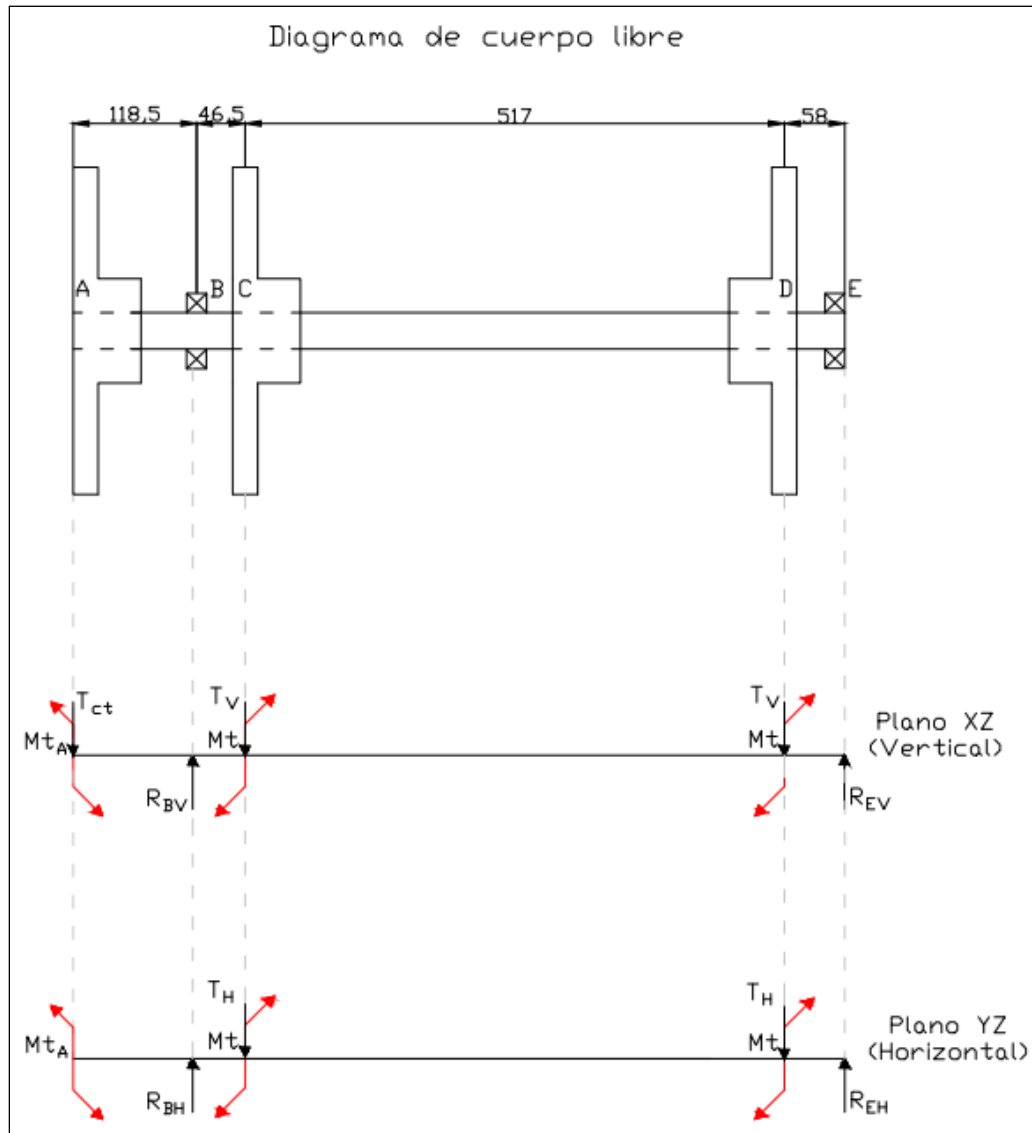


Figura 4.56: Diagrama de cuerpo libre árbol motriz M-TP-10

Donde  $T_{ct}$  es la tensión de la cadena de transmisión, anteriormente denominado  $F_g$ :

$$T_{ct} = 302.08 \text{ kg}$$

Para el cálculo de la tensión a la cual se encuentra la cadena se supondrá que la tensión de la cinta de retorno es nula. Por lo que resulta:

$$T = \frac{M_t}{\phi_p/2} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot M_t}{\phi_p}$$

$$T = \frac{2 \cdot 3141.32 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{29.106 \text{ cm}}$$

$$\mathbf{T = 215.85 \text{ kg}}$$

Como el transportador tiene un ángulo de inclinación de  $10.20^\circ$ , la tensión  $T$  de la cadena se divide en una componente  $T_V$  en el plano vertical (X-Z) y otra  $T_H$  en el plano horizontal (Y-Z):

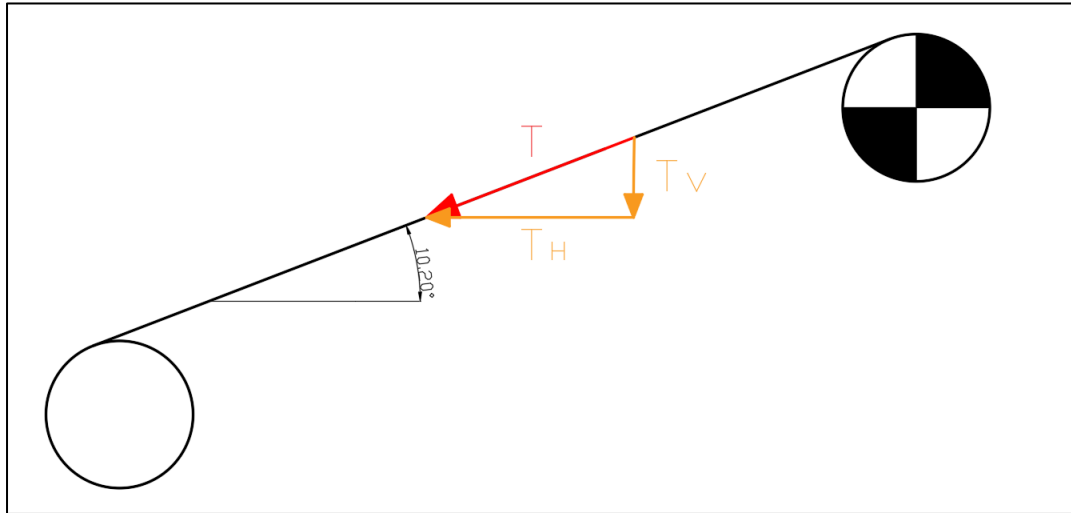


Figura 4.57: Croquis cinta transportadora CT6-1

Tales componentes se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$T_H = T \cdot \sin(\alpha)$$

$$T_V = T \cdot \cos(\alpha)$$

Donde  $\alpha$  es la inclinación del transportador, reemplazando:

$$T_H = 215.85 \text{ kg} \cdot \cos(10.20^\circ)$$

$$\mathbf{T_H = 212.44 \text{ kg}}$$

$$T_V = 215.85 \text{ kg} \cdot \sin(10.20^\circ)$$

$$\mathbf{T_V = 38.22 \text{ kg}}$$

Con estos valores se calculan las reacciones en los rodamientos:

Plano X-Z (vertical):

$$\sum M_{A(X-Z)} = 0$$

$$R_{BV} \cdot 118.5 \text{ mm} - T_V \cdot 165 \text{ mm} - T_V \cdot 682 \text{ mm} + R_{EV} \cdot 740 \text{ mm} = 0$$

$$\sum F_{V(X-Z)} = 0$$

$$R_{BV} + R_{EV} - 2 \cdot T_V - T_{ct} = 0$$

De las dos ecuaciones se obtienen las cargas presentes sobre los rodamientos en el plano X-Z:

$$R_{BV} = 398.61 \text{ kg}$$

$$R_{EV} = -20.08 \text{ kg}$$

Plano Y-Z (horizontal):

➤ Hipótesis: la tensión de retorno de la cinta es nula.

$$\sum M_{A(Y-Z)} = 0$$

$$R_{BH} \cdot 118.5 \text{ mm} - T_H \cdot 165 \text{ mm} - T_H \cdot 682 \text{ mm} + R_{EH} \cdot 740 \text{ mm} = 0$$

$$\sum F_{H(Y-Z)} = 0$$

$$R_{BH} + R_{EH} - 2 \cdot T_H = 0$$

Las cargas actuantes sobre los rodamientos en el plano Y-Z son:

$$R_{BH} = 216.37 \text{ kg}$$

$$R_{EH} = 208.51 \text{ kg}$$

En la Figura 4.58 se encuentran los diagramas de cuerpo libre, esfuerzos cortantes, momento flector y torsor resultante de los cálculos realizados anteriormente:



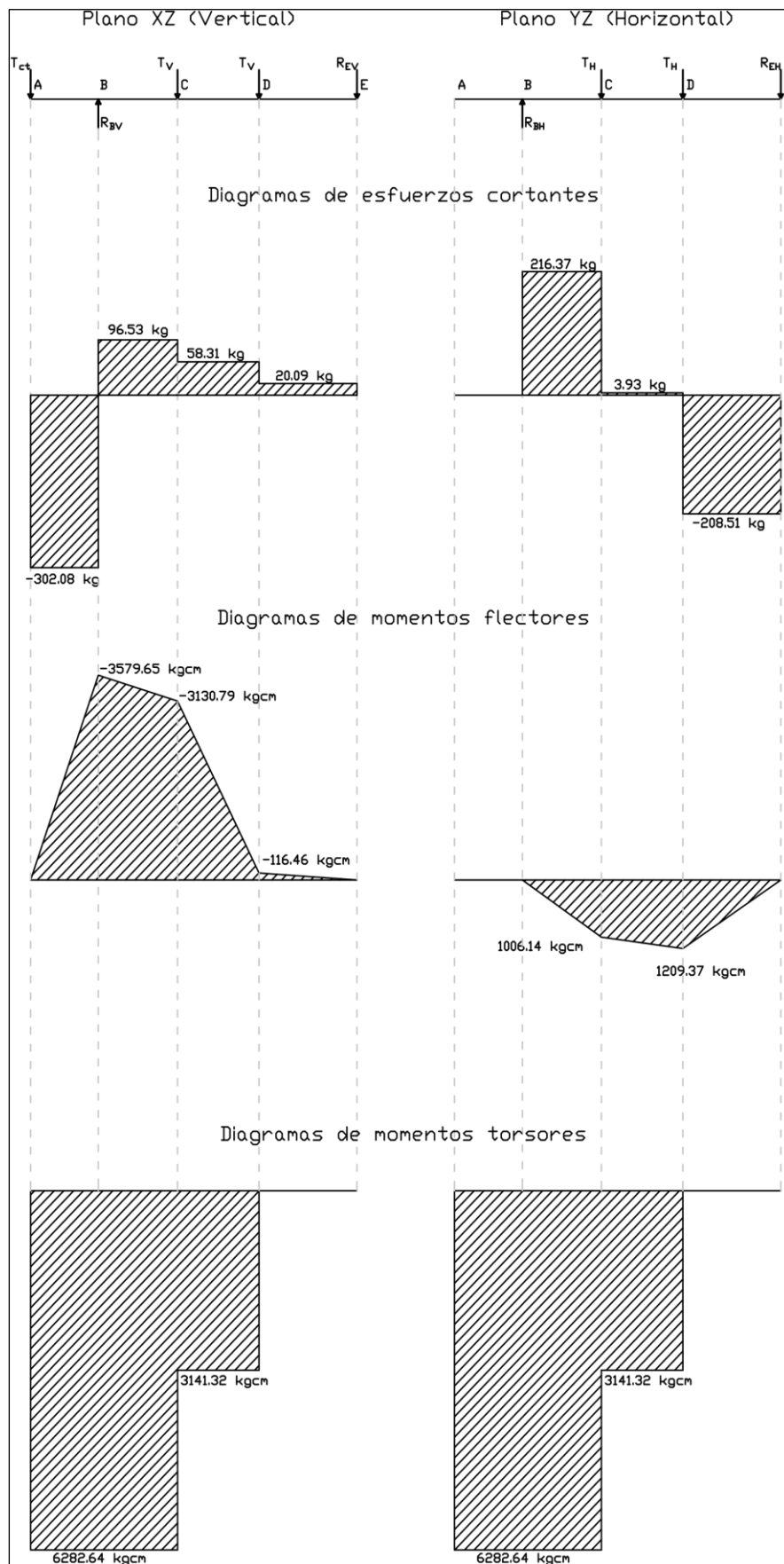


Figura 4.58: Diagramas de esfuerzos de árbol motriz CT6-3

#### 4.4.5.2. Cálculo del diámetro preliminar del árbol

Para el cálculo, se seleccionarán las dos secciones críticas del árbol (una por cada plano) y se tomará como diámetro mínimo el mayor valor calculado.

#### SECCIÓN B

Se selecciona esta sección ya que, en el plano vertical, es la que posee el mayor valor de momento flector y de momento torsor. Como coexisten momento flector y torsor se recurre a la ecuación de los pares reducidos para obtener el momento reducido:

$$M_R = \sqrt{M_f^2 + v M_t^2}$$

Siendo  $v$  el coeficiente de corrección, cuyo valor se determina mediante el modo de las cargas aplicadas, las cuales se consideran de la siguiente manera (para aceros y aleaciones):

$$\sigma_{adm\ f\ I} ; \sigma_{adm\ f\ II} ; \sigma_{adm\ f\ III} = 3.8 ; 1.7 ; 1$$

- Modo I = Carga constante.
- Modo II = Carga pulsante.
- Modo III = Carga simétrica.

Con esta consideración podemos hacer una equivalencia para trabajar en un mismo régimen. Para ese caso, el momento flector está sometido a un ciclo simétrico y el momento torsor está sometido a un ciclo pulsante, por lo tanto, el factor de corrección resulta:

$$v = \frac{\sigma_{adm\ f\ III}}{\sigma_{adm\ f\ II}} = \frac{1}{1.7}$$

En esta sección se tiene presente únicamente momento flector en el plano X-Z, por lo tanto, el momento resultante posee el mismo valor que este último:

$$M_f = M_{fx}$$

$$M_f = 3579.65\ kg \cdot cm$$

Por lo tanto, el momento reducido resulta:

$$M_R = \sqrt{(3579.65\ kg \cdot cm)^2 + \left(\frac{1}{1.7} \cdot 6282.64\ kg \cdot cm\right)^2}$$

$$M_R = 5145.08\ kg \cdot cm$$

Teniendo en cuenta el momento reducido:

$$M_R = W * \sigma_{adm\ flex}$$

Si la sección del árbol es circular y macizo, el momento resistente es:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = 0,1 \cdot d^3$$

Por lo tanto, el diámetro se determina como:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_R}{0,1 \cdot \sigma_{adm\ flex\ III}}}$$

El acero para los ejes es SAE 1045, ya que la empresa mecanizara varillas trefiladas de ese acero para realizar los ejes. En la página 21 del paper “Especificaciones de Aceros SAE” de la UTN Facultad Regional Santa Fe, se obtienen los datos del acero SAE 1045 LC:

$$\begin{aligned}\sigma_{rotura} &= 67 \text{ kg/mm}^2 \\ \sigma_{fluencia} &= 43 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Los valores de las tensiones admisibles a la flexión, según Dobrovolski, se consideran de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\sigma_{adm \ flex I} &= 0,33 \cdot \sigma_{rotura} \\ \sigma_{adm \ flex I} &= 0.33 \cdot 67 \text{ kg/mm}^2 \\ \sigma_{adm \ flex I} &= 22.11 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Los valores de las tensiones  $\sigma_{adm \ flex}$  para los aceros al carbono y aleados, correspondientes al régimen de carga se adoptan en la siguiente proporción:

$$\begin{aligned}\sigma_{adm \ flex I} : \sigma_{adm \ flex II} : \sigma_{adm \ flex III} &= 3.8 : 1.7 : 1 \\ \sigma_{adm \ flex III} &= \frac{1}{3.8} \cdot 22.11 \text{ kg/mm}^2 \\ \sigma_{adm \ flex III} &= 5.82 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Por lo tanto, el diámetro resulta:

$$\begin{aligned}d &\geq \sqrt[3]{\frac{5145.08 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0,1 \cdot 582 \text{ kg/cm}^2}} \\ d &\geq \mathbf{44.55 \text{ mm}}\end{aligned}$$

### SECCIÓN C

Se realizan nuevamente los cálculos para determinar el diámetro preliminar de la sección C del árbol, ya que es otra de las secciones críticas del mismo

Del diagrama de momento flector y torsor, el cual se encuentra en la Figura 4.58, conocemos los siguientes datos:

$$M_{fH} = 100614 \text{ kg} \cdot \text{cm} \quad M_{fV} = 3130.79 \text{ kg} \cdot \text{cm} \quad M_T = 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

El momento resultante es:

$$\begin{aligned}M_f &= \sqrt{(100614 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2 + (3130.79 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2} \\ M_f &= 3288.49 \text{ kg} \cdot \text{cm}\end{aligned}$$

El momento reducido resulta:

$$\begin{aligned}M_R &= \sqrt{(3288.49 \text{ kg} \cdot \text{cm})^2 + \left(\frac{1}{1,7} \cdot 6282.64 \text{ kg} \cdot \text{cm}\right)^2} \\ M_R &= 4946.93 \text{ kg} \cdot \text{cm}\end{aligned}$$

El diámetro preliminar del eje en esta sección es:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{4946.93 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{0,1 \cdot 582 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$d \geq 43.97 \text{ mm}$$

Como se puede observar, el diámetro requerido es menor al que se utilizará, que es el diámetro interior de las ruedas dentadas de transmisión disponibles. Por lo tanto, para el uso requerido, los ejes que dispone la empresa verifican.

**Los ejes son de barra redonda de acero trefilado SAE 1045 de 50 mm de diámetro.**

#### 4.4.6. Chavetas

La chaveta se dimensiona de manera que pueda transmitir el mismo par de torsión que el árbol correspondiente. El árbol de transmisión deberá contar con tres chavetas:

- Dos para las ruedas dentadas para la cinta de cadenas múltiples;
- Una para la corona de transmisión.

Para dimensionarlas, se utilizaron los criterios del autor Cosme (H. N. Cosme, 1977, Cap. VIII Chavetas). También se consideró la sección transversal de las chavetas que corresponde al diámetro del árbol del proyecto siguiendo la norma DIN 6885 (Ver Anexo A).

El momento torsor a transmitir y las dimensiones transversales de la chaveta son las mismas que para el caso más desfavorable, que es el de CT6-2, por lo que los cálculos darán exactamente igual a este último mencionado. A causa de esto, sólo comparamos la longitud total de la rueda dentada de transmisión (60 mm) con la longitud requerida de la chaveta (30.02 mm) y veremos que esta última es ampliamente inferior. Por lo tanto, las dimensiones de la chaveta de las ruedas dentadas verifican.

**Se puede concluir que las chavetas se diseñarán con las mismas dimensiones y materiales que para el caso de CT6-2, exceptuando la longitud que es en función del cubo.**

**La chaveta para la corona de transmisión de potencia es la misma que la diseñada para CT6-2, cuyo cálculo se encuentra en el apartado 4.2.6.1.**

##### 4.4.6.1. M-TP-11: Chaveta de las ruedas motrices

Para este caso, la chaveta tendrá una longitud de 60 mm.

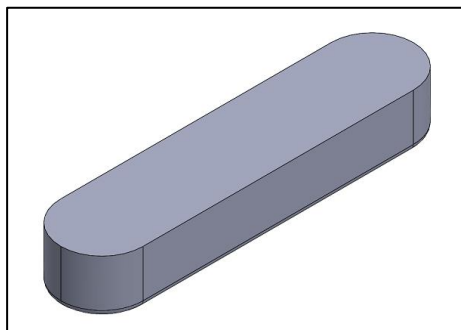


Figura 4.59: Chaveta rueda motriz

4.4.6.2. M-TP-12: Chaveta de las ruedas conducidas

Para este caso la chaveta tendrá una longitud de 50 mm.

4.4.7. Verificación del árbol a la fatiga y a la fluencia.

Para la verificación del árbol a la fatiga y a la fluencia, se realiza de igual manera que se realizó para el apartado 4.2.7. Por lo tanto, se realizará una tabla resumen de cada valor.

Los coeficientes de seguridad normativos son:

Coeficientes de seguridad normativos					
$n_1$	$n_{2e}$	$n_{2d}$	$n_3$	$n_e$	$n_d$
1.5	1.643	1.5	1.3	3.204	2.925

Tabla 4.8: tabla resumen coeficientes de seguridad.

Las ecuaciones a utilizar para la verificación de las cargas dinámicas y estáticas son:

Verificación de las cargas dinámicas		
Coeficiente de seguridad para la flexión	Coeficiente de seguridad para la torsión	Coeficiente de seguridad combinado
$n_{d.\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma \cdot \sigma_a}{\varepsilon \cdot \beta} + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}$	$n_{d.\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau \cdot \tau_a}{\varepsilon \cdot \beta} + \psi_\tau \cdot \tau_m}$	$n_{dc} = \frac{n_{d.\tau} \cdot n_{d.\sigma}}{\sqrt{(n_{d.\tau})^2 + (n_{d.\sigma})^2}}$

Tabla 4.9: Fórmulas para la verificación de cargas dinámicas

Cuando hay sollicitaciones dinámicas combinadas de flexión y torsión, el coeficiente de seguridad se adopta como:

Verificación a las cargas estáticas		
Coeficiente de seguridad para flexión	Coeficiente de seguridad para la torsión	Coeficiente de seguridad combinado
$n_{e.\sigma} = \frac{\sigma_{fl}}{\sigma_{Max}}$	$n_{e.\tau} = \frac{\tau_{fl}}{\tau_{Max}}$	$n_{ec} = \frac{n_{e.\tau} \cdot n_{e.\sigma}}{\sqrt{(n_{e.\tau})^2 + (n_{e.\sigma})^2}}$

Tabla 4.10: Fórmulas para la verificación de cargas estáticas

❖ Verificación de concentración de tensiones en los chaveteros

La verificación del árbol a la fatiga y a la fluencia en los chaveteros, corresponden a las chavetas del acoplamiento del árbol con la corona de transmisión y las ruedas dentadas.

Coeficientes efectivos de concentración de tensiones para chavetas	$K_{\sigma} = 1.67$
	$K_{\tau} = 1.57$
Coeficiente de las dimensiones absolutas	$\varepsilon = 0.81$
Coeficiente para evaluar la calidad de la superficie	$\beta = 0.83$
Coeficiente que caracteriza la sensibilidad del material	$\psi_{\sigma} = 0.05$
	$\psi_{\tau} = 0$
Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a flexión	$\sigma_{-1} = 40.2 \text{ kg/mm}^2$
Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a torsión	$\tau_{-1} = 28.14 \text{ kg/mm}^2$

Tabla 4.11: Resumen de coeficientes para fatiga y fluencia de M-TP-10

Como el eje es de sección circular con un espacio para la chaveta, el módulo resistente  $W$  y el módulo resistente polar  $W_p$  son:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d}$$

$$W = \frac{\pi \cdot (50 \text{ mm})^3}{32} - \frac{14 \text{ mm} \cdot 5.5 \text{ mm} \cdot (50 \text{ mm} - 5.5 \text{ mm})^2}{2 \cdot 50 \text{ mm}}$$

$$W = 10747.0538 \text{ mm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d}$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot (50 \text{ mm})^3}{16} - \frac{14 \text{ mm} \cdot 5.5 \text{ mm} \cdot (50 \text{ mm} - 5.5 \text{ mm})^2}{2 \cdot 50 \text{ mm}}$$

$$W_p = 23018.4714 \text{ mm}^3$$

#### Sección A:

Como el momento flector está sometido a un ciclo simétrico y el momento torsor está sometido a un ciclo pulsante, los esfuerzos se calculan de la siguiente manera según lo expuesto por el autor Stipin:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{max}}{2} = \frac{M_t}{2 \cdot W_p}$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{62826.43 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 23018.4714 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_a = \tau_m = 1.365 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 2 \cdot \tau_a$$

$$\tau_{max} = 2 \cdot 1.365 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 2.73 \text{ kg/mm}^2$$

Donde se encuentran la chaveta que acopla el árbol con la corona de transmisión no hay momento flector, por lo que  $\sigma_a$ ,  $\sigma_m$  y  $\sigma_{max}$  son nulos. A causa de esto, no tendremos esfuerzos combinados, es decir, solamente tendremos esfuerzos cortantes en las secciones donde se encuentra esta chaveta.

Sección C:

A comparación de la chaveta que acopla el árbol con la corona de transmisión, las chavetas que acoplan el árbol con las ruedas dentadas sí están bajo momentos flector y torsor. Es decir, se debe calcular  $\sigma_a$ ,  $\sigma_m$  y  $\sigma_{max}$ , y, como el momento flector es de ciclo simétrico, se utilizan las siguientes expresiones para calcularlo:

- Esfuerzo de debido al momento flector:

$$\sigma_m = 0$$

$$\sigma_a = \sigma_{max} = \frac{M_{flex}}{W}$$

$$\sigma_{max} = \frac{32884.88 \text{ kg mm}}{10747.0538 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_{max} = 3.059 \text{ kg/mm}^2$$

- Esfuerzo debido al momento torsor:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau_{max}}{2} = \frac{M_t}{2 \cdot W_p}$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{62826.43 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 23018.4714 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_a = \tau_m = 1.365 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 2 \cdot \tau_a$$

$$\tau_{max} = 2 * 1.365 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{max} = 2.73 \text{ kg/mm}^2$$

A continuación, se calculan los coeficientes de seguridad de esfuerzos dinámicos para la torsión ( $n_{d,\tau}$ ) y para la flexión ( $n_{d,\sigma}$ ), como así también los coeficientes de seguridad de esfuerzos estáticos para la torsión ( $n_{e,\tau}$ ) y flexión ( $n_{e,\sigma}$ ).

Los coeficientes de seguridad para esfuerzos estáticos para torsión ( $n_{e,\tau}$ ) y para la flexión ( $n_{e,\sigma}$ ), se calculan de la siguiente forma:

$$n_{e,\tau} = \frac{\tau_f}{\tau_{Max}}$$

$$n_{e,\sigma} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{Max}}$$

Donde  $\tau_f$  se puede estimar por medio de la siguiente expresión dada por el autor Faïres:

$$\tau_f = 0,6 \cdot \sigma_f$$

$$\tau_f = 0,6 \cdot 43 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_f = 25.8 \text{ kg/mm}^2$$

Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla, utilizando las expresiones mencionadas al comienzo del presente apéndice:

Preparó: Correa, Gerardo – Lonardi, Tomás – Marchesini, Federico	Revisó: ACDC (16-4-19)	Aprobó:	Página 118 de 223
---	------------------------	---------	----------------------

Coeficiente de Seguridad							
Chaveta	Diámetro del árbol [mm]	Esfuerzos dinámicos			Esfuerzos estáticos		
		$n_{d.\tau}$	$n_{d.\sigma}$	$n_{d.c}$	$n_{e.\tau}$	$n_{e.\sigma}$	$n_{e.c}$
Sección A	50	8.83	-	-	9.45	-	-
Sección C		8.83	5.29	4.54	9.45	14.05	7.84

Tabla 4.12: Resumen de los coeficientes de seguridad de M-TP-10

Conclusión: los coeficientes normativos estático y dinámico son 3.204 y 2.925, respectivamente.

Los coeficientes de seguridad estático y dinámico, según la sección considerada, son:

- Sección A:
  - Estático: 9.45
  - Dinámico: 8.83
- Sección C:
  - Estático: 9.45
  - Dinámico: 4.54

Por lo que, al comparar los coeficientes de seguridad normativos y los que tenemos en nuestro árbol según las sollicitaciones, dimensiones y material del árbol, **verifica** el coeficiente de seguridad estático y dinámico para ambas secciones.

#### 4.4.8. Árboles conducidos – Tensores

La cinta cuenta con dos tipos de ejes conducidos, unos de 50 mm de diámetro y 670 mm de largo y otros de 30 mm de diámetro y 650 mm de largo. No se realizarán los cálculos para la verificación de estos, ya que no están bajo grandes sollicitaciones porque son solamente para tensionar la cinta transportadora.

##### 4.4.8.1. M-TP-13: Árbol conducido de 50 x 670 mm

PLANO: M-P-03

Como se mencionó, la empresa ya dispone de los ejes conducidos. Son cinco en total, tienen un diámetro de 50 mm, un largo de 670 mm y son de acero trefilado SAE 1045.

##### 4.4.8.2. M-TP-14: Árbol conducido de 30 x 650 mm

PLANO: M-P-01

Como se mencionó, la empresa ya dispone de los ejes conducidos. Son cuatro en total, tienen un diámetro de 30 mm, un largo de 650 mm y son de acero trefilado SAE 1045.

#### 4.4.9. Rodamientos

Como se realizó para los casos anteriores, seleccionamos los rodamientos para altas temperaturas del fabricante SKF, correspondiente a la serie YAR 2-2FW con prisioneros.

La selección se realiza para dos diámetros diferentes: 50 mm para las ruedas motrices, y 30 mm para las ruedas tensoras.



4.4.9.1. **M-TP-15:** Rodamientos para eje motriz 50 mm

ANEXO E-3.1.8.

De la página 934 del catálogo general de rodamientos SKF, se selecciona el rodamiento YAR 210-2FW/VA201 para un diámetro de 50 mm, como la Figura 4.60.

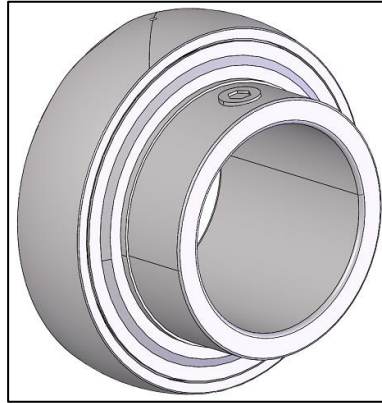


Figura 4.60: Rodamiento YAR-210-2FW/VA201

Las horas de vida útil del rodamiento se calculan con la siguiente formula:

$$L_h = \left(\frac{C}{P_r}\right)^N \cdot A \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}$$

Para este caso, tenemos que:

- $N = 3$
- $A = 1$
- $n = 67.03 \text{ RPM}$
- $C = 35.1 \text{ kN}$
- $P_r$ : relación de vinculo de rodamientos, siendo en la sección B (más crítica):

$$P_r = \sqrt{R_{BV}^2 + R_{BH}^2}$$

$$P_r = \sqrt{(398.61 \text{ kg})^2 + (216.37 \text{ kg})^2}$$

$$P_r = 453.55 \text{ kg}$$

La duración en horas resulta:

$$L_h = \left(\frac{35100 \text{ N}}{453.55 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2}\right)^3 \cdot 1 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 67.03 \text{ RPM}}$$

$$L_h = 122072.6 \text{ horas}$$

Conclusión: el rodamiento seleccionado tendrá una vida útil de aproximadamente 14 años.

4.4.9.2. **M-TP-16:** Rodamiento para eje conducido 30 mm

ANEXO: E-3.1.9.

De la página 934 se selecciona el rodamiento YAR 206-2FW/VA201, para un diámetro de 30 mm, como el de Figura 4.61.

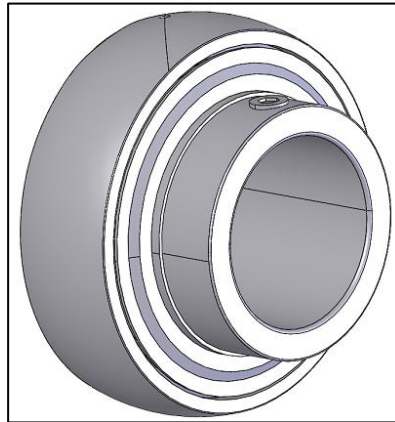


Figura 4.61: YAR 206-2FW/VA201

Estos rodamientos trabajan bajo pequeñas solicitaciones, por lo que no se calcula la vida útil de los mismos, ya que será igual o mayor que la de los rodamientos SY 50 TF/VA201.

#### 4.4.10. Soporte de rodamientos

Los soportes para rodamientos se seleccionan del catálogo general de rodamientos SKF.

##### 4.4.10.1. **M-TP-17:** Soporte para rodamiento de 50 mm

ANEXO: E-3.1.10

De la página 936 del catálogo SKF se selecciona el soporte de pie para rodamientos SY 50 TF/VA201, que está diseñado para soportar altas temperaturas y para un diámetro de 50 mm, como el de la Figura 4.62.

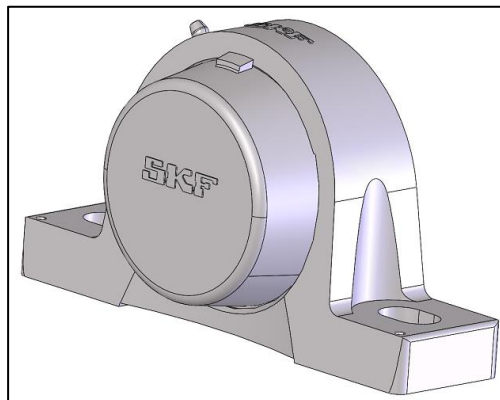


Figura 4.62: Soporte 50TF/VA201.

##### 4.4.10.2. **M-TP-18:** Soporte para rodamiento de 30 mm

ANEXO: E-3.1.11.

De la página 938 del catálogo SKF se selecciona el soporte de pie para rodamientos FY 30 TF/VA201, que está diseñado para soportar altas temperaturas y para un diámetro de 30 mm, como el de la Figura 4.63.

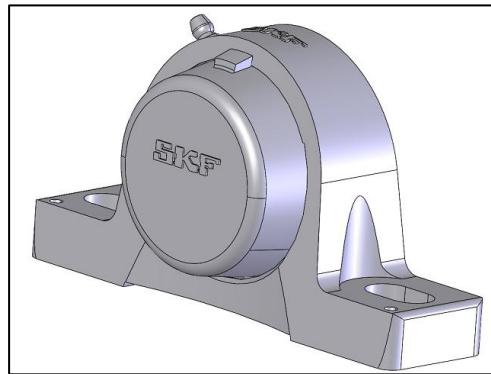


Figura 4.63: Soporte 30 TF/VA201.

#### 4.4.11. M-ES-3: Estructura CT6-3

PLANO: M-E-03

La estructura del transportador CT6-3 se esquematiza en la Figura 4.64:

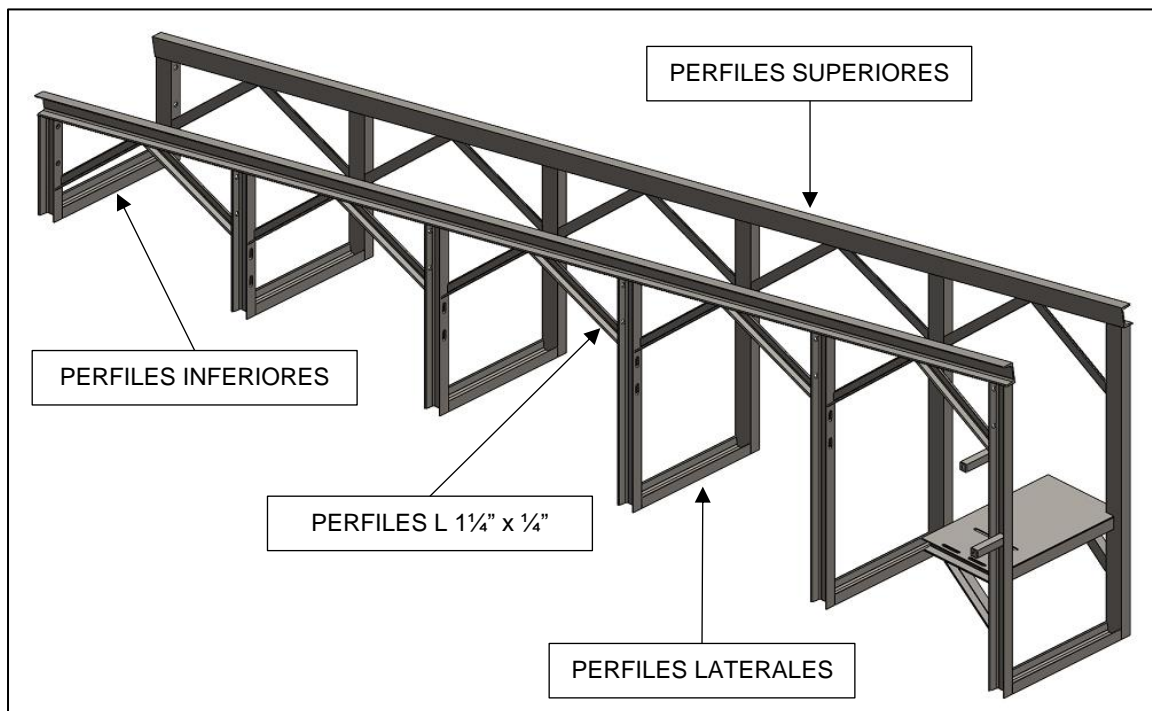


Figura 4.64: Estructura de CT6-3

Los perfiles superiores, laterales e inferiores son UPN 80. En los laterales están agarradas las cajas de los rodamientos. La estructura también cuenta con perfiles L 1 1/4" x 1/4", los cuales tienen la función de hacer de reticulado para dar mayor rigidez a esta.

Hay dos perfiles L que sobresalen de un perfil lateral, como se puede ver en Figura 4.65. Estos tienen soldada una chapa perforada, donde cruzan los tornillos y tuercas que sostienen el cubrecadena. El motor apoya sobre una chapa negra de 3/16", la cual está soportada por dos perfiles UPN 50.

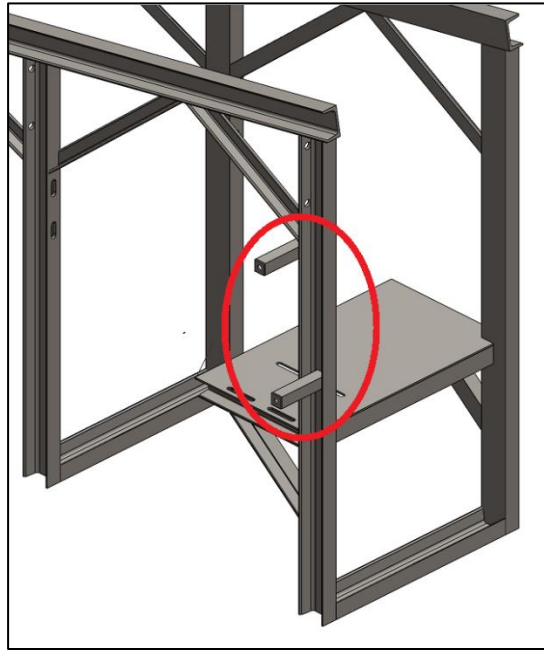


Figura 4.65: Perfiles L que sostienen el cubrecadena.

#### 4.4.12. M-P-3: Cubrecadena

PLANO: M-P-10

El cubrecadena de la Figura 1.2.16. se realiza de chapa negra con un espesor de 2 mm. Tiene la finalidad de impedir el contacto directo de las personas o algún objeto extraño. Con esto se logra la seguridad del personal y de la misma cadena. Va agarrado a la estructura mediante dos tornillos M-12, con su respectiva tuerca.

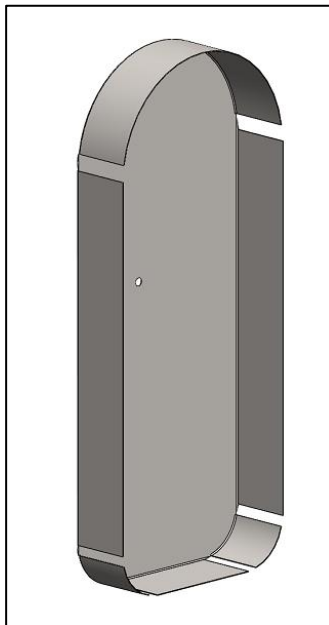


Figura 4.66: Cubre cadena de la cinta transportadora CT6-3

## 4.5. RR6-1: Rampa de rodillos

PLANO: G-07

La rampa de rodillos RR6-1 transporta los cortes calientes que salen de la cinta transportadora CT6-1 hacia la plancha de deslizamiento PD6-1. Está ubicada en el ingreso al martillo de pre-forjado MF6-1.

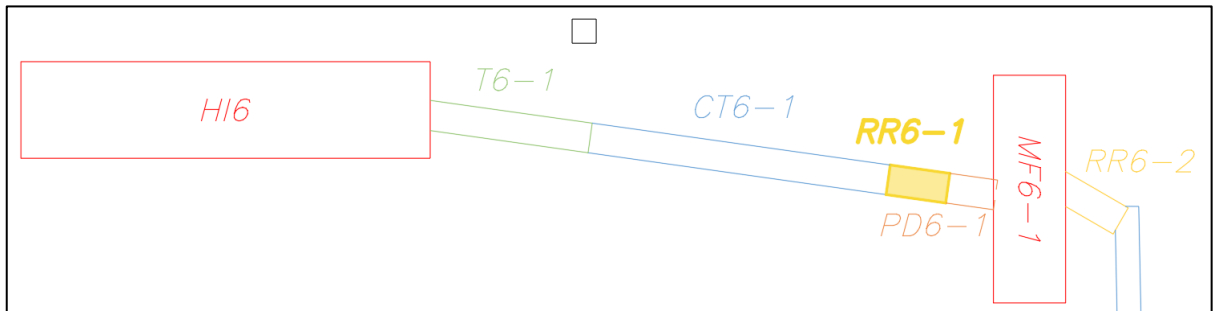


Figura 4.67: Ubicación de RR6-1 en la línea.

La fabricación de la estructura de la rampa se hará con los mismos perfiles que se seleccionaron para las cintas transportadoras. Los rodillos se fabricarán con ejes fijos que pasan por el perfil de la estructura. Sobre estos, se colocan caños huecos, sobre los cuales se deslizan los cortes calientes. Estos caños se seleccionan con un diámetro interior de 1 a 3 mm superior al del eje, para permitir el giro sobre este.

En la Figura 4.68 se puede ver el diseño final de la rampa.

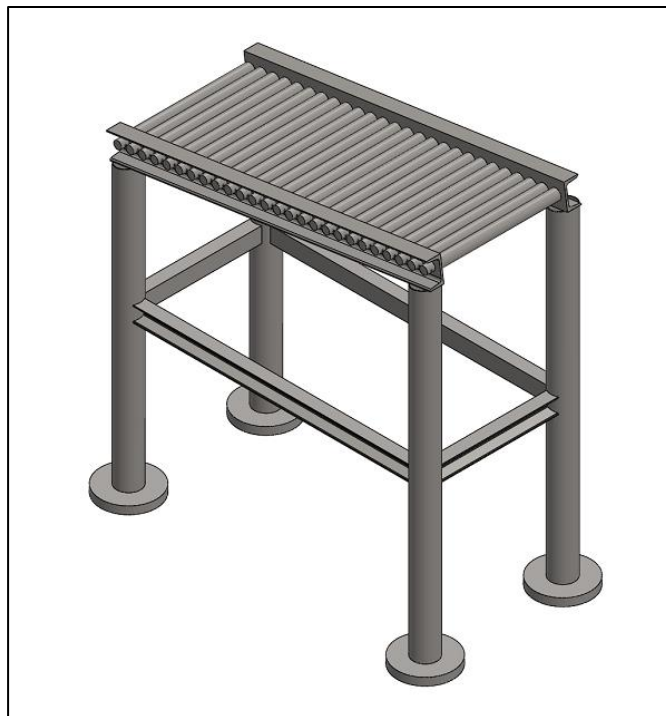


Figura 4.68: Rampa de rodillos RR-1

#### 4.5.1. M-SA-7: Ejes fijos

ANEXO E-3.1.12

PLANO: M-P-05

Al igual que en las cintas transportadoras, las piezas que se transportan son de hasta 350 kg, por lo tanto, los ejes y la estructura tienen que poder soportar las solicitaciones generadas por esta. Se realiza el cálculo para las solicitaciones:

El peso de cada corte es:

$$W_p = 350 \text{ kg}$$

Cada corte tiene un diámetro máximo de:

$$D_p = 600 \text{ mm}$$

El diagrama de cuerpo libre es el siguiente:

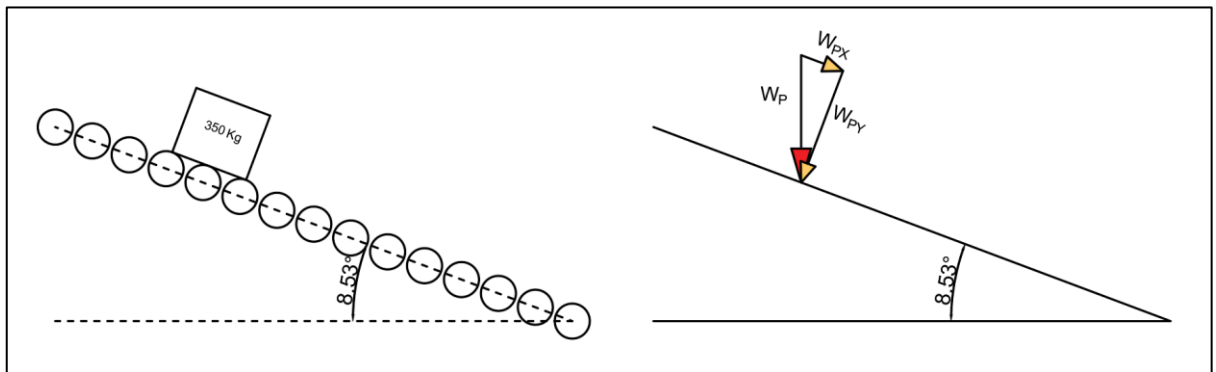


Figura 4.69: Diagrama de cuerpo libre de los ejes de RR6-1.

Las componentes del peso respecto al ángulo de inclinación de la rampa de rodillos son:

$$W_{p\ x} = W_p \cdot \sin(\alpha)$$

$$W_{p\ y} = W_p \cdot \cos(\alpha)$$

Donde  $\alpha$  es el ángulo de inclinación de la rampa, que tiene un valor de:

$$\alpha = 8.53^\circ$$

Reemplazando:

$$W_{p\ x} = 350 \text{ kg} \cdot \sin(8.53^\circ)$$

$$W_{p\ x} = 51.91 \text{ kg}$$

$$W_{p\ y} = 350 \text{ kg} \cdot \cos(8.53^\circ)$$

$$W_{p\ y} = 346.13 \text{ kg}$$

Donde  $W_{p\ y}$  es la fuerza que origina un momento flector sobre los ejes fijos.

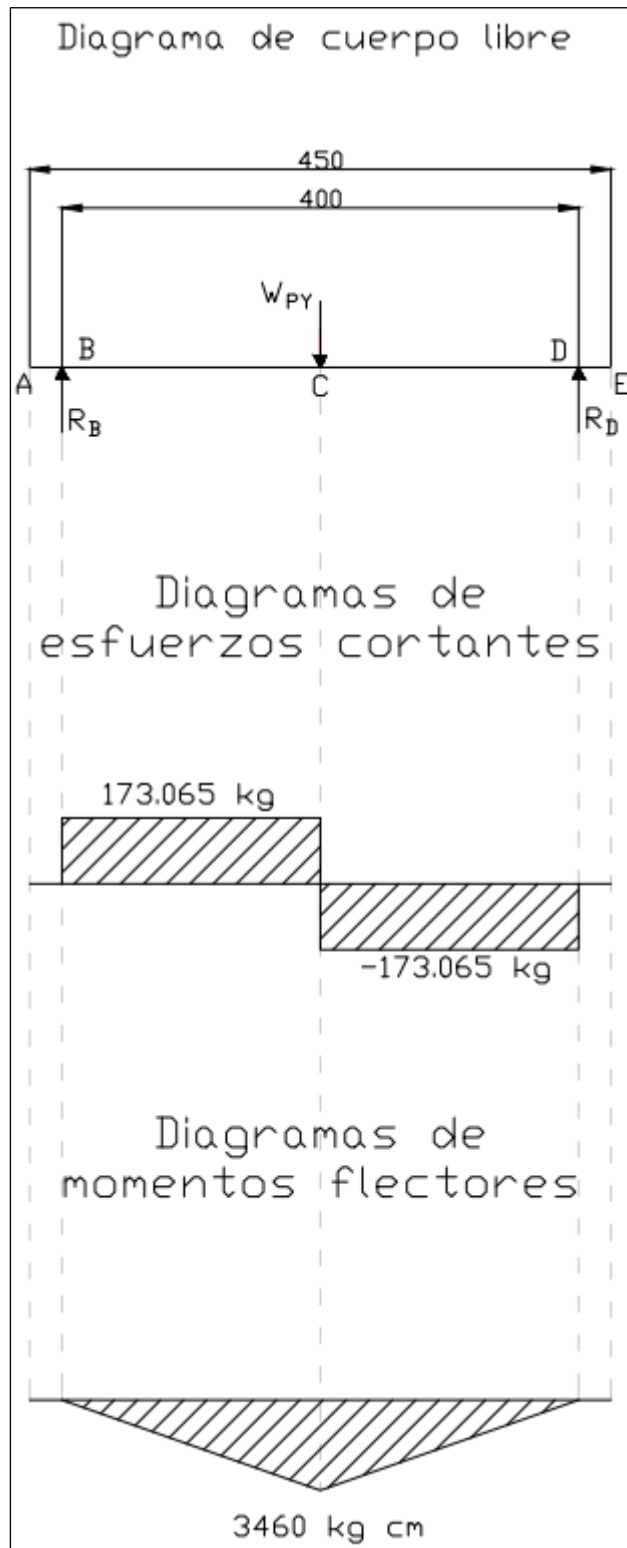


Figura 4.70: Diagrama de cuerpo libre, esfuerzos cortantes y momentos de ejes fijos RR6-1

Entre los ejes fijos hay una separación de 6 mm para que pueda caer la cascarilla de los cortes calientes. La longitud de estos ejes es la misma que la de la estructura (400 mm).

Los ejes fijos serán de acero trefilado SAE 1045, al igual que los arboles de las cintas transportadoras.

Los ejes estarán sometidos a los esfuerzos de flexión para un estado de carga pulsante, ya que la carga no permanece fija en el tiempo, sino en pequeños lapsos. Según el libro Elementos de Maquinas (ver Anexo E, 1.2), la tensión admisible para aceros bajo cargas pulsantes es:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{rot}}{3 \cdot 1.7}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{67 \text{ kg/mm}^2}{3 \cdot 1.7}$$

$$\sigma_{adm} = 13.14 \text{ kg/mm}^2$$

El módulo resistente total  $W_{Total}$  que debe soportar los ejes fijos es:

$$W_{Total} = \frac{M_{f \text{ max}}}{\sigma_{adm}}$$

El módulo resistente total  $W_{Total}$  es soportado por más de un eje fijo, por lo tanto se calcula el módulo resistente real  $W_{Real}$  de cada uno. Esto se realiza en función del diámetro adoptado para los mismos y la cantidad de ejes fijos que soporta a la pieza. Esto último, teniendo en cuenta una separación de 6 mm entre ellos, es:

$$D_p = n \cdot d + (n - 1) \cdot 6 \text{ mm}$$

$$n = \frac{D_p + 6 \text{ mm}}{d + 6 \text{ mm}}$$

Donde:

- $n$ : número de ejes fijos que soporta al corte caliente a transportar.
- $D_p$ : diámetro del corte caliente a transportar. Se calcula con la pieza de mayor peso (350 kg).
- $d$ : diámetro de los ejes fijos de las rampas de rodillos.

El módulo resistente real de cada uno de los ejes fijos se calcula con la siguiente expresión:

$$W_{eje \text{ fijo}} = \frac{I_p}{d/2}$$

$$W_{eje \text{ fijo}} = \frac{\pi \cdot d^4}{32 \cdot d/2}$$

$$W_{eje \text{ fijo}} = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Donde el módulo resistente real ( $W_{Real}$ ) es igual al módulo resistente de cada uno de los ejes fijos ( $W_{eje \text{ fijo}}$ ) por la cantidad de ejes que soporta el corte a transportar:

$$W_{Real} = n \cdot W_{eje \text{ fijo}}$$

Para que el diámetro de los ejes fijos verifique, tiene que cumplirse la siguiente condición:

$$W_{Total} < W_{Real}$$



Para el cálculo del módulo resistente de cada uno de los ejes fijos  $W_{eje\ fijo}$ , se considera que estos alcanzan una temperatura de 900°C, obteniéndose así una reducción del 85% de la resistencia del eje (valor obtenido de la Figura 1.3). Esta hipótesis rara vez se cumplirá, ya que el tiempo de contacto entre las piezas calientes y los ejes fijos de la rampa de rodillos es muy corto, pero se la considerará para ser conservadores en el cálculo.

Los valores obtenidos se pueden observar en la siguiente tabla:

Cálculo de RR6-1			
Ítem	Símbolo	Valor	Unidad
Diámetro de eje fijo	d	25	mm
Separación entre ejes fijos	-	6	mm
Momento Flector	$M_f$	69225,7	kg mm
Modulo resistente total a soportar	$W_{TOTAL}$	5268	mm <sup>3</sup>
Numero de ejes fijos que soporta la pieza	n	19	-
Modulo resistente real	$W_{REAL}$	8744	mm <sup>3</sup>

Tabla 4.13: Resultados de cálculos para M-SA-7

Como se puede observar, para un diámetro de eje de 25 mm, el módulo resistente total ( $W_{Total}$ ) es menor al módulo resistente real ( $W_{Real}$ ):

$$W_{Total} < W_{Real}$$

$$5268\ mm^3 < 8744\ mm^3$$

**En conclusión, el eje fijo será de varilla trefilada de acero SAE 1045 y tendrá un diámetro de 25 mm.**

#### 4.5.2. M-SA-8: Caño hueco

PLANO: M-P-5  
ANEXO E-3.1.12

Como se mencionó anteriormente, la luz entre el eje fijo y el diámetro interior del caño, por recomendación de la empresa, no debe ser superior a 3 mm. La selección del caño nuevamente se realizará del catálogo del fabricante Himan.

Se selecciona un caño con costura de 1 pulgada de diámetro nominal. Este tiene un diámetro interior de 27.9 mm, por lo que resulta de una luz con el eje fijo de 2.9 mm.

#### 4.5.3. M-ES-4: Estructura

PLANO: M-E-05

La estructura de la rampa de rodillos RR6-1, se puede observar en la Figura 4.71.

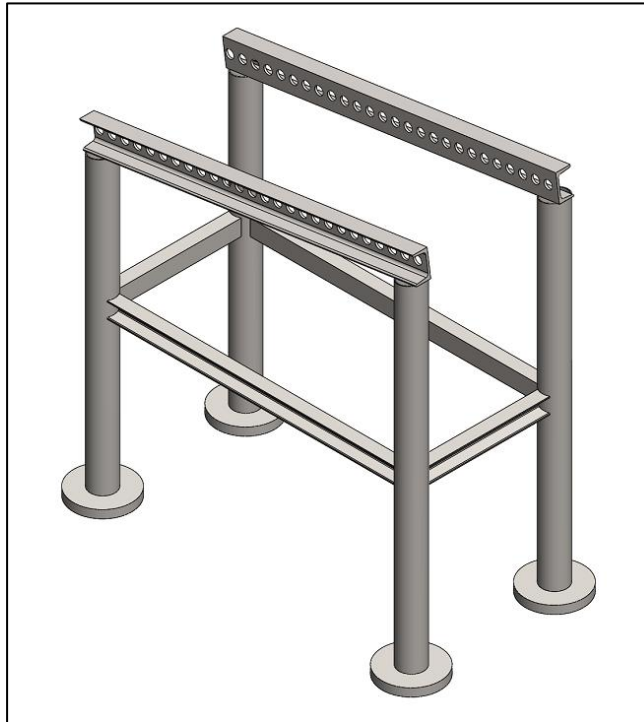


Figura 4.71: Estructura de RR6-1

#### 4.5.3.1. Patas

Las patas de la estructura serán de tubo redondo de 3 pulgadas de diámetro.

#### 4.5.3.2. Perfiles

Los dos perfiles porta-rodillos son UPN 80. Sobre el alma de estos se realizan los agujeros de diámetro de 26 mm y con una separación de 40 mm entre ellos, que será donde se colocarán los ejes de los rodillos.

Para darle rigidez a la estructura, se soldarán a las patas perfiles UPN 50, como se puede observar en la Figura 4.71.

#### 4.6. RR6-2: Rampa de rodillos

PLANO: G-08

La rampa de rodillos RR6-2 se encuentra a la salida del martillo de preforjado MF6-1 y transporta las tortas hacia la cinta transportadora CT6-2, tal como se observa en la Figura 4.72

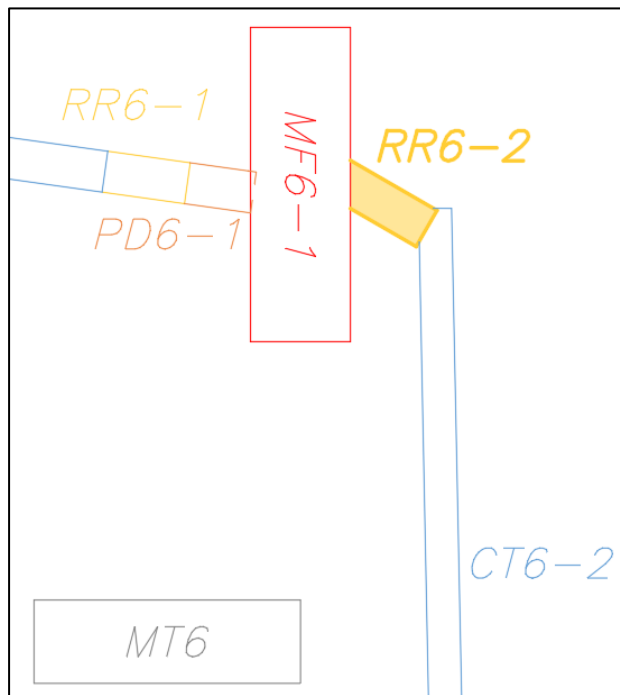


Figura 4.72: Disposición de RR6-2 en la línea.

Para la estructura se utilizarán los mismos perfiles que se utilizaron en la estructura de RR6-1. Los ejes fijos se volverán a calcular, ya que estos tienen una longitud de 500 mm, 100 mm más que RR6-1.

En la Figura 4.73 se puede ver el diseño de la rampa:



Figura 4.73: Rampa de rodillos RR6-2.

#### 4.6.1. M-SA-9: Ejes fijos

PLANO: M-P-06

ANEXO E-3.1.12.

El peso de cada torta es:

$$W_p = 350 \text{ kg}$$

Cada torta tiene un diámetro máximo de:

$$D_p = 600 \text{ mm}$$

El diagrama de cuerpo libre es el siguiente:

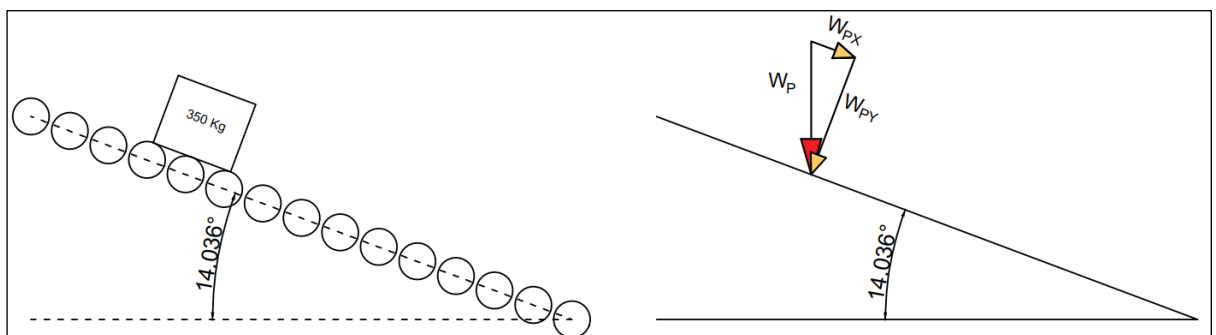


Figura 4.74: Diagrama de cuerpo libre de ejes fijos RR6-2.

Las componentes del peso respecto al ángulo de inclinación de la rampa de rodillos son:

$$W_{p\ x} = W_p \cdot \sin(\alpha)$$

$$W_{p\ y} = W_p \cdot \cos(\alpha)$$

Donde  $\alpha$  es el ángulo de inclinación de la rampa, que tiene un valor de:

$$\alpha = 14.036^\circ$$

Reemplazando:

$$W_{p\ x} = 350\ kg \cdot \sin(14.036^\circ)$$

$$W_{p\ x} = 84.88\ kg$$

$$W_{p\ y} = 350\ kg \cdot \cos(14.036^\circ)$$

$$W_{p\ y} = 339.55\ kg$$

Donde  $W_{p\ y}$  es la fuerza que origina un momento flector sobre los ejes fijos.



Figura 4.75: Diagrama de cuerpo libre, esfuerzos cortantes y momentos ejes fijos RR6-2.

Al igual que para RR6-1, hay una separación de 6 mm para que pueda caer la cascarilla de los cortes calientes.

Los ejes fijos son de acero trefilado SAE 1045.

La tensión admisible para aceros, bajo cargas pulsantes, fue calculado para RR6-1, siendo:

$$\sigma_{adm} = 13.14 \text{ kg/mm}^2$$

El módulo resistente total  $W_{Total}$  que debe soportar los ejes fijos es igual a:

$$W_{Total} = \frac{M_f \max}{\sigma_{adm}}$$

El número de ejes fijos que soporta la torta a transportar, teniendo en cuenta una separación de 6 mm entre ellos, es:

$$n = \frac{D_p + 6 \text{ mm}}{d + 6 \text{ mm}}$$

Donde:

- $n$ : número de ejes fijos que soporta al corte caliente a transportar.
- $D_p$ : diámetro del corte caliente a transportar. Se calcula con la pieza de mayor peso (350 kg).
- $d$ : diámetro de los ejes fijos de las rampas de rodillos.

El módulo resistente real de cada uno de los ejes fijos se calcula con la siguiente expresión:

$$W_{eje \text{ fijo}} = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

Donde el módulo resistente real ( $W_{Real}$ ) es igual al módulo resistente de cada uno de los ejes fijos ( $W_{eje \text{ fijo}}$ ) por la cantidad de ejes que soporta el corte a transportar:

$$W_{Real} = n \cdot W_{eje \text{ fijo}}$$

Para que el diámetro de los ejes fijos verifique, tiene que cumplirse la siguiente condición:

$$W_{Total} < W_{Real}$$

Los valores obtenidos para el cálculo se pueden observar en la Tabla 4.14:

Cálculo de RR6-2			
Ítem	Símbolo	Valor	Unidad
Diámetro de eje fijo	d	25	mm
Separación entre ejes fijos		6	mm
Momento Flector	$M_f$	42443,8	kg mm
Módulo resistente total a soportar	$W_{TOTAL}$	3230	$mm^3$
Número de ejes fijos que soporta la pieza	n	19	-
Módulo resistente real	$W_{REAL}$	8744	$mm^3$

Tabla 4.14: Resultados de cálculos para ejes fijos RR6-2.

