

**UNIVERSITAT  
JAUME I**

**ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS  
EXPERIMENTALES**

Grado en Ingeniería Mecánica

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA  
CABRESTANTES ELÉCTRICOS**

***DANIEL GIMENO ROQUETA***

**JULIO DE 2017**

**Tutor: Damián Mon Edo**

# Índice general

<b>1 Memoria.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Anexos.....</b>	<b>78</b>
<b>3 Planos.....</b>	<b>124</b>
<b>4 Pliego de condiciones.....</b>	<b>158</b>
<b>5 Presupuesto.....</b>	<b>178</b>

# 1- MEMORIA

## Índice de Imágenes

Imagen 1: Cabrestante Eléctrico .....	15	
Imagen 2: Cabrestante Eléctrico .....	17	
Imagen3: Cabrestante Hidráulico.....	18	
Imagen 4: Banco de pruebas para cabrestantes .....	21	
Imagen 5: Estructura Banco de pruebas para cabrestantes .....	21	
Imagen 6: Cilindro Hidráulico .....	22	
Imagen 7: Válvulas Reguladoras de Presión .....	23	
Imagen 8:Bomba hidráulica manual.....	23	
Imagen 9: Depósito de aceite hidráulico .....	24	
Imagen 10: Eslinga .....	24	
Imagen 11: Polea.....	25	
Imagen 13: Placa de anclaje Cabrestante 2.....	26	
Imagen 14: Placa de anclaje Cabrestante 3.....	26	
Imagen 15: Bulón .....	26	
Imagen 16: Viga Superior	Imagen 17: Interior Viga Superior.....	27
Imagen 18: Abrazadera .....	27	
Imagen 19: Final de Carrera .....	28	
Imagen 20: Latiguillos .....	28	
Imagen 21: Válvula Selectora .....	28	
Imagen 22: Fuente de Alimentación .....	29	
Imagen 23: Dinamómetro .....	29	
Imagen 24: Placa Arduino .....	30	
Imagen 25: Vatímetro .....	31	
Imagen 26: PC .....	31	
Imagen 27: Soporte Finales de Carrera .....	32	
Imagen 28: Pulsador Parada de Emergencias.....	32	
Imagen 29: Final de Carrera y Relé.....	33	
Imagen 30: Pantalla Protectora.....	33	
Imagen 31: Banco de Pruebas Para Cabrestantes .....	34	
Imagen 32: Esquema hidráulico .....	38	

Imagen 33: Esquema eléctrico Banco Cabrestantes.....	39
Imagen 34: Tiro Simple.....	41
Imagen 35: Tiro Triple .....	42
Imagen 36: Tiro Simple.....	43
Imagen 37: Comportamiento Estructura Bajo Cargas .....	49
Imagen 38: Desplazamientos estructura Bajo Cargas .....	50
Imagen 39: Simulación Estructura Bajo Cargas .....	51
Imagen 40: Simulación Estructura Bajo Cargas .....	51
Imagen 41: Simulación Estructura Bajo Cargas .....	52
Imagen 42: Simulación Estructura Bajo Cargas .....	52
Imagen 43: Simulación Placa Anclaje Bajo Cargas.....	53
Imagen 44: Simulación Bulón Polea Inferior Bajo Cargas .....	54
Imagen 45: Simulación Bulón Viga inferior Bajo Carga.....	54
Imagen 46: Simulación Viga Superior Bajo Cargas .....	55
Imagen 47: Simulación Viga Superior Bajo Cargas .....	55
Imagen 48: Simulación Abrazaderas Bajo Cargas .....	56
Imagen 49: Banco de Pruebas Para Motores Eléctricos .....	57
Imagen 50: Banco.....	58
Imagen 51: Freno Electromagnético .....	58
Imagen 52: Soporte Motor.....	59
Imagen 53: Soporte Sensor de Par .....	59
Imagen 54: Soporte Freno Electromagnético.....	60
Imagen 55: Casquillo .....	60
Imagen 56: Acople ejes .....	61
Imagen 57: Sensor de Par.....	61
Imagen 58: Vatímetro .....	62
Imagen 59: PC .....	62
Imagen 60: Pulsador Parada de Emergencias .....	63
Imagen 61: Banco de Pruebas Para Motores Eléctricos .....	63
Imagen 62: Esquema Eléctrico Banco Motores Eléctricos.....	66
Imagen63: Simulación Soporte Motor Bajo Cargas .....	68
Imagen64: Simulación Soporte Motor Bajo Cargas .....	69
Imagen65: Simulación Soporte Motor Bajo Cargas.....	69
Imagen66: Simulación Soporte Sensor de Par Bajo Cargas .....	70



Imagen67: Simulación Soporte Sensor de Par Bajo Cargas .....	71
Imagen68: Simulación Soporte Sensor de Par Bajo Cargas .....	71
Imagen69: Simulación Soporte Freno Bajo Cargas .....	72
Imagen70: Simulación Soporte Freno Bajo Cargas .....	73

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1: Material de cada pieza de la estructura .....</b>	<b>34</b>
---	-----------

## Índice de Expresiones

Expresión 1: Velocidad tirando con triple polea.....	45
Expresión 2: Velocidad en m/s .....	45
Expresión 3: Caudal cilindro .....	45
Expresión 4: Caudal 2 cilindros.....	45
Expresión 5: Velocidad cilindro .....	45
Expresión 6: Velocidad cable.....	45
Expresión7: Velocidad máxima .....	46
Expresión 8: Velocidad cilindro para tiros de bajo line pull.....	46
Expresión 9: Caudal para tiros de bajo line pull .....	46
Expresión 10: Caudal mínimo de válvula.....	46
Expresión1 1: Velocidad cilindro para tiros de bajo line pull.....	46
Expresión 12: Velocidad máxima para tiros de bajo line pull .....	47
Expresión 13: Velocidad recogido .....	75
Expresión 14: Potencia entregada.....	75

# Índice de la Memoria

1.1	KrenCross Offroad, SL .....	10
2	Objeto .....	10
3	Alcance .....	11
4	Antecedentes .....	12
5	Normativa .....	12
6	Definiciones y abreviaturas .....	13
6.1	Definiciones.....	13
6.2	Abreviaturas.....	14
7	Partes fundamentales de un cabrestante .....	15
7.1	Estructura:.....	15
7.2	Motor: .....	15
7.3	Caja reductora:.....	15
7.4	Tambor:.....	16
7.5	Embrague: .....	16
7.6	Freno:.....	16
7.7	Cable: .....	16
7.8	Conexiones y componentes eléctricos y electrónicos: .....	16
8	Tipos de cabrestantes .....	17
8.1	Cabrestantes eléctricos: .....	17
8.2	Cabrestantes hidráulicos: .....	17
9	Características de los cabrestantes .....	18
9.1	Line pull:.....	18
9.2	Capacidad de freno: .....	18
9.3	Velocidad de recogido:.....	19
9.4	Potencia eléctrica motor: .....	19
9.5	Intensidad consumida por el motor: .....	19
9.6	Potencia mecánica del motor:.....	19
10	Banco de pruebas para cabrestantes .....	19
10.1	Introducción .....	19
10.1.1	Banco de pruebas formado por pesas y polipastos. ....	20
10.1.2	Banco de pruebas formado por un tambor, una caja reductora y un freno. ....	20

10.1.3 Banco de pruebas formado por cilindros hidráulicos .....	20
10.2 Elementos .....	21
10.2.1 Estructura .....	21
10.2.2 Cilindros hidráulicos .....	22
10.2.3 Válvulas reguladoras de presión.....	22
10.2.4 Bomba hidráulica.....	23
10.2.5 Depósito de aceite.....	23
10.2.6 Eslinga .....	24
10.2.7 Polea.....	24
10.2.8 Placa de anclaje del cabrestante .....	25
10.2.9 Bulones.....	26
10.2.10 Viga superior .....	27
10.2.11 Abrazaderas.....	27
10.2.12 Finales de carrera .....	27
10.2.13 Latiguillos .....	28
10.2.14 Válvula selectora .....	28
10.2.15 Fuente de Alimentación .....	29
10.2.16 Elementos de medición .....	29
10.2.16.1 Dinamómetro .....	29
10.2.16.2 Arduino.....	30
10.2.16.3 Vatímetro.....	30
10.2.16.4 PC.....	31
10.2.16.5 Soporte finales de carrera .....	31
10.2.17 Elementos de seguridad .....	32
10.2.17.1 Pulsador de parada de emergencia.....	32
10.2.17.2 Final de carrera con relé.....	32
10.2.17.3 Pantalla protectora.....	33
10.3 Diseño .....	33
10.3.1 Diseño estructura .....	34
10.3.2 Diseño placa de anclaje del cabrestante. ....	35
10.3.3 Diseño bulones .....	35
10.3.4 Diseño viga superior .....	35
10.3.5 Diseño abrazaderas .....	36
10.3.6 Diseño del soporte para los finales de carrera .....	36

10.4 Esquemas .....	37
10.4.1 Esquema hidráulico .....	37
10.4.2 Esquema eléctrico .....	38
10.5 Ensayo y parámetros de cálculo .....	39
10.5.1 Ensayo de Capacidad de freno del cabrestante .....	39
10.5.2 Ensayo de “Line pull” .....	40
10.5.3 Ensayo de velocidad de recogido del cable dependiendo de la carga de la que está tirando.....	40
11 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de cabrestantes .....	44
11.1 Elección del cilindro hidráulico:.....	44
11.2 Elección de válvula reguladora de presión para testear tiros de más de 2000Kg o con triple polea: .....	44
11.3 Elección de válvula reguladora de presión para testear tiros con cabrestantes con line pull menor de 2700Kg: .....	46
11.4 Elección Vatímetro: .....	47
11.5 Elección Dinamómetro: .....	47
11.6 Elección PC: .....	47
11.7 Elección Fuente Alimentación corriente continua:.....	47
11.8 Elección Finales de carrera: .....	47
11.9 Elección Arduino: .....	48
11.10 Elección Bomba hidráulica: .....	48
11.11 Elección Latiguillos: .....	48
11.12 Elección Válvula selectora: .....	48
11.13 Elección depósito aceite.....	48
11.14 Elección Relé .....	49
11.15 Simulación del banco de pruebas bajo cargas.....	49
11.16 Simulación de la estructura bajo cargas .....	50
11.17 Simulación de la placa de anclaje del cabrestante bajo cargas .....	53
11.18 Simulación de los bulones bajo cargas .....	53
11.15 Simulación de la viga superior bajo cargas .....	55
11.15 Simulación de las abrazaderas bajo cargas.....	56
12 Banco de pruebas para motores de cabrestantes .....	57
12.1 Introducción .....	57
12.2 Elementos .....	57

12.2.1 Banco.....	57
12.2.2 Freno electromagnético .....	58
12.2.3 Soporte Motor.....	58
12.2.4 Soporte sensor de par .....	59
12.2.5 Soporte freno electromagnético .....	59
12.2.6 Casquillo .....	60
12.2.7 Acople sensor de par con motor eléctrico.....	60
12.2.8 Elementos de medición .....	61
12.2.8.1 Sensor de par.....	61
12.2.8.2 Vatímetro.....	61
12.2.8.3 PC.....	62
12.2.9 Elementos de seguridad .....	62
12.2.9.1 Pulsador parada de emergencia.....	62
12.3 Diseño .....	63
12.3.1 Diseño soporte motor .....	64
12.3.2 Diseño soporte sensor de par.....	64
12.3.3 Diseño soporte freno electromagnético.....	64
12.4 Esquemas .....	65
12.4.1 Esquema eléctrico .....	65
12.5 Ensayo y parámetros de cálculo.....	66
13 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de motores eléctricos.....	67
13.1 Freno electromagnético: .....	67
13.2 Sensor de par: .....	67
- Sensor de par rotativo 8661-5100.....	67
13.3 Banco de trabajo .....	67
13.4 Acople sensor de par – motor eléctrico.....	68
13.5 Simulación del soporte del motor bajo cargas .....	68
13.6 Simulación del soporte del sensor de par bajo cargas.....	70
13.7 Simulación del soporte del freno electromagnético bajo cargas.....	72
14 Hoja de cálculo Excel .....	74
14.1 Hoja “Pueba_Cabrestantes” .....	74
14.2 Hoja “Prueba_Motores” .....	75
15 Bibliografía .....	76

# 1 Introducción

En el actual Plan Educativo se obliga a elaborar un Trabajo o Proyecto, incluido en el Plan de Estudios del Grado, para poder obtener el título del Grado. Consiste en un trabajo original que, el/la estudiante, con ayuda de un/a tutor/a, debe realizar en la etapa final de la carrera, y con el cual se debe demostrar que se han adquirido los conocimientos, capacidades y aptitudes previstas en el Plan de Estudios.

Esta asignatura “Trabajo de Fin de Grado” tiene un peso en créditos en función de cada Plan de Estudios. Estos créditos son los que fijan la equivalencia en horas de trabajo.

En el Plan de Estudios del Grado en Ingeniería Mecánica, el Trabajo de Fin de Grado son 12 créditos.

El presente proyecto abarca el diseño de un banco de pruebas para cabrestantes eléctricos de corriente continua para vehículos con una capacidad máxima de tiro de 10 toneladas y alimentados a 12V ó 24V, pero además incluye una sección en la que se estudiará únicamente el comportamiento del motor eléctrico de corriente continua.

Este proyecto ha sido demandado por la empresa KrenCross Offroad, SL.

El conjunto del proyecto presente, intenta adecuarse a los objetivos académicos del TFG, tanto en amplitud, contenidos y calidad de los mismos, así como a las necesidades de la empresa.

Desde ahora cuando se mencione un cabrestante se estará hablando de un cabrestante para vehículos, de corriente continua, alimentado a 12V ó 24V, a no ser que se especifique que es de otro tipo.

## 1.1 KrenCross Offroad, SL

KrenCross Offroad, SL. es una “Market Place” de productos y accesorios para vehículos 4x4 acompañados de asistencia técnica personalizada. El objetivo de la empresa es diseñar, fabricar y comercializar una amplia gama de productos (propios o de otros fabricantes) para el mundo Offroad, tanto como para profesionales, como para usuarios amateur, bajo la idea “do it yourself”.

KrenCross Offroad, SL. posee la concesión de la distribución de cabrestantes “Runva” en la península ibérica, de manera que los cabrestantes representan una parte muy importante dentro de su actividad comercial.

# 2 Objeto

El objeto del proyecto es diseñar un banco de pruebas para cabrestantes eléctricos con una capacidad de arrastre de hasta 10 000 Kg, ya que en la empresa KrenCross Offroad, SL los cabrestantes suponen una parte muy importante dentro de sus actividades.

El banco estará orientado a cabrestantes eléctricos para vehículos, alimentados por corriente continua tanto a 12V como a 24V.

Los cabrestantes están formados fundamentalmente por un motor eléctrico, una caja reductora que multiplica el par del motor eléctrico y un freno, para que cuando el motor no está actuando el cable se quede frenado sujetando la carga.

Con este banco se pretende poder comprobar el estado de los cabrestantes que llegan a la empresa para ser reparados, y una vez reparados, comprobar si funcionan correctamente.

En el banco se analizarán todas las características que se necesitan para definir el comportamiento de un cabrestante de este tipo.

Las características a analizar del cabrestante en el banco de pruebas son:

- Capacidad de freno del cabrestante
- Line pull
- Velocidad de recogido del cable dependiendo de la carga de la que está tirando
- Corriente consumida por el motor
- Potencia consumida por el motor

Además también constará de una parte en la que se analice únicamente el motor eléctrico.

De este motor únicamente se analizará la potencia consumida, la potencia entregada y la velocidad angular del motor bajo distintos estados de carga.

Además paralelo al diseño del Banco de Pruebas, se creará un documento con el Programa Microsoft Excel que permita la recopilación de los datos tomados del Banco de Pruebas durante los ensayos. Además de esta recopilación, el objeto del documento es realizar el cálculo de la curvas característica del cabrestante (velocidad de recogido Vs carga aplicada) y presentarla en forma de gráfica, así como un reporte de los datos de la prueba.

### **3 Alcance**

El alcance del diseño del banco de pruebas de cabrestantes eléctricos está diseñado para los cabrestantes eléctricos de corriente continua de 12V ó 24V, con una capacidad máxima de tiro de 10 toneladas de la empresa KrenCross Offroad, SL.

Éste diseño se puede emplear en otros cabrestantes de similares características (capacidad máxima de tiro, voltaje, puntos de sujeción, etc.).

## 4 Antecedentes

La necesidad del presente proyecto nace del vacío de información que existe sobre un cabrestante cuando llega a las instalaciones de la empresa KrenCross Offroad, SL. Para ser reparado. Esta falta de información se debe a que la única información acerca de lo que le sucede al equipo es la que proporciona el cliente, y en algunas ocasiones el cliente está utilizando el equipo de forma errónea, de manera que el equipo funciona correctamente pero el cliente no lo está utilizando de la forma adecuada.

Además gracias a este banco de pruebas también se podrán analizar cabrestantes de marcas ajenas a la empresa KrenCross Offroad, SL. y de esta forma poder conocer donde se encuentra el producto de la empresa KrenCross Offroad, SL. con respecto a otras marcas.

## 5 Normativa

- UNE 157001 - 2014, Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico
- UNE-EN ISO 5455:1996, Dibujos Técnicos. Escalas.
- UNE 1027:1995, Plegado de planos.
- UNE-EN ISO 5457:2000, Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- UNE-EN ISO 7200:2004, Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.
- UNE-EN ISO 10209:2012, Documentación técnica de producto. Vocabulario. Términos relacionados con los diseños técnicos, la definición de productos y productos relacionados.
- UNE-EN ISO 5456-2:2000, Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas.
- UNE-EN ISO 5456-3:2000, Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas.
- UNE-EN ISO 5456-4:2002, Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 4: Proyección central.
- UNE 1032:1982, Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- UNE-EN 292-1:1993, Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica. Metodología.
- EN 292-2. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte II: Principios y especificaciones técnicas.
- EN 294. SEGURIDAD DE MÁQUINAS: Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.



- EN 418. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales.
- EN 349. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
- EN 1050. Evaluación de riesgos.
- EN 60204-1. Equipo eléctrico de las máquinas.
- EN 954. Partes de los sistemas de mando relacionados con la seguridad.
- EN 1037. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.
- EN 811. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.
- EN 953. Principios generales para el diseño y construcción de resguardos tanto fijos como móviles.
- R.D. 1435/1992 del 24/11/1992. Sobre la transposición de la directiva de "Máquinas".
- R.D. 56/1995 del 20/01/95. Modificación y ampliación de la anterior.
- R.D. 2413/1973 del 20/9/1973 y R.D. 2295 del 9/10/1985. Reglamento de baja tensión y sus ITCs.
- Reglamento de aparatos a presión.
- Directiva 89/392/CEE.
- Directiva 91/368/CEE.
- Directiva 93/44/CEE.
- Directiva 93/68/CEE.
- Directiva 98/37/CEE.
- Directiva 73/23/CEE.

## 6 Definiciones y abreviaturas

### 6.1 Definiciones

Banco de pruebas para cabrestantes: Un banco de pruebas para cabrestantes es una instalación fija, desmontable o móvil que se emplea para obtener los parámetros característicos de un cabrestante, además también se emplea para conocer los límites de un cabrestante.

Banco de pruebas para motores eléctricos: Un banco de pruebas para motores eléctricos es una instalación que se emplea para obtener los parámetros característicos de un motor eléctrico, además también se emplea para conocer las limitaciones de dicho motor.

Cabrestante: Un cabrestante, malacate o órgano es un dispositivo mecánico, compuesto por un rodillo o cilindro giratorio, impulsado bien manualmente o por un animal, o bien por una máquina, de vapor, eléctrica o hidráulica, unido el cilindro o rodillo a un cable, una cuerda o una maroma, que sirve para arrastrar, levantar y/o desplazar objetos o grandes cargas.

Motor eléctrico: Un motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

SolidWorks 2016: SolidWorks es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una filial de Dassault Systèmes, S.A. (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows. Su primera versión fue lanzada al mercado en 1995 con el propósito de hacer la tecnología CAD más accesible.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción, como puede ser simular el comportamiento de una pieza bajo cargas. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.

Excel: Excel es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo.

## **6.2 Abreviaturas**

TFG: Trabajo Final de Grado.

DC ó CC: Corriente Continua.

SL: Sociedad Limitada.

Kg: Kilogramo.

T: Tonelada.

V: Voltio.

W: Vatio.

Hp: Caballo de Vapor.

A: Amperio.

m: Metro.

mm: Milímetro.

m<sup>2</sup>: Metro Cuadrado.

mm<sup>2</sup>: Milímetro Cuadrado.

min: Minuto.

seg ó s: Segundo.

l: Litro.

Rpm: Revoluciones por Minuto.

Nm: Newton Metro.

MPa: Mega Pascal.

## 7 Partes fundamentales de un cabrestante



*Imagen 1: Cabrestante Eléctrico*

### 7.1 Estructura:

Es el elemento que sirve como soporte rígido de los componentes del cabrestante.

### 7.2 Motor:

Se trate de un motor eléctrico o de un motor hidráulico, el motor es el encargado de aportar el movimiento del sistema, debido a que la velocidad de los motores es muy alta (por lo tanto el par es bajo) y en el equipo se necesita que el par sea muy alto para poder arrastrar grandes cargas el motor debe ir conectado a una caja reductora que multiplicará el par del motor y reducirá su velocidad.

### 7.3 Caja reductora:

La caja reductora se encuentra entre el motor y el tambor del cabrestante y es la encargada de reducir la velocidad angular del motor y de multiplicar su par para poder arrastrar grandes cargas.

En el caso de los cabrestantes para automóviles las relaciones de transmisión están entre 60:1 y 300:1, ésta relación varía dependiendo de lo que se quiera conseguir con cada equipo, es una

balanza entre la velocidad de recogido que se desea obtener y la carga que se desea que arrastre el equipo.

#### **7.4 Tambor:**

El tambor está conectado a la caja reductora y es el elemento en el cual se enrolla el cable, su diámetro es un parámetro muy importante, ya que dependiendo de éste se obtiene una velocidad de recogido del cable u otra ya que:

$$\text{Velocidad lineal} = \text{Velocidad angular} \times \text{Radio tambor}$$

#### **7.5 Embrague:**

El embrague se sitúa entre el tambor y la caja reductora y se usa para poder dejar el tambor libre y que gire “loco”, esto es bastante útil ya que en algunas ocasiones es más rápido tirar del cable para desenrollarlo que tener que esperar a que se desenrolle con la velocidad de giro que proporciona el equipo, además en caso de que el cable se haya quedado mal enrollado y este “pizcado” se puede girar el tambor libremente para solucionar el problema.

#### **7.6 Freno:**

El freno es el encargado de mantener el tambor fijo cuando el motor no está aplicando ningún par.

El freno es muy importante, ya que si no estuviese el freno el equipo podría tirar de una carga (por ejemplo remolcando un vehículo por una pendiente) y mientras el motor estuviese en marcha el vehículo ascendería por la pendiente, pero cuando el motor parase el vehículo por acción de la gravedad volvería a descender haciendo que el motor girase en dirección contraria.

#### **7.7 Cable:**

El cable va conectado y enrollado en el tambor y es el encargado de conectar el vehículo al punto de agarre para poder tirar del vehículo y hacer posible el rescate.

Hay dos tipos de cables, el sintético y el de acero, cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes y dependiendo del uso que se le vaya a dar al cabrestante se opta por uno u por otro. En el mundo del 4x4 se utiliza el cable sintético, ya que es más ligero y más manejable.

#### **7.8 Conexiones y componentes eléctricos y electrónicos:**

Para conseguir que el cabrestante gire en los dos sentidos y que lo haga cuando el usuario desee se precisan conexiones y componentes eléctricos, estos suelen ser unos relés o unos contactores que están conectados al motor y a unos pulsadores de manera que dependiendo del pulsador que se presione conectan el motor de una forma u otra para cambiar su sentido de giro.

Además hay cabrestantes que llevan mando a distancia, de manera que estos necesitan componentes electrónicos para poder funcionar.

## 8 Tipos de cabrestantes

En la actualidad hay dos tipos fundamentales de cabrestantes, los eléctricos y los hidráulicos.

### 8.1 Cabrestantes eléctricos:

Los cabrestantes eléctricos son los más utilizados en vehículos ya que son muy sencillos de instalar y se pueden conectar al sistema eléctrico del automóvil.

El encargado de proporcionar el movimiento al equipo en este tipo de cabrestantes es un motor eléctrico de corriente continua.

Estos equipos van conectados a 12V ó a 24V y hay una gran variedad de equipos que van desde equipos pequeños para aplicaciones que precisan de poca fuerza de tiro, como puedan ser quads, buggys, etc... , a equipos para vehículos pesados como camiones que tienen fuerzas de arrastre de más de 15 toneladas, a equipos de competición que llevan hasta dos motores para conseguir velocidades de recogida mucho más rápidas.

Dentro de este abanico hay equipos diseñados para cada tipo de vehículo y para adaptarse a las necesidades de cada tipo de usuario.



*Imagen 2: Cabrestante Eléctrico*

### 8.2 Cabrestantes hidráulicos:

Los cabrestantes hidráulicos se utilizan en el mundo industrial, ya que con ellos se obtienen fuerzas de arrastre mayores a las obtenidas con los cabrestantes eléctricos.

La encargada de proporcionar el movimiento a estos equipos es una bomba hidráulica que hace circular aceite a presión por un circuito y éste proporciona el movimiento a la caja reductora del cabrestante.

Al igual que ocurría con los cabrestantes eléctricos, en los cabrestantes hidráulicos también hay una gran variedad de equipos diferentes para adaptar cada equipo a la necesidad del usuario.



*Imagen3: Cabrestante Hidráulico*

## 9 Características de los cabrestantes

Las características que definen a un cabrestante son:

### 9.1 Line pull:

Es la capacidad máxima de tiro que posee un cabrestante, a partir de ésta carga el equipo ya no es capaz de moverse.

Esta fuerza suele medirse en Kilogramos.

### 9.2 Capacidad de freno:

La capacidad de freno es el par máximo que es capaz de soportar el tambor sin moverse cuando se tira del cable con una fuerza y el motor no está en funcionamiento.

Esta capacidad suele medirse en Kilogramos, ya que aunque el freno esté ejerciendo un par de frenada al tambor, lo que interesa conocer es la fuerza que es capaz de frenar cuando se tira de el cable.

Ésta fuerza que hace que el freno no sea capaz de frenar el tambor es mucho menor que el “line pull” ya que estos equipos son equipos de arrastre y no de elevación, de manera que si el equipo está tirando de un vehículo atascado en el barro, cuando deja de moverse el motor del equipo, la carga de la que se está tirando desaparece debido a que el vehículo atascado no se mueve por acción de la gravedad.

### **9.3 Velocidad de recogido:**

La velocidad de recogido de un cabrestante es la velocidad con la que el cabrestante es capaz de recoger el cable.

Esta velocidad se suele medir en metros/minuto.

La velocidad de recogido de un cabrestante depende de la carga de la que está estirando el equipo, de manera que cuando estira de una carga pequeña la velocidad de recogido es mayor que cuando estira de una carga grande, esto se debe a que el motor eléctrico gira más despacio cuanto mayor es el par de frenado que se le aplica en el eje.

### **9.4 Potencia eléctrica motor:**

La potencia del motor es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía eléctrica absorbida por el motor en un momento determinado.

La potencia eléctrica suele medirse en Vatios (W), aunque en estos equipos suelen usar también el caballo de vapor (HP).

### **9.5 Intensidad consumida por el motor:**

La intensidad consumida por el motor es la cantidad de amperios que consume el motor bajo un estado de carga.

La intensidad consumida por el motor se mide en Amperios (A)

### **9.6 Potencia mecánica del motor:**

Es el trabajo que el motor es capaz de realizar en la unidad de tiempo a una determinada velocidad de giro.

La potencia mecánica se suele medir en Vatios (W).

## **10 Banco de pruebas para cabrestantes**

### **10.1 Introducción**

Un banco de pruebas para cabrestantes es una instalación fija, desmontable o móvil que se emplea para obtener los parámetros característicos de un cabrestante, además también se emplea para conocer los límites de un cabrestante.

El banco de pruebas para cabrestantes que abarca este proyecto es un banco de pruebas para cabrestantes con una capacidad de tiro de hasta 10 toneladas, pero por seguridad y debido a que el coste no se incrementa en exceso, la estructura del banco de pruebas estará diseñada para poder soportar tiros de hasta 15 toneladas.

En el banco de pruebas se analizarán todas las características que se necesitan para definir el comportamiento de un cabrestante de este tipo.

Las características a analizar del cabrestante en el banco de pruebas son:

- Capacidad de freno del cabrestante
- Line pull
- Velocidad de recogido del cable dependiendo de la carga de la que está tirando
- Corriente consumida por el motor
- Potencia consumida por el motor

Para diseñar el banco de pruebas para cabrestantes se han barajado tres opciones:

- Banco de pruebas formado por pesas y polipastos.
- Banco de pruebas formado por un tambor, una caja reductora y un freno.
- Banco de pruebas formado por cilindros hidráulicos.

#### **10.1.1 Banco de pruebas formado por pesas y polipastos.**

El banco de pruebas formado por pesas y polipastos consiste en que en el banco de pruebas hay diferentes combinaciones de pesas de manera que combinando estas pesas y jugando con tiros con polipastos (doble polea, triple polea, etc...) se puedan conseguir distintos pesos para que el cabrestante tire de ellos.

Esta opción se descartó debido a que para conseguir un peso de 10 toneladas, aun jugando con tiros con polipastos se necesitaban pesas demasiado pesadas, mucho espacio y mucho tiempo para cambiar de un peso a otro.

#### **10.1.2 Banco de pruebas formado por un tambor, una caja reductora y un freno.**

El banco de pruebas formado por un tambor, una caja reductora y un freno consiste en que el cable del cabrestante se sujeta al cable que hay enrollado en un tambor, el eje de este tambor está conectado al eje de salida de una caja reductora (debido a que con una fuerza de 10 toneladas el par que se genera es muy alto) y en la entrada de la caja reductora se coloca un freno, de manera que variando el par de frenado en la entrada se varía la carga de la que está tirando el cabrestante.

Esta opción se descartó debido a que resultaba demasiado cara, ya que los componentes tienen un precio elevado y se necesitan más componentes para que el uso del banco sea cómodo (embrague, motor para recoger el cable una vez se ha realizado el tiro, acoplamientos, etc...).

#### **10.1.3 Banco de pruebas formado por cilindros hidráulicos.**

El banco de pruebas formado con cilindros hidráulicos consiste en que el cabrestante tira de un cilindro en el cual la presión del aceite está regulada, de manera que el cabrestante tira del pistón generando una fuerza constante que depende de la presión a la que se tara el cilindro.

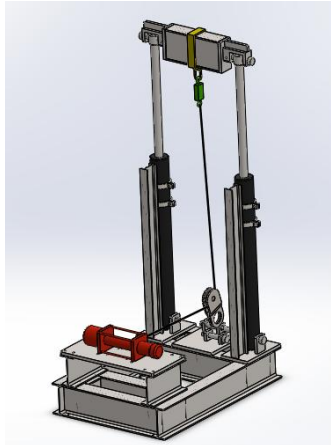


Esta opción ha sido la que se ha elegido para el diseño del banco de pruebas debido a que es la más económica y debido a su sencillez.

## 10.2 Elementos

En la siguiente imagen se puede ver el aspecto que tiene el banco de pruebas para cabrestantes.

A continuación se procederá a explicar cada uno de sus componentes.



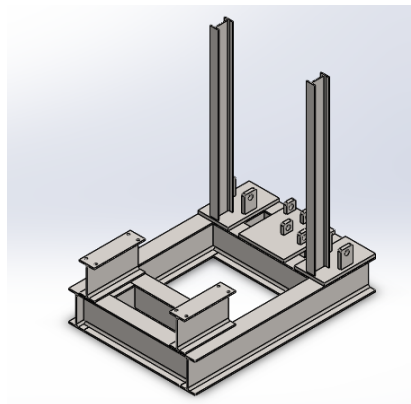
*Imagen 4: Banco de pruebas para cabrestantes*

### 10.2.1 Estructura

La estructura es el elemento que sirve como soporte rígido de los componentes del banco de pruebas, de manera que se ha diseñado de forma que cumpla su función de una forma correcta.

La estructura del banco de pruebas de cabrestantes consta de perfiles IPE y placas de anclaje en las cuales se alojarán los distintos componentes del banco de pruebas.

En la siguiente ilustración se puede observar como es la estructura del banco de pruebas:



*Imagen 5: Estructura Banco de pruebas para cabrestantes*

### 10.2.2 Cilindros hidráulicos

Los cilindros hidráulicos son los encargados de crear la fuerza de la que se va a estirar con el cabrestante, esta fuerza es constante durante el movimiento del cilindro ya que por medio de una válvula reguladora de presión se mantiene constante la presión dentro del cilindro y por lo tanto la fuerza que se le aplica al cabrestante es constante durante el movimiento del cilindro ya que si la presión es constante y la superficie es constante, la fuerza se debe mantener constante, tal y como se puede apreciar en la siguiente expresión.

$$\text{Presión} = \text{Fuerza} / \text{Superficie}$$

Estos cilindros poseen una carrera de 1000 mm debido a que en el banco de pruebas se desea medir la velocidad con la que desciende el cilindro y cuanto mayor sea la distancia que se mida, mayor será la precisión de la medida.



*Imagen 6: Cilindro Hidráulico*

### 10.2.3 Válvulas reguladoras de presión

El banco de pruebas está provisto de dos válvulas reguladoras de presión, una válvula para cuando se desee comprobar equipos de bajas prestaciones y otra válvula para cuando se desee comprobar equipos de altas prestaciones.

La función de la válvula reguladora de presión es mantener constante la presión dentro de los cilindros durante todo el tiempo en el que el cilindro está en movimiento.

Estas válvulas reguladoras de presión tienen un dispositivo que permite modificar la presión de tarado, de manera que con ellas se puede ajustar la fuerza que se desee aplicar al tiro del cabrestante.



*Imagen 7: Válvulas Reguladoras de Presión*

#### **10.2.4 Bomba hidráulica**

La bomba hidráulica es la encargada de bombear aceite desde el depósito hacia los cilindros para subir los cilindros a la posición de tiro una vez se ha realizado un tiro.



*Imagen 8: Bomba hidráulica manual*

#### **10.2.5 Depósito de aceite**

El depósito de aceite es el lugar donde se almacena el aceite cuando no está dentro de los cilindros.



*Imagen 9: Depósito de aceite hidráulico*

### **10.2.6 Eslinga**

La eslinga es el elemento que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción. Consiste en una cinta con un ancho o largo específico (varían según su resistencia, los modelos y los fabricantes) cuyos extremos terminan en un lazo.

Esta eslinga “abrazo” la viga superior y en ella se sujeta el gancho del dinamómetro para poder tirar de la viga superior hacia abajo.



*Imagen 10: Eslinga*

### **10.2.7 Polea**

La polea es una rueda plana de metal que gira sobre su eje y sirve para transmitir movimiento en un mecanismo por medio de una correa.

En este caso la polea se utiliza tanto para cambiar la trayectoria del cable del cabrestante como para realizar tiros con triple polea, es decir, conseguir multiplicar la fuerza del cabrestante por 3.



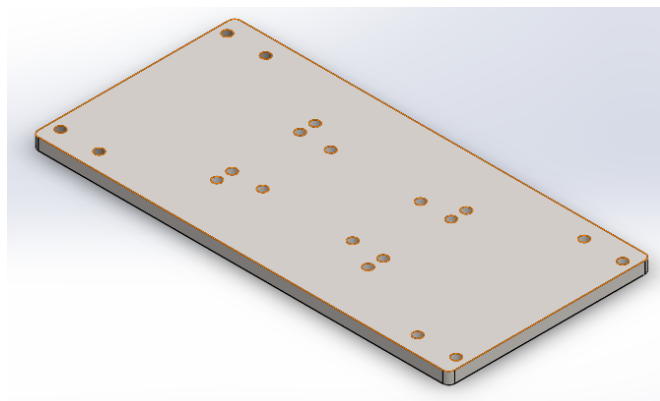
*Imagen 11: Polea*

### **10.2.8 Placa de anclaje del cabrestante**

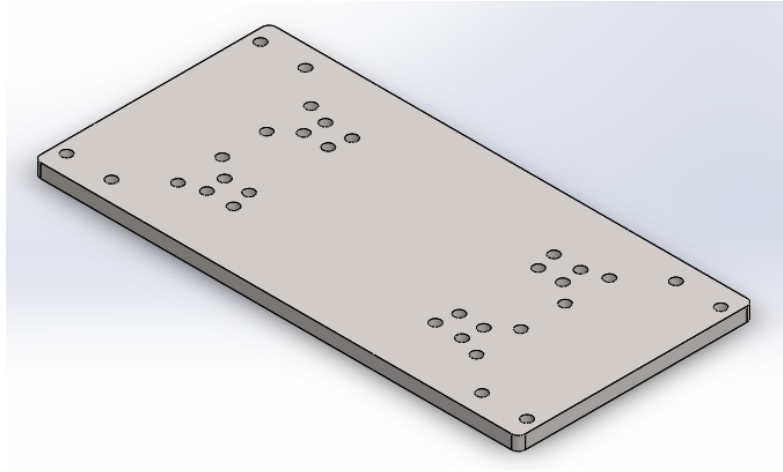
La placa de anclaje del cabrestante es la parte del banco de pruebas en la que se sujeta el cabrestante mediante pernos.

La placa de anclaje va sujeta a la estructura del banco de pruebas mediante 8 pernos.

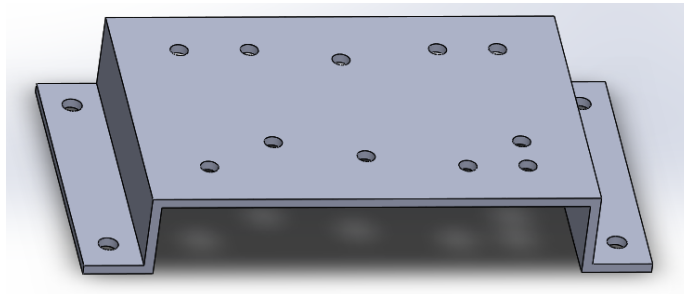
Para este banco de pruebas se han diseñado tres placas distintas, ya que dependiendo del equipo que se vaya a testear se precisan unas sujeciones u otras.



*Imagen 12: Placa de anclaje Cabrestante 1*



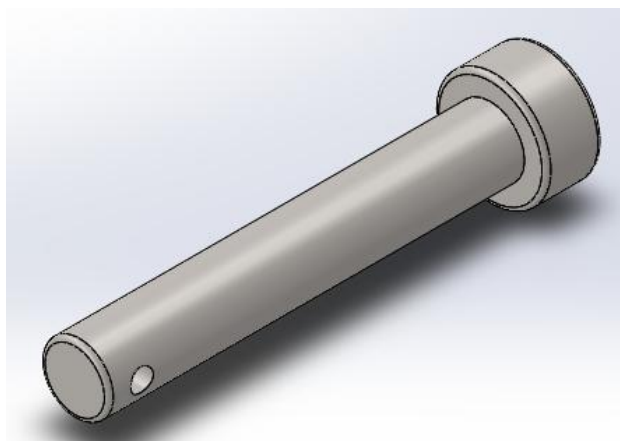
*Imagen 13: Placa de anclaje Cabrestante 2*



*Imagen 14: Placa de anclaje Cabrestante 3*

### **10.2.9 Bulones**

Los bulones son los encargados de sujetar los cilindros a la estructura del banco de pruebas, haciendo que en esa unión se permita la rotación, además también sirven para sujetar las poleas.



*Imagen 15: Bulón*

### 10.2.10 Viga superior

La viga superior va conectada a los cilindros y es la encargada de transmitir la fuerza del cabrestante a los cilindros.

La viga superior consta de un perfil IPE 200 en la cual se sitúan varios refuerzos, además en sus extremos se coloca el anclaje para poder conectar la viga superior con los cilindros hidráulicos mediante dos bulones.

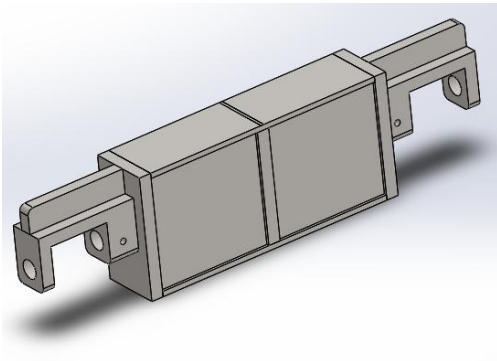


Imagen 16: Viga Superior

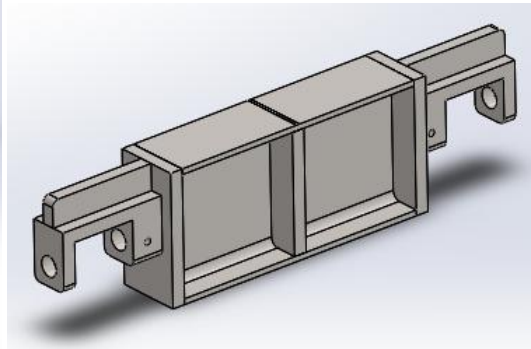


Imagen 17: Interior Viga Superior

### 10.2.11 Abrazaderas

Las abrazaderas son las piezas que rodean los cilindros y van sujetas a la estructura del banco de pruebas de manera que fijan los cilindros en posición vertical y aseguran que se mantengan en esa posición durante todo el proceso de tiro.

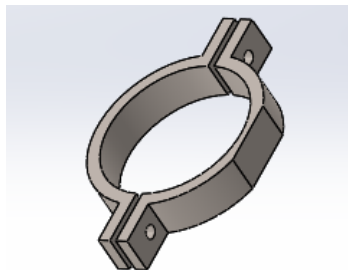


Imagen 18: Abrazadera

### 10.2.12 Finales de carrera

Los finales de carrera son dispositivos electromecánicos que constan de un accionador vinculado mecánicamente a un conjunto de contactos. Cuando un objeto entra en contacto con el accionador, el dispositivo opera los contactos para cerrar o abrir una conexión eléctrica.

Estos finales de carrera se sitúan entre el punto más alto del cilindro hidráulico y el punto final de tiro y van conectados a una placa arduino, de manera que conociendo la distancia que hay entre los dos finales de carrera, se puede medir el tiempo que ha tardado el cilindro en recorrer esa distancia y por lo tanto se puede conocer la velocidad con la que se ha producido el tiro.



*Imagen 19: Final de Carrera*

### **10.2.13 Latiguillos**

Los latiguillos son los conductos por los cuales viaja el aceite desde la bomba hidráulica hasta los pistones.



*Imagen 20: Latiguillos*

### **10.2.14 Válvula selectora**

La válvula selectora es una válvula que dependiendo en la posición que está hace que el fluido, en este caso aceite, circule por un circuito o por otro.



*Imagen 21: Válvula Selectora*



### 10.2.15 Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación es el dispositivo que se encarga de transformar la corriente alterna de la línea eléctrica comercial que se recibe de la red eléctrica en corriente continua o directa, suministrando los diferentes voltajes requeridos por los componentes, incluyendo usualmente protección frente a eventuales inconvenientes en el suministro eléctrico, como la sobretensión.



*Imagen 22: Fuente de Alimentación*

### 10.2.16 Elementos de medición

#### 10.2.16.1 Dinamómetro

El dinamómetro es una herramienta que, a partir de los cambios en la elasticidad de un muelle con una determinada calibración, permite calcular el peso de un cuerpo o realizar la medición de una fuerza.

El dinamómetro se coloca entre el gancho del cabrestante y el punto de agarre del banco de pruebas, de manera que muestra en todo momento la fuerza con la que está tirando el cabrestante.



*Imagen 23: Dinamómetro*

### **10.2.16.2 Arduino**

Arduino es una plataforma de hardware y software de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing. Es decir, una plataforma de código abierto para prototipos electrónicos.

Al ser open “source”, tanto su diseño como su distribución, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin necesidad de licencia.

La placa arduino se encuentra conectada a los dos finales de carrera y al PC, de manera que permite medir el tiempo que transcurre entre el accionamiento del primer final de carrera y el accionamiento del segundo final de carrera, haciendo así posible medir la velocidad con la que se ha realizado el tiro.



*Imagen 24: Placa Arduino*

### **10.2.16.3 Vatímetro**

El vatímetro es un instrumento electrodinámico para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico dado. El dispositivo consiste en un par de bobinas fijas, llamadas «bobinas de corriente» o amperométrica, y una bobina móvil llamada «bobina de potencial» o voltimétrica.

El vatímetro se colocara en el motor del cabrestante, de manera que muestre la potencia que está consumiendo el equipo en cada momento.



*Imagen 25: Vatímetro*

#### **10.2.16.4 PC**

El PC es una máquina electrónica capaz de almacenar información y tratarla automáticamente mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos.

El PC se usa para almacenar todos los datos recogidos durante el ensayo y tratarlos de la forma correcta para obtener los resultados deseados.



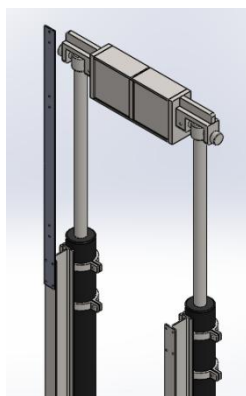
*Imagen 26: PC*

#### **10.2.16.5 Soporte finales de carrera**

El soporte de los finales de carrera está anclado a la estructura y en él se sujetan los finales de carrera, tanto los de medida, como el de parada.

El soporte de los finales de carrera se considera un componente de medida debido a que por la separación que hay entre sus taladros se puede conocer cuanta distancia recorre la viga superior en un tiro.

El soporte cuenta con una posición para colocar los finales de carrera para realizar tiros simples y otra posición para realizar tiros triples.



*Imagen 27: Soporte Finales de Carrera*

## **10.2.17 Elementos de seguridad**

### **10.2.17.1 Pulsador de parada de emergencia**

Según la norma EN ISO 13850, la función de parada de emergencia sirve para prevenir situaciones que puedan poner en peligro a las personas, para evitar daños en la máquina o en trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona.

Para ello se necesitan unidades de mando que estén equipadas con un pulsador tipo champiñón rojo y un fondo amarillo. La función de parada de emergencia puede utilizarse en general como medida de seguridad complementaria a las funciones de protección directas, como los interruptores de seguridad instalados en puertas de protección que neutralizan las situaciones de peligro sin necesidad de que la persona actúe.



*Imagen 28: Pulsador Parada de Emergencias*

### **10.2.17.2 Final de carrera con relé**

Con el fin de que una vez haya terminado el ensayo el cabrestante se detenga, aunque el operario continúe presionando el pulsador de puesta en marcha del cabrestante, el banco de pruebas tendrá un final de carrera en el punto final del tiro, de manera que si este final de carrera es accionado, actuará mediante un relé que hará que el suministro eléctrico se corte y por lo tanto el cabrestante se detenga automáticamente.



Imagen 29: Final de Carrera y Relé

### 10.2.17.3 Pantalla protectora

Para evitar posibles daños al operario en caso de que se produzca la rotura del cable y se genere un efecto látigo, el banco de pruebas estará dotado de una pantalla protectora que se situará entre el operario y el banco.