Como se puede observar, para un diámetro de eje de 25 mm, el módulo resistente total ( $W_{Total}$ ) es menor al módulo resistente real ( $W_{Real}$ ):

$$W_{Total} < W_{Real}$$

$$3230 \text{ mm}^3 < 8744 \text{ mm}^3$$

**En conclusión, el eje fijo será de varilla trefilada de acero SAE 1045 y tendrá un diámetro de 25 mm.**

#### 4.6.2. **M-SA-10:** Caño hueco

PLANO: M-P-06  
ANEXO E-3.1.12.

Al ser el mismo eje fijo, se selecciona el mismo caño hueco que el de RR6-1, que es un caño con costura de 1 pulgada de diámetro nominal. Este tiene un diámetro interior de 27.9 mm, por lo que resulta una luz con el eje fijo de 2.9 mm.

#### 4.6.3. **M-ES-5:** Estructura

PLANO: M-E-06

La estructura de la rampa de rodillos RR6-2, se puede observar en la Figura 4.76.

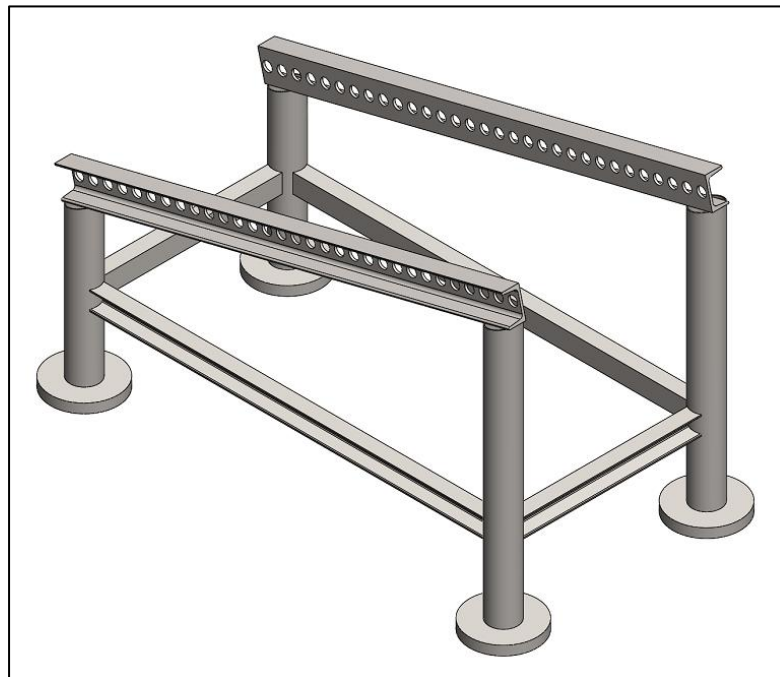


Figura 4.76: Estructura de RR6-2.

##### 4.6.3.1. *Patatas*

Las patatas de la estructura serán de tubo redondo de 3 pulgadas de diámetro.

##### 4.6.3.2. *Perfiles*

Los dos perfiles porta-rodillos son UPN 80. Sobre el alma de estos se realizan los agujeros de diámetro de 26 mm con una separación de 40 mm entre ellos, que será donde se colocarán los ejes de los rodillos.

Para darle rigidez a la estructura, se soldarán a las patatas perfiles UPN 50, como se puede observar en la Figura 4.76.



#### 4.7. RR6-3: Rampa de rodillos

PLANO: G-09

Esta rampa es la encargada de descargar la pieza proveniente del MF6-2 en la cinta CT6-3, tal como se observa en la Figura 4.77.

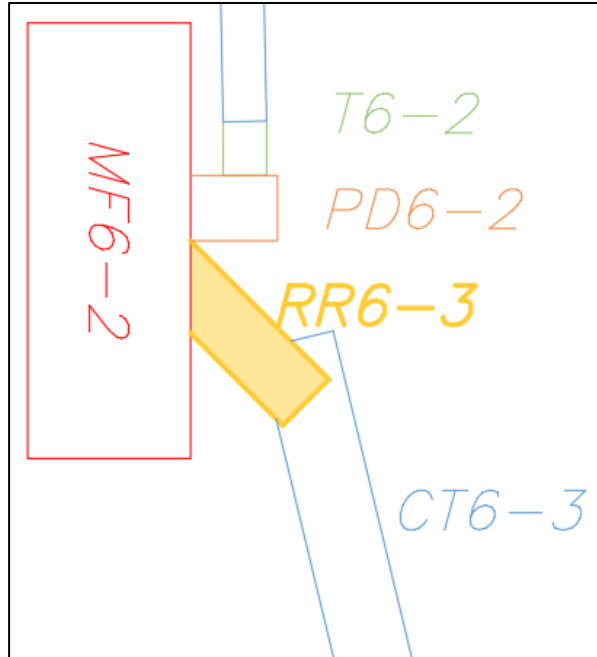


Figura 4.77: Disposición de RR6-2.

En la Figura 4.78 se puede ver el diseño de la rampa:



Figura 4.78: Rampa de rodillos RR6-3.

#### 4.7.1. M-SA-11: Ejes fijos

ANEXO E-3.1.12.

PLANO: M-P-07

El peso de cada pieza forjada es:

$$W_p = 350 \text{ kg}$$

Cada pieza tiene un diámetro máximo de:

$$D_p = 600 \text{ mm}$$

El diagrama de cuerpo libre es el siguiente:

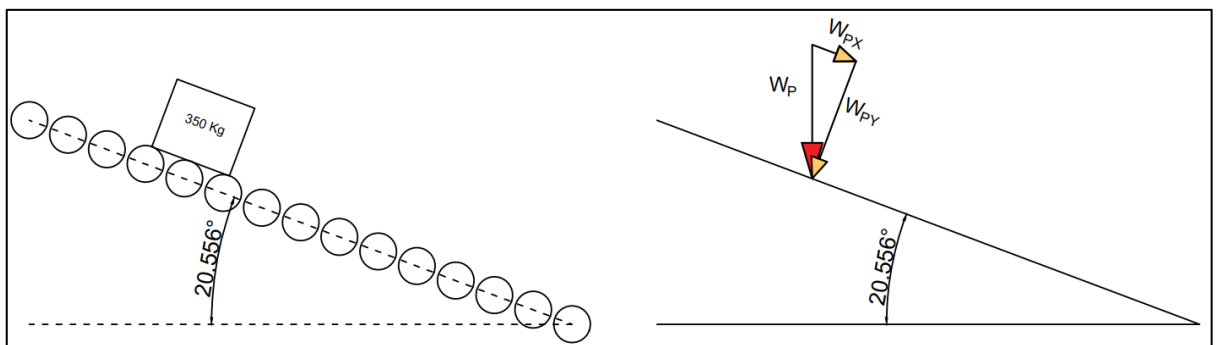


Figura 4.79: diagrama de cuerpo libre ejes RR6-3.

Las componentes del peso respecto al ángulo de inclinación de la rampa de rodillos son:

$$W_{p\ x} = W_p \cdot \sin(\alpha)$$

$$W_{p\ y} = W_p \cdot \cos(\alpha)$$

Donde  $\alpha$  es el ángulo de inclinación, siendo:

$$\alpha = 20.556^\circ$$

Reemplazando:

$$W_{p\ x} = 350 \text{ kg} \cdot \sin(20.556^\circ)$$

$$W_{p\ x} = 122.89 \text{ kg}$$

$$W_{p\ y} = 350 \text{ kg} \cdot \cos(20.556^\circ)$$

$$W_{p\ y} = 327.71 \text{ kg}$$

Donde  $W_{p\ y}$  es la fuerza que origina un momento flector sobre los ejes fijos.



Figura 4.80: Diagrama de cuerpo libre, esfuerzos de corte y momentos flectores RR6-3.

Los cálculos se realizan de la misma manera que para las otras rampas de rodillos (ver apartado 4.5.1). Los valores obtenidos para el cálculo se pueden observar en la Tabla 4.15:

Cálculo de RR6-3			
Ítem	Símbolo	Valor	Unidad
Diámetro de eje fijo	d	25	mm
Separación entre ejes fijos	-	6	mm
Momento Flector	$M_f$	49157,3	kg mm
Módulo resistente total a soportar	$W_{TOTAL}$	3741	mm <sup>3</sup>
Número de ejes fijos que soporta la pieza	n	19	-
Módulo resistente real	$W_{REAL}$	8744	mm <sup>3</sup>

Tabla 4.15: Resultados de cálculos para M-SA-11.

Como se puede observar, para un diámetro de eje de 25 mm, el módulo resistente total ( $W_{Total}$ ) es menor al módulo resistente real ( $W_{Real}$ ):

$$W_{Total} < W_{Real}$$

$$3741 \text{ mm}^3 < 8744 \text{ mm}^3$$

**En conclusión, el eje fijo será de varilla trefilada de acero SAE 1045 y tendrá un diámetro de 25 mm.**

#### 4.7.2. **M-SA-12:** Caño hueco

ANEXO E-3.1.12.

PLANO: M-P-07

Al ser el mismo eje fijo, seleccionamos el mismo caño hueco que para RR6-1, que es un caño con costura de 1 pulgada de diámetro nominal. Este tiene un diámetro interior de 27.9 mm, por lo que resulta de una luz con el eje fijo de 2.9 mm.

#### 4.7.3. **M-ES-6:** Estructura

PLANO: M-E-07

La estructura de la rampa de rodillos RR6-3, se puede observar en la Figura 4.81.

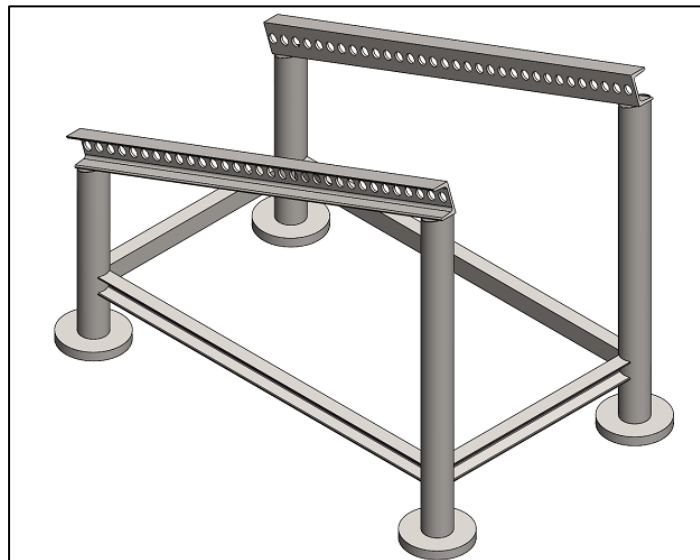


Figura 4.81: Estructura de RR6-3.

##### 4.7.3.1. *Patas*

Las patas de la estructura serán de tubo redondo de 3 pulgadas de diámetro.

##### 4.7.3.2. *Perfiles*

Los dos perfiles porta-rodillos son UPN 80. Sobre el alma de estos se realizan los agujeros de diámetro de 26 mm con una separación de 40 mm entre ellos, que será donde se colocarán los ejes de los rodillos.

Para darle rigidez a la estructura, se soldarán a las patas perfiles UPN 50, como se puede observar en la Figura 4.81.

#### 4.8. RR6-4: Rampa de rodillos

PLANO: G-10

Esta rampa de rodillos es la encargada de transportar las piezas forjadas que salen de la cinta transportadora CT6-3 hacia la prensa rebabadora PR6, tal como se observa en la Figura 4.82.

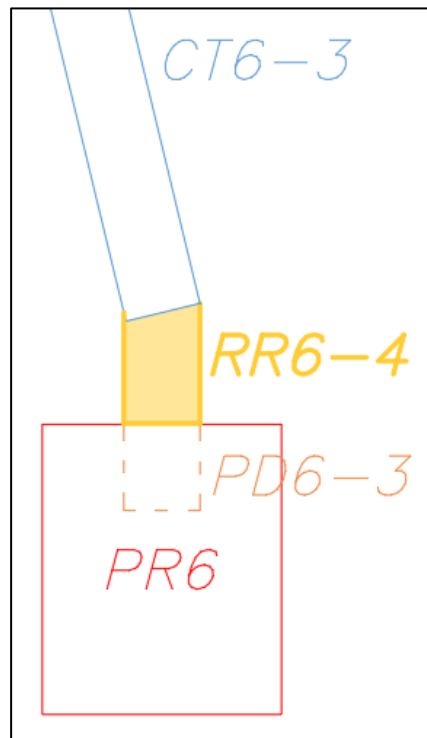


Figura 4.82: Disposición de RR6-4

En la Figura 4.83 se puede ver el diseño de la rampa.



Figura 4.83: Rampa de rodillos RR6-4

#### 4.8.1. **M-SA-11: Ejes fijos**

ANEXO E-3.1.12.

PLANO: M-P-07

Esta rampa de rodillos es idéntica a RR6-3, por lo que no se volverán a calcular los ejes fijos, sino que se utilizarán los mismos que los seleccionados para RR6-3.

#### 4.8.2. **M-SA-12: Caño hueco**

ANEXO E-3.1.12.

PLANO: M-P-07

Esta rampa de rodillos es idéntica a RR6-3, por lo que no se volverá a calcular el caño hueco para los rodillos, sino que se utilizarán los mismos que los seleccionados para RR6-3.

#### 4.8.3. **M-ES-7: Estructura de RR6-4**

PLANO: M-E-08

La estructura de la rampa de rodillos RR6-4 se puede observar en la Figura 4.84.

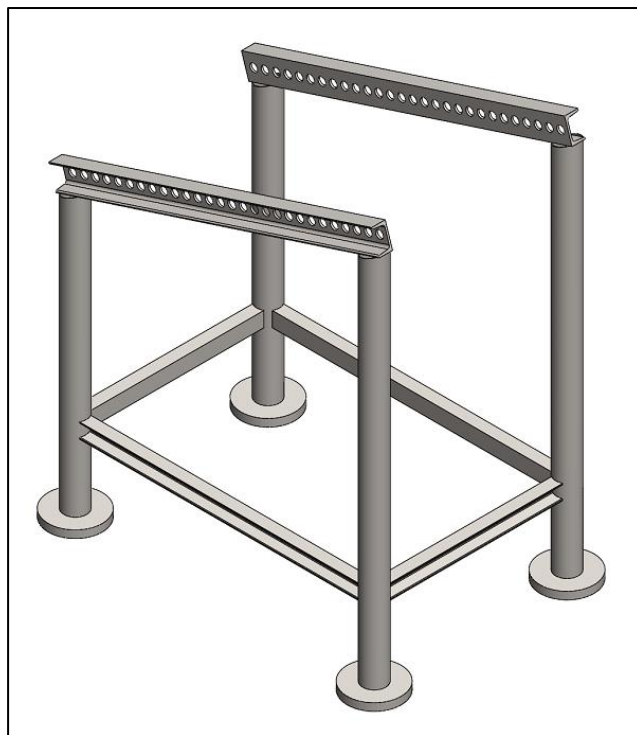


Figura 4.84: Estructura de RR6-4

##### 4.8.3.1. *Patatas*

Las patas de la estructura estarán conformadas por un tubo redondo de 3 pulgadas de diámetro.

#### 4.8.3.2. Perfiles

Los dos perfiles porta-rodillos son de perfiles UPN 80. Sobre el alma de estos se realizan los agujeros de diámetro de 26 mm con una separación de 40 mm entre ellos, que será donde se colocarán los ejes de los rodillos.

Para darle rigidez a la estructura, se soldarán a las patas perfiles UPN 50, como se puede observar en la Figura 4.84.

### 4.9. PD6-2: Plancha de deslizamiento

PLANO: G-05

La plancha de deslizamiento PD6-2 cumple la función de contener la torta una vez que baja del tobogán T6-2, hasta que el operario, mediante una válvula de accionamiento, dé la orden para que el cilindro neumático empuje la torta hacia el interior del martillo MF6-2.

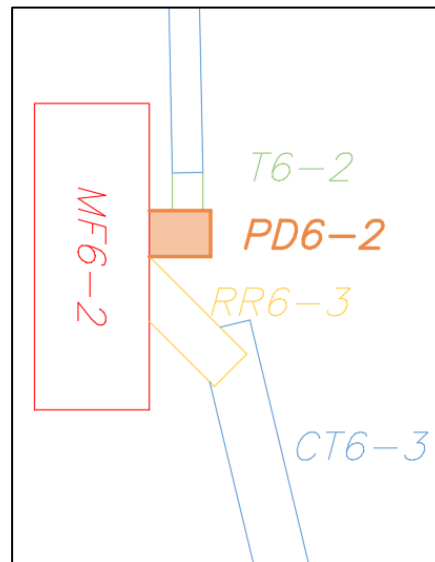


Figura 4.85: Disposición en planta de PD6-2.

En la Figura 4.86 se puede ver el diseño de PD6-2.

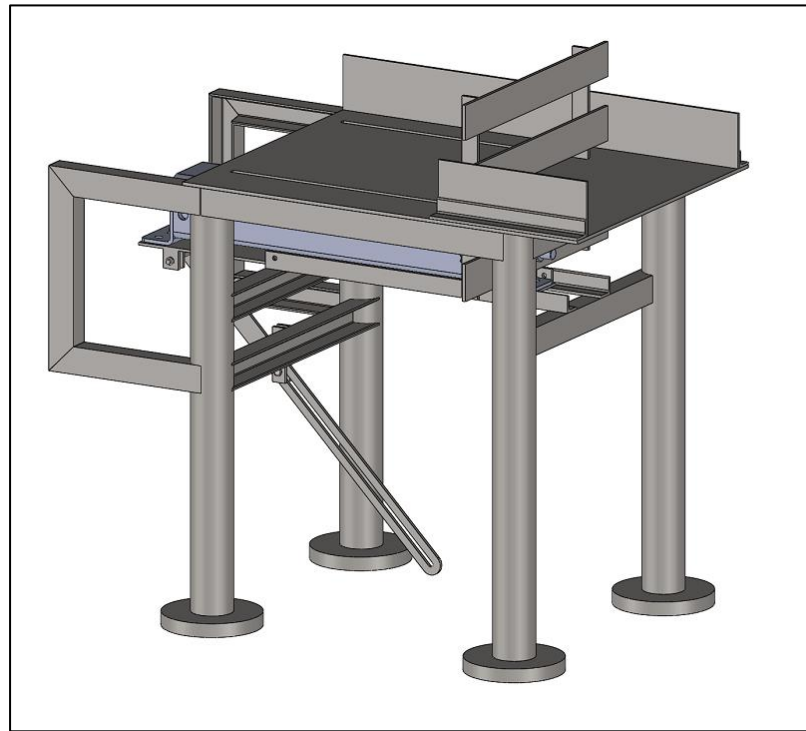


Figura 4.86: Diseño de PD6-2.

#### 4.9.1. Sistema neumático

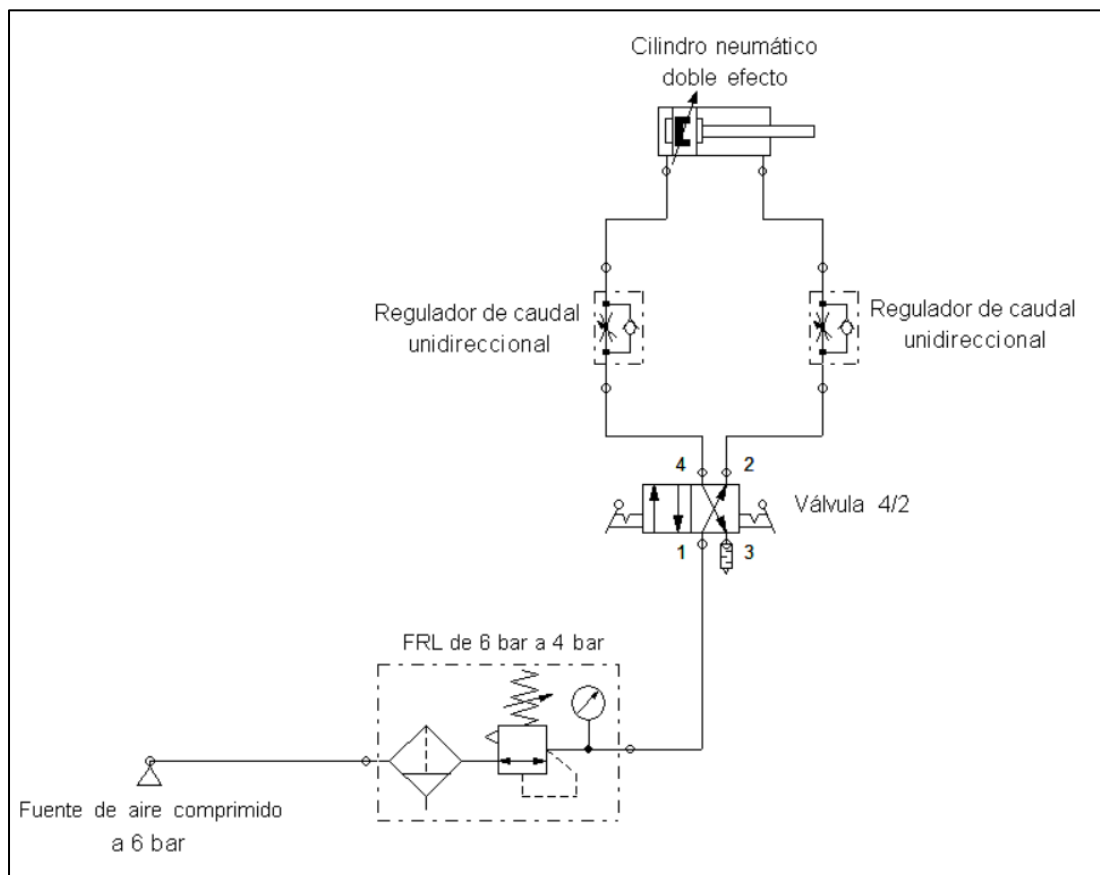


Figura 4.87: Circuito neumático de PD6-2.



4.9.1.1. **N-A-1: Cilindro neumático**

ANEXO E-3.3.1

La fuerza que debe ejercer el cilindro para mover la pieza es la fuerza normal del peso multiplicado por el coeficiente de rozamiento estático ( $\mu_s$ ) entre la mesa y el material (acero – acero) es 0.70. Entonces la fuerza mínima se puede calcular como:

$$F_m = \mu_s \cdot N$$

$$F_m = 0.70 \cdot 350 \text{ kg}$$

$$F_m = 245 \text{ kg}$$

Se afecta esta fuerza por un coeficiente  $\lambda$  que tiene en cuenta el tipo de movimiento. Este coeficiente toma los siguientes valores:

- Para velocidades normales: 0.7 ~ 0.8 (< 0,4 m/s).
- Para velocidades altas: 0.4 ~ 0.5 (> 1 m/s).

Se toma  $\lambda = 0.8$ , ya que la velocidad con la que el cilindro empuja a la torta caliente debe ser baja para evitar accidentes. Por lo tanto, la fuerza requerida es:

$$F_r = \frac{F_m}{\lambda}$$

$$F_r = \frac{245 \text{ kg}}{0.8}$$

$$F_r = 306.25 \text{ kg}$$

La presión con la que se alimentará el cilindro neumático se regulará a 4 kg/cm<sup>2</sup>. Con esto y la fuerza requerida  $F_r$  se calcula el diámetro mínimo que deberá tener el cilindro con la siguiente ecuación:

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

$$A = \frac{306.25 \text{ kg}}{4 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A = 76.562 \text{ cm}^2$$

$$D = \sqrt{A * \frac{4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{76.562 \text{ cm}^2 * \frac{4}{\pi}}$$

$$D = 9.873 \text{ cm} = 98.73 \text{ mm}$$

Se opta por seleccionar un cilindro con un diámetro de 100 mm. Posteriormente, se calcula la fuerza de compresión real, que debe ser mayor que la teórica para que verifique la selección de dicho cilindro.

$$F_c = A \cdot P = \frac{\pi \cdot \phi_c^2}{4} \cdot P$$

Donde:

- $F_c$ : Fuerza de compresión real.
- A: es el área del vástago.
- P: presión de trabajo del aire comprimido.

$$F_c = \frac{\pi \cdot (10 \text{ cm})^2}{4} \cdot 4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_c = 314.16 \text{ kg}$$

Como  $F_c > F_r$ , verifica.

Modelo seleccionado: MICRO 0.052.060.500, cilindro normalizado bajo norma ISO 15552. El cual cuenta con las características que se detallan en la Tabla 4.16.

Características cilindro micro serie CN10			
$\phi_{\text{vástago}}$	$\phi_{\text{cilindro}}$	Carrera	Presión de trabajo
25 mm	100 mm	500 mm	0.5 – 10 bar

Tabla 4.16: Características N-A-1

Las demás características se pueden observar en Anexo E 3.3.1

**Verificación al pandeo:**

$$F_{\text{pandeo}} = \frac{\pi^2 * E * I}{l_0^2} = \frac{\pi^2 * E * \frac{\pi * D^4}{64}}{l_0^2}$$

Donde:

- D: diámetro del vástago del cilindro, el cual posee un valor de 25 mm.
- E: módulo elástico para el acero al carbono es de 210 GPa, lo que equivale a 2141000 kg/cm<sup>2</sup>.
- I: momento de inercia.

Se considera un valor de  $l_0$  igual al doble de la carrera del vástago del cilindro, debido a la forma de sujeción:

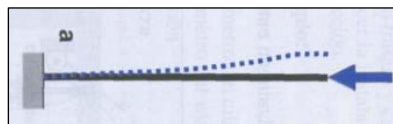


Figura 4.88: Forma del pandeo para la sujeción propiamente dicha

$$F_{\text{pandeo}} = \frac{\pi^2 * 2141000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \frac{\pi * (5 \text{ cm})^4}{64}}{(40 \text{ cm} * 2)^2}$$

$$F_{\text{pandeo}} = 101\,294.614 \text{ kg}$$

Como la fuerza de pandeo calculada resulta mayor que la fuerza que debe desarrollar el cilindro (370 kg), verifica el funcionamiento de este.

### Cálculo del consumo de aire

El cálculo se realiza con las ecuaciones desarrolladas para cilindros de doble efecto como el que se muestra en la siguiente figura, donde el volumen de avance no es el mismo que el de retroceso:

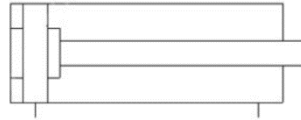


Figura 4.89: Esquema cilindro doble efecto.

#### Avance:

$$V_{avance} = \frac{\pi * \phi_{\acute{e}mbolo}^2}{4} * carrera$$

$$V_{avance} = \frac{\pi * (100 \text{ mm})^2}{4} * 500 \text{ mm}$$

$$V_{avance} = 3\,926\,990.81 \text{ mm}^3$$

$$\dot{V}_{avance} = \frac{V_{avance}}{t}$$

$$\dot{V}_{avance} = \frac{3\,926\,990.81 \text{ mm}^3}{2 \text{ seg}}$$

$$\dot{V}_{avance} = 1\,963\,495.40 \frac{\text{mm}^3}{\text{seg}} \cong 1\,963.49 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} = 1\,963.49 \frac{l}{\text{seg}} = \boxed{117\,809.4 \frac{l}{\text{min}}}$$

#### Retroceso:

$$V_{retroceso} = \frac{\pi * (\phi_{\acute{e}mbolo}^2 - \phi_{v\acute{a}stago}^2)}{4} * carrera$$

$$V_{retroceso} = \frac{\pi * [(100 \text{ mm})^2 - (25 \text{ mm})^2]}{4} * 500 \text{ mm}$$

$$V_{retroceso} = 3\,681\,553.89 \text{ mm}^3$$

$$\dot{V}_{retroceso} = \frac{V_{retroceso}}{t}$$

$$\dot{V}_{retroceso} = \frac{3\,681\,553.89 \text{ mm}^3}{2 \text{ seg}}$$

$$\dot{V}_{retroceso} = 1\,840\,776.94 \frac{\text{mm}^3}{\text{seg}} \cong 1\,840.776 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} = 1\,840.776 \frac{l}{\text{seg}} = \boxed{110\,446.616 \frac{l}{\text{min}}}$$

#### 4.9.1.2. **N-R-1:** Regulador de caudal unidireccional

#### ANEXO E-3.3.3

Se debe controlar la velocidad de desplazamiento del cilindro, ya que sino arrastraría la pieza a una velocidad muy alta, propensa a accidentes. Esto se logra controlando el flujo de aire o

caudal que escapa del mismo. Estos componentes regulan el caudal en una sola dirección del flujo, permitiendo el libre pasaje del aire en sentido contrario.

El regulador de caudal usado será el tipo banjo. Se emplean para controlar la velocidad de desplazamiento de los cilindros neumáticos restringiendo el paso del aire en un solo sentido de circulación del fluido. Los modelos banjo son aptos para montar directamente sobre los cilindros.

El diámetro de la rosca de conexión es G 1/2". Esta medida viene dada por la rosca del cilindro.

Modelo seleccionado: MICRO 0.470.601.221.

#### 4.9.1.3. **N-Ac-1:** Conectores rectos

##### ANEXO- E 3.3.6

Las conexiones instantáneas permiten realizar la conexión o desconexión a mano y sin herramientas. Las condiciones técnicas de utilización dependen básicamente de la calidad y el diámetro del tubo utilizado, de la temperatura ambiente y la del fluido conducido, así como de la calidad de los materiales que componen el conector.

Se utiliza para este caso un conector con rosca cilíndrica G1/2", con una presión de trabajo máxima de 10 bar, serie 441. El diámetro de la manguera es de 12 mm.

Modelo seleccionado: MICRO 0.470.011.221.

#### 4.9.1.4. **N-Ac-3:** Válvula 4/2 – Mando manual

##### ANEXO E-3.3.2

La válvula 4/2 posee cuatro orificios de conexión que corresponde uno a la alimentación, dos a las utilidades y el restante al escape, el que es común a ambas utilidades. Operan en dos posiciones de mando, para cada una de las cuales sólo una utilización es alimentada, en tanto la otra se encuentra conectada a escape; esta condición se invierte al conmutar la válvula.

Se selecciona una válvula rotante 4/2 de actuación manual, con distribuidor sin guarniciones lo que garantiza un funcionamiento seguro y sin mantenimiento.

El diámetro de la rosca es de 3/4".

Modelo seleccionado: MICRO 0.240.002.255.

#### 4.9.1.5. **N-Ac-2:** Bujes de reducción

##### ANEXO E-3.3.7

Estos son utilizados para poder acoplar el diámetro de la válvula G3/4" con el diámetro del cilindro G1/2".

Modelo seleccionado: MICRO 0.401.682.721.

#### 4.9.1.6. **N-Ac-4:** Silenciadores escape

##### ANEXO E-3.3.4

Los silenciadores se emplean para disminuir la presión sonora producida para la expansión del aire comprimido en los escapes de las válvulas. Los reguladores de escape, que incorporan además un silenciador, controlan el flujo de aire de escape de las válvulas y, por lo tanto, la velocidad de los cilindros.

En el presente proyecto se seleccionan los silenciadores de escape de la serie SBR, de bronce sinterizado y aluminio. Estos poseen un diámetro de rosca G $\frac{1}{2}$ " y una reducción del nivel de ruido a 6 bar de 19 dB.

Modelo seleccionado: MICRO 0.400.001.344.

#### 4.9.1.7. N-R-2: Unidad de mantenimiento FRL

##### ANEXO E-3.3.5

Son unidades indispensables para el correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos y para prolongar la vida útil de los componentes. Se instalan en la línea de alimentación de un circuito, suministrando aire libre de humedad e impurezas, lubricado y regulado a la presión requerida, es decir en óptimas condiciones de utilización.

Principales funciones:

**Filtros:** son elementos necesarios, aun cuando se haya hecho un tratamiento de aire a la salida del compresor o deposito.

**Reguladores de presión:** un regulador de presión, instalador en la línea después de filtrar el aire, cumple las siguientes funciones:

1. Evitar las pulsaciones provenientes del compresor.
2. Mantener una presión constante e independiente de la presión de la línea y del consumo.
3. Evitar un excesivo consumo por utilizar presiones de operación mayores que las necesarias para los equipos.
4. Independizar los distintos equipos instalados.

**Lubricadores:** la lubricación de los componentes neumáticos evita el prematuro deterioro de estos provocado por la fricción y la corrosión, aumentando notablemente su vida útil, reduciendo los costos de mantenimiento, tiempos de reparación y repuestos.

La unidad FRL seleccionada es la serie QBM4 G $\frac{1}{2}$ ", presión de trabajo de 0 a 10 bar y un poder filtrante de 40 micrones.

Modelo seleccionado: MICRO 0.103.003.564.

#### 4.9.1.8. N-Ac-5: Tubo de poliuretano (PU)

##### ANEXO E-3.3.8

Es el encargado de transportar el aire comprimido hacia el sistema neumático que acciona el pistón. La longitud total de este será de 10 metros, con un diámetro externo de 12 mm, diámetro interno de 8, color azul.

Modelo seleccionado: MICRO 0.000.012.532.

#### 4.9.2. M-SA-13: Sistema de arrastre

PLANO: M-P-11

El sistema de arrastre de la pieza se realizará con la estructura que se muestra en la Figura 4.90. Está conformada por planchuelas de acero inoxidable de 1 ½" x ½" x 366 mm para los largueros y 2.5" x ½" x 500 mm para los travesaños.

Este se acopla al vástago del cilindro mediante una tuerca que el propio cilindro posee y el agujero que se le realiza a la pieza de arrastre.

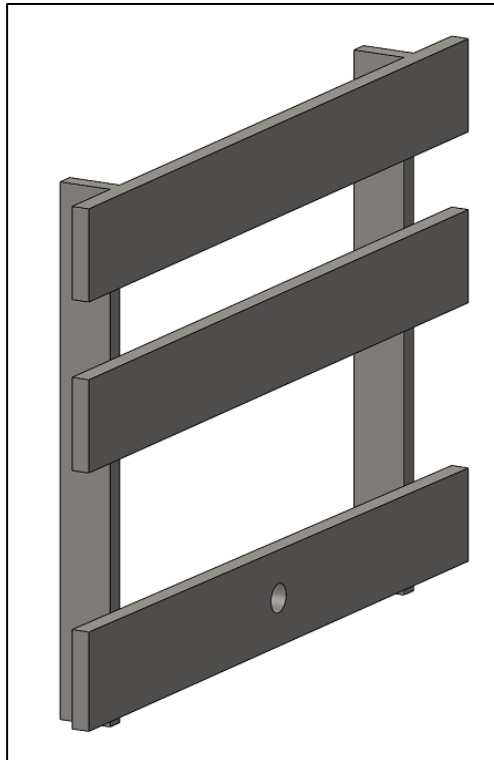


Figura 4.90: Sistema de arrastre para PD6-2.

#### 4.9.3. M-ES-8: Estructura de PD6-2

PLANO: M-E-04

La mesa por la cual la pieza desliza, empujada por el cilindro neumático, está construida por una chapa de ¼", la cual tiene unas ranuras para que pase la pieza de arrastre. Las patas son de caño redondo de 3" de diámetro y cuenta con unos perfiles UPN 50 para una mejor rigidez de la estructura.

El acople del cilindro a la estructura desliza sobre dos perfiles L 1 ¼ x 3/16 que apoyan sobre dos perfiles UPN 50.

También se puede ver en la estructura una disposición de perfiles UPN 50 que tienen la función de proteger de golpes o choques al pistón cuando no se esté utilizando.

En la Figura 4.91 se puede ver el diseño de la estructura.

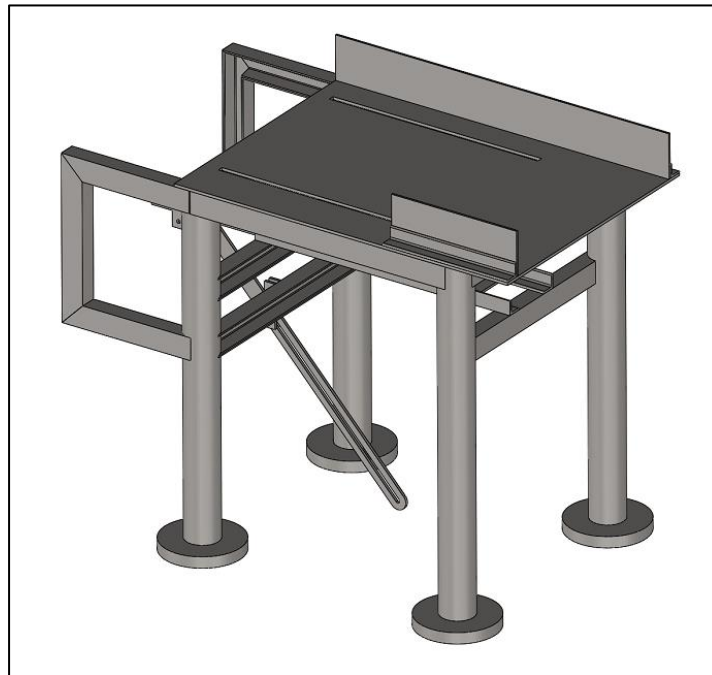


Figura 4.91: Estructura de PD6-2.

#### 4.9.3.1. Soporte del cilindro:

En la Figura 4.92 se puede ver el soporte del cilindro. La chapa donde se apoya es de 3/16". Esta puede deslizarse sobre dos perfiles L 1 1/4 x 3/16", permitiendo ocultar el cilindro debajo de la mesa cuando no es usado. Además, se pueden ver unas orejas superiores e inferiores del mismo espesor que la chapa. Por las superiores cruza un eje el cual tiene la función de no permitir que el cilindro pueda levantarse cuando está replegado (debido al momento que se produce cuando la torta es empujada en la punta del vástago). Por las orejas inferiores cruza un eje que conecta la chapa de apoyo con una planchuela de 1/4" de espesor y 715 mm de largo, la cual tiene una corredera, como se ve en la Figura 4.94. Esta corredera es la que permite que la chapa de apoyo deslice hacia abajo de la mesa cuando no se está utilizando. En la siguiente figura se puede ver la disposición del cilindro en la estructura.



Figura 4.92: Soporte de cilindro.

El acople del cilindro a la chapa se realiza mediante unos accesorios que trae el mismo cilindro, los cuales se pueden ver en la Figura 4.93

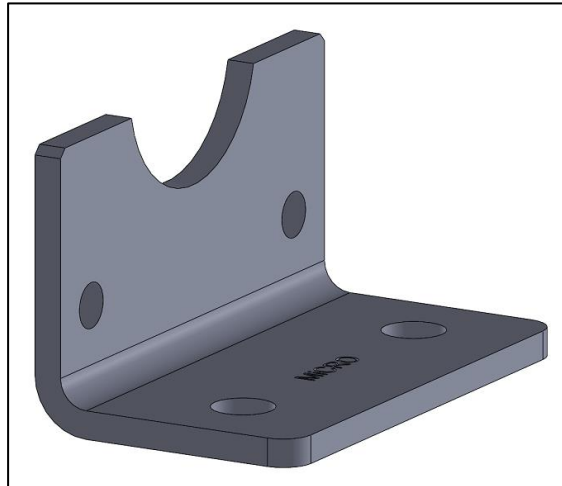


Figura 4.93: Apoyo de cilindro.

#### 4.9.3.2. Planchuela con pasador

PLANO: M-E-04

Este pasador le brinda rigidez al soporte para que no se mueva verticalmente y, una vez quitada la varilla roscada del soporte, permite que el soporte del cilindro pueda moverse horizontalmente y así ocultarse debajo de la mesa o salir.

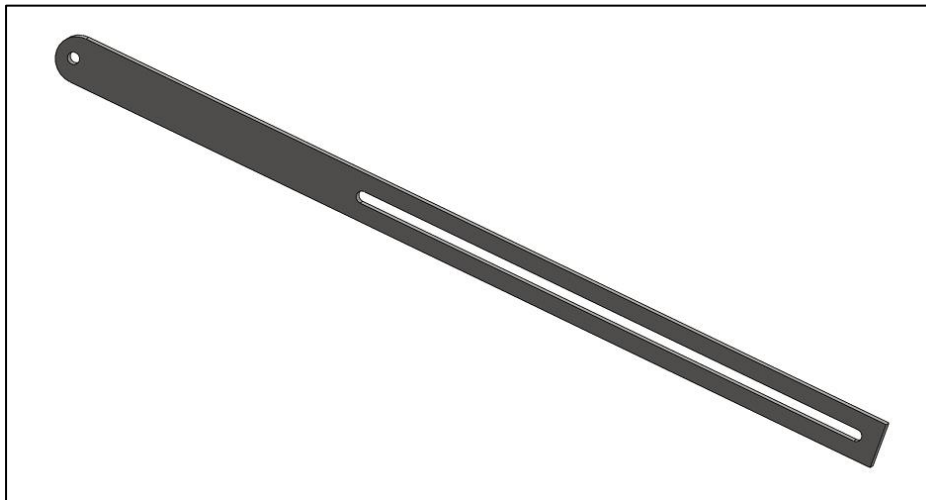


Figura 4.94: Planchuela con pasador



#### 4.10. PD6-1: Plancha de deslizamiento

PLANO: G-04

En la plancha de deslizamiento PD6-1 esperan los cortes calientes provenientes de la rampa de rodillos RR6-1. Estos cortes quedan estacionados sobre la plancha hasta que el operario del martillo de pre forjado MF6-1 los coloque sobre la matriz.

Las dimensiones de la plancha de deslizamiento son: 800 mm de longitud y 500 mm de ancho. La altura de ingreso es de 1000 mm y la de salida de 900 mm.

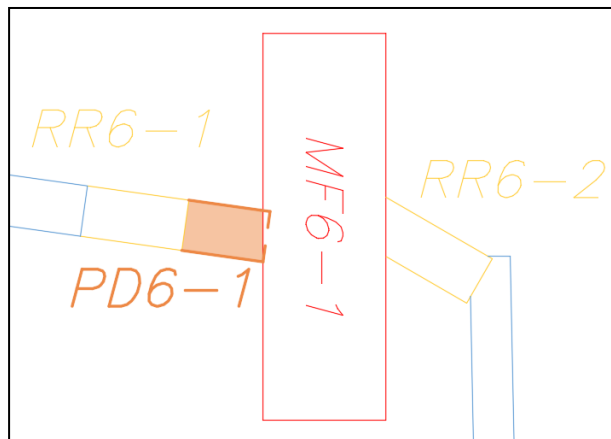


Figura 4.95: Disposición en planta de PD6-1

##### 4.10.1. M-ES-9: Estructura de PD6-1

La mesa en donde se apoya el corte caliente es de chapa de 1/4", las patas son de caño redondo de 3" de diámetro y cuenta con perfiles UPN 50 para darle mejor rigidez a la estructura. Además, cada pata se apoya sobre un centro de acero mecanizado de 180 mm de diámetro y 25 mm de espesor.

En la Figura 4.96 se puede ver el diseño de la estructura:

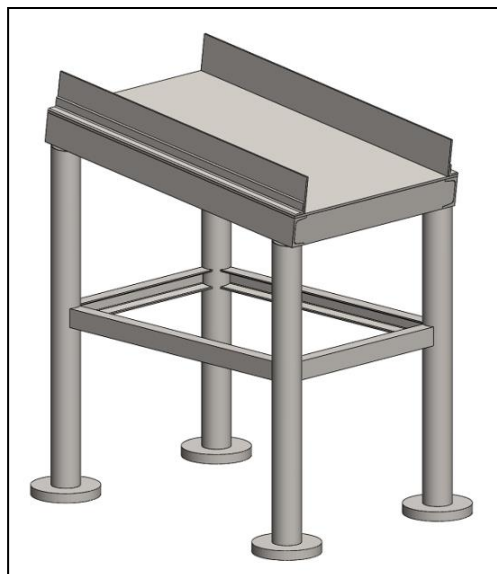


Figura 4.96: Estructura de PD6-1

#### 4.11. PD6-3: Plancha de deslizamiento

PLANO: G-06

En esta plancha, las piezas forjadas provenientes del martillo de forjado MF6-2 descansan para el ingreso a la prensa rebabadora PR6. Una vez que la pieza se encuentra aquí, el operario de la PR6 la empuja y la coloca en posición para efectuarle la operación de rebabado.

Las dimensiones de PD6-3 son:

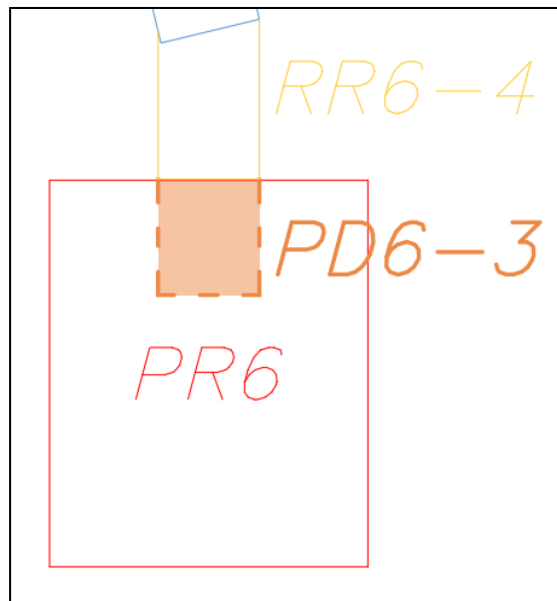


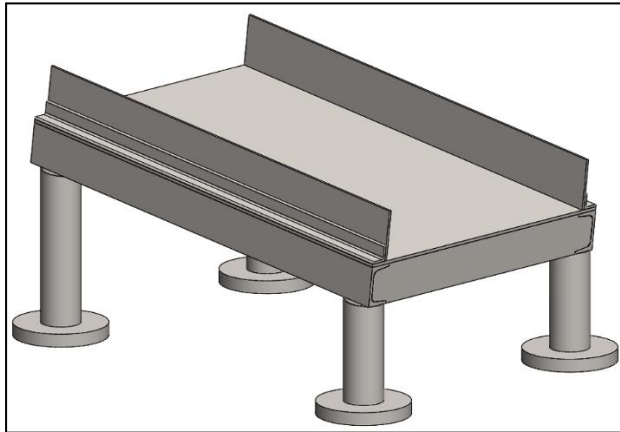
Figura 4.97: Disposición en planta de PD6-3

##### 4.11.1. M-ES-11: Estructura de PD6-3

Al igual que la plancha de deslizamiento PD6-1, la mesa es de chapa de 1/4", las patas son de caño redondo de 3" de diámetro y cuenta con perfiles UPN 50 y UPN 80 para darle una mejor rigidez a la estructura.

La plancha va colocada sobre la mesa de la prensa rebabadora PR6, siendo la altura de esta 600 mm. La altura de ingreso de las piezas forjadas provenientes de la cama de rodillos RR6-4 es de 1000 mm y la de salida de 900 mm. La longitud es de 800 mm y 500 mm de ancho.

Cada pata se apoya sobre un centro de acero mecanizado de 180 mm de diámetro y 25 mm de espesor. En la Figura 4.98 se puede ver el diseño de la estructura.



*Figura 4.98: Estructura de PD6-3.*

## 4.12. T6-1: Tobogán

PLANO: G-11

El horno HI6 descarga los cortes calientes sobre el tobogán T6-1, y deslizan sobre este hacia la cinta transportadora CT6-1.

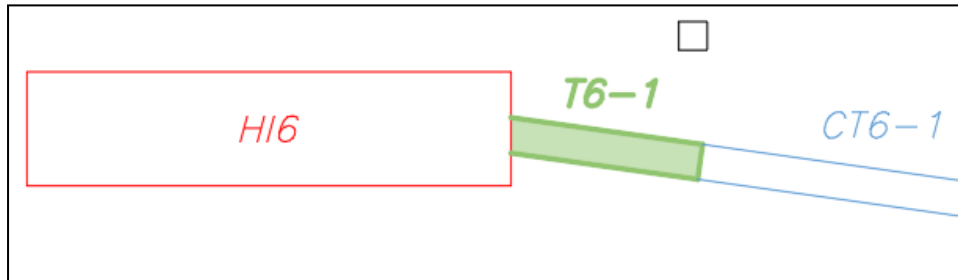


Figura 4.99: Disposición en planta de T6-1.

### 4.12.1. M-ES-12: Estructura de T6-1

Al igual que la plancha de deslizamiento PD6-1, la mesa es de chapa de 1/4", las patas son de caño redondo de 3" de diámetro y cuenta con unos perfiles UPN 50 y UPN 80 para darle mejor rigidez a la estructura.

Los cortes calientes salen del horno a inducción a una altura de 2150 mm, y la altura final del tobogán es de 800 mm. Además, la longitud es de 2500 mm y el ancho de 400 mm.

Las patas apoyan sobre centros de acero mecanizado de 180 mm de diámetro y 25 mm de espesor.

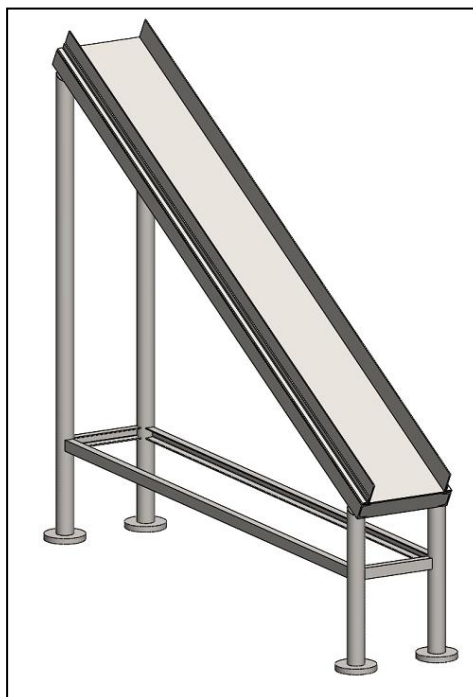


Figura 4.100: Estructura de T6-1

### 4.13. T6-2: Tobogán

PLANO: G-12

Las tortas calientes que salen de la cinta transportadora CT6-2 deslizan por el tobogán T6-2 hacia la plancha de deslizamiento PD6-2.

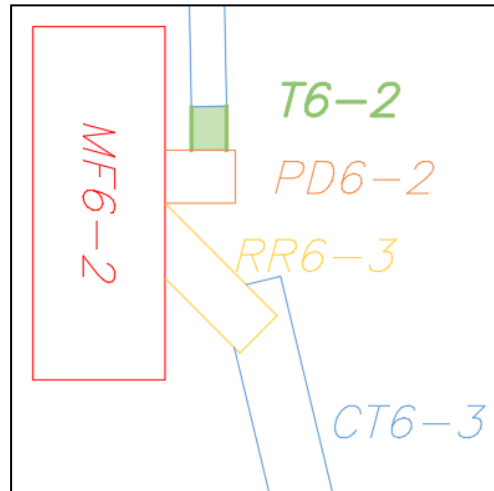


Figura 4.101: Disposición en planta de T6-2.

#### 4.13.1. M-ES-13: Estructura de T6-2

Al igual que la plancha de deslizamiento PD6-1, la mesa es de chapa de 1/4", las patas son de caño redondo de 3" de diámetro y cuenta con perfiles UPN 50 y UPN 80 para darle mejor rigidez a la estructura.

Los cortes calientes salen del horno a inducción a una altura de 1150 mm, y la altura final del tobogán es de 800 mm. Además, la longitud es de 500 mm y el ancho de 400 mm.

Las patas se apoyan sobre centros de acero mecanizado de 180 mm de diámetro y 25 mm de espesor.

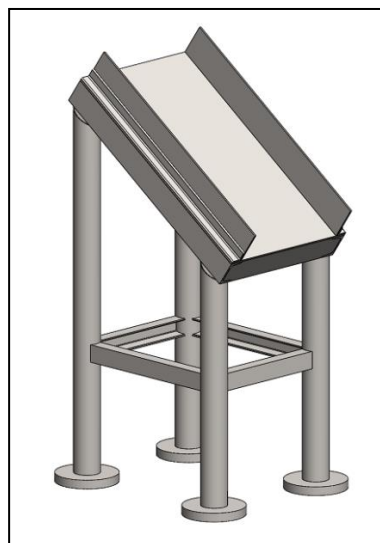


Figura 4.102: Estructura de T6-2.

## 4.14. Simulaciones

### 4.14.1. Árbol motriz CT6-1

#### 4.14.1.1. Tensión de Von Mises

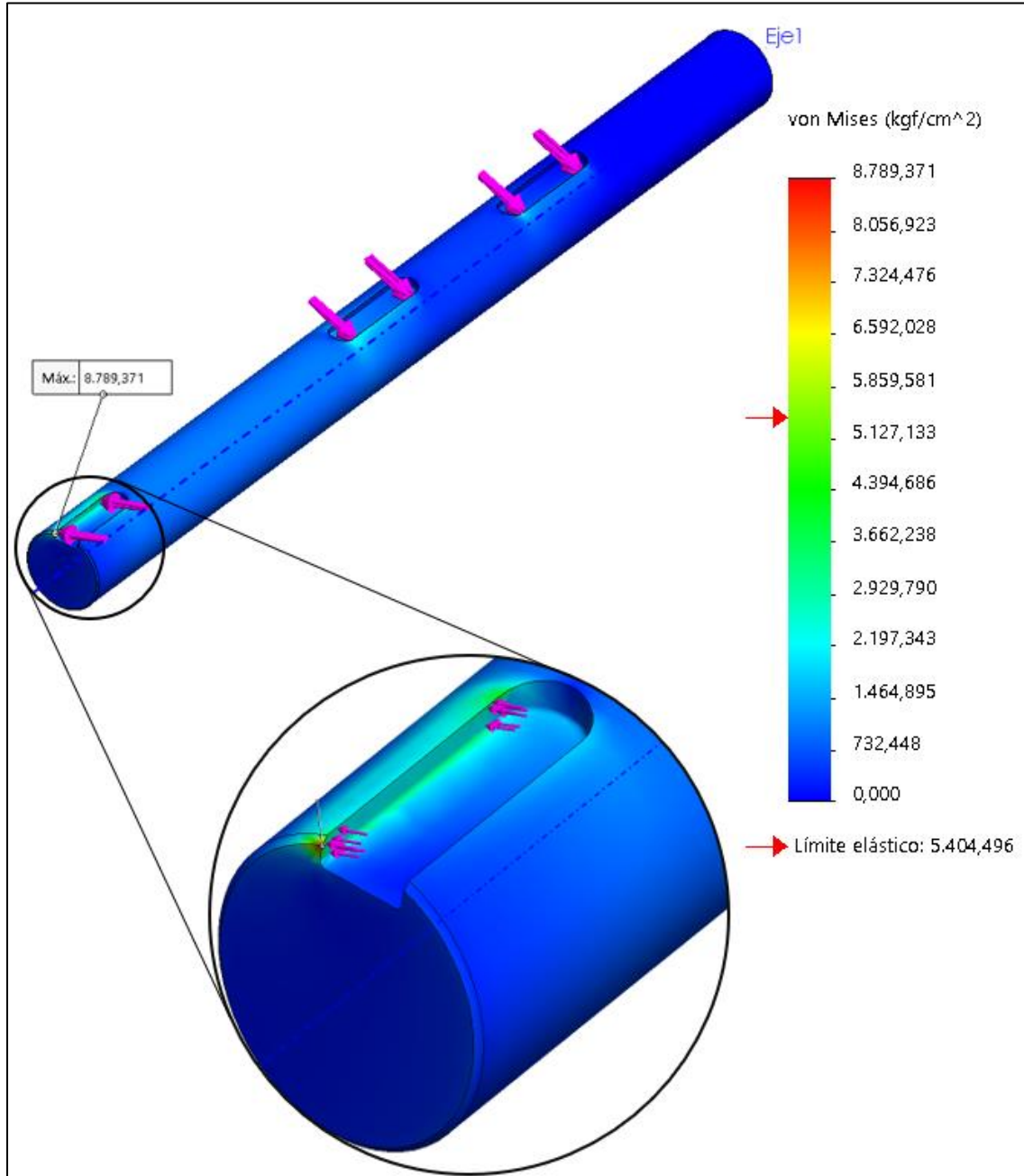


Figura 4.103: Simulación de las tensiones de Von Mises del árbol motriz de CT6-1

En la Figura 4.103 se simula las tensiones de Von Mises, se puede concluir que el árbol va a soportar las solicitaciones a las que se encuentra. Esto es ya que las tensiones de Von Mises es menor que el límite elástico del material del árbol. Se realizó un zoom de la clavija de la corona motriz, ya que la tensión de Von Mises supera la del límite elástico, pero esto no será un inconveniente ya que es una zona puntual. A continuación, se realiza simulación de desplazamiento radial y fatiga:

#### 4.14.1.2. Desplazamiento radial

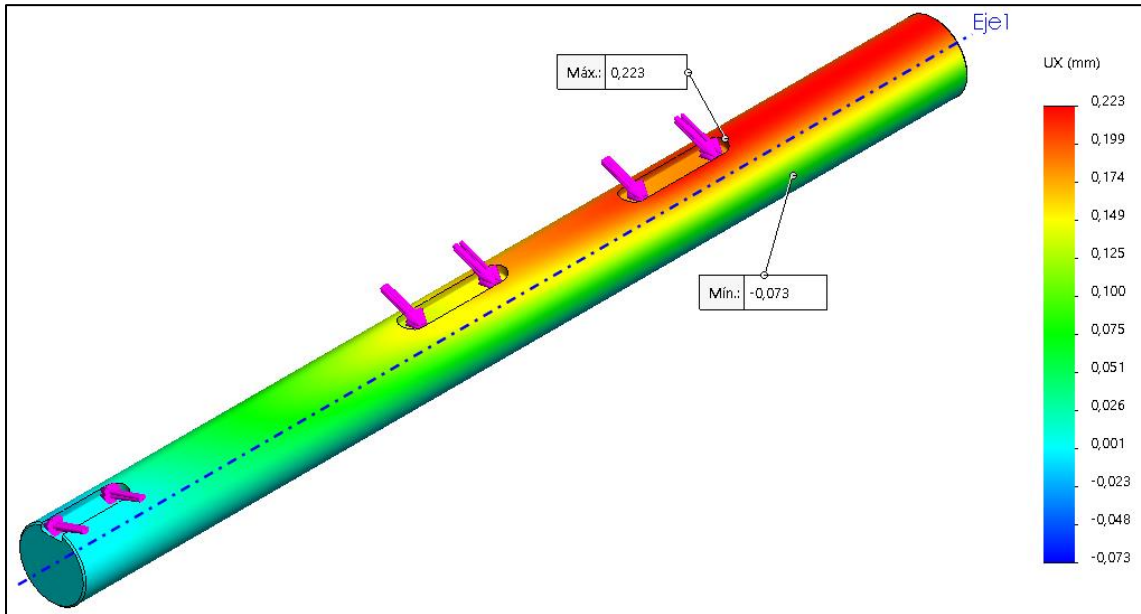


Figura 4.104: Simulación de desplazamiento radial del árbol motriz de CT6-1

#### 4.14.1.3. Fatiga

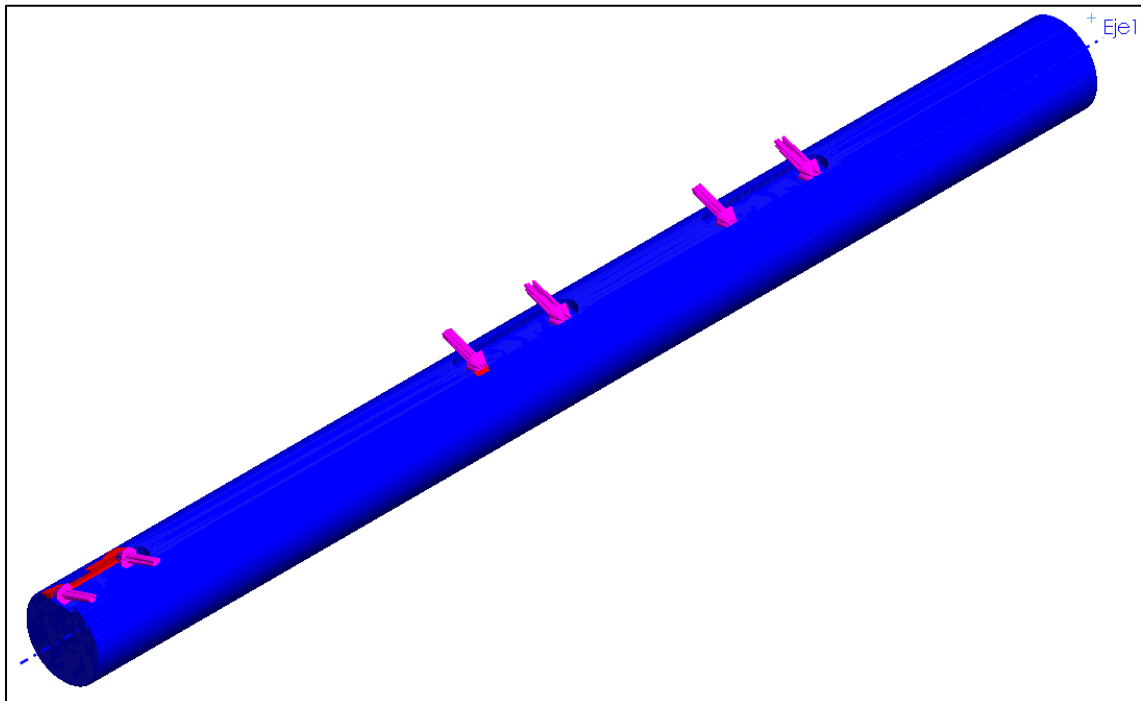


Figura 4.105: Simulación de fatiga del árbol motriz de CT6-1

#### 4.14.2. Árbol motriz CT6-2

##### 4.14.2.1. Tensión de Von Mises

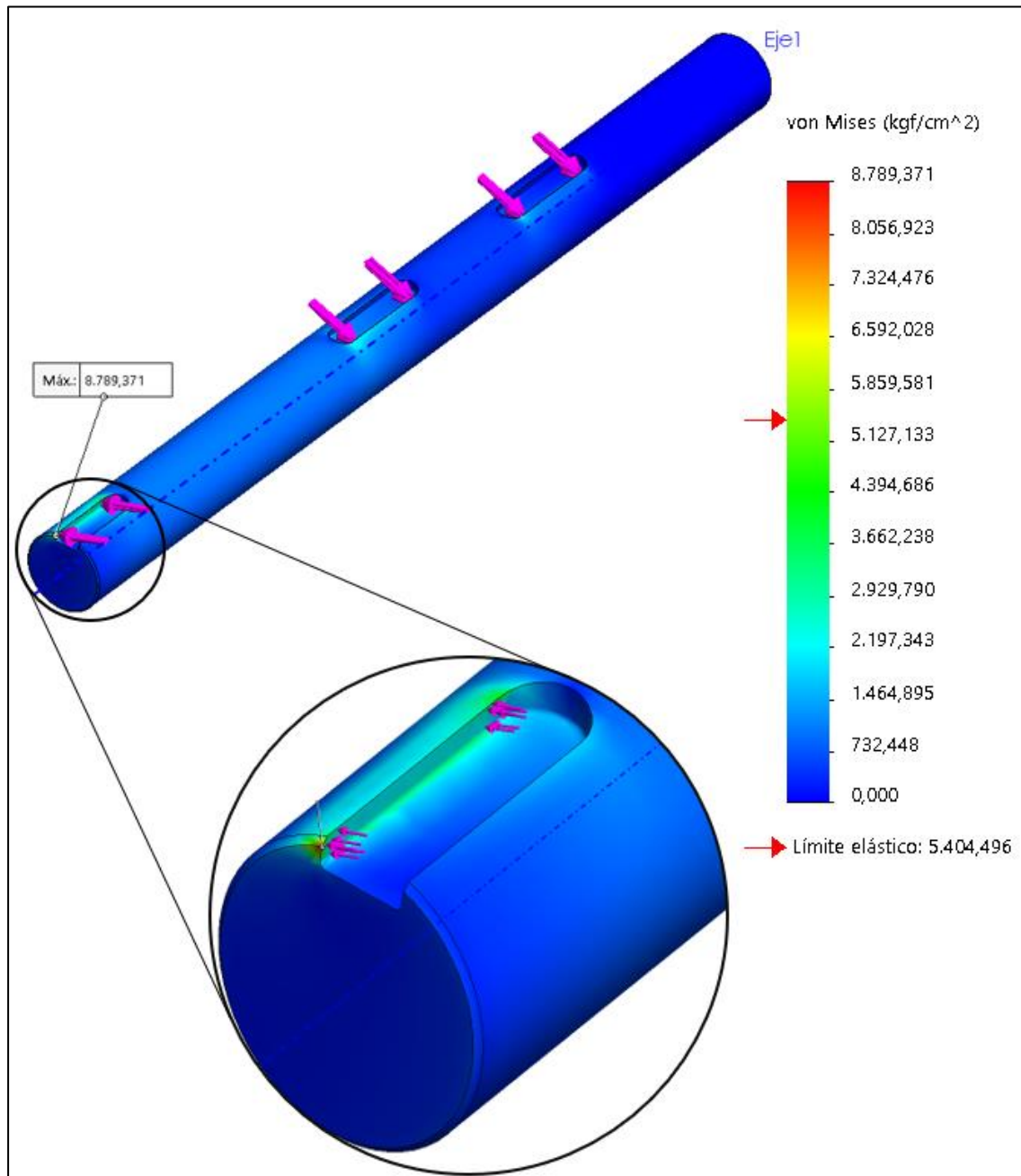


Figura 4.106: Simulación de las tensiones de Von Mises árbol motriz de CT6-2

En la Figura 4.106 se simula las tensiones de Von Mises del árbol motriz de la cinta transportadora CT6-2. Las solicitaciones y el árbol motriz es igual al de la cinta CT6-1, por lo que la conclusión de este es la misma que la detallada en el apéndice 4.14.1.1. A continuación, se simula el desplazamiento radial y la fatiga del árbol:



#### 4.14.2.2. Desplazamiento radial

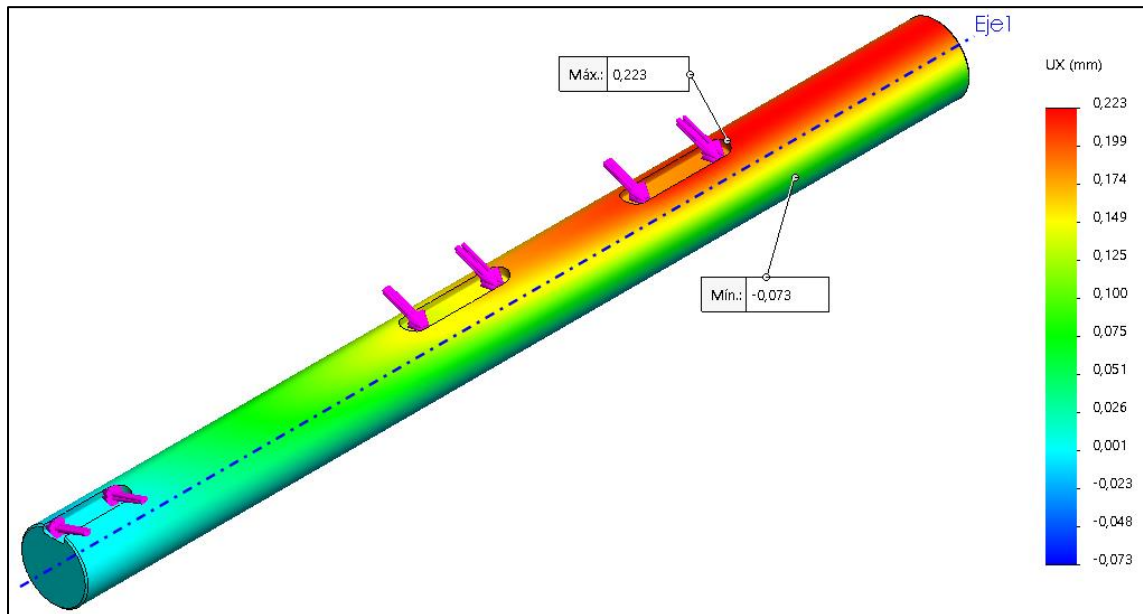


Figura 4.107: Simulación de desplazamiento radial del árbol motriz de CT6-2

#### 4.14.2.3. Fatiga

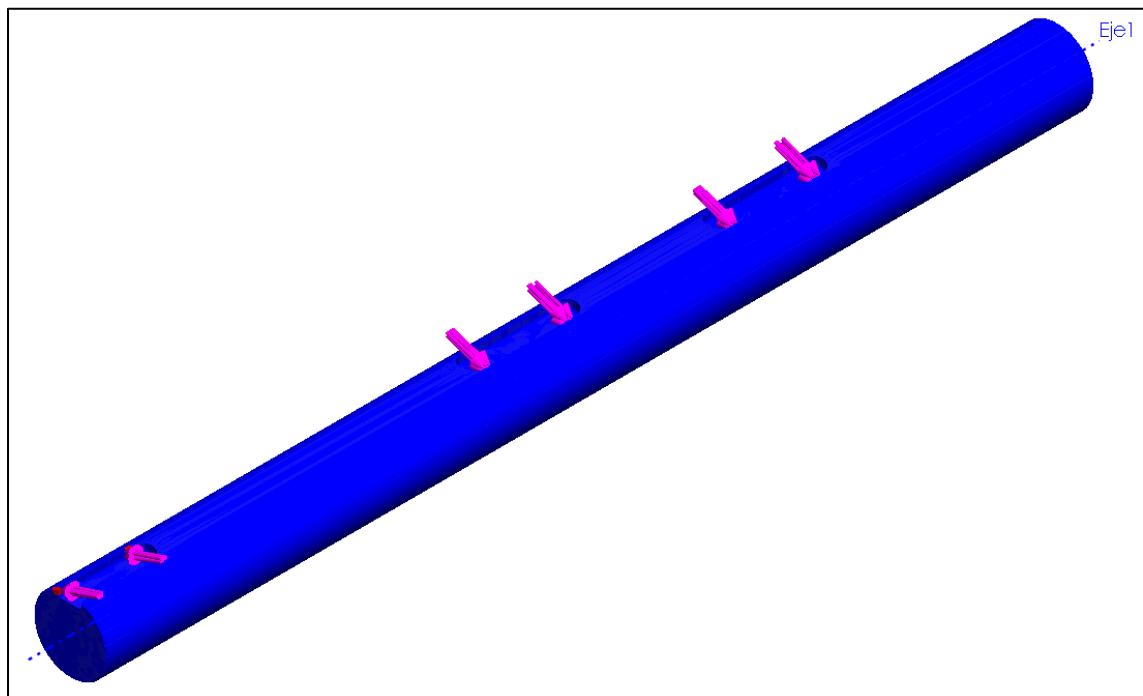


Figura 4.108: Simulación de fatiga del árbol motriz de CT6-2

### 4.14.3. Árbol motriz CT6-3

#### 4.14.3.1. Tensión de Von Mises

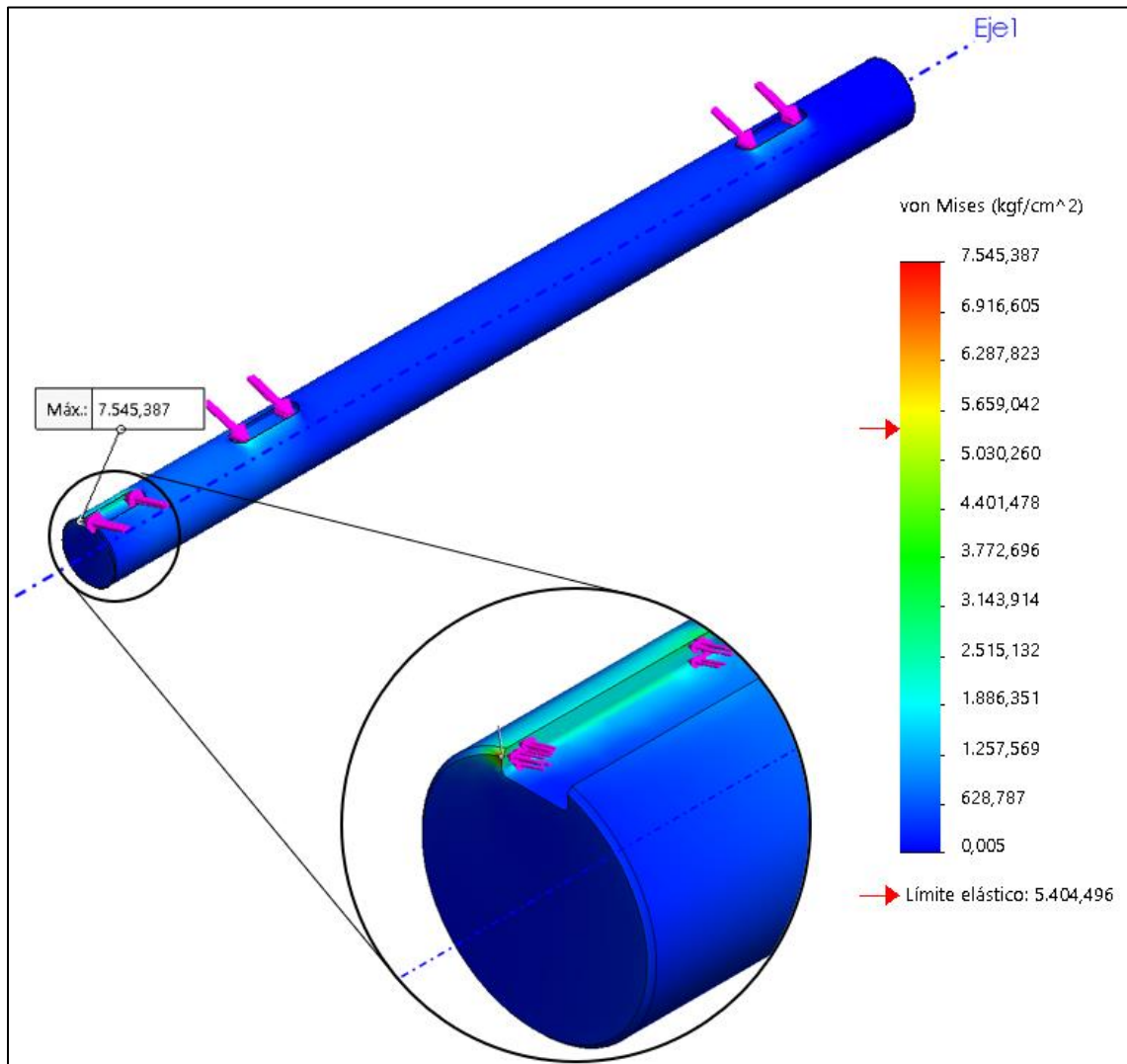


Figura 4.109: Simulación de las tensiones de Von Mises árbol motriz de CT6-3

En la Figura 4.109 se simula las tensiones de Von Mises, se puede concluir que el árbol va a soportar las solicitaciones a las que se encuentra. Esto es ya que las tensiones de Von Mises es menor que el limite elástico del material del árbol. Se realizó un zoom de la chaveta de la corona motriz, ya que la tensión de Von Mises supera la del límite elástico, pero esto no será un inconveniente ya que es una zona puntual. A continuación, se realiza simulación de desplazamiento radial y fatiga:

#### 4.14.3.2. Desplazamiento radial

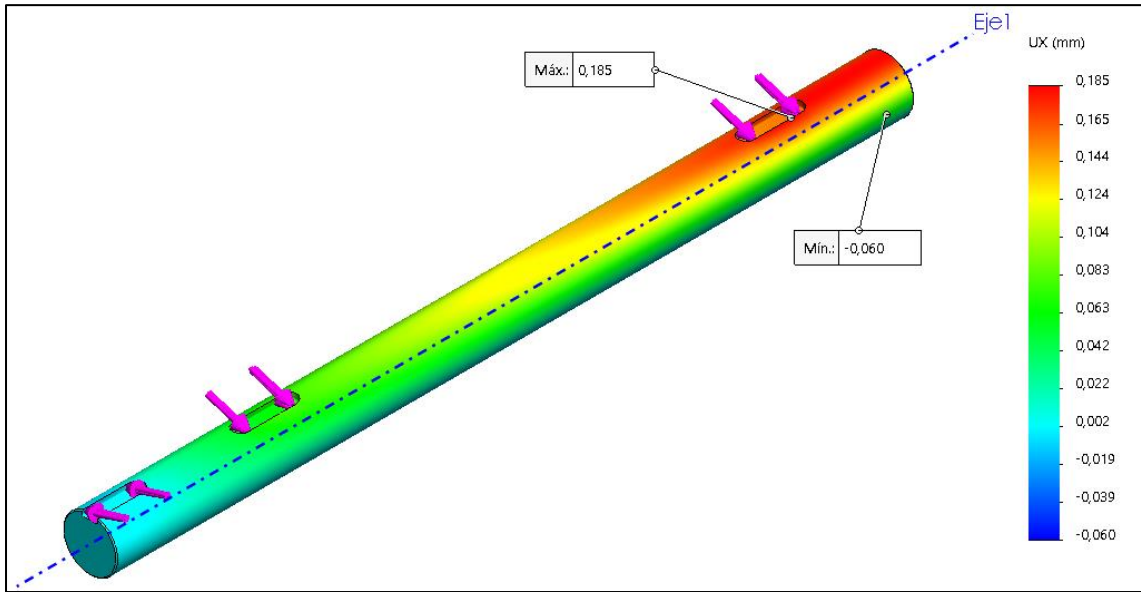


Figura 4.110: Simulación de desplazamiento radial del árbol motriz de CT6-3

#### 4.14.3.3. Fatiga

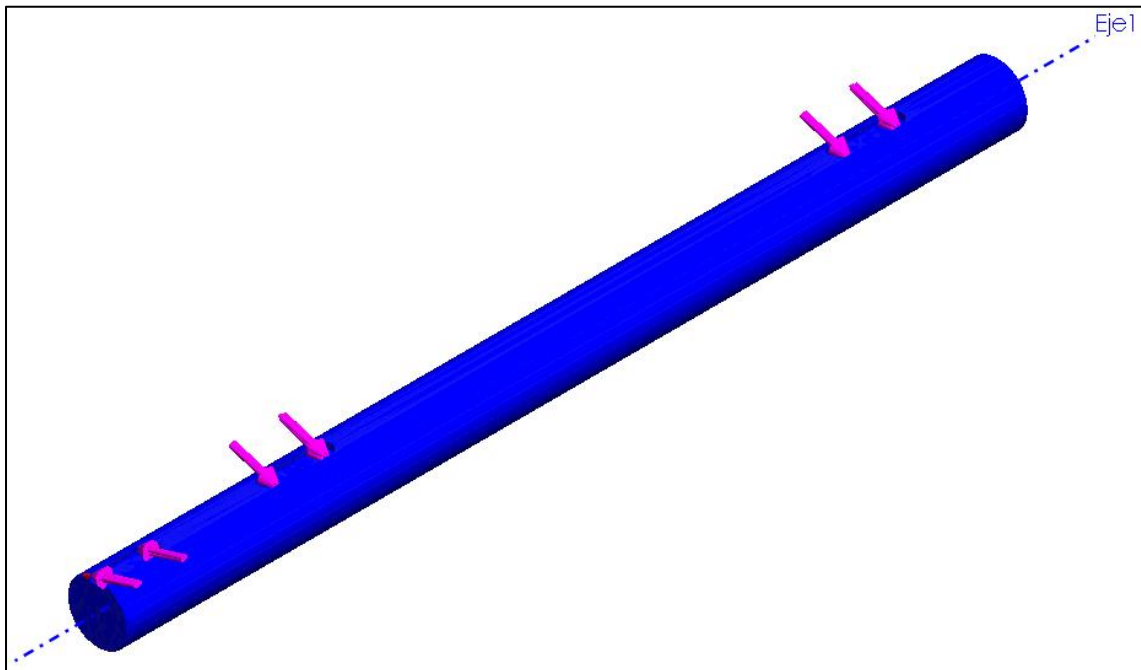


Figura 4.111: Simulación de fatiga del árbol motriz de CT6-3

#### 4.14.4. Pieza de arrastre de cintas CT6-1 y CT6-2

##### 4.14.4.1. Tensión de Von Mises

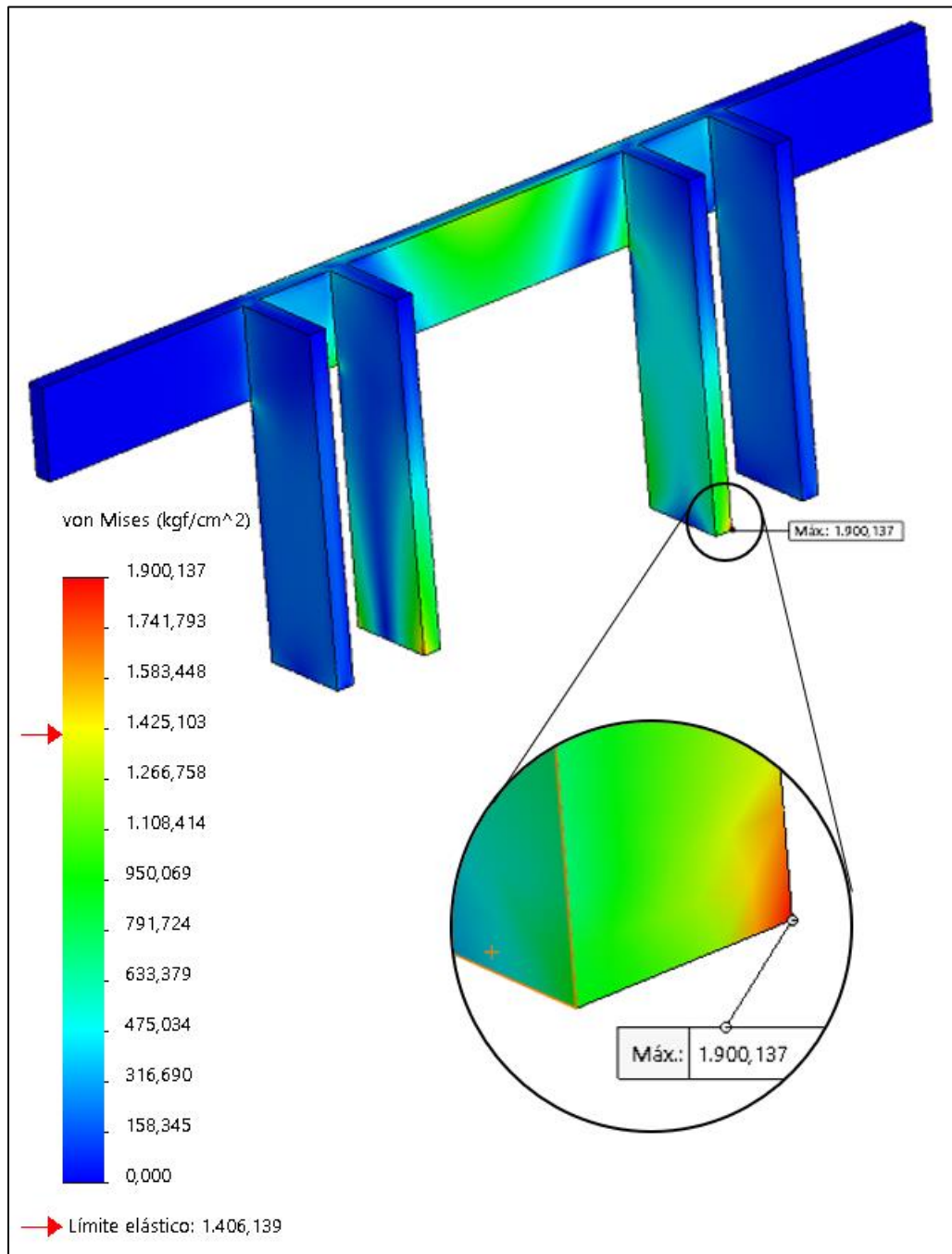


Figura 4.112: Simulación de las tensiones de Von Mises de las piezas de arrastre

En la Figura 4.112 se simula las tensiones de Von Mises, se puede concluir que la pieza de arrastre de las cintas CT6-1 y CT6-2 soportar las sollicitaciones a las que se encuentra. Nuevamente, se realizó un zoom en la zona donde la tensión de Von Mises supera el límite elástico, pero esto no será un inconveniente ya que es una zona puntual. A continuación, se realiza simulación de desplazamiento, deformación unitaria y fatiga:

#### 4.14.4.2. Desplazamiento

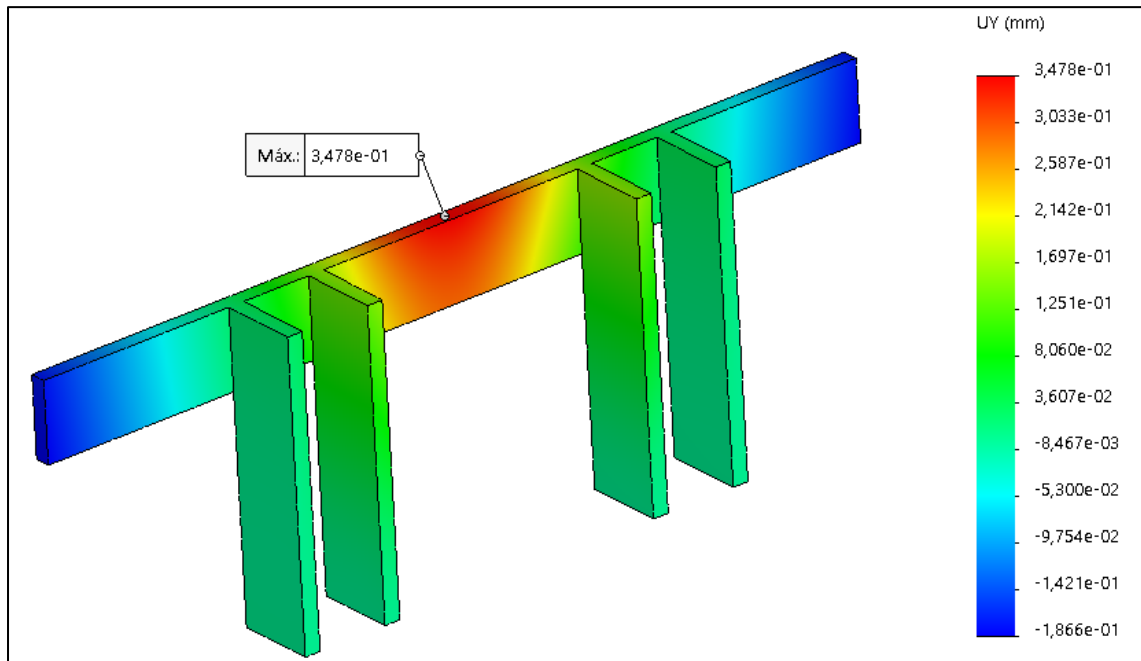


Figura 4.113: Simulación del desplazamiento de la pieza de arrastre de CT6-1 y CT6-2

#### 4.14.4.3. Deformaciones unitarias

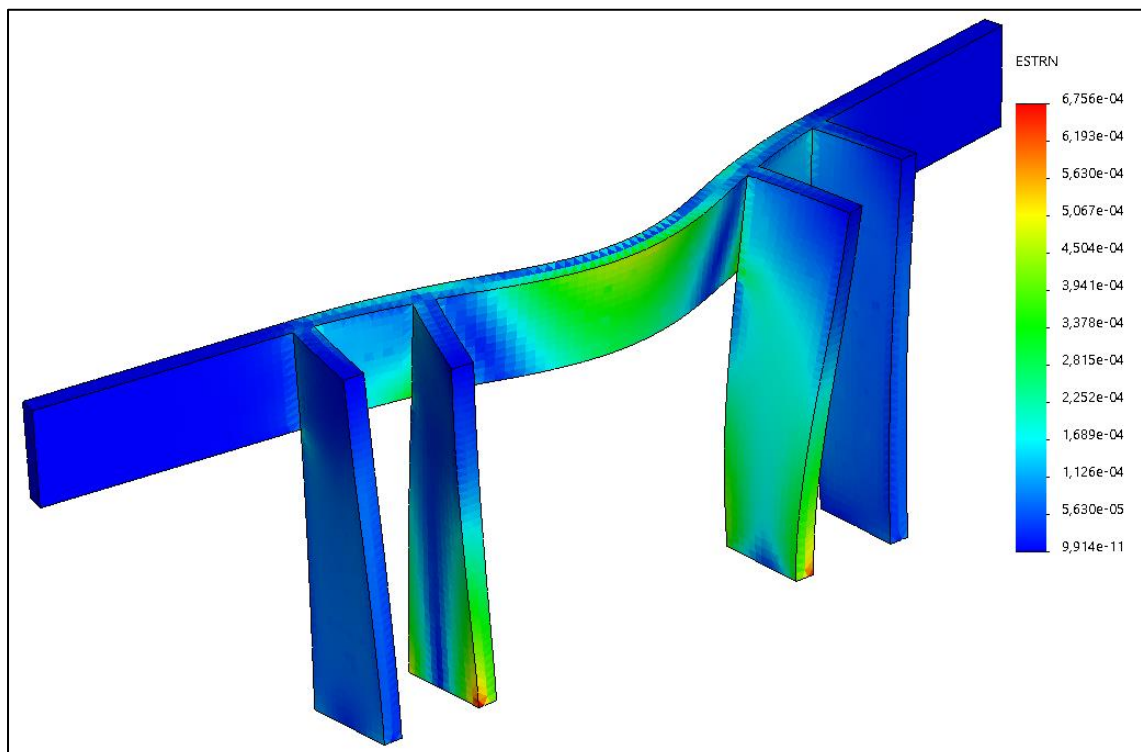


Figura 4.114: Simulación de deformaciones unitarias de la pieza de arrastre de CT6-1 y CT6-2

4.14.4.4. Fatiga

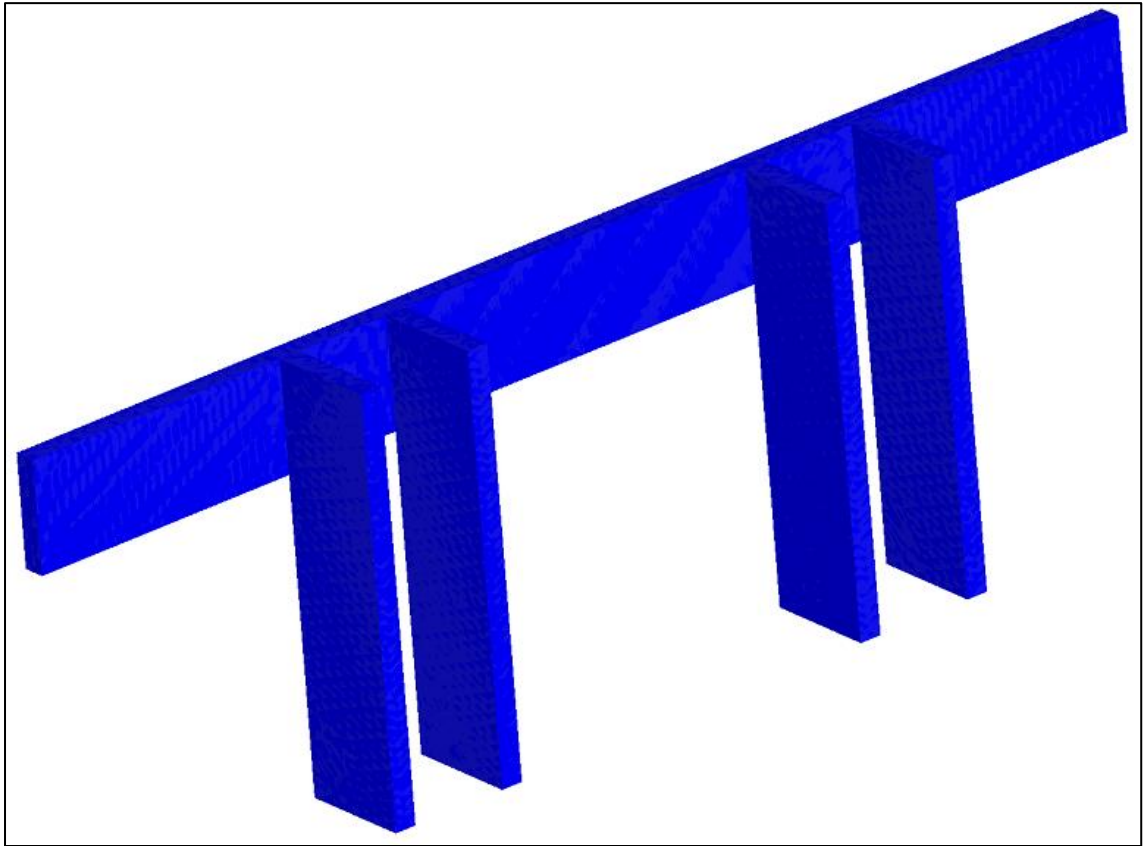


Figura 4.115: Simulación de fatiga de la pieza de arrastre de CT6-1 y CT6-2



#### 4.14.5. Pieza de arrastre de piezas de la plancha de deslizamiento PD6-2

##### 4.14.5.1. Tensión de Von Mises

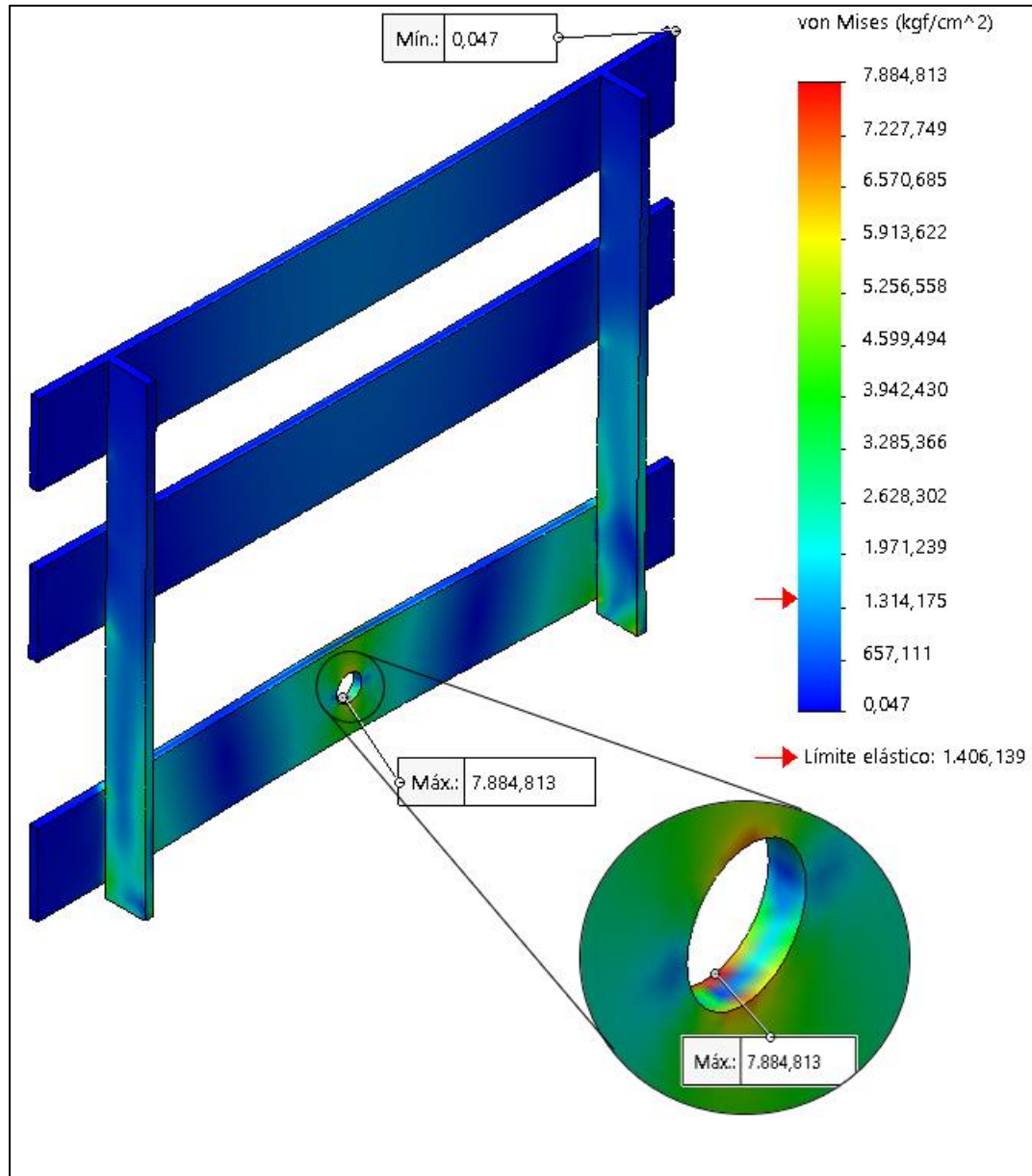


Figura 4.116: Simulación de las tensiones de Von Mises de la pieza de arrastre de PD6-2

En la Figura 4.116 se simula las tensiones de Von Mises, se puede concluir que la pieza de arrastre de la plancha de deslizamiento PD6-2, soportar las sollicitaciones a las que se encuentra. Nuevamente, se realizó un zoom en la zona donde la tensión de Von Mises supera el límite elástico, pero esto no será un inconveniente ya que es una zona puntual. A continuación, se realiza simulación de desplazamiento, deformación unitaria y fatiga:

4.14.5.2. Desplazamiento

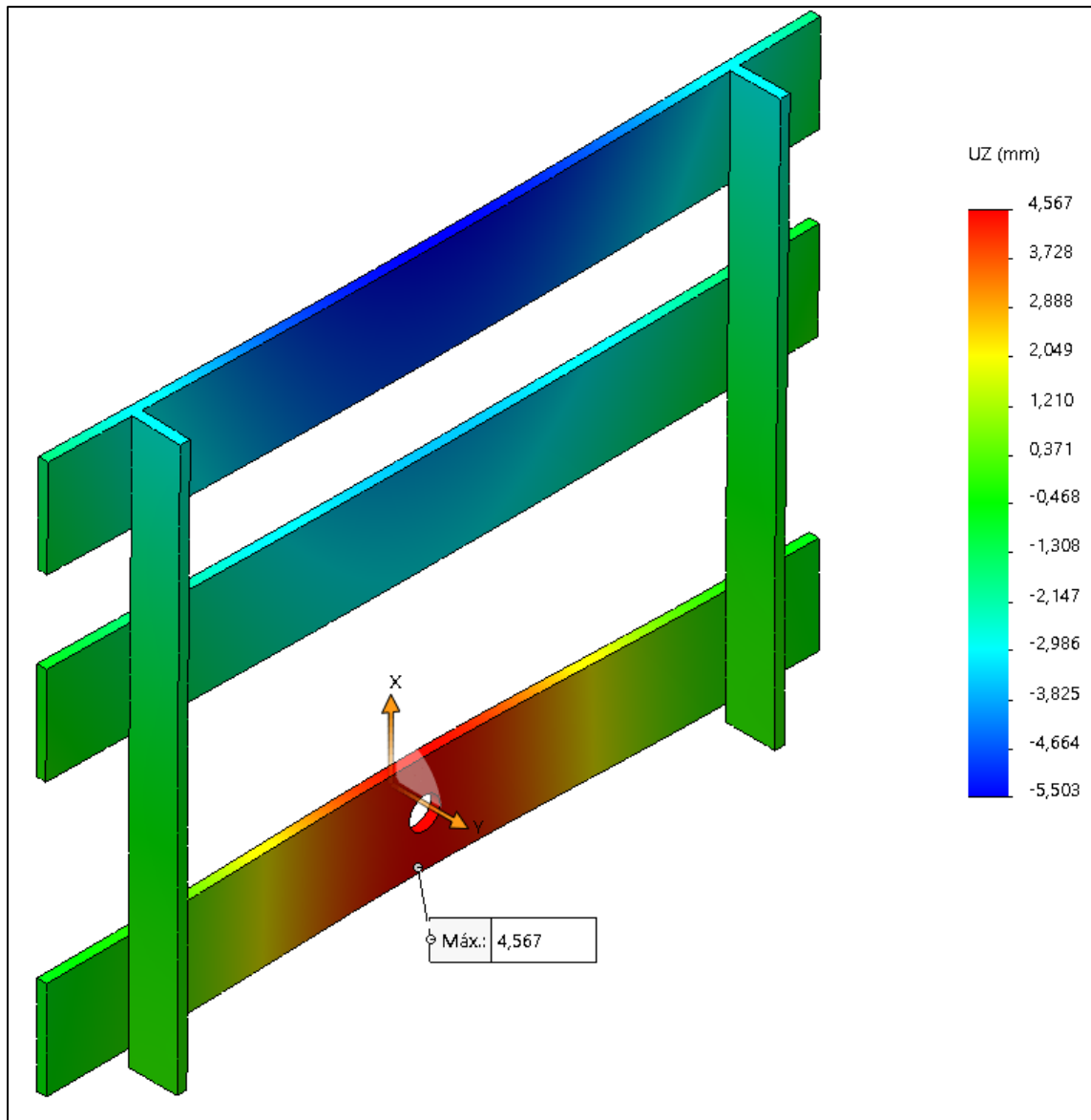


Figura 4.117: Simulación del desplazamiento de la pieza de arrastre de PD6-2



4.14.5.3. Deformaciones unitarias

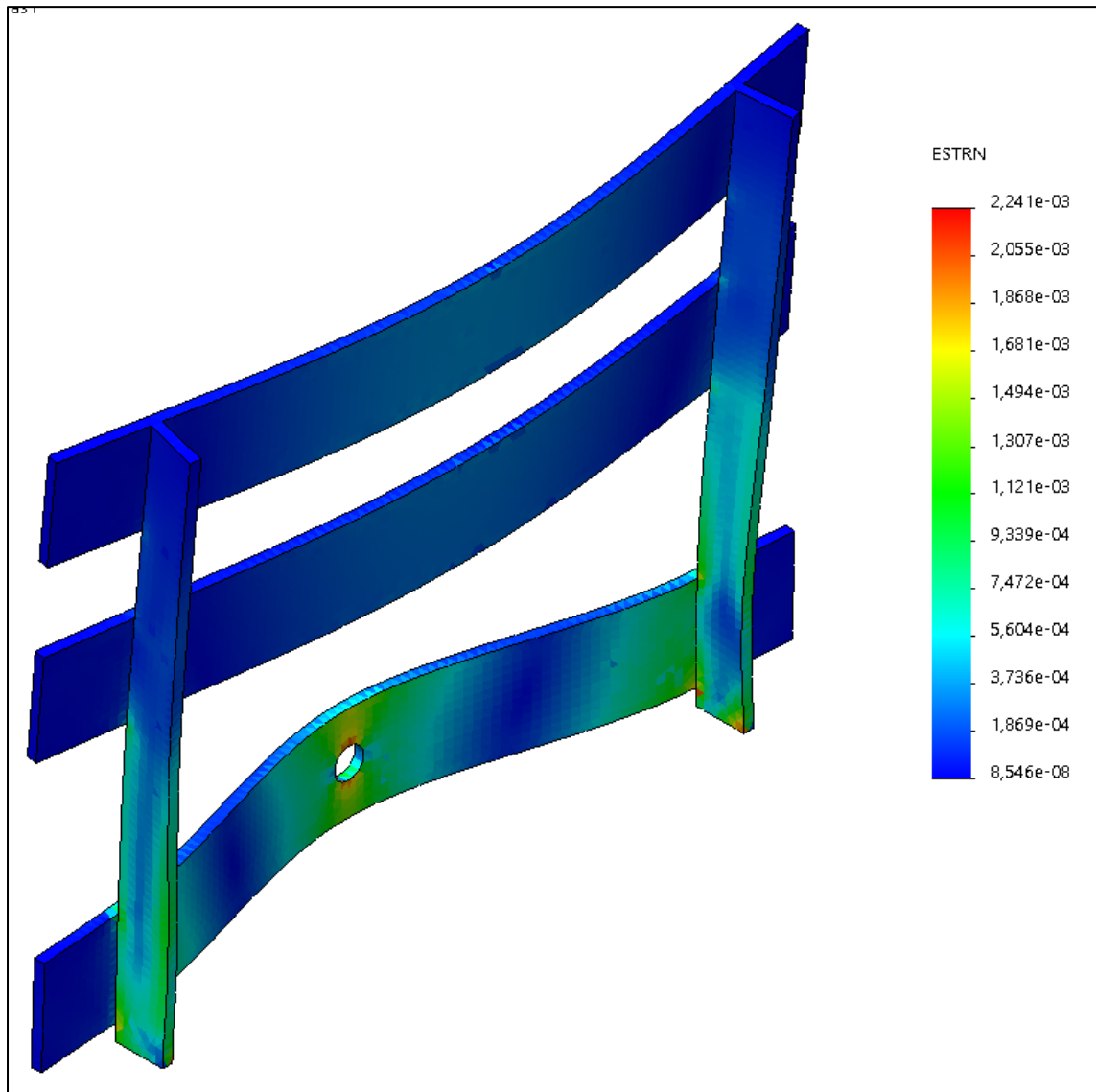


Figura 4.118: Simulación de deformaciones unitarias de la pieza de arrastre de PD6-2

4.14.5.4. Fatiga

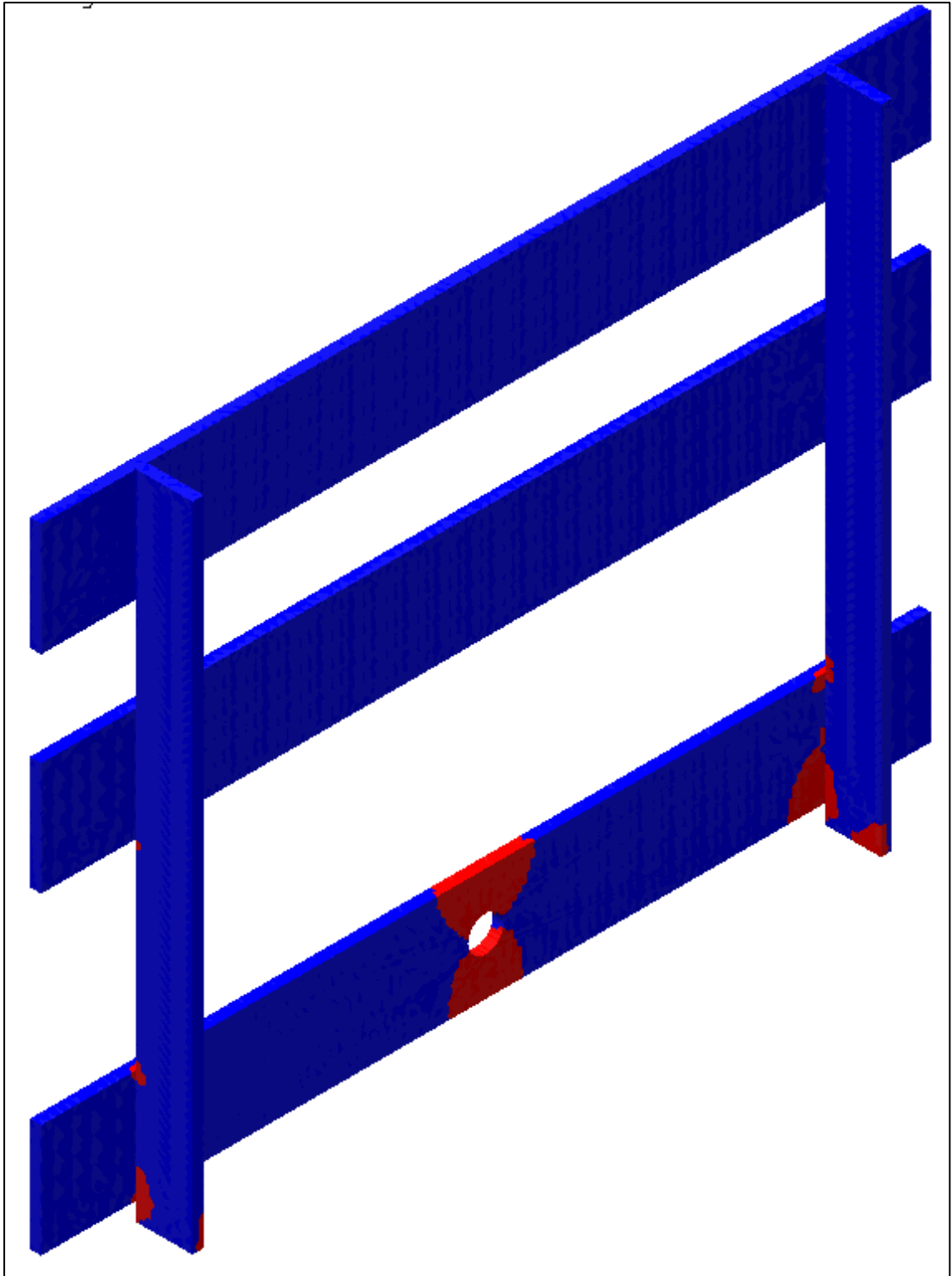


Figura 4.119: Simulación de fatiga de la pieza de arrastre de PD6-2

## 5. Cálculos eléctricos

### 5.1. Instalación eléctrica para la alimentación del horno a inducción

Como se mencionó, el nuevo horno de inducción no tendrá el convertidor estático de media frecuencia, ya que se utilizará el del horno a inducción de línea 5. Debido a esto, se debe alimentar el nuevo horno a inducción desde la llave de conmutación del horno de L5 hasta el banco de calentamiento de este.

#### 5.1.1. Descripción del estado actual de la instalación

El suministro de energía eléctrica a la planta por parte de CEG es por medio de una línea de 13.2 kV. Dicha línea ingresa a una celda de Media Tensión, modelo SM6 del fabricante Schneider Electric, compuesta por dos unidades: una equipada con interruptor automático y seccionador de aislamiento DM1-A y otra para la conexión de cables de entrada GAM-2. Además, posee un medidor de energía ION7550 del mismo fabricante en la parte superior.

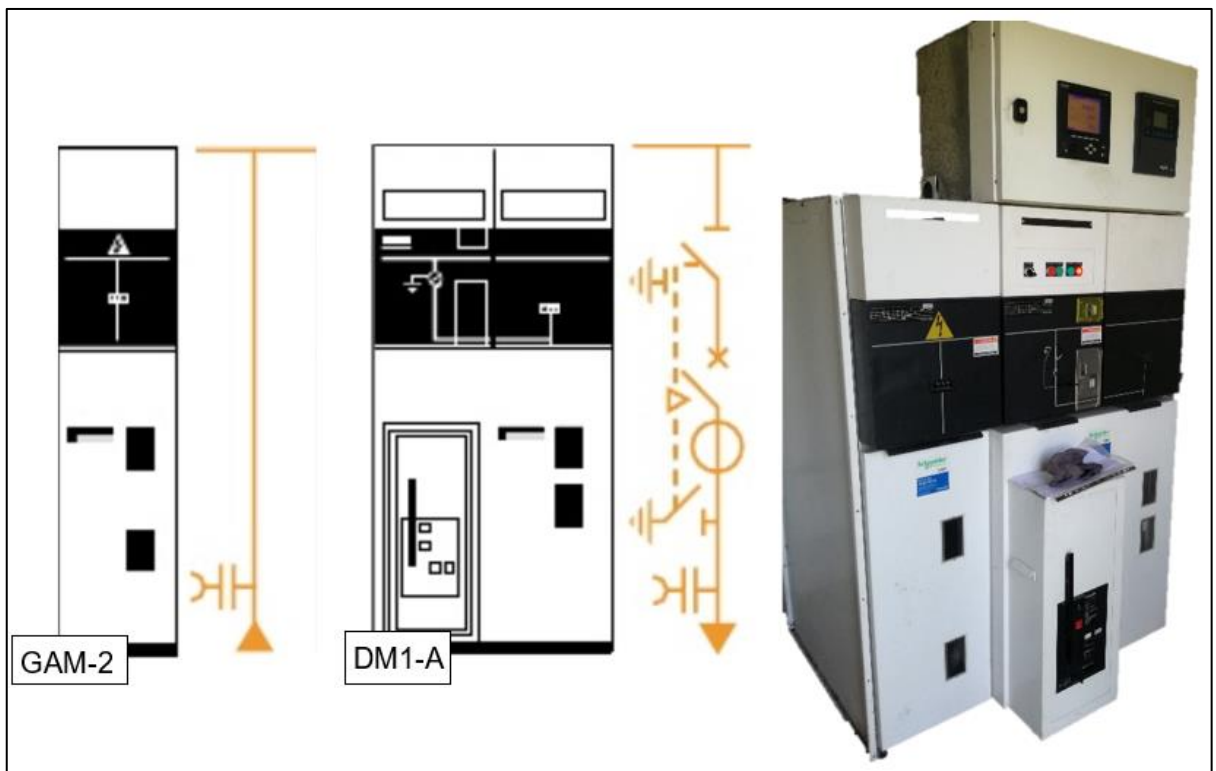


Figura 5.1: Celda media tensión con unidades GAM-2 y DM1-A

De esta celda, la línea se divide en dos nuevas líneas: una que alimenta al dispositivo de conmutación del horno y otra que alimenta el resto de la planta. Continuando con el análisis de la primeramente mencionada, esta se ubica enterrada e ingresa a una nueva celda SM6 compuesta por una unidad con seccionador-fusible QM y una unidad para la conexión de cables de entrada GAM-2.

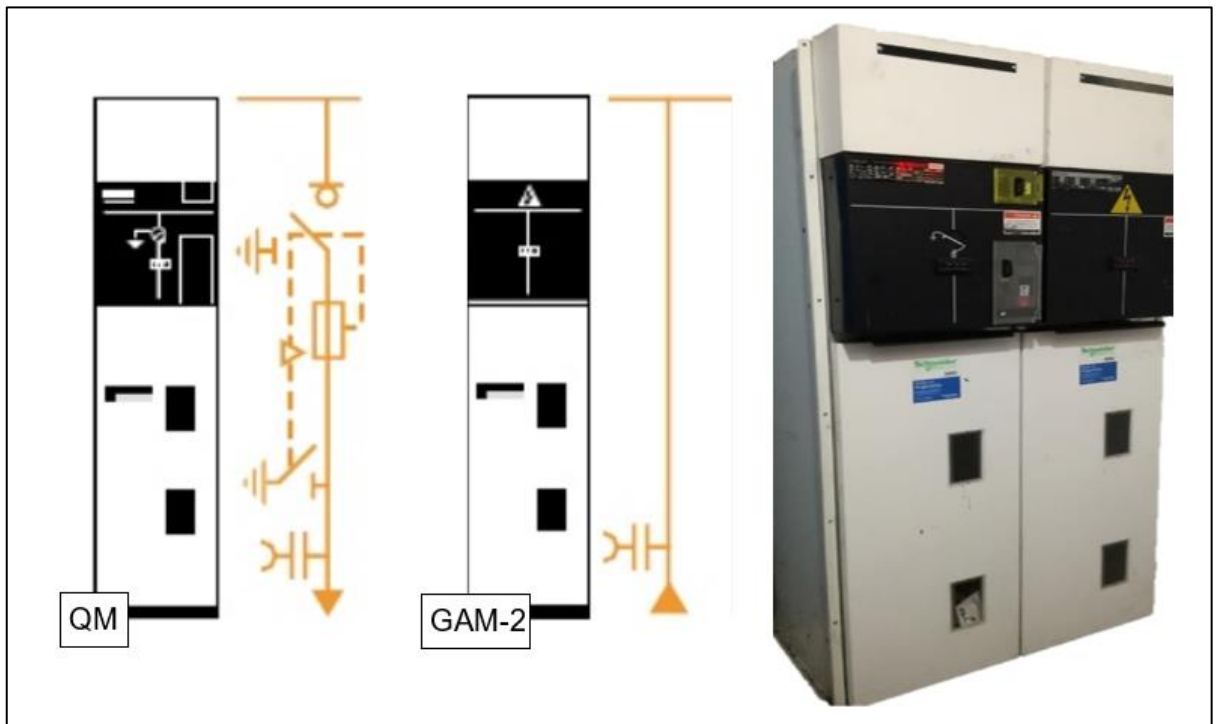


Figura 5.2: Celda media tensión con unidades GAM-2 y DM1-A

De esta segunda celda, la línea se dirige hacia un transformador trifásico de alimentación para disminuir la tensión hasta la requerida por el horno. Este transformador posee las siguientes características:

- Fabricante: MECOM
- Potencia nominal: 1720 kVA
- Tensión nominal primario: 13200 V
- Tensión nominal secundario: 525 V



Figura 5.3: Transformador 13,2 kV a 525 V

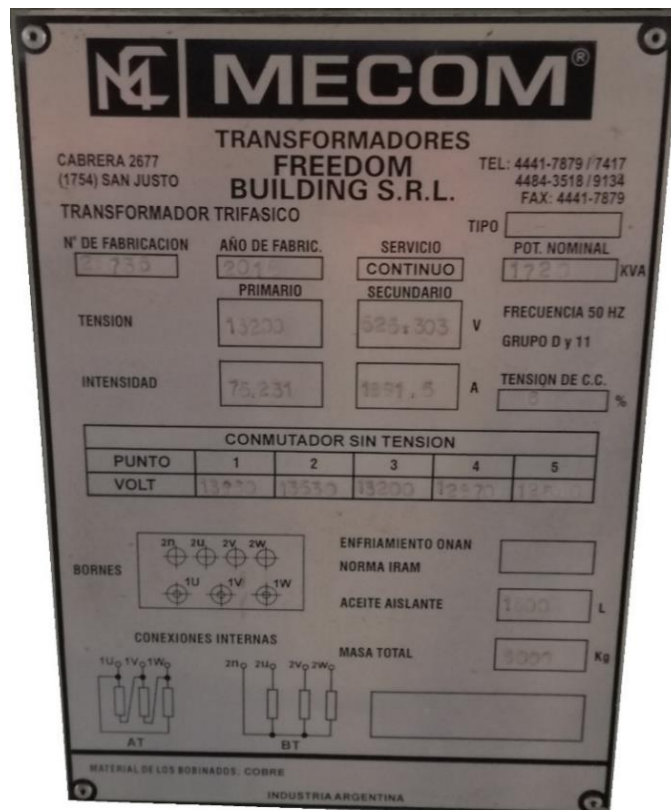
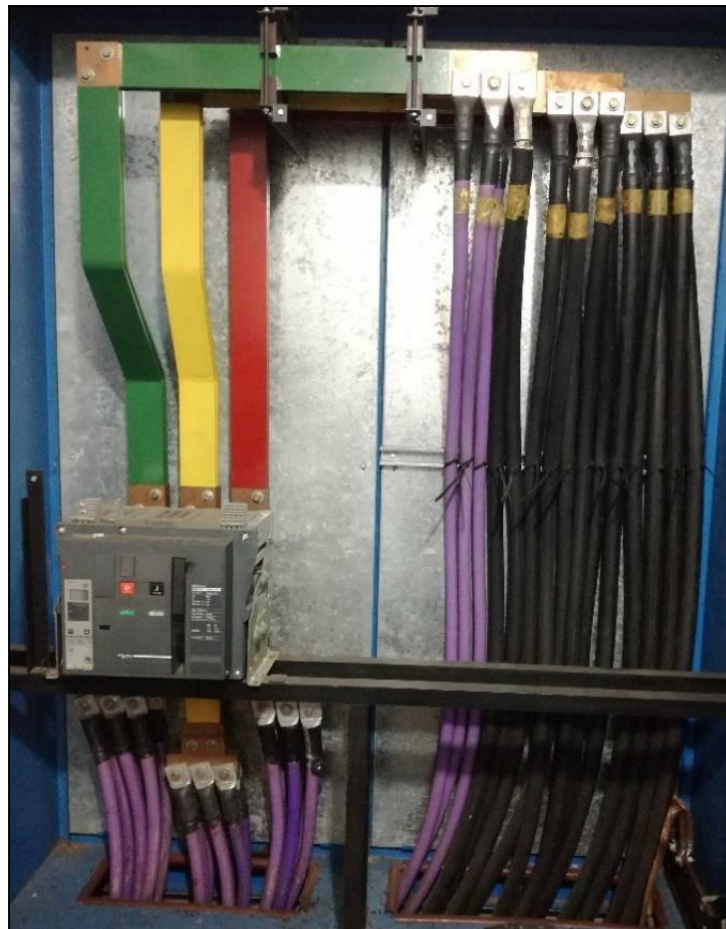


Figura 5.4: Placa de transformador Mecom

Los conductores que alimentan a los devanados tienen las siguientes secciones:

- Primario: 3 fases x 50 mm<sup>2</sup>
- Secundario: 3 fases x 7 conductores por fase x 300 mm<sup>2</sup>

Del secundario, los conductores ingresan a una casilla (la misma donde se ubica la segunda celda) y se conectan mediante un juego de barras a un interruptor en carga Masterpact NW32 H1.



*Figura 5.5: Conexión interruptor*

De dicho interruptor salen tres juegos de 7 conductores por fase (idénticos a los del secundario del transformador) y de manera directamente enterrada se conectan al convertidor de frecuencia del horno a inducción de la línea 5 (H15) por la parte inferior del mismo. Este convertidor demanda una potencia de 1720 kVA a una tensión de 525 V (C.A.).





Figura 5.6: Horno a inducción presente en la línea 5

Cabe aclarar que el nuevo horno que será instalado para la línea 6 utilizará el mismo convertidor de frecuencia del HI5, y mediante una llave conmutadora, se utilizará el convertidor de frecuencia para un horno u otro. Es decir, **en ningún momento funcionarán ambos hornos en simultáneo**, por lo que no aumentará la potencia demandada de la instalación. En base a esta aclaración se procede a verificar que la instalación actual esté correctamente diseñada.

### 5.1.2. Conductores de alimentación del Horno a Inducción

Nos contactamos con la empresa fabricante del horno a inducción, ELIND Induction Heating Technologies, para que nos informe sobre el correcto conexionado del mismo. Este conductor lo provee ELIND y es del tipo coaxial, y el costo de este esta contabilizado dentro del presupuesto del horno a inducción.

Desde el convertidor estático de frecuencia al banco de calentamiento hay una distancia de aproximadamente 10 metros, y el cable coaxial tiene la capacidad de transportar una corriente eléctrica con las siguientes especificaciones según ELIND.

- Corriente: para esta aplicación, y siendo conductores coaxiales, se realiza teniendo en cuenta un amperaje de 2400 A aproximadamente, en cada una de las fases.
- Tensión: 500 V.
- Frecuencia: 500 Hz.

En la Figura 5.7 se muestra la bornera de donde se realiza el conexionado del HI6 (imagen izquierda); y la llave para realizar la conmutación (imagen derecha). Ambas fotos fueron sacadas del HI5 que se encuentra en L5.



Figura 5.7: Bornes y llave de conmutación del horno a inducción de L5

El cable provisto por ELIND tiene las siguientes características:

**Cable coaxial de 700 mm<sup>2</sup> de sección.** Cada uno de estos conductores tiene una capacidad de conducir hasta 200 A, considerando una temperatura ambiente máxima de 50°C. Teniendo en cuenta lo anterior y, una tolerancia mínima para la seguridad, el número total de cables coaxiales para esta aplicación podría ser de 13: este número debe aumentarse en aproximadamente un 20% si están colocados en un conducto, porque, en este caso, la temperatura ambiente alrededor de los cables aumenta.



Figura 5.8: Cable coaxial de 700 mm<sup>2</sup> de sección



**Según lo dicho anteriormente, y consultándolo con el ingeniero de la empresa Futura Hermanos, nos recomendaron que el número de cables coaxiales en cada una de las fases sea de 14, esto es teniendo en cuenta el tipo de canalización que colocaran para el conductor de alimentación del horno.**

El uso de cables coaxiales, para esta aplicación (frecuencia media), es debido a la necesidad de reducir los flujos de dispersión a los valores más bajos posibles. El cable coaxial provisto por ELIND Induction Heating Technologies, están hechos de 2 conductores concéntricos de cobre:

- Uno central, llamado núcleo, que es el encargado de transmitir la potencia desde la llave de conmutación del horno de L5 hasta el nuevo horno de L6. Este conductor está formado por alambres de cobre recocido, de tipo flexible.
- El segundo conductor, llamado blindaje, sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Este conductor está formado por alambres de cobre rojo recocido.

Entre ambos conductores concéntricos se encuentra una capa aislante llamado dieléctrico, cuyas características dependerá principalmente de la calidad del cable. El conductor provisto por ELIND, tiene una capa aislante de polietileno de alta densidad.

El aislante exterior del conductor está formado por una vaina de PVC de calidad "Rz" de color rojo.