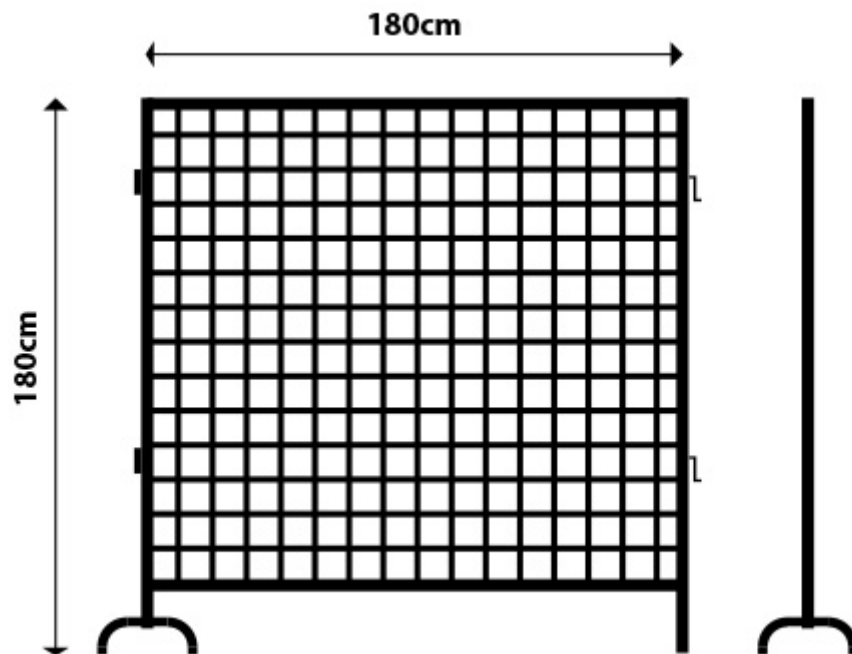


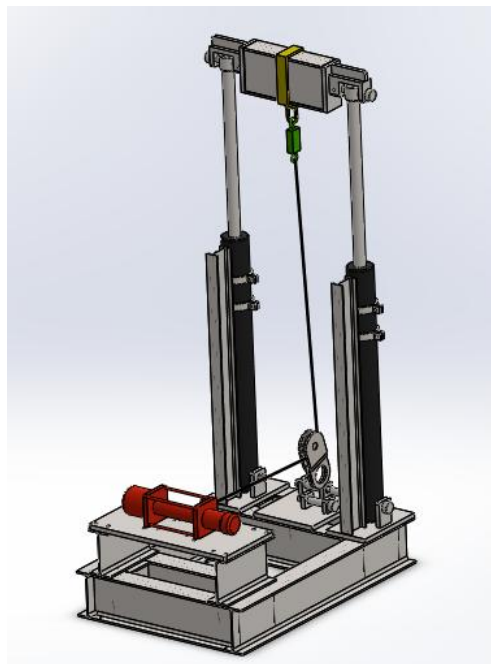
Imagen 30: Pantalla Protectora

## 10.3 Diseño

En el diseño del banco de pruebas para cabrestantes se ha intentado que la máquina consiga medir todos los parámetros que debe medir de la forma más sencilla posible, ya que actuando de esta manera se consigue que la máquina tenga menor coste económico.

Para conseguir abaratar costes se ha intentado que todos los componentes del banco sean comerciales o que sean fácilmente contruidos, por lo tanto las piezas diseñadas expresamente para el banco son muy sencillas y fácilmente reproducibles en caso de que se deteriorase alguna de estas.

En la imagen 31 se puede ver el diseño CAD del banco de pruebas para cabrestantes.



*Imagen 31: Banco de Pruebas Para Cabrestantes*

A continuación se explica el diseño mecánico de las partes del banco de pruebas que no son comerciales y que se han diseñado expresamente para el banco.

### **10.3.1 Diseño estructura**

La estructura es el elemento que sirve como soporte rígido de los componentes del banco de pruebas, de manera que se ha diseñado de forma que cumpla su función de una forma correcta.

La estructura del banco de pruebas de cabrestantes consta de perfiles IPE y placas de anclaje en las cuales se alojarán los distintos componentes del banco de pruebas.

Los materiales con los que está fabricada cada parte de la estructura se muestran en la tabla 1:

Elemento	Material
IPE	S275JR
Placas anclaje de cilindros	S275JR
Placa anclaje polea	S275JR

***Tabla 1: Material de cada pieza de la estructura***

Para el diseño de la estructura del banco de pruebas se han elegido perfiles IPE debido a que estos perfiles poseen una gran inercia en su eje fuerte y son perfiles que se pueden encontrar fácilmente ya que son perfiles comerciales.

Para elegir el tamaño de cada perfil de la estructura se ha procedido a realizar simulaciones de la estructura mediante el Software de diseño CAD SolidWorks 2016 y ver que el material soporta las cargas máximas a las que va a estar sometido en el peor de los casos, como se ha

dicho anteriormente la estructura del banco de pruebas está diseñada para soportar hasta tiros de 15 toneladas.

Los resultados de esta simulación pueden verse en el apartado “11 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de cabrestantes”.

### **10.3.2 Diseño placa de anclaje del cabrestante.**

La placa de anclaje del cabrestante es la parte del banco de pruebas en la que se sujeta el cabrestante, esta placa está construida de acero S275JR.

La placa de anclaje va sujeta a la estructura del banco de pruebas mediante 8 pernos.

Para este banco de pruebas se han diseñado tres placas distintas, ya que dependiendo del equipo que se vaya a testear se precisan unas sujeciones u otras.

En el diseño de las placas de anclaje se ha intentado que la placa de anclaje sea fácil de mecanizar, ya que esto abarata costes.

Para elegir las dimensiones de las placas de anclaje se ha procedido a realizar simulaciones mediante el Software de diseño CAD SolidWorks 2016 y ver que el material soporta las cargas máximas a las que va a estar sometido en el peor de los casos.

Los resultados de esta simulación pueden verse en el apartado “11 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de cabrestantes”.

### **10.3.3 Diseño bulones**

Los bulones son los encargados de sujetar los cilindros a la estructura del banco de pruebas, haciendo que en esa unión se permita la rotación.

Los bulones están fabricados de acero C45.

En el diseño de los bulones se ha intentado que sean fácilmente mecanizables, ya que esto abarata costes.

Para elegir las dimensiones de los bulones se ha procedido a realizar simulaciones mediante el Software de diseño CAD SolidWorks 2016 y ver que el material soporta las cargas máximas a las que va a estar sometido en el peor de los casos.

Los resultados de esta simulación pueden verse en el apartado “11 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de cabrestantes”.

### **10.3.4 Diseño viga superior**

La viga superior va conectada a los cilindros y es la encargada de transmitir la fuerza del cabrestante a los cilindros.

La viga superior está fabricada de acero S275JR.

La viga superior consta de un perfil IPE 200 en la cual se sitúan varios refuerzos y en sus extremos se colocan el anclaje para poder conectar la viga superior con los cilindros hidráulicos mediante dos bulones.

Para el diseño de la viga superior se ha elegido un perfil IPE debido a que este perfil posee una gran inercia en su eje fuerte y es un perfil que se puede encontrar fácilmente ya que es un perfil comercial, además se han añadido los refuerzos oportunos para que la pieza pueda llegar a soportar las fuerzas para las que ha sido diseñada.

En el diseño de la viga superior se ha intentado que sea lo más sencillo posible, ya que esto abarata costes.

Para elegir las dimensiones de la viga superior se ha procedido a realizar simulaciones mediante el Software de diseño CAD SolidWorks 2016 y ver que el material soporta las cargas máximas a las que va a estar sometido en el peor de los casos.

Los resultados de esta simulación pueden verse en el apartado “11 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de cabrestantes”.

#### **10.3.5 Diseño abrazaderas**

Las abrazaderas son piezas de acero S275JR.

Estas abrazaderas rodean los cilindros y van sujetas a la estructura del banco de pruebas de manera que fijan los cilindros en posición vertical y aseguran que se mantengan en esa posición durante todo el proceso de tiro.

En el diseño de las abrazaderas se ha intentado que sea lo más sencillo posible, ya que esto abarata costes.

Para elegir las dimensiones de las abrazaderas se ha procedido a realizar simulaciones mediante el Software de diseño CAD SolidWorks 2016 y ver que el material soporta las cargas máximas a las que va a estar sometido en el peor de los casos.

Los resultados de esta simulación pueden verse en el apartado “11 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de cabrestantes”.

#### **10.3.6 Diseño del soporte para los finales de carrera**

El soporte de los finales de carrera está anclado a la estructura y en él se sujetan los finales de carrera, tanto los de medida, como el de parada.

De este elemento no se ha realizado ninguna simulación debido a que no soporta ninguna carga.

El soporte de los finales de carrera está diseñado de forma que se conoce la distancia entre los distintos taladros, (para el tiro triple están a una distancia de 300mm y para el tiro simple a una distancia de 900mm), por lo tanto dependiendo del tiro que se vaya a realizar se colocarán los finales de carrera inferiores en una posición u otra y esta distancia se tiene en cuenta al realizar la hoja de cálculo Excel para que la velocidad calculada sea la correcta.



## 10.4 Esquemas

El banco de pruebas para cabrestantes consta de dos circuitos independientes, por un lado está el circuito hidráulico, que es el encargado de generar las fuerzas de las que el cabrestante estira y por otro lado está el circuito eléctrico, que es el encargado de suministrar la corriente eléctrica al cabrestante.

A continuación se presentarán los dos circuitos.

### 10.4.1 Esquema hidráulico

El circuito hidráulico consta de las siguientes partes:

- 2 Cilindros hidráulicos.
- 1 Bomba hidráulica.
- 1 Válvula selectora 3 vías, 2 posiciones.
- 1 Válvula reguladora de presión desde 2-30 bar.
- 1 Válvula reguladora de presión desde 15-145 bar.
- 1 Depósito.
- Latiguillos hidráulicos.

El circuito funciona de la siguiente manera:

Cuando se está tirando con el cabrestante en el banco de pruebas lo que se está haciendo es intentar comprimir los cilindros, de manera que se genera una presión dentro del cilindro. Esta presión será la presión de tarado de la válvula reguladora de presión que esté activada en ese momento mediante la válvula selectora, de manera que el cilindro descenderá con una presión constante y el aceite se irá moviendo desde los cilindros hasta el depósito.

En el caso de que lo que se desee sea tirar del cabrestante con el banco de pruebas (ensayo de capacidad de frenado) lo que sucede es que la válvula reguladora de presión está tarada al máximo, por lo tanto puede haber mucha presión dentro del circuito y los cilindros están abajo, por lo que si se bombea aceite mediante la bomba se llenan los cilindros y estos suben tirando así del cabrestante.

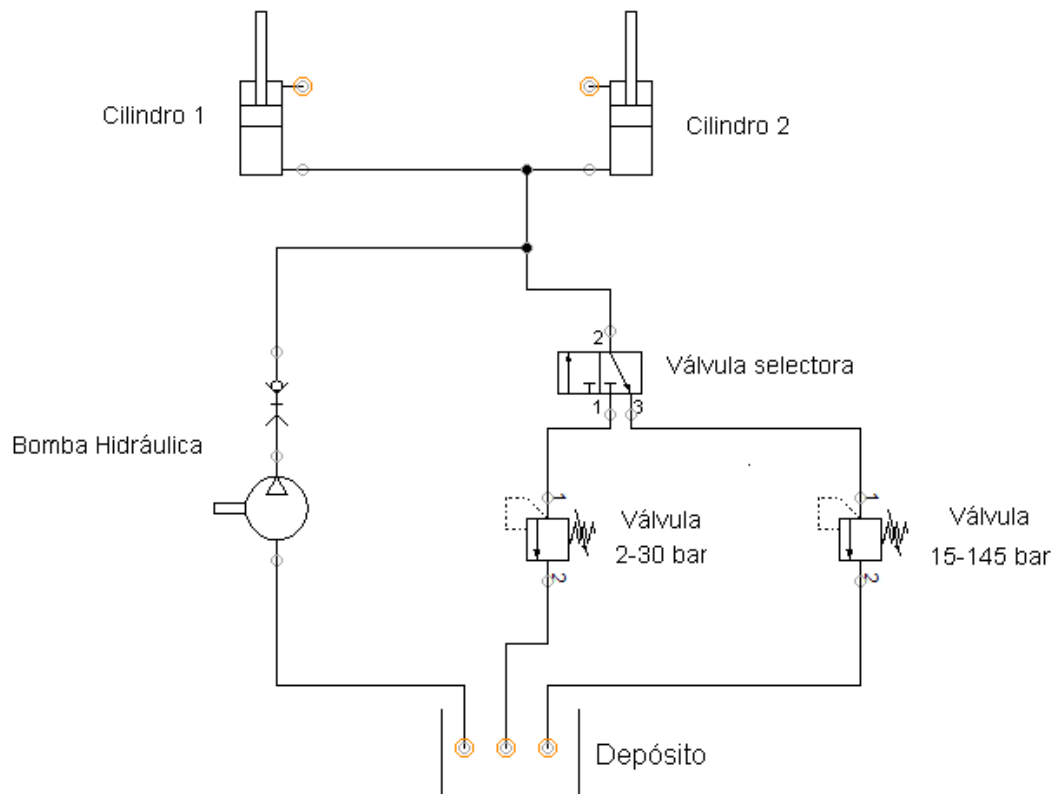


Imagen 32: Esquema hidráulico

#### 10.4.2 Esquema eléctrico

El circuito eléctrico consta de las siguientes partes:

- Fuente de alimentación de corriente continua 12/24V.
- Pulsador de emergencias.
- Relé.
- Final de carrera.
- Cable para realizar las conexiones.

El circuito funciona de la siguiente manera:

La fuente de alimentación siempre suministra corriente al cabrestante a no ser que se accione el botón de parada de emergencia o se accione el final de carrera que está situado en el final del recorrido del banco de pruebas. Si se da cualquiera de estas dos situaciones el suministro eléctrico se corta de inmediato tal y como se puede ver en el siguiente esquema.

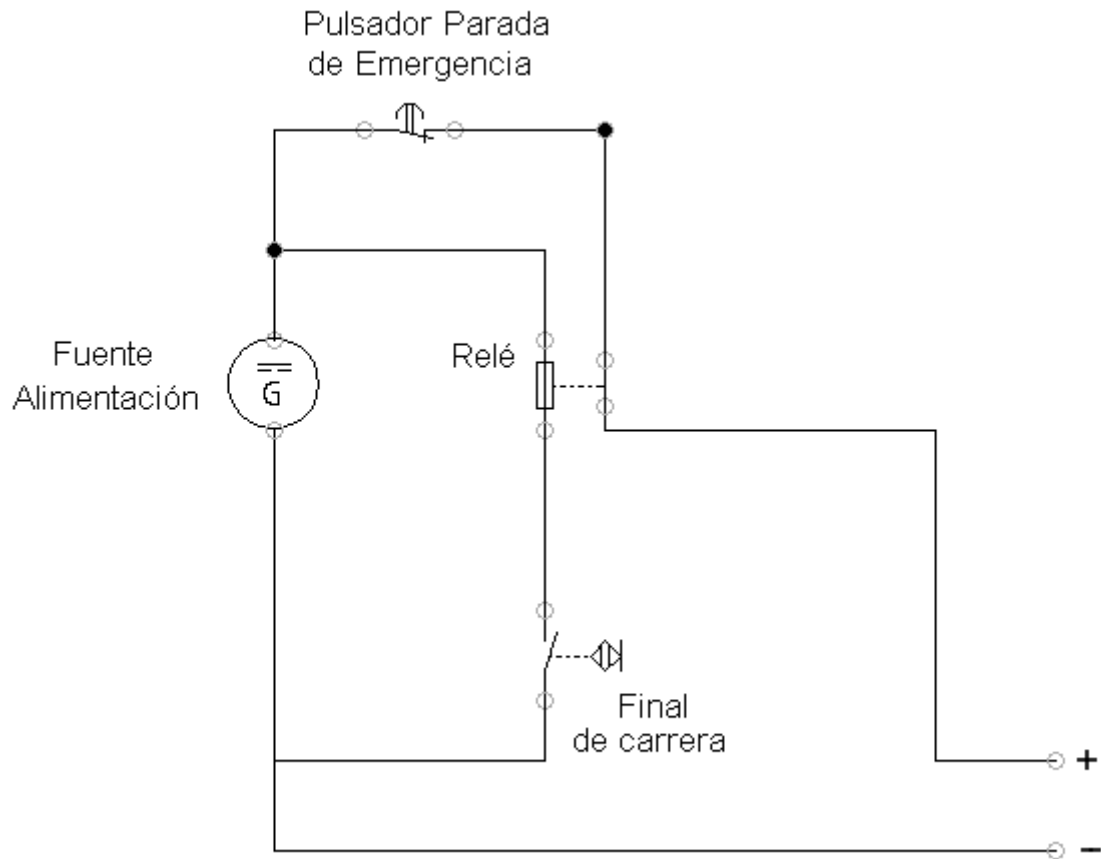


Imagen 33: Esquema eléctrico Banco Cabrestantes

## 10.5 Ensayo y parámetros de cálculo

Una vez diseñado el banco se expresarán tanto el procedimiento llevado a cabo para el ensayo como su metodología e instrumentación.

### 10.5.1 Ensayo de Capacidad de freno del cabrestante

El Ensayo de Capacidad de freno del cabrestante consiste en medir cuanta fuerza se le puede aplicar a un cabrestante desconectado sin que el tambor empiece a girar y por lo tanto se empiece a desenrollar el cable.

El Ensayo se realizará siguiendo las siguientes instrucciones:

1. Se ancla el cabrestante a la placa de anclaje por medio de los pernos adecuados.
2. Se coloca la válvula reguladora a máxima presión.
3. Se colocan los pistones en la posición más baja.
4. Se coloca el dinamómetro en la eslinga de la viga superior.
5. Se pasa el cable del cabrestante por la polea inferior y se sujeta el gancho en el gancho libre del dinamómetro (esta configuración es similar a la configuración "tiro simple" y puede verse en la imagen 34 situada al final de este apartado, en la sección "Configuración de tiros").
6. Se asegura que el cabrestante esté en la posición de tambor frenado.

7. Se comienza a bombear suavemente, de manera que los pistones tiran del cable hasta que el tambor comienza a girar.
8. Una vez se ha movido el tambor, se lee la medida en el dinamómetro de la fuerza máxima que ha soportado el cable.

### **10.5.2 Ensayo de “Line pull”**

El ensayo de “line pull” consiste en medir la fuerza máxima que es capaz de hacer el cabrestante.

Para realizar este ensayo se procede siguiendo las siguientes instrucciones:

1. Se ancla el cabrestante a la placa de anclaje por medio de los pernos adecuados y se conectan sus terminales.
2. Se coloca la válvula reguladora a máxima presión.
3. Se colocan los pistones en una posición intermedia.
4. Se coloca el dinamómetro en la eslinga de la viga superior.
5. Se pasa el cable del cabrestante por la polea inferior y se sujeta el gancho en el gancho libre del dinamómetro (esta configuración es similar a la configuración “ tiro simple” y puede verse en la Imagen 34 situada al final de este apartado, en la sección “Configuración de tiros”).
6. Se activa el cabrestante y se le hace tirar de la viga superior durante un instante (en este ensayo no se producirá movimiento ya que los cilindros están a máxima presión).
7. Se lee la medida en el dinamómetro de la fuerza máxima que ha soportado el cable y esta fuerza corresponde con su “line pull”.

### **10.5.3 Ensayo de velocidad de recogido del cable dependiendo de la carga de la que está tirando**

El Ensayo de velocidad de recogido del cable dependiendo de la carga de la que está tirando consiste en medir la velocidad con la que el cabrestante es capaz de recoger el cable dependiendo de la carga de la que está tirando.

Durante este ensayo también se medirá la corriente que consume el motor en cada tiro y la potencia que consume el motor en cada tiro.

Para realizar este ensayo se seguirán las siguientes instrucciones:

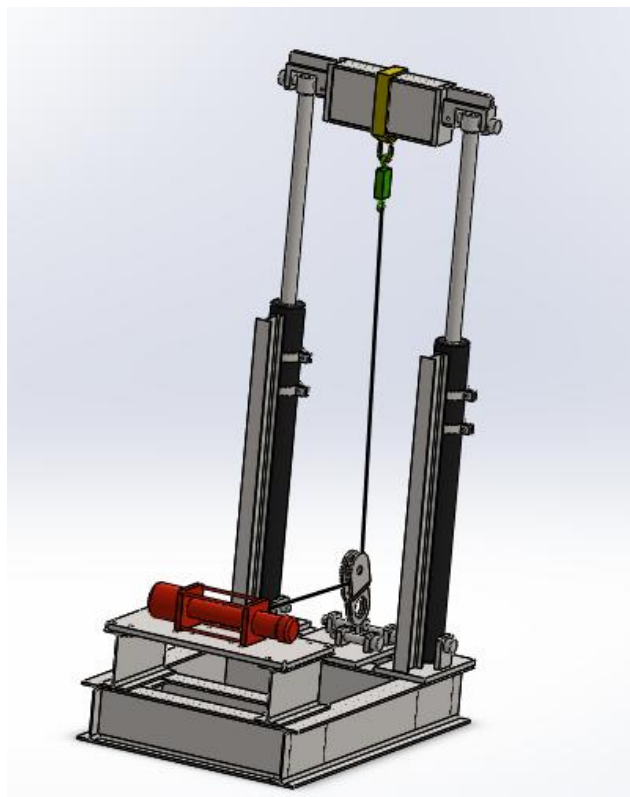
1. Se ancla el cabrestante a la placa de anclaje por medio de los pernos adecuados y se conectan sus terminales.
2. Se elige la válvula reguladora que se va a utilizar dependiendo del equipo que se vaya a testear mediante la llave selectora, si se testean cabrestantes con line pull menor de 2700Kg se utilizará la válvula de 2-30 bar y para los demás equipos la de 15-145 bar.
3. Se colocan los pistones en la posición más alta.
4. Se configura el tiro dependiendo de las características de éste tal y como se muestra en la sección “configuración de tiros”.
5. En el PC se configura arduino para realizar una nueva medición.

6. Se activa el cabrestante y se mantiene pulsado el pulsador de puesta en marcha del cabrestante hasta que se completa el tiro y el equipo se detiene automáticamente debido al final de carrera.
7. Se toma la medida del tiempo que ha durado el tiro y se introduce en la hoja Excel.
8. Se toma la medida de la fuerza media durante el tiro del dinamómetro y se anota en la hoja Excel.
9. Si se desea medir otro estado de carga se vuelve al punto 2 y se repite el proceso tantas veces como se desee

## **Configuración de tiros:**

### **Cabrestantes con line pull menor de 2700Kg:**

- Se selecciona mediante la llave selectora la válvula reguladora de presión de 2-30 bar.
- Se tara la válvula a la presión deseada para realizar el tiro.
- Se coloca el dinamómetro en la eslinga de la viga superior.
- Se pasa el cable del cabrestante por la polea inferior y se sujeta el gancho en el dinamómetro tal y como se muestra en la Imagen 34. (TIRO SIMPLE).
- Se continúa con el punto 6.