## 5.2. Instalación eléctrica para la alimentación de los motores

### 5.2.1. Ubicación de los tableros de alimentación de los motores

Los tableros presentes en la planta próximos a la línea 6 son los que se muestran en la siguiente figura:

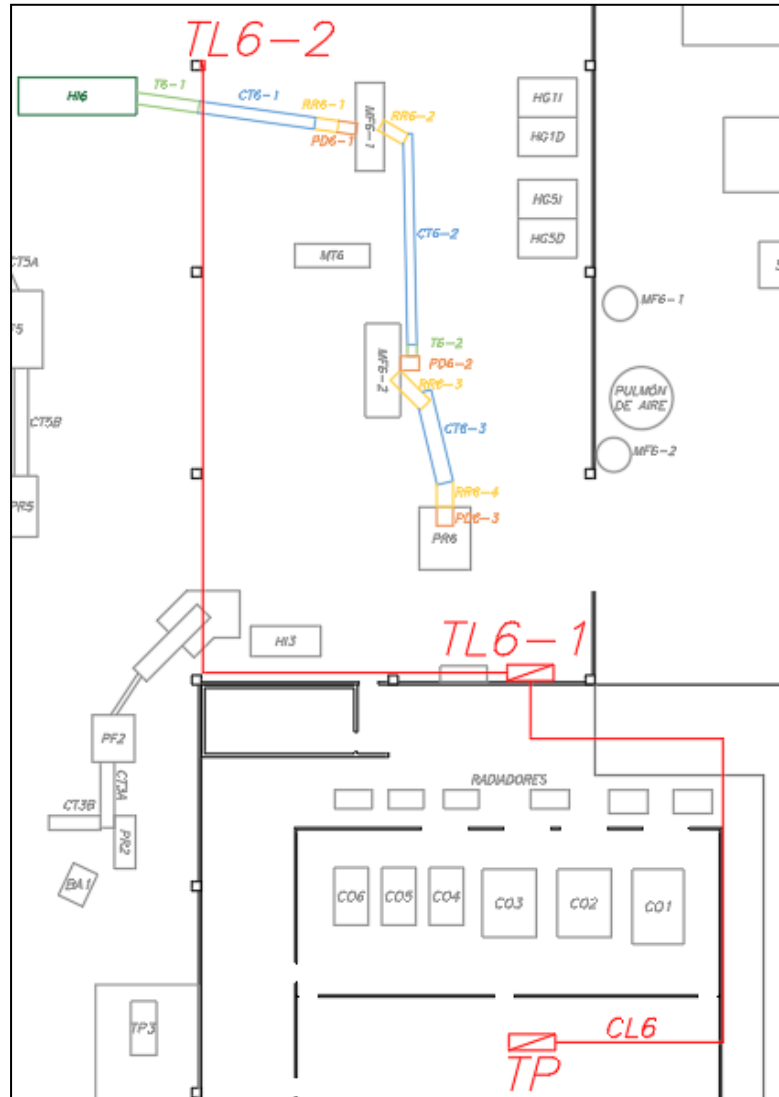


Figura 5.9: Ubicación de los tableros de alimentación de los motores

En base a lo solicitado por la empresa, el motor de CT6-1 se alimentará del tablero TL6-2, en cambio el motor de CT6-2 y el de CT6-3 se alimentarán del tablero TL6-1.

Estos tableros se mencionarán como “tableros primarios”.

**Los conductores que van del tablero principal TP al tablero TL6-1 y del tablero TL6-1 al tablero TL6-2 no serán verificados ya que alimentan otras cargas además de las de los transportadores del presente proyecto.**

5.2.1.1. Disposición de los tableros y las protecciones

En los anteriormente mencionados tableros primarios se colocará un interruptor termomagnético y un interruptor diferencial. Mediante un conductor enterrado se vincula el tablero primario con el tablero propio de cada transportador, llamado secundario. La codificación de los tableros secundarios será con el prefijo TS (Tablero Secundario) y el número de transportador al que alimenta. Es decir, tendremos los siguientes tableros:

De tablero primario TL6-2: tablero secundario TS6-1.

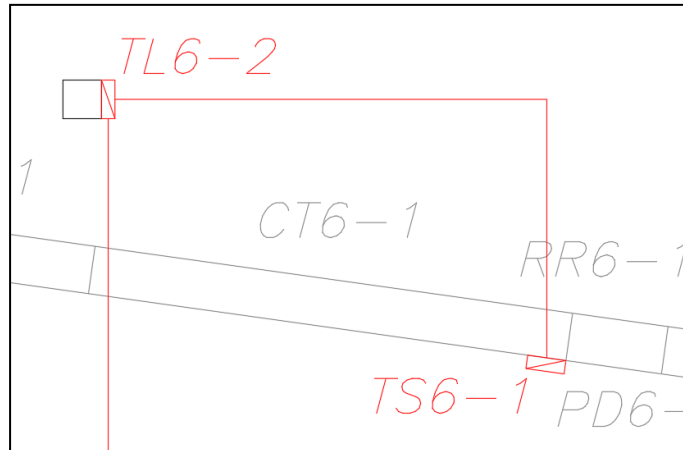


Figura 5.10: Recorrido de la línea desde tablero TL6-2 a tablero TS-1

De tablero primario TL6-1: tableros secundarios TS6-2 y TS6-3.

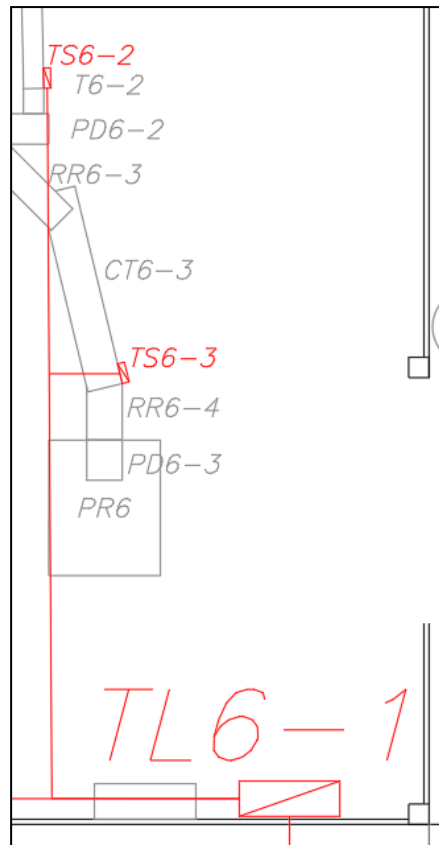


Figura 5.11: Recorrido de la línea desde tablero TL6-1 a tablero TS-2 y TS-3

El recorrido estimado de los conductores se realizó de esta manera siguiendo las canalizaciones que ya se encuentran realizadas en la planta. Cabe aclarar que, a pedido de la empresa, el conductor que va al tablero TS6-2 es independiente del que va al TS6-3, es decir, ambos parten como un único conductor tetrapolar desde el tablero TL6-1, de la misma manera que el que va al tablero TL6-2.

Cada tablero secundario contendrá el circuito de potencia, compuesto por un guardamotor y un contactor, y el circuito de comando, compuesto por un transformador, pulsadores de marcha y parada e indicadores lumínicos. Estos tableros irán ubicados sobre la estructura de cada cinta del lado donde la misma descarga las piezas.

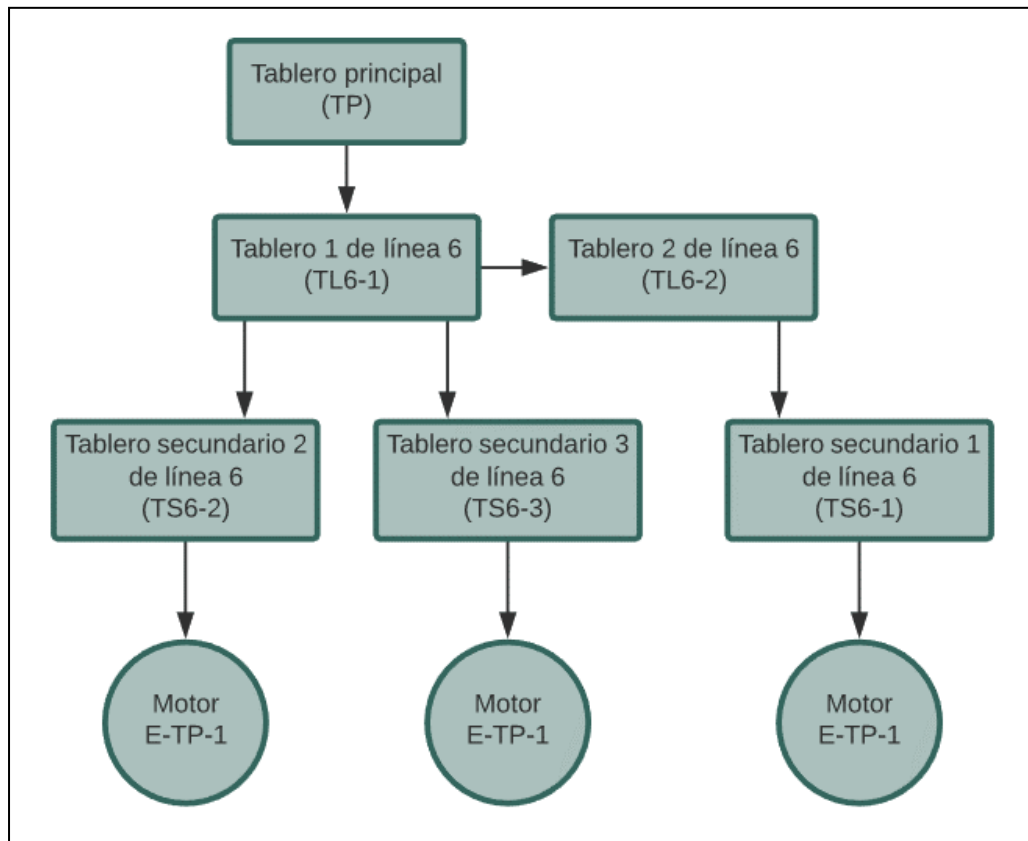


Figura 5.12: Esquema de tableros

### 5.2.2. Cálculo y selección de los conductores

Los conductores para dimensionar son:

- CP1: conecta TL6-2 con TS6-1
- CP1-1: conecta TS6-1 con motor E-TP-1 ubicado en transportador CT6-1
- CP2: conecta TL6-1 con TS6-2
- CP2-1: conecta TS6-2 con motor E-TP-1 ubicado en transportador CT6-2
- CP3: conecta TL6-1 con TS6-3
- CP3-1: conecta TS6-3 con motor E-TP-1 ubicado en transportador CT6-3

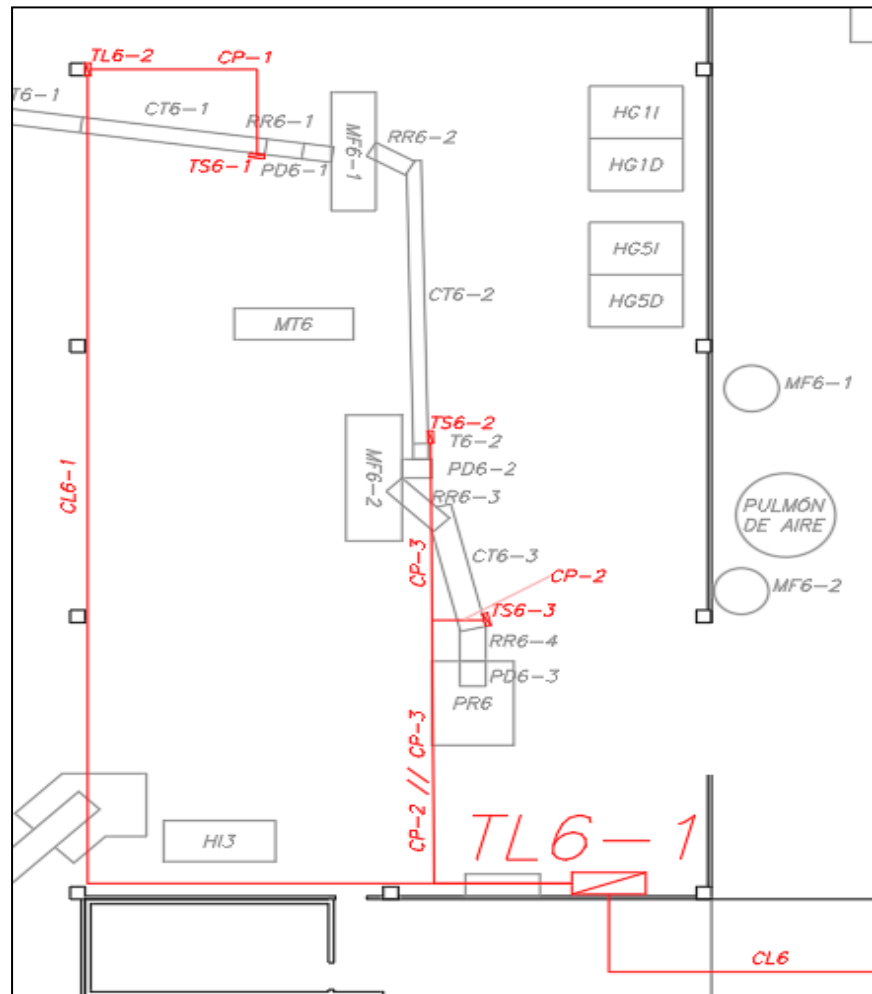


Figura 5.13: Disposición de conductores

El dimensionamiento de las líneas se realiza siguiendo las recomendaciones del fabricante Prismyan. En su catálogo considera lo adoptado en el Reglamento AEA (ver anexo A), que, a su vez, se corresponden con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 60364-5-523.

La determinación de las intensidades admisibles en los cables descritos en esta publicación se ajustará a lo prescrito en el Reglamento de Instalaciones de Baja Tensión de la AEA, y a los métodos tradicionales de cálculo de corrientes basados en procedimientos de la IEC.

#### 5.2.2.1. Modos de instalación

Los conductores CP1, CP2 y CP3 se dispondrán de manera enterrada mediante canalizaciones en el hormigón protegidas mecánicamente con chapa.

Los conductores CP1-1, CP2-1 y CP3-1 se dispondrán dentro de caños metálicos flexibles entre el tablero secundario y la placa de bornes del motor.

#### 5.2.2.2. Clasificación por influencias externas - facilidad de evacuación

La clasificación de la instalación en función de la facilidad de evacuación es la siguiente:

Sigla	Características	Descripción
<b>BD1</b>	Baja densidad de ocupación y condiciones fáciles de evacuación.	Casas habitación, comercios y edificios de baja altura.
<b>BD2</b>	Baja densidad de ocupación y condiciones difíciles de evacuación.	Edificios de gran altura, sótanos, locales de reunión, trabajo, etc. con ocupación < 50 personas
<b>BD3</b>	Elevada densidad de ocupación y condiciones fáciles de evacuación.	Son locales de reunión, trabajo, ferias, salones, etc. con ocupación > 50 personas.
<b>BD4</b>	Elevada densidad de ocupación y condiciones difíciles de evacuación.	Edificios de uso sanitario, de detención, de espectáculos o entretenimientos y similares.

Figura 5.14: Clasificación de la instalación en función de la facilidad de evacuación

En el presente proyecto, la sigla correspondiente es BD1, debido a que en el galpón donde se ubica la línea 6 existe una baja densidad de ocupación (< 50 personas) y condiciones fáciles de evacuación.

En base a esta clasificación, los cables se seleccionan con la siguiente tabla:

Cable Prysmian	Tipo de Instal.	Tipo de Canal.	Facilidad de Evacuación			
			BD1	BD2	BD3	BD4
Superastic	Instalación Interior	Bandejas	Tierra	NO	NO	NO
Afumex 750			Tierra	Tierra	Tierra	Tierra
Sintenax Valio			SI	NO	NO	NO
Sintenax Comando			SI	NO	NO	NO
Afumex 1000			SI	SI	SI	SI
Retenax Valio		NO	NO	NO	NO	
Superastic		Cañerías	SI	NO	NO	NO
Afumex 750			SI	SI	SI	SI
Sintenax Valio			SI	NO	NO	NO
Sintenax Comando			SI	NO	NO	NO
Afumex 1000	SI		SI	SI	SI	
Retenax Valio	NO	NO	NO	NO		
Superastic	Instalación Subterránea	Directamente Enterrada o en conductos	NO	NO	NO	NO
Afumex 750			NO	NO	NO	NO
Sintenax Valio			SI	SI	SI	SI
Sintenax Comando			SI	SI	SI	SI
Afumex 1000			SI	SI	SI	SI
Retenax Valio	SI	SI	SI	SI		

Figura 5.15: Conductores permitidos en función de la facilidad de evacuación

### 5.2.2.3. Clasificación por influencias externas - capacidad de las personas

La clasificación de la instalación en función de la capacidad de las personas es la siguiente:

Sigla	Características	Descripción
<b>BA1</b>	Normal u ordinaria.	Personas normales y corrientes.
<b>BA2</b>	Niños.	Niños en locales proyectados para niños (guardería, jardines de infantes)
<b>BA3</b>	Discapacitados.	Personas discapacitadas, enfermas, inválidas, lisiadas o ancianas.
<b>BA4</b>	Instruidos en seguridad eléctrica.	Personas instruidas en temas eléctricos: personal de operación y mantenimiento
<b>BA5</b>	Capacitados en seguridad eléctrica.	Personas calificadas en temas eléctricos: ingenieros y técnicos

Figura 5.16: Clasificación de la instalación en función de capacidad de las personas

En el presente proyecto, la sigla correspondiente es BA1.

En base a esta clasificación, los cables se seleccionan con la siguiente tabla:

Cable Prysmian	Tipo de Instal.	Tipo de Canal.	Capacidad de las Personas				
			BA1	BA2	BA3	BA4	BA5
Superastic	Instalación Interior	Bandejas	Tierra	NO	NO	Tierra	Tierra
Afumex 750			Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra
Sintenax Valio			SI	NO	NO	SI	SI
Sintenax Com.			SI	NO	NO	SI	SI
Afumex 1000			SI	SI	SI	SI	SI
Retenax Valio			NO	NO	NO	NO	NO
Superastic		Cañerías	SI	NO	NO	SI	SI
Afumex 750			SI	SI	SI	SI	SI
Sintenax Valio			SI	NO	NO	SI	SI
Sintenax Com.			SI	NO	NO	SI	SI
Afumex 1000			SI	SI	SI	SI	SI
Retenax Valio			NO	NO	NO	NO	NO
Superastic	Instalación Subterránea	Directamente Enterrada o en conductos	NO	NO	NO	NO	NO
Afumex 750			NO	NO	NO	NO	NO
Sintenax Valio			SI	SI	SI	SI	SI
Sintenax Com.			SI	SI	SI	SI	SI
Afumex 1000			SI	SI	SI	SI	SI
Retenax Valio			SI	SI	SI	SI	SI

Figura 5.17: Conductores permitidos en función de la capacidad de las personas

El conductor seleccionado es tipo Sintenax Valio (conductor de cobre) del fabricante Prysmian, que están diseñados para la distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas. Especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios.

#### 5.2.2.4. Factores de corrección

Cuando las condiciones de la instalación sean distintas a las utilizadas como referencia (un circuito de tres cables unipolares en contacto mutuo o un cable multipolar, enterrados a 0.70 metros de profundidad en un terreno a 25°C y 1 K·m/W de resistividad térmica) se tomarán los factores de corrección que se detallan a continuación:

- Factor de corrección para temperaturas del terreno distintas de 25°C: no se considera.
- Factor de corrección para una resistividad térmica del terreno distinta de 1 K·m/W: como el suelo de la zona es de tierra normal seca no se considera este factor.

- Factor de reducción para agrupamientos en cañerías y conductos enterrados: únicamente se consideraría para CP2 y CP3 ya que ambos compartirán la misma canalización. Para dos conductores en contacto se considera un factor de 0.8. Para una uniformidad de sección de conductores, se utilizará este factor para todos los conductores de la línea.
- Factor de corrección para diferentes profundidades de tendido: se colocarán los conductores a una profundidad de 0.7 m, por lo tanto, no se considera este factor.

Los motores de los transportadores tienen una potencia de 3 kW, conectados en estrella consumen una corriente de línea de:

$$I_L [A] = \frac{P [W]}{\sqrt{3} \cdot U_L [V] \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

Del catálogo del fabricante:

- P: 3000 W
- U<sub>L</sub>: 380 V
- Cos φ: 0.78
- η: 0.88

$$I_{L \text{ Teórico}} = \frac{3000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 0.78 \cdot 0.88} = 6.3 \text{ A}$$

Aplicando el factor de corrección para agrupamientos mencionado anteriormente:

$$I_L = \frac{I_{L \text{ Teórico}}}{0.8} = 7.875 \text{ A}$$

### 5.2.2.5. Selección por corriente nominal

El fabricante brinda una tabla de intensidad máxima admisible en amperes, en función del método de instalación. Para los conductores CP1, CP2 y CP3 verifica el cable de sección nominal 1.5 mm<sup>2</sup>, ya que posee una intensidad máxima admisible de 20 A. Para los conductores CP1-1, CP2-1 y CP3-1 también verifica dicha sección, ya que en este caso posee una intensidad máxima admisible de 13 A.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Método B1 y B2 Embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido		Método E Bandeja perforada		Sección nominal mm <sup>2</sup>	Método D1	Método D1	Método D2	Método D2	Método D2
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		Caño enterrado	Caño enterrado	Directamente enterrado	Directamente enterrado	Directamente enterrado
1,5	14	13	17	15	19	16	1,5	25	20	28	29	25
2,5	20	17	23	21	26	22	2,5	33	27	37	39	34
4	26	23	31	28	35	30	4	43	35	47	51	44
6	33	30	40	36	44	37	6	53	44	59	65	55
10	45	40	55	50	61	52	10	71	58	80	88	74
16	60	54	74	66	82	70	16	91	75	104	112	95
25	78	70	97	84	104	88	25	117	96	134	137	117
35	97	86	120	104	129	110	35	140	115	162	164	140
50	-	103	146	125	157	133	50	-	137	198	-	173
70	-	130	185	160	202	170	70	-	169	240	-	211
95	-	156	224	194	245	207	95	-	201	280	-	254
120	-	179	260	225	285	240	120	-	228	324	-	290
150	-	-	299	260	330	278	150	-	258	363	-	325
185	-	-	341	297	378	317	185	-	289	405	-	369
240	-	-	401	350	447	374	240	-	333	475	-	428
300	-	-	461	403	516	432	300	-	377	533	-	484

Figura 5.18: Intensidad máxima admisible [A] de Sintenax Valio en función del método de instalación



### 5.2.2.6. Verificación del cable por caída de tensión

Teniendo como dato la distancia de tablero a tablero (L), corriente (I), resistencia (R) y reactancia (X), donde X y R son obtenidos mediante catálogo, se aplica la siguiente formula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) [V] \rightarrow \text{Método aproximado}$$

Los conductores tendrán una sección tal que no produzcan caídas de tensiones inaceptables para el normal funcionamiento de los artefactos conectados en el circuito.

Los porcentajes máximos de caída de tensión admitidos para circuitos de uso específicos que alimentan sólo motores es un 5% del valor nominal de la tensión de funcionamiento en régimen y 15% durante el arranque, según 771.13 (AEA 90364-7-771, 2006).

Los valores de resistencia y reactancia, obtenidos del catálogo del conductor, son:

- R = 15.9  $\Omega$ /km
- X = 0.108  $\Omega$ /km

Los valores de coseno y seno de fi son:

- En régimen (datos del fabricante):
  - cos  $\varphi$ : 0.78
  - sen  $\varphi$ : 0.62578
- Durante el arranque, según 771.19.7 (AEA 90364-7-771, 2006):
  - cos  $\varphi$ : 0.3
  - sen  $\varphi$ : 0.95

La corriente en cada conductor es:

- En régimen: I = 7.875 A
- Durante el arranque: I = 7.8 \* I<sub>régimen</sub> = 61.43 A (dato obtenido del catálogo del fabricante)

Las siguientes tablas, muestran la sección del cable para cada tramo de la instalación, teniendo en cuenta si verifica la caída de tensión admisible para cada caso:

En régimen									
Conductor	S [mm <sup>2</sup> ]	R [ $\Omega$ /km]	X [ $\Omega$ /km]	L [m]	I [A]	$\Delta U$ [V]	$\Sigma \Delta U$ [V]	$\Delta U$ [%]	¿Verifica?
CP1	1,5	15,9	0,108	7,5	7,9	1,28	1,28		
CP1-1	1,5	15,9	0,108	1	7,9	0,17	1,45	0,38	SI
CP2	1,5	15,9	0,108	17,7	7,9	3,01	3,01		
CP2-1	1,5	15,9	0,108	1	7,9	0,17	3,18	0,84	SI
CP3	1,5	15,9	0,108	13,4	7,9	2,28	2,28		
CP3-1	1,5	15,9	0,108	1	7,9	0,17	2,45	0,64	SI

Tabla 5.1: Caída de tensión según sección del cable

Durante el arranque									
Conductor	S [mm <sup>2</sup> ]	R [Ω/km]	X [Ω/km]	L [m]	I [A]	ΔU [V]	ΣΔU [V]	ΔU [%]	¿Verifica?
CP1	1,5	15,9	0,108	7,5	61,4	3,88	3,88		
CP1-1	1,5	15,9	0,108	1	61,4	0,51	4,40	1,16	SI
CP2	1,5	15,9	0,108	17,7	61,4	9,17	9,17		
CP2-1	1,5	15,9	0,108	1	61,4	0,51	9,69	2,55	SI
CP3	1,5	15,9	0,108	13,4	61,4	6,94	6,94		
CP3-1	1,5	15,9	0,108	1	61,4	0,51	7,46	1,96	SI

Tabla 5.2: Caída de tensión durante el arranque.

### 5.2.2.7. Conductor de protección

El conductor seleccionado es tipo Superastic Flex (conductor de cobre electrolítico recocido) del fabricante Prysmian, que son los recomendados para puesta a tierra según las tablas de selección anteriormente mencionadas. Este conductor está diseñado bajo norma IRAM NM 247-3. En el apartado 771.18.5.6, el reglamento AEA 90364-7-771 (2006) establece:

771.18.5.6: Conductor de protección
<p>La puesta a tierra de las partes conductoras accesibles (masas eléctricas) se realizará por medio de un conductor, denominado "conductor de protección" (PE) de cobre electrolítico aislado (ver nota 1) conforme a normas IRAM NM 247-3, IRAM 2178, IRAM 62266 o IRAM 62267, que recorrerá la instalación integralmente, incluyendo aquellas cajas y bocas que no posean tomacorrientes, desde la barra o juego de bornes que conforman la barra principal de tierra, salvo los circuitos secundarios de MBTS. Su sección nominal mínima deberá seleccionarse de entre los valores de la <a href="#">Tabla 771.18.III</a>.</p> <p>Nota 1: Salvo en bandejas o canales donde se acepta desnudo en determinadas condiciones de instalación (ver <a href="#">771.12.3.9</a> y <a href="#">771.12.3.11</a>).</p> <p>En ningún caso la sección del conductor de protección será menor que 2,5 mm<sup>2</sup>. Cuando los circuitos de alimentación sean dimensionados con los valores que arroje el cálculo por caída de tensión, el conductor PE podrá tener una sección distinta y menor a la de las fases, siempre que cumpla con su respectivo cálculo térmico y verificación al cortocircuito (estos cálculos deberán ser parte de la Memoria Técnica).</p> <p>El conductor de protección no deberá interrumpirse en ningún punto de su recorrido, con excepción de los eventuales cambios de sección a realizar en los tableros seccionales y de los empalmes.</p> <p>Nota 2: Cuando un conductor de protección recorre una instalación atravesando en su recorrido cajas o gabinetes metálicos, las cajas, gabinetes y cañerías deben conectarse a tierra derivando desde el conductor de protección que recorre la instalación, sin que este sea cortado, tramos de conductores aislados bicolor verde y amarillo, estando prohibida la conexión a tierra de las masas en serie (guinalda).</p>

Figura 5.19: Reglamento AEA para conductores de protección

Por lo tanto, la sección del conductor será de 2.5 mm<sup>2</sup> con aislante de color verde y amarillo.



Características técnicas								
Sección nominal	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resistencia Eléctrica máxima a 20°C y c.c.
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	 (1) A	 (2) A	V/A km	ohm/km
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98

Figura 5.20: Características técnicas del conductor Superastic Flex

### 5.2.2.8. Conductor de comando

Para el circuito de comando se utilizará el cable Sintenax Valio Comando (IRAM 2268) del fabricante Prysmian, sección 2x1.5 mm<sup>2</sup>:

Características técnicas									
Formación	Diám. Cond. aproximado	Espesor nominal de aislación	Espesor de cubierta sin blindaje	Espesor de cub. c/ blindaje corrugado sin armar	Diám. ext. aprox. sin blindaje	Diám. ext. apr. con blindaje corrugado sin armar	Masa aprox. Sin blindaje	Masa aprox. Con blindaje corrugado sin armar	Intensidad admisible (1)
N° x S (mm <sup>2</sup> )	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	kg/km	A
2x1,5	1,5	0,8	1,8	-	10	-	120	-	15

Figura 5.21: Características técnicas del conductor Sintenax Valio Comando

Está diseñado para transporte de señales de control, medición o pequeños consumos. Especialmente apto para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios.

### 5.2.2.9. Listado de conductores

Tipo de cable	Material conductor	Sección	Fabricante	Longitud	Ubicado en	Código
Sintenax Valio (IRAM 2178) tetrapolar	Cobre	1.5 mm <sup>2</sup>	Prysmian	50 m	CP-1 CP-2 CP-3	E-CD-1
Superastic Flex (IRAM NM 247-3) unipolar	Cobre	2.5 mm <sup>2</sup>	Prysmian	50 m	CP-1 CP-2 CP-3	E-CD-2
Sintenax Valio (IRAM 2178) tripolar	Cobre	1.5 mm <sup>2</sup>	Prysmian	5 m	CP-1-1 CP-2-1 CP-3-1	E-CD-3
Sintenax Valio Comando (IRAM 2268)	Cobre	2x1.5 mm <sup>2</sup>	Prysmian	5 m	Tablero secundario	E-CD-4

Tabla 5.3: Listado de conductores

### 5.2.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito, se utilizará el **método de las impedancias**.

El principio de este método está basado en determinar las corrientes de cortocircuito, a partir de la impedancia que representa el circuito recorrido por la corriente del defecto. Esta impedancia se calcula una vez que se han totalizado separadamente, las diferentes resistencias y reactancias del circuito del defecto, incluida la fuente de alimentación, hasta el punto considerado.

Los datos del transformador son:

- Fabricante: Nazario Rivera.
- Tensión: 13,2/0,4 kV.
- Potencia: 315 kVA.
- Perdidas:

- Vacío: 850 W.
- Cortocircuito: 250 W.
- $U_{cc}$ : 4%.

### 5.2.3.1. Impedancias de la red aguas arriba

En la mayor parte de los cálculos, no se va más allá del punto de suministro de energía. El conocimiento de la red aguas arriba se limita generalmente a las indicaciones facilitadas por la compañía distribuidora, es decir, únicamente a la potencia de cortocircuito  $S_{cc}$  (en MVA) en el punto de conexión a la red.

La impedancia equivalente a la red aguas arriba es:

$$Z_{red} = 1.1 \cdot \frac{U_{BT}^2}{S_{cc}}$$

Siendo  $U_{BT}$  la tensión de línea de la red, en vacío.

$$Z_{red} = 1.1 \cdot \frac{(400 V)^2}{250 \cdot 10^6 VA}$$

$$\boxed{Z_{red} = 0.704 m\Omega}$$

$$X_{red} = 0.98 \cdot Z_{red}$$

$$X_{red} = 0.98 \cdot 0.704 m\Omega$$

$$\boxed{X_{red} = 0,6899 m\Omega}$$

$$R_{red} = 0.2 \cdot Z_{red}$$

$$R_{red} = 0.2 \cdot 0,704 m\Omega$$

$$\boxed{R_{red} = 0,1408 m\Omega}$$

### 5.2.3.2. Impedancia interna del transformador, referida a 400V (secundario)

Esta impedancia, se calcula a partir de la tensión de cortocircuito  $u_{cc}$  expresada en %:

$$Z_T = u_{cc} \cdot \frac{U^2}{S_n}$$

Siendo:

- U: tensión de línea, en vacío, del transformador (400 V).
- $S_n$ : potencia aparente del transformador (315 kVA).
- $u_{cc} \cdot U$ : tensión que debemos aplicar al primario del transformador para que el secundario sea recorrido por la intensidad nominal  $I_n$ , estando los bornes del secundario BT en cortocircuito.

Para los transformadores de distribución MT/BT, las normas armonizadas (HD 428.1S1) fijan los valores de  $u_{cc}$  (Figura 5.22).

Potencia del transformador MT/BT (en kVA)	≤ 630	800	1000	1250	1600	2000
Tensión de cortocircuito $u_{cc}$ (en %)	4	4,5	5	5,5	6	7

Figura 5.22: Tensión de cortocircuito  $u_{cc}$  normalizada para los transformadores MT/BT de distribución pública

Reemplazando:

$$Z_T = \frac{4}{100} \cdot \frac{(400 V)^2}{315 kVA} = 20.317 m\Omega$$

$$\boxed{Z_T = 20.317 m\Omega}$$

Entonces, la resistencia se calcula a partir de las pérdidas por efecto Joule (W) en los arrollamientos:

$$R_T = \frac{W}{3 \cdot I_n^2}$$

$$R_T = \frac{4250 W}{3 \cdot \left( \frac{315 kVA}{\sqrt{3} \cdot 400 V} \right)^2}$$

$$\boxed{R_T = 6.853 m\Omega}$$

$$X_T = \sqrt{20.317^2 - 6.853^2}$$

$$\boxed{X_T = 19.12 m\Omega}$$

### 5.2.3.3. Impedancia de las líneas de B.T

La impedancia equivalente al comienzo de la Línea Acometida es:

$$Z_K = Z_{total} = \sqrt{(R_{red} + R_T)^2 + (X_{red} + X_T)^2}$$

$$Z_K = \sqrt{(0,1408 m\Omega + 6.853 m\Omega)^2 + (0,6899 m\Omega + 19,12 m\Omega)^2}$$

$$\boxed{Z_K = 21m\Omega}$$

Una vez determinada las impedancias, se utilizarán las siguientes fórmulas para el cálculo de las corrientes de cortocircuito:

**Corriente permanente de cortocircuito:**

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_K}$$

$$I_k = \frac{400 V}{\sqrt{3} \cdot 21m\Omega}$$

$$\boxed{I_k = 11 kA}$$

**Corriente de choque:**

Es el valor máximo de cresta de la corriente. La corriente de choque tiene lugar cuando el cortocircuito ocurre durante un paso por cero de la tensión. Su valor es:

$$I_s = x \cdot \sqrt{2} \cdot I_k$$

El factor  $x$ , es el cociente de la corriente de choque  $I_s$  entre el valor de cresta del corto circuito permanente  $\sqrt{2} \cdot I_k$ . Su valor depende del cociente  $R/X$ . Donde  $x$  se obtiene de la siguiente gráfica, extraída del manual Siemens de baja tensión pág. 100.

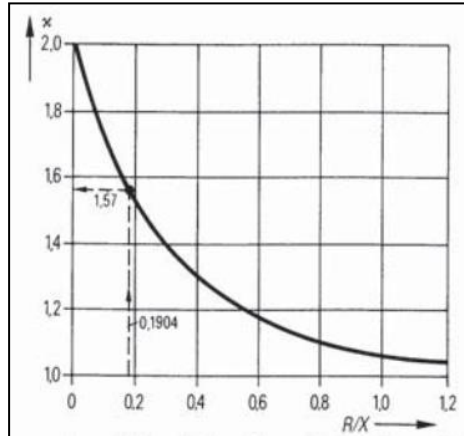


Figura 5.23: Coeficiente de choque.

$$\frac{R_K}{X_K} = \frac{7}{19,81} = 0,3533$$

Entonces  $x = 1,42$

$$I_s = 1,42 \cdot \sqrt{2} \cdot 11 \text{ kA}$$

$$I_s = 18,66 \text{ kA}$$

**5.2.3.4. Cálculo de las corrientes de cortocircuito en diversos puntos de la instalación.**

En la tabla se representan los valores de las corrientes de cortocircuito permanente ( $I_k$ ) y corriente de cortocircuito de cresta  $I_s$  (máxima simétrica) en los principios y finales de todas las líneas de la instalación. Los cálculos se han hecho para valores de la resistencia a 90°C ( $\rho_{90^\circ\text{C}} = 0,02198 \text{ mm}^2\Omega/\text{m}$ ), ya que cuando se presenta un cortocircuito, con los cables a temperatura ambiente se calientan y se ha estimado una temperatura media de 90°C. Las columnas R y X representan los valores parciales de cada línea, (los valores de R y X ya se han calculado anteriormente en el criterio de caída de tensión), mientras que las columnas  $\Sigma R$  y  $\Sigma X$ , dan los valores totales desde el origen de la instalación hasta el punto considerado, incluyendo el transformador.

$Z_i$  se calcula con  $\Sigma R$  y  $\Sigma X$ :

$$Z_i = \sqrt{\Sigma R^2 + \Sigma X^2}$$

Y la  $I_k$  será:

$$I_{ki} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_i}$$

La siguiente tabla muestra el cálculo de las corrientes de cortocircuito trifásica:

	R 90°C [mΩ]	X [mΩ]	ΣR [mΩ]	ΣX [mΩ]	Zi [mΩ]	Ik [kA]	R/X	x	Is [kA]
Red	0,14	0,69	0,14	0,69	0,70	-	-	-	-
Trafo	6,85	19,12	6,99	19,81	21,01	10,99	0,35	1,34	25,51
LA	0,24	0,24	7,23	20,05	21,31	10,83	0,36	1,33	24,96
L	46,96	0,72	54,19	20,77	58,04	3,98	2,61	1	6,89
CL6	320,96	3,25	375,15	24,02	375,92	0,61	15,62	1	1,06
CL6-1	620,10	4,21	995,25	28,23	995,65	0,23	35,25	1	0,40
CP-1	135,15	0,92	1130,40	29,15	1130,78	0,20	38,78	1	0,35
CP-2	297,33	2,02	377,17	26,04	378,07	0,61	14,48	1	1,06
CP-3	228,96	1,56	376,71	25,58	377,58	0,61	14,73	1	1,06

Tabla 5.4: Corrientes de cortocircuito trifásica.

#### 5.2.4. Sistema de protección de la instalación

Los componentes del sistema de protección de los tableros son los que se detallan en la siguiente tabla:

Componente	Modelo	Fabricante	Detalle	Código
Tablero primario TL6-1				
Llave termomagnética	Compact NSX250N	Schneider Electric	250 A - 4 polos	E-P-1
Interruptor diferencial	Vigi MH	Schneider Electric	4 polos - clase A - 300 mA	E-P-2
Tablero primario TL6-2				
Llave termomagnética	Compact NSX100N	Schneider Electric	100 A - 4 polos	E-P-3
Interruptor diferencial	Vigi MH	Schneider Electric	4 polos - clase A	E-P-2
Tableros secundarios TS6-1, TS6-2 y TS6-3				
Guardamotor	21109 Acti9 P25M	Schneider Electric	10 A - 150 kA	E-P-4
Contacto	LC1K09	Schneider Electric		E-P-5

Tabla 5.5: Componentes del sistema de protección de la instalación.

#### 5.2.5. Sistema de comando de la instalación

Los componentes del sistema de comando de los tableros secundarios son los que se detallan en la siguiente tabla:

Componente	Modelo	Fabricante	Detalle	Código
Tableros secundarios TS6-1, TS6-2 y TS6-3				
Llave termomagnética	A9N24336	Schneider Electric	2P x 10 A Curva C	E-C-1
Transformador	TMP0150LPN	Nöllmann S.A.	150 VA 220/24 V	E-C-2
Pulsador parada emergencia	XB4BS8444 Harmony	Schneider Electric	Rojo	E-C-3
Pulsador marcha	XB4BA31 Harmony	Schneider Electric	Verde	E-C-4
Testigo marcha	XB4BVB3 Harmony	Schneider Electric	Verde	E-C-5
Testigo parada	XB4BVB4 Harmony	Schneider Electric	Rojo	E-C-6

Tabla 5.6: Componentes del sistema de comando de la instalación.

### 5.2.6. Tableros

Los gabinetes de los tableros primarios ya existen en la planta, por lo tanto los componentes se colocarán en espacios disponibles en los rieles que se encuentran dentro de los mismos. Para el caso de los tableros secundarios, que irán ubicados en la estructura de los transportadores, deberán ser seleccionados en función de los componentes que se dispondrán en el mismo.

La disposición de componentes será:

Interior del tablero	Tapa del tablero
Guardamotor	Pulsador parada emergencia
Contactador	Pulsador marcha
Llave termomagnética	Testigo marcha
Transformador	Testigo parada

Tabla 5.7: Disposición de componentes dentro del tablero.

Se seleccionan tres gabinetes del fabricante Genrod, modelo S9000, de dimensiones 300x300 cada uno, con contrafrentes abisagrados calados. Todos los componentes mencionados como interior del tablero se instalan sobre riel DIN de 35 mm en la bandeja presente en el tablero.





Figura 5.24: Gabinete para tablero, fabricante Genrod.

Además se selecciona del mismo fabricante un riel estándar de 1 metro de longitud x 35 mm de ancho (riel DIN) de acero galvanizado y el soporte regulable para dicho riel.

**RIELES DIN** 3

Construidos en chapa de acero al carbono galvanizada. Se proveen dos versiones, una en una pieza de 1 m. de largo y la otra seccionable cada 10 cm. también con un largo total de 1 m.

Código	Denominación
10 1050	Estándar longitud 1 m x 35 mm galvanizado
10 1056	Seccionable – Longitud 1 m x 35 mm galvanizado

Figura 5.25: Rieles DIN para tablero, fabricante Genrod.

**SOPORTES REGULABLES PARA RIEL PORTA ELEMENTOS** 5

Regulables en profundidad y se fijan a la bandeja y al riel porta elemento mediante tornillos autorroscantes. Se fabrican con chapa de acero al carbono, con una terminación superficial con pintura en polvo termo convertible, color Beige RAL 7032. Para los gabinetes **S9000** Línea **INOX** se fabrican soportes de igual tamaño y características pero en acero inoxidable AISI 304.

Código	Denominación
10 10400610	Soporte. Reg.: Min.65mm - Máx.100mm
10 10401013	Soporte. Reg.: Min.100mm - Máx.130mm
10 10401216	Soporte. Reg.: Min.115mm - Máx.160mm



Figura 5.26: Soporte regulable para riel, fabricante Genrod.

En la siguiente tabla se encuentran los componentes que conforman la estructura de cada tablero:

Componente	Modelo	Fabricante	Código
Gabinete	S9000 09 9882C	Genrod	E-Ac-1
Riel	DIN 10 1050	Genrod	E-Ac-2
Soporte regulable	10 10401013	Genrod	E-Ac-3

Tabla 5.8: Componentes de la estructura del tablero.

### 5.2.7. Conexionado

El conexionado de cada tablero secundario será por medio de una ficha colocada en el extremo del conductor que proviene del tablero primario y se conecta en un tomacorriente ubicado en el lateral del tablero secundario, para así alimentar el circuito de potencia y comando.

Del fabricante Kalop se seleccionan los siguientes modelos:

- Ficha
  - Tipo: Móviles IP44
  - Polos: 3P+N+T
  - Tensión de funcionamiento: 380V
  - Corriente admisible: 16 A
  - Modelo: KL7051643

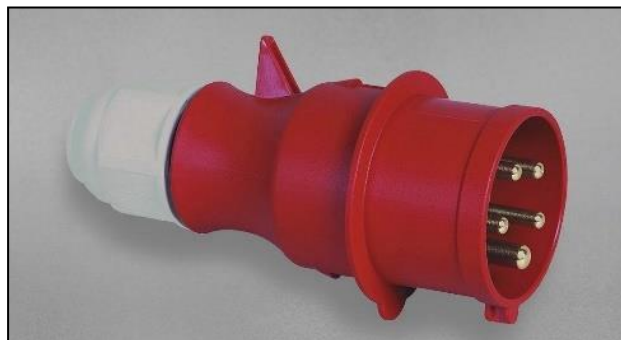


Figura 5.27: Ficha para conexión de tablero, fabricante Kalop.

- Tomacorriente
  - Tipo: Sobreponer IP44
  - Polos: 3P+N+T
  - Tensión de funcionamiento: 380V
  - Corriente admisible: 16 A
  - Modelo: KL7651643



Figura 5.28: Tomacorriente para conexión de tablero, fabricante Kalop.

Para conducir el cable entre el tablero secundario y el motor se seleccionarán caños metálicos flexibles colocados entre el tablero secundario y la placa de bornes del motor, con sus respectivos accesorios.

De la línea Argeflex del fabricante Micro Control se seleccionan los siguientes modelos:

- Caño metálico Argeflex tipo MF
  - Diámetro nominal: 3/8"
  - Diámetro interior promedio: 12.6 mm
  - Diámetro exterior promedio: 17.8 mm
  - Radio de doblado: 100 mm
  - Modelo: MF 038

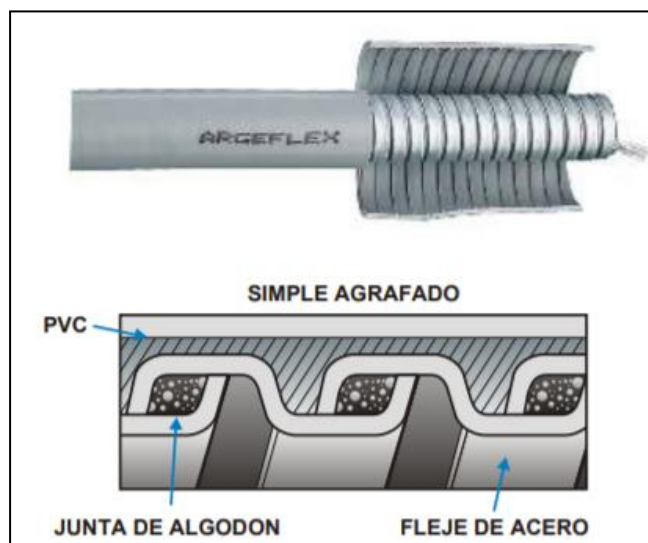


Figura 5.29: Caño metálico Argeflex, fabricante Micro Control.

- Conector 90° para flexible MF
  - Para flexible: 3/8"
  - Rosca NPT: 1/2"
  - Modelo: FT51



Figura 5.30: Conector 90° para flexible, fabricante Micro Control.

Componente	Modelo	Fabricante	Código
Ficha	KL7051643	Kalop	E-Ac-4
Tomacorriente	KL7651643	Kalop	E-Ac-5
Caño metálico	MF 038	MicroControl - Argeflex	E-Ac-6
Conector 90°	FT51	MicroControl - Argeflex	E-Ac-7

Tabla 5.9: Accesorios de conexionado del tablero.

## 6. Higiene y Seguridad en el Trabajo

Todo trabajo puede presentar riesgos, aun aquellos que parecen más inocuos. La importancia o gravedad de un riesgo está en directa relación con la probabilidad de que se produzca y con la importancia del daño que puede producir.

Para ordenar los distintos tipos de riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores, se presenta a continuación una clasificación:



Figura 6.1: Riesgos laborales

En la Tabla 6.1 se puede observar los riesgos de trabajo que están sometido los operarios en los distintos puntos de trabajos:

L6	Riesgos	Tarea	Qué lo genera
<b>Hornero</b>	Carga Térmica	Se incrementa al trabajar con el horno abierto (carga y de descarga)	Radiación generada por el horno con la puerta abierta, el operario trabaja frente a los hornos. Temperatura ambiente elevada.
	Sobreesfuerzo	Se incrementa al trabajar con la carga y de descarga (peso de los ganchos - material cuadrado)	Por el peso de las piezas (Max.25 kg/1min)
	Posiciones forzadas	Se incrementa al trabajar con la carga y de descarga (peso de los ganchos - material cuadrado los cortes se traban)	Peso de las piezas más la postura que adopta el operario al retirar la pieza.
	Bipedestación	Exposición a carga térmica y sobre esfuerzo	Posición de pie, con exposición a Carga térmica y sobre esfuerzo.
	Ruido	Permanente	Elevado nivel de ruido - Fuente de ruido
<b>Preforjado</b>	Carga Térmica	Aplastado principalmente en trabajos especiales	Propagación de calor de los hornos y radiación emanada por las piezas calientes. Temperatura ambiente elevada.
	Sobre Esfuerzo	Aplastado y canteado principalmente en trabajos especiales. Tirando y empujando el material sobre la plana	Por el peso de las piezas (Max.25 kg/1min)
	Posiciones forzadas	Aplastado y canteado principalmente en trabajos especiales. Tirando y empujando el material sobre la plana	Peso de las piezas más la postura que adopta el operario al cantear la pieza.
	Bipedestación	Exposición a carga térmica y sobre esfuerzo	Posición de pie, con exposición a Carga térmica y sobre esfuerzo.
	Ruido	Permanente	Elevado nivel de ruido - Fuente de ruido
	Vibraciones de mano y brazo	Durante el canteado del material	Sostener la pieza mientras es canteada y recibe los golpes del martillo.
<b>Transporte de piezas con pala suspendida</b>	Carga Térmica	Transporte de piezas	Radiación generada por el horno con la puerta abierta, el operario pasa frente a los hornos a gas.
	Sobreesfuerzo	Arrastre y empuje del material dentro de las máquinas y cambios de dirección.	Por el peso de las piezas (Max.25 kg/1min)
	Posiciones forzadas	Arrastre y empuje del material dentro de las máquinas y cambios de dirección.	Peso de las piezas más la postura que adopta el operario al retirar la pieza.
	Ruido	Permanente	Elevado nivel de ruido - Fuente de ruido

L6	Riesgos	Tarea	Qué lo genera
<b>Forjado</b>	Carga Térmica	Forjado	Propagación de calor de los hornos y radiación emanada por las piezas calientes. Temperatura ambiente elevada.
	Sobreesfuerzo	Centrado del material, levantar el punzón para sacar la pieza	Por el peso de las piezas (Max.25 kg/1min)
	Posiciones forzadas	punzón material para sacar la pieza	Peso de las piezas más la postura que adopta el operario al retirar la pieza.
	Bipedestación	Exposición a carga térmica y sobre esfuerzo	Posición de pie, con exposición a Carga térmica y sobre esfuerzo.
	Ruido	Permanente	Elevado nivel de ruido - Fuente de ruido
<b>Rebabado</b>	Carga Térmica	Forjado	Propagación de calor de los hornos y radiación emanada por las piezas calientes. Temperatura ambiente elevada.
	Sobreesfuerzo	Centrado del material, levantar el punzón para sacar la pieza y sacar la rebaba	Por el peso de las piezas (Max.25 kg/1min)
	Posiciones forzadas	Centrado del material, levantar el punzón para sacar la pieza y sacar la rebaba	Peso de las piezas más la postura que adopta el operario al retirar la pieza.
	Bipedestación	Exposición a carga térmica y sobre esfuerzo	Posición de pie, con exposición a Carga térmica y sobre esfuerzo.
	Ruido	Permanente	Elevado nivel de ruido - Fuente de ruido
<b>Salida</b>	Carga Térmica	Temperatura ambiente	Propagación de calor de los hornos y radiación emanada por las piezas calientes. Temperatura ambiente elevada.
	Sobreesfuerzo	Centrado del material, levantar el punzón para sacar la pieza y sacar la rebaba	Por el peso de las piezas (Max.25 kg/1min)
	Posiciones forzadas	Centrado del material, levantar el punzón para sacar la pieza y sacar la rebaba	Peso de las piezas más la postura que adopta el operario al retirar la pieza.
	Bipedestación	Exposición a carga térmica y sobre esfuerzo	Posición de pie, con exposición a Carga térmica y sobre esfuerzo.
	Ruido	Permanente	Elevado nivel de ruido - Fuente de ruido
	Vibraciones de cuerpo entero	Salida de piezas con auto elevador	Piso en mal estado

Tabla 6.1: Riesgos de trabajo que están sometido los operarios en los distintos puntos de trabajo.

## 6.1. Riesgos de Seguridad

Objetos, maquinas, equipos, herramientas (manuales o eléctricas) que, por malas condiciones de funcionamiento, falta de mantenimiento o de protecciones de partes peligrosas y/o por ubicación, tienen la capacidad potencial de producir accidentes.

Para la prevención de este tipo de riesgos, se colocarán señalizaciones sobre riesgo eléctrico en cada uno de los tableros de las cintas transportadoras. Además, irán señalizaciones de precaución de atrapamiento, para precaver a los operarios sobre el atrapamiento de la ropa con las piezas de arrastre de las cintas transportadoras. Irá también una señalización de precaución por quemadura, para evitar accidentes cuando se transportar las piezas calientes por medio de las cintas transportadoras:



Figura 6.2: Señales de riesgos.

En cada una de las cadenas de transmisión de las cintas transportadoras irán cubrecadenas para evitar el atrapamiento de la ropa con esta.

## 6.2. Riesgos del medio ambiente físico

### 6.2.1. Carga térmica

Se entiende por carga térmica a la suma de la carga térmica ambiental con el calor generado en los procesos metabólicos. El objeto de controlar la carga térmica es determinar la exposición o no del trabajador a calor excesivo en los puestos de trabajo que se consideren conflictivos.

Todo ambiente térmico que provoque tensiones en la persona a tal modo de activar sus mecanismos de defensa naturales para mantener la temperatura interna dentro de un intervalo normal constituye un estrés o sobrecarga.

La combinación de la actividad física con el estrés por calor representa un desafío para el sistema cardiovascular humano.

Para prevenir y/o evitar este problema, las empresas deben cumplir ciertas pautas al realizar la medición de Estrés Térmico en ambientes calurosos y/o donde los trabajadores operen hornos y máquinas con alta emisión de temperatura y estén sometidos a estrés y tensión térmica.

Superando los límites dados por el Decreto 658/96, se considera que los empleados están expuestos a sufrir enfermedades profesionales. El listado de enfermedades profesionales a los cuales se encuentra expuesto el trabajador se muestran en la Tabla 6.2:



Apruébese el Listado de Enfermedades Profesionales, previsto en el artículo 6º, inciso 2, de la Ley Nº 24.557.

<b>Agente: Calor</b>	
Perdida de electrólitos, en ambientes con temperaturas efectivas superiores a 28°C y que se manifiestan por calambres musculares y sudoración profusa, oliguria y menos de 5 g/l de cloruros urinarios	La exposición se puede producir en todos los trabajos efectuados en ambientes donde la temperatura sobrepasa 28 °C y la humedad del aire el 90% y que demandan actividad física.

*Tabla 6.2: Enfermedades producidas por estar expuestos al calor.*

Los resultados dados por el estudio de carga térmica realizado en febrero del 2019 indican que el sector de forja L6 se encuentra por encima de los 27.5 °C, límite establecido legalmente para trabajos considerados Pesados.

La empresa realizó en el año 2018 un estudio de Carga Térmica en L5. Esta línea de forjado cuenta con las siguientes maquinas, dando en cada una de estas los siguientes valores de carga térmica:

- Horno a inducción: 21.7 °C.
- Prensa de forjado: 23.5 °C.
- Prensa rebabadora: 23.7 °C.

Estos valores serían representativos a los valores que se obtendrían en L6, con la implementación del presente proyecto, siendo valores menores al límite de 27.5°C establecidos por la Ley Nº 24.557.

**Por lo que se puede concluir que con la implementación del proyecto los valores de Carga Térmica serían menores a los establecidos por la Ley, ya que se eliminaría la principal fuente de generación de calor, los hornos a gas y los hornos a inducción que se instalarán no generan temperatura al calentar los cortes.** La única fuente de generación de calor que habría en L6 sería la que irradian los cortes que se encuentran aproximadamente a 1250°C mientras se los transporta entre los distintos puntos de trabajo de la línea.

Como L6 trabaja con un solo corte a la vez, la radiación es mínima a comparación con la emitida por los hornos a gas, por lo que este agente se eliminaría con la implementación del proyecto.

### 6.2.2. Ruido

Desde el punto de vista físico, sonido y ruido son lo mismo, pero cuando el sonido comienza a ser desagradable, cuando no se desea oírlo, se lo denomina ruido. Es decir, la definición de ruido es subjetiva.

**Con el proyecto no se modifican las condiciones actuales de L6. Con el tipo de protección auditiva utilizado en la empresa se cumple holgadamente con lo establecido en la Ley.**

Las fuentes de ruido son los martillos MF6-1 y MF6-2, por lo que se podrían realizar las siguientes acciones para eliminar o atenuar las fuentes de ruido:

- Utilizar prensas en el martillo de preforjado MF6-1.
- Cambiar el martillo de prensado MF6-2 a prensa hidráulica.

### 6.2.3. Radiaciones

La radiación es una forma de energía liberada que puede provenir de diversos orígenes. Es el desplazamiento rápido de partículas y que puede estar originado por diversas causas.

La radiación se divide en dos grandes grupos:

- **Radiaciones no ionizantes:** son aquellas en las que no intervienen iones. Un ion se define como un átomo que ha perdido uno o más de sus electrones. Son ejemplo: radiaciones ultravioletas, radiación visible, radiación infrarroja, láseres, microondas, etc.
- **Radiaciones ionizantes:** son aquellas en las que las partículas que se desplazan son iones. Estas engloban las más perjudiciales para la salud: rayos X, rayos gamma, partículas alfa, partículas beta, neutrones, es decir energía nuclear.

Tanto las radiaciones ionizantes como las no ionizantes son formas de energía y tanto unas como las otras entran dentro del espectro electromagnético. Éste es el conjunto de todas las formas de energía radiante.

Los operarios de L6 están sometidos a radiaciones infrarrojas emitidas por los metales incandescentes y por los hornos a gas en el momento de carga o descarga de los mismos. Según estudios hechos por la empresa, estas radiaciones están por debajo de los valores máximos admitidos por el Decreto 658/96. **Implementando el presente proyecto, las radiaciones infrarrojas se van a reducir aún más, ya que no va a existir radiación en el momento de apertura de las puertas de los hornos a gas.**

En la siguiente tabla se pueden observar las enfermedades profesionales que pueden tener los operarios ocasionadas por las radiaciones infrarrojas:

<b>Agente: Radiaciones Infrarrojas</b>	
Cataratas Querato - conjuntivitis	Lista de actividades donde se puede producir la exposición: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajos que exponen a las radiaciones infrarrojas emitidas por los metales incandescentes en trabajos de forja y fundición de metales.</li> <li>- Trabajos en hornos de vidrio y en los trabajos del vidrio fundido a la mano, especialmente soplado y moldeado del vidrio incandescente.</li> </ul>

Tabla 6.3: Enfermedades profesionales producidas por radiaciones infrarrojas.

### 6.3. Contaminantes

Son sustancias que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso pueden incorporarse al ambiente como aerosol, gas o vapor. Ingresan al organismo por piel, vía respiratoria, aparato digestivo o heridas.

En la siguiente tabla se pueden observar las enfermedades profesionales que pueden tener los operarios producto del monóxido de carbono:

<b>Agente: Monóxido de Carbono</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intoxicación aguda por formación de carboxihemoglobiemia que produce anoxia tisular con compromiso neurológico progresivo, como convulsiones y daño tisular en otros órganos, especialmente miocardio y cerebro.</li> <li>- Síndrome neuroconductual caracterizado por: cefalea, astenia, vértigo, náusea, disminución de la atención y de la concentración que disminuye al cesar la exposición.</li> </ul>	<p>Lista de actividades donde se puede producir la exposición:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajos con exposición a emanaciones de monóxido de carbono, especialmente en hornos industriales, gasógenos, estufas y motores de combustión interna.</li> </ul>

*Tabla 6.4: Enfermedades profesionales producidas por monóxido de carbono.*

El contaminante con el que los operarios pueden estar en presencia es el monóxido de carbono. Aunque es improbable que los operarios inhalen CO, ya que los hornos a gas cuentan con chimeneas al exterior para el escape de los gases. Además, la empresa cuenta con circuladores de aire que aseguran la renovación de este, cumpliendo holgadamente con lo establecido en la Ley. El monóxido de carbono se puede llegar a producir por una ineficiente combustión del gas natural.

**Con la implementación de este proyecto se reducirá a cero la cantidad de CO, por lo que este riesgo será mitigado por completo.**

## 6.4. Riesgos ergonómicos

La ergonomía es la adaptación del puesto de trabajo al hombre. Objetos, puestos de trabajo y herramientas que, por el peso, tamaño, forma o diseño, obligan a sobreesfuerzos, movimientos repetitivos y mantenimiento de posturas inadecuadas. Se pueden producir daños por esfuerzos posturales, estáticos (estando quietos) o dinámicos (desplazamiento de cargas, posturas, movimientos repetitivos).

Los operarios están bajo riesgos de bipedestación. Es una postura humana natural, sin embargo, el estar de pie muchas horas se relaciona con diferentes problemas de salud como, por ejemplo: aparición de varices, hinchazón de las piernas, molestias en los pies, en la espalda, hombros y cuellos, entre otros.

Además, los operarios realizan tareas que requieren esfuerzos físicos y posiciones forzadas, fundamentalmente en la carga y descarga de los hornos a gas y en el transporte de las piezas a través de los carros colgantes.

**Con el cambio de tecnología de calentamiento no será necesario el puesto de trabajo del hornero en horno a gas, y tampoco el de transporte de piezas, ya que el mismo se realiza por medio de cintas transportadoras.**

**Además, se eliminan los riesgos de bipedestación al eliminar la fuente de calor que contribuye a este riesgo.**

## 6.5. Riesgos Psicosociales

Afectan la psiquis en sus aspectos emocionales, intelectuales y sociales. Se da la interacción de factores organizativos (duración, horarios, ritmo de trabajo y lugar donde se desarrolla la tarea), del contenido de la tarea (cantidad y calidad de información que recibe y procesa que

pueden llevar a sobrecargas, por excesivas exigencias o subcarga de trabajo, por tareas monótonas y repetitivas), del clima laboral (estilo de mando, relaciones interpersonales, posibilidades de ascenso). También pueden darse situaciones de mobbing (hostigamiento en el trabajo por una o varias personas que ejercen presión psicológica extrema, continuada y sistemática durante un tiempo prolongado sobre otra persona en el lugar de trabajo), acoso sexual y violencia laboral.