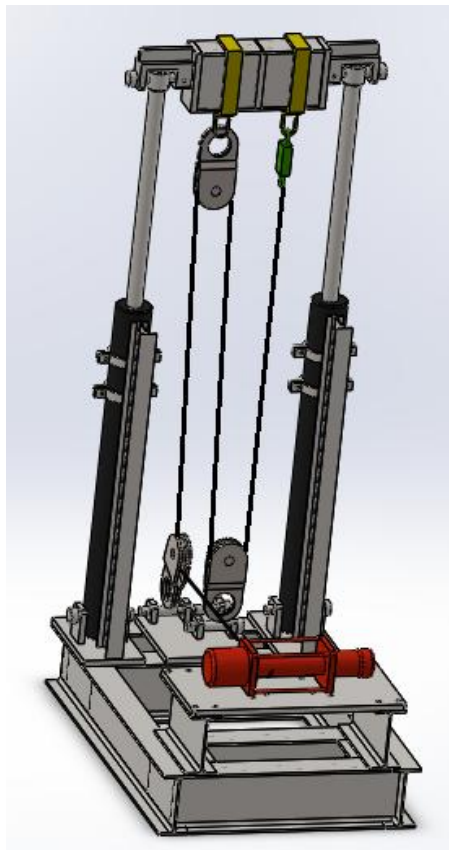


*Imagen 34: Tiro Simple*

## **Cabrestantes con line pull mayor de 2700 Kg:**

### **Tiros para medidas de cargas desde 800 Kg a 2500 Kg:**

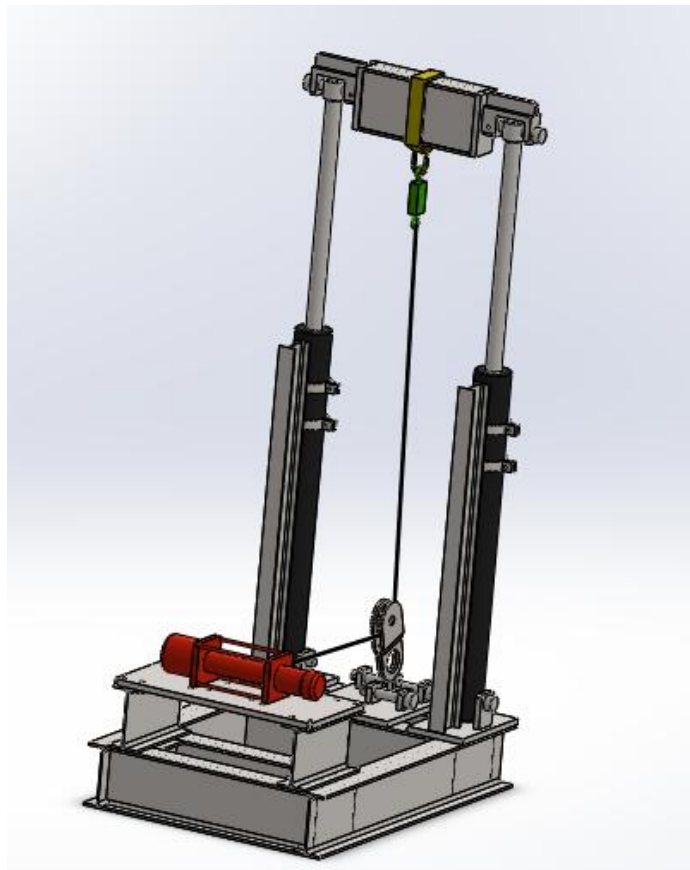
- Se selecciona mediante la llave selectora la válvula reguladora de presión de 15-145 bar.
- Se tara la válvula a la presión deseada para realizar el tiro.
- Se colocan dos eslingas en la viga superior.
- Se coloca una polea en la eslinga de la viga superior que coincide con la polea inferior por la que entra el cable del cabrestante.
- Se coloca una polea paralela a la polea inferior.
- Se coloca el dinamómetro en la eslinga libre de la viga superior.
- Se introduce el cable del cabrestante por las poleas tal y como se muestra en la Imagen 35 y se sujeta el extremo del cable al dinamómetro. (TIRO TRIPLE).
- Se continúa con el punto 6.



*Imagen 35: Tiro Triple*

**Tiros para medidas de cargas desde 2500 Kg a 10000 Kg:**

- Se selecciona mediante la llave selectora la válvula reguladora de presión de 15-145 bar.
- Se tara la válvula a la presión deseada para realizar el tiro.
- Se coloca el dinamómetro en la eslinga de la viga superior.
- Se pasa el cable del cabrestante por la polea inferior y se sujeta el gancho del cable en el dinamómetro tal y como se muestra en la Imagen 36. (TIRO SIMPLE).
- Se continúa con el punto 6.



*Imagen 36: Tiro Simple*

## **11 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de cabrestantes**

### **11.1 Elección del cilindro hidráulico:**

Debido al diseño del banco de pruebas se utilizarán 2 cilindros conectados en paralelo, de manera que cada cilindro soportará la mitad de la fuerza de tiro del cabrestante, debido a que se quiere medir la velocidad de recogido del cabrestante es necesario que la carrera de estos cilindros sea mayor a 900mm, para que la medida sea más precisa.

Debido a que la fuerza máxima de tiro serán 15 toneladas, cada cilindro deberá soportar como mínimo 7.5 toneladas con el vástago extendido completamente sin que se produzca pandeo.

Con estas condiciones se ha decidido que se va a elegir el siguiente cilindro:

-Carrera: 1000 mm

-Velocidad máxima: 0.5 m/s

-Diámetro vástago: 70 mm

-Diámetro émbolo: 100 mm

-Fuerza a 150bar: 11781 Kg

-Área de empuje: 0,007854 m<sup>2</sup>

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

### **11.2 Elección de válvula reguladora de presión para testear tiros de más de 2000Kg o con triple polea:**

Como para los equipos más rápidos su primer punto de prueba es a 800Kg y se realiza ese tiro con una triple polea para que la velocidad del cable sea 3 veces mayor a la velocidad del cilindro, la fuerza que se está aplicando al cilindro es de 2400 Kg, esto se traduce a que a cada cilindro le corresponden 1200Kg de fuerza, y para que el cilindro haga una fuerza de 1200Kg se precisa una presión en el cilindro de 15 bares.

Esté va a ser el punto crítico para elegir la válvula ya que es el punto que más caudal de aceite va a pasar por ella y es necesario que la válvula tenga capacidad para que pase este caudal.

La velocidad de los equipos más rápidos con una carga de 800Kg no supera los 16 m/min, por lo tanto se va a tomar como velocidad de tiro 20 m/min.



-Como el tiro es con triple polea:

$$\text{Velocidad cilindro} = \frac{\text{Velocidad cable}}{3} = \frac{20}{3} = 6.67 \text{ m/min}$$

*Expresión 1: Velocidad tirando con triple polea*

-Pasando la velocidad a metros/segundo:

$$\text{Velocidad cilindro} = \frac{6.67}{60} = 0.12 \text{ m/seg}$$

*Expresión 2: Velocidad en m/s*

-El fabricante nos da la siguiente expresión:

$$\text{Caudal} \left( \frac{\text{l}}{\text{min}} \right) = \frac{\text{Velocidad} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot \text{Área empuje} (\text{mm}^2) \cdot 60}{1000} = \frac{0.12 \cdot 7854 \cdot 60}{1000} = 56.55 \text{ l/min}$$

*Expresión 3: Caudal cilindro*

-Como hay dos cilindros en paralelo:

$$\text{Caudal mínimo válvula} = 56.55 \cdot 2 = 113.1 \text{ l/min}$$

*Expresión 4: Caudal 2 cilindros*

**-Válvula elegida: VP16**

-Campo de regulación: 15-145bar (con 145bar es suficiente para testear cabrestantes hasta 10 toneladas)

-Caudal máximo: 150 l/min

-*Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

Ahora con ésta válvula se recalcula la velocidad máxima que se va a poder obtener:

$$\text{Velocidad cilindro} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = \frac{\text{Caudal} \left( \frac{\text{l}}{\text{min}} \right) \cdot 1000}{\text{Área} (\text{mm}^2) \cdot 60} = \frac{150 \cdot 1000}{7854 \cdot 60} = 0.16 \text{ m/s}$$

*Expresión 5: Velocidad cilindro*

Como el tiro es con triple polea el cilindro desciende tres veces más despacio que el cable:

$$\text{Velocidad cable} = \text{Velocidad cilindro} \cdot 3 = 0.16 \cdot 3 = 0.48 \text{ m/s}$$

*Expresión 6: Velocidad cable*

Finalmente se pasa a metros por minuto, ya que es la unidad en la que se mide esta característica:

$$\text{Velocidad máxima cable} = 0.48 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 28.8 \text{ m/min}$$

*Expresión7: Velocidad máxima*

### 11.3 Elección de válvula reguladora de presión para testear tiros con cabrestantes con line pull menor de 2700Kg:

En estos equipos las velocidades de recogido máximas rondan los 3 m/min, por lo que se elegirá la válvula para velocidades de 4 m/min.

-Pasando la velocidad a metros/segundo:

$$\text{Velocidad cilindro} = \frac{4 \left( \frac{\text{m}}{\text{min}} \right)}{60 \left( \frac{\text{s}}{\text{min}} \right)} = 0.067 \text{ m/seg}$$

*Expresión 8: Velocidad cilindro para tiros de bajo line pull*

-El fabricante nos da la siguiente expresión:

$$\text{Caudal} \left( \frac{\text{l}}{\text{min}} \right) = \frac{\text{Velocidad} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) \cdot \text{Área empuje} \left( \text{mm}^2 \right) \cdot 60}{1000} = \frac{0.067 \cdot 7854 \cdot 60}{1000} = 31.57 \text{ l/min}$$

*Expresión 9: Caudal para tiros de bajo line pull*

-Como hay dos cilindros en paralelo:

$$\text{Caudal mínimo válvula} = 31.57 \cdot 2 = 63.14 \text{ l/min}$$

*Expresión 10: Caudal mínimo de válvula*

**-Válvula elegida: VMP**

-Campo de regulación: 2-30bar

-Caudal máximo: 80 l/min

-*Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

Ahora con ésta válvula se recalcula la velocidad máxima que se va a poder obtener:

$$\text{Velocidad cilindro} \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) = \frac{\text{Caudal} \left( \frac{\text{l}}{\text{min}} \right) \cdot 1000}{\text{Área} \left( \text{mm}^2 \right) \cdot 60} = \frac{80 \cdot 1000}{7854 \cdot 60} = 0.085 \text{ m/s}$$

*Expresión1 1: Velocidad cilindro para tiros de bajo line pull*

Finalmente se pasa a metros por minuto, ya que es la unidad en la que se mide esta característica:

$$\text{Velocidad máxima cable} = 0.0085 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 5.1 \text{ m/min}$$

*Expresión 12: Velocidad máxima para tiros de bajo line pull*

#### **11.4 Elección Vatímetro:**

Se precisa de un equipo que sea capaz de medir intensidades de hasta 600A en corriente continua, por lo tanto se ha elegido el siguiente:

- Medidor de potencia PCE-PA6000

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

#### **11.5 Elección Dinamómetro:**

Para poder medir la fuerza que está haciendo el equipo en cada momento con precisión se necesita un dinamómetro, no es suficiente con conocer la presión dentro de los cilindros ya que pueden aparecer fuerzas ajenas que hagan que no se corresponda la fuerza de tiro con la fuerza teórica que debería de hacer debido al tarado de la presión en los cilindros.

Por lo tanto se ha elegido el siguiente dinamómetro:

-Dinamómetro PCE-FB 150K

Este dinamómetro es capaz de medir hasta valores de 13 toneladas y es capaz de obtener una fuerza media durante el tiempo que dura el tiro.

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

#### **11.6 Elección PC:**

No se ha elegido ningún PC debido a que en la empresa ya poseen uno que puede estar destinado a trabajar en este banco.

#### **11.7 Elección Fuente Alimentación corriente continua:**

No se ha elegido ninguna fuente de alimentación debido a que en la empresa ya posee un que puede estar destinada a trabajar en este banco.

#### **11.8 Elección Finales de carrera:**

Se precisa unos finales de carrera que se accionen mecánicamente y que tengan un tamaño adecuado para poderlos anclar al banco de pruebas, por lo tanto se han elegido los siguientes finales de carrera.

-Final de carrera PIZZATO FR-505

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

### **11.9 Elección Arduino:**

Las características que debe de tener arduino son tener suficientes entradas para poder conectar dos finales de carrera y ser capaz de medir el tiempo que pasa desde que se desactiva uno hasta que se activa el otro.

Teniendo en cuenta las características anteriores se ha elegido el siguiente modelo arduino:

-Arduino UNO rev3

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

### **11.10 Elección Bomba hidráulica:**

La presión máxima a la que se va a trabajar son 145 bares, por lo tanto la bomba deberá ser capaz de suministrar esta presión, además se desea que sea manual ya que así no precisa de conexiones eléctricas y su instalación y mantenimiento son mucho más simples y además al ser manual se tiene más tacto cuando se realiza el ensayo de capacidad de frenado.

Teniendo en cuenta estas características se ha elegido la siguiente bomba:

-BOMBA MANUAL SIMPLE EFECTO 45CM3 P=280BAR PM45S00S

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

### **11.11 Elección Latiguillos:**

La selección de latiguillos la ha realizado la empresa proveedora de los componentes hidráulicos, teniendo en cuenta los demás componentes hidráulicos.

### **11.12 Elección Válvula selectora:**

Para seleccionar la válvula selectora se ha tenido en cuenta su presión máxima, su caudal máximo y que sea capaz de seleccionar entre dos circuitos distintos. Teniendo en cuenta estas características la empresa proveedora de los componentes hidráulicos ha seleccionado la siguiente válvula selectora:

-VÁLVULA BOLA 2 VIAS PN350 DN40

### **11.13 Elección depósito aceite**

Para seleccionar el depósito de aceite se ha tenido en cuenta que fuese compatible con la bomba hidráulica y que tuviese la capacidad de almacenar como mínimo la misma cantidad de aceite que cabe en los dos cilindros.

Teniendo en cuenta estas condiciones la empresa proveedora de los componentes hidráulicos ha seleccionado el siguiente depósito:

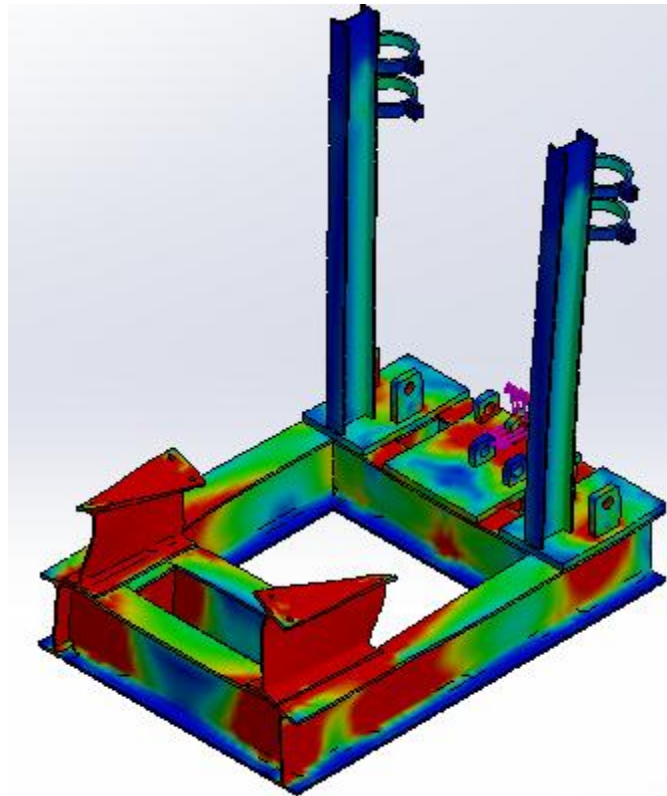
-DEPOSITO CHAPA 30LT CON TAPA CF030GC

### 11.14 Elección Relé

No se ha elegido ningún Relé debido a que en la empresa ya poseen relés que pueden estar destinados a trabajar en este banco.

### 11.15 Simulación del banco de pruebas bajo cargas

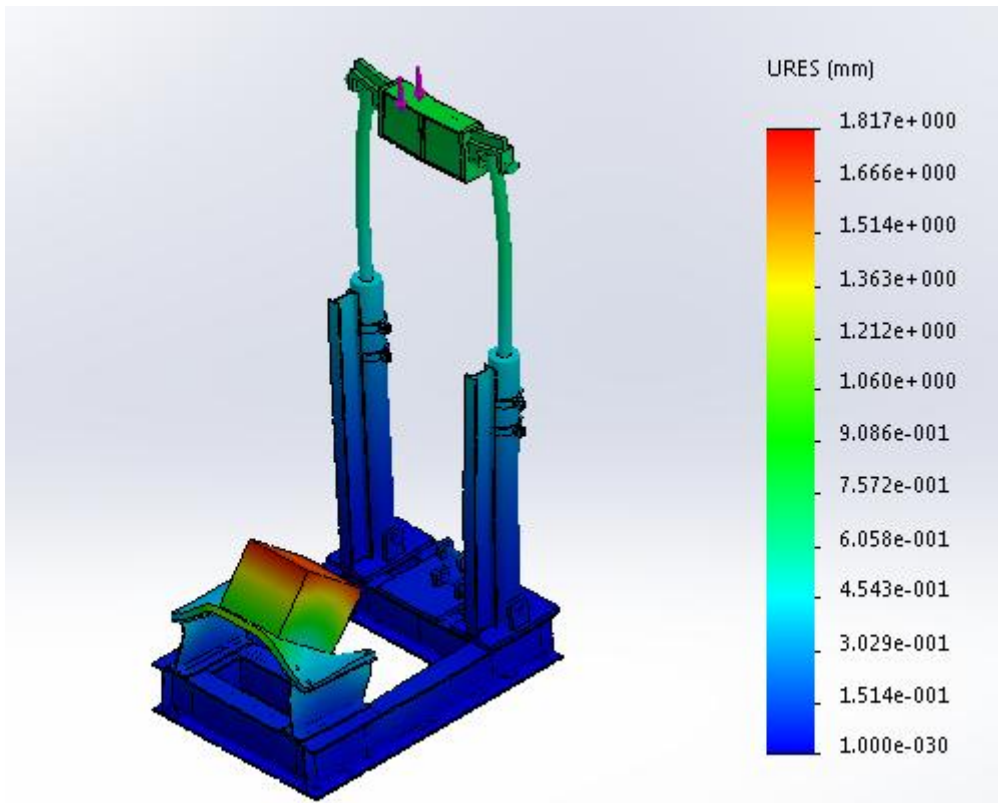
En la siguiente imagen se puede observar el comportamiento del banco de pruebas bajo cargas, las zonas en azul son las zonas que menos sufren y las zonas en rojo son las zonas que más sufren cuando el banco de pruebas está sometido a un esfuerzo.



*Imagen 37: Comportamiento Estructura Bajo Cargas*

Además también se han analizado los desplazamientos que sufre el banco de pruebas cuando está trabajando en las peores condiciones.

A continuación se muestra la simulación en la cual se ven los desplazamientos y se ve que los desplazamientos que se producen son muy pequeños y por lo tanto se pueden admitir.



*Imagen 38: Desplazamientos estructura Bajo Cargas*

A continuación se analizará el comportamiento de cada parte del banco de pruebas cuando se le aplican las fuerzas que se generarían en un tiro con un cabrestante.

### **11.16 Simulación de la estructura bajo cargas**

Todos los componentes que forman la estructura están fabricados de acero S275JR, cuyo límite elástico son 275 Mpa.

Para simular el comportamiento de la estructura bajo cargas se ha simulado el peor de los casos que se podría dar, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad (el banco es hasta 10 toneladas y se diseña hasta 15 toneladas).

En las siguientes imágenes se puede ver la simulación y se puede observar que en ningún momento el material llega a superar su límite elástico.

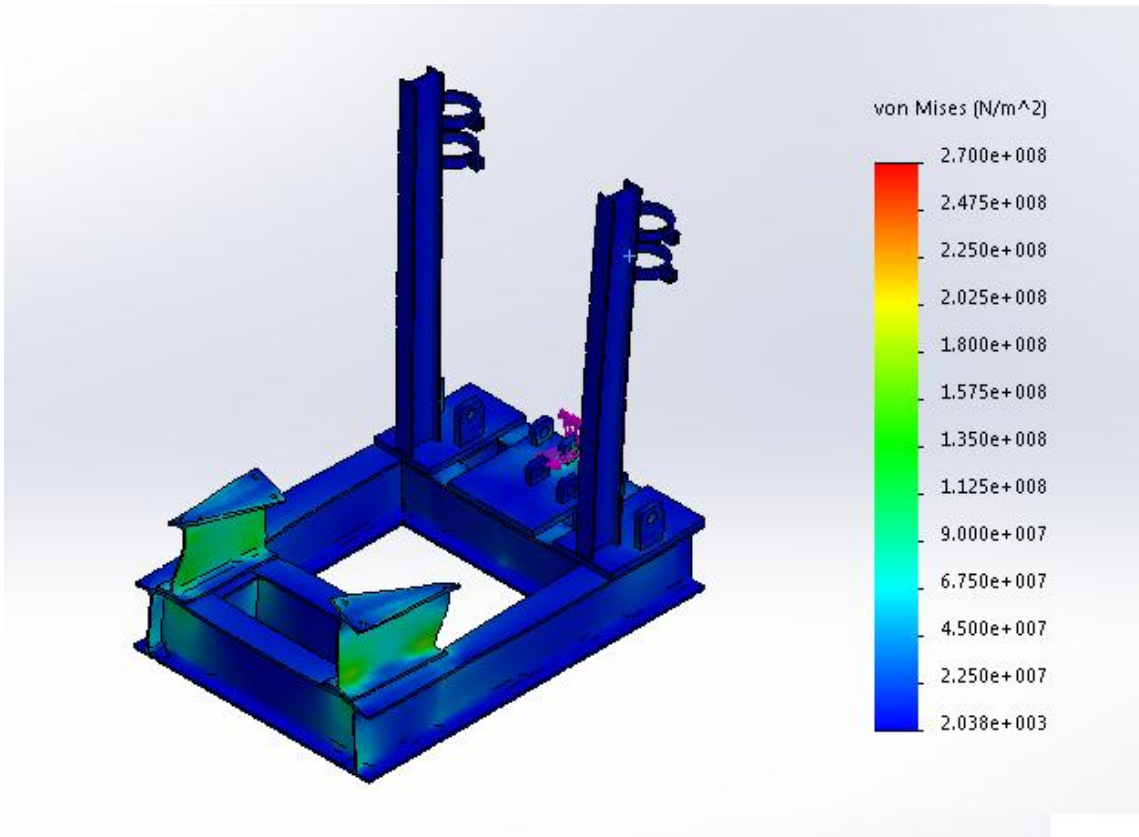


Imagen 39: Simulación Estructura Bajo Cargas

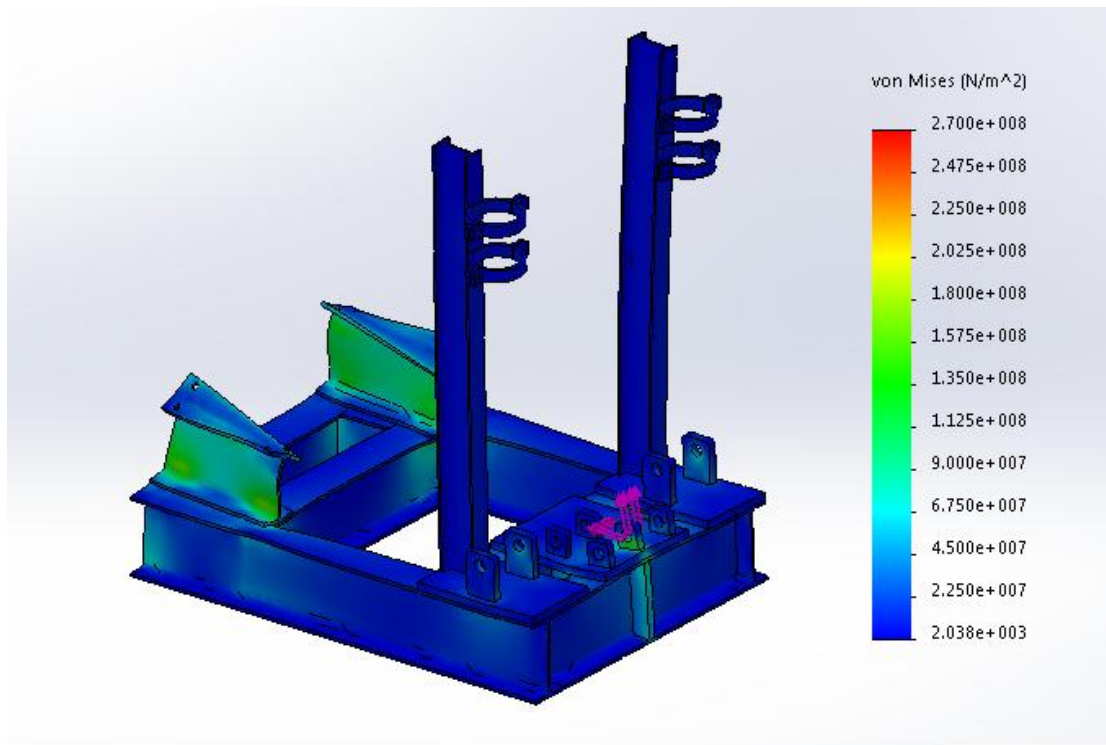


Imagen 40: Simulación Estructura Bajo Cargas

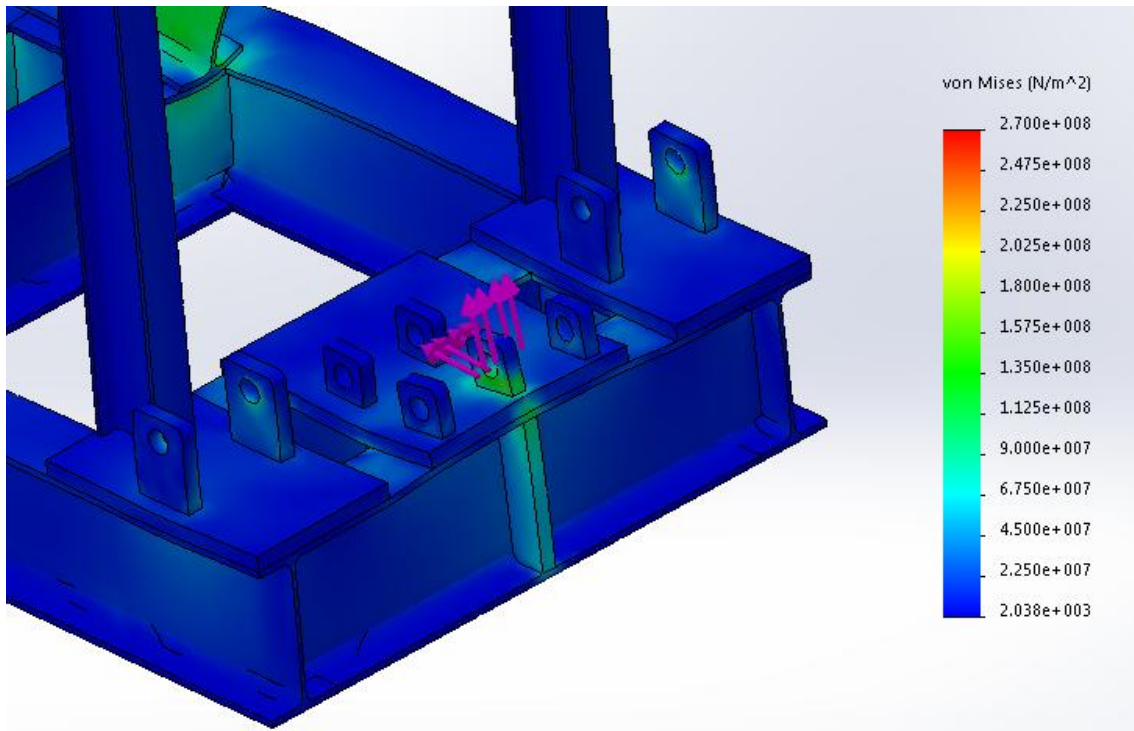


Imagen 41: Simulación Estructura Bajo Cargas

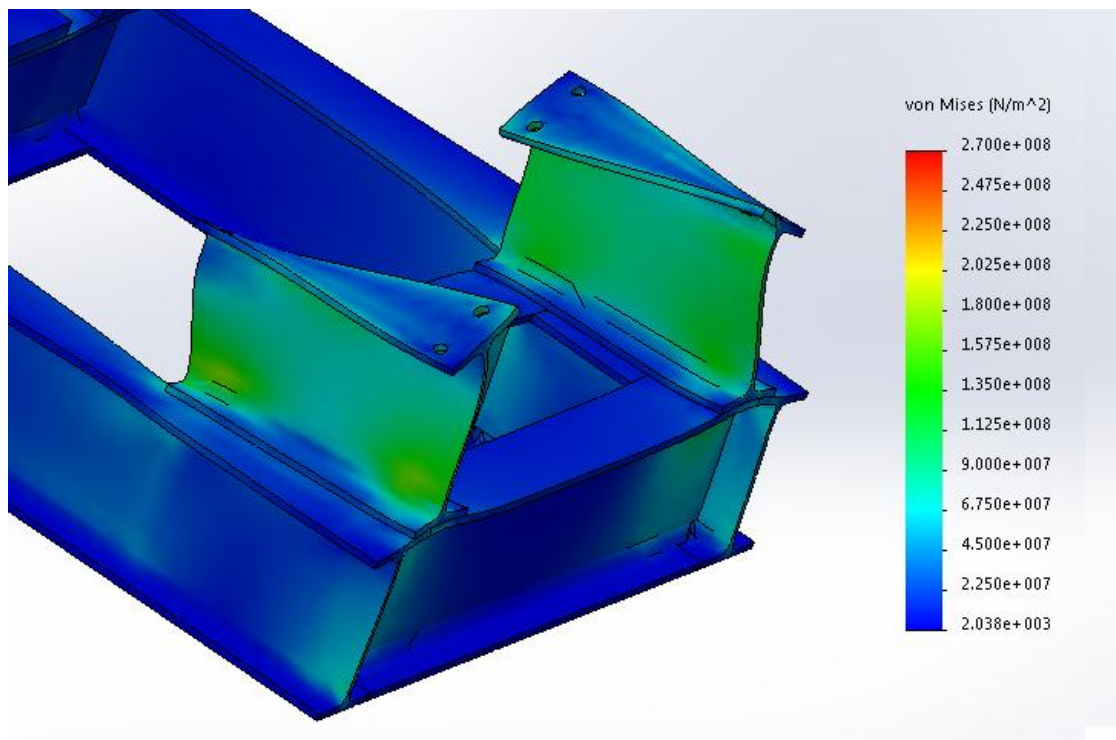


Imagen 42: Simulación Estructura Bajo Cargas



### 11.17 Simulación de la placa de anclaje del cabrestante bajo cargas

La placa de anclaje del cabrestante está fabricada con acero S275JR, cuyo límite elástico son 275 Mpa.

Para simular el comportamiento de la placa de anclaje bajo cargas se ha simulado el peor de los casos que se podría dar, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad (el banco es hasta 10 toneladas y se diseña hasta 15 toneladas).

En la siguiente imagen se puede ver la simulación y se puede observar que en ningún momento el material llega a superar su límite elástico.

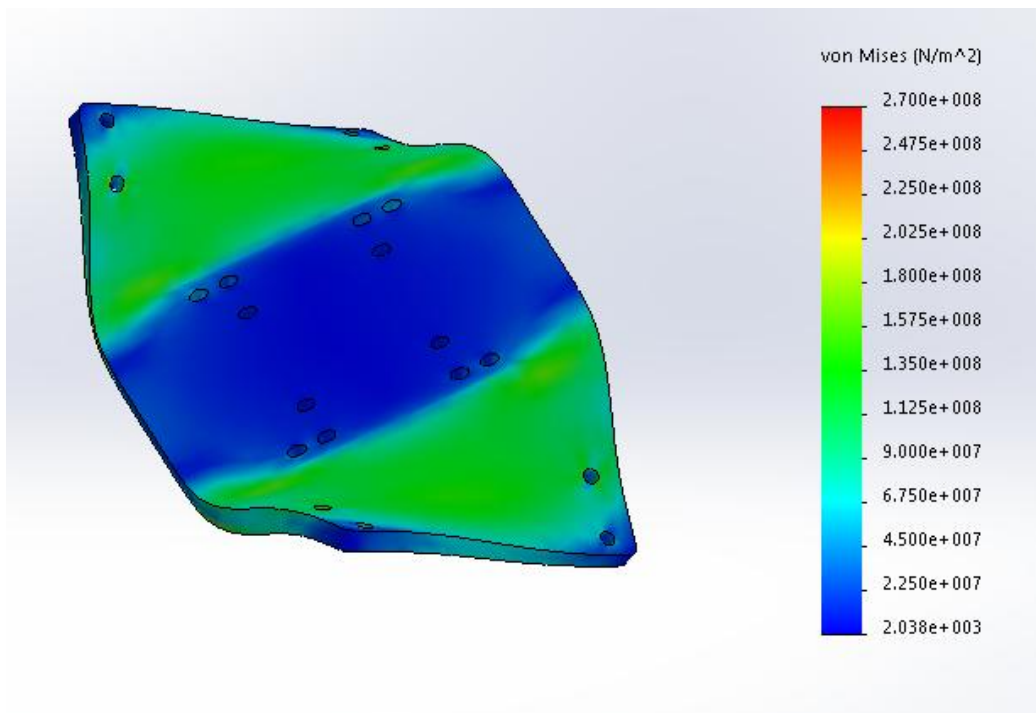


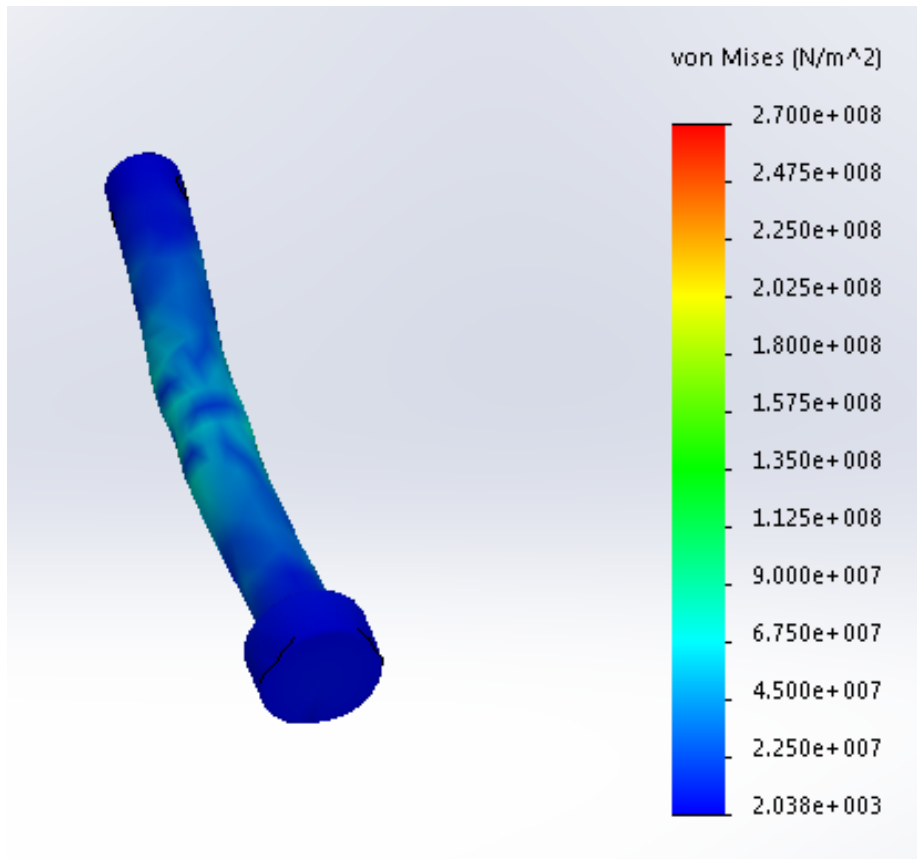
Imagen 43: Simulación Placa Anclaje Bajo Cargas

### 11.18 Simulación de los bulones bajo cargas

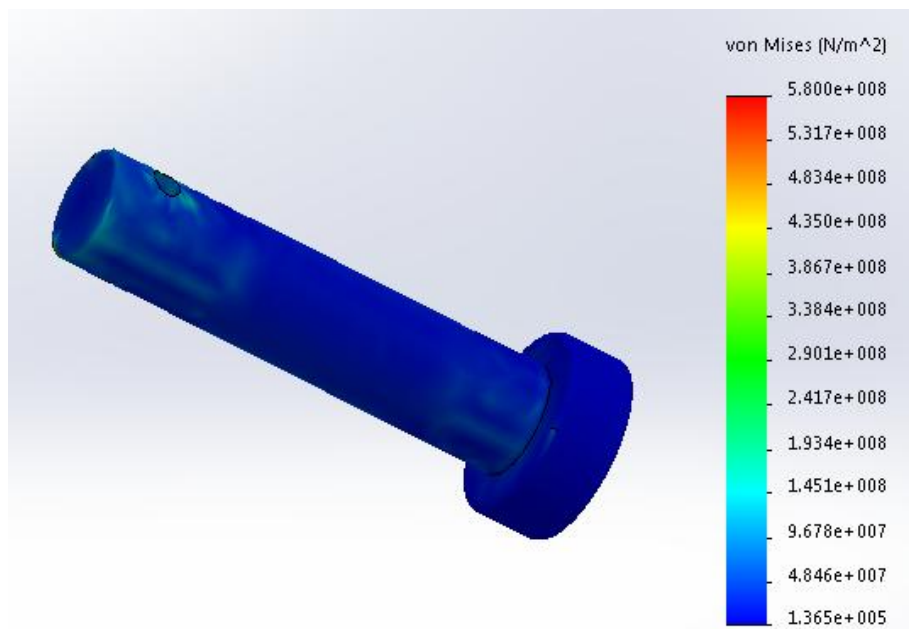
Los bulones están fabricados con acero C45, cuyo límite elástico son 580 Mpa.

Para simular el comportamiento de los bulones bajo cargas se ha simulado el peor de los casos que se podría dar, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad (el banco es hasta 10 toneladas y se diseña hasta 15 toneladas).

En las siguientes imágenes se pueden ver las simulaciones y se puede observar que en ningún momento el material llega a superar su límite elástico.



*Imagen 44: Simulación Bulón Polea Inferior Bajo Cargas*



*Imagen 45: Simulación Bulón Viga inferior Bajo Carga*

### 11.15 Simulación de la viga superior bajo cargas

Todos los componentes que forman la viga superior están fabricados de acero S275JR, cuyo límite elástico son 275 Mpa.

Para simular el comportamiento de la viga superior bajo cargas se ha simulado el peor de los casos que se podría dar, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad (el banco es hasta 10 toneladas y se diseña hasta 15 toneladas).

En las siguientes imágenes se puede ver la simulación y se puede observar que en ningún momento el material llega a superar su límite elástico.

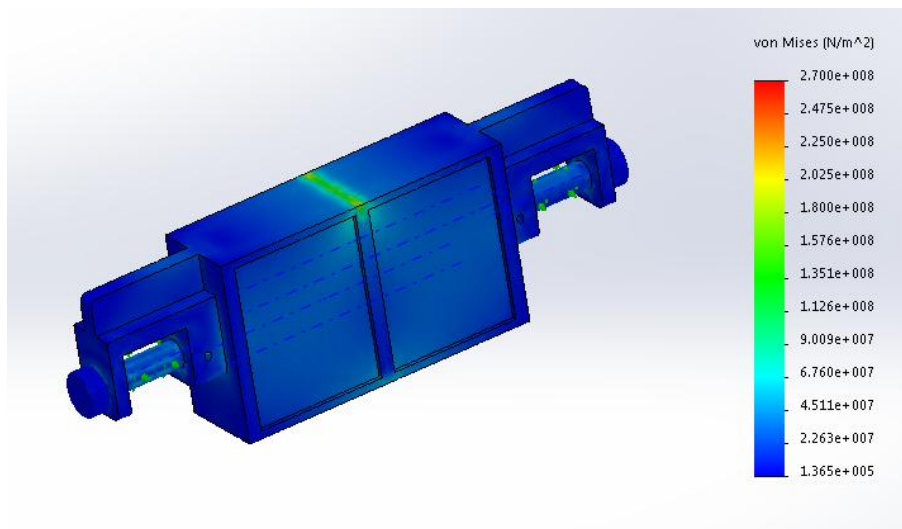


Imagen 46: Simulación Viga Superior Bajo Cargas

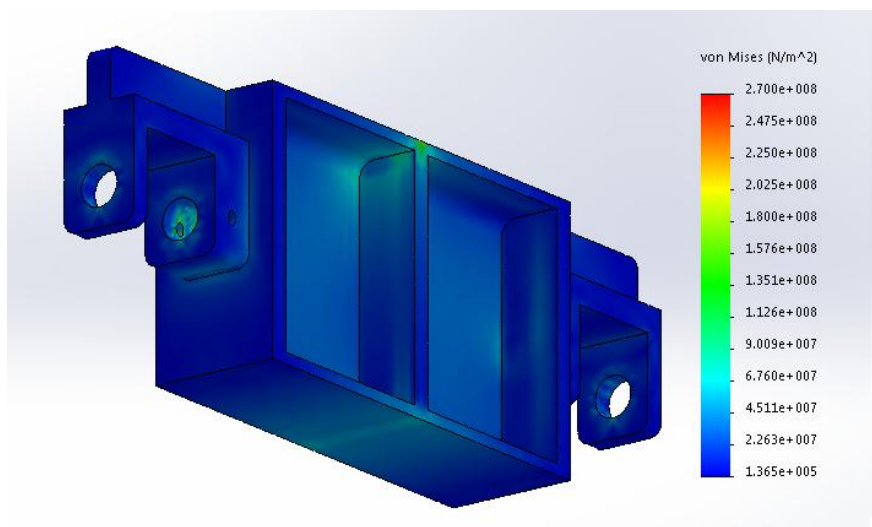


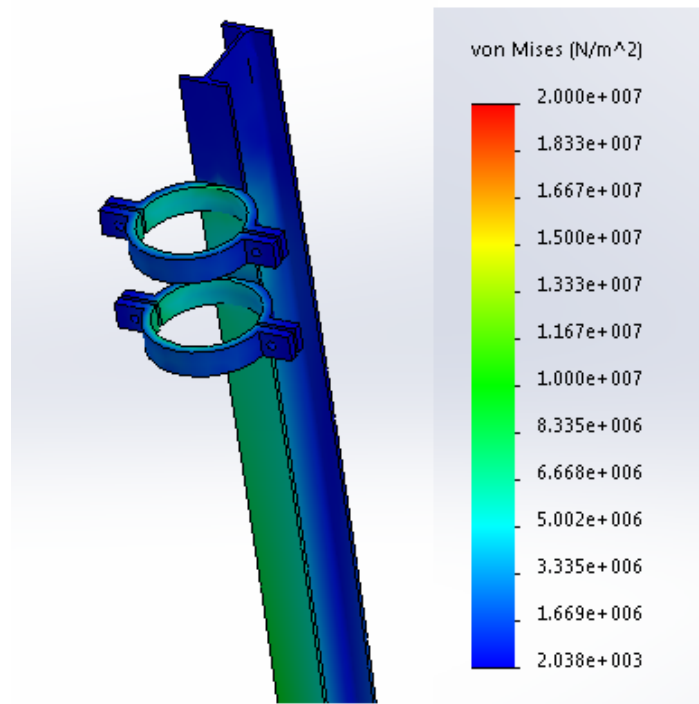
Imagen 47: Simulación Viga Superior Bajo Cargas

### 11.15 Simulación de las abrazaderas bajo cargas

Las abrazaderas están fabricadas con acero S275JR, cuyo límite elástico son 275 Mpa.

Para simular el comportamiento de las abrazaderas bajo cargas se ha simulado el peor de los casos que se podría dar, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad (el banco es hasta 10 toneladas y se diseña hasta 15 toneladas).

En la siguiente imagen se puede ver la simulación y se puede observar que en ningún momento el material llega a superar su límite elástico.



*Imagen 48: Simulación Abrazaderas Bajo Cargas*

## 12 Banco de pruebas para motores de cabrestantes

### 12.1 Introducción

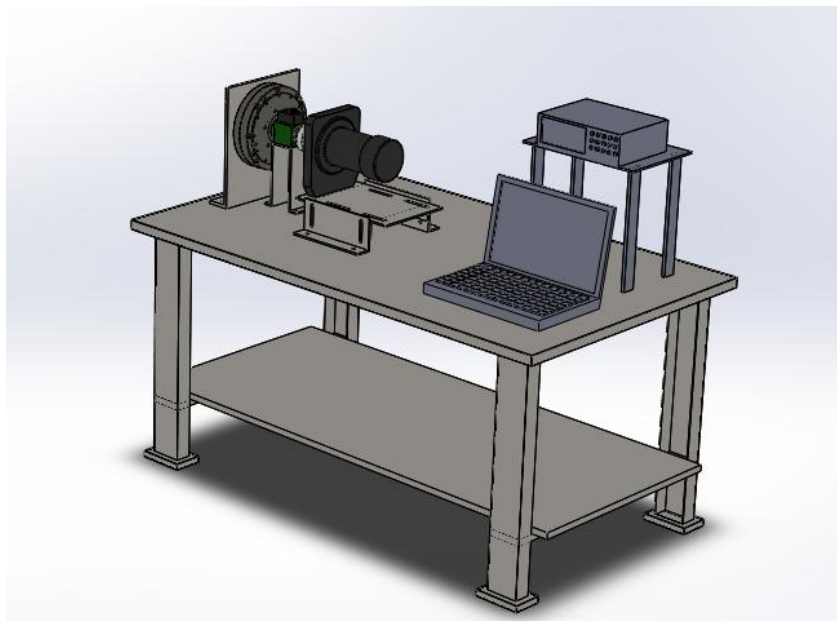
Un banco de pruebas para motores eléctricos es una instalación que se emplea para obtener los parámetros característicos de un motor eléctrico, además también se emplea para conocer las limitaciones de dicho motor.

El banco de pruebas para motores eléctricos que abarca este proyecto es un banco de pruebas para motores eléctricos con un par máximo de 60 Nm y velocidades de rotación máximas de 10000rpm.

En este banco de pruebas únicamente se analizará la potencia consumida, la potencia entregada y la velocidad angular del motor bajo distintos estados de carga.

### 12.2 Elementos

En la siguiente imagen se puede ver el aspecto que tiene el banco de pruebas para motores eléctricos de corriente continua.



*Imagen 49: Banco de Pruebas Para Motores Eléctricos*

A continuación se procederá a explicar cada uno de sus componentes.

#### 12.2.1 Banco

El banco de trabajo va a ser el lugar en el cual se ancle tanto el soporte del motor eléctrico, como el soporte del sensor de par, como el soporte del freno electromagnético.

Además en este banco también se colocará el PC y el vatímetro.