**Estos tipos de riesgos no están bajo la incumbencia del proyecto, además de que no nos encontramos capacitados para realizar el análisis de este.**

## 7. Cotización de materiales necesarios

Para realizar la cotización de los materiales necesarios para el proyecto, se contactó con la directiva de Futura Hnos. y se envió la lista de materiales. De esta manera, se realizó la cotización según los proveedores de la empresa. La cotización se realizó el día 18 de marzo de 2019 (1 Euro = 45.39 Pesos argentinos; 1 Dólar = 40 Pesos argentinos). En la Tabla 7.1, se muestra la lista de materiales con sus precios y el proveedor al que se le pidió la cotización:

Lista de materiales							
Artículo	Fabricante	Cant.	Med.	Precio unit.		Precio total	Proveedor
Cadena transportadora de acero al carbono, DIN 8167 M-20, paso 80 mm	JyM	60	m	44,2	U\$/m	106.080	\$ Metalmax
Cadena de transmisión simple, ASA 80, paso 1 pulgada	JyM	7	m	36	U\$/m	10.080	\$ Transmisiones Industriales
Rueda dentada de acero al carbono DIN 8167 M-20, paso 80 mm, diámetro 322 mm	JyM	12	Unidad	88,5	U\$	42.480	\$ Metalmax
Piñón de acero ASA 80, 17 dientes, paso 1 pulgada, diámetro 151 mm	Ángel Larreina	3	Unidad	24	U\$	2.880	\$ Transmisiones Industriales
Piñón de acero ASA 80, 35 dientes, paso 1 pulgada, diámetro 297,5 mm	Ángel Larreina	3	Unidad	79	U\$	9.480	\$ Transmisiones Industriales
Planchuela AISI 310 1 1/4" x 1/4" x 6m	Inoxoeste	5	Unidad	150	U\$	30.000	\$
Eje de Acero trefilado SAE 1045, 25 mm Ø x 6 m	Himan	12	Unidad	1927	\$	23.124	\$ Aceros Cripton
Eje de Acero trefilado SAE 1045, 30 mm Ø x 6 m	Himan	1	Unidad	2774	\$	2.774	\$ Aceros Cripton
Eje de Acero trefilado SAE 1045, 45 mm Ø x 6 m	Himan	1	Unidad	6332	\$	6.332	\$ Aceros Cripton
Eje de Acero trefilado SAE 1045, 50 mm Ø x 6 m	Himan	1	Unidad	7816	\$	7.816	\$ Aceros Cripton
Acero trefilado SAE 1020, cuadrado 14mm x 6 m	Himan	1	Unidad	1250	\$	1.250	\$ Aceros Cripton
Rodamiento YAR 209-2FW/VA201 + Caja porta rodamiento SY 45 TF/VA201	SKF	12	Unidad	2086	U\$	1.001.280	\$ Metalmax
Rodamiento YAR 210-2FW/VA201	SKF	12	Unidad	130	U\$	62.400	\$ Rodatodo
Rodamiento YAR 206-2FW/VA201	SKF	8	Unidad	84,82	U\$	27.142	\$ Blanco Rodamiento
Caja porta rodamiento SY 50 TF/VA201	SKF	12	Unidad	240	U\$	115.200	\$ Bulonera Americana
Caja porta rodamiento FY 30 TF/VA201	SKF	8	Unidad	1178	U\$	376.960	\$ Metalmax
Tornillo hexagonal de acero común zincado M14 x 2.0 x 80 mm		9	Unidad	24	\$	216	\$ Bulonera Americana
Tornillo exagonal de acero comun zincado M12 x 1.75 x 50 mm		52	Unidad	10,1	\$	525	\$ Bulonera Americana
Tornillo exagonal de acero comun zincado M12 x 1.75 x 30 mm		6	Unidad	7,5	\$	45	\$ Bulonera Americana
Tornillo hexagonal de acero común zincado M16 x 2.0 x 60 mm		24	Unidad	22,5	\$	540	\$ Bulonera Americana
Tornillo hexagonal de acero común zincado M8 x 1.25 x 30 mm		5	Unidad	2,82	\$	14	\$ Bulonera Americana
Tuerca de acero común zincado M14 x 2.0		9	Unidad	4	\$	36	\$ Bulonera Americana
Tuerca de acero común zincado M12 x 1.75		58	Unidad	2,7	\$	156	\$ Bulonera Americana
Tuerca de acero común zincado M16 x 2.0		24	Unidad	5,1	\$	122	\$ Bulonera Americana
Tuerca de acero común zincado M8 x 1.25		3	Unidad	0,81	\$	2,4	\$ Bulonera Americana
Arandela plana estrecha, 12 mm		32	Unidad	1,2	\$	38,4	\$ Bulonera Americana

# Cambio de tecnología de calentamiento de una línea de forja

PFC-1811A  
MC-Rev.01

Artículo	Fabricante	Cant.	Med.	Precio unit.		Precio total		Proveedor
Arandela plana estrecha, 16 mm		24	Unidad	2,06	\$	49,44	\$	Bulonera Americana
Varilla roscada M8		1	m	30	\$	30	\$	Bulonera Americana
Chapa negra 1/4 " x 1,5 m x 3 m		1	Unidad	13178	\$	13.178	\$	Aceros Cripton
Chapa negra 3/16 " x 1,5 m x 3 m		3	Unidad	10296	\$	30.888	\$	Aceros Cripton
Perfil L 1 1/4" x 3/16" x 6 m		15	Unidad	786	\$	11.790	\$	Aceros Cripton
Perfil UPN 80 x 6 m		20	Unidad	2898	\$	57.960	\$	Aceros Cripton
Perfil UPN 50 x 6 m		9	Unidad	2340	\$	21.060	\$	Aceros Cripton
Caño 3" Ø x 6 m, Sch 5		6	Unidad	27,2	U\$S	6.528	\$	Mancul
Caño 1" Ø x 6 m, Sch 10		11	Unidad	7,52	U\$S	3.308,8	\$	Mancul
Chapa Negra 1/8"x1,22 m x 2,44		2	Unidad	6595	\$	13.190	\$	Aceros Cripton
Cilindro neumático 0.052.060.500	Micro	1	Unidad	15750	\$	15.750	\$	Presser
Regulador de caudal unidireccional 0.470.601.221	Micro	2	Unidad	623,7	\$	1.247,4	\$	Presser
Unidad de mantenimiento FRL 0.103.003.564	Micro	1	Unidad	5300	\$	5.300	\$	Presser
Conectores rectos 0.470.011.221	Micro	5	Unidad	175	\$	875	\$	Presser
Bujes de reducción 0.401.682.721	Micro	5	Unidad	335	\$	1.675	\$	Presser
Válvula 4/2 - Mando manual 0.240.002.255	Micro	1	Unidad	6550	\$	6.550	\$	Presser
Silenciador escape 0.400.001.344	Micro	1	Unidad	940	\$	940	\$	Presser
Tubo de poliuretano 0.000.012.532	Micro	10	m	121	\$/m	1.210	\$	Presser
Conductor Sintenax Valio tetrapolar Cobre 1,5 mm2	Prysmian	50	m	49,21	\$/m	2.460,5	\$	
Conductor Sintenax Valio tripolar Cobre 1,5 mm2	Prysmian	5	m	30,52	\$/m	152,6	\$	
Superastic Flex unipolar Cobre 2,5 mm2	Prysmian	50	m	24	\$/m	1.200	\$	
Sintenax Valio comando bipolar cobre 1,5 mm2	Prysmian	5	m	48	\$/m	240	\$	
Llave termomagnética Compact NSX250N "LV431840"	Schneider Electric	1	Unidad	49534	\$	49.534	\$	
Módulo diferencial Compact Vigi MH "LV431536"	Schneider Electric	2	Unidad	1500	\$	3.000	\$	
Llave termomagnética Compact NSX100F "LV429650"	Schneider Electric	1	Unidad	24961	\$	24.961	\$	
Guardamotor P25M 3P 10A "21109"	Schneider Electric	3	Unidad	4700,3	\$	14.100	\$	
Contactador TeSys D "LC1D09J7"	Schneider Electric	3	Unidad	2047,5	\$	6.142	\$	
Interruptor automático magnetotérmico - C60 - "60244"	Schneider Electric	3	Unidad	997,03	\$	2.991	\$	
Transformador 150 VA 220/24V "TMP0150LPN"	Nöllmann S.A.	3	Unidad	1357,5	\$	4.072	\$	
Pulsador parada emergencia rojo "XB4BS8444 Harmony"	Schneider Electric	3	Unidad	4130,6	\$	12.391	\$	
Pulsador marcha verde "XB4BA31 Harmony"	Schneider Electric	3	Unidad	1388,7	\$	4.166	\$	
Luz testigo marcha verde "XB4BVB3 Harmony"	Schneider Electric	3	Unidad	1549	\$	4.646	\$	
Luz testigo parada rojo "XB4BVB4 Harmony"	Schneider Electric	3	Unidad	1549	\$	4.646	\$	
Gabinete S9000 "09 9882C"	Genrod	3	Unidad	873,18	\$	2.619	\$	
Riel DIN "10 1050"	Genrod	3	m	122,78	\$/m	368	\$	
SopORTE regulable "10 10400610"	Genrod	6	Unidad	300	\$	1.800	\$	
Ficha Móvil IP44 "KL7051643"	Kalop	3	Unidad	237,78	\$	713	\$	
Tomacorriente Sobreponer IP44	Kalop	3	Unidad	666,49	\$	1.999	\$	
Caño metálico Argeflex Tipo MF 3/8"	Micro	3	m	127,36	\$/m	382	\$	
Conector 90° p/flexible 3/8"	Micro	6	Unidad	291,01	\$	1.746	\$	
Horno a inducción	ELIND	1	Unidad	226000	€	10.258.140	\$	
Banco de calentamiento adicional	ELIND	1	Unidad	35800	€	1.432.000	\$	
Motorreductor 3kW 1440rpm	WEG	3	Unidad	30000	\$	90.000	\$	
<b>TOTAL</b>						<b>13.942.980</b>	<b>\$</b>	

Tabla 7.1: Cotización de materiales.

La cotización de los materiales necesarios da una suma aproximada de \$14.000.000, sin considerar el **IVA**. A esto se le suma la mano de obra y el montaje de cada uno de los transportadores, a cargo de Valmet Construcciones de la ciudad de Gualeguaychú, lo cual tiene un costo de \$646.000. Por lo tanto, la inversión inicial será de:

$$\text{Inversión inicial} = \$14.000.000 + \$646.000$$

$$\boxed{\text{Inversión inicial} = \$14.646.000}$$

## 8. Retorno de la inversión

### 8.1. Sin tener en cuenta el costo de oportunidad

A partir de la inversión descrita anteriormente, se obtiene el tiempo de amortización de esta. Todos los valores serán expresados en pesos argentinos.

El costo unitario de la energía eléctrica y el gas natural por cada kilogramo de acero forjado, desde enero de 2018 a marzo de 2019, se muestra en las siguientes gráficas:

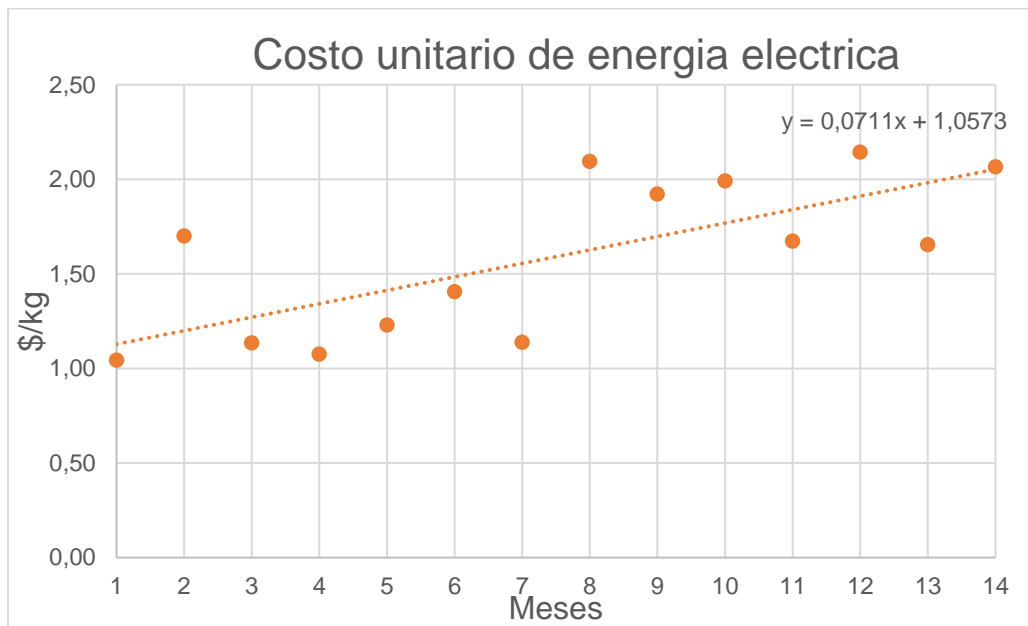


Figura 8.1: Costo unitario de energía eléctrica.

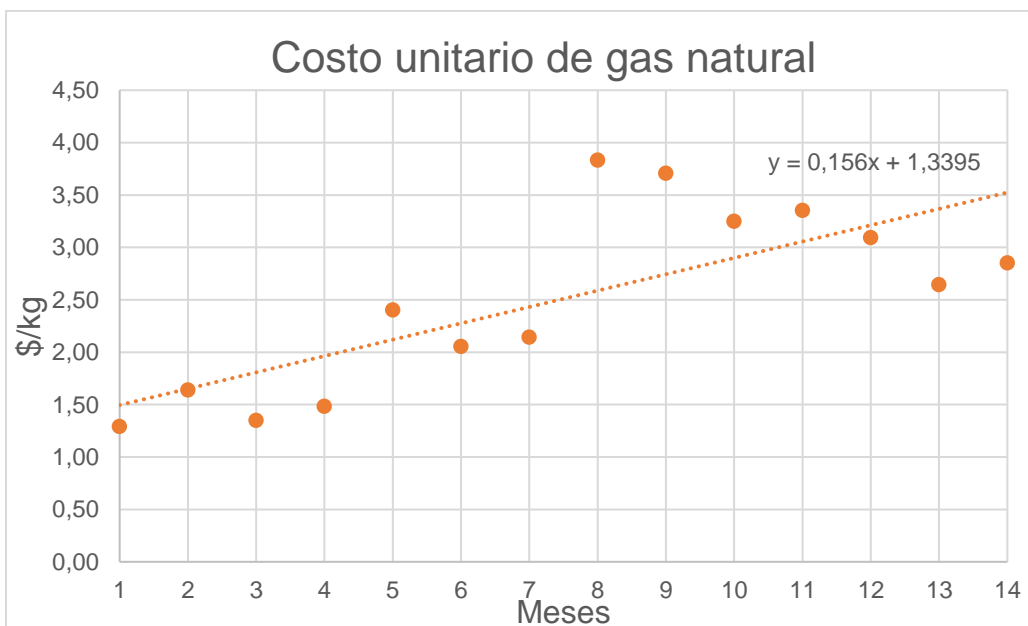


Figura 8.2: Costo unitario del gas.



De estas gráficas, se observa que el aumento mensual aproximado de la energía eléctrica es de 4.47% y el de gas natural, considerando tanto las facturas de Gas Nea como de Energix, es de aproximadamente 6,22%.

En el apartado 3.5 se han descrito los ahorros de gas, mantenimiento, y reubicación de personal, el aumento del costo de la energía eléctrica y el aumento en la productividad. Estos fueron tenidos en cuenta para realizar el flujo de fondos, que se muestra para cada año en la Tabla 8.1 para el primer año y en la Tabla 8.2 para el segundo año:

CONCEPTO	FLUJO DE FONDOS DEL AÑO 1 (\$)												
	PERIODOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INVERSIÓN	-14.646.000												
COSTOS DE E. E		-481.174	-502.680	-525.146	-548.616	-573.136	-598.751	-625.511	-653.467	-682.672	-713.183	-745.058	-778.356
AHORRO DE GAS		482.934	512.952	544.836	578.703	614.674	652.881	693.464	736.568	782.353	830.983	882.635	937.499
AHORRO DE MANTENIMIENTO		69.693	71.721	73.808	75.955	78.166	80.440	82.781	85.190	87.669	90.220	92.846	95.548
AHORRO DEBIDO A LA REUBICACIÓN DE PERSONAL		108.293	111.000	113.775	116.620	119.535	122.523	125.587	128.726	131.944	135.243	138.624	142.090
GANANCIAS POR AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD (RENTABILIDAD 25%)		2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170
<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>-14.646.000</b>	<b>2.202.915</b>	<b>2.216.163</b>	<b>2.230.444</b>	<b>2.245.832</b>	<b>2.262.409</b>	<b>2.280.265</b>	<b>2.299.491</b>	<b>2.320.188</b>	<b>2.342.464</b>	<b>2.366.433</b>	<b>2.392.218</b>	<b>2.419.950</b>

Tabla 8.1: Flujo de fondos para el primer año.

CONCEPTO	FLUJO DE FONDO DEL AÑO 2 (\$)												
	PERIODOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INVERSIÓN													
COSTOS DE E.E	-778.356	-813.144	-849.486	-887.452	-927.115	-968.550	-1.011.838	-1.057.060	-1.104.303	-1.153.658	-1.205.219	-1.259.084	-1.315.356
AHORRO DE GAS	937.499	995.772	1.057.668	1.123.412	1.193.241	1.267.412	1.346.192	1.429.870	1.518.749	1.613.152	1.713.423	1.819.928	1.933.052
AHORRO DE MANTENIMIENTO	95.548	98.328	101.189	104.134	107.164	110.283	113.492	116.795	120.193	123.691	127.290	130.995	134.806
AHORRO DEBIDO A LA REUBICACIÓN DE PERSONAL	142.090	145.642	149.283	153.015	156.840	160.761	164.780	168.900	173.122	177.451	181.887	186.434	191.095
GANANCIAS POR AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD (RENTABILIDAD 25%)	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170
<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>2.419.950</b>	<b>2.449.769</b>	<b>2.481.825</b>	<b>2.516.279</b>	<b>2.553.301</b>	<b>2.593.076</b>	<b>2.635.797</b>	<b>2.681.674</b>	<b>2.730.931</b>	<b>2.783.805</b>	<b>2.840.552</b>	<b>2.901.442</b>	<b>2.966.767</b>

Tabla 8.2: Flujo de fondos para el segundo año.

En la Tabla 8.3 se muestran los flujos de ingreso y egreso para dos años:

Flujo de ingresos		Flujo de egresos	
Mes	A	Mes	B
	Valor (\$)		Valor (\$)
0	0	0	0
1	2.684.089	1	-481.174
2	2.718.843	2	-502.680
3	2.755.589	3	-525.146
4	2.794.448	4	-548.616
5	2.835.545	5	-573.136
6	2.879.015	6	-598.751
7	2.925.001	7	-625.511
8	2.973.655	8	-653.467
9	3.025.136	9	-682.672
10	3.079.616	10	-713.183
11	3.137.275	11	-745.058
12	3.198.306	12	-778.356
13	3.262.912	13	-813.144
14	3.331.311	14	-849.486
15	3.403.731	15	-887.452
16	3.480.416	16	-927.115
17	3.561.626	17	-968.550
18	3.647.635	18	-1.011.838
19	3.738.734	19	-1.057.060
20	3.835.234	20	-1.104.303
21	3.937.464	21	-1.153.658
22	4.045.771	22	-1.205.219
23	4.160.526	23	-1.259.084
24	4.282.123	24	-1.315.356

*Tabla 8.3: Flujo de ingresos y egresos.*

En la Tabla 8.4 se calculan los flujos de fondos netos proyectados para cada mes. Además, se calcularon los valores actuales (VA) considerando una tasa del 10% anual.

El valor actual se calcula con la siguiente fórmula:

$$VA = \frac{FF}{(1 + i)^n}$$

En donde:

- VA: valor actual
- FF: Flujo de fondo
- i: tasa de interés
- n: cantidad de años

El valor actual neto (VAN) se calcula de la siguiente manera:

$$VAN = VA - II$$

Flujo de efectivo neto (\$)					
	Mes	A-B		VA	VAN
		MENSUAL	ANUAL		
	0	0		-14.646.000	-14.646.000
AÑO 1	1	2.202.915	27.578.770	2.184.709	-12.461.291
	2	2.216.163		2.179.684	-10.281.607
	3	2.230.444		2.175.599	-8.106.008
	4	2.245.832		2.172.505	-5.933.504
	5	2.262.409		2.170.454	-3.763.050
	6	2.280.265		2.169.504	-1.593.546
	7	2.299.491		2.169.715	576.170
	8	2.320.188		2.171.152	2.747.321
	9	2.342.464		2.173.881	4.921.202
	10	2.366.433		2.177.975	7.099.178
	11	2.392.218		2.183.511	9.282.688
	12	2.419.950		2.190.568	11.473.257
AÑO 2	13	2.449.769	32.135.218	2.199.234	13.672.491
	14	2.481.825		2.209.599	15.882.090
	15	2.516.279		2.221.759	18.103.849
	16	2.553.301		2.235.816	20.339.665
	17	2.593.076		2.251.879	22.591.544
	18	2.635.797		2.270.062	24.861.606
	19	2.681.674		2.290.486	27.152.092
	20	2.730.931		2.313.280	29.465.372
	21	2.783.805		2.338.580	31.803.952
	22	2.840.552		2.366.530	34.170.482
	23	2.901.442		2.397.282	36.567.764
	24	2.966.767		2.430.997	38.998.761

Tabla 8.4: Flujo de efectivo, valor actual y valor actual neto.

La tasa interna de retorno (TIR) se calcula igualando VA con II:

$$0 = \frac{FF}{(1+i)^n} - II$$

Para un año:

$$-14.646.000 + \frac{27.578.770}{(1+TIR)^1} = 0$$

$$TIR = 0,88$$

**Para un año, la TIR será del 88%.**

Para dos años:

$$-14.646.000 + \frac{27.578.770}{(1+TIR)^1} + \frac{32.135.218}{(1+TIR)^2} = 0$$

$$TIR = 1,70$$

**Para dos años, la TIR será del 170%**

La inversión se recupera cuando el VAN se vuelve positivo. Como se puede observar en la tabla, esto se da en un periodo de 7 mes, por lo tanto, la inversión retornaría a los 7 meses.

## 8.2. Considerando el costo de oportunidad

El costo de oportunidad o costo alternativo designa el costo de la inversión de los recursos disponibles a costa de la mejor inversión alternativa disponible, o también el valor de la mejor opción no realizada.

En este caso se toma como opción invertir el capital destinado al proyecto en un plazo fijo en el banco, el cual devolvería una tasa del 30% anual.

El flujo de fondos para este caso sería el que muestra la Tabla 8.5.

CONCEPTO	FLUJO DE FONDOS DEL AÑO 1 (\$)												
	PERIODOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INVERSIÓN	-14.646.000												
COSTOS DE E. E		-481.174	-502.680	-525.146	-548.616	-573.136	-598.751	-625.511	-653.467	-682.672	-713.183	-745.058	-778.356
AHORRO DE GAS		482.934	512.952	544.836	578.703	614.674	652.881	693.464	736.568	782.353	830.983	882.635	937.499
AHORRO DE MANTENIMIENTO		69.693	71.721	73.808	75.955	78.166	80.440	82.781	85.190	87.669	90.220	92.846	95.548
AHORRO DEBIDO A LA REUBICACIÓN DE PERSONAL		108.293	111.000	113.775	116.620	119.535	122.523	125.587	128.726	131.944	135.243	138.624	142.090
GANANCIAS POR AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD (RENTABILIDAD 25%)		2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170	2.023.170
TNA		-366.150	-366.150	-366.150	-366.150	-366.150	-366.150	-366.150	-366.150	-366.150	-366.150	-366.150	-366.150
<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>-14.646.000</b>	<b>1.836.765</b>	<b>1.850.013</b>	<b>1.864.294</b>	<b>1.879.682</b>	<b>1.896.259</b>	<b>1.914.115</b>	<b>1.933.341</b>	<b>1.954.038</b>	<b>1.976.314</b>	<b>2.000.283</b>	<b>2.026.068</b>	<b>2.053.800</b>

Tabla 8.5: Flujo de fondos teniendo en cuenta el costo de oportunidad para un año.

En la Tabla 8.6 se muestran los flujos de ingreso y egreso para un año:

Flujo de ingresos		Flujo de egresos	
Mes	A	Mes	B
	Valor (\$)		Valor (\$)
0	0	0	0
1	2.684.089	1	-847.324
2	2.718.843	2	-868.830
3	2.755.589	3	-891.296
4	2.794.448	4	-914.766
5	2.835.545	5	-939.286
6	2.879.015	6	-964.901
7	2.925.001	7	-991.661
8	2.973.655	8	-1.019.617
9	3.025.136	9	-1.048.822
10	3.079.616	10	-1.079.333
11	3.137.275	11	-1.111.208
12	3.198.306	12	-1.144.506

Tabla 8.6: Flujos de ingresos y egresos para un año, considerando el costo de oportunidad.

En la Tabla 8.7 se calculan los flujos de fondos netos proyectados para cada mes. Además, se calcularon los valores actuales (VA) considerando una tasa del 10% anual al igual que para el caso anterior.

Flujo de efectivo neto (\$)					
	Mes	A-B		VA	VAN
		MENSUAL	ANUAL		
	0	0		-14.646.000	-14.646.000
<b>AÑO 1</b>	1	1.836.765	<b>23.184.970</b>	1.821.585	-12.824.415
	2	1.850.013		1.819.561	-11.004.854
	3	1.864.294		1.818.452	-9.186.402
	4	1.879.682		1.818.309	-7.368.093
	5	1.896.259		1.819.186	-5.548.906
	6	1.914.115		1.821.139	-3.727.767
	7	1.933.341		1.824.230	-1.903.537
	8	1.954.038		1.828.521	-75.016
	9	1.976.314		1.834.082	1.759.066
	10	2.000.283		1.840.985	3.600.051
	11	2.026.068		1.849.305	5.449.356
	12	2.053.800		1.859.125	7.308.481

Tabla 8.7: Flujo de efectivo neto considerando el costo de oportunidad para un año.

Realizando el mismo cálculo que para el caso anterior, la TIR para un año es:

$$TIR = 58\%$$

También se puede observar que la inversión retornaría a los 9 meses.

## Índice detallado

1.	Proceso de forjado .....	2
1.1.	Descripción .....	2
1.2.	Temperatura .....	4
1.3.	Principales maquinarias usadas en la industria .....	6
1.3.1.	Prensas.....	6
1.3.2.	Martillos .....	10
2.	Descripción de la planta .....	13
2.1.	Descripción del proceso de producción .....	13
2.2.	Estado actual de la línea 6 .....	15
2.2.1.	Procesos de línea 6 .....	16
2.2.2.	Maquinarias .....	17
3.	Nueva tecnología de calentamiento .....	22
3.1.	Calentamiento en Hornos a Inducción.....	22
3.2.	Selección del horno.....	23
3.3.	Consumo y Producción del Hornos a Inducción .....	24
3.4.	Consumos actuales de los Hornos a Gas.....	24
3.5.	Comparación entre consumos energéticos de las diferentes tecnologías de calentamiento. ....	27
3.5.1.	Simulación de la factura de energía eléctrica con la nueva tecnología de calentamiento a partir de los valores reales de un mes tipo. ....	27
3.5.2.	Simulación de factura de gas .....	28
3.5.3.	Comparación de consumos de energía entre ambas tecnologías. ....	30
3.5.4.	Comparación Final de Costos. ....	34
3.5.5.	Aumento de productividad en línea 6 con instalación del horno a inducción. .	35
4.	Sistema de transporte para traslado de piezas.....	37
4.1.	Generalidades.....	37
4.2.	<b>CT6-2:</b> Cinta transportadora.....	38
4.2.1.	Sistema de arrastre de piezas.....	39
4.2.2.	Sistema de transmisión de potencia.....	47
4.2.3.	Velocidad de la cadena transportadora. ....	54
4.2.4.	Potencia en el eje del cabezal motriz .....	55
4.2.5.	<b>M-TP-4:</b> Árbol motriz .....	55
4.2.6.	Chavetas.....	63
4.2.7.	Verificación del árbol de transmisión a la fatiga y a la fluencia .....	64
4.2.8.	<b>M-TP-7:</b> Árbol conducido.....	71
4.2.9.	Rodamientos y soporte de rodamiento.....	72
4.2.10.	<b>M-ES-1:</b> Estructura del transportador .....	73
4.2.11.	<b>M-P-2:</b> Cubre cadena.....	77
4.3.	<b>CT6-1:</b> Cinta transportadora.....	78
4.3.1.	Sistema de arrastre de piezas.....	79
4.3.2.	Sistema de transmisión de potencia.....	82
4.3.3.	Velocidad de la cadena de transportadora .....	83
4.3.4.	Potencia en el eje del cabezal motriz .....	83
4.3.5.	M-TP-4: Árbol de transmisión.....	84
4.3.6.	Chavetas.....	91
4.3.7.	Verificación del árbol de transmisión a la fatiga y a la fluencia .....	93
4.3.8.	<b>M-TP-7:</b> Árbol conducido.....	98



4.3.9.	Rodamientos y soporte de rodamiento.....	99
4.3.10.	<b>M-ES-2:</b> Estructura de CT6-1.....	100
4.3.11.	<b>M-P-1:</b> Cubre cadena.....	102
4.4.	<b>CT6-3:</b> Cinta transportadora.....	103
4.4.1.	Sistema de transporte.....	104
4.4.2.	Fuerza de tracción de la cinta.....	105
4.4.3.	Sistema de transmisión de potencia.....	106
4.4.4.	Potencia en el eje del cabezal motriz.....	108
4.4.5.	<b>M-TP-10:</b> Árbol motriz.....	108
4.4.6.	Chavetas.....	115
4.4.7.	Verificación del árbol a la fatiga y a la fluencia.....	116
4.4.8.	Arboles conducidos – Tensores.....	119
4.4.9.	Rodamientos.....	119
4.4.10.	Soporte de rodamientos.....	121
4.4.11.	<b>M-ES-3:</b> Estructura CT6-3.....	122
4.4.12.	<b>M-P-3:</b> Cubrecadena.....	123
4.5.	<b>RR6-1:</b> Rampa de rodillos.....	124
4.5.1.	<b>M-SA-7:</b> Ejes fijos.....	125
4.5.2.	<b>M-SA-8:</b> Caño hueco.....	128
4.5.3.	<b>M-ES-4:</b> Estructura.....	128
4.6.	<b>RR6-2:</b> Rampa de rodillos.....	130
4.6.1.	<b>M-SA-9:</b> Ejes fijos.....	131
4.6.2.	<b>M-SA-10:</b> Caño hueco.....	135
4.6.3.	<b>M-ES-5:</b> Estructura.....	135
4.7.	<b>RR6-3:</b> Rampa de rodillos.....	136
4.7.1.	<b>M-SA-11:</b> Ejes fijos.....	137
4.7.2.	<b>M-SA-12:</b> Caño hueco.....	139
4.7.3.	<b>M-ES-6:</b> Estructura.....	139
4.8.	<b>RR6-4:</b> Rampa de rodillos.....	140
4.8.1.	<b>M-SA-11:</b> Ejes fijos.....	141
4.8.2.	<b>M-SA-12:</b> Caño hueco.....	141
4.8.3.	<b>M-ES-7:</b> Estructura de RR6-4.....	141
4.9.	<b>PD6-2:</b> Plancha de deslizamiento.....	142
4.9.1.	Sistema neumático.....	143
4.9.2.	<b>M-SA-13:</b> Sistema de arrastre.....	149
4.9.3.	<b>M-ES-8:</b> Estructura de PD6-2.....	149
4.10.	<b>PD6-1:</b> Plancha de deslizamiento.....	152
4.10.1.	<b>M-ES-9:</b> Estructura de PD6-1.....	152
4.11.	<b>PD6-3:</b> Plancha de deslizamiento.....	153
4.11.1.	<b>M-ES-11:</b> Estructura de PD6-3.....	153
4.12.	<b>T6-1:</b> Tobogán.....	155
4.12.1.	<b>M-ES-12:</b> Estructura de T6-1.....	155
4.13.	<b>T6-2:</b> Tobogán.....	156
4.13.1.	<b>M-ES-13:</b> Estructura de T6-2.....	156
4.14.	Simulaciones.....	157
4.14.1.	Árbol motriz CT6-1.....	157
4.14.2.	Árbol motriz CT6-2.....	159
4.14.3.	Árbol motriz CT6-3.....	161
4.14.4.	Pieza de arrastre de cintas CT6-1 y CT6-2.....	163

4.14.5. Pieza de arrastre de piezas de la plancha de deslizamiento PD6-2 .....	166
5. Cálculos eléctricos .....	170
5.1. Instalación eléctrica para la alimentación del horno a inducción.....	170
5.1.1. Descripción del estado actual de la instalación .....	170
5.1.2. Conductores de alimentación del Horno a Inducción.....	174
5.2. Instalación eléctrica para la alimentación de los motores .....	177
5.2.1. Ubicación de los tableros de alimentación de los motores .....	177
5.2.2. Cálculo y selección de los conductores.....	179
5.2.3. Cálculo de las corrientes de cortocircuito .....	186
5.2.4. Sistema de protección de la instalación .....	190
5.2.5. Sistema de comando de la instalación .....	190
5.2.6. Tableros.....	191
5.2.7. Conexionado.....	193
6. Higiene y Seguridad en el Trabajo .....	196
6.1. Riesgos de Seguridad.....	199
6.2. Riesgos del medio ambiente físico .....	199
6.2.1. Carga térmica .....	199
6.2.2. Ruido .....	200
6.2.3. Radiaciones .....	201
6.3. Contaminantes.....	201
6.4. Riesgos ergonómicos.....	202
6.5. Riesgos Psicosociales.....	202
7. Cotización de materiales necesarios .....	204
8. Retorno de la inversión .....	207
8.1. Sin tener en cuenta el costo de oportunidad .....	207
8.2. Considerando el costo de oportunidad .....	212

## Índice de figuras

Figura 1.1: Disposición final de los granos para diferentes procesos de conformado de piezas.....	2
Figura 1.2: Distintos tipos de forja. ....	4
Figura 1.3: Curva de deformación de aceros al carbono. ....	5
Figura 1.4: Temperatura de conformación de aceros al carbono.....	5
Figura 1.5: Principio de funcionamiento de las prensas de husillo.....	7
Figura 1.6: Esquema de una prensa mecánica de forjar de accionamiento por biela-cigüeñal.....	8
Figura 1.7: Esquema de una prensa de cuña. ....	8
Figura 1.8: Esquema de una prensa de rodillera. ....	9
Figura 1.9: Esquema de funcionamiento de una prensa hidráulica.....	10
Figura 1.10: Esquema de un martillo de caída libre, de correa. ....	11
Figura 1.11: Martillo de doble efecto. ....	11
Figura 1.12: Principio de funcionamiento de los martillos de contragolpe.....	12
Figura 2.1: Diagrama de procesos de la planta. ....	14
Figura 2.2: Vista de la línea 6 dentro de la fábrica.....	15
Figura 2.3: Cortes de la línea. ....	16
Figura 2.4: Diagrama de flujo correspondiente al proceso de forjado. ....	17
Figura 2.5: Hornos a gas con un único quemador y dos chimeneas.....	17
Figura 2.6: Horno a gas con doble quemador y una única chimenea. ....	18
Figura 2.7: Martillo de preforjado.....	19
Figura 2.8: Martillo de forjado. ....	20
Figura 2.9: Prensa rebabadora de la línea 6.....	21
Figura 2.10: Martillos y prensas de la línea. De izquierda a derecha: Martillo de preforjado, Martillo de forjado y Prensa rebabadora. ....	22
Figura 3.1: Consumo porcentual de gas por sector. ....	25
Figura 3.2: Consumo de gas porcentual por máquina de línea 6.....	26
Figura 3.3: Comparación de costos en energía eléctrica.....	31
Figura 3.4: Comparación de costos en consumo de gas. ....	32
Figura 3.5: Mantenimiento de hornos a gas.....	33
Figura 3.6: Comparación de costos de mantenimiento.....	33
Figura 3.7: Comparación de costos de personal. ....	34
Figura 3.8: Comparación de costos totales por mes.....	35
Figura 4.1: Disposición de la cinta CT6-2 en la planta.....	38
Figura 4.2 Cinta transportadora “CT6-2”.....	38
Figura 4.3: Diseño de arrastre de material. ....	39
Figura 4.4: Pieza de arrastre. ....	40
Figura 4.5: Diagrama de cuerpo libre en el arranque de la cadena. ....	41
Figura 4.6: Diagrama de cuerpo libre de la cadena con carga.....	42
Figura 4.7: tabla de factores de seguridad para la cadena. ....	43
Figura 4.8: Cadenas de ejes macizos serie M – Fabricante JyM.....	44
Figura 4.9: Tabla de pesos por metro de cadena. ....	45
Figura 4.10: Sistema de transmisión de potencia. ....	47
Figura 4.11: Coeficiente de impacto.....	48
Figura 4.12: Factor de potencia K. ....	49
Figura 4.13: Diagrama de potencia. ....	50
Figura 4.14: Tabla 3 Catálogo de cadena Renold “Factor de paso y velocidad”. ....	52

Figura 4.15: Tabla 4 Catálogo de cadenas Renold “Factores de rozamiento” .....	52
Figura 4.16: Fig. 4. Catálogo de cadenas Renold.....	53
Figura 4.17: Tabla 5 Catálogo de cadenas Renold “Factor de irregularidad y” .....	54
Figura 4.18: Diagrama de cuerpo libre eje de transmisión CT6-2.....	57
Figura 4.19: Componentes de la tensión de la cadena.....	58
Figura 4.20: Diagramas de esfuerzos cortantes y momentos del eje transmisión CT6-2.....	60
Figura 4.21: Chaveta de la corona. ....	64
Figura 4.22: chaveta de la rueda dentada .....	64
Figura 4.23: Coeficiente efectivo de concentración de tensiones. Stiopin.....	67
Figura 4.24: Coeficiente de las dimensiones absolutas. Stiopin. ....	67
Figura 4.25: Coeficiente de calidad de superficie. Stiopin.....	68
Figura 4.26: Coeficiente de sensibilidad del material a la asimetría del ciclo .....	68
Figura 4.27: Árbol de transmisión M-TP-4 .....	71
Figura 4.28: Árbol conducido M-TP-7 .....	71
Figura 4.29: Rodamiento YAR 209-FW/VA201.....	72
Figura 4.30: Soporte de pie tipo SY 45 TF/VA201.....	72
Figura 4.31: Estructura del transportador CT6-2 .....	74
Figura 4.32: Apoyo de cortes en transportador CT6-2.....	75
Figura 4.33: Componentes del reticulado .....	75
Figura 4.34: Mesa de apoyo del motorreductor .....	76
Figura 4.35: Ubicación de los rodamientos.....	76
Figura 4.36: Apoyo de patas .....	76
Figura 4.37: Cubre cadena de la cinta transportadora CT6-2.....	77
Figura 4.38: disposición en planta de la cinta CT6-1. ....	78
Figura 4.39: Cinta transportadora CT6-1 .....	78
Figura 4.40: Tabla de factor de seguridad .....	81
Figura 4.41: Árbol de transmisión CT6-1.....	84
Figura 4.42: Diagrama de cuerpo libre árbol CT6-1.....	85
Figura 4.43: Croquis transportador CT6-1. ....	86
Figura 4.44: Diagramas de esfuerzos de árbol motriz CT6-1.....	88
Figura 4.45: Chaveta para la corona .....	92
Figura 4.46: chaveta para rueda dentada.....	92
Figura 4.47: Árbol conducido cinta CT6-1. ....	98
Figura 4.48: Estructura del transportador CT6-1. ....	100
Figura 4.49: Chapa de apoyo para la mesa.....	101
Figura 4.50: Vista lateral de cinta CT6-1. ....	101
Figura 4.51: Cubre cadena de la cinta transportadora CT6-1 .....	102
Figura 4.52: disposición de la cinta CT6-3.....	103
Figura 4.53: Cinta CT6-3. ....	103
Figura 4.54: Cinta de cadenas múltiples.....	104
Figura 4.55: Foto de Ruedas Motrices y Conducidas, transportador CT6-3. ....	105
Figura 4.56: Diagrama de cuerpo libre árbol motriz M-TP-10 .....	109
Figura 4.57: Croquis cinta transportadora CT6-1.....	110
Figura 4.58: Diagramas de esfuerzos de árbol motriz CT6-3.....	112
Figura 4.59: Chaveta rueda motriz .....	115
Figura 4.60: Rodamiento YAR-210-2FW/VA201 .....	120
Figura 4.61: YAR 206-2FW/VA201.....	121
Figura 4.62: Soporte 50TF/VA201.....	121
Figura 4.63: Soporte 30 TF/VA201.....	122

Figura 4.64: Estructura de CT6-3 .....	122
Figura 4.65: Perfiles L que sostienen el cubrecadena. ....	123
Figura 4.66: Cubre cadena de la cinta transportadora CT6-3 .....	123
Figura 4.67: Ubicación de RR6-1 en la línea. ....	124
Figura 4.68: Rampa de rodillos RR-1 .....	124
Figura 4.69: Diagrama de cuerpo libre de los ejes de RR6-1. ....	125
Figura 4.70: Diagrama de cuerpo libre, esfuerzos cortantes y momentos de ejes fijos RR6-1 .....	126
Figura 4.71: Estructura de RR6-1 .....	129
Figura 4.72: Disposición de RR6-2 en la línea.....	130
Figura 4.73: Rampa de rodillos RR6-2. ....	131
Figura 4.74: Diagrama de cuerpo libre de ejes fijos RR6-2.....	131
Figura 4.75: Diagrama de cuerpo libre, esfuerzos cortantes y momentos ejes fijos RR6-2. ....	133
Figura 4.76: Estructura de RR6-2.....	135
Figura 4.77: Disposición de RR6-2.....	136
Figura 4.78: Rampa de rodillos RR6-3. ....	136
Figura 4.79: diagrama de cuerpo libre ejes RR6-3. ....	137
Figura 4.80: Diagrama de cuerpo libre, esfuerzos de corte y momentos flectores RR6-3..	138
Figura 4.81: Estructura de RR6-3.....	139
Figura 4.82: Disposición de RR6-4.....	140
Figura 4.83: Rampa de rodillos RR6-4 .....	140
Figura 4.84: Estructura de RR6-4.....	141
Figura 4.85: Disposición en planta de PD6-2.....	142
Figura 4.86: Diseño de PD6-2. ....	143
Figura 4.87: Circuito neumático de PD6-2.....	143
Figura 4.88: Forma del pandeo para la sujeción propiamente dicha.....	145
Figura 4.89: Esquema cilindro doble efecto.....	146
Figura 4.90: Sistema de arrastre para PD6-2. ....	149
Figura 4.91: Estructura de PD6-2.....	150
Figura 4.92: Soporte de cilindro.....	150
Figura 4.93: Apoyo de cilindro.....	151
Figura 4.94: Planchuela con pasador .....	151
Figura 4.95: Disposición en planta de PD6-1.....	152
Figura 4.96: Estructura de PD6-1 .....	152
Figura 4.97: Disposición en planta de PD6-3.....	153
Figura 4.98: Estructura de PD6-3. ....	154
Figura 4.99: Disposición en planta de T6-1. ....	155
Figura 4.100: Estructura de T6-1 .....	155
Figura 4.101: Disposición en planta de T6-2. ....	156
Figura 4.102: Estructura de T6-2.....	156
Figura 4.103: Simulación de las tensiones de Von Mises del árbol motriz de CT6-1 .....	157
Figura 4.104: Simulación de desplazamiento radial del árbol motriz de CT6-1.....	158
Figura 4.105: Simulación de fatiga del árbol motriz de CT6-1 .....	158
Figura 4.106: Simulación de las tensiones de Von Mises árbol motriz de CT6-2.....	159
Figura 4.107: Simulación de desplazamiento radial del árbol motriz de CT6-2.....	160
Figura 4.108: Simulación de fatiga del árbol motriz de CT6-2 .....	160
Figura 4.109: Simulación de las tensiones de Von Mises árbol motriz de CT6-3.....	161
Figura 4.110: Simulación de desplazamiento radial del árbol motriz de CT6-3.....	162

Figura 4.111: Simulación de fatiga del árbol motriz de CT6-3 .....	162
Figura 4.112: Simulación de las tensiones de Von Mises de las piezas de arrastre .....	163
Figura 4.113: Simulación del desplazamiento de la pieza de arrastre de CT6-1 y CT6-2 ..	164
Figura 4.114: Simulación de deformaciones unitarias de la pieza de arrastre de CT6-1 y CT6-2.....	164
Figura 4.115: Simulación de fatiga de la pieza de arrastre de CT6-1 y CT6-2.....	165
Figura 4.116: Simulación de las tensiones de Von Mises de la pieza de arrastre de PD6-2 .....	166
Figura 4.117: Simulación del desplazamiento de la pieza de arrastre de PD6-2 .....	167
Figura 4.118: Simulación de deformaciones unitarias de la pieza de arrastre de PD6-2 ...	168
Figura 4.119: Simulación de fatiga de la pieza de arrastre de PD6-2 .....	169
Figura 5.1: Celda media tensión con unidades GAM-2 y DM1-A .....	170
Figura 5.2: Celda media tensión con unidades GAM-2 y DM1-A .....	171
Figura 5.3: Transformador 13,2 kV a 525 V .....	172
Figura 5.4: Placa de transformador Mecom .....	172
Figura 5.5: Conexión interruptor .....	173
Figura 5.6: Horno a inducción presente en la línea 5.....	174
Figura 5.7: Bornes y llave de conmutación del horno a inducción de L5.....	175
Figura 5.8: Cable coaxial de 700 mm <sup>2</sup> de sección .....	175
Figura 5.9: Ubicación de los tableros de alimentación de los motores.....	177
Figura 5.10: Recorrido de la línea desde tablero TL6-2 a tablero TS-1 .....	178
Figura 5.11: Recorrido de la línea desde tablero TL6-1 a tablero TS-2 y TS-3 .....	178
Figura 5.12: Esquema de tableros.....	179
Figura 5.13: Disposición de conductores.....	180
Figura 5.14: Clasificación de la instalación en función de la facilidad de evacuación .....	181
Figura 5.15: Conductores permitidos en función de la facilidad de evacuación .....	181
Figura 5.16: Clasificación de la instalación en función de capacidad de las personas.....	182
Figura 5.17: Conductores permitidos en función de la capacidad de las personas.....	182
Figura 5.18: Intensidad máxima admisible [A] de Sintenax Valio en función del método de instalación .....	183
Figura 5.19: Reglamento AEA para conductores de protección.....	185
Figura 5.20: Características técnicas del conductor Superastic Flex .....	185
Figura 5.21: Características técnicas del conductor Sintenax Valio Comando.....	186
Figura 5.22: Tensión de cortocircuito $u_{cc}$ normalizada para los transformadores MT/BT de distribución pública.....	188
Figura 5.23: Coeficiente de choque.....	189
Figura 5.24: Gabinete para tablero, fabricante Genrod.....	192
Figura 5.25: Rieles DIN para tablero, fabricante Genrod. ....	192
Figura 5.26: Soporte regulable para riel, fabricante Genrod. ....	193
Figura 5.27: Ficha para conexión de tablero, fabricante Kalop. ....	193
Figura 5.28: Tomacorriente para conexión de tablero, fabricante Kalop. ....	194
Figura 5.29: Caño metálico Argeflex, fabricante Micro Control. ....	194
Figura 5.30: Conector 90° para flexible, fabricante Micro Control. ....	195
Figura 6.1: Riesgos laborales .....	196
Figura 6.2: Señales de riesgos. ....	199
Figura 8.1: Costo unitario de energía eléctrica. ....	207
Figura 8.2: Costo unitario del gas.....	207

## Índice de tablas

Tabla 1.1: Rangos de temperatura de forja para diferentes aceros al carbono.....	6
Tabla 3.1: Tipos de óxidos formados.....	23
Tabla 3.2: Generación de escoria en función del tipo de calentamiento .....	23
Tabla 3.3: Producción del nuevo horno a inducción .....	24
Tabla 3.4: Consumos actuales de gas por sector .....	24
Tabla 3.5: Consumo de gas por máquina de línea 6 .....	25
Tabla 3.6: Consumo de gas porcentual por máquina de línea 6 .....	26
Tabla 3.7: Factura de energía eléctrica marzo 2019.....	27
Tabla 3.8: Valores de energía y potencia entre los meses de septiembre 2018 y enero 2019 .....	28
Tabla 3.9: Facturación Gas Nea real marzo 2019 .....	29
Tabla 3.10: Facturación Energix real marzo 2019 .....	29
Tabla 3.11: Facturación Gas Nea simulación con horno a inducción.....	30
Tabla 3.12: Facturación Energix simulación con horno a inducción.....	30
Tabla 3.13: Comparativa de costos de energía eléctrica .....	30
Tabla 3.14: Comparativa de costos de gas .....	31
Tabla 3.15: Costos de mantenimiento totales entre septiembre y diciembre 2018 .....	32
Tabla 3.16: Costos de mantenimiento en línea 6 entre septiembre y diciembre 2018 .....	32
Tabla 3.17: Comparación final de costos entre sistemas de calentamiento.....	34
Tabla 3.18: Aumento de productividad calentando con hornos a inducción.....	36
Tabla 4.1: Dimensiones generales de los transportadores. ....	37
Tabla 4.2: Dimensiones de chaveta para M-TP-4.....	63
Tabla 4.3: Resumen de los coeficientes de seguridad.....	70
Tabla 4.4: Dimensiones de chaveta para M-TP-4.....	91
Tabla 4.5: Resumen de los coeficientes de seguridad.....	98
Tabla 4.6: Medidas Ruedas Motrices CT6-3.....	104
Tabla 4.7: Medidas Ruedas Conducidas CT6-3. ....	105
Tabla 4.8: tabla resumen coeficientes de seguridad.....	116
Tabla 4.9: Fórmulas para la verificación de cargas dinámicas.....	116
Tabla 4.10: Fórmulas para la verificación de cargas estáticas.....	116
Tabla 4.11: Resumen de coeficientes para fatiga y fluencia de M-TP-10 .....	117
Tabla 4.12: Resumen de los coeficientes de seguridad de M-TP-10 .....	119
Tabla 4.13: Resultados de cálculos para M-SA-7.....	128
Tabla 4.14: Resultados de cálculos para ejes fijos RR6-2.....	134
Tabla 4.15: Resultados de cálculos para M-SA-11.....	138
Tabla 4.16: Características N-A-1 .....	145
Tabla 5.1: Caída de tensión según sección del cable.....	184
Tabla 5.2: Caída de tensión durante el arranque.....	185
Tabla 5.3: Listado de conductores.....	186
Tabla 5.4: Corrientes de cortocircuito trifásica .....	190
Tabla 5.5: Componentes del sistema de protección de la instalación.....	190
Tabla 5.6: Componentes del sistema de comando de la instalación.....	191
Tabla 5.7: Disposición de componentes dentro del tablero.....	191
Tabla 5.8: Componentes de la estructura del tablero. ....	193
Tabla 5.9: Accesorios de conexionado del tablero.....	195
Tabla 6.1: Riesgos de trabajo que están sometido los operarios en los distintos puntos de trabajo.....	198

Tabla 6.2: Enfermedades producidas por estar expuestos al calor.....	200
Tabla 6.3: Enfermedades profesionales producidas por radiaciones infrarrojas. ....	201
Tabla 6.4: Enfermedades profesionales producidas por monóxido de carbono. ....	202
Tabla 7.1: Cotización de materiales. ....	205
Tabla 8.1: Flujo de fondos para el primer año. ....	209
Tabla 8.2: Flujo de fondos para el segundo año.....	209
Tabla 8.3: Flujo de ingresos y egresos. ....	210
Tabla 8.4: Flujo de efectivo, valor actual y valor actual neto.....	211
Tabla 8.5: Flujo de fondos teniendo en cuenta el costo de oportunidad para un año.....	213
Tabla 8.6: Flujos de ingresos y egresos para un año, considerando el costo de oportunidad. .....	214
Tabla 8.7: Flujo de efectivo neto considerando el costo de oportunidad para un año. ....	214



# PROYECTO FINAL DE CARRERA

## Cambio de tecnología de calentamiento de una línea de forja

### Autores:

Correa, Gerardo Jesús  
Lonardi, Tomas  
Marchesini, Federico

### Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

### Dirección de proyecto:

Ing. Puente, Gustavo  
Ing. De Carli Aníbal

## Anexos



PFC 1811A

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Concepción del Uruguay



## Índice de anexos

- A. Normativas de aplicación.
- B. Estándares propios del proyecto.
- C. Estándares de racionalización (No aplica).
- D. Definiciones y glosario.
- E. Referencias bibliográficas y catálogos.

## ANEXO A

# ESPECIFICACIÓN DE NORMAS Y CÓDIGOS



## 1. Mecánica

- Norma DIN 8167: Cadenas transportadoras.
- Norma DIN 8188: Cadenas de rodillos ASA.
- Norma AISI - SAE: Composición de aceros.
- Norma DIN 6885: Chavetas.
- Norma IRAM - IAS U 500-509/99: Perfiles UPN.
- Norma IRAM - IAS U 500-558/99: Perfiles ángulo.

## 2. Neumática

- Norma ISO 15552: Cilindros neumáticos

## 3. Eléctrica

- Reglamento AEA 90364-7-771: Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles – Viviendas, oficinas y locales (unitarios). Edición 2006.
- Norma IRAM NM 247-3: Conductores de potencia.
- Norma IRAM 2268: Conductores de comando.

## 4. Higiene y Seguridad en el Trabajo

- Decreto 658/96: Riesgos del trabajo.
- Ley 24.557: Ley Sobre Riesgos del Trabajo.

## **ANEXO B**

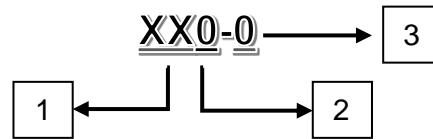
# **ESTÁNDARES PROPIOS DEL PROYECTO**



## Índice general

1. Codificación de máquinas de proceso .....	3
2. Codificación de máquinas para traslado de piezas .....	3
3. Codificación de equipos, accesorios y piezas.....	3
4. Codificación de planos .....	4
5. Listado de piezas y maquinas .....	5

## 1. Codificación de máquinas de proceso



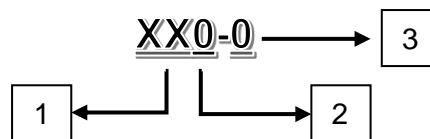
1 - Tipo de maquina:

- HI: horno a inducción.
- MF1: martillo de preforjado.
- MF2: martillo de forjado.
- PR: prensa rebabadora.

2 - Número de línea a la que pertenece.

3 - Número de máquina.

## 2. Codificación de máquinas para traslado de piezas



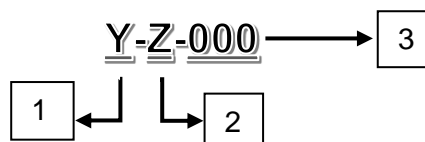
1 - Tipo de máquina:

- CT: cinta transportadora.
- PD: plancha de deslizamiento.
- RR: rampa de rodillos.
- T: tobogán.

2 - Línea a la que pertenece la máquina. Aclaración: en este proyecto todas las máquinas pertenecen a la línea 6.

3 - Número de máquina.

## 3. Codificación de equipos, accesorios y piezas



1 - Tipo de elemento:

- E: eléctrico/electrónico.
- M: mecánico.
- N: neumático.

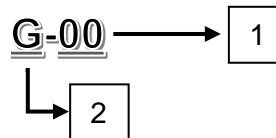
2 - Subdivisión:

- M:
  - B: bulonería.
  - ES: estructura.
  - P: protección.
  - SA: sistema de arrastre de piezas.
  - TP: transmisión de potencia.
- E:
  - Ac: accesorio.
  - C: comando.
  - CD: conductor.
  - P: potencia.
  - TP: transmisión de potencia.
- N:
  - A: actuador (cilindro).
  - Ac: accesorio.
  - R: regulador.

3 - Número de equipo/accesorio/pieza.

## 4. Codificación de planos

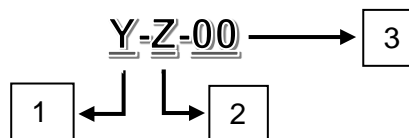
Para los planos generales, donde se mostrará una vista explosionada del equipo completo, la codificación será la siguiente:



1 - G: Plano general.

2 - Número de plano.

Los demás planos serán codificados de la siguiente manera:



1 - Tipo de plano:

- M: mecánico.
- E: eléctrico.

2 - Subdivisión:

- M:
  - E: estructura.
  - P: pieza.
- E:
  - C: comando.
  - P: potencia.

3 - Número de plano.



## 5. Listado de piezas y maquinas

### 5.1. Lista de máquinas de procesos

<b>Código</b>	<b>Artículo</b>
<b>HI6</b>	Horno a inducción
<b>MF6-1</b>	Martillo de pre forjado
<b>MF6-2</b>	Martillo de forjado
<b>PR6</b>	Prensa rebabadora

### 5.2. Lista de máquinas para el traslado de piezas

<b>Código</b>	<b>Transportador</b>
<b>CT6-1</b>	Cinta transportadora ingreso de MF6-1
<b>CT6-2</b>	Cinta transportadora ingreso de MF6-2
<b>CT6-3</b>	Cinta transportadora ingreso de PR6
<b>RR6-1</b>	Rampa de rodillos al ingreso de MF6-1
<b>RR6-2</b>	Rampa de rodillos a la salida de MF6-1
<b>RR6-3</b>	Rampa de rodillos a la salida de MF6-2
<b>RR6-4</b>	Rampa de rodillos al ingreso de PR6
<b>PD6-1</b>	Plancha de deslizamiento a la entrada de MF6-1
<b>PD6-2</b>	Plancha de deslizamiento al ingreso de MF6-2
<b>PD6-3</b>	Plancha de deslizamiento al ingreso de PR6
<b>T6-1</b>	Tobogán a la salida de HI6
<b>T6-2</b>	Tobogán al ingreso de MF6-2

### 5.3. Lista de piezas

<b>Código</b>	<b>Pieza</b>
<b>E-Ac-1</b>	Gabinete 300x300
<b>E-Ac-2</b>	Riel DIN estándar x35 mm galvanizado
<b>E-Ac-3</b>	Soporte regulable para riel
<b>E-Ac-4</b>	Ficha 3P+N+T IP44 380V 16A
<b>E-Ac-5</b>	Tomacorriente 3P+N+T IP44 380V 16A
<b>E-Ac-6</b>	Caño flexible metálico Ønom 3/8"; Øint 12,6mm
<b>E-Ac-7</b>	Conector 90° p/flexible 3/8"
<b>E-C-1</b>	Llave termomagnética 10 A - 2 polos
<b>E-C-2</b>	Transformador de comando 150 VA 220/24 V
<b>E-C-3</b>	Pulsador parado de emergencia
<b>E-C-4</b>	Pulsador marcha
<b>E-C-5</b>	Luz testigo marcha
<b>E-C-6</b>	Luz testigo parada
<b>E-CD-1</b>	Conductor tetrapolar 1,5 mm <sup>2</sup>
<b>E-CD-2</b>	Conductor unipolar 2,5 mm <sup>2</sup>
<b>E-CD-3</b>	Conductor tripolar 1,5 mm <sup>2</sup>
<b>E-CD-4</b>	Conductor bipolar 1,5 mm <sup>2</sup>
<b>E-P-1</b>	Llave termomagnética 250 A 4 polos
<b>E-P-2</b>	Interruptor diferencial 250 A 4 polos 300 mA
<b>E-P-3</b>	Llave termomagnética 100 A 4 polos
<b>E-P-4</b>	Guardamotor 10 A 3 polos

- E-P-5** Contactor 3 polos
- E-TP-1** Motorreductor trifásico 3 kW
- M-B-01** Tornillo M14 x 2.0 x 80
- M-B-02** Tornillo M12 x 1.75 x 50
- M-B-03** Tornillo M12 x 1.75 x 30
- M-B-04** Tornillo M16 x 2.0 x 60
- M-B-05** Tuerca M14 x 2.0
- M-B-06** Tuerca M12 x 1.75
- M-B-07** Tuerca M16 x 2.0
- M-B-08** Arandela 12 mm
- M-B-09** Arandela 16 mm
- M-B-10** Tornillo M8 x 1.25 x 30
- M-B-11** Tuerca M8 x 1.25
- M-B-12** Varrilla Roscada M12
- M-ES-01** Estructura CT6-2
- M-ES-02** Estructura CT6-1
- M-ES-03** Estructura CT6-3
- M-ES-04** Estructura RR6-1
- M-ES-05** Estructura RR6-2
- M-ES-06** Estructura RR6-3
- M-ES-07** Estructura RR6-4
- M-ES-08** Estructura PD6-2
- M-ES-09** Estructura PD6-1
- M-ES-10** Estructura PD6-3
- M-ES-11** Estructura T6-1
- M-ES-12** Estructura T6-2
- M-P-1** Cubre cadena M-P-1
- M-P-2** Cubre cadena M-P-2
- M-P-3** Cubre cadena M-P-3
- M-SA-01** Cadena transportadora DIN 8167 M-20 P 80 mm L 18,3 m
- M-SA-02** Pieza de arrastre Planchuela 1" x 1/4" AISI 310
- M-SA-03** Rueda dentada M-20 DIN 8167 de cadena transportadora
- M-SA-04** Cadena transportadora DIN 8167 M-20 P 80 mm L 10,4 m
- M-SA-05** Rueda dentada motriz de empuje de cinta transportadora
- M-SA-06** Rueda dentada conducida de empuje de cinta transportadora
- M-SA-07** Ejes fijos - Acero trefilado SAE 1045 25 mm Ø RR6-1
- M-SA-08** Caño Sch 40 p/rodillos RR6-1
- M-SA-09** Ejes fijos - Acero trefilado SAE 1045 25 mm Ø RR6-2
- M-SA-10** Caño Sch 40 p/rodillos RR6-2
- M-SA-11** Ejes fijos - Acero trefilado SAE 1045 25 mm Ø RR6-3
- M-SA-12** Caño Sch 40 p/rodillos RR6-3
- M-SA-13** Pieza de arrastre Planchuela 1" x 1/4" AISI 310 PD6-2
- M-TP-01** Cadena para transmisión de potencia DIN 8188 16A-1, paso 1 pulgada (ASA 80)
- M-TP-02** Piñón de acero ASA 80, 17 dientes, paso 1 pulgada, diámetro 151 mm
- M-TP-03** Corona de acero Asa 80, 35 dientes, paso 1 pulgada, diámetro 297,5 mm
- M-TP-04** Árbol conducido SAE 1045 45 mm 600 mm
- M-TP-05** Chavetas para corona de cadena transmisora de potencia
- M-TP-06** Chavetas para rueda dentada para cadena transportadora
- M-TP-07** Árbol motriz SAE 1045 45 mm 500 mm
- M-TP-08** Rodamientos YAR 209-2FW/VA201
- M-TP-09** Caja de Rodamientos SY 45 TF/VA201
- M-TP-10** Árbol motriz SAE 1045 50 mm 740 mm
- M-TP-11** Chavetas de rueda dentada motriz

- M-TP-12** Chavetas de rueda dentada conducida
- M-TP-13** Árbol conducido SAE 1045 50 mm 670 mm
- M-TP-14** Árbol conducido SAE 1045 30 mm 650 mm
- M-TP-15** Rodamientos YAR 210-2FW/VA201
- M-TP-16** Rodamientos YAR 206-2FW/VA201
- M-TP-17** Caja de Rodamientos SY 50 TF/VA201
- M-TP-18** Caja de Rodamientos FY 30 TF/VA201
  - N-A-1** Cilindro neumático Doble efecto carrera 400mm vastago 100mm
  - N-Ac-1** Conector Tipo recto Rosca G1/2"
  - N-Ac-2** Buje de reducción G 3/4" a 1/2"
  - N-Ac-3** Válvula 4/2
  - N-Ac-4** Silenciador
  - N-Ac-5** Tubo Poliuretano
  - N-R-1** Regulador de caudal
  - N-R-2** Unidad de mantenimiento FRL 40 µm

## 5.4. Lista de planos

<b>Código</b>	<b>Plano</b>
<b>G-01</b>	General de CT6-1
<b>G-02</b>	General de CT6-2
<b>G-03</b>	General de CT6-3
<b>G-04</b>	General de PD6-1
<b>G-05</b>	General de PD6-2
<b>G-06</b>	General de PD6-3
<b>G-07</b>	General de RR6-1
<b>G-08</b>	General de RR6-2
<b>G-09</b>	General de RR6-3
<b>G-10</b>	General de RR6-4
<b>G-11</b>	General de T6-1
<b>G-12</b>	General de T6-2
<b>M-E-01</b>	Estructura CT6-1
<b>M-E-02</b>	Estructura CT6-2
<b>M-E-03</b>	Estructura CT6-3
<b>M-E-04</b>	Estructura PD6-2
<b>M-E-05</b>	Estructura RR6-1
<b>M-E-06</b>	Estructura RR6-2
<b>M-E-07</b>	Estructura RR6-3
<b>M-E-08</b>	Estructura RR6-4
<b>M-P-01</b>	Árbol Ø30 x 650 mm
<b>M-P-02</b>	Árbol Ø45 x 500/600 mm
<b>M-P-03</b>	Árbol Ø50 x 670 mm
<b>M-P-04</b>	Árbol Ø50 x 740 mm
<b>M-P-05</b>	Eje fijo y caño RR6-1
<b>M-P-06</b>	Eje fijo y caño RR6-2
<b>M-P-07</b>	Eje fijo y caño RR6-3/RR6-4
<b>M-P-08</b>	Cubre cadena CT6-1
<b>M-P-09</b>	Cubre cadena CT6-2
<b>M-P-10</b>	Cubre cadena CT6-3
<b>M-P-11</b>	Piezas de arrastre
<b>E-P-1</b>	Trifilar, tablero primario TL6-1
<b>E-P-2</b>	Trifilar, tablero secundario TS6-2

- E-P-3** Trifilar, tablero secundario TS6-3
- E-P-4** Trifilar, tablero primario TL6-2
- E-P-5** Trifilar, tablero secundario TS6-1
- E-C-1** Comando, tablero secundario TS6-2
- E-C-2** Comando, tablero secundario TS6-3
- E-C-3** Comando, tablero secundario TS6-1

## **ANEXO D**

# **DEFINICIONES Y GLOSARIO**



## 1. Definiciones

- **CEG:** Cooperativa Eléctrica de Gualeguaychú (Cooperativa de Consumo de Electricidad y Afines de Gualeguaychú LTDA).
- **TGBH:** Índice de Temperatura Globo-Bulbo Húmedo.
- **L5:** Línea 5 de la forja.
- **L6:** Línea 6 de la forja.

## 2. Nomenclatura

### A

**A:** Área del vástago del cilindro neumático.

### B

-

### C

**C:** Capacidad de carga dinámica de los rodamientos (se obtiene por catálogo).

**$C_p$ :** Fuerza de tracción de la cadena cuando arrastra la pieza a transportar.

**$C_{p_c}$ :** Fuerza de tracción de la cadena comercial seleccionada, cuando arrastra la pieza a transportar

**$CR$ :** Carga de rotura de la cadena.

**$CR_c$ :** Carga de rotura de la cadena comercial seleccionada.

**$CR_{rd}$ :** Carga de rotura de la rueda dentada.

**$CS_{estático}$ :** Coeficiente de seguridad estático.

### D

**$D$ :** Diámetro del vástago del cilindro.

**$d$ :** Diámetro primitivo del eje de transmisión.

**$d$ :** Diámetro preliminar del árbol.

### E

**$E$ :** Módulo elástico para el acero al carbono.

### F

**$F$ :** Fuerza de tracción de la cadena.

**$F_c$ :** Fuerza de compresión real.

**$F_g$ :** Fuerza total de tracción.

**$F_m$ :** Fuerza mínima necesaria en el cilindro neumático.

$F_{pandeo}$ : Fuerza de pandeo.

$F_R$ : Fuerza de rozamiento.

$F_r$ : Fuerza requerida por el cilindro neumático.

$F_s$ : Factor de seguridad.

$F_t$ : Fuerza centrífuga de la cadena.

$f$ : Área nominal de trabajo en la cadena de transmisión.

## I

$I$ : Momento de inercia.

$I$ : Corriente eléctrica.

$I_k$ : Corriente permanente de cortocircuito.

$I_L$ : Corriente de línea.

$I_{L\text{Teórico}}$ : Corriente de línea teórico.

$I_s$ : Corriente de choque.

$i$ : Relación de transmisión.

## K

$K$ : Factor de potencia.

$K_\sigma$ : Coeficiente efectivo de concentración de tensiones a la flexión.

$K_\tau$ : Coeficiente efectivo de concentración de tensiones a la torsión

## L

$L$ : Longitud.

$L_{ch}$ : Longitud de la chaveta.

$L_h$ : Vida útil en horas de los rodamientos.

## M

$M_f$ : Momento flector.

$M_{fH}$ : Momento flector máximo horizontal (plano Y-Z).

$M_{fV}$ : Momento flector máximo vertical (plano X-Z).

$M_{fx}$ : Momento flector eje x.

$M_{fy}$ : Momento flector eje y.

$M_R$ : Momento reducido.

$M_t$ : Momento torsor.

$M_{tA}$ : Momento torsor de arranque.

## N

$N$ : Potencia del eje.

$n$ : Velocidad angular del eje.

$n$ : Coeficiente de seguridad normativo.

$n_1$ : Revoluciones del piñón de transmisión.

$n_1$ : Coeficiente que considera el error posible al determinar las cargas y las tensiones.

$n_2$ : Revolución de la corona de transmisión.

$n_2$ : Coeficiente que tiene en cuenta la heterogeneidad del material.

$n_{2e}$ : Coeficiente estático que tiene en cuenta la heterogeneidad del material.

$n_{2d}$ : Coeficiente dinámico que tiene en cuenta la heterogeneidad del material.

$n_3$ : Coeficiente de las condiciones de trabajo que tiene en cuenta el grado de responsabilidad de la pieza.

$n_d$ : Coeficiente de seguridad normativo dinámico.

$n_e$ : Coeficiente de seguridad dinámico para flexión y torsión.

$n_{d,\sigma}$ : Coeficiente de seguridad dinámico para la flexión.

$n_{d,\tau}$ : Coeficiente de seguridad dinámico para la torsión.

$n_e$ : Coeficiente de seguridad normativo estático.

$n_{ec}$ : Coeficiente de seguridad estático para flexión y torsión.

$n_{e,\sigma}$ : Coeficiente de seguridad estático para la flexión.

$n_{e,\tau}$ : Coeficiente de seguridad estático para la torsión.

## P

$P$ : Potencia.

$P$ : Potencia eléctrica.

$P$ : Presión de trabajo del aire comprimido.

$P_{adm}$ : Presión admisible en las superficies de articulación.

$P_B$ : Fuerza de tracción de la cadena en el momento de arranque del transportador.

$P_{Bc}$ : Fuerza de tracción de la cadena comercial seleccionada, en el momento de arranque del transportador.

$P_D$ : Potencia corregida

$P_r$ : Presión en la superficie articulada de la cadena de transmisión.

$P_r$ : Carga equivalente que soportan los rodamientos.



$p$ : Paso de la cadena

## R

$R$ : Resistencia eléctrica del conductor.

$R_{BH}$ : Carga horizontal (plano Y-Z), que soporta el rodamiento B.

$R_{BV}$ : Carga vertical (plano X-Z), que soporta el rodamiento B.

$R_{EH}$ : Carga horizontal (plano Y-Z), que soporta el rodamiento E.

$R_{EV}$ : Carga vertical (plano X-Z), que soporta el rodamiento E.

$R_{red}$ : Resistencia equivalente de la red.

$R_T$ : Resistencia interna del transformador.

$r_p$ : Radio primitivo de las ruedas dentadas.

## S

$S_{cc}$ : Potencia de cortocircuito.

$S_n$ : Potencia aparente del transformador.

## T

$T$ : Tensión que origina la cadena sobre el eje.

$T_{ct}$ : Esfuerzo total de tracción de la cadena de transmisión.

$T_H$ : Componente horizontal (plano Y-Z) de la tensión que origina la cadena sobre el eje.

$T_V$ : Componente vertical (plano X-Z) de la tensión que origina la cadena sobre el eje.

$t$ : Tiempo requerido para el avance/retroceso del cilindro neumático.

$t_v$ : Factor de paso-velocidad de la cadena de transmisión.

## U

$U_{BT}$ : Tensión de línea de la red eléctrica

$U_L$ : Tensión de línea.

$u_{cc} \cdot U$ : Tensión que debemos aplicar al primario del transformador para que el secundario sea recorrido por la intensidad nominal  $I_n$ .

## V

$V$ : Velocidad con que se transportara las piezas.

$V_{avance}$ : Volumen necesario de aire para el avance del pistón.

$V_{retroceso}$ : Volumen necesario de aire para el retroceso del pistón

$\dot{V}_{avance}$ : Flujo volumétrico necesario para el avance.

$\dot{V}_{retroceso}$ : Flujo volumétrico necesario para el retroceso.

$v$ : Coeficiente de corrección.

$v$ : Equivalente de tensiones, para trabajar en un mismo régimen.

## W

$W$ : Factor característico de la cadena de transmisión.

$W$ : Momento resistente.

$W_c$ : Peso de la cadena más los accesorios.

$W_{cc}$ : Peso de la cadena comercial seleccionada, más los accesorios.

$W_{cadena}$ : Peso de la cadena.

$W_{cadena c}$ : Peso de la cadena comercial seleccionada.

$W_p$ : Modulo resistente polar.

$W_p$ : Peso de corte a transportar.

$W_{pieza de arrastre}$ : Peso total de las piezas de arrastre de la cadena transportadora.

$W'_{pieza de arrastre}$ : Peso, que transportar cada una de las cadenas transportadoras, para el arrastre de las piezas.

## X

$X$ : Distancia en ejes.

$X$ : reactancia eléctrica del conductor.

$X_{red}$ : Reactancia equivalente de la red.

$X_T$ : Impedancia interna del transformador.

$x$ : Cociente de la corriente de choque y el valor cresta del corto circuito.

## Y

$Y$ : Coeficiente de impacto.

$y$ : Factor de irregularidad de la cadena de transmisión.

## Z

$z_1$ : Numero de dientes del piñón conductor.

$z_2$ : Numero de dientes de la corona de transmisión.

$Z_K$ : Impedancia de la línea en B.T.

$Z_{red}$ : Impedancia equivalente de la red.

$Z_T$ : Impedancia interna del transformador.

## Otros

$\Delta U$ : Caída de tensión porcentual del circuito.

$\alpha$ : Ángulo de inclinación del transportador.

$\beta$ : Coeficiente para evaluar la calidad de la superficie.

$\varepsilon$ : Coeficiente de las dimensiones absolutas.

$\eta$ : Rendimiento eléctrico.

$\lambda$ : Factor que tiene en cuenta el tipo de movimiento para el cálculo del cilindro neumático.

$\lambda_p$ : Factor de rozamiento de la cadena de transmisión.

$\mu_s$ : Coeficiente de fricción estático.

$\mu_k$ : Coeficiente de fricción dinámico.

$\sigma_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a flexión.

$\sigma_a$ : Tensión amplitud del ciclo.

$\sigma_{adm f I}$ : Tensión admisible de flexión para cargas estáticas.

$\sigma_{adm f II}$ : Tensión admisible de flexión para cargas pulsantes.

$\sigma_{adm f III}$ : Tensión admisible de flexión para cargas alternativas.

$\sigma_{fl}$ : Tensión de fluencia a la flexión.

$\sigma_{fluencia}$ : Tensión admisible a la fluencia del acero considerado.

$\sigma_{Max}$ : Tensión normal máxima del ciclo.

$\sigma_m$ : Tensión media del ciclo.

$\sigma_{rotura}$ : Tensión admisible a la rotura del acero considerado.

$\tau_{-1}$ : Resistencia a la fatiga para el ciclo simétrico sometido a torsión.

$\tau_a$ : Tensión amplitud del ciclo.

$\tau_{fl}$ : Tensión de fluencia a la torsión.

$\tau_{Max}$ : Tensión de corte máxima del ciclo.

$\tau_m$ : Tensión media del ciclo.

$\phi_p$ : Diámetro primitivo de la rueda dentada.

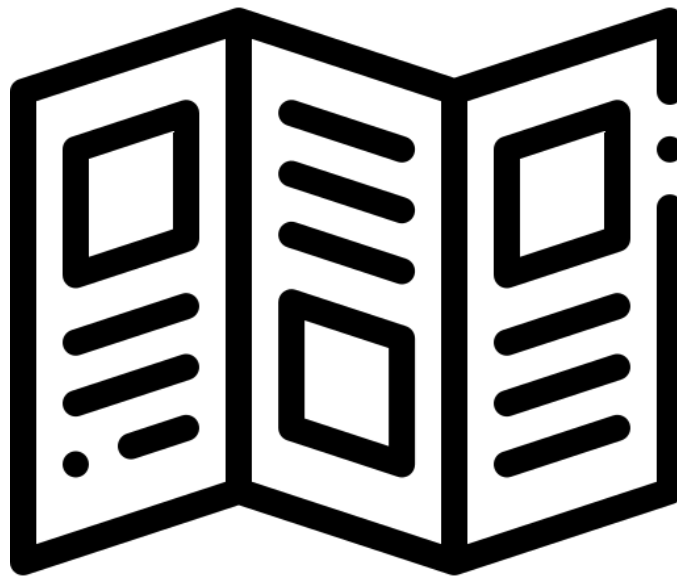
$\psi_\sigma$ : Coeficiente de sensibilidad del material a la asimetría del ciclo, para tensiones a la flexión.

$\psi_\tau$ : Coeficiente de sensibilidad del material a la asimetría del ciclo, para tensiones a la torsión.

$\omega$ : Velocidad angular.

## **ANEXO E**

# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y CATÁLOGOS**



## Índice general

1. Citas bibliográficas .....	3
2. Manuales.....	5
3. Catálogos de productos.....	7
4. Otros .....	81

# 1. CITAS BIBLIOGRÁFICAS



## 1.1. Proceso de forjado

- Bonnemezón, A. J., (2012), *Práctica industrial de la forja en caliente*, Buenos Aires, Argentina: Nueva Librería.
- Del Rio Cabrerizo, J., (2005), *Conformación plástica de materiales metálicos (en frío y en caliente)*, Madrid, España: Cie Dossat 2000 S.L.

## 1.2. Cálculo mecánico

- Young, H. D. & Freedman, R. A., (2009), *Física Universitaria volumen I decimosegunda edición*. Pearson.
- Dobrovolski, V.; Zablonki, K.; Mak, S.; Radchik, A. & Erlij, L., (1970), *Elementos de máquinas*, editorial Mir. Moscú.
- Rodríguez, E. & Perticará, H., *Especificaciones de Aceros SAE*. UTN Facultad Regional Santa Fe.
- Cosme, H. N., (1977), *Elementos de máquinas*. Marymar.
- Stiopin, P. A., (1968), *Resistencia de materiales*. MIR.
- Mirolíúbov, I., (s.a.), *Problemas de resistencia de materiales*. MIR.

## 2. MANUALES



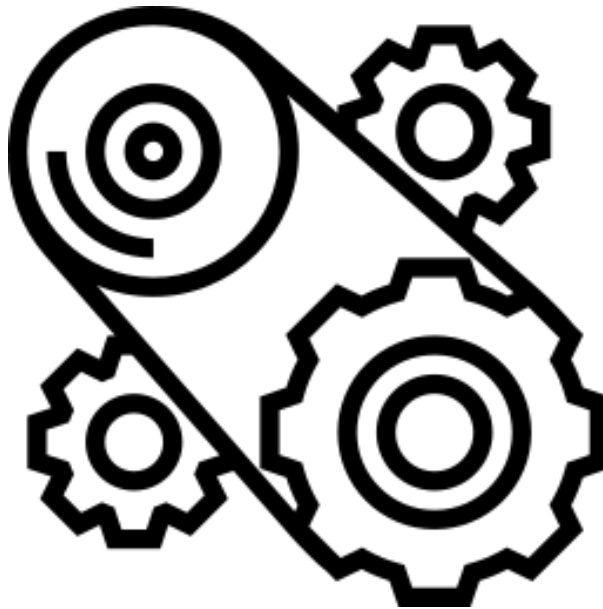


## 2.1. Cálculo mecánico

- Renold, (2010), *Conveyor chain: Installation, maintenance & designer guide*, Manchester, England.
- UTN FRP, *Apuntes de cátedra: Transportadores de Cadena, Máquinas de Elevación y Transporte*.
- Ing. Rafael Caputo, (2015), *Nota técnica: Motores, conceptos básicos y métodos de arranque*.

## 3. CATÁLOGOS DE PRODUCTOS

### 3.1. MECÁNICOS



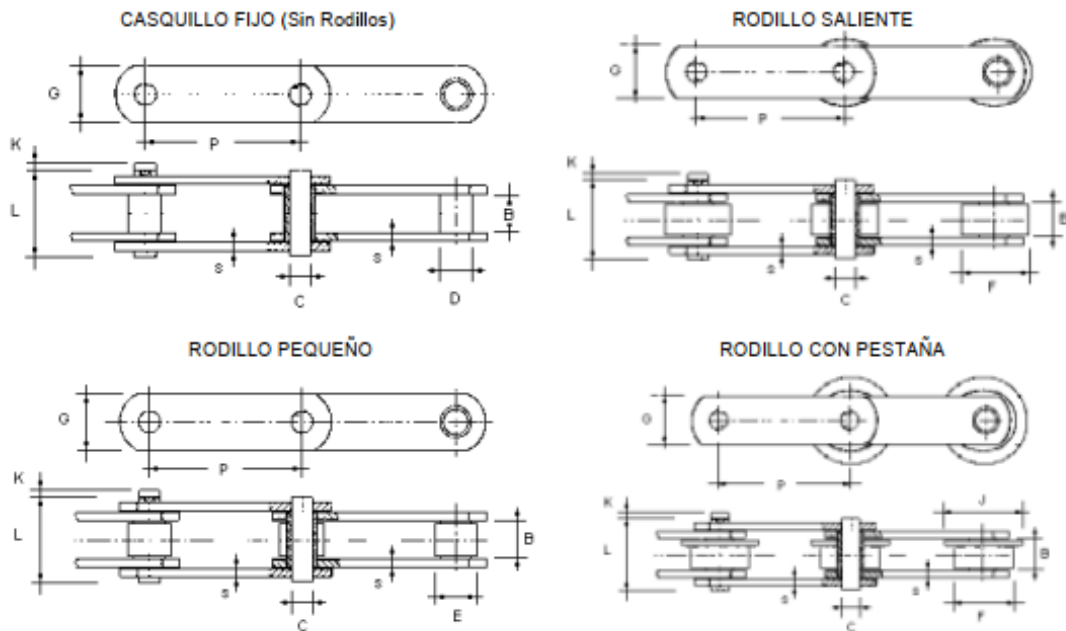
3.1.1. Planchuelas Inoxoeste

Planchuelas														
Planchuela - Peso aproximado por metro														
ANCHO		1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	3/4"	4/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"
en m/m	en pulg.	3.175	4.762	6.350	7.937	9.525	11.112	12.700	15.875	19.500	22.225	25.400	31.479	38.099
12.700	1/2	0.316	6.350	0.633	0.791	0.949	1.108	-	-	-	-	-	-	-
15.875	5/8	0.395	0.593	0.791	0.980	1.186	1.384	1.581	-	-	-	-	-	-
19.050	3/4	0.475	0.712	0.949	1.187	1.424	1.651	1.899	2.373	-	-	-	-	-
22.225	7/8	0.553	0.830	1.108	1.384	1.660	1.938	2.215	2.762	3.321	-	-	-	-
25.400	1	0.632	0.949	1.266	1.582	1.899	2.215	2.532	3.164	3.797	4.430	-	-	-
28.574	1 1/8	0.711	1.680	1.424	1.780	2.136	2.492	2.849	3.560	4.272	4.984	5.697	-	-
31.749	1 1/4	0.791	1.187	1.582	1.978	2.373	2.768	3.164	3.956	4.747	5.538	6.329	-	-
38.990	1 1/2	0.949	1.429	1.899	2.373	2.848	3.322	3.797	4.747	5.696	6.645	7.595	9.487	-
44.449	1 3/4	1.108	1.661	2.215	2.768	3.322	3.876	4.430	5.538	6.645	7.753	8.860	11.069	13.282
50.799	2	1.266	1.899	2.532	3.164	3.797	4.430	5.063	6.329	7.595	8.860	10.126	12.650	15.180
57.149	2 1/4	1.424	2.136	2.838	3.560	4.272	4.984	5.696	7.120	8.544	9.968	11.392	14.231	17.077
63.499	2 1/2	1.582	2.373	3.164	3.956	4.747	5.538	6.329	7.911	9.493	11.075	12.658	15.812	18.975
69.849	2 3/4	1.740	2.611	3.481	4.351	5.221	6.091	6.962	8.702	10.443	12.183	13.923	17.393	20.872
76.199	3	1.899	2.848	3.797	4.747	5.696	6.645	7.595	9.493	11.392	13.290	15.189	18.974	22.769
82.549	3 1/4	2.057	3.085	4.114	5.112	6.171	7.199	8.227	10.284	12.341	14.398	16.455	20.556	24.667
88.898	3 1/2	2.215	3.322	4.430	5.538	6.645	7.753	8.860	11.075	13.290	15.506	17.721	22.137	16.564
95.248	3 3/4	2.373	3.560	4.747	5.933	7.120	83.317	9.493	11.867	14.240	16.612	18.896	23.718	28.462
101.600	4	2.532	3.797	5.063	6.329	7.595	8.860	10.126	12.658	15.189	17.721	20.252	25.299	30.359
114.100	4 1/2	2.848	4.272	5.695	7.120	8.544	9.968	11.392	14.240	17.088	19.936	22.784	28.462	34.154
127.000	5	3.164	4.747	6.329	7.911	9.493	11.075	12.658	15.822	18.986	22.151	25.315	31.624	37.949
139.700	5 1/2	3.480	5.222	6.962	8.702	10.442	12.182	13.924	17.404	20.886	24.366	27.846	34.786	41.744
152.400	6	3.798	5.696	7.594	9.494	11.392	13.290	15.190	18.986	22.784	26.580	30.398	37.948	45.538

3.1.2. M-SA-1 y M-SA-4: Cadena transportadora JyM.



**CADENAS TRANSPORTADORAS**  
ISO / R1977 - DIN 8167  
**DE EJES MACIZOS Serie M**



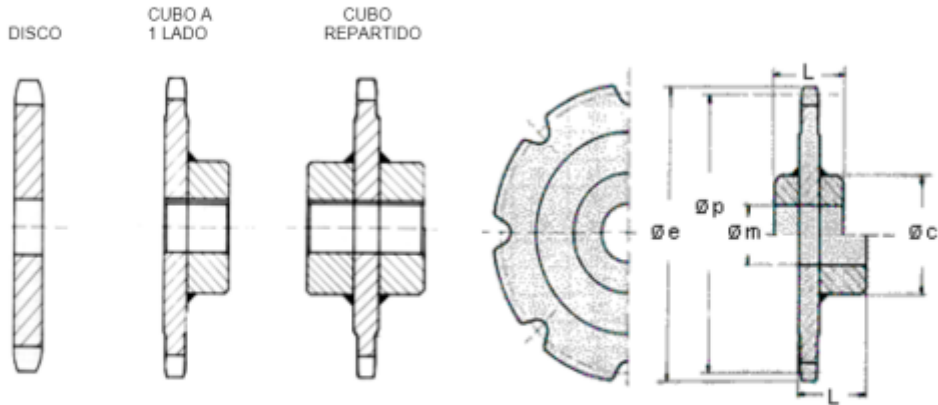
Ref. Cad.	Carga Rotura Kp.	PASO P	CADENAS LISAS Serie M										
			Ancho Interior B	Ø eje C	Ø Casq D	RODILLOS			BRIDAS		ANCHO		Superficie Articul. cm <sup>2</sup>
						Peq. E	Sallen F	Pest. J	Ancho G	Grueso S	L max	K max	
M-20	2.000	* 40 50 63 80 100 125 160	16	6	9	12,5	25	30	18	2,5	32	3,5	1,32
M-28	2.800	* 50 63 80 100 125 160 200	18	7	10	15	30	36	20	3	36	4	1,75
M-40	4.000	63 80 100 125 160 200 250	20	8,5	12,5	18	36	42	25	3,5	42	4,5	2,38
M-56	5.600	* 63 80 100 125 160 200 250	24	10	15	21	42	50	30	4	48	5	3,30
M-80	8.000	80 100 125 160 200 250 315	28	12	18	25	50	60	35	5	56	6	4,68
M-112	11.200	* 80 100 125 160 200 250 315 400	32	15	21	30	60	70	40	6	65	7	6,75
M-160	16.000	*100 125 160 200 250 315 400 500	37	18	25	36	70	85	50	7	75	8	9,36
M-224	22.400	*125 160 200 250 315 400 500 630	43	21	30	42	85	100	60	8	85	9	12,60
M-315	31.500	*160 200 250 315 400 500 630	48	25	36	50	100	120	70	10	98	10,5	17,50
M-450	45.000	200 250 315 400 500 630 800	56	30	42	60	120	140	80	12	115	12,5	24,60
M-630	63.000	250 315 400 500 630 800 1000	66	36	50	70	140	170	100	14	135	15	34,56
M-900	90.000	*250 315 400 500 630 800 1000	78	44	60	85	170	210	120	16	156	20	49,28

- Otros pasos intermedios se fabrican bajo demanda.
- Los pasos señalados con asterisco sólo se fabrican de casquillos fijos.

3.1.3. M-SA-3: Rueda dentada JyM



**RUEDAS PARA CADENAS DE TRANSPORTE DIN-8167 y 8168**



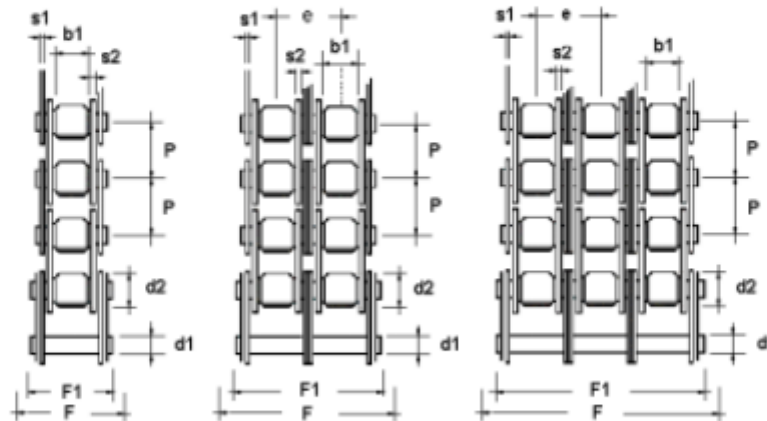
P = Paso  
Z = N° de dientes  
Ø p = Diámetro primitivo  
Ø e = Diámetro exterior  
Ø c = Diámetro cubo  
Ø m = Diámetro max. Eje  
L = Longitud total

Ref	P	Z	Ø p	Ø e	Ø c	L	Ø m	Ref	P	Z	Ø p	Ø e	Ø c	L	Ø m	
M-20	50	8	130,65	143	80	45	35	M-40	80	12	309,09	325	115	75	55	
		10	161,80	175	90	45	40			16	410,06	426	125	80	60	
		12	193,18	206	105	50	50			100	10	323,61	339	125	65	60
		16	256,29	269	115	60	55				12	386,37	402	135	70	65
	63	8	164,62	178	85	50	35		125	10	404,51	420	140	80	65	
		10	203,87	217	90	50	40			12	482,96	499	145	85	70	
		12	243,41	256	105	60	50			160	16	640,72	657	165	90	75
		16	322,92	336	115	60	55				8	391,96	412	145	75	70
	80	10	258,88	272	125	65	60		150	10	485,41	508	150	85	70	
		12	309,09	322	125	70	60			12	579,55	604	165	90	75	
		16	410,06	423	135	75	65			200	8	418,09	434	145	80	70
		8	261,31	275	110	65	45				10	517,77	533	155	85	70
	100	10	323,61	337	120	65	55		125	12	618,19	639	165	90	75	
		12	386,37	400	125	75	60			8	522,62	539	165	90	75	
		16	512,58	525	135	75	65			10	647,22	663	175	90	80	
		8	164,62	179	80	50	35			M-56	10	323,61	341	125	65	60
63	10	203,87	218	90	50	40	100	12	386,37		404	135	70	65		
	12	243,41	257	100	65	45		16	512,58		530	145	75	70		
	16	322,92	337	115	65	55		125	10		404,51	422	145	80	70	
	8	209,04	224	90	50	40			12		482,96	500	155	85	70	
80	10	258,88	273	110	60	45	150	10	485,41		503	160	90	75		
	12	309,09	324	125	65	60		12	579,55		597	170	95	80		
	16	410,06	425	135	70	65		160	8		418,09	435	145	80	70	
	8	261,31	276	110	60	45			10		517,77	535	160	85	75	
100	10	323,61	338	125	65	60	125	12	618,19		635	165	90	75		
	12	386,37	401	135	70	65		200	8		522,62	540	155	85	70	
	16	512,58	527	180	100	85			10		647,22	664	165	90	75	
	8	326,63	341	125	65	60		12	772,74		790	180	100	85		
125	10	404,51	419	135	75	65	250	8	653,27		671	170	90	80		
	12	482,96	497	145	80	70		10	809,02		827	190	95	90		

3.1.4. M-TP-1: Cadena de transmisión



**CADENAS DE TRANSMISIÓN**  
Serie ASA Norma Americana ANSI B 29.1  
DIN 8188 Cadenas Simples, Dobles y Triples



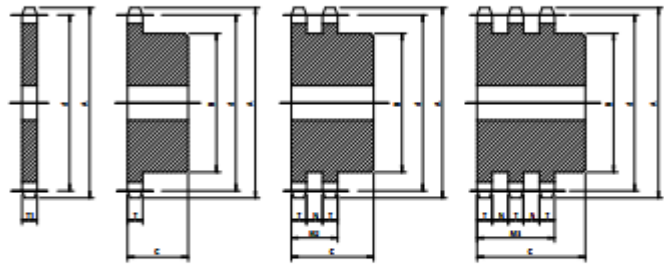
Ref.	PASO (mm.)	PASO (pulg.)	Ancho Interior	Ø Rod.	Ø Eje	Grueso Mallas		Ancho Entre Filas	Ancho max. S/jees	Ancho total cadena	Supert. Articul. cm2.	Carga de Rotura Kp.	Peso por metro Kg/mtr.
	P	P	b1	d2	d1	S1	S2	e	F1	F			
04C	6,35	1/4	3,18	3,30	2,30	0,73	0,73	--	8,00	12,50	0,11	450	0,140
06C	9,525	3/8	4,77	5,08	3,59	1,25	1,25	--	11,90	17,50	0,27	1050	0,330
08A-1	12,70	1/2	7,95	7,92	3,96	1,50	1,50	--	16,30	21,50	0,45	1850	0,640
10A-1	15,875	5/8	9,53	10,16	5,08	2,00	2,00	--	20,10	26,50	0,71	2900	1,060
12A-1	19,05	3/4	12,70	11,91	5,94	2,40	2,40	--	28,00	32,00	0,97	3900	1,580
16A-1	25,4	1	15,88	15,88	7,92	3,20	3,20	--	35,30	44,50	1,76	6700	2,610
20A-1	31,75	1 1/4	19,05	19,05	9,53	4,20	4,20	--	43,40	55,50	2,58	11000	3,800
24A-1	38,10	1 1/2	25,40	22,23	11,10	4,80	4,80	--	53,40	67,00	3,90	15500	5,550
28A-1	44,45	1 3/4	25,40	25,40	12,70	5,60	5,60	--	56,40	74,00	4,67	21000	7,700
32A-1	50,80	2	31,75	28,58	14,27	6,30	6,30	--	68,50	85,50	6,40	26500	10,000
40A-1	63,50	2 1/2	38,10	39,67	19,84	8,00	8,00	--	76,50	111,00	10,85	43000	16,690
06C-2	9,525	3/8	4,77	5,08	3,59	1,25	1,25	10,13	22,00	28,50	0,54	2100	0,650
08A-2	12,70	1/2	7,95	7,92	3,96	1,50	1,50	14,38	30,70	37,50	0,90	3700	1,280
10A-2	15,875	5/8	9,53	10,16	5,08	2,00	2,00	18,11	38,20	46,50	1,42	5800	2,100
12A-2	19,05	3/4	12,70	11,91	5,94	2,40	2,40	22,78	51,20	57,00	1,94	7800	3,150
16A-2	25,4	1	15,88	15,88	7,92	3,20	3,20	29,29	61,40	77,00	3,60	13400	5,190
20A-2	31,75	1 1/4	19,05	19,05	9,53	4,20	4,20	35,76	79,20	95,00	5,16	22000	7,700
24A-2	38,10	1 1/2	25,40	22,23	11,10	4,80	4,80	45,44	98,90	117,00	7,80	31000	11,100
28A-2	44,45	1 3/4	25,40	25,40	12,70	5,60	5,60	48,87	105,40	128,00	9,34	42000	15,400
32A-2	50,80	2	31,75	28,58	14,27	6,30	6,30	58,55	127,10	150,00	12,80	53000	20,000
40A-2	63,50	2 1/2	38,10	39,67	19,84	8,00	8,00	71,55	148,00	190,00	21,70	86000	33,000
06C-3	9,525	3/8	4,77	5,08	3,59	1,25	1,25	10,13	32,20	39,50	0,81	3150	0,950
08A-3	12,70	1/2	7,95	7,92	3,96	1,50	1,50	14,38	45,10	53,50	1,35	5550	1,900
10A-3	15,875	5/8	9,53	10,16	5,08	2,00	2,00	18,11	56,30	66,50	2,13	8700	3,140
12A-3	19,05	3/4	12,70	11,91	5,94	2,40	2,40	22,78	70,70	82,00	2,91	11700	4,710
16A-3	25,4	1	15,88	15,88	7,92	3,20	3,20	29,29	90,60	110,00	5,28	20100	7,760
20A-3	31,75	1 1/4	19,05	19,05	9,53	4,20	4,20	35,76	115,00	134,00	7,74	33000	11,500
24A-3	38,10	1 1/2	25,40	22,23	11,10	4,80	4,80	45,44	144,40	167,00	11,70	46500	16,600
28A-3	44,45	1 3/4	25,40	25,40	12,70	5,60	5,60	48,87	154,30	181,50	18,00	63000	23,000
32A-3	50,80	2	31,75	28,58	14,27	6,30	6,30	58,55	185,60	214,50	19,20	79500	30,000
40A-3	63,50	2 1/2	38,10	39,67	19,84	8,00	8,00	71,55	219,50	268,00	32,55	129000	49,310



3.1.5. M-TP-2 y M-TP-3: Piñones

**ANGEL LARREINA S.A.**  
elementos de transmisión

**Discos, Piñones y Ruedas de Acero para Transmisiones de Cadenas**  
Sprockets and Plate Wheels for Roller Chain



- Macizo  
Solid
- Cubo soldado  
Welded Hub
- Pieza soldada  
Welded Piece

Z	Paso- Pitch 1" 25,4 mm		ASA 80 BS 16			ØRodillo - Roller 15,88 mm		
	Diámetro Primitivo(d) Pitch Circle Diameter(d)	Diámetro Exterior(A) Top Diameter(A)	Diámetro Cubo(B) Hub Diameter(B)			Largo Total(C) Total Length(C)		
			S	D	T	S	D	T
9	74.26	85.03	50	50	50	40	70	100
10	82.20	93.41	55	56	56	40	70	100
11	90.16	101.74	61	64	64	40	70	100
12	98.14	110.03	69	72	72	40	70	100
13	106.14	118.29	78	80	80	40	70	100
14	114.15	126.52	84	88	88	40	70	100
15	122.17	134.74	92	96	96	45	70	100
16	130.20	142.93	100	104	104	45	70	100
17	138.23	151.12	100	112	112	45	70	100
18	146.27	159.29	100	120	120	45	70	100
19	154.32	167.45	100	128	128	45	70	100
20	162.37	175.61	100	130	130	45	70	100
21	170.42	183.76	110	130	130	50	70	100
22	178.48	191.90	110	130	130	50	70	100
23	186.54	200.04	110	130	130	50	70	100
24	194.60	208.17	110	130	130	50	70	100
25	202.66	216.30	110	130	130	50	70	100
26	210.72	224.43	120	130	130	50	70	100
27	218.79	232.55	120	130	130	50	70	100
28	226.86	240.67	120	130	130	50	70	100
29	234.93	248.79	120	130	130	50	70	100
30	243.00	256.90	120	130	130	50	70	100
35	283.36	297.46	120	140	150	50	70	100
38	307.58	321.77	120	140	150	50	75	100
40	323.74	337.98	120	140	150	50	75	100
45	364.12	378.48	120	140	150	70	75	100
50	404.52	418.96	125	140	150	70	90	100
57	461.08	475.62	125	150	160	70	90	100
60	485.33	499.90	125	150	160	80	90	115
76	614.64	629.36	140	150	160	80	95	115
95	768.22	783.04	140	160	180	80	95	120
114	921.81	936.70	150	160	180	80	95	130

Dimensiones para tipo Americano - (ASA - ANSI) Measurement for American type (ASA - ANSI)					
PASO/Pitch	T	N	M2	M3	T1
ASA80 (1)	14.1	15.2	43.4	72.7	14.6

Dimensiones para tipo Europeo - (BS - ISO) Measurement for European type (BS - ISO)					
PASO/Pitch	T	N	M2	M3	T1
16 - 1	15.5	16.1	47.7	79.6	15

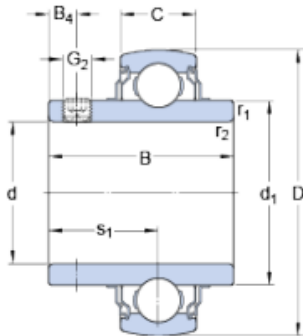
3.1.6. **M-TP-8:** Rodamiento SKF YAR 209-2FW/VA201

**SKF**

**YAR 209-2FW/VA201**

Rodaje requerido

**Dimensiones**



$d$	45	mm
$D$	85	mm
$B$	49.2	mm
$C$	22	mm
$d_1$	≈ 56.8	mm
$B_4$	8	mm
$s_1$	30.2	mm
$r_{1,2}$	min. 1	mm

**Datos del cálculo**

Capacidad de carga dinámica básica	$C$	33.2	kN
Capacidad de carga estática básica	$C_0$	21.6	kN
Velocidad límite		60	r/min

**Calculation data**

Limiting temperature	$T$	max.	250	°C
----------------------	-----	------	-----	----

**Masa**

Rodamiento de masa		0.6	kg
--------------------	--	-----	----

**Información de montaje**

Prisionero (tornillo de fijación)	$G_2$	M8x1	
Tamaño de llave hexagonal para prisionero	$N$	4	mm
Par de apriete recomendado para el prisionero		6.5	N·m



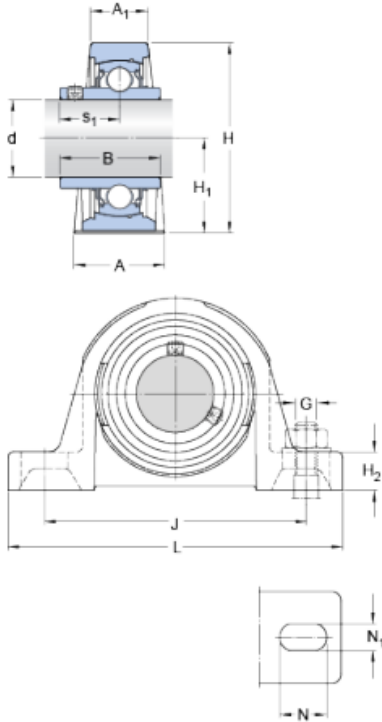
3.1.7. **M-TP-9:** Soporte de rodamiento SKF SY 45 TF/VA201.

**SKF**

**SY 45 TF/VA201**

Rodaje requerido

**Dimensiones**



d	45	mm
B	49.2	mm
H <sub>2</sub>	21	mm
L	187	mm

**Dimensions**

A	48	mm
A <sub>1</sub>	32	mm
H	107	mm
H <sub>1</sub>	54	mm
J	143.5	mm
N	22.5	mm
N <sub>1</sub>	14	mm
s <sub>1</sub>	30.2	mm

**Datos del cálculo**

Capacidad de carga dinámica básica	C	33.2	kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	21.6	kN
Velocidad límite		60	r/min

## Calculation data

Limiting temperature	T	max.	250	°C
----------------------	---	------	-----	----

## Mass

Mass bearing unit			2.2	kg
-------------------	--	--	-----	----

## Información de montaje

Prisionero (tornillo de fijación)		G <sub>2</sub>	M8x1	
Tamaño de llave hexagonal para prisionero		N	4	mm
Par de apriete recomendado para el prisionero			6.5	N-m

## Mounting information

Attachment bolts, recommended metric size		G	10	mm
---	--	---	----	----

## Productos correspondientes

Rodamiento			YAR 209-2F/VA201	
------------	--	--	------------------	--

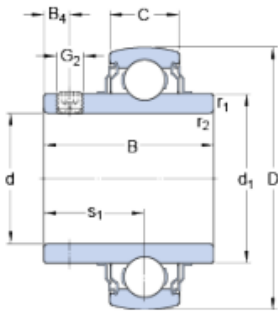
3.1.8. **M-TP-15:** Rodamiento SKF YAR 210-2FW/VA201

**SKF**

**YAR 210-2FW/VA201**

Running in required

**Dimensions**



d	50	mm
D	90	mm
B	51.6	mm
C	22	mm
d <sub>1</sub>	≈ 62.51	mm
B <sub>4</sub>	9	mm
s <sub>1</sub>	32.6	mm
r <sub>1,2</sub>	min. 1	mm

**Calculation data**

Basic dynamic load rating	C	35.1	kN
Basic static load rating	C <sub>0</sub>	23.2	kN
Limiting speed		60	r/min
Limiting temperature	T	max. 250	°C

**Mass**

Mass bearing	0.69	kg
--------------	------	----

**Mounting information**

Grub (set) screw	G <sub>2</sub>	M10x1
Hexagonal key size for grub screw	N	5 mm
Recommended tightening torque for grub screw		16.5 N·m

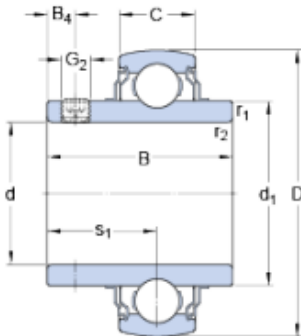
### 3.1.9. M-TP-16: Rodamiento SKF YAR 206-2FW/VA201

**SKF**

#### YAR 206-2FW/VA201

Running in required

##### Dimensions



d	30	mm
D	62	mm
B	38.1	mm
C	18	mm
d <sub>1</sub>	≈ 39.7	mm
B <sub>4</sub>	5	mm
s <sub>1</sub>	22.2	mm
r <sub>1,2</sub>	min. 0.6	mm

##### Calculation data

Basic dynamic load rating	C	19.5	kN
Basic static load rating	C <sub>0</sub>	11.2	kN
Limiting speed		90	r/min
Limiting temperature	T	max. 250	°C

##### Mass

Mass bearing	0.28	kg
--------------	------	----

##### Mounting information

Grub (set) screw	G <sub>2</sub>	M6x0.75
Hexagonal key size for grub screw	N	3 mm
Recommended tightening torque for grub screw		4 N-m

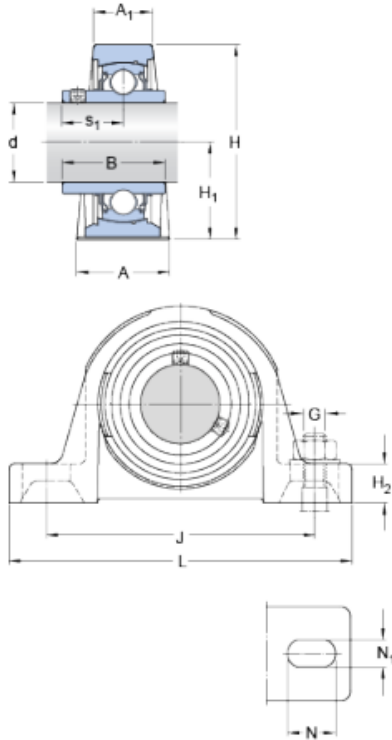
3.1.10. **M-TP-17:** Soporte de rodamiento SKF SY 50 TF/VA201

**SKF**

**SY 50 TF/VA201**

Rodaje requerido

**Dimensiones**



d	50	mm
B	51.6	mm
H <sub>2</sub>	22	mm
L	203	mm

**Dimensions**

A	54	mm
A <sub>1</sub>	34	mm
H	114	mm
H <sub>1</sub>	57.2	mm
J	157	mm
N	26	mm
N <sub>1</sub>	18	mm
s <sub>1</sub>	32.6	mm

**Datos del cálculo**

Capacidad de carga dinámica básica	C	35.1	kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	23.2	kN
Velocidad límite		60	r/min

### Calculation data

Limiting temperature	T	max.	250	°C
----------------------	---	------	-----	----

### Mass

Mass bearing unit	2.65	kg
-------------------	------	----

### Información de montaje

Prisionero (tornillo de fijación)	G <sub>2</sub>	M10x1	
Tamaño de llave hexagonal para prisionero	N	5	mm
Par de apriete recomendado para el prisionero		16.5	N-m

### Mounting information

Attachment bolts, recommended metric size	G	16	mm
---	---	----	----

### Productos correspondientes

Rodamiento	YAR 210-2F/VA201
------------	------------------

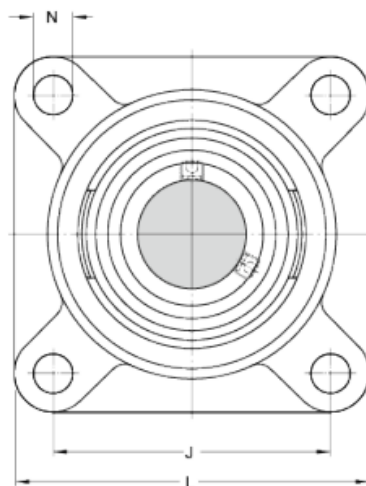
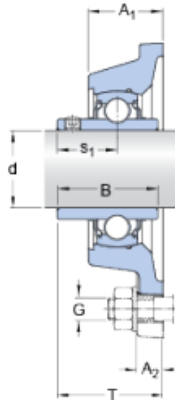
3.1.11. **M-TP-18:** Soporte de rodamiento SKF SY 30 TF/VA201

**SKF**

**FY 30 TF/VA201**

Running in required

**Dimensions**



d	30	mm
A <sub>1</sub>	32.5	mm
A <sub>2</sub>	13	mm
B	38.1	mm
J	82.5	mm
L	108	mm
N	11.5	mm
T	42.2	mm
s <sub>1</sub>	22.2	mm

**Calculation data**

Basic dynamic load rating	C	19.5	kN
Basic static load rating	C <sub>0</sub>	11.2	kN
Limiting speed		90	r/min
Limiting temperature	T	max.	250 °C

**Mass**

Mass bearing unit	1.05	kg
-------------------	------	----

**Mounting information**

Grub (set) screw	G <sub>2</sub>	M6x0.75
Hexagonal key size for grub screw	N	3 mm
Recommended tightening torque for grub screw		4 N·m

# Cambio de tecnología de calentamiento de una línea de forja

PFC-1811A  
AE-V.00

---

Attachment bolts, recommended metric size	G	10	mm
---	---	----	----

## Included products

---

Bearing	YAR 206-2F/VA201
---------	------------------

---



### 3.1.12. Perfiles Himan



PERFIL C			
Dimensiones (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Seccion (cm2)
50x25x10	2.0	1.83	
60x40x10	2.0	2.43	
80x40x15	1,6	2,23	2,84
	2	2,73	3,48
	2,5	3,34	4,25
	3,2	4,13	5,26
80x50x15	1,6	2,48	3,16
	2	3,05	3,88
	2,5	3,73	4,75
	3,2	4,63	5,9
100x45x10	1,6	2,6	3,32
	2	3,2	4,08
	2,5	3,93	5
	3,2	4,88	6,22
100x50x15	1,6	2,73	3,48
	2	3,36	4,28
	2,5	4,12	5,25
	3,2	5,13	6,54
120x50x15	1,6	2,98	3,8
	2	3,67	4,68
	2,5	4,51	5,75
	3,2	5,64	7,18
140x60x20	2	4,46	5,68
	2,5	5,5	7
	3,2	6,89	8,78
160x60x20	2	4,77	60,8
	2,5	5,89	7,5
	3,2	7,4	9,42
180x70x20	2	5,4	6,88
	2,5	6,67	8,5
	3,2	8,4	10,7
200x80x20	2	6,03	7,68
	2,5	7,46	9,5
	3,2	9,4	11,98
220x80x20	2	6,34	8,08
	2,5	7,85	10
	3,2	9,91	12,62
240x80x25	2,5	8,4	10,55
	3,2	10,9	13,41

	<b>SUCURSAL MENDOZA</b> Palmira 170 Dorrego, Guaymallén Mendoza. Tel: (0261) 431-7417 info@himan.com.ar	<b>SUCURSAL LUJAN DE CUYO</b> Dirección: Panamericana S/N (frente al Desert Pub) Chacras de Coria. Tel: (261) 2153981 lujan@himan.com.ar	<b>SUCURSAL TUNUYAN</b> San Martín 397 Tunuyán Mendoza. Tel: (02622) 426205 tunuyan@himan.com.ar	<b>SUCURSAL TUPUNGATO</b> Avenida Belgrano Norte 1667, Tupungato - Mendoza. Tel: (261) 7210197 tupungato@himan.com.ar
---	---	--	--	---

PERFIL IPN					
DIMENSIONES				Sección	Peso
Altura	Ancho	Esesor Alma	Esesor Ala		
mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/n
80	42	3,9	5,9	7,6	5,9
100	50	4,5	6,8	10,6	8,3
120	58	5,1	7,7	14,2	11,2
140	66	5,7	8,6	18,3	14,3
160	74	6,3	9,5	22,8	17,9
180	82	6,9	10,4	27,9	21,9
200	90	7,5	11,3	33,5	26,2
220	98	8,1	12,2	39,6	31,1
240	106	8,7	13,1	46,1	36,2
260	113	9,4	14,1	53,3	41,9
280	119	10,1	15,2	61	47,9
300	125	10,8	16,2	69,1	54,2
320	131	11,5	17,3	77,7	61
340	137	12,2	18,3	86,7	68
360	143	13	19,5	97	76
380	149	13,7	20,5	107	84
400	155	14,4	21,6	118	92,4
425	163	15,3	23	132	104
450	170	16,2	24,3	147	115
475	178	17,1	25,6	163	128
500	185	18	27	179	141
550	200	19	30	212	166
600	215	21,6	32,4	254	199

PERFIL UPN						
DIMENSIONES					Sección	Peso
Altura	Ancho	Esesor Alma	Esesor Ala	Xg		
mm	mm	mm	mm	cm	cm <sup>2</sup>	kg/m
80	45	6	8	1,45	11	8,6
100	50	6	8,5	1,55	13,5	10,6
120	55	7	9	1,6	17	13,3
140	60	7	10	1,75	20,4	16
160	65	7,5	10,5	1,84	24	18,8
180	70	8	11	1,92	28	21,9
200	75	8,5	11,5	2,01	32,2	25,2
220	80	9	12,5	2,14	37,4	29,3
240	85	9,5	13	2,23	42,3	33,1
260	90	10	14	2,36	48,3	37,8
280	95	10	15	2,53	53,3	41,8
300	100	10	16	2,7	58,8	46,1
320	100	14	17,5	2,6	75,8	59,4
350	100	14	16	2,4	77,3	60,6
380	102	13,5	16	2,38	80,4	63
400	110	14	18	2,65	91,5	71,7



**SUCURSAL MENDOZA**

Palmira 170 Dorrego,  
Guaymallén Mendoza.

Tel: (0261) 431-7417  
info@himan.com.ar

**SUCURSAL LUJAN DE CUYO**

Dirección: Panamericana S/N (frente  
al Desert Pub) Chacras de Coria.

Tel: (261) 2153981  
lujan@himan.com.ar

**SUCURSAL TUNUYAN**

San Martín 397  
Tunuyán Mendoza.

Tel: (02622) 426205  
tunuyan@himan.com.ar

**SUCURSAL TUPUNGATO**

Avenida Belgrano Norte 1667,  
Tupungato – Mendoza.

Tel: (261) 7210197  
tupungato@himan.com.ar



ÁNGULOS							
Pulgadas	Millímetros	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2
	Millímetros	3,2	4,8	6,4	7,9	9,5	12,7
1/2	12,7	0,56					
5/8	15,9	0,74					
3/4	19	0,89					
7/8	22,2	1,04					
1	25,4	1,19	1,72				
1 1/4	31,7	1,55	2,25				
1 1/2	38,1	1,86	2,71	3,53			
1 3/4	44,4	2,22	3,25	4,24			
2	50,8	2,52	3,7	4,84			
2 1/4	57,1		4,17	5,46			
2 1/2	63,5		4,71	6,18			
3	76,2			7,4	9,02	10,71	
3 1/2	88,9			8,72	10,65	12,67	
4	101,6			10,05	12,28	14,63	19,19
5	127					18,4	24,22

PLANCHUELAS										
Pulgadas	Millímetros	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	1
	Millímetros	3,18	4,76	6,35	7,94	9,52	9,53	9,54	9,55	25,4
1/2	12,7	0,32	0,48	0,64						
5/8	15,9	0,40	0,60	0,79						
3/4	19,05	0,48	0,72	0,95	1,18	1,42				
7/8	22,2	0,56	0,84	1,12	1,38					
1	25,4	0,64	0,96	1,28	1,58	1,89	2,53			
1 1/4	31,8	0,80	1,20	1,60	1,97	2,37	3,17			
1 1/2	38,1	0,96	1,44	1,91	2,36	2,84	3,80			
1 3/4	44,5	1,12	1,68	2,24	2,76	3,32	4,44			
2	50,8	1,28	1,91	2,55	3,15	3,79	5,06	6,34	7,58	
2 1/4	57,2	1,44	2,16	2,87	3,55					
2 1/2	63,5	1,60	2,39	3,19	3,97	4,74	6,33	7,93	9,52	12,66
3	76,2	1,91	2,87	3,83	4,73	5,68	7,60	9,51	11,37	15,12
3 1/2	88,9	2,23	3,35	4,47	5,51					
4	101,6	2,55	3,83	5,10	6,30	7,58	10,13	12,68	15,15	20,26
5	127	3,19	4,79	6,38	7,88	9,47	12,66	15,85	18,94	25,32
6	152,4	3,82	5,73	7,64	9,45	11,37	15,19	19,02	22,73	30,39



**SUCURSAL MENDOZA**  
Palmira 170 Dorrego,  
Guaymallén Mendoza.  
Tel: (0261) 431-7417  
info@himan.com.ar

**SUCURSAL LUJAN DE CUYO**  
Dirección: Panamericana S/N (frente  
al Desert Pub) Chacras de Coria.  
Tel: (261) 2153981  
lujan@himan.com.ar

**SUCURSAL TUNUYAN**  
San Martín 397  
Tunuyán Mendoza.  
Tel: (02622) 426205  
tunuyan@himan.com.ar

**SUCURSAL TUPUNGATO**  
Avenida Belgrano Norte 1667,  
Tupungato – Mendoza.  
Tel: (261) 7210197  
tupungato@himan.com.ar

REDONDO LAMINADOS		
mm.	pulgada	Kg / mt
6,35	1/4	0,25
7,94	5/16	0,39
9,52	3/8	0,56
11,11	7/16	0,76
12,70	1/2	0,99
14,29	9/16	1,26
15,87	5/8	1,55
17,46	11/16	1,88
19,05	3/4	2,24
20,64	13/16	2,63
22,22	7/8	3,05
23,81	15/16	3,50
25,40	1	3,98
28,57	1,1/8	5,03
31,75	1,1/4	6,22
34,92	1,3/8	7,52
38,10	1,1/2	8,95
44,45	1,3/4	12,19
50,80	2	15,91
53,97	2,1/8	17,96
57,15	2,1/4	20,14
60,32	2,3/8	22,44
63,50	2,1/2	24,86
69,85	2 3/4	30,08
76,20	3	35,80
82,55	3 1/4	42,01
88,90	3 1/2	48,72
101,60	4	63,64
107,95	4 1/4	71,85
114,30	4 1/2	80,55
120,65	4 3/4	89,75
127,00	5	99,44
139,70	5 1/2	120,52
152,40	6	143,20
165,10	6 1/2	163,70
177,80	7	190,30
190,50	7 1/2	219,20
203,20	8	250,00
215,90	8 1/2	281,00
228,60	9	320,00
241,30	9 1/2	350,00
254,00	10	395,00



**SUCURSAL MENDOZA**

Palmira 170 Dorrego,  
Guaymallén Mendoza.

Tel: (0261) 431-7417  
info@himan.com.ar

**SUCURSAL LUJAN DE CUYO**

Dirección: Panamericana S/N (frente  
al Desert Pub) Chacras de Coria.

Tel: (261) 2153981  
lujan@himan.com.ar

**SUCURSAL TUNUYAN**

San Martín 397  
Tunuyán Mendoza.

Tel: (02622) 426205  
tunuyan@himan.com.ar

**SUCURSAL TUPUNGATO**

Avenida Belgrano Norte 1667,  
Tupungato – Mendoza.

Tel: (261) 7210197  
tupungato@himan.com.ar



CAÑOS CON COSTURA IRAM 2502			
Diámetro nominal (Pulg.)	Diámetro exterior (mm)	Espesor de pared	Peso
3/8	17,2	2	0,75
1/2	21,3	2,35	1,09
3/4	26,9	2,35	1,4
1	33,7	2,9	2,22
1 1/4	42,4	2,9	2,85
1 1/2	48,3	2,9	3,28
2	60,3	3,25	4,56
2 1/2	76,1	3,25	5,85
3	88,9	3,65	7,72
4	114,3	4,05	11,1

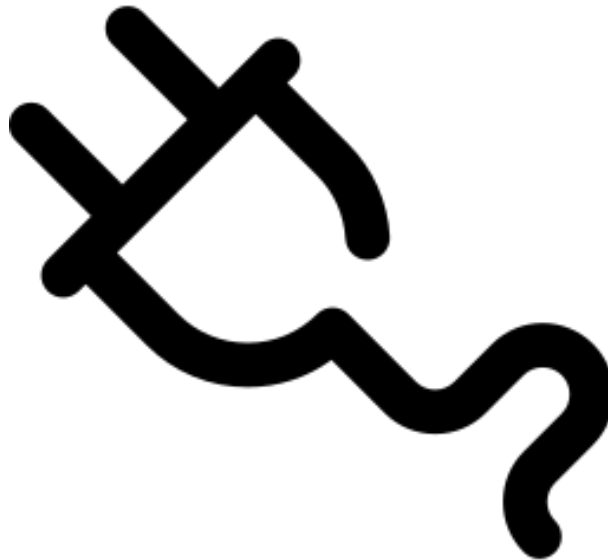
ASTM A53 - SCH 40 - SCH 80						
Diámetro nominal (pulg.)	Diámetro exterior (mm)	SCH 40 Espesor (mm)	SCH 40 Negro Biselado (kg/m)	SCH 80 Negro Biselado (kg/m)	SCH 80 Negro Biselado (kg/m)	Tubos por paquete
1/2	21,30	2,77	1,270	-	-	169
3/4	26,70	2,87	1,690	3,73	2,198	127
1	33,40	3,38	2,500	4,55	3,291	91
1 1/4	42,20	3,56	3,39	4,85	4,467	61
1 1/2	48,30	3,68	4,05	5,08	5,582	61
2	60,30	3,91	5,440	5,54	7,309	37
2 1/2	73,00	5,16	8,630	7,01	11,914	37
3	88,90	5,49	11,290	7,62	15,408	37
4	114,30	6,02	16,070	8,56	22,188	19
5	141,30	6,55	21,770	-	-	7
6	168,30	7,11	28,26	-	-	7

		Caños con costuras de grandes diámetros																			
Diám. (Pulg.)	Diám. Ext. (mm)	Espesor																			
		3,2	3,8	4,0	4,4	4,8	5,2	5,8	6,4	7,0	7,6	8,2	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2	11,8	12,4	13,0	
6	168,3	13,0	14,6	16,2	17,8	19,4	20,9	21,3	22,5	23,6	24,8	26,2	27,9	31,3	32,4						
8	219,1	17,0	19,1	21,2	23,3	25,4	27,4	27,9	29,5	33,6	36,8	37,1	40,6	41,1	42,6	43,6	45,1	48,1	48,1		
10	273,1			26,5	29,2	31,8	34,4	36,0	36,9	42,1	45,9	46,6	51,0	51,7	53,6	54,8	56,7	60,5	61,8	64,7	
12	323,9					37,8	43,9	41,6	44,0	50,7	54,7	55,5	60,8	61,6	63,8	66,4	67,6	72,1	73,7	76,7	
14	355,6					41,5	44,9	48,8	48,3	55,1	60,2	61,0	66,9	67,7	70,3	71,9	74,4	76,6	81,1	82,7	
16	406,4					47,5	51,5	52,4	55,4	63,1	69,0	69,0	76,7	77,6	80,5	82,5	85,3	91,1	93,0	100,6	
18	457,0						58,0	59,1	62,4	71,2	77,7	78,8	86,5	87,5	90,8	93,0	96,2	102,7	104,9	113,5	
20	509,0							68,4	70,2	80,5	87,7	86,2	97,4	101,1	103,5	107,1	114,4	116,8	126,4	136,0	
22	559,0							76,4	87,2	95,3	96,6	106,0	107,0	111,3	114,0	118,0	126,0	128,7	139,3	149,9	
24	610,0							83,6	88,2	104,0	100,5	110,8	117,2	121,6	124,5	128,9	137,7	140,6	152,2	163,8	
30	762,0								104,0	119,3	130,1	132,2	146,1	148,9	152,8	158,1	161,6	172,8	176,3	190,9	
32	813,0								111,3	127,3	139,1	141,1	154,9	158,8	162,7	166,6	172,9	184,3	188,2	203,9	
36	914,0								125,5	143,3	156,0	158,9	174,4	178,6	183,3	187,7	194,3	207,6	212,9	229,7	
40	1016,0									159,4	174,2	176,7	193,9	196,4	203,8	208,7	216,1	230,9	235,8	255,5	
42	1067,0									167,4	183,0	185,6	203,7	206,3	214,1	219,3	227,0	242,5	247,7	268,4	
48	1219,0									191,4	209,3	212,2	233,0	236,0	244,9	250,8	259,7	275,5	283,4	307,1	

	<b>SUCURSAL MENDOZA</b>	<b>SUCURSAL LUJAN DE CUYO</b>	<b>SUCURSAL TUNUYAN</b>	<b>SUCURSAL TUPUNGATO</b>
	Palмира 170 Domego, Guaymalén Mendoza.	Dirección: Panamericana S/N (frente al Desert Pub) Chacras de Coria.	San Martín 397 Tunuyán Mendoza.	Avenida Belgrano Norte 1667, Tupungato - Mendoza.
	Tel: (0261) 431-7417 info@himan.com.ar	Tel: (261) 2153981 lujan@himan.com.ar	Tel: (02622) 426205 tunuyan@himan.com.ar	Tel: (261) 7210197 tupungato@himan.com.ar

# CATÁLOGOS DE PRODUCTOS

## 3.2. ELÉCTRICOS



### 3.2.1. E-TP-1: Motorreductor

<b>Tipo de reductor :</b> <b>Tipo :</b>	<b>Moto-reductor de engranajes helicoidales</b> <b>CG052-11P-L100L-04F-TH-TF</b>	
<b>Datos operación :</b>		
Temperatura ambiente :	+50	°C
Tipo de operación :	S1	
<b>Características motor :</b>		
Series :	WEG Modular System Motor (EUSAS)	
Housing material :	Aluminium	
Rendimiento $\eta$ :	IE3-88.0%	
Serie motores :	11P	
Potencia motor :	3	[kW]
Velocidad nominal :	1440	[r.p.m.]
Par nominal :	20	[Nm]
Tensión :	230/400	[V]
Frecuencia :	50	[Hz]
Conexionado :	D/Y	
Intensidad nominal :	10.9 / 6.3	[A]
Arranque a intensidad nominal :	7.8	
'cos $\phi$ ' :	0.78	
Grado de protección :	IP 55	
Posición caja bornes :	Lado 1 entrada cable lado I	
Clase aislamiento :	F	
Momento de inercia :	11.96x10 <sup>-3</sup>	[kgm <sup>2</sup> ]
<b>Otras ejecuciones de motor :</b>		
Ventilador :	Autoventilado	
Controlador temperatura :	Bimetal switch NCC (TH) and PTC thermistor (TF) for switch off	
Rodamiento :	Estándar	
<b>Características reductor :</b>		
Potencia térmica máx.perm. a +50 °C y S1-servicio :	4	[kW]
Velocidad de salida :	138	[r.p.m.]
Par de salida :	208	[Nm]
Factor de servicio :	1.95	
Gear stages :	2	
Relación de reducción :	10.43	
Juego circunferencial (min-máx) :	7' - 16'	
Par de entrada admisible fB1 :	38.3	[Nm]
Velocidad entrada máx.perm. :	3000	[r.p.m.]
Forma montaje :	M1	
Eje de salida :	Ø 30 k6 x 60	[mm]
Chavetero :	DIN6885.1	
Pintura :	LC1 - Indoor installationneutral atmosphere NDFT 60 $\mu$ m (C1 - DIN EN ISO 12944-5)	
Color :	RAL 7011	
Peso total :	48.5	[kg]
<b>Lado entrada :</b>		
Tipo :	montaje directo	
Eje entrada :	Ø 34 k6 x 26 mm	
Brida entrada :	FC120	
<b>Otras ejecuciones del reductor :</b>		
Lubrificante :	Aceite mineral - CLP ISO VG220	



### 3.2.2. E-CD-1 y E-CD-3: Cable Sintenax Valio

**Baja Tensión**  
0,6 / 1,1 kV

**NORMA DE REFERENCIA** ▶ IRAM 2178

**CABLE** ▶ **SINTENAX VALIO**

**DESCRIPCIÓN**



**Instalaciones Fijas**

Cables diseñados para distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas. Especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios. Con tecnología IRIS TECH de identificación de la sección.