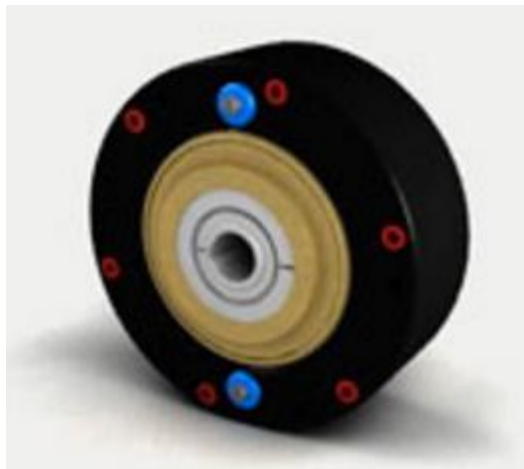


*Imagen 50: Banco*

### **12.2.2 Freno electromagnético**

El freno electromagnético es un dispositivo Electromagnético - Mecánico cuya función específica es de frenar (desacelerar) la inercia de un motor eléctrico u otro dispositivo mecánico.

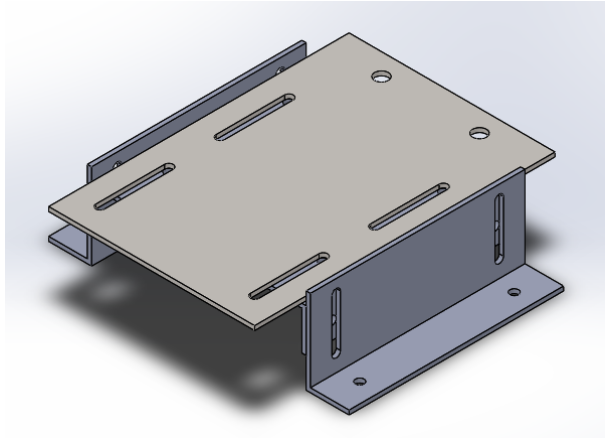
El freno electromagnético es el encargado de frenar el motor eléctrico y va conectado mediante un casquillo con el sensor de par



*Imagen 51: Freno Electromagnético*

### **12.2.3 Soporte Motor**

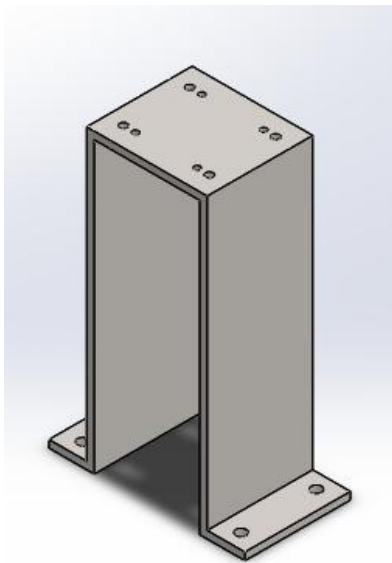
La función del soporte del motor eléctrico es fijar el motor al banco de pruebas y permitir que el eje del motor quede perfectamente alineado con el eje del sensor de par, por ello consta de cuatro piezas que debido a los colisos que poseen es posible regular la posición del motor y adaptarla para que queden perfectamente alineados los ejes.



*Imagen 52: Soporte Motor*

#### **12.2.4 Soporte sensor de par**

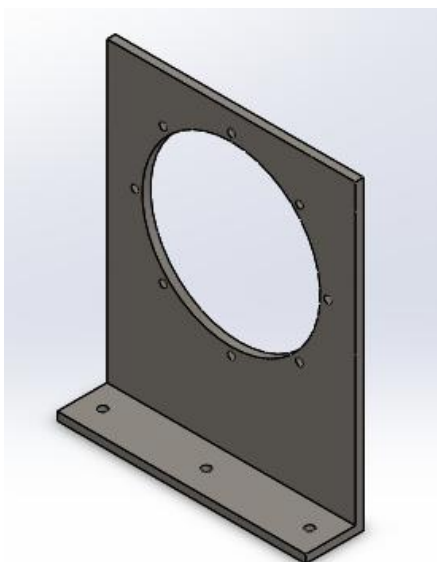
La función del soporte del sensor de par es fijar el sensor de par al banco de pruebas y proporcionar la rigidez suficiente para que el sensor de par no se mueva por acción de las fuerzas que se generan durante el ensayo.



*Imagen 53: Soporte Sensor de Par*

#### **12.2.5 Soporte freno electromagnético**

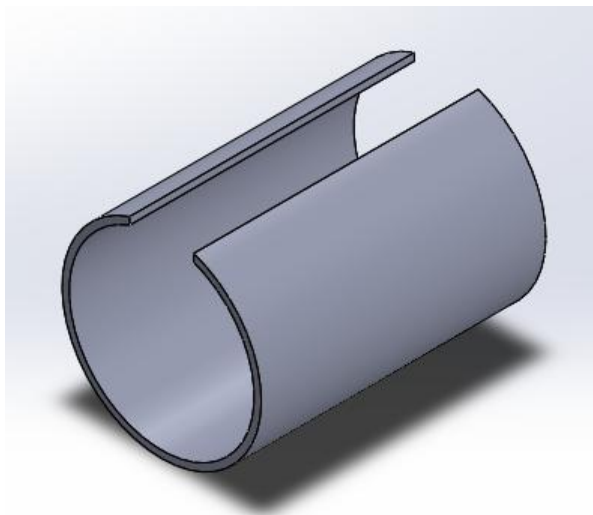
La función del soporte del freno electromagnético es fijar el freno electromagnético al banco de pruebas y proporcionar la rigidez suficiente para que el freno electromagnético no se mueva por acción de las fuerzas que se generan durante el ensayo.



*Imagen 54: Soporte Freno Electromagnético*

### **12.2.6 Casquillo**

El casquillo es una pieza cilíndrica y su función es unir el eje del sensor de par con el eje del freno electromagnético de manera que acoplen perfectamente y se pueda transmitir la potencia correctamente.



*Imagen 55: Casquillo*

### **12.2.7 Acople sensor de par con motor eléctrico**

El acople sensor de par con motor eléctrico es una pieza cuya función es unir el sensor de par con el eje del motor eléctrico de manera que se pueda transmitir la potencia correctamente.





*Imagen 56: Acople ejes*

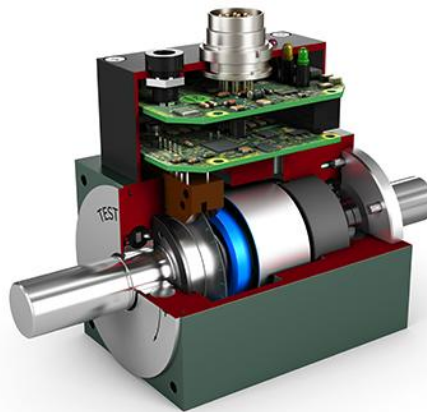
## **12.2.8 Elementos de medición**

### **12.2.8.1 Sensor de par**

El sensor de par mide la fuerza de torsión a la que se somete un eje durante las diferentes fases de su funcionamiento, bien sea en arranque, dinámico o parada. Se suele ensayar y estudiar en elementos de potencia como motores, generadores, alternadores, etc. Un transductor de par proporciona una variación mecánica en una eléctrica, en este caso una torsión se traduce en una variación de voltaje.

El sensor de par está situado entre el motor eléctrico y el freno electromagnético, de manera que permite medir el par que se está aplicando en el eje del motor.

Además el sensor de par posee un tacómetro integrado y una salida USB. Conectando el puerto USB a un PC y mediante un software, el sensor permite obtener las gráficas de potencia Vs Velocidad.



*Imagen 57: Sensor de Par*

### **12.2.8.2 Vatímetro**

El vatímetro es un instrumento electrodinámico para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico dado. El dispositivo consiste en un par de bobinas fijas, llamadas «bobinas de corriente» o amperométrica, y una bobina móvil llamada «bobina de potencial» o voltimétrica.

El vatímetro se colocara en el motor eléctrico, de manera que muestre la potencia que está consumiendo en cada momento.



*Imagen 58: Vatímetro*

### **12.2.8.3 PC**

El PC es una máquina electrónica capaz de almacenar información y tratarla automáticamente mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos.

El PC se usa para almacenar todos los datos recogidos durante el ensayo y tratarlos de la forma correcta para obtener los resultados deseados.



*Imagen 59: PC*

## **12.2.9 Elementos de seguridad**

### **12.2.9.1 Pulsador parada de emergencia**

Según la norma EN ISO 13850, la función de parada de emergencia sirve para prevenir situaciones que puedan poner en peligro a las personas, para evitar daños en la máquina o en trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona.

Para ello se necesitan unidades de mando que estén equipadas con un pulsador tipo champiñón rojo y un fondo amarillo. La función de parada de emergencia puede utilizarse en general como medida de seguridad complementaria a las funciones de protección directas, como los interruptores de seguridad instalados en puertas de protección que neutralizan las situaciones de peligro sin necesidad de que la persona actúe.



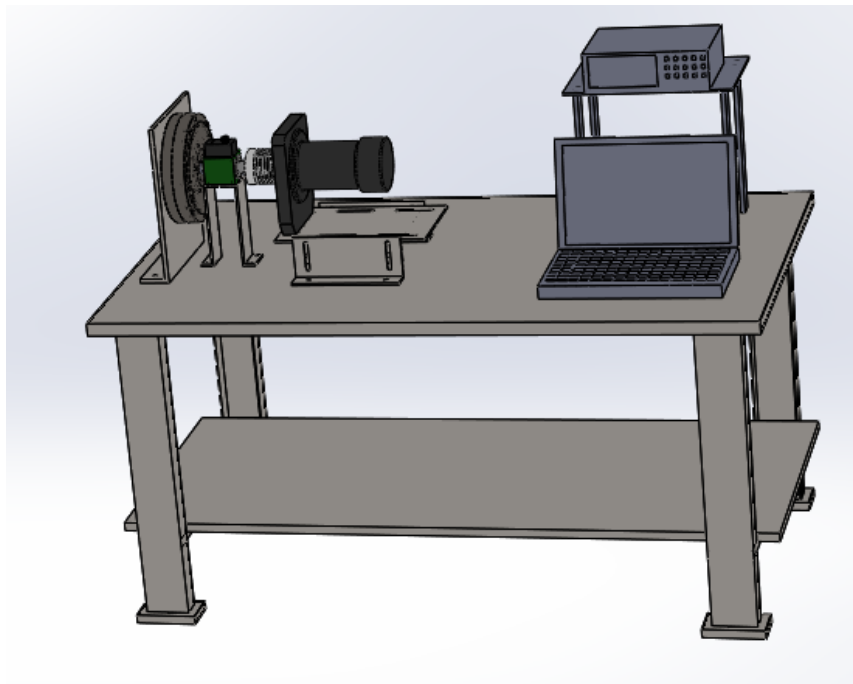
*Imagen 60: Pulsador Parada de Emergencias*

### **12.3 Diseño**

En el diseño del banco de pruebas para motores eléctricos de corriente continua se ha intentado que la máquina consiga medir todos los parámetros que debe medir de la forma más sencilla posible, ya que actuando de esta manera se consigue que la máquina tenga menor coste económico.

Para conseguir abaratar costes se ha intentado que todos los componentes del banco sean comerciales o que sean fácilmente contruidos, por lo tanto las piezas diseñadas expresamente para el banco son lo más sencillas posible y fácilmente reproducibles en caso de que se deteriorase alguna de estas.

En la Imagen 61 se puede ver el diseño CAD del banco de pruebas para motores eléctricos.



*Imagen 61: Banco de Pruebas Para Motores Eléctricos*

A continuación se explica el diseño mecánico de las partes del banco de pruebas que no son comerciales y que se han diseñado expresamente para el banco.

### **12.3.1 Diseño soporte motor**

El soporte del motor eléctrico consta de cuatro piezas de acero S275JR.

La función del soporte del motor eléctrico es fijar el motor al banco de pruebas y permitir que el eje del motor quede perfectamente alineado con el eje del sensor de par, por ello consta de cuatro piezas que debido a los colisos que poseen es posible regular la posición del motor y adaptarla para que queden perfectamente alineados los ejes.

En el diseño del soporte del motor eléctrico se ha intentado que sea lo más sencillo posible, ya que esto abarata costes.

Para elegir las dimensiones del soporte del motor eléctrico se ha tenido en cuenta las medidas que tienen los motores de los cabrestantes y se ha procedido a realizar simulaciones mediante el Software de diseño CAD SolidWorks 2016 y ver que el material soporta las cargas máximas a las que va a estar sometido en el peor de los casos.

Los resultados de esta simulación pueden verse en el apartado “13 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de motores eléctricos”.

### **12.3.2 Diseño soporte sensor de par**

El soporte del sensor de par es una pieza de acero S275JR.

La función del soporte del sensor de par es fijar el sensor de par al banco de pruebas y proporcionar la rigidez suficiente para que el sensor de par no se mueva por acción de las fuerzas que se generan durante el ensayo.

En el diseño del soporte del sensor de par se ha intentado que sea lo más sencillo posible, ya que esto abarata costes.

Para elegir las dimensiones del soporte del sensor de par se ha procedido a realizar simulaciones mediante el Software de diseño CAD SolidWorks 2016 y ver que el material soporta las cargas máximas a las que va a estar sometido en el peor de los casos.

Los resultados de esta simulación pueden verse en el apartado “13 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de motores eléctricos”.

### **12.3.3 Diseño soporte freno electromagnético**

El soporte del freno electromagnético es una pieza de acero S275JR.

La función del soporte del freno electromagnético es fijar el freno electromagnético al banco de pruebas y proporcionar la rigidez suficiente para que freno electromagnético no se mueva por acción de las fuerzas que se generan durante el ensayo.

En el diseño del soporte del freno electromagnético se ha intentado que sea lo más sencillo posible, ya que esto abarata costes.

Para elegir las dimensiones del soporte del freno electromagnético se ha procedido a realizar simulaciones mediante el Software de diseño CAD SolidWorks 2016 y ver que el material soporta las cargas máximas a las que va a estar sometido en el peor de los casos.

Los resultados de esta simulación pueden verse en el apartado “13 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de motores eléctricos”.

## **12.4 Esquemas**

El banco de pruebas para cabrestantes consta de un circuito eléctrico, que es el encargado de suministrar la corriente eléctrica al motor y que en caso de emergencia se puede parar por medio de un pulsador de emergencias.

A continuación se presenta el circuito.

### **12.4.1 Esquema eléctrico**

El circuito eléctrico consta de las siguientes partes:

- Fuente de alimentación de corriente continua 12/24V.
- Pulsador de emergencias.
- Relé.
- Interruptor de puesta en marcha.
- Cable para realizar las conexiones.

El circuito funciona de la siguiente manera:

La fuente de alimentación suministra corriente al circuito y cuando se desea que el motor comience a girar se acciona el interruptor de puesta en marcha, que a través de un relé hace que se cierre el circuito y el motor comience a girar.

Además cuenta con un botón de parada de emergencia, que en el caso de que se pulse este botón se corta el suministro eléctrico del circuito de inmediato, tal y como se puede ver en el siguiente esquema

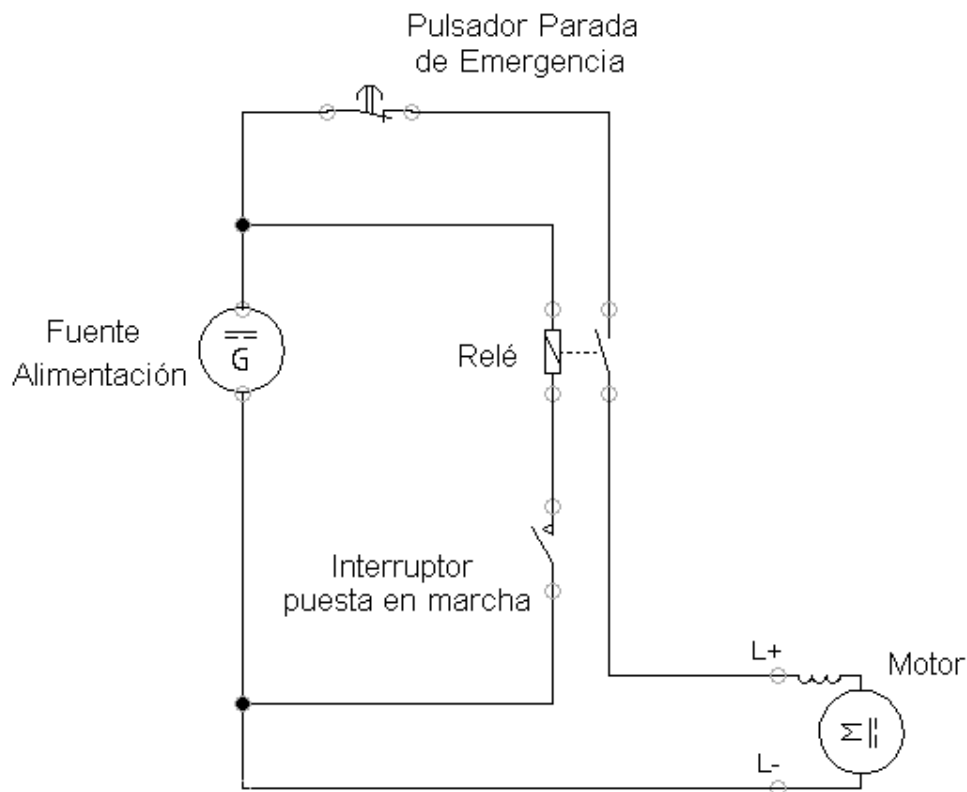


Imagen 62: Esquema Eléctrico Banco Motores Eléctricos

## 12.5 Ensayo y parámetros de cálculo

En este ensayo únicamente se analizará la potencia consumida, la potencia entregada y la velocidad angular del motor eléctrico bajo distintos estados de carga.

Para ello se procederá siguiendo las siguientes instrucciones:

1. Se conectará el sensor de par al PC.
2. Se anclará el motor eléctrico al banco de pruebas mediante los pernos adecuados.
3. Se encajará el eje del motor con el acople del eje de sensor de par y se apretarán los pernos del soporte del motor para fijar su posición.
4. Se conectarán los terminales del motor.
5. Se conectará el vatímetro al motor.
6. Se regulará la fuente de alimentación del freno electromagnético para que aplique la corriente deseada al freno electromagnético para que se genere el par de frenado que se desea.
7. Se hace girar el motor durante hasta que se muestren las medidas en pantalla.
8. Se detiene el motor.
9. Se leen los resultados de todas las medidas tomadas durante el ensayo y se anotan en la hoja Excel.
10. Si se desea medir otro punto de carga se regresa al punto 6 y se repite el proceso tantas veces como sea oportuno.

## **13 Justificación de la elección de los elementos y cálculos justificativos para el banco de pruebas de motores eléctricos**

### **13.1 Freno electromagnético:**

Los motores eléctricos de este tipo de cabrestantes tienen como par máximo 60Nm, por lo tanto este es el parámetro que limita la elección del freno.

Se ha optado por elegir el siguiente freno, capaz de frenar hasta 120 Nm. Y que además viene con una fuente de alimentación para poder controlar el par de frenado, este par de frenado varía linealmente con la intensidad aplicada.

El freno elegido ha sido el siguiente:

-FRENO MEROBEL FAT 1200 (ME317400-00)

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

### **13.2 Sensor de par:**

Los motores eléctricos de este tipo de cabrestantes tienen como par máximo 60Nm y como velocidad máxima 9000rpm, por lo tanto estos son los parámetros que limitan la elección del sensor de par.

El sensor de par elegido es el siguiente, que es capaz de medir hasta 100 Nm a una velocidad de 15000rpm:

- Sensor de par rotativo 8661-5100

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

### **13.3 Banco de trabajo**

El banco de trabajo va a ser el lugar en el cual se ancle tanto el soporte del motor eléctrico, como el soporte del sensor de par, como el soporte del freno electromagnético.

Además en este banco también se colocará el PC y el vatímetro, por lo tanto se necesita un banco que tenga una robustez adecuada y unas dimensiones adecuadas para que se pueda alojar en el todo lo anteriormente nombrado.

El banco elegido ha sido el siguiente:

-BANCO DE TRABAJO TH150 METALICO

*-Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

### 13.4 Acople sensor de par – motor eléctrico

El acople sensor de par con motor eléctrico es una pieza de MATERIAL cuya función es unir el sensor de par con el eje del motor eléctrico de manera que se pueda transmitir la potencia correctamente.

Los requisitos que debe cumplir el acople son que sea capaz de acoplar un eje de diámetro 26mm con un eje de diámetro 16mm y además sea capaz de transmitir un par de 80 Nm, ya que los motores no sobrepasan ese valor.

El acople elegido ha sido el siguiente:

-BK2/80/94 con  $D_1=26\text{mm}$  y  $D_2=16\text{mm}$ .

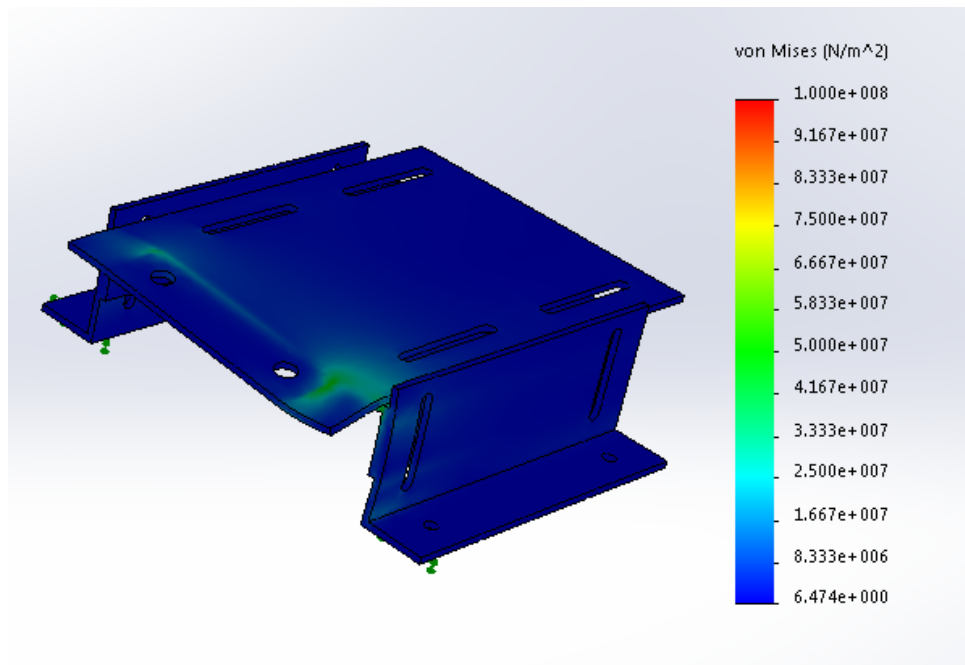
-*Documentación técnica en anexo 1: Documentación Técnica.*

### 13.5 Simulación del soporte del motor bajo cargas

El soporte del motor está fabricado con acero S275JR, cuyo límite elástico son 275 Mpa.