**CONDUCTOR**

**Metal:** Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM NM 280 e IEC 60228, respectivamente.  
**Forma:** Redonda flexible o compacta y sectorial, según corresponda.  
**Flexibilidad:** Las cuerdas en todos los casos responden a las exigencias de las Norma IRAM NM-280 o IEC 60 228.

**- Conductores de cobre :**  
 Unipolares: Cuerdas flexibles Clase 5 hasta 240 mm<sup>2</sup> e inclusive y cuerdas compactas Clase 2 para secciones superiores. A pedido las cuerdas Clase 5 pueden reemplazarse por cuerdas Clase 2 (compactas o no según corresponda).  
 Multipolares: Cuerdas flexible Clase 5 hasta 35 mm<sup>2</sup> y Clase 2 para secciones superiores, siendo circulares compactas hasta 50 mm<sup>2</sup> y sectoriales para secciones nominales superiores.

**- Conductores de aluminio :**  
 Unipolares: Cuerdas circulares Clase 2, compactas según corresponda.  
 Multipolares: Cuerdas circulares Clase 2 compactas según corresponda hasta 50mm<sup>2</sup> y sectoriales para secciones nominales superiores.

**- Temperatura máxima en el conductor:** 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

**AISLANTE**  
 PVC especial.  
 Colores de las aislaciones:  
 Unipolares: Marrón  
 Bipolares: Marrón / Celeste  
 Tripolares: Marrón / Negro / Rojo. O Marrón/ Celeste / Verde - Amarillo.  
 Tetrapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste. O Marrón / Negro / Rojo / Verde - Amarillo  
 Pentapolares: Marrón / Negro / Rojo / Celeste / Verde- Amarillo



Norma de Tensión fabricación



Temp. de servicio



Cuerdas flexibles o rígidas



No propagación de la llama



No propagación del incendio



Resistente a la abrasión



Marcación secuencial de longitud



Cubierta de PVC ecológico



Sello IRAM



Sello de seguridad eléctrica

**CONDICIONES DE EMPLEO**



En bandejas



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías



12



## SINTENAX VALIO

### RELLENOS

De existir, son de material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.

### Protecciones y blindajes (eventuales):

Protección mecánica: Para los cables multipolares se emplea una armadura metálica de flejes o alambres de acero zincado (para secciones pequeñas o cuando la armadura deba soportar esfuerzos longitudinales); para los cables unipolares se emplean flejes de aluminio.

Protección electromagnética: En todos los casos el material empleado es cobre recocido. Se utiliza en estos casos dos cintas helicoidales, una cinta longitudinal corrugada o alambres y una cinta antidesenrollante. Asimismo, y en caso de requerirse, se puede considerar un blindaje especial (también con alambres y cinta antidesenrollante) especialmente diseñado para cables que alimenten variadores de frecuencia.



### ENVOLTURA

PVC tipo ST2, IRAM 2178

### MARCACIÓN

PRYSMIAN **SINTENAX VALIO** - IND. ARG. - 0,6/1,1 kV - Cat II Nro. De conductores \* Sección (mm<sup>2</sup>) IRAM 2178. Marcación secuencial de longitud.

### Sistema de identificación IRIS TECH:

La franja de color de la tecnología IRIS TECH, utilizada en los cables Sintenax Valio de hasta 35 mm<sup>2</sup> inclusive, permite identificar la sección del conductor y escribir sobre la misma la identificación del circuito u otras informaciones de interés.

## CARACTERÍSTICAS ► Normativas

IRAM 2178, IEC 60502-1 u otras bajo pedido (HD, ICEA, NBR).

**Tensión nominal de servicio 1,1kV**

### Ensayos de fuego

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2.

No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-24; IEEE 383/74.

### Certificaciones

Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2008 certificadas por la TÜV Rheinland.

También los cables SINTENAX VALIO cuentan con la correspondiente Licencia que otorga IRAM para el uso del Sello de Seguridad según la Res. 508/15 (Ex Res. 92 / 98) de la Secretaría de Comercio.

### Nota:

También pueden requerirse estos cables con características especiales ya sea, Resistente a los rayos UV, a los hidrocarburos, o para bajas temperaturas (-25°C).

### Acondicionamientos:



Bobinas de madera

## Baja Tensión 0,6 / 1,1 kV

## Instalaciones Fijas SINTENAX VALIO

► Cables diseñados para distribución de energía en baja tensión en edificios e instalaciones industriales, en tendidos subterráneos o sobre bandejas. Especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios; tipos VV-K y VV-R

► 0,6 / 1,1 kV

► IRAM 2178

Características técnicas							
Cables con conductores de cobre							
Sección nominal	Diámetro del conductor aproximado	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de envoltura	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz.	Reactancia inductiva a 50 Hz.
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	ohm/km
Unipolares (almas de color marrón)							(1)
4	2,4	1,0	1,4	8	92	5,92	0,189
6	3,0	1,0	1,4	9	115	3,95	0,180
10	3,9	1,0	1,4	10	165	2,29	0,170
16	4,9	1,0	1,4	11	230	1,45	0,162
25	7,0	1,2	1,4	13	346	0,933	0,154
35	8,2	1,2	1,4	14	447	0,663	0,150
50	9,9	1,4	1,4	16	615	0,462	0,147
70	11,1	1,4	1,4	18	805	0,326	0,143
95	12,8	1,6	1,5	20	1030	0,248	0,142
120	14,6	1,6	1,5	22	1310	0,194	0,139
150	16,2	1,8	1,6	24	1620	0,156	0,139
185	18,0	2,0	1,7	26	1970	0,129	0,139
240	20,6	2,2	1,8	30	2560	0,0987	0,137
300	20,7	2,4	1,9	31	3190	0,0754	0,140
400 (*)	22,9	2,6	2,0	33	4010	0,0606	0,140
500 (*)	26,6	2,8	2,1	38	5215	0,0493	0,138
630 (*)	30,0	2,8	2,2	41	6585	0,0407	0,138
Bipolares (almas de color marrón y celeste)							(2)
1,5	1,5	0,8	1,8	10	120	15,9	0,108
2,5	1,9	0,8	1,8	11	155	9,55	0,0995
4	2,4	1,0	1,8	13	220	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	14	280	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	16	400	2,29	0,0860
16	4,9	1,0	1,8	19	640	1,45	0,0813
25	7	1,2	1,8	25	1000	0,933	0,0780
35	8,2	1,2	1,8	27	1260	0,663	0,0760

### Referencias:

(1) Los valores indicados corresponden a un sistema de tres cables unipolares, dispuestos horizontalmente y separados un diámetro entre sí.

(2) Los valores indicados corresponden a un cable bipolar, tripolar o tetrapolar.

Nota: Por otras formaciones no indicadas, consultar.



## SINTENAX VALIO

### Características técnicas

#### Cables con conductores de cobre

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Diámetro del conductor aproximado mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aproximado mm	Masa aproximada kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia inductiva a 50 Hz. (2) ohm/km
Tripolares (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,8	1,8	10	140	15,9	0,108
2,5	1,9	0,8	1,8	11	180	9,55	0,0995
4	2,4	1,0	1,8	13	270	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	15	340	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	17	490	2,29	0,0860
16	4,9	1,0	1,8	21	800	1,45	0,0813
25	7	1,2	1,8	26	1230	0,933	0,0780
35	8,2	1,2	1,8	29	1580	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,8	30	2040	0,464	0,0777
70	--	1,4	2,0	30	2350	0,321	0,0736
95	--	1,6	2,1	34	3200	0,232	0,0733
120	--	1,6	2,2	37	3900	0,184	0,0729
150	--	1,8	2,3	40	4800	0,150	0,0720
185	--	2,0	2,5	44	5940	0,121	0,0720
240	--	2,2	2,7	50	7720	0,0911	0,0716
300 (*)	--	2,4	2,9	55	9625	0,0730	0,0714

#### Tetrapolares (almas de color marrón, negro, rojo y celeste)

1,5	1,5	0,8	1,8	11	170	15,9	0,108
2,5	1,9	0,8	1,8	12	220	9,55	0,0995
4	2,4	1,0	1,8	15	320	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	415	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	605	2,29	0,0860
16	4,9	1,0	1,8	22	980	1,45	0,0813
25/16	7/4,9	1,2/1,0	1,8	27	1400	0,933	0,0780
35/16	8,2/4,9	1,2/1,0	1,8	29	1735	0,663	0,0760
50/25	8,1/6	1,4/1,2	1,9	32	2360	0,464	0,0777
70/35	--	1,4/1,2	2,0	31	2720	0,321	0,0736
95/50	--	1,6/1,4	2,2	36	3715	0,232	0,0733
120/70	--	1,6/1,4	2,3	39	4625	0,184	0,0729
150/70	--	1,8/1,4	2,4	43	5530	0,150	0,0720
185/95	--	2,0/1,6	2,6	48	6950	0,121	0,0720
240/120	--	2,2/1,6	2,8	54	8955	0,0911	0,0716
300/150	--	2,4/1,8	3,0	59	11140	0,0730	0,0714

#### Referencias:

(2) Los valores indicados corresponden a un cable bipolar, tripolar o tetrapolar.

(\*) Elaboración bajo pedido.

-- : Dado que se trata de conductores sectoriales, no se indica su diámetro.

PRYSMIAN

Draka

15

**Baja Tensión**  
**0,6 / 1,1 kV**

**Instalaciones Fijas**  
**SINTENAX VALIO**

**Características técnicas**

Cables con conductores de cobre.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Diámetro del conductor aproximado mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. kg/km	Resistencia eléctrica máx. a 70°C y 50 Hz. ohm/km	Reactancia inductiva a 50 Hz. (2) ohm/km
Tetrapolares con neutro de sección igual a las fases (almas de color marrón, negro, rojo y celeste)							
25	7	1,2	1,8	28	1530	0,933	0,0780
35	8,2	1,2	1,8	32	2100	0,663	0,0760
50	8,1	1,4	1,9	34	2650	0,464	0,0777
70	9,6	1,4	2,1	38	3490	0,321	0,0736
95	11,3	1,6	2,2	43	4730	0,232	0,0733
120	12,8	1,6	2,3	47	5830	0,184	0,0729
150	14,3	1,8	2,5	52	7200	0,150	0,0720
185	16,0	2,0	2,7	58	8970	0,121	0,0720
240	18,4	2,2	2,9	65	11650	0,0911	0,0716

**Referencias:**

(2) Los valores indicados corresponden a un cable bipolar, tripolar o tetrapolar.

## SINTENAX VALIO

### Datos Eléctricos

Intensidad admisible en amperes para cables con conductores de cobre.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Método B2 Caño Embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido				Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1,5	13	12	16	16	14	14	18	15
2,5	19	16	21	21	19	19	24	20
4	24	21	29	29	26	26	33	28
6	31	28	38	38	34	34	41	35
10	42	38	52	52	47	47	57	49
16	57	51	70	70	62	62	77	66
25	74	66	92	92	79	79	98	83
35	92	81	114	114	98	98	122	104
50	-	103	146	138	125	118	157	133
70	-	130	185	175	160	152	202	171
95	-	156	224	212	194	184	245	207
120	-	179	260	247	225	213	285	240
150	-	196	299	284	260	247	330	278
185	-	222	341	323	297	282	378	317
240	-	258	401	380	351	333	447	374
300	-	295	461	437	404	383	516	432

#### Referencias:

- (1) Un cable bipolar.
- (2) Un cable tripolar o tetrapolar.
- (3) Un cable bipolar.
- (4) Dos cables unipolares en contacto.
- (5) Un cable tripolar.
- (6) Tres cables unipolares en contacto.
- (7) Un cable bipolar.
- (8) Un cable tripolar o tetrapolar.

#### Notas generales:

(A) Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

(B) Las intensidades de corriente han sido verificadas para nuestras clases de conductores vigentes y según las condiciones de tendidos establecidas en el REIEI de la AEA (90364-7-771, Edición Marzo del 2006).

**Baja Tensión**  
**0,6 / 1,1 kV**

**Instalaciones Fijas**  
**SINTENAX VALIO**

**Datos Eléctricos**

Intensidad admisible en amperes para cables con conductores de cobre.

Sección nominal  mm <sup>2</sup>	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un diámetro como mínimo	
	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
4 (14)	36	29	30	39	34
6 (14)	46	37	39	51	44
10 (14)	64	52	55	70	62
16 (14)	86	71	74	96	84
25	108	91	94	120	107
35	133	113	117	149	133
50	162	137	143	181	162
70	207	178	186	231	209
95	250	218	227	282	257
120	290	254	265	327	299
150	335	294	307	377	346
185	382	338	352	430	397
240	451	400	418	508	470
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692

**Referencias:**

- (9) Dos cables unipolares en contacto.
- (10) Tres cables unipolares en tresbolillo.
- (11) Tres cables unipolares en un plano y en contacto.
- (12) Tres cables unipolares en posición horizontal.
- (13) Tres cables unipolares en posición vertical.
- (14) No contemplados en el REIEI de la AEA (90364- 7-771, Edición Marzo del 2006).

**Notas generales:**

- (A) Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.
- (B) Las intensidades de corriente han sido verificadas para nuestras clases de conductores vigentes y según las condiciones de tendidos establecidas en el REIEI de la AEA (90364- 7-771, Edición Marzo del 2006).



## SINTENAX VALIO

### Datos Eléctricos

Intensidad admisible en amperes para cables con conductores de cobre.

Sección nominal	Método D1 Caño enterrado	Método D1 Caño enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado	Método D2 Directamente enterrado
mm <sup>2</sup>	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
1,5	23	19	28	27	23
2,5	31	25	37	37	32
4	40	33	47	48	41
6	50	41	59	61	52
10	67	55	79	83	70
16	86	71	102	106	90
25	111	91	133	136	116
35	133	109	159	164	139
50	-	137	188	-	173
70	-	169	230	-	211
95	-	201	276	-	254
120	-	228	314	-	290
150	-	258	353	-	325
185	-	289	399	-	369
240	-	333	462	-	428
300	-	377	524	-	484

#### Referencias:

- (15) Un cable bipolar.
- (16) Un cable tripolar o tetrapolar.
- (17) Tres cables unipolares en contacto.
- (18) Un cable bipolar.
- (19) Un cable tripolar o tetrapolar.

#### Notas generales:

- (A) Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.
- (B) Las intensidades de corriente han sido verificadas para nuestras clases de conductores vigentes y según las condiciones de tendidos establecidas en el REIEI de la AEA (90364-7-771, Edición Marzo del 2006).

3.2.3. E-CD-2: Cable Superastic Flex

**Baja Tensión**  
450 / 750 V

**NORMA DE REFERENCIA** ▶ IRAM NM 247-3

**CABLE** ▶ **SUPERASTIC JET / FLEX**

**DESCRIPCIÓN** ▶ **CONDUCTOR**  
**Metal:** Cobre electrolítico recocido.  
**Flexibilidad:** Clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.  
**Temperatura máxima en el conductor:** 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

**AISLANTE**  
PVC ecológico en colores marrón, blanco, negro, rojo, celeste, y verde/amarillo.

**MARCACIÓN**  
**Hasta la sección de 6 mm<sup>2</sup> inclusive:**  
PRYSMIAN - **SUPERASTIC JET** - Industria Argentina – 450/750 V – Sección (mm<sup>2</sup>) – IRAM NM 247-3 – 02-C5-BWF-B – Sello IRAM Res. S.I.C.M. 92/98 – RIN 4151269. - MARCA ONC - RES.553/2009.

**Para la sección de 10 mm<sup>2</sup>:**  
PRYSMIAN - **SUPERASTIC FLEX** - Industria Argentina – 450/750 V – Sección (mm<sup>2</sup>) – IRAM NM 247-3 – 02-C5-BWF-B – Sello IRAM Res. S.I.C.M. 92/98 – RIN 4151269. - MARCA ONC - RES.553/2009.

**Para secciones superiores:**  
PRYSMIAN - **SUPERASTIC FLEX** - Industria Argentina – 450/750 V – Sección (mm<sup>2</sup>) – IRAM NM 247-3 – 02-C5-BWF-B – Sello IRAM Res. S.I.C.M. 92/98 – RIN 4151269.

**Instalaciones fijas**



**CARACTERÍSTICAS**

**Normativas**  
IRAM NM 247-3, NBR NM 247-3; u otras bajo pedido.

**Ensayos de fuego**  
No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.  
No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23; ABNT NBR NM IEC 60332-3-23 (Cat. B).

**Certificaciones**  
Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2008 certificadas por la TÜV Rheinland.  
También los cables Superastic Jet y Superastic Flex cuentan con la correspondiente Licencia que otorga IRAM para el uso del Sello de Seguridad según la Res. 508/15 (Ex Res. 92 / 98) de la Secretaría de Comercio.

  
Norma de Fabricación

  
Tensión nominal

  
Temp. de servicio

  
Cuerdas flexibles

  
No propagación de la llama

  
No propagación del incendio

  
Extrudizado

  
Mezclas ecológicas

  
Sello IRAM

  
Sello de Seguridad Eléctrica

**CONDICIONES DE EMPLEO**

  
Cañerías embutidas

  
Cañerías a la vista

  
Cableados de tableros





- ▶ Cable Flexible para tendidos en cañerías; tipo H07V-K
- ▶ 450 / 750 V
- ▶ IRAM NM 247-3

### Características técnicas (IRAM)

Sección nominal	Diám. Máx. de alambres del conductor	Espesor de aislación nominal	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4)	Resist. Eléctrica a 20°C y en c.c.
					(1)	(2)		
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	A	A	V/A km	ohm/km
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	14	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	46	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	65	36	32	6,5	3,3
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	168	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,6	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	515	131	117	0,8	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,6	0,272
95	0,51	1,6	16,2	899	202	180	0,5	0,206
120	0,51	1,6	18,0	1165	234	208	0,4	0,161

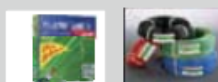
#### Referencias:

- (1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.
- (2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.
- (3) Para Instalaciones en aire (no contempladas en el Regl. de Instalaciones en Inmuebles de la AEA) considerar los valores (1) y (2).
- (4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz.,  $\cos \phi = 0,8$ .

Coefficientes de corrección de la corriente admisible:

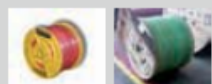
- Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80
- Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70
- Para temperatura ambiente de 30 ° C multiplicar por 1,15
- Para temperatura ambiente de 20 ° C multiplicar por 1,29

#### Acondicionamientos:



Cajas

Rollos



Bobinas con long. fija

Bobinas de long. variable

#### Acondicionamientos

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Cajas 100 m	Rollos 100 metros	Bobinas Plásticas (longitud fija)	Bobinas (por metro)
0,75	x			
1,0	x			
1,5	x		800 m	
2,5	x		500 m	
4	x		400 m	
6	x		300 m	
10		x		
16		x		
25		x		
35 - 120				x

5

3.2.4. E-CD-4: Cable Sintenax Valio Comando

### Baja Tensión

**NORMA DE REFERENCIA** ▶ IRAM 2268

**CABLE** ▶ **SINTENAX VALIO (COMANDO)**

**DESCRIPCIÓN** ▶ **CONDUCTOR**

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.  
**Flexibilidad:** Clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.  
**Temperatura máxima en el conductor:** 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

**AISLANTE**  
 PVC especial.  
 Identificación de los conductores: numerados cada 10 cm.

**RELLENOS**  
 De material extruido o encintado no higroscópico, colocado sobre las fases reunidas y cableadas.  
**Protecciones y blindajes (eventuales):**  
 como protección mecánica se emplea una armadura metálica de cintas o de alambres de acero galvanizado; como protección electromagnética se utiliza un blindaje de cinta de cobre corrugada aplicada longitudinalmente.

**ENVOLTURA**  
 PVC Tipo ST2.  
**MARCACIÓN**  
 PRYSMIAN – SINTENAX VALIO – Antillama – Industria Argentina – 0,6/1,1 kV - N° x sección (mm<sup>2</sup>) – IRAM 2268

**CARACTERÍSTICAS** ▶

**Normativas**  
 IRAM 2268, u otras bajo pedido.  
**Ensayos de fuego**  
 No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1; NFC 32070-C2.  
 No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-24 (Cat C), IEEE 383 / 74.  
**Certificaciones**  
 Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2008 certificadas por la TÜV Rheinland.  
 También los cables SINTENAX VALIO cuentan con la correspondiente Licencia que otorga IRAM para el uso del Sello de Seguridad según la Res. 508/15 (Ex Res. 92 / 98) de la Secretaría de Comercio.

### Instalaciones Fijas






Norma de Fabricación



Tensión nominal



Temp. de servicio



Cuerdas flexibles



No propagación de la llama



No propagación del incendio



Resistente a la abrasión



Envoltura de PVC ecológico



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica

**CONDICIONES DE EMPLEO**



En bandejas



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías



▶ Cables diseñados para transporte de señales de control , medición o pequeños consumos. Especialmente aptos para instalaciones en industrias y empleos donde se requiera amplia maniobrabilidad y seguridad ante la propagación de incendios; tipo VV-K.  
0,6 / 1,1 kV

▶ IRAM 2268

### Características técnicas

Formación	Diám. Cond. aproximado	Espesor nominal de aislación	Espesor de cubierta sin blindaje	Espesor de cub. c/ blindaje corrugado sin armar	Diám. ext. aprox. sin blindaje	Diám. ext. apr. con blindaje corrugado sin armar	Masa aprox. Sin blindaje	Masa aprox. Con blindaje corrugado sin armar	Intensidad admisible (1)
N° x S (mm²)	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	kg/km	A
2x1,5	1,5	0,8	1,8	-	10	-	120	-	15
2x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	11	17	150	430	21
2x4	2,4	1,0	1,8	1,8	13	18,5	220	515	28
3x1,5	1,5	0,8	1,8	-	10	-	140	-	15
3x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	11	17	180	455	21
3x4	2,4	1,0	1,8	1,8	13	19	265	570	28
4x1,5	1,5	0,8	1,8	1,8	11	17	165	440	15
4x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	12	18	220	515	21
4x4	2,4	1,0	1,8	1,8	14	20	320	650	28
5x1,5	1,5	0,8	1,8	1,8	13	19	230	490	11
5x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	14	20	290	565	15
5x4	2,4	1,0	1,8	1,8	17	22	425	665	20
7x1,5	1,5	0,8	1,8	1,8	14	20	260	530	9
7x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	15	20	340	560	13
7x4	2,4	1,0	1,8	1,8	18	23	490	750	18
10x1,5	1,5	0,8	1,8	1,8	17	22	350	590	8
10x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	19	24	465	730	12
10x4	2,4	1,0	1,8	1,8	23	28	680	955	16
12x1,5	1,5	0,8	1,8	1,8	18	23	400	640	8
12x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	20	25	530	800	11
12x4	2,4	1,0	1,8	1,8	23	28	790	1065	15
19x1,5	1,5	0,8	1,8	1,8	20	26	570	850	7
19x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	23	28	780	1050	9
19x4	2,4	1,0	1,8	1,8	27	33	1170	1650	12
24x1,5	1,5	0,8	1,8	1,8	24	29	705	990	6
24x2,5	1,9	0,8	1,8	1,8	26	32	970	1310	8
24x4	2,4	1,0	1,9	1,9	32	38	1475	2100	11

#### Referencias:

(1) se considera un cable en un plano, sobre bandeja, en un ambiente a 40° C. Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

S: Sección Nominal de cada conductor.

#### Acondicionamientos:



Bobinas de madera

### 3.2.5. E-P-1: Interruptor termomagnético Compact NSX250N

*Product datasheet  
Characteristics*

#### LV431840

circuit breaker Compact NSX250N - TMD - 250 A - 4 poles 3d



#### Main

Range	Compact
Product name	Compact NSX
Product or component type	Circuit breaker
Device short name	Compact NSX250N
Device application	Distribution
Poles description	4P
Protected poles description	3t
Neutral position	Left
Network type	AC
Network frequency	50/60 Hz
[In] rated current	250 A ( 40 °C )
[Ui] rated insulation voltage	800 V AC 50/60 Hz
[Uimp] rated impulse withstand voltage	8 kV
[Ue] rated operational voltage	690 V AC 50/60 Hz
Breaking capacity code	N (50 kA) AC
Breaking capacity	15 kA at 600 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 50 kA at 480 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 85 kA at 240 V AC 50/60 Hz conforming to UL 508 50 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 10 kA Icu at 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 35 kA Icu at 525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 50 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 36 kA Icu at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 90 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
[Ics] rated service breaking capacity	Ics 10 kA 660/690 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 35 kA 525 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 36 kA 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 50 kA 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 50 kA 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 Ics 90 kA 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to EN 60947-2 Yes conforming to IEC 60947-2
Utilisation category	Category A
Trip unit name	TM-D
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Trip unit protection functions	LI
Trip unit rating	250 A ( 40 °C )
Protection type	Overload protection (thermal) L Short-circuit protection (magnetic) I
Pollution degree	3 conforming to IEC 60664-1

The information provided in this document contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. It is intended to provide a general overview of the products and is not to be used as a basis for design or construction. The information is provided for informational purposes only and does not constitute an offer or a contract. The user shall be responsible for the correct application of the products. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

## Complementary

Control type	Toggle
Mounting mode	Fixed
Mounting support	Backplate
Upside connection	Front
Downside connection	Front
Auxiliary contact composition	Without
Mechanical durability	20000 cycles
Electrical durability	10000 cycles 440 V In conforming to IEC 60947-2 10000 cycles 690 V In/2 conforming to IEC 60947-2 20000 cycles 440 V In/2 conforming to IEC 60947-2 5000 cycles 690 V In conforming to IEC 60947-2
Connection pitch	35 mm
Local signalling	Positive contact indication
Neutral protection setting	No protection 3t
Long time pick-up adjustment type Ir	Adjustable
Long time pick-up adjustment range	0.7...1 x In
Long time delay adjustment type	Fixed
[tr] long-time delay adjustment range	15 s 6 x Ir 120...400 s 1.5 x In
Short-time pick-up adjustment type Isd	Adjustable
[Isd] short-time pick-up adjustment range	5...10 x In
Short-time delay adjustment type	Fixed
Height	161 mm
Width	140 mm
Depth	86 mm
Product weight	2.8 kg

## Environment

overvoltage category	Class II
electrical shock protection class	Class II
standards	EN/IEC 60947 UL 508
product certifications	CCC Marine EAC
IP degree of protection	IP40 conforming to IEC 60529
IK degree of protection	IK07 conforming to IEC 62262
ambient air temperature for operation	-35...70 °C
ambient air temperature for storage	-55...85 °C

## Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 0819 - Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available
Product end of life instructions	Available

## Contractual warranty

Warranty period	18 months 18 months
-----------------	---------------------



### 3.2.6. E-P-2: Módulo diferencial Compact Vigi MH

**Ficha técnica del producto**  
Características

**LV431536**  
Bloque Vigi Mh P/ Nsx250 4P



**Principal**

Rango de producto	NSX100...250 Easypact CVS100 ... 250
Distancia	Compacto
Tipo de producto o componente	Vigi add-on
Aplicación del dispositivo	Alambrado
Rango de compatibilidad	Easypact - EasyPact CVS disyuntor Compacto - Compact NSX disyuntor
Número de polos	4P
Corriente nominal	250 A
Nombre del módulo adicional de	MH
Prot. c. fuga a tier.(tabular)	Clase A
Residual earth-leakage sensitivity adjustment type	5 valores ajustables
[Idn] residual earth-leakage sensitive adjustment	0.03...10 A
Tipo de temporización	5 ajustes regulables
Retardo intencionado	0 ms 150 ms 310 ms 60 ms

**Complementario**

Tipo de red	CA
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Tensión asignada de empleo	200...440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Protección de fugas a tierra	Con
Tiempo total del corte	< 800 ms
Categoría de sobretensión	Clase II

**Entorno**

Tipo de protección desc. eléct.	Clase II
Normas	IEC 60947-2

10/05/2019

Life Is On | Schneider  
Electric

1

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

## Ofrecer Sostenibilidad

RoHS (código de fecha: YYWW)	Conforme - desde 0818 - Declaración de conformidad de Schneider Electric <a href="#">Declaración de conformidad de Schneider Electric</a>
Alcanzar	Referencia no contiene SVHC arriba del umbral Referencia no contiene SVHC arriba del umbral
Perfil medioambiental del producto	Disponible

## Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

### 3.2.7. E-P-3: Interruptor termomagnético Compact NSX100F

**Ficha técnica del producto**  
Características

LV429650

Int. Aut.Nsx100F 4X100A 36Ka Tmd100 4P4D



**Principal**

Distancia	Compacto
Nombre del producto	Compact NSX
Tipo de producto o componente	Disyuntor
Modelo de dispositivo	Compact NSX100F
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	4P
Descripción polos protegidos	4t
Posición de polo de neutro	Izquierda
Tipo de red	CA
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Corriente nominal	100 A ( 40 °C )
Tensión asignada de aislamiento	800 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV
Tensión asignada de empleo	690 V CA 50/60 Hz
Breaking capacity code	F (36 kA) AC
Poder de corte	8 kA Icu a 660/690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 22 kA Icu a 525 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 25 kA Icu a 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 35 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 36 kA Icu a 380/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 85 kA Icu a 220/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 10 kA a 600 V CA 50/60 Hz conforme a UL 508 25 kA at 480 V CA 50/60 Hz conforming to UL 508 85 kA at 240 V CA 50/60 Hz conforming to UL 508
[Ics] poder de corte en servicio	Ics 11 kA 525 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 35 kA 440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 36 kA 380/415 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 4 kA 660/690 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 85 kA 220/240 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2 Ics 12.5 kA 500 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60947-2
Idoneidad para el seccionamiento	Sí conforme a EN 60947-2 Sí conforme a IEC 60947-2

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

10/05/2019

Life Is On Schneider Electric

1



Categoría de empleo	A
Unidad de control	TM-D
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Funciones de protección de unidad de disparo	LI
Corriente de rearme	100 A ( 40 °C )
Tipo de protección	Prot. contra sobrec. (térmica) L Prot.contra cortoc. (magnét.) I
Grado de contaminación	3 conforme a IEC 60664-1

## Complementario

Tipo de control	Palanca de conmutación
Modo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Panel
Conexión inferior	Panel
Composición contacto auxiliar	Sin
Endurancia mecánica	50000 cycles
Endurancia eléctrica	10000 cycles 690 V In conforming to IEC 60947-2 20000 cycles 690 V In/2 conforming to IEC 60947-2 30000 cycles 440 V In conforming to IEC 60947-2 50000 cycles 440 V In/2 conforming to IEC 60947-2
Paso interpolar	35 mm
Señalizaciones frontales	Indicación de contacto positivo
Ajuste protección de neutro	1 x Ir 4t
Tipo de rearme	Regulable 'or' no regulable
Precisión de rearme ±20%	0,7...1 x In
Tipo ajuste temporizac. larga	Fijo
Precisión de rearme ±20% (t)	15 s 6 x Ir 120...400 s 1,5 x In
Tipo de rearme	Fijo
Unidad de control electrónica protección LS	800 A
Temporización	Fijo
Alto	161 mm
Ancho	140 mm
Profundidad	86 mm
Peso del producto	2.4 kg

## Entorno

Categoría de sobretensión	Clase II
Tipo de protección desc. eléct.	Clase II
Normas	EN/IEC 60947 UL 508
Certificados de producto	CCC Marina EAC
Grado de protección IP	IP40 conforme a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 conforme a IEC 62262
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-55...85 °C

## Ofrecer Sostenibilidad

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: YYWW)	Conforme - desde 0819 - Declaración de conformidad de Schneider Electric <a href="#">Declaración de conformidad de Schneider Electric</a>
Alcanzar	Referencia no contiene SVHC arriba del umbral Referencia no contiene SVHC arriba del umbral
Perfil medioambiental del producto	Disponible
Instrucciones de fin de vida del producto	Disponible

## Garantía contractual

Warranty period	18 months 18 months
-----------------	---------------------

### 3.2.8. E-P-4: Guardamotor P25M

Product data sheet  
Characteristics

21109

P25M - circuit breaker - P25M - 3P - 10A - curve



Main

Range of product	P25M
Range	Acti 9
Product name	P25M
Product or component type	Miniature circuit-breaker
Device short name	P25M
Device application	Motor
Poles description	3P
Number of protected poles	3
[In] rated current	10 A
Network type	AC
Trip unit technology	Thermal-magnetic
Curve code	K
Breaking capacity	10 kA Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - 500 V AC 50/60 Hz 3 kA Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - 690 V AC 50/60 Hz 15 kA Icu conforming to EN/IEC 60947-2 - 440 V AC 50/60 Hz
Utilisation category	AC-3 conforming to IEC 60947-2
Suitability for isolation	Yes conforming to IEC 60947-2

Complementary

Network frequency	50/60 Hz
[Ue] rated operational voltage	230...240 V AC 50/60 Hz 400...415 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz 500 V AC 50/60 Hz 690 V AC 50/60 Hz
Magnetic tripping limit	12 x In
[Ics] rated service breaking capacity	2.25 kA conforming to EN/IEC 60947-2 - 690 V AC 50/60 Hz 10 kA conforming to EN/IEC 60947-2 - 500 V AC 50/60 Hz 15 kA conforming to EN/IEC 60947-2 - 440 V AC 50/60 Hz
[Ui] rated insulation voltage	690 V AC 50/60 Hz conforming to EN/IEC 60947-2
Contact position indicator	Yes
Control type	Toggle Manual tripping test
Local signalling	ON/OFF indication

May 10, 2019

Life is On Schneider Electric

1

Disclaimer: This document is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Mounting mode	Clip-on
Mounting support	35 mm symmetrical DIN rail
9 mm pitches	5
Height	89 mm
Width	45 mm
Depth	70 mm
Product weight	0.26 kg
Electrical durability	100000 cycles conforming to IEC 60947-2 AC 50/60 Hz AC-3
Provision for padlocking	Padlockable
Locking options description	Integrated padlocking
Connections - terminals	Clamps terminal for 2 rigid wire(s) 1...6 mm <sup>2</sup> max Clamps terminal for 2 flexible wire(s) 1...6 mm <sup>2</sup> max
Tightening torque	1.7 N.m
Earth-leakage protection	Without

## Environment

Standards	EN/IEC 60947-2
Product certifications	CEBEC DEMKO FIMKO NEMKO SEMKO
Overvoltage category	III
Tropicalisation	2 conforming to IEC 60947-2
Relative humidity	95 % 55 °C
Operating altitude	2000 m
Ambient air temperature for operation	-20...60 °C
Ambient air temperature for storage	-40...80 °C

## Contractual warranty

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

### 3.2.9. E-P-5: Contactor TeSys D

**Ficha técnica del producto**  
Características

**LC1D09J7**

TeSys D contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V  
9 A - 12 V AC coil



**Principal**

Distancia	TeSys
Nombre del producto	TeSys D
Tipo de producto o componente	Conector
Modelo de dispositivo	LC1D
Aplicación de contactor	Control del motor Carga resistiva
Categoría de empleo	AC-1 AC-3 AC-4
Número de polos	3P
Composición de contacto de polo de potencia	3 NO
Tensión asignada de empleo	<= 300 V CC para circuito de alimentación <= 690 V CA 25...400 Hz para circuito de alimentación
Intensidad asignada de empleo (Ie)	25 A (<= 60 °C) a <= 440 V CA AC-1 para circuito de alimentación 9 A (<= 60 °C) a <= 440 V CA AC-3 para circuito de alimentación
Potencia del motor en kW	2.2 kW a 400 V CA 50/60 Hz AC-4 2.2 kW a 220...230 V CA 50/60 Hz AC-3 4 kW a 380...400 V CA 50/60 Hz AC-3 5.5 kW a 500 V CA 50/60 Hz AC-3 5.5 kW a 660...690 V CA 50/60 Hz AC-3 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz AC-3
Potencia del motor HP (UL / CSA)	0.33 hp a 115 V CA 50/60 Hz para 1 fase motors 1 hp a 230/240 V CA 50/60 Hz para 1 fase motors 2 hp a 200/208 V CA 50/60 Hz para 3 fases motors 2 hp a 230/240 V CA 50/60 Hz para 3 fases motors 5 hp a 460/480 V CA 50/60 Hz para 3 fases motors 7.5 hp a 575/600 V CA 50/60 Hz para 3 fases motors
Tipo de circuito de control	CA 50/60 Hz
Tensión de circuito de control	12 V CA 50/60 Hz
Composición contacto auxiliar	1 NA + 1 NC
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV conforme a IEC 60947

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios

10/05/2019



1

Categoría de sobretensión	III
[Ith] Intensidad térmica convencional	25 A a <= 60 °C para circuito de alimentación 10 A a <= 60 °C para circuito de señalización
Capacidad de conexión nominal	250 A a 440 V para circuito de alimentación conforme a IEC 60947 140 A CA para circuito de señalización conforme a IEC 60947-5-1 250 A CC para circuito de señalización conforme a IEC 60947-5-1
Capacidad corte nominal	250 A a 440 V para circuito de alimentación conforme a IEC 60947
[Icw] Intensidad de corta curación admisible	105 A <= 40 °C 10 s circuito de alimentación 210 A <= 40 °C 1 s circuito de alimentación 30 A <= 40 °C 10 min circuito de alimentación 61 A <= 40 °C 1 min circuito de alimentación 100 A 1 s circuito de señalización 120 A 500 ms circuito de señalización 140 A 100 ms circuito de señalización
Capacidad de fusible asociado	20 A gG a <= 690 V coordinación tipo 2 para circuito de alimentación 25 A gG a <= 690 V coordinación tipo 1 para circuito de alimentación 10 A gG para circuito de señalización conforme a IEC 60947-5-1
Impedancia media	2.5 mOhm a 50 Hz - Ith 25 A para circuito de alimentación
Tensión asignada de aislamiento	600 V para circuito de alimentación certificaciones CSA 600 V para circuito de alimentación certificaciones UL 690 V para circuito de alimentación conforme a IEC 60947-4-1 690 V para circuito de señalización conforme a IEC 60947-1 600 V para circuito de señalización certificaciones CSA 600 V para circuito de señalización certificaciones UL
Endurancia eléctrica	0.6 Mcycles 25 A AC-1 a Ue <= 440 V 2 Mcycles 9 A AC-3 a Ue <= 440 V
Potencia disipada por polo	0.2 W AC-3 1.56 W AC-1
Cubierta de seguridad	Con
SopORTE de montaje	Placa Perfil
Normas	CSA C22.2 No 14 EN 60947-4-1 EN 60947-5-1 IEC 60947-4-1 IEC 60947-5-1 UL 508
Certificados de producto	BV CCC CSA DNV GL GOST LROS (Lloyds register of shipping) RINA UL
Conexiones - terminales	Circuito de control : conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...2.5 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: flexible - con extremidad de cable Circuito de alimentación : conexión tornillo de estribo 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: flexible - con fin del cable Circuito de control : conexión tornillo de estribo 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: flexible - sin extremidad de cable Circuito de control : conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: flexible - sin fin del cable Circuito de control : conexión tornillo de estribo 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: flexible - con fin del cable Circuito de control : conexión tornillo de estribo 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: sólido - sin fin del cable Circuito de control : conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: sólido - sin fin del cable Circuito de alimentación : conexión tornillo de estribo 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: flexible - sin fin del cable Circuito de alimentación : conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: flexible - sin fin del cable Circuito de alimentación : conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...2.5 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: flexible - con fin del cable Circuito de alimentación : conexión tornillo de estribo 1 cable(s) 1...4 mm <sup>2</sup> - rigidez de cable: sólido - sin fin del cable

Circuito de alimentación : conexión tornillo de estribo 2 cable(s) 1...4 mm<sup>2</sup> - rigidez de cable: sólido - sin fin del cable

Par de apriete	Circuito de alimentación : 1.7 N.m - on conexión tornillo de estribo - con tornillodriver plano Ø 6 Circuito de alimentación : 1.7 N.m - on conexión tornillo de estribo - con tornillodriver Philips nº 2 Circuito de control : 1.7 N.m - on conexión tornillo de estribo - con tornillodriver plano Ø 6 Circuito de control : 1.7 N.m - on conexión tornillo de estribo - con tornillodriver Philips nº 2
Horas de funcionamiento	4...19 ms apertura 12...22 ms cierre
Nivel de fiabilidad de seguridad	B10d = 1369863 cycles contactor con carga nominal conforme a EN/ISO 13849-1 B10d = 20000000 cycles contactor con carga mecánica conforme a EN/ISO 13849-1
Endurancia mecánica	15 Mcycles
Cadencia máxima	3600 cyc/h a <= 60 °C

## Complementario

Tecnología de bobina	Sin módulo supresor incorporado
Límites tensión del circuito de control	0.3...0.6 Uc desconexión a 60 °C, CA 50/60 Hz 0.8...1.1 Uc operativa a 60 °C, CA 50 Hz 0.85...1.1 Uc operativa a 60 °C, CA 60 Hz
Consumo a la llamada	70 VA a 20 °C (cos φ 0.75) 60 Hz 70 VA a 20 °C (cos φ 0.75) 50 Hz
Consumo al mantenimiento	7.5 VA a 20 °C (cos φ 0.3) 60 Hz 7 VA a 20 °C (cos φ 0.3) 50 Hz
Disipación de calor	2...3 W a 50/60 Hz
Tipo de contactos auxiliares	Tipo enlazado mecánicamente (1 NA + 1 NC) conforme a IEC 60947-5-1 Tipo contacto de espejo (1 NC) conforme a IEC 60947-4-1
Frecuencia del circuito de señalización	25 ... 400 Hz
Corriente mínima de conmutación	5 mA para circuito de señalización
Tensión de conmutación mínima	17 V para circuito de señalización
Tiempo de no superposición	1.5 ms en excitación entre contacto NC y NO 1.5 ms en desexcitación entre contacto NC y NO
Resistencia de aislamiento	> 10 MOhm para circuito de señalización

## Entorno

Grado de protección IP	IP20 cara frontal conforme a IEC 60529
Tratamiento de protección	TH conforme a IEC 60068-2-30
Grado de contaminación	3
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-60...80 °C
Temperatura ambiente admisible alrededor del dispositivo	-40...70 °C a Uc
Altitud máxima de funcionamiento	3000 m sin reducción de la potencia nominal
Resistencia al fuego	850 °C conforme a IEC 60695-2-1
Retardancia al fuego	V1 conforme a UL 94
Robustez mecánica	Vibraciones contactor abierto 2 Gn, 5 ... 300 Hz Vibraciones conector cerrado 4 Gn, 5 ... 300 Hz Impactos contactor abierto 10 Gn para 11 ms Impactos conector cerrado 15 Gn por 11 ms
Alto	77 mm
Ancho	45 mm
Profundidad	86 mm
Peso del producto	0.32 kg

## Ofrecer Sostenibilidad

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: YYWW)	Conforme - desde 0627 - Declaración de conformidad de Schneider Electric

	<a href="#">Declaración de conformidad de Schneider Electric</a>
Alcanzar	Referencia no contiene SVHC arriba del umbral <a href="#">Referencia no contiene SVHC arriba del umbral</a>
Perfil medioambiental del producto	Disponible <a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
Instrucciones de fin de vida del producto	Disponible <a href="#">Información de fin de vida útil</a>
<b>Garantía contractual</b>	
Warranty period	18 months



### 3.2.10. E-C-1: Llave termomagnética C60N

**Ficha técnica del producto**  
Características

**A9N24336**

Int. Termomagnetico C60N 2X10A Curva C



**Principal**

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	C60
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Corriente nominal	10 A
Tipo de red	CA
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	6 kA - 440 V CA 50/60 Hz 10 kA - 415 V CA 50/60 Hz 20 kA - 240 V CA 50/60 Hz 20 kA - <= 125 V CC 6000 A conforme a IEC 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz

**Complementario**

Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Tensión asignada de empleo	400 V CA 50/60 Hz
[Ics] poder de corte en servicio	4,5 kA 75 % - 440 V CA 50/60 Hz 7,5 kA 75 % - 415 V CA 50/60 Hz 15 kA 75 % - 240 V CA 50/60 Hz 20 kA 100 % - <= 125 V CC 6000 A 100 % - 400 V CA 50/60 Hz
Clase de limitación	3 conforme a IEC 60898-1
Tensión asignada de aislamiento	440 V CA 50/60 Hz conforme a IEC 60898-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	4 kV comparable a IEC 60898-1
Indicación de contacto positivo	Sí
Tipo de control	Palanca de conmutación
Señalizaciones frontales	Indicación encendido/apagado

10/05/2019



1

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

Modo de montaje	Clip-on
Soporte de montaje	Perfil DIN simétrico de 35 mm
Pasos de 9 mm	4
Alto	81 mm
Ancho	36 mm
Profundidad	72 mm
Peso del producto	240 g
Color	Blanco
Endurancia mecánica	20000 cycles
Endurancia eléctrica	10000 cycles
Longitud de pelado de cable	5 mm arriba o abajo
Par de apriete	2 N.m arriba o abajo
Protección de fugas a tierra	Sin

## Entorno

Normas	IEC 60898-1
Grado de protección IP	IP20
Grado de contaminación	2 conforme a IEC 60898-1
Tropicalización	2 conforme a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % 55 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-30...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...80 °C

## Ofrecer Sostenibilidad

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: YYWW)	Conforme - desde 0627 - Declaración de conformidad de Schneider Electric <a href="#">Declaración de conformidad de Schneider Electric</a>
Alcanzar	Referencia no contiene SVHC arriba del umbral Referencia no contiene SVHC arriba del umbral
Perfil medioambiental del producto	Disponible
Instrucciones de fin de vida del producto	No necesita operaciones de reciclado específicas

## Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

3.2.11. E-C-2: Transformador de comando

**Transformadores de Mando y Medición**

**NÖLLMED** 37

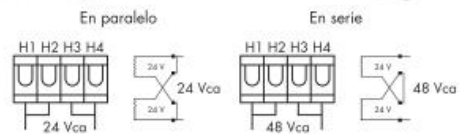
Se utiliza para alimentación de circuitos de control que poseen elementos electromagnéticos como solenoides, contactores, relés, electroválvulas, rectificadores y componentes de estado sólido.

**Gran regulación bajo carga:** dada la necesidad de garantizar la tensión para los circuitos de control que alimentan en forma simultánea, resulta muy importante la regulación del transformador.

**Elevada aislación eléctrica:** las bobinas se realizan sobre carretes de NUMA. El material utilizado en la aislación entre bobinas y en la terminación final, MNM (Mylar-Nomek-Mylar) combina la capilaridad del Nomek con la excelente rigidez de las capas de Mylar que lo recubren. El nivel de aislación es de 3 KV.



Código	Potencia	Primario	Secundario	Coef.1
TMP0050LLN	50 Va	220/380V	110+110V	94,25
TMP0050LPN	50 Va	220/380V	24+24V	97,45
TMP0150LLN	150 Va	220/380V	110+110V	189,55
TMP0150LPN	150 Va	220/380V	24+24V	189,55
TMP0300LLN	300 Va	220/380V	110+110V	280,00
TMP0300LPN	300 Va	220/380V	24+24V	280,00
TMP0500LLN	500 Va	220/380V	110+110V/400VA	340,00
TMP0500LPN	500 Va	220/380V	24+24V/100VA	340,00
TMP0750LLN	750 Va	220/380V	110+110V/600VA	398,00
TMP0750LPN	750 Va	220/380V	24+24V/150VA	398,00
TMP1000LLN	1000 Va	220/380V	110+110V/800VA	425,00
TMP1000LPN	1000 Va	220/380V	24+24V/200VA	425,00



**Elevada clase térmica:** Alambres esmaltados Clase H (180°), material aislante y barnices clase F (155°C), conforman un producto que permite garantizar los niveles de aislación aún bajo condiciones de sobre elevación térmica de 70°C sobre un ambiente de 40°C. Fabricado bajo normas IEC-DIN VDE 0550/51.

Transformadores de medición a pedido, consultar.

**Transformadores Serie TMV**

Detalles	
X1-X2:	220
X1-X3:	380
H1-H2:	24
H3-H4:	24
300 CL3	



**Transformadores Diferenciales Industriales**

Fig. N°	Código	Ø mm.	∇ mm.	Coef.1 x un.
1	NO 525	25	30x10	201,50
2	NO - 560	50	60x30	244,40
3	NO - 580		80x30	286,00
4	NO - 5130		130x50	465,00

Consulte por su transformador a medida



**Relés Diferenciales**

Relé Clase A - Salida Modular a Tierra con medidas RMS						
Tipo	Ajuste	Funciones	Alimentación	Medidas (mm.)	Código	Coef.1 lista
MS	0.03 a 10 A	Instantáneo	230 Vca	M53	49110723	230,00
	0.03 a 10 A	Retardo ajustable	110 Vca	M53	49111711	230,00
MS	0.03 a 10 A	Retardo ajustable	230 Vca	M53	49111723	230,00
	0.03 a 10 A	Retardo ajustable	400 Vca	M53	49111740	230,00
MP	0.03 a 10 A	Retardo ajustable	20.4-55.2 Vcc	M53	49111602	230,00
	0.03 a 10 A	Retardo ajust., prealarma	110 Vca	M53	49112711	230,00
	0.03 a 10 A	Retardo ajust., prealarma	230 Vca	M53	49112723	230,00
	0.03 a 10 A	Retardo ajust., prealarma	400 Vca	M53	49112740	230,00
	0.03 a 10 A	Retardo ajust., prealarma	20.4-55.2 Vcc	M53	49112602	230,00



**COEFIC. DE CONVERSION** IMPORTANTE: El número que figura en cada casilla de "Coef. 1" es nominal; el precio correspondiente en USD será el resultado de multiplicar ese número por el Coeficiente de Conversión del día de la fecha. CONSULTE EL COEFICIENTE DE CONVERSION AL DIA DE LA COMPRA.

### 3.2.12. E-C-3: Pulsador de parada de emergencia

**Ficha técnica del producto**  
Características

**XB4BS8444**  
Par Emer 1/4 Giro 2Nc Trig



**Principal**

Rango de producto	Harmony XB4
Tipo de producto o componente	Pulsador de apagado de emergencia completo Pulsador de parada de emergencia
Modelo de dispositivo	XB4
Material del bisel	Metal cromado
Material anillo fijación	Zamak
Diámetro de montaje	22 mm
Venta por cantidad indivisible	1
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Tipo de operario	Acción de activación y enganche mecánico
Tipo de cabezal	Estándar
Reset	Girar para liberar
Perfil de operador	Rojo redondo Ø 40 sin marca
Tipo de contactos y composición	2 NC
Funcionamiento de contacto	Rupt. lenta
Conexiones - terminales	Conexión tornillo de estribo : <= 2 x 1.5 mm <sup>2</sup> con extr. cable conforme a EN 60947-1 Conexión tornillo de estribo : >= 1 x 0.22 mm <sup>2</sup> sin extremo de cable conforme a EN 60947-1

**Complementario**

Alto	47 mm
Ancho	40 mm
Profundidad	82 mm
Descripción terminales ISO n°1	(21-22)NC
Peso del producto	0.13 kg
Resistencia a lavadoras de alta presión	7000000 Pa a 55 °C, distancia: 0,1
Uso de contactos	Contactos estándar
Apertura positiva	Con apertura positiva conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo K
Recorrido de funcionamiento	1.5 mm (NC cambiando estado eléctrico) 4.3 mm (viaje total)

10/05/2019

Life Is On | Schneider Electric

1

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios

Endurancia mecánica	300000 cycles
Par de apriete	0.8...1.2 N.m conforme a EN 60947-1
Forma de la cabeza de tornillo	Cruzado cabeza compatible con Philips nº 1 destornillador Cruzado cabeza compatible con Pozidriv nº 1 destornillador Con ranuras cabeza compatible con plano 4 mm Ø destornillador Con ranuras cabeza compatible con plano 5,5 mm Ø destornillador
Material de contactos	Aleación de plata (Ag/Ni)
Protección contra cortocircuito	10 A fusible de cartuchos tipo gG conforme a EN/IEC 60947-5-1
[Ith] Intensidad térmica convencional	10 A conforme a EN/IEC 60947-5-1
Tensión asignada de aislamiento	600 V (grado de polución: 3) conforme a EN 60947-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV conforme a EN 60947-1
Intensidad asignada de empleo (Ie)	3 A a 240 V, AC-15, A600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 6 A a 120 V, AC-15, A600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 0.1 A a 600 V, DC-13, Q600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 0.27 A a 250 V, DC-13, Q600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 0.55 A a 125 V, DC-13, Q600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 1.2 A a 600 V, AC-15, A600 conforme a EN/IEC 60947-5-1
Endurancia eléctrica	1000000 cycles, AC-15, 2 A a 230 V, velocidad de operado: <= 3600 cyc/h, factor de carga: 0.5 conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo C 1000000 cycles, AC-15, 3 A a 120 V, velocidad de operado: <= 3600 cyc/h, factor de carga: 0.5 conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo C 1000000 cycles, AC-15, 4 A a 24 V, velocidad de operado: <= 3600 cyc/h, factor de carga: 0.5 conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo C 1000000 cycles, DC-13, 0.2 A a 110 V, velocidad de operado: <= 3600 cyc/h, factor de carga: 0.5 conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo C 1000000 cycles, DC-13, 0.5 A a 24 V, velocidad de operado: <= 3600 cyc/h, factor de carga: 0.5 conforme a EN/IEC 60947-5-1 anexo C
Fiabilidad eléctrica IEC 60947	$\Lambda < 10\exp(-6)$ 5 V 1 mA en entorno limpio EN/IEC 60947-5-4 $\Lambda < 10\exp(-8)$ 17 V 5 mA en entorno limpio EN/IEC 60947-5-4
Presentación del dispositivo	Producto completo

## Entorno

Tratamiento de protección	TH
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40...70 °C
Tipo de protección contra descargas eléctricas	Clase I conforme a IEC 60536
Grado de protección IP	IP69 IP67 IP66 conforme a IEC 60529 IP69K
Grado de protección NEMA	NEMA 13 NEMA 4X
Grado de protección IK	IK06 conforme a IEC 50102
Normas	EN/IEC 60204-1 EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-4 EN/IEC 60947-5-5 EN/ISO 13850 IEC 60364-5-53 JIS C 4520 UL 508 CSA C22.2 No 14
Certificados de producto	BV CSA DNV GL LROS (Lloyds register of shipping) RINA Registrado por UL
Resistencia a las vibraciones	5 gn (f = 2...500 Hz) conforme a IEC 60068-2-6

Resistencia a los choques	30 gn (duración = 18 ms) para aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27 50 gn (duración = 11 ms) para aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27
---------------------------	--

## Ofrecer Sostenibilidad

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: YYWW)	Conforme - desde 0627 - Declaración de conformidad de Schneider Electric <a href="#">Declaración de conformidad de Schneider Electric</a>
Alcanzar	Referencia no contiene SVHC arriba del umbral Referencia no contiene SVHC arriba del umbral
Perfil medioambiental del producto	Disponible <a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
Instrucciones de fin de vida del producto	No necesita operaciones de reciclado específicas <a href="#">Información de fin de vida útil</a>

## Garantía contractual

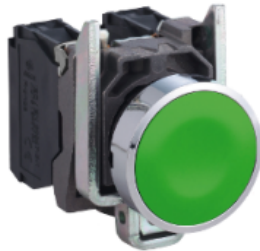
Warranty period	18 months
-----------------	-----------



### 3.2.13. E-C-4: Pulsador de marcha

**Ficha técnica del producto**  
Características

**XB4BA31**  
Pulsador Rasante 1Na Verde



**Principal**

Rango de producto	Harmony XB4
Tipo de producto o componente	Pulsador completo
Modelo de dispositivo	XB4
Material del bisel	Metal cromado
Material anillo fijación	Zamak
Diámetro de montaje	22 mm
Venta por cantidad indivisible	1
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Tipo de operario	Retorno de resorte
Perfil de operador	Verde empotrado sin marca
Tipo de cabezal	Estándar
Tipo de contactos y composición	1 NO
Funcionamiento de contacto	Rupt. lenta
Conexiones - terminales	Conexión tornillo de estribo : <= 2 x 1.5 mm <sup>2</sup> con extr. cable conforme a EN/IEC 60947-1 Conexión tornillo de estribo : 1 x 0,22-2 x 2,5 mm <sup>2</sup> sin extremo de cable conforme a EN/IEC 60947-1

**Complementario**

Alto	47 mm
Ancho	30 mm
Profundidad	52 mm
Descripción terminales ISO n°1	(13-14)NO
Peso del producto	0.08 kg
Resistencia a lavadoras de alta presión	7000000 Pa a 55 °C, distancia: 0,1
Uso de contactos	Contactos estándar
Apertura positiva	Sin apertura positiva
Recorrido de funcionamiento	2.6 mm (NA cambiando estado eléctrico) 4.3 mm (viaje total)
Fuerza de funcionamiento	3.8 N (NA cambiando estado eléctrico)
Endurancia mecánica	10000000 cycles
Par de apriete	0.8...1.2 N.m conforme a EN 60947-1
Forma de la cabeza de tornillo	Cruzado cabeza compatible con Philips n° 1 destornillador

10/05/2019

Life Is On | Schneider  
Electric

1

Descargo de responsabilidad: Este documento no ha sido diseñado como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios

	Cruzado cabeza compatible con Pozidriv nº 1 destornillador Con ranuras cabeza compatible con plano 4 mm Ø destornillador Con ranuras cabeza compatible con plano 5,5 mm Ø destornillador
Material de contactos	Aleación de plata (Ag/Ni)
Protección contra cortocircuito	10 A fusible de cartuchos tipo gG conforme a EN/IEC 60947-5-1
[Ith] Intensidad térmica convencional	10 A conforme a EN/IEC 60947-5-1
Tensión asignada de aislamiento	600 V (grado de polución: 3) conforme a EN/IEC 60947-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	6 kV conforme a EN/IEC 60947-1
Intensidad asignada de empleo (Ie)	3 A a 240 V, AC-15, A600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 6 A a 120 V, AC-15, A600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 0.1 A a 600 V, DC-13, Q600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 0.27 A a 250 V, DC-13, Q600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 0.55 A a 125 V, DC-13, Q600 conforme a EN/IEC 60947-5-1 1.2 A a 600 V, AC-15, A600 conforme a EN/IEC 60947-5-1
Endurancia eléctrica	1000000 cycles AC-15 2 A 230 V <= 3600 cyc/h 0.5 EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles AC-15 3 A 120 V <= 3600 cyc/h 0.5 EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles AC-15 4 A 24 V <= 3600 cyc/h 0.5 EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles DC-13 0.2 A 110 V <= 3600 cyc/h 0.5 EN/IEC 60947-5-1 appendix C 1000000 cycles DC-13 0.5 A 24 V <= 3600 cyc/h 0.5 EN/IEC 60947-5-1 appendix C
Fiabilidad eléctrica IEC 60947	$\Lambda < 10\exp(-6)$ a 5 V, 1 mA en entorno limpio conforme a EN/IEC 60947-5-4 $\Lambda < 10\exp(-8)$ a 17 V, 5 mA en entorno limpio conforme a EN/IEC 60947-5-4

## Entorno

Tratamiento de protección	TH
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40...70 °C
Categoría de sobretensión	Clase I conforme a IEC 60536
Grado de protección IP	IP69 IP67 IP66 conforme a IEC 60529 IP69K
Grado de protección NEMA	NEMA 13 NEMA 4X
Grado de protección IK	IK06 IEC 50102
Normas	EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-4 EN/IEC 60947-5-5 JIS C 4520 UL 508 CSA C22.2 No 14
Certificados de producto	BV CSA DNV GL LRQS (Lloyds register of shipping) RINA Registrado por UL
Resistencia a las vibraciones	5 gn (f = 2...500 Hz) conforme a IEC 60068-2-6
Resistencia a los choques	30 gn (duración = 18 ms) para aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27 50 gn (duración = 11 ms) para aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27

## Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------



### 3.2.14. E-C-5: Luz testigo de marcha verde

**Ficha técnica del producto**  
Características

**XB4BVB3**  
Piloto Lum Led 24Vca/Cc Verde



**Principal**

Rango de producto	Harmony XB4
Tipo de producto o componente	Luz piloto completa
Modelo de dispositivo	XB4
Material del bisel	Metal cromado
Material anillo fijación	Zamak
Diámetro de montaje	22 mm
Tipo de cabezal	Estándar
Venta por cantidad indivisible	1
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Color de tapa/operario o lente	Verde
Información agregada del operador	Con lente lisa
Fuente de luz	LED protegido
Base de bombilla	LED integral
Color fuente de luz	Verde
[Us] tensión de alimentación nominal	24 V c.a./c.c., 50/60 Hz

**Complementario**

Alto	47 mm
Ancho	30 mm
Profundidad	54 mm
Descripción terminales ISO n°1	(X1-X2)PL
Peso del producto	0.08 kg
Resistencia a lavadoras de alta presión	7000000 Pa a 55 °C, distancia: 0,1
Conexiones - terminales	Conexión tornillo de estribo : $\leq 2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ con extr. cable conforme a EN/IEC 60947-1 Conexión tornillo de estribo : $1 \times 0,22\text{-}2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ sin extremo de cable conforme a EN/IEC 60947-1
Tensión asignada de aislamiento	250 V (grado de polución: 3) conforme a EN 60947-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	4 kV conforme a EN 60947-1
Tipo señalización	Fijo
Límites de tensión de alimentación	19.2...30 V CC 21.6...26.4 V CA

10/05/2019

Life Is On | Schneider Electric

1

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

Consumo de corriente	18 mA
Duración	100000 h a tensión nominal y 25 °C
Resistencia a sobretensiones	1 kV conforme a IEC 61000-4-5

## Entorno

Tratamiento de protección	TH
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40...70 °C
Tipo de protección contra descargas eléctricas	Clase I conforme a IEC 60536
Grado de protección IP	IP69 IP67 IP66 conforme a IEC 60529 IP69K
Grado de protección NEMA	NEMA 13 NEMA 4X
Grado de protección IK	IK06 conforme a IEC 50102
Normas	EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-4 EN/IEC 60947-5-5 JIS C 4520 UL 508 CSA C22.2 No 14
Certificados de producto	CSA Registrado por UL
Resistencia a las vibraciones	5 gn (f = 12...500 Hz) conforme a IEC 60068-2-6
Resistencia a los choques	30 gn (duración = 18 ms) para aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27 50 gn (duración = 11 ms) para aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27
Resistencia a transitorios rápidos	2 kV conforme a IEC 61000-4-4
Resistencia a campos electromagnéticos	10 V/m conforme a IEC 61000-4-3
Resistencia a descargas electrostáticas	6 kV en contacto (en piezas metálicas) conforme a IEC 61000-4-2 8 kV en aire libre (en piezas aislantes) conforme a IEC 61000-4-2
Emisión electromagnética	Clase B conforme a IEC 55011

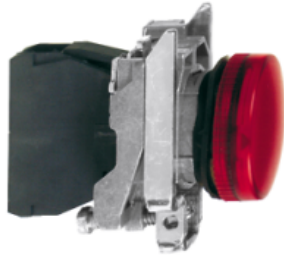
## Garantía contractual

Warranty period	18 months
-----------------	-----------

### 3.2.15. E-C-6: Luz testigo parada rojo

**Ficha técnica del producto**  
Características

**XB4BVB4**  
Piloto Lum Led 24Vca/Cc Rojo



**Principal**

Rango de producto	Harmony XB4
Tipo de producto o componente	Luz piloto completa
Modelo de dispositivo	XB4
Material del bisel	Metal cromado
Material anillo fijación	Zamak
Diámetro de montaje	22 mm
Tipo de cabezal	Estándar
Venta por cantidad indivisible	1
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Color de tapa/operario o lente	Rojo
Información agregada del operador	Con lente lisa
Fuente de luz	LED protegido
Base de bombilla	LED integral
Color fuente de luz	Rojo
[Us] tensión de alimentación nominal	24 V c.a./c.c., 50/60 Hz

**Complementario**

Alto	47 mm
Ancho	30 mm
Profundidad	54 mm
Descripción terminales ISO n°1	(X1-X2)PL
Peso del producto	0.08 kg
Resistencia a lavadoras de alta presión	7000000 Pa a 55 °C, distancia: 0,1
Conexiones - terminales	Conexión tornillo de estribo : <= 2 x 1.5 mm² con extr. cable conforme a EN/IEC 60947-1 Conexión tornillo de estribo : 1 x 0,22-2 x 2,5 mm² sin extremo de cable conforme a EN/IEC 60947-1
Tensión asignada de aislamiento	250 V (grado de polución: 3) conforme a EN 60947-1
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	4 kV conforme a EN 60947-1
Tipo señalización	Fijo
Límites de tensión de alimentación	19.2...30 V CC 21.6...26.4 V CA

10/05/2019

Life Is On | Schneider  
ELECTRIC

1

Descargo de responsabilidad: Este documento no ha sido diseñado como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios

Consumo de corriente	18 mA
Duración	100000 h a tensión nominal y 25 °C
Resistencia a sobretensiones	1 kV conforme a IEC 61000-4-5

## Entorno

Tratamiento de protección	TH
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40...70 °C
Tipo de protección contra descargas eléctricas	Clase I conforme a IEC 60536
Grado de protección IP	IP69 IP67 IP66 conforme a IEC 60529 IP69K
Grado de protección NEMA	NEMA 13 NEMA 4X
Grado de protección IK	IK06 conforme a IEC 50102
Normas	EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-4 EN/IEC 60947-5-5 JIS C 4520 UL 508 CSA C22.2 No 14
Certificados de producto	CSA Registrado por UL
Resistencia a las vibraciones	5 gn (f = 12...500 Hz) conforme a IEC 60068-2-6
Resistencia a los choques	30 gn (duración = 18 ms) para aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27 50 gn (duración = 11 ms) para aceleración de media onda sinusoidal conforme a IEC 60068-2-27
Resistencia a transitorios rápidos	2 kV conforme a IEC 61000-4-4
Resistencia a campos electromagnéticos	10 V/m conforme a IEC 61000-4-3
Resistencia a descargas electrostáticas	6 kV en contacto (en piezas metálicas) conforme a IEC 61000-4-2 8 kV en aire libre (en piezas aislantes) conforme a IEC 61000-4-2
Emisión electromagnética	Clase B conforme a IEC 55011

## Garantía contractual

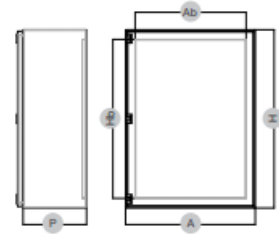
Warranty period	18 months
-----------------	-----------

3.2.16. E-Ac-1: Gabinete



S9000 | Gabinetes Estancos  
Pág. 6

Tabla general de selección de modelos y accesorios aplicables S9000



Las magnitudes de las siguientes tablas están expresadas en mm.