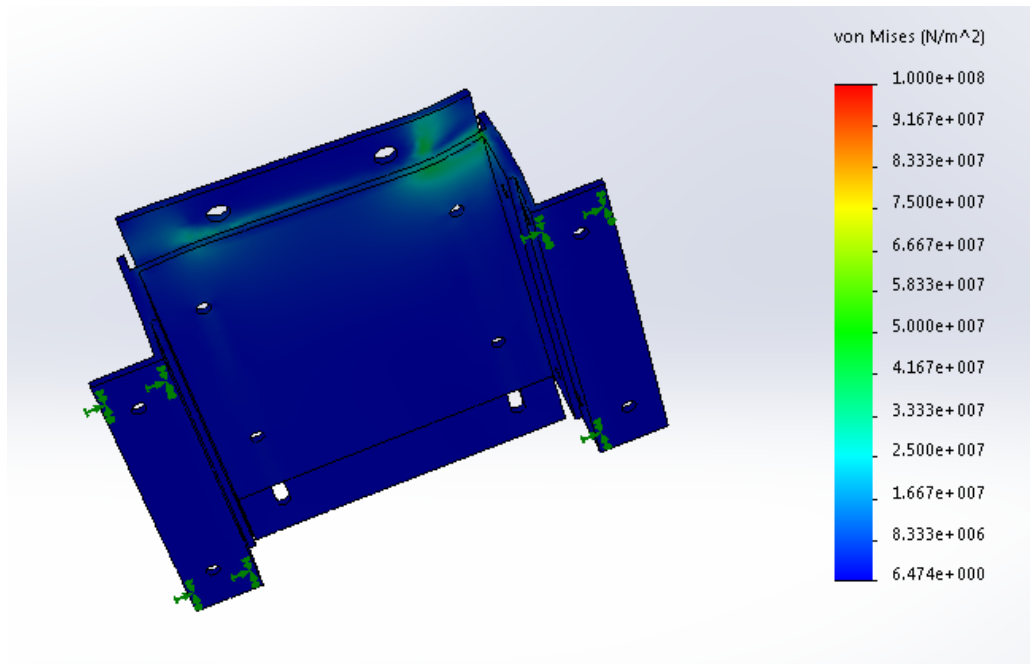
Para simular el comportamiento del soporte del motor bajo cargas se ha simulado el peor de los casos que se podría dar, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad (el motor está aplicando un par de 120 Nm).

En la siguiente imagen se puede ver la simulación y se puede observar que en ningún momento el material llega a superar su límite elástico.



*Imagen63: Simulación Soporte Motor Bajo Cargas*

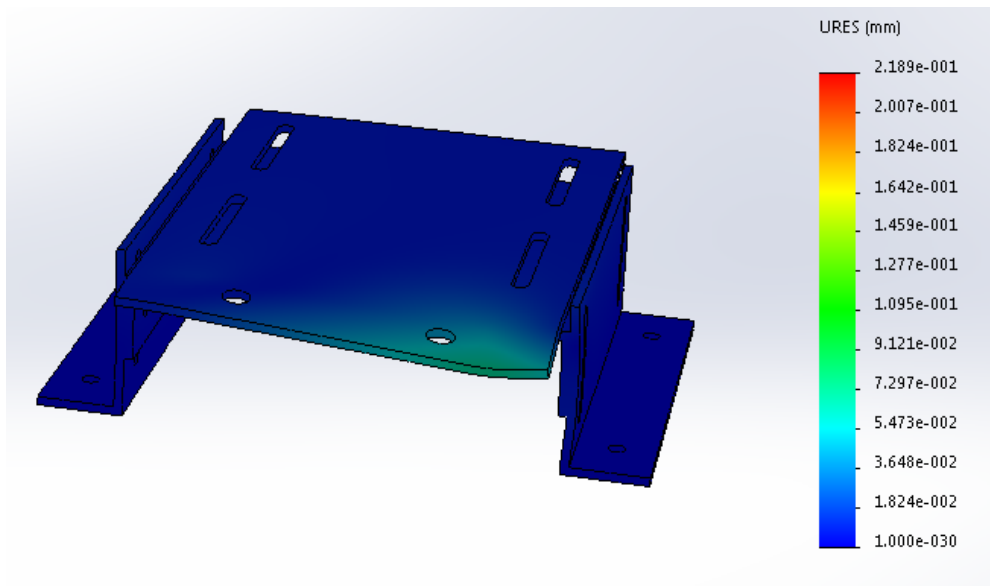




*Imagen64: Simulación Soporte Motor Bajo Cargas*

Además también se han analizado los desplazamientos que sufre el soporte cuando está trabajando en las peores condiciones.

A continuación se muestra la simulación en la cual se ven los desplazamientos y se ve que los desplazamientos que se producen son muy pequeños y por lo tanto se pueden admitir.



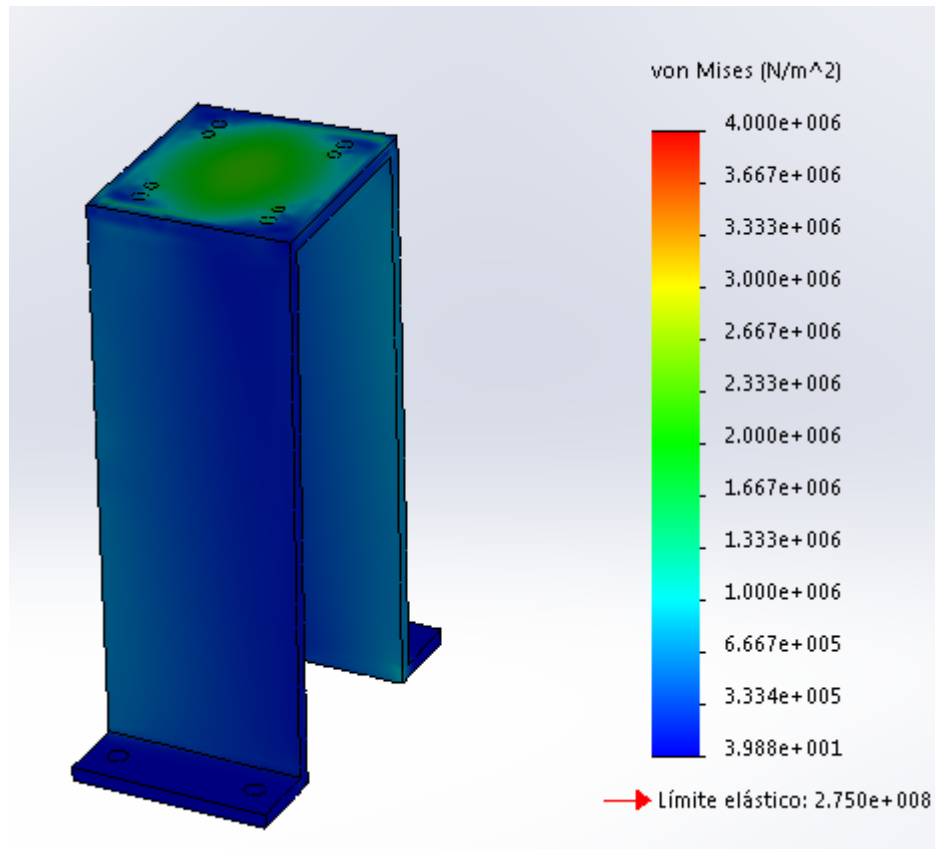
*Imagen65: Simulación Soporte Motor Bajo Cargas*

### 13.6 Simulación del soporte del sensor de par bajo cargas

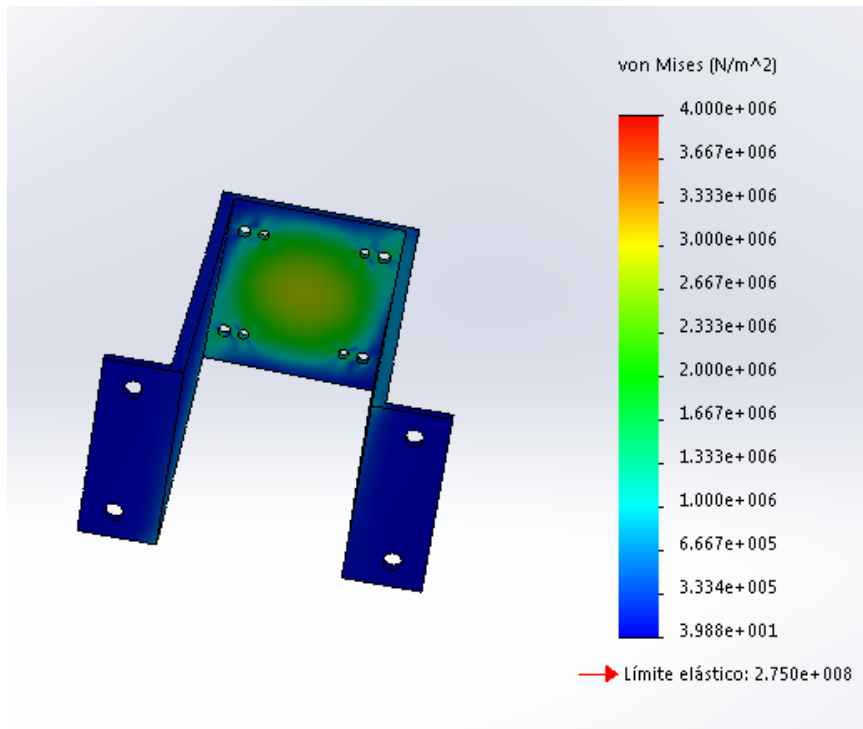
El soporte del sensor de par está fabricado con acero S275JR, cuyo límite elástico son 275 Mpa.

Para simular el comportamiento del soporte del sensor de par bajo cargas se ha simulado el peor de los casos que se podría dar, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad (el motor está aplicando un par de 120 Nm).

En la siguiente imagen se puede ver la simulación y se puede observar que en ningún momento el material llega a superar su límite elástico.



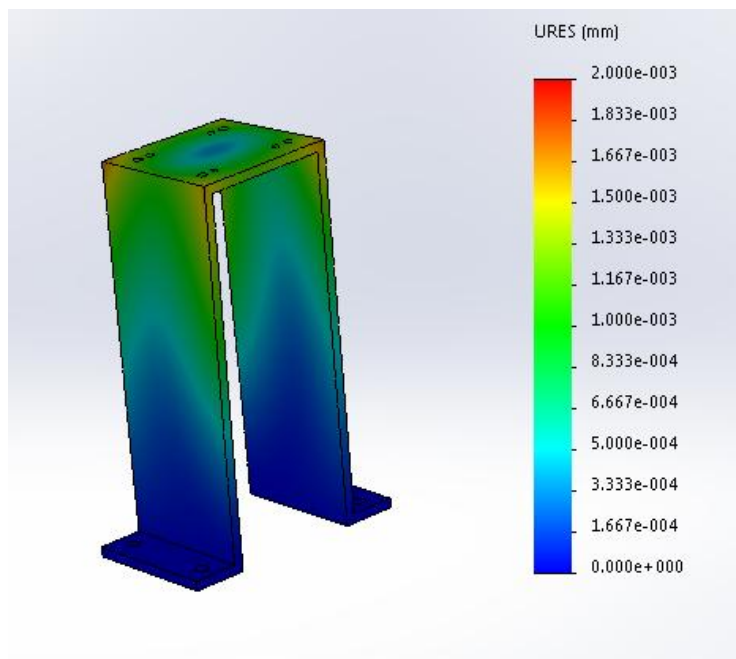
*Imagen66: Simulación Soporte Sensor de Par Bajo Cargas*



*Imagen67: Simulación Soporte Sensor de Par Bajo Cargas*

Además también se han analizado los desplazamientos que sufre el soporte cuando está trabajando en las peores condiciones.

A continuación se muestra la simulación en la cual se ven los desplazamientos y se ve que los desplazamientos que se producen son muy pequeños y por lo tanto se pueden admitir.



*Imagen68: Simulación Soporte Sensor de Par Bajo Cargas*

### 13.7 Simulación del soporte del freno electromagnético bajo cargas

El soporte del freno electromagnético está fabricado con acero S275JR, cuyo límite elástico son 275 Mpa.

Para simular el comportamiento del soporte del freno electromagnético bajo cargas se ha simulado el peor de los casos que se podría dar, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad (el motor está aplicando un par de 120 Nm).

En la siguiente imagen se puede ver la simulación y se puede observar que en ningún momento el material llega a superar su límite elástico.

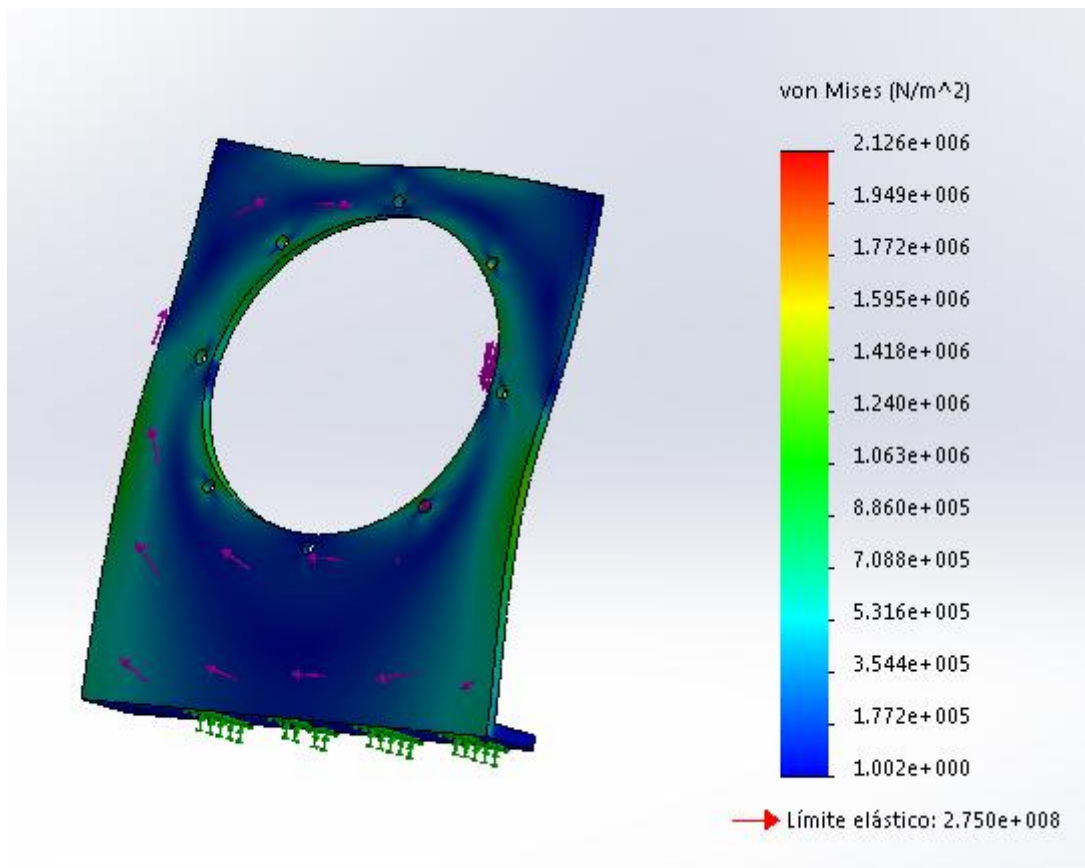
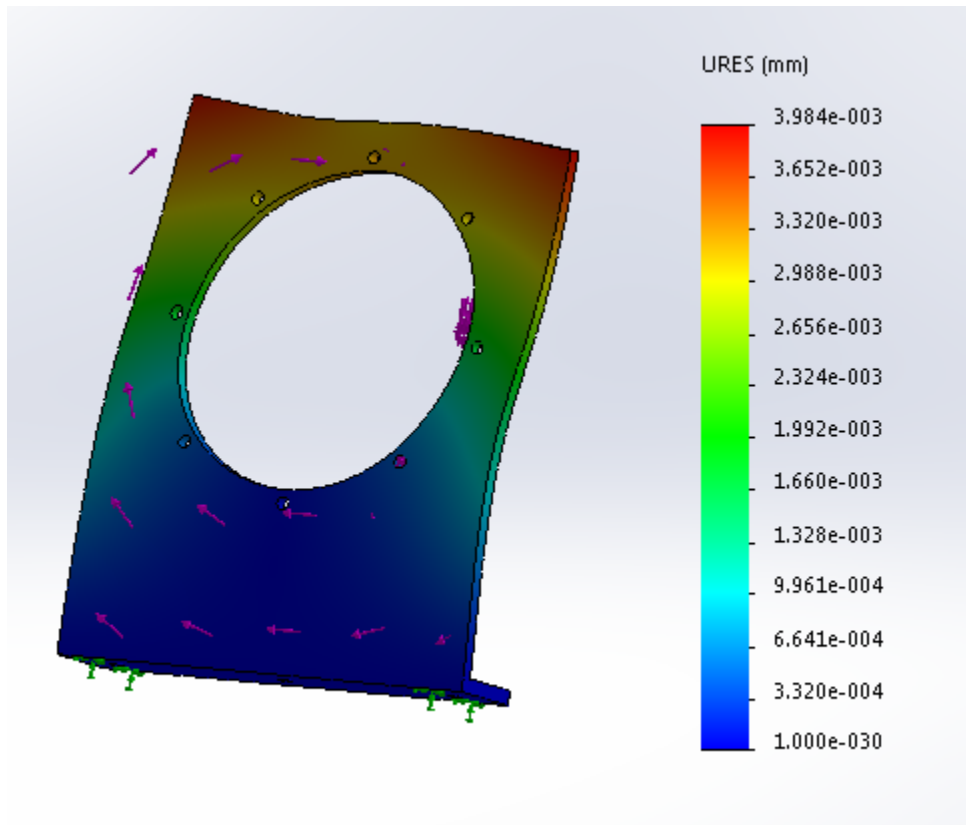


Imagen69: Simulación Soporte Freno Bajo Cargas

Además también se han analizado los desplazamientos que sufre el soporte cuando está trabajando en las peores condiciones.

A continuación se muestra la simulación en la cual se ven los desplazamientos y se ve que los desplazamientos que se producen son muy pequeños y por lo tanto se pueden admitir.



*Imagen70: Simulación Soporte Freno Bajo Cargas*

## 14 Hoja de cálculo Excel

Para poder procesar todos los datos obtenidos en los ensayos se ha creado una hoja de cálculo Excel, la cual consta de dos Hojas, una para el banco de pruebas de cabrestantes y otra para el banco de pruebas para motores.

Esta hoja de cálculo Excel se puede ver en el Anexo 2: Hoja de cálculo Excel.

### 14.1 Hoja “Pueba\_Cabrestantes”

Esta hoja se utilizará cuando se realicen ensayos de cabrestantes y en ella se deberán rellenar las casillas grises con los datos que se obtienen en el ensayo.

A continuación se detalla donde se debe de leer cada dato a introducir en la hoja Excel:

-Cabrestante: Es la designación del cabrestante. Ejemplo: Runva 9500 Q

-Capacidad de Freno: Es la fuerza máxima leída en el dinamómetro cuando se realiza el ensayo de capacidad de freno. Ejemplo: 3500 Kg.

-Line Pull: Es la fuerza máxima leída en el dinamómetro cuando se realiza el ensayo de “Line Pull”. Ejemplo: 4500 Kg.

-Fuerza Tiro: Es la fuerza media leída en el dinamómetro en el ensayo de “velocidad de recogido del cable dependiendo de la carga de la que está tirando”. Esta fuerza será distinta en cada punto que se mida, es decir, para cada carga de la que se hace tirar al cabrestante. Ejemplo: Punto 1, Fuerza de tiro: 800Kg.

-Intensidad: Es la intensidad consumida por el cabrestante, esta intensidad se lee en el vatímetro y será distinta en cada punto que se mida, es decir, para cada carga de la que se hace tirar al cabrestante. Ejemplo: Punto 1, Intensidad: 100A.

-Potencia: Es la potencia consumida por el cabrestante, esta potencia se lee en el vatímetro y será distinta en cada punto que se mida, es decir, para cada carga de la que se hace tirar al cabrestante. Ejemplo: Punto 1, Potencia: 846W.

-Tiempo Recogido: Es el tiempo que tarda en realizarse el tiro (tiempo que transcurre entre la desactivación de un final de carrera y la activación del otro), este tiempo se lee en el PC, y se lee a través de arduino. Ejemplo: Punto 1, Tiempo Recogido: 2.6 segundos.

A partir de estos datos de entrada la hoja Excel calcula la velocidad de recogido en metros/minuto y representa una gráfica Velocidad de recogido Vs Fuerza de tiro.

Para calcular la velocidad tiene en cuenta que la distancia que recorre el cable, tanto con tiro simple como con tiro triple son 900mm.

Y el cálculo es el siguiente:

$$\text{Velocidad Recogido} \left( \frac{m}{min} \right) = \frac{0.9(m)}{\text{Tiempo (s)}} \cdot \frac{60 (seg)}{1 (min)}$$

*Expresión 13: Velocidad recogido*

## 14.2 Hoja “Prueba\_Motores”

Esta hoja se utilizará cuando se realicen ensayos de motores eléctricos y en ella se deberán rellenar las casillas grises con los datos que se obtienen en el ensayo.

A continuación se detalla donde se debe de leer cada dato a introducir en la hoja Excel:

-Motor: Es la designación del motor. Ejemplo: 9500 Q

-Par de Frenado: Es el par con el que se está frenando al motor, se lee en el PC a través del sensor de par y será distinto en cada punto que se mida, es decir, para cada carga que se le aplica al motor por medio del freno. Ejemplo: Punto 1, Par de Frenado: 0.5 Nm.

-Velocidad Angular: Es la velocidad de rotación del motor en cada punto, se lee en el PC a través del sensor de par y será distinta en cada punto que se mida, es decir, para cada carga que se le aplica al motor por medio del freno. Ejemplo: Punto 1, Velocidad angular: 7259 rpm.

-Potencia Consumida: Es la potencia consumida por el motor, esta potencia se lee en el vatímetro y será distinta en cada punto que se mida, es decir, para cada carga que se le aplica al motor por medio del freno. Ejemplo: Punto 1, Potencia Consumida: 846 W.

El cálculo de la potencia entregada por el motor se realiza de la siguiente forma:

$$\text{Potencia (W)} = \text{Par(Nm)} \cdot \text{Vel. angular(rpm)} \cdot \frac{2\pi (rad)}{(rev)} \cdot \frac{1(min)}{60(seg)}$$

*Expresión 14: Potencia entregada*

## **15 Bibliografía**

Budynas, R. & Keith, J. (2012). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Madrid: McGraw-Hill.

Varios autores. (2017). Catalogo general Teconosa.

Varios autores. (2017). Catalogo general PCE Instruments.

Varios autores. (2017). Catalogo general SIR.

Varios autores. (2017). Catalogo general Herrecor SL.

Varios autores. (2017). Catalogo general Burster.

Varios autores. (2017). Catalogo general Wurth.



## **2- ANEXOS**

**Anexo 1: Documentación técnica.....79**

**Anexo 2: Hoja de cálculo Excel.....119**

# ANEXO 1: DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

1- Cilindro hidráulico.....	80
2- Bomba hidráulica.....	85
3- Válvulas hidráulicas.....	86
4- Dinamómetro.....	89
5- Finales de Carrera.....	97
6- Freno electromagnético.....	102
7- Sensor de Par.....	104
8- Vatímetro.....	110
9- Acoplamiento ejes.....	114
10- Banco.....	115
11- Arduino.....	116

## MDA Cilindros Material Móvil Agricultural Cylinders



### Características técnicas

- Dimensiones intercambiables: M.A.S.A.
- Presión nominal de trabajo (servicio continuo): 150 bar (15 MPa)
- Presión máxima de trabajo: 200 bar (20 MPa)
- Diámetros interiores disponibles: desde 32 hasta 120 mm
- Material camisa: material ST-52.2 DIN 2391 (BK), con una tolerancia interna H9.
- Diámetros vástago: en función del diámetro interior de camisa están disponibles de 2 a 4 diámetros, desde 16 hasta 80 mm.
- Material vástago: acero F-1140 cromado y rectificado, con una rugosidad  $Ra = 0.25 \mu m$  y una tolerancia de f7.
- Carrera : a petición del cliente, con tolerancias dimensionales de 0 a 1 mm para medidas hasta 1000 mm y de 0 a 4mm para medidas hasta 2000 mm
- Velocidad máxima estándar: 0.5 m/s
- Temperatura estándar: desde -20 °C hasta +80 °C
- Fluido hidráulico estándar: aceite mineral según normativa ISO 6743/4 - 1982 con grado de pureza según norma ISO 4406
- Fijaciones y accesorios disponibles: 5 diferentes tipos de fijaciones estándar.
- Recomendaciones:
  - 1.- No soldar sobre el tubo, desmontar el cilindro para soldar sobre el vástago o sobre el fondo.
  - 2.- En ningún caso el cilindro debe ser usado como tope mecánico.
  - 3.- Verificar el estado de pureza del fluido (cuerpos extraños)
  - 4.- Para cilindros de doble efecto que vayan a trabajar como simple efecto es recomendable conectar el râcor no utilizado al tanque.

## Elección del diámetro del vástago

Para garantizar suficiente resistencia a la carga máxima de los vástagos bajo ciertas condiciones de fuerza a empuje, deben comprobarse con el siguiente procedimiento:

- Establecer el tipo de fijación y la conexión del vástago más apropiada para la aplicación del cilindro. Utilizando la tabla número 1, establecer el factor de carrera correspondiente a las condiciones de trabajo del cilindro.
- Calcular la longitud básica multiplicando la carrera útil por el factor de carrera determinado anteriormente.

- Determinar la fuerza de empuje multiplicando la sección total del cilindro por la presión de trabajo o utilizando la Tabla 2 en la página 7.

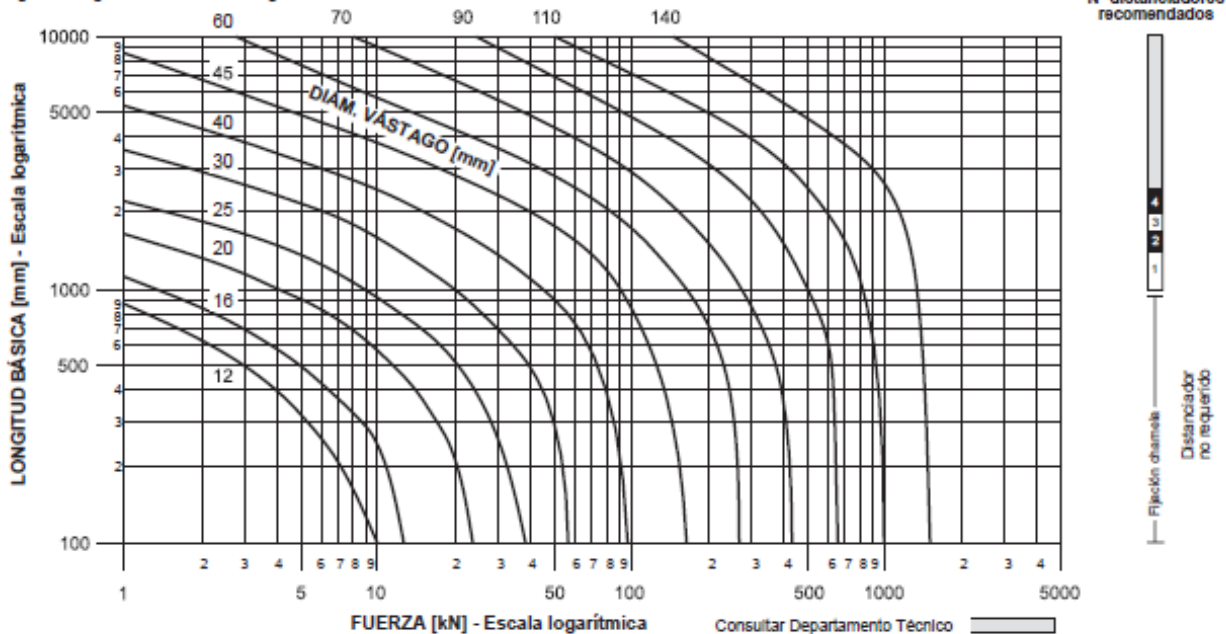
- En el diagrama de la Fig. 1 en la pág. 5, buscar el punto de intersección de las coordenadas relativas de la fuerza a empuje y la longitud básica.
- El diámetro del vástago a elegir es el dado de la curva inmediatamente superior al punto de intersección encontrado anteriormente.

- Los vástagos de menor diámetro que los existentes en el diagrama no aseguran suficiente resistencia mecánica.

Tab. 1 - Tabla elección factor de carrera

Tipo fijación	Conexión vástago	Montaje	Factor de carrera
TODAS FIJACIONES	Articulado y apoyado		4
	Articulado y articulado guiado		2

Fig. 1 - Diagrama elección vástago



## Velocidad teórica

En la figura 2 se muestra un circuito elemental previsto para gobernar un cilindro de doble efecto. Los símbolos de la parte inferior del dibujo simbolizan a la bomba, el motor eléctrico, el filtro de aspiración, el depósito y la válvula de seguridad los cuales componen la centralita oleohidráulica que es el sistema que se encarga esencialmente de generar presión, de impulsar el aceite hacia las tuberías del circuito, de preservar a éste de sobrecargas de presión accidentales y de almacenar el aceite que se utiliza en la transmisión. El elemento que figura conectado directamente a las entradas del cilindro es un distribuidor o electroválvula encargada de dar paso al fluido hacia las cámaras del cilindro. El aceite procedente de la centralita penetra por la cámara posterior a través del distribuidor 4/2 actuando sobre el pistón y haciendo avanzar el vástago. Mientras tanto, el aceite de la cámara de retroceso se desaloja para permitir el avance y retorna al tanque. Cuando se pretenda que el vástago retroceda hasta su posición original, el distribuidor de 4/2 conmutará y se producirá el proceso contrario, deslojando el aceite de la cámara posterior y dando presión a la cámara delantera.

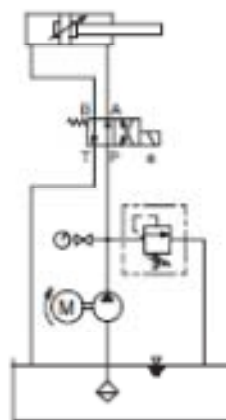


Fig. 2

Velocidad vástago al empujar:

$$V_e = \frac{Q \cdot 1000}{A_p \cdot 60}$$

Velocidad vástago a tracción:

$$V_t = \frac{Q \cdot 1000}{A_a \cdot 60}$$

donde:

$V_e$  = Velocidad de empuje vást. en m/s

$V_t$  = Velocidad tracción vást. en m/s

$Q$  = Caudal en l/min

$A_p$  = Área del pistón en  $\text{mm}^2$

$A_a$  = Área anular en  $\text{mm}^2$

$A_v$  = Área vástago en  $\text{mm}^2$

$Q_d$  = Caudal distribuidor en l/min en la válvula de control

## Fuerzas teóricas desarrolladas por el cilindro

Al elegir un cilindro hidráulico, es necesario comprobar que en la instalación la presión nominal de trabajo indicada para este tipo de cilindros, no excede la presión de trabajo nominal de 150 bar aunque las dimensiones del cilindro permitan llegar a picos máximos de funcionamiento de 200 bar para periodos cortos de tiempo.

Establecida ya la carga y la presión de trabajo y después de determinar el diámetro de vástago más adecuado para garantizar la resistencia a los picos de carga, el diámetro interior del cilindro se puede elegir de la tabla número 2 identificando la presión de trabajo y la fuerza de empuje o tracción más próxima a la requerida.

Tab. 2 - Fuerzas teóricas desarrolladas por el cilindro

Pist. Ø mm	Vást. Ø mm	Área trabajo		50 bar**		100 bar**		150 bar**		200 bar**	
		Empuje	Tracción	Empuje	Tracción	Empuje	Tracción	Empuje	Tracción	Empuje	Tracción
		$\text{cm}^2$	$\text{cm}^2$	daN*	daN*	daN*	daN*	daN*	daN*	daN*	daN*
32	16	8,04	6,03	402	302	804	603	1.206	905	1.608	1.206
	20		4,90		245		490		735		980
40	20	12,57	9,42	628	471	1.257	942	1.885	1.414	2.513	1.885
	25		7,66		383		766		1.149		1.532
50	20	19,64	16,49	982	825	1.964	1.649	2.945	2.474	3.927	3.299
	25		14,73		736		1.473		2.209		2.945
	30		12,57		628		1.257		1.885		2.513
	35		10,01		501		1.001		1.502		2.003
60	30	28,27	21,21	1.414	1.060	2.827	2.121	4.241	3.181	5.655	4.241
	35		18,65		933		1.865		2.798		3.731
	40		15,71		785		1.571		2.356		3.142
70	35	38,48	28,86	1.924	1.443	3.848	2.886	5.773	4.330	7.697	5.773
	40		25,92		1.296		2.592		3.888		5.184
	45		22,58		1.129		2.258		3.387		4.516
	50		18,85		942		1.885		2.827		3.770
80	40	50,27	37,70	2.513	1.885	5.027	3.770	7.540	5.655	10.053	7.540
	45		34,36		1.718		3.436		5.154		6.872
	50		30,63		1.532		3.063		4.595		6.126
	60		21,99		1.100		2.199		3.299		4.398
90	45	63,62	47,71	3.181	2.386	6.362	4.771	9.543	7.157	12.723	9.543
	50		43,98		2.199		4.398		6.597		8.796
	60		35,34		1.767		3.534		5.301		7.069
100	50	78,54	58,91	3.927	2.945	7.854	5.891	11.781	8.836	15.708	11.781
	60		50,27		2.513		5.027		7.540		10.053
	70		40,06		2.003		4.006		6.008		8.011
120	70	113,10	74,61	5.655	3.731	11.310	7.461	16.965	11.192	22.620	14.923
	80		62,83		3.142		6.283		9.425		12.566

\* 1daN = 1 Kg,

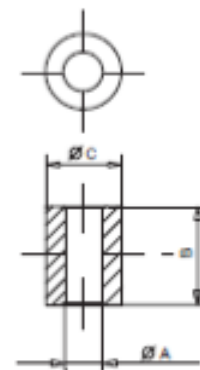
\*\* 1bar = 100000 Pa = 1 kg/cm<sup>2</sup>

## Accesorios para cilindros hidráulicos

### Spare parts for hydraulic cylinders

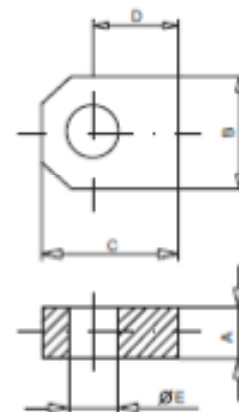
## Tipo / Type **B** Casquillo / Bushing

Part nº	Carrisa Ø mm	A <sup>±0.1</sup>	B	C
32A032	32	16	35	30
32A040	40	20	40	35
32A050	50	25	45	40
32A060	60	25	45	40
32A070	70	30	55	50
32A080	80	30	55	50
32A090	90	30	55	50
32A0100	100	30	70	65
32A0120	120	40	80	80



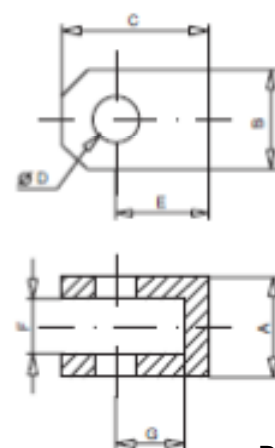
## Tipo / Type **C** Charnela macho / Hinge

Part nº	Carrisa Ø mm	A	B	C	D	E <sup>±0.1</sup>
40A032	32	20	35	42	25	16
40A040	40	20	35	42	25	20
40A050	50	30	50	60	35	25
40A060	60	30	50	60	35	25
40A070	70	35	60	70	40	30
40A080	80	35	60	70	40	30
40A090	90	35	60	70	40	30
40A0100	100	40	70	80	45	35
40A0120	120	50	80	95	55	40



## Tipo / Type **D** Horquilla hembra / Fork joint

Part nº	Carrisa Ø mm	A	B	C	D <sup>±0.1</sup>	E	F	G
30A032	32	35	35	50	16	34	16	24
30A040	40	40	40	60	20	40	20	30
30A050	50	50	50	70	25	45	25	30
30A060	60	50	50	70	25	45	25	30
30A070	70	60	60	80	30	50	30	35
30A080	80	60	60	80	30	50	30	35
30A090	90	60	60	80	30	50	30	35
30A0100	100	70	70	90	35	55	35	40
30A0120	120	90	90	120	40	80	40	55

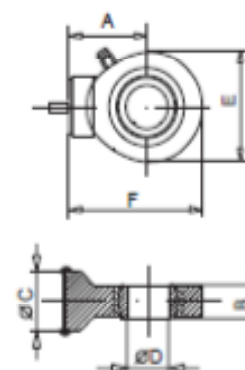




## Accesorios para cilindros hidráulicos Spare parts for hydraulic cylinders

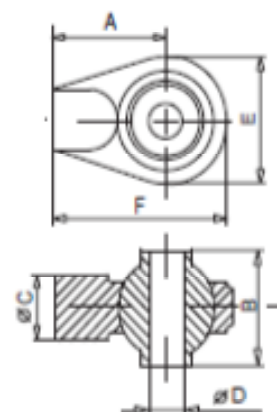
### Tipo / Type **E** Rótula industrial / Industrial ball joint

Part nº	Carriola Size Ø mm	A	B	C	D	E	F
38A032	32	31	12	21	15	40	51
38A040	40	38	16	27.5	20	53	64.5
38A050	50	45	20	33.5	25	64	77
38A060	60	45	20	33.5	25	64	77
38A070	70	51	22	40	30	73	87.5
38A080	80	51	22	40	30	73	87.5
38A090	90	51	22	40	30	73	87.5
38A0100	100	61	25	47	35	82	102
38A0120	120	69	28	52	40	92	115



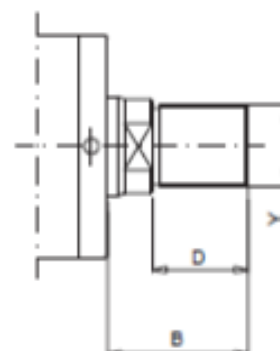
### Tipo / Type **F** Rótula agrícola / Agricultural ball joint

Part nº	Carriola Size Ø mm	A	B	C	D	E	F
39A032	32	50	44	25	14	53	76.5
39A040	40	50	44	25	20	55	77.5
39A050	50	70	51	45	25	70	105
39A060	60	70	51	45	25	70	105
39A070	70	70	51	45	30	70	105
39A080	80	70	51	45	30	70	105
39A090	90	70	51	45	30	70	105
39A0100	100	85	75	60	40	108	139
39A0120	120	85	75	60	40	108	139



### Tipo / Type **R** Vástago roscado / Screwed end

Part nº	Carriola Size Ø mm	B	D	Y
41A032	32	30	16	M 12 x 125
41A040	40	35	20	M 16 x 150
41A050	50	41	25	M 20 x 150
41A060	60	48	32	M 27 x 2
41A070	70	48	32	M 27 x 2
41A080	80	59	40	M 33 x 2
41A090	90	59	40	M 33 x 2
41A0100	100	70	50	M 42 x 2
41A0120	120	80	55	M 52 x 2



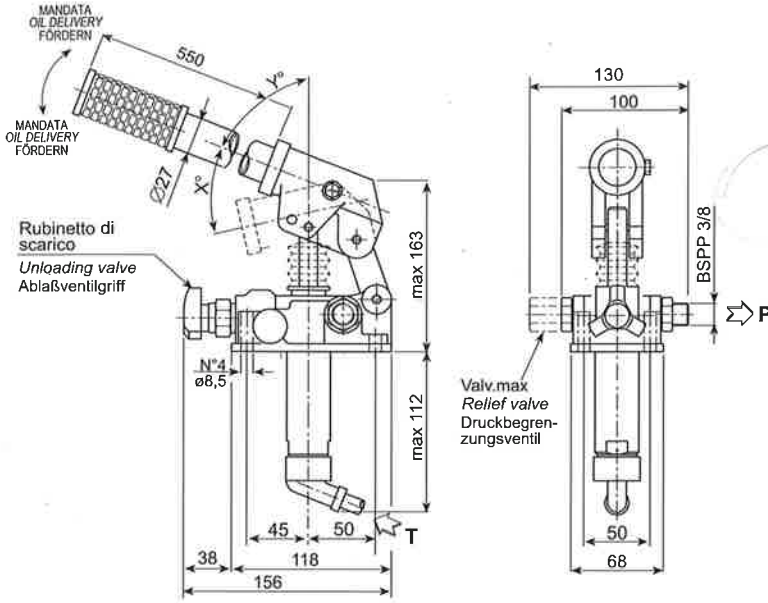
# PM

## 12/25/45 cm<sup>3</sup>

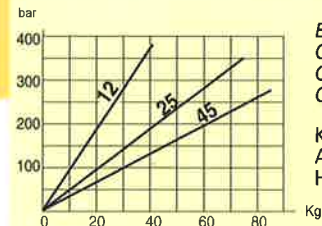
**Pompa a mano doppio effetto - flangiabile sul serbatoio.**  
**Corpo in ghisa e stelo in acciaio trattato mediante nichelatura.**  
**A richiesta, le pompe sono disponibili con soffietto per protezione stelo.**

*Hand pump flangeable on tank. Cast-iron body and nickel steel rod. Pumps are supplied with protection for the rod on request.*

*Handpumpe, doppeltwirkend, montierbar auf Behälter, fördert das Öl bei beiden Bewegungsrichtungen des Handhebels. Gehäuse aus Gußeisen; Kolbenstange aus Stahl, vernickelt. Für Bedarf: Die Pumpen sind lieferbar mit Faltenbalg zum Schutz der Kolbenstange.*



### FORZA (Kg) ESERCITATA ALL'ESTREMITÀ DELLA LEVA DI LUNGHEZZA L=600 mm



EFFORT (Kg) OPERATING ON THE END OF THE LEVER  
 KRAFT (daN) AM ENDE DES HANDEBELS

### CARATTERISTICHE TECNICHE

#### TECHNICAL FEATURES • TECHNISCHE DATEN

Pressione max di esercizio • Max working pressure • Betriebsdruck	12 cm <sup>3</sup>	380 bar
	25 cm <sup>3</sup>	350 bar
45 cm <sup>3</sup>	280 bar	
Cilindrata Displacement • Fördervolumen	12 cm <sup>3</sup>	12
	25 cm <sup>3</sup>	25
	45 cm <sup>3</sup>	45
Peso • Weight • Masse	Kg 3,3	

Cilindrata Displacement Fördervolumen	Con soffietto With protection Mit Faltenbalg		Senza soffietto Without protection Ohne Faltenbalg	
	X	Y	X	Y
12	45°	55°	65°	35°
25	75°	35°	85°	25°
45	75°	35°	75°	35°

### VALVOLA DI MASSIMA PRESSIONE

#### RELIEF VALVE • EINSTELLDRUCK

**Taratura standard** 100 bar  
 • Standard setting • Druck, eingestellt im Werk

**Campo di taratura** Max 350 bar  
 • Setting range • Druckbegrenzung, maximal

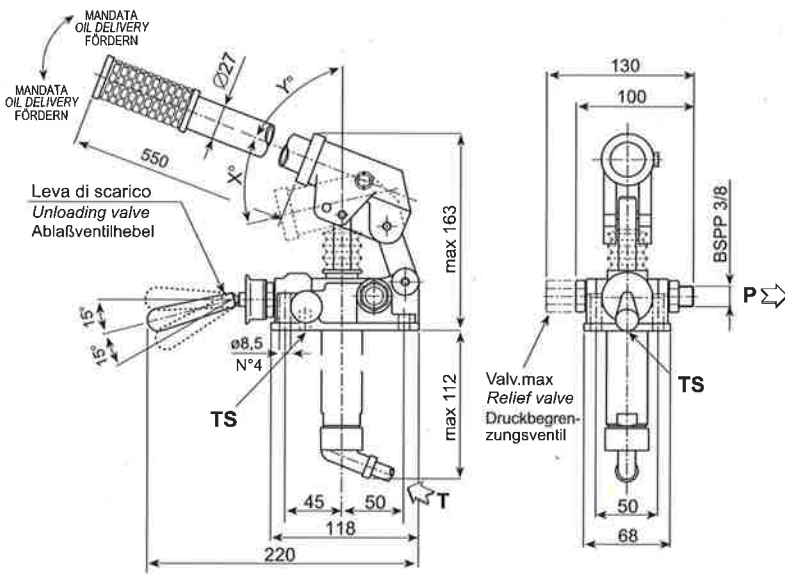
# PML

## 12/25/45 cm<sup>3</sup>

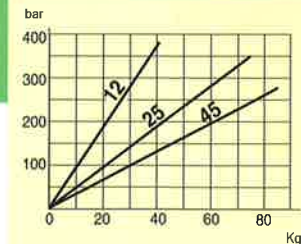
**Pompa a mano doppio effetto - flangiabile sul serbatoio.**  
**Corpo in ghisa e stelo in acciaio trattato mediante nichelatura.**  
**A richiesta, le pompe sono disponibili con soffietto per protezione stelo.**

*Hand pump flangeable on tank. Cast-iron body and nickel steel rod. Pumps are supplied with protection for the rod on request.*

*Handpumpe, doppeltwirkend, montierbar auf Behälter, fördert Öl bei beiden Bewegungsrichtungen des Handhebels. Gehäuse aus Gußeisen; Kolbenstange aus Stahl, vernickelt. Für Bedarf: Die Pumpen sind lieferbar mit Faltenbalg zum Schutz der Kolbenstange.*



### FORZA (Kg) ESERCITATA ALL'ESTREMITÀ DELLA LEVA DI LUNGHEZZA L=600 mm



EFFORT (Kg) OPERATING ON THE END OF THE LEVER  
 KRAFT (daN) AM ENDE DES HANDEBELS

### CARATTERISTICHE TECNICHE

#### TECHNICAL FEATURES • TECHNISCHE DATEN

Pressione max di esercizio • Max working pressure • Betriebsdruck	12 cm <sup>3</sup>	380 bar
	25 cm <sup>3</sup>	350 bar
45 cm <sup>3</sup>	280 bar	
Cilindrata Displacement • Fördervolumen	12 cm <sup>3</sup>	12
	25 cm <sup>3</sup>	25
	45 cm <sup>3</sup>	45
Peso • Weight • Masse	Kg 3,3	

Cilindrata Displacement Fördervolumen	Con soffietto With protection Mit Faltenbalg		Senza soffietto Without protection Ohne Faltenbalg	
	X	Y	X	Y
12	45°	55°	65°	35°
25	75°	35°	85°	25°
45	75°	35°	75°	35°

### VALVOLA DI MASSIMA PRESSIONE

#### RELIEF VALVE • EINSTELLDRUCK

**Taratura standard** 100 bar  
 • Standard setting • Druck, eingestellt im Werk

**Campo di taratura** Max 350 bar  
 • Setting range • Druckbegrenzung, maximal



# ELECTROVÁLVULAS - PLACAS BASE - MODULARES



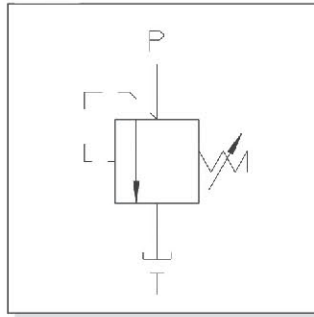
VALVULAS CONTROL PRESION Y CAUDAL

TIPO: VMP...

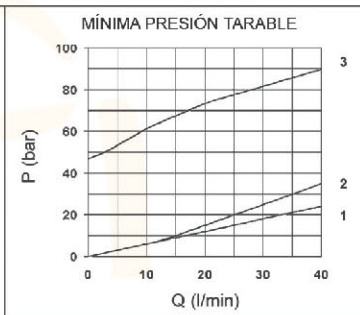
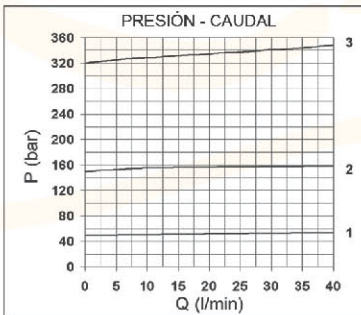