Para garantizar la seguridad de su instalación, una vez definida las dimensiones del gabinete establecer el contrafrente requerido por el uso.

A Ancho	H Alto	P				Ab x Hb Medida de bandeja	Contrafrente ablsagrado ciego	Contrafrente ablsagrado calado	Contrafrente abulonado ciego	Contrafrente abulonado calado	Cantidad de soportes para contrafrente (++)
		Código (-) Prof.: 100	Código (-) Prof.: 150	Código (-) Prof.: 225	Código (-) Prof.: 300						
200	200	09 9101	09 9150	09 9200	-----	134x140	-----	-----	-----	-----	-----
200	250	09 9110	09 9164	-----	-----	134x190	-----	-----	-----	-----	-----
200	300	09 9102	09 9151	09 9201	-----	134x240	-----	-----	-----	-----	-----
250	300	09 9111	09 9165	-----	-----	184x240	-----	-----	-----	-----	-----
200	450	-----	09 9152	-----	-----	184x390	-----	-----	-----	-----	-----
300	300	09 9103	09 9153	09 9202	09 9300	234x240	09 9882	09 9882C	09 9982	09 9982C	4
300	450	09 9104	09 9154	09 9203	09 9301	234x390	09 9884	09 9884C	09 9984	09 9984C	4
300	600	09 9105	09 9155	09 9204	09 9302	234x540	09 9885	09 9885C	09 9985	09 9985C	4
450	450	09 9106	09 9156	09 9205	09 9303	384x390	09 9888	09 9888C	09 9988	09 9988C	4
400	500	-----	09 9167	09 9216	-----	334x440	09 9870	09 9870C	09 9970	09 9970C	4
450	600	09 9107	09 9157	09 9206	09 9304	384x540	09 9889	09 9889C	09 9989	09 9989C	4
450	750	-----	09 9163	09 9207	09 9310	384x690	09 9890	09 9890C	09 9990	09 9990C	4
500	600	-----	09 9168	09 9217	-----	434x540	09 9892	09 9892C	09 9992	09 9992C	4
600	600	09 9108	09 9158	09 9208	09 9305	534x540	09 9893	09 9893C	09 9993	09 9993C	4
600	750	09 9109	09 9159	09 9209	09 9306	534x690	09 9894	09 9894C	09 9994	09 9994C	4
600	900	-----	09 9160	09 9210	09 9307	534x840	09 9895	09 9895C	09 9995	09 9995C	6
600	1050	-----	09 9162	09 9212	09 9308	534x990	09 9897	09 9897C	09 9997	09 9997C	6
600	1200	-----	09 9161	09 9211	09 9309	534x1140	09 9898	09 9898C	09 9998	09 9998C	6
750	750	-----	-----	09 9213	09 9314	684x690	09 9891	09 9891C	09 9991	09 9991C	6
750	900	-----	09 9170	09 9215	09 9311	684x840	09 9896	09 9896C	09 9996	09 9996C	6
750	1200	-----	09 9171	09 9214	09 9312	684x1140	09 9899	09 9899C	09 9999	09 9999C	6
900	900	-----	-----	09 9220	09 9320	834x840	09 9879	-----	09 9979	-----	6
900	1200	-----	-----	09 9221	09 9321	834x1140	09 9880	-----	09 9980	-----	6

Para solicitar gabinetes S9000 con visor de vidrio templado se debe adicionar al código la sigla "VP". Esta opción está disponible a partir de 300 ancho x 300 alto.

(-) Las profundidades consignadas corresponden a la medición del cuerpo del gabinete. En caso de necesitar la profundidad medida incluyendo la puerta, deberá adicionarse 20 mm al valor registrado en tabla.  
(-) Para una correcta selección del modelo específico consultar la tabla de soportes para contrafrentes.

### 3.2.17. E-Ac-2: riel DIN y E-Ac-3: soporte regulable



S9000 | Gabinetes Estancos  
Pág. 14

#### RIELES DIN 3

Construidos en chapa de acero al carbono galvanizada. Se proveen dos versiones, una en una pieza de 1 m. de largo y la otra seccionable cada 10 cm. también con un largo total de 1 m.

Código	Denominación
10 1050	Estándar longitud 1 m x 35 mm galvanizado
10 1056	Seccionable – Longitud 1 m x 35 mm galvanizado



#### RIEL PORTA ELEMENTOS 4

Pieza multiperforada que permite la fijación de rieles tipo DIN o de elementos estándar con diámetro hasta 23 mm. Se fabrican en chapa de acero al carbono, con una terminación superficial de pintura en polvo termo convertible, color Beige RAL 7032. Se proveen dos versiones, una en una pieza de 1 m. de largo y la otra seccionable cada 10 cm. también con un largo total de 1 m.

Código	Denominación
10 1041	Riel porta elementos estándar x 1 metro largo total.
10 1042	Riel porta elementos seccionable cada 10 cm x 1 m largo total.



#### SOPORTES REGULABLES PARA RIEL PORTA ELEMENTOS 5

Regulables en profundidad y se fijan a la bandeja y al riel porta elemento mediante tornillos autorroscantes. Se fabrican con chapa de acero al carbono, con una terminación superficial con pintura en polvo termo convertible, color Beige RAL 7032. Para los gabinetes **S9000** Línea **INOX** se fabrican soportes de igual tamaño y características pero en acero inoxidable AISI 304.

Código	Denominación
10 10400610	Soporte. Reg.: Mín.65mm - Máx.100mm
10 10401013	Soporte. Reg.: Mín.100mm - Máx.130mm
10 10401216	Soporte. Reg.: Mín.115mm - Máx.160mm



Para solicitar rieles o soportes para rieles de acero inoxidable adicionar al final del código original la letra "I".



### 3.2.18. E-Ac-4: Ficha industrial móvil

#### Línea Industrial



#### Ficha técnica

Modelo: **KL7051643**

Clasificación: **Ficha industrial móvil**

Configuración, cantidad de polos: **3P+N+T**

Corriente nominal: **16A**

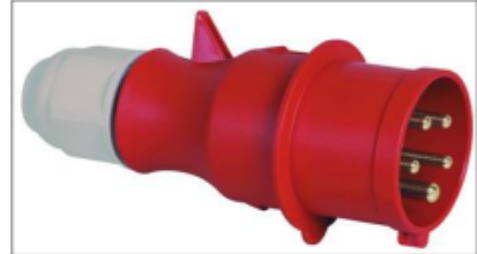
Rango de tensión: **380-415V~**

Frecuencia: **50/60Hz**

Grado de protección: **IP44**

Color identificación: **Rojo**

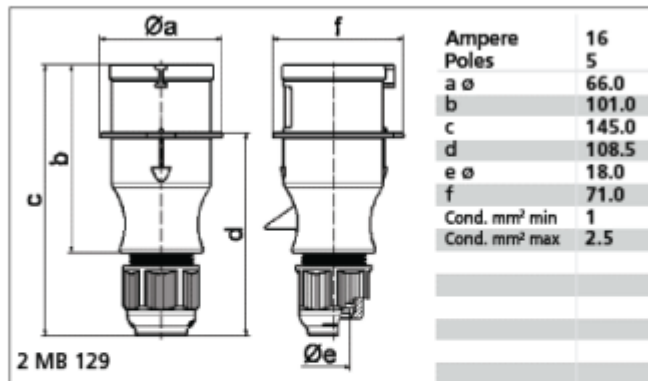
Posición del contacto de tierra: **6h**



#### Características:

- Bornes con tornillos y contactos eléctricos de elevada conductividad.
- Partes aislantes con resistencia de aislación apropiada.
- Resistencia al impacto aún en las condiciones más severas.
- Tornillos de cierre con sistema imperdibles.
- Métodos de ensamble y conexión seguros y confiables.

#### Esquema dimensional para instalación y montaje:



### 3.2.19. E-Ac-5: Tomacorriente industrial de montaje para sobreponer

#### Línea Industrial



#### Ficha técnica

Modelo: **KL7651643**

Clasificación: **Tomacorriente industrial de montaje para sobreponer**

Configuración, cantidad de polos: **3P+N+T**

Corriente nominal: **16A**

Rango de tensión: **380-415V~**

Frecuencia: **50/60Hz**

Grado de protección: **IP44**

Color identificación: **Rojo**

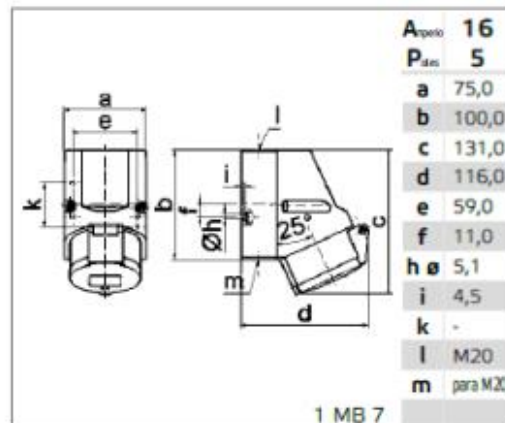
Posición del contacto de tierra: **6h**



#### Características:

- Bornes con tornillos y contactos eléctricos de elevada conductividad.
- Partes aislantes con resistencia de aislación apropiada.
- Resistencia al impacto aún en las condiciones más severas.
- Tornillos de cierre con sistema imperdibles.
- Métodos de ensamble y conexión seguros y confiables.

#### Esquema dimensional para instalación y montaje:





### 3.2.20. E-Ac-6: Caño metálico Argefex



#### CAÑOS FLEXIBLES ARGEFLEX TIPO MF Y EF CARACTERISTICAS GENERALES

**Aplicaciones**

Son caños metálicos flexibles aptos para ser utilizados en instalaciones eléctricas en general y particularmente en aquellas donde el cableado requiera protección contra líquidos, vapores, polvos o fibras, presentes normalmente en los ambientes industriales.

**Instalación**

No se requieren herramientas especiales para su instalación, el corte se realiza fácilmente mediante una sierra para metales de 32 dientes por pulgada.

**Características constructivas**

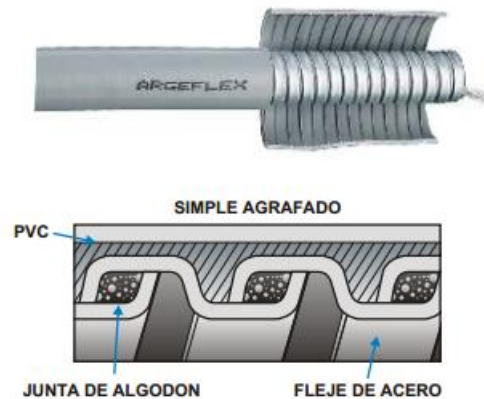
Conformados a partir de un fleje de acero laminado en frío y galvanizado, simple agrafado. La cubierta de exterior se logra mediante la extrusión de PVC a presión sobre el cuerpo metálico, dando como resultado una superficie resistente a la mayoría de sustancias químicas presentes en la industria y con excelentes propiedades aislantes.

El PVC utilizado en su recubrimiento, tiene aditivos que mejoran su resistencia a la exposición a los rayos UV retardando su envejecimiento, y un compuesto **Antillama**. Certificados bajo normas IEC61386-1 y IEC61386-23. PVC ensayado bajo UL 94 categoría VO.

#### CAÑO METALICO ARGEFLEX TIPO MF

Su construcción combina resistencia y flexibilidad haciéndolo especialmente indicado para resolver, vibraciones, desplazamientos y curvas pronunciadas presentes en instalaciones de maquinas-herramientas, instrumentación, grúas, motores, etc. Instalado correctamente alcanza un grado de conexión estanca IP65. Durante la conformación del tubo se coloca una junta de algodón que evita el rozamiento entre el acero prolongando la vida útil del mismo.

Modelo	Diámetro nominal	Diámetro interior promedio (mm)	Diámetro exterior promedio (mm)	Radio de doblado (mm)
MF 038	3/8"	12.60	17.80	100
MF 050	1/2"	16.00	21.00	150
MF 075	3/4"	21.00	26.40	175
MF 100	1"	26.50	33.10	230
MF 125	1 1/4"	35.10	41.80	260
MF 150	1 1/2"	40.30	47.90	310
MF 200	2"	51.60	60.00	385
MF 250	2 1/2"	63.30	72.50	490
MF 300	3"	78.40	88.50	590
MF 400	4"	102.10	113.80	715



3.2.21. E-Ac-7: Conector 90°



**CONECTOR 90°**

Son fabricados en inyección de zamak hasta 1" y en fundición de aluminio desde 1 1/4".

P/Flexible	Rosca NPT o BSP-T	Códigos		Dimensiones en mm		
		CAÑO MF	CAÑO EF	A	B	C
3/8"	1/2"	FT 51	FTX 51	32	22.5	13.5
1/2"	1/2"	FT 52	FTX 52	35	40	18
3/4"	3/4"	FT 53	FTX 53	42	45	19
1"	1"	FT 54	FTX 54	48	56	19
1 1/4"	1 1/4"	FT 55	FTX 55	61	71	24
1 1/2"	1 1/2"	FT 56	FTX 56	69	80	24
2"	2"	FT 57	FTX 57	82	81	24

En todos los casos se proveen sin la tuerca (TCA), de ser necesario deberán solicitarse por separado.



**CONECTOR 45°**

Fabricados en fundición de hierro.

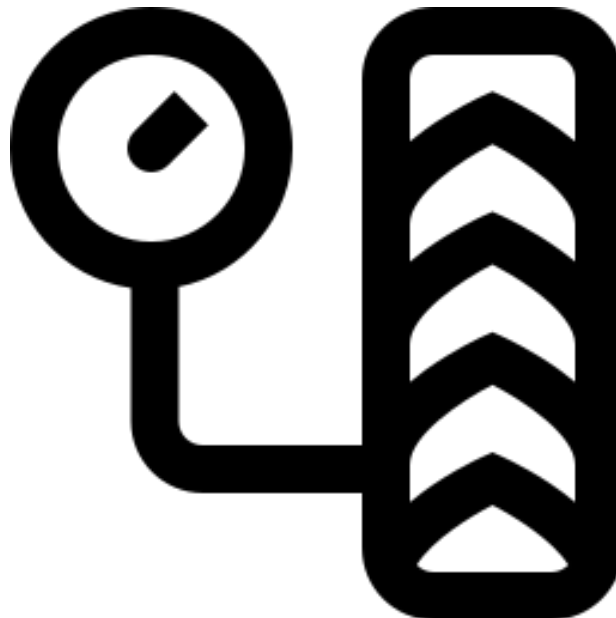
P/Flexible	Rosca NPT o BSP-T	Códigos		Dimensiones en mm		
		CAÑO MF	CAÑO EF	A	B	C
1/2"	1/2"	FT 42	FTX 42	25	48	18
3/4"	3/4"	FT 43	FTX 43	42	54	19
1"	1"	FT 44	FTX 44	48	57	19

En todos los casos se proveen sin la tuerca (TCA), de ser necesario deberán solicitarse por separado.



# CATÁLOGOS DE PRODUCTOS

## 3.3. NEUMÁTICOS





3.3.1 N-A-1: Cilindro neumático

MiCRO

**Cilindros ISO 15552**  
**VDMA 24562**

Serie CN10

Tipo..... Cilindros neumáticos de simple efecto, doble efecto, con o sin amortiguación, con o sin imán incorporado en el pistón

Normas..... ISO 15552 - VDMA 24562

Temperatura ambiente.... -20...80 °C (-4...176 °F)

Temperatura del fluido Máx. 80 °C (176 °F)

Fluido..... Aire comprimido filtrado con o sin lubricación

Presión de trabajo ..... 0,5...10 bar (7,3...145 psi)

Ejecuciones especiales.. Alta temperatura (consultar), revestimiento anticorrosivo, vástago de acero inox

Interruptor magnético .... Ver página 1.3.0.9 y 1.5.7.1

Materiales..... Tapas y pistones inyectados en aluminio, vástago de acero SAE 1040 cromado duro, tubo de aluminio perfilado anodizado duro (Ø200 y 250 de aluminio cilíndrico con tensores), sellos de poliuretano (Ø125 a 250 de NBR), guía de pistón de resina acetal (Ø200 y 250 de NBR), guía de vástago de chapa con bronce sinterizado y teflon



Los códigos en **negrita** corresponden a productos de entrega inmediata, salvo venta previa. En este último caso, los plazos de entrega alcanzarán 24-48 hs, según las cantidades solicitadas

**Cilindros de doble efecto**

Ø	Sin imán		Con imán	
	Sin amortiguación	Doble amortiguación	Sin amortiguación	Doble amortiguación
32	0.047.03-...	0.047.06-...	0.047.23-...	<b>0.047.26-...</b>
40	0.048.03-...	0.048.06-...	0.048.23-...	<b>0.048.26-...</b>
50	0.049.03-...	0.049.06-...	0.049.23-...	<b>0.049.26-...</b>
63	0.050.03-...	0.050.06-...	0.050.23-...	<b>0.050.26-...</b>
80	0.051.03-...	0.051.06-...	0.051.23-...	<b>0.051.26-...</b>
100	0.052.03-...	0.052.06-...	0.052.23-...	<b>0.052.26-...</b>
125	0.033.03-...	0.033.06-...	0.033.23-...	<b>0.033.26-...</b>
160	0.034.03-...	0.034.06-...	0.034.23-...	<b>0.034.26-...</b>
200		0.035.06-...		<b>0.035.26-...</b>
250		0.036.06-...		<b>0.036.26-...</b>
320		0.097.06-...		<b>0.097.26-...</b>

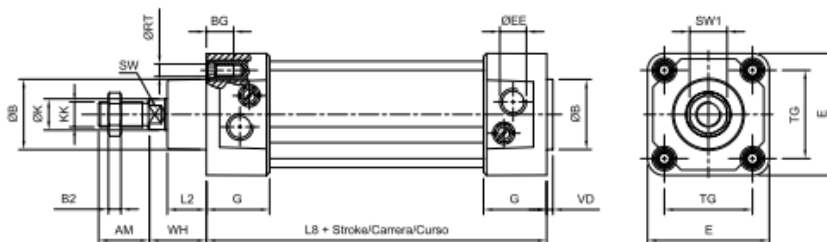
Carreras sin amortiguación (mm)	Carreras con doble amortiguación (mm)
25,50	<b>80,100,125,160,200</b>
<b>25,50,80</b>	<b>100,125,160,200</b>
50,80	<b>100,125,160,200</b>
<b>50,80</b>	<b>100,125,160,200</b>
50,80	<b>100,125,160,200</b>
<b>50,80</b>	<b>100,125,160,200</b>
	<b>100,125,160,200</b>
	<b>100,200</b>
	<b>100,200</b>

Al ordenar, reemplazar los guiones de los códigos por el valor de la carrera expresado en mm, con ceros a la izquierda si fuera menor de cuatro dígitos. Ej.: un cilindro 0.047.03-... con carrera 50 mm, debe solicitarse 0.047.030.050.

Las carreras standard de la tabla corresponden a la serie preferencial de norma ISO 4393 y se encuentran en stock en las ejecuciones allí mencionadas.

No obstante también pueden proveerse cilindros con otras carreras a pedido, hasta un máximo de 2000 mm.

Secciones de tubo utilizados



Ø	AM	ØB	BG	B <sub>2</sub>	ØEE	E	G	ØK	ØKK	L <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	ØRT	SW	SW <sub>1</sub>	TG	VD	WH
32	22	30	17,5	5	G 1/8"	48	29	12	M 10 x 1,25	18	94	M6 x 1	10	16	32,5	4	26
40	24	35	17,5	6	G 1/4"	55	32,5	16	M 12 x 1,25	20	105	M6 x 1	13	18	38	4	30
50	32	40	17,5	8	G 1/4"	65	33	20	M 16 x 1,5	25	106	M8 x 1,25	16	24	46,5	4	37
63	32	45	17,5	8	G 3/8"	78	40,5	20	M 16 x 1,5	25	121	M8 x 1,25	16	24	56,5	4	37
80	40	45	18,5	10	G 3/8"	96	42	25	M 20 x 1,5	32	128	M10 x 1,5	21	30	72	4	46
100	40	55	18,5	10	G 1/2"	116	45	25	M 20 x 1,5	37	138	M10 x 1,5	21	30	89	4	51
125	54	60	27,5	12	G 1/2"	140	55	32	M 27 x 2	45	160	M12 x 1,75	27	41	110	6	65
160	72	65	34	18	G 3/4"	180	58	40	M 36 x 2	60	180	M16 x 2	36	50	140	6	80
200	72	75	23	18	G 3/4"	220	61	40	M 36 x 2	70	180	M16 x 2	36	55	175	7	95
250	84	90	27	21	G 1"	280	67	50	M 42 x 2	80	200	M20 x 2,5	46	65	220	10	105
320	96	110	28	20	G 1"	350	65	63	M 48 x 2	90	220	M24	55	72	270	10	120

3.3.2. N-Ac-2: Válvula 4/2

MICRO	Válvulas 4/2 mandos manuales	Válvulas rotantes Serie AR 1/4" 3/8" 3/4"
-------	------------------------------	---

Tipo..... Válvulas rotantes 4/2 y 4/3 de actuación manual, con distribuidor sin guarniciones lo que garantiza un funcionamiento seguro y sin mantenimiento. Posibilidad de montaje en panel

Fluido..... Aire comprimido filtrado – Gases inertes

Conexiones..... G1/4"            G3/8"            G3/4"

Caudal nominal..... 520 l/min      1400 l/min      3400 l/min

Diámetro nominal..... 4,5 mm        6,5 mm        10,5 mm

Orificio de fijación..... Ø34,5 mm      Ø40,5 mm      Ø52,5 mm

Presión de trabajo..... 0...10 bar (0...145 psi)

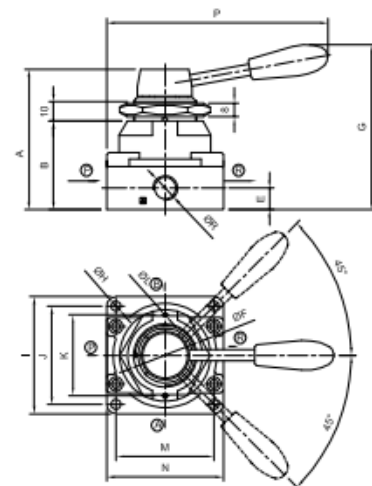
Temperaturas..... -5...60 °C (23...140 °F)

Materiales..... Cuerpo de válvula de aluminio, distribuidor lapidado de resina acetálica



*Nota: consultar por válvulas rotantes 4/3 de centro a presión, con iguales características que las 4/3 CC ó CA.*

	Descripción	ØR	MICRO
	Válvula 4/2	G 1/4"	0.240.002.222
		G 3/8"	0.240.002.233
		G 3/4"	0.240.002.255
	Válvula 4/3 centro cerrado	G 1/4"	0.240.002.322
		G 3/8"	0.240.002.333
		G 3/4"	0.240.002.355
	Válvula 4/3 centro abierto	G 1/4"	0.240.002.622
		G 3/8"	0.240.002.633
		G 3/4"	0.240.002.655



P: Alimentación  
A y B: Utilizaciones  
R: Escape

ØR	A	B	C	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q
G 1/4"	72,6	45	1,5	11,5	M34X1,5	92,5	5	62	49	40	3	49	62	120	23
G 3/8"	88,5	56	1,5	13,5	M40X1,5	104	6,6	74	62	51	3	62	74	140	27
G 3/4"	110,3	72	2	18	M52X1,5	126	6,6	102	89	64	3	81	102	160	

3.3.3. N-R-1: Regulador de caudal

MiCRO

Reguladores de caudal

Series RVR e instantánea



Tipo..... Reguladores de caudal tipo banjo. Se emplean para controlar la velocidad de desplazamiento de los cilindros neumáticos, restringiendo el paso del aire en un solo sentido de circulación del fluido. Los modelos banjo son aptos para montar directamente sobre los cilindros

Posición de trabajo..... Indiferente

Fluido..... Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación

Temperaturas..... -20...80 °C (-4...176 °F)

Presión de trabajo..... 0,5...10 bar (8...145 psi)

Conexiones..... M5, G1/8", G1/4", G3/8" y G1/2"

Materiales..... Cuerpo de polímero HR con alta resistencia química y al impacto (RVR de zamac), tornillo de registro de latón, guarniciones de NBR

Caudal..... Solicitar información a [cad@micro.com.ar](mailto:cad@micro.com.ar)

**Regulador de velocidad tipo banjo de precisión**

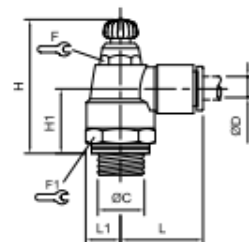
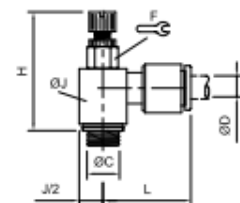
*Códigos en Negrita: entrega inmediata, salvo ventas*

Modelo con conector instantáneo orientable

Ø C	Tubo		Ø D	F	J	H mín	H máx	L
M 5	4	<b>0.476.600.419</b>	4	6	9	23,5	26	17
M 5	6	<b>0.476.600.619</b>	6	6	9	23,5	26	18
M 5 (*)	4	<b>0.476.690.419</b>	4	6	9	23,5	26	17

(\*) Con regulación en la alimentación

Ø C	Tubo		Ø D	F	F <sub>1</sub>	H mín	H máx	H <sub>1</sub>	L	L <sub>1</sub>
G 1/8"	4	<b>0.470.600.410</b>	4	10	16	38	44	16	22	9
G 1/8"	6	<b>0.470.600.610</b>	6	10	16	38	44	16	22	9
G 1/8"	8	<b>0.470.600.810</b>	8	14	19	41,5	48	18	28	10,5
G 1/4"	6	<b>0.470.600.613</b>	6	10	16	36,5	42,5	15	22	9
G 1/4"	8	<b>0.470.600.813</b>	8	14	19	42	48	19	28	10,5
G 1/4"	10	<b>0.470.601.013</b>	10	17	23	45,5	53,5	20	31,5	12,5
G 3/8"	8	<b>0.470.600.817</b>	8	14	19	41,5	48	17	28	11
G 3/8"	10	<b>0.470.601.017</b>	10	17	23	46	54	20	32	12,5
G 1/2"	12	<b>0.470.601.221</b>	12	17	24	45,5	54	20	35	13



3.3.4. N-Ac-4: Silenciadores de escape

MiCRO

Silenciadores de escape

Series metálicas y plásticas

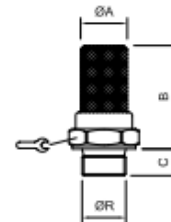
Tipo..... Silenciadores de escape  
 Posición de trabajo..... Indiferente  
 Fijación..... Por rosca macho de conexión  
 Fluido..... Aire comprimido  
 Temperaturas..... -10...80 °C (14...176 °F)  
 Presión de trabajo..... Serie SBR: 0...10 bar (0...145 psi)  
 Serie SPL: 0...6 bar (0...87 psi)  
 Serie pesada: 0...6 bar (0...87 psi)  
 Serie SQW: 0...6 bar (0...87 psi)  
 Conexiones..... M5, G1/8", G1/4", G3/8", G1/2", G3/4", G1" y G 1 1/2"  
 Materiales..... Serie SBR: bronce sinterizado y aluminio  
 Serie SPL: resina acetálica azul y granos fonoabsorbentes  
 Serie pesada: chapa pintada y fibras de poliéster  
 Serie SQW: resina acetálica azul y polipropileno



Códigos en **Negrita**: entrega inmediata, salvo ventas.

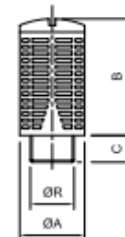
**Silenciadores serie SBR**

ØR		ØA	B	C		Reducción del nivel de ruido a 6 bar dB (A)
M 5	<b>0.400.001.300</b>	6	24	5	7	23
G 1/8"	<b>0.400.001.311</b>	12	25	7	14	18
G 1/4"	<b>0.400.001.322</b>	14	30	8	16	19
G 3/8"	<b>0.400.001.333</b>	18	36	9	20	17
G 1/2"	<b>0.400.001.344</b>	22	47	11	24	19
G 3/4"	<b>0.400.001.355</b>	28	54	13	30	24
G 1"	<b>0.400.001.366</b>	34	60	15	36	21



**Silenciadores serie SPL**

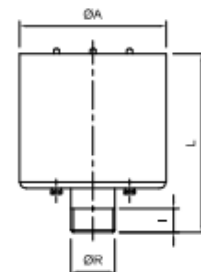
ØR		ØA	B	C	Reducción del nivel de ruido a 6 bar dB (A)
G 1/8"	<b>0.400.001.611</b>	15	26,5	6	18
G 1/4"	<b>0.400.001.622</b>	19,5	35	8	16
G 3/8"	<b>0.400.001.643</b>	24,5	47	11	23
G 1/2"	<b>0.400.001.644</b>	24,5	47	11	23



**Silenciadores serie pesada**

A pedido

ØR		ØA	L	I	Reducción del nivel de ruido a 6 bar dB (A)
G 1"	<b>0.400.002.076</b>	110	134	18	88
G 1 1/2"	<b>0.400.002.098</b>	150	172	24	91





3.3.5. N-R-2: Unidades FRL

**MiCRO**      **Unidades FR+L**      Serie QBM4 G1/2"

Tipo..... Unidad FRL de tratamiento del aire, filtro-regulador más lubricador, con cuerpos metálicos, protecciones de vasos plásticas (metálicas a pedido), desarme a bayoneta y bloqueo de regulador

Posición de trabajo..... Vertical, con los vasos hacia abajo

Temperaturas..... Máx. 60 °C (150 °F)

Poder filtrante..... Standard 40µ (opcional 5µ)

Presión de trabajo..... Standard: 0...10 bar (0...145 psi)  
Opcional: 0...2,5 bar (0...36 psi)  
Ejecución especial hasta 16 bar: consultar parámetros funcionales

Drenaje condensados..... Manual, opcional semiautomático o automático (ver pag. 7.6.0.0)

Conexiones..... G 1/2" (directa)  
G1/4", G3/8", G3/4" y G1" (mediante bridas)

Capacidad condensados..... 66 cm<sup>3</sup> (2,23 oz.)

Capacidad de aceite..... 130 cm<sup>3</sup> (4,4 oz.) - El aceite puede reponerse bajo presión presionando la válvula de alivio

Aceites recomendados... ISO VG 32 - SAE 10

Manómetro..... Incorporado en las unidades

Accesorios y repuestos .. Ver página 7.7.1.2



Códigos en **Negrita**: entrega inmediata, salvo ventas.

Descripción	ØG	Poder filtrante	
		5 µ	40 µ
Unidad FR+L QBM4 Presión de trabajo: 0...2,5 bar	G 1/2"	0.103.003.264	0.103.003.364
Unidad FR+L QBM4 Presión de trabajo: 0...10 bar	G 1/2"	0.103.003.464	<b>0.103.003.564</b>

QBM 4	
Ø	A
G 1/4"	182
G 3/8"	182
G 3/4"	204
G 1"	204

INCLUYE

- **Soporte trasero** de montaje

Solicitar por separado (pag. 7.7.1.2):



- **Kits de Bridas**, para G1/4", G3/8", G3/4" y G1"
- **Bloqueo de regulador para candado**: 0.102.000.048

Nota:

- Para especificar que el Regulador sea de acción por pistón en lugar de por membrana, cambiar el cuarto dígito "3" por "4". Ejemplo: 0.104.003.564



### 3.3.6. N-Ac-1: Conexiones instantáneas con rosca cilíndrica

MiCRO

**Conexiones instantáneas con rosca cilíndrica**

Series 441 y 451



**Características**

Las conexiones instantáneas permiten realizar una conexión o desconexión a mano y sin herramientas. Aptas para cualquier instalación neumática, son aplicables en todo tipo de industria. Las condiciones técnicas de utilización dependen básicamente de la calidad y el diámetro del tubo utilizado, de la temperatura ambiente y la del fluido conducido, así como de la calidad de los materiales que componen el conector.

**Prestaciones**

-Paso total: la sujeción del tubo se hace por su exterior, sin ninguna restricción en la sección de paso.

- Estanqueidad automática: gracias a la junta tórica del interior del conector.
- Gran facilidad de conexión gracias a la optimización de la técnica de pinzado.
- Instalación inmediata gracias a la junta tórica alojada en una ranura, sin riesgo de desplazamiento en el apriete (modelos con rosca G).
- Conexión y desconexión inmediatas, a mano y sin herramientas.
- Tamaño optimizado y formas exteriores rediseñadas, para lograr el máximo de ergonomía y estética en las instalaciones.
- Uso con diferentes tipos de tubos: poliamida - poliuretano flexible (ver página 8.1.8.1).
- Pueden roscarse y desenroscarse un ilimitado número de veces, por tener rosca cilíndrica y estanqueidad por asiento plano (modelos con rosca G), o por capa de PTFE sellante (modelos con rosca R).

**MICRO ofrece 3 series de conectores:**

Rosca cilíndrica G (BSPP). Presión de trabajo máx.: 10bar, serie 441

Rosca cónica R (BSPT). Presión de trabajo máx.: 10bar, serie 451

Rosca cilíndrica G (BSPP). Compactos. Presión de trabajo máx.: 20bar, serie 431

Fluido.....	Aire comprimido - Agua
Presión de trabajo .....	0...10 bar (0...145 psi)
Presión máxima adm.....	15 bar (217 psi)
Temperatura (utilización)	-20...80 °C (-4...176 °F)
Resistencia al vacío.....	- 1 bar (-14,5 psi)
Roscas de conexión.....	Cilíndrica (G)
Torque (kgf.cm).....	M5    1/8"    1/4"    3/8"    1/2"
	1,7Nm   8 Nm   13 Nm   23 Nm   29Nm
Materiales.....	Cuerpo de latón niquelado y resina PBT, arandela de retención de acero inoxidable, juntas de NBR



Códigos en **Negrita**: entrega inmediata, salvo ventas.

**Conector recto rosca G**



ØR	ØD	x1	x10	x50	x100
M 3	4	<b>0.451.010.409</b>	<b>0.451.010.409/010</b>	<b>0.451.010.409/050</b>	<b>0.451.010.409/100</b>
M 5	4	<b>0.451.010.419</b>	<b>0.451.010.419/010</b>	<b>0.451.010.419/050</b>	<b>0.451.010.419/100</b>
M 5	6	0.451.010.619	0.451.010.619/010	0.451.010.619/050	0.451.010.619/100
G 1/8"	4	0.441.010.410	0.441.010.410/010	0.441.010.410/050	0.441.010.410/100
G 1/8"	6	<b>0.441.010.610</b>	<b>0.441.010.610/010</b>	<b>0.441.010.610/050</b>	<b>0.441.010.610/100</b>
G 1/8"	8	0.441.010.810	0.441.010.810/010	0.441.010.810/050	0.441.010.810/100
G 1/8"	10	<b>0.441.011.010</b>	<b>0.441.011.010/010</b>	<b>0.441.011.010/050</b>	<b>0.441.011.010/100</b>
G 1/4"	4	0.441.010.413	0.441.010.413/010	0.441.010.413/050	0.441.010.413/100
G 1/4"	6	0.441.010.613	0.441.010.613/010	0.441.010.613/050	0.441.010.613/100
G 1/4"	8	<b>0.441.010.813</b>	<b>0.441.010.813/010</b>	<b>0.441.010.813/050</b>	<b>0.441.010.813/100</b>
G 1/4"	10	0.441.011.013	0.441.011.013/010	0.441.011.013/050	0.441.011.013/100
G 1/4"	12	0.441.011.213	0.441.011.213/010	0.441.011.213/050	0.441.011.213/100
G 3/8"	8	0.441.010.817	0.441.010.817/010	0.441.010.817/050	0.441.010.817/100
G 3/8"	10	<b>0.441.011.017</b>	<b>0.441.011.017/010</b>	<b>0.441.011.017/050</b>	<b>0.441.011.017/100</b>
G 3/8"	12	0.441.011.217	0.441.011.217/010	0.441.011.217/050	0.441.011.217/100
G 1/2"	12	<b>0.441.011.221</b>	<b>0.441.011.221/010</b>	<b>0.441.011.221/050</b>	<b>0.441.011.221/100</b>
G 1/2"	14	0.441.011.421	0.441.011.421/010	0.441.011.421/050	0.441.011.421/100
G 1/2"	16	0.441.011.621	0.441.011.621/010	0.441.011.621/050	0.441.011.621/100

3.3.7. N-Ac-2: Accesorios de conexión

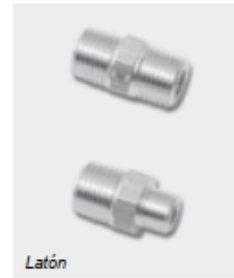
MiCRO	Accesorios de conexión	Accesorios
-------	------------------------	------------

**Buje de reducción**



ØC <sub>1</sub>	ØC <sub>2</sub>	MiCRO
G 1/8"	M5	0.401.681.019
G 1/4"	M5	0.401.681.319
G 1/4"	G 1/8"	0.401.681.310
G 3/8"	G 1/8"	0.401.681.710
G 3/8"	G 1/4"	0.401.681.713
G 1/2"	G 1/4"	0.401.682.113
G 1/2"	G 3/8"	0.401.682.117
G 3/4"	G 1/4"	0.401.682.713
G 3/4"	G 3/8"	0.401.682.717
G 3/4"	G 1/2"	0.401.682.721

**Niple**



ØC <sub>1</sub>	ØC <sub>2</sub>	MiCRO
R 1/8"	M5	0.000.008.901
R 1/8"	R 1/8"	0.000.008.902
R 1/4"	R 1/8"	0.000.008.903
R 1/4"	R 1/4"	0.000.008.904
R 3/8"	R 1/8"	0.000.008.905
R 3/8"	R 1/4"	0.000.008.906
R 3/8"	R 3/8"	0.000.008.907
R 1/2"	R 1/2"	0.000.008.908
R 3/4"	R 1/2"	0.000.008.909
R 3/4"	R 3/4"	0.000.008.910

**Cupla**



ØC	MiCRO
M5	0.000.008.911
G 1/8"	0.000.008.912
G 1/4"	0.000.008.913
G 3/8"	0.000.008.914
G 1/2"	0.000.008.915
G 3/4"	0.000.008.916

**Tapón roscado con hexágono interno**



ØC	MiCRO
M5	0.000.008.621
R 1/8"	0.000.005.424
R 1/4"	0.000.005.840
R 3/8"	0.000.005.841
R 1/2"	0.000.005.842
R 3/4"	0.000.008.422

**Distribuidor de 4 caras (Cruz)**



4 x ØC	MiCRO
M5	0.000.008.929
G 1/8"	0.000.008.930
G 1/4"	0.000.008.931
G 3/8"	0.000.008.932
G 1/2"	0.000.008.933
G 3/4"	0.000.008.934

**Bloque distribuidor múltiple**



2 x ØC <sub>1</sub> , 8 x ØC <sub>2</sub>	MiCRO
G 1/4" M5	0.000.008.935
G 3/8" G 1/8"	0.000.008.936
G 1/2" G 1/4"	0.000.008.937
G 3/4" G 1/2"	0.000.008.938

### 3.3.8. N-Ac-5: Tubos y mangueras

MiCRO

Tubos y mangueras

Tubos standard

#### Tubo de poliuretano (PU)

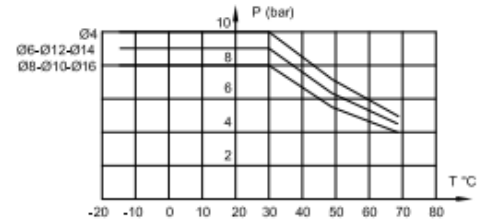
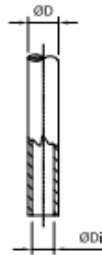
Códigos en **Negrita**: entrega inmediata, salvo ventas.

- Recomendados para aplicaciones generales.
- Formulación en base poliéster.
- Tolerancias conforme NFE 49101.
- Pequeño radio de curvatura.
- Excelente flexibilidad en frío.
- Buena resistencia a la humedad.
- Resiste la acción de la luz.
- Buena absorción de las vibraciones.
- Buena tolerancia a la compresión.
- Excelente resistencia al desgarro.
- Muy resistente a la abrasión.
- Posible elección de colores para identificar circuitos.
- Unidad de venta: Rollos de 1, 25 y 100m.

ØD (mm)	ØDi (mm)	Azul	Rojo	Verde	Amarillo	Negro
4	2,5	<b>0.000.012.528</b>	0.403.000.110	0.403.000.111	0.403.000.112	0.403.000.113
6	4	<b>0.000.012.529</b>	0.403.000.114	0.403.000.115	0.403.000.116	0.403.000.117
8	5,5	<b>0.000.012.530</b>	0.403.000.118	0.403.000.119	0.403.000.120	0.403.000.121
10	7	<b>0.000.012.531</b>	0.403.000.122	0.403.000.123	0.403.000.124	0.403.000.125
12	8	<b>0.000.012.532</b>	0.403.000.126	0.403.000.127	0.403.000.128	0.403.000.129
14	9,5	<b>0.000.026.226</b>				
16	12	<b>0.900.004.800</b>				

#### Aplicaciones generales:

- Aire comprimido
- Lubricantes
- Combustibles
- Aceites hidráulicos
- Vacío
- Productos químicos (consultar)



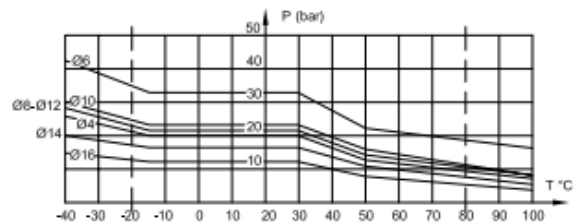
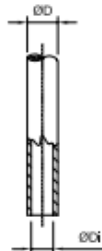
#### Tubo de poliamida 12 (PA12)

- Recomendados para aplicaciones generales.
- Tolerancias de la norma NFE 49100
- Amplia gama de temperaturas de utilización.
- Buena resistencia a la humedad.
- Resistencia al ambiente salino.
- No envejece.
- Buena absorción de las vibraciones.
- Excelente resistencia a la abrasión.
- Buena tolerancia a la compresión.
- No varían las dimensiones originales del tubo.
- Rigidez constante.
- Muy resistente a la abrasión.
- Unidad de venta: Rollos de 1, 25 y 100m.

ØD (mm)	ØDi (mm)	Color natural
4	2,7	<b>0.000.008.616</b>
6	4	<b>0.000.008.617</b>
8	6	<b>0.000.008.618</b>
10	8	<b>0.000.008.619</b>
12	10	<b>0.000.008.620</b>
14	11	<b>0.000.017.315</b>

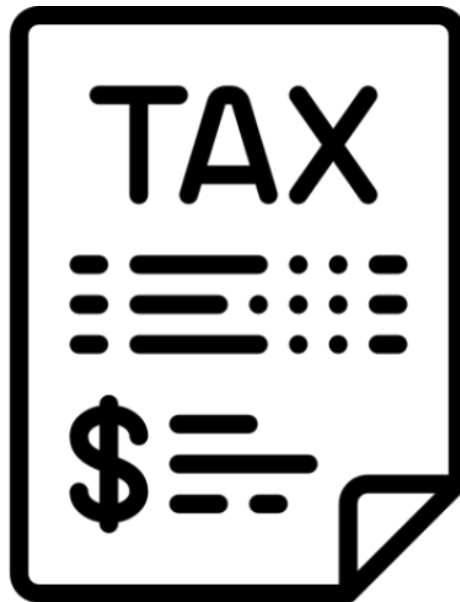
#### Aplicaciones generales:

- Aire comprimido
- Lubricantes
- Combustibles
- Aceites hidráulicos
- Vacío
- Productos químicos (consultar)



## 4. OTROS

### 4.1. FACTURAS



#### 4.1.1. Factura cooperativa eléctrica Gualeguaychú.

El cuadro tarifario es del mes de marzo del año 2019:

### RESUMEN CUADRO TARIFARIO



COOPERATIVA DE CONSUMO  
DE ELECTRICIDAD Y AFINES  
DE GUALEGUAYCHÚ LTDA.

La Cooperativa Eléctrica Gualeguaychú pone a disposición de todos sus usuarios el resumen del Cuadro Tarifario vigente en la provincia de Entre Ríos para el período 1 de febrero al 31 de abril de 2019, aprobado por Resolución EPRE N° 13/2019

El cuadro tarifario completo se encuentra a disposición en nuestras oficinas comerciales, donde podrá solicitar toda la información complementaria que considere necesaria para su más correcta comprensión.

TARIFA 3 - GRANDES DEMANDAS			
	Unidad	Potencia	
		menor a 300 kW	mayor o igual a 300 kW
<b>Vinculación Inferior en Alta Tensión (33 kV)</b>			
Cargo fijo	\$/mes	10.791,98	10.791,98
Por capacidad de suministro contratada en hs de punta	\$/kW-mes	130,74	130,74
Por capacidad de suministro contratada en hs fuera de punta	\$/kW-mes	120,68	120,68
Cargo fijo por potencia adquirida	\$/kW-mes	77,54	77,54
Por consumo de energía			
Período horas restantes	\$/kWh	2,1633	3,1394
Período horas de valle nocturno	\$/kWh	2,0642	2,9908
Período horas de punta	\$/kWh	2,2623	3,2869
<b>Vinculación Inferior en Media Tensión (13,2 kV)</b>			
Cargo fijo	\$/mes	10.791,98	10.791,98
Por capacidad de suministro contratada en hs de punta	\$/kW-mes	130,74	130,74
Por capacidad de suministro contratada en hs fuera de punta	\$/kW-mes	120,68	120,68
Cargo fijo por potencia adquirida	\$/kW-mes	77,54	77,54
Por consumo de energía			
Período horas restantes	\$/kWh	2,1633	3,1394
Período horas de valle nocturno	\$/kWh	2,0642	2,9908
Período horas de punta	\$/kWh	2,2623	3,2869
<b>Vinculación Inferior en Baja Tensión (0,380 kV)</b>			
Cargo fijo	\$/mes	3.393,72	3.393,72
Por capacidad de suministro contratada en hs de punta	\$/kW-mes	261,60	261,60
Por capacidad de suministro contratada en hs fuera de punta	\$/kW-mes	222,84	222,84
Cargo fijo por potencia adquirida	\$/kW-mes	78,46	78,46
Por consumo de energía			
Período horas restantes	\$/kWh	2,4427	3,5450
Período horas de valle nocturno	\$/kWh	2,3309	3,3772
Período horas de punta	\$/kWh	2,5546	3,7115



4.1.2. Gas Nea



Av. Córdoba 883 Pta 7 C1054AAP Buenos Aires, Argentina  
Tel: 54 11 4313 7222 Fax: 54 11 4313 7101  
IVA Reg. Inc. CUIT 30-69121087-0 Insc. Invo. 301-198329-0  
Inicio de Actividad 01/09/1987

FUTURA HNOS. S.R.L.  
LACARRA 1256  
(1407) CAPITAL FEDERAL  
Industrias

---

Liquidación de Servicios Públicos Clase A N°:00100-03381053

Cliente N° 1002367 IVA RESPONSABLE INSCRI

Suministro N° 00002541/01 CUIT N° 30-35756576-7

Turno Ruta 8 Tarifa 0 - Transporte y Distri

Periodicidad Mensual Próximo vencimiento estimado 15/04/2019 Emisión 05/04/2019

Código BANELCO Pagos: 0010023670000254101

Total Liquidado 170.357,42

Vencimiento 15/04/2019 170.357,42

Fecha Límite 170.357,42

CENTRO DE ATENCION TELEFONICA - EMERGENCIAS **0800 777 427632**

Medidor N°	Lectura anterior estado fecha	Lectura actual estado fecha	Cantidad de días	SR	Poder calorífico	Consumo m³	Factor de corrección	Consumo 3300 Kcal/m³
28177	4481667 28/02/2019	4563960 31/03/2019	31	R	9448	82293	1,000000	83602

**Conceptos Gas Natural**

<p>A - Cargo Fijo</p> <p>Reserva de Capacidad 3500.000 m3 x 2 0,400000 =</p> <p>Tarifa 024-08</p> <p>DISTRIB. Gasolán 3 5000.000 m3 x 3 0,197808 =</p> <p>Distrito, escalón 3 58602.000 m3 x 3 0,142857 =</p> <p>Recup. Del Costo (IC)</p> <p>Recup. Del Costo (IT)</p> <p>Tasa 1.3.8.0000</p> <p>IVA</p> <p>Cargo Fideicomiso gas (**)</p>	<p><b>Importes</b></p> <p>20.784,79</p> <p>25.403,37</p> <p>89.148,81</p> <p>360,34</p> <p>11.120,28</p> <p>807,29</p> <p>112,91</p> <p>0,874,79</p> <p>33.288,40</p> <p>139,48</p>
<p><b>SUBTOTAL CARGO FIDEICOMISO GAS - CUOT. 30-70984535-4 (**)</b></p> <p>IVA 21% Cargo Fid.</p> <p>Cargo F. 2000-1889</p>	<p>396,48</p> <p>82,20</p> <p>9.424,93</p>
<p><b>SUBTOTAL CARGO FIDEICOMISO GAS - CUOT. 30-70984535-3 (***)</b></p> <p>IVA 21% F. 2000-2008</p>	<p>8.424,65</p> <p>1.979,37</p>

(\*) Descuento según Regulación ENARGAS 132/2017  
Precio de Gas contenido en la tarifa 0,050103

Regul. N°	Vigencia desde	Periodo T/Argasrio	Importe
132/2017	01/04/2017	3/2019	0,03

Gráfico Consumos en m3



DETALLE DEMORA PENDIENTE

FD1100-0000088 de 28/03/2012 por \$1496,18

**Total liquidado** 170.357,42

**Total consumo de gas** \$ 170.357,42

Suspensión/interrupción Cargo reconexión \$: 9,81%

Tasa Promedio Mensual vigente a la fecha de emisión: 9,81%

Periodo de consumo	Regul. ENARGAS	Vigencia	Periodo	Cargo fijo/Factor	Factura mínima 0 a 5000	Cálculo	0000000000 a 5000
01/03/2019 a 31/03/2019	RESPC-2018-286	28/10/2018	3/201910784.336387	0,000000	0,000000	0,000000	0,197808

Consumo Periodo (del anterior)

Consumo Promedio (últimos 6 meses)

87525 79564

Ud. DEBE INFORMAR los datos del propietario y del usuario del servicio conforme a la Res. AFIP N°3571. [www.gasnea.com.ar](http://www.gasnea.com.ar) Cesp N°: 30138002534990 Fecha de Vto: 07/04/2019

Av. Córdoba 883 Pta 7 C1054AAP Buenos Aires, Argentina  
Tel: 54 11 4313 7222 Fax: 54 11 4313 7101  
IVA Reg. Inc. CUIT 30-69121087-0 Insc. Invo. 301-198329-0 Inicio de Actividad 01/09/1987



219100100499370309042020017035742100226700647

Referencia N° 1100-06992703 Fecha de 05/04/2019

Vencimiento 15/04/2019 Total \$ 170.357,42

Fecha Límite de Pago Total \$ \*\*\*\*\*

Referencia 1100-06992703 Fecha de 05/04/2019

Vencimiento 15/04/2019 Total \$ 170.357,42

Fecha Límite de Pago Total \$ \*\*\*\*\*

TALON PARA EL BANCO

4.1.3. Energix



**A**  
Codigo n° 001

Factura  
N\* A00004-00002620  
Fecha: 05/04/2019  
Hoja: 1

ENERGIX S.A.  
Av. Rivadavia 1545 Piso 7 Dpto A  
1033 Cdad. Aut. Buenos Aires  
ARGENTINA  
IVA RESPONSABLE INSCRIPTO

C.U.I.T.: 30-70923361-7  
Ing. Brutos (C.M.): 901-211533-5  
Inicio de Actividades: 01/06/2005

Sres: FUTURA HNOS SRL (038 )  
Domicilio: LACARRA 1256  
1407 CABA  
Responsable inscripto CUIT: 30-55756576-7

Cond.Vta.: CUENTA CORRIENTE

DETALLE:				IMPORTE	
83602.00	m3	GAS BASICO SUM 2541	7.2910	609,542.18	
4271.00	m3	COMBUSTIBLE BASICO	7.2910	31,139.86	
1.00	***	GESTION Y ADMINISTRACION	19,220.4600	19,220.46	
1.00	***	FONDO FIDUCIARIO	18,964.1900	18,964.19	
*CONSUMO 03-2019*					
//VENCIMIENTO 25-04-2019//					

"GAS FACTURADO POR CUENTA Y ORDEN DE TERCEROS"

	Subtotal	678,866.69
TASA GRAL.	21.0000	4,036.30
TASA 27	27.0000	172,984.15

**Total 855,887.14**

Son PESOS OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y SIETE CON 14/100

COTIZACION: 44.9000 TOTAL REEXPRESADO: 19062.07

La deuda es en DOLARES EEUU (art 765 y 766 CCyC) que deberá ser abonada en dicha moneda o en su defecto en Pesos aplicando la cotización BNA tipo Vendedor vigente al día anterior a la fecha de pago. A los efectos impositivos se ha usado la cotización indicada y el total reexpresado es en pesos.

C.A.E N° 69147758111705  
Fecha de Vto. 15/04/2019



307092336170010000469147758111705201904154

## Índice detallado

1. Citas bibliográficas .....	3
1.1. Proceso de forjado.....	4
1.2. Cálculo mecánico .....	4
2. Manuales.....	5
2.1. Cálculo mecánico .....	6
3. Catálogos de productos.....	7
3.1. Mecánicos .....	7
3.1.1. Planchuelas Inoxoeste .....	8
3.1.2. M-SA-1 y M-SA-4: Cadena transportadora JyM.....	9
3.1.3. M-SA-3: Rueda dentada JyM .....	10
3.1.4. M-TP-1: Cadena de transmisión.....	11
3.1.5. M-TP-2 y M-TP-3: Piñones.....	12
3.1.6. M-TP-8: Rodamiento SKF YAR 209-2FW/VA201 .....	13
3.1.7. M-TP-9: Soporte de rodamiento SKF SY 45 TF/VA201.....	14
3.1.8. M-TP-15: Rodamiento SKF YAR 210-2FW/VA201 .....	16
3.1.9. M-TP-16: Rodamiento SKF YAR 206-2FW/VA201 .....	17
3.1.10. M-TP-17: Soporte de rodamiento SKF SY 50 TF/VA201 .....	18
3.1.11. M-TP-18: Soporte de rodamiento SKF SY 30 TF/VA201 .....	20
3.1.12. Perfiles Himan .....	22
3.2. Eléctricos .....	27
3.2.1. E-TP-1: Motorreductor.....	28
3.2.2. E-CD-1 y E-CD-3: Cable Sintenax Valio.....	29
3.2.3. E-CD-2: Cable Superastic Flex.....	37
3.2.4. E-CD-4: Cable Sintenax Valio Comando .....	39
3.2.5. E-P-1: Interruptor termomagnético Compact NSX250N.....	41
3.2.6. E-P-2: Módulo diferencial Compact Vigi MH.....	43
3.2.7. E-P-3: Interruptor termomagnético Compact NSX100F .....	45
3.2.8. E-P-4: Guardamotor P25M.....	48
3.2.9. E-P-5: Contactor TeSys D .....	50
3.2.10. E-C-1: Llave termomagnética C60N .....	54
3.2.11. E-C-2: Transformador de comando .....	56
3.2.12. E-C-3: Pulsador de parada de emergencia.....	57
3.2.13. E-C-4: Pulsador de marcha .....	60



3.2.14. E-C-5: Luz testigo de marcha verde .....	62
3.2.15. E-C-6: Luz testigo parada rojo .....	64
3.2.16. E-Ac-1: Gabinete .....	66
3.2.17. E-Ac-2: riel DIN y E-Ac-3: soporte regulable .....	67
3.2.18. E-Ac-4: Ficha industrial móvil .....	68
3.2.19. E-Ac-5: Tomacorriente industrial de montaje para sobreponer .....	69
3.2.20. E-Ac-6: Caño metálico Argefex .....	70
3.2.21. E-Ac-7: Conector 90° .....	71
3.3. Neumáticos .....	72
3.3.1 N-A-1: Cilindro neumático .....	73
3.3.2. N-Ac-2: Válvula 4/2 .....	74
3.3.3. N-R-1: Regulador de caudal .....	75
3.3.4. N-Ac-4: Silenciadores de escape .....	76
3.3.5. N-R-2: Unidades FRL .....	77
3.3.6. N-Ac-1: Conexiones instantáneas con rosca cilíndrica .....	78
3.3.7. N-Ac-2: Accesorios de conexión .....	79
3.3.8. N-Ac-5: Tubos y mangueras .....	80
4. Otros .....	81
4.1. Facturas .....	81
4.1.1. Factura cooperativa eléctrica Gualeguaychú .....	82
4.1.2. Gas Nea .....	83
4.1.3. Energix .....	84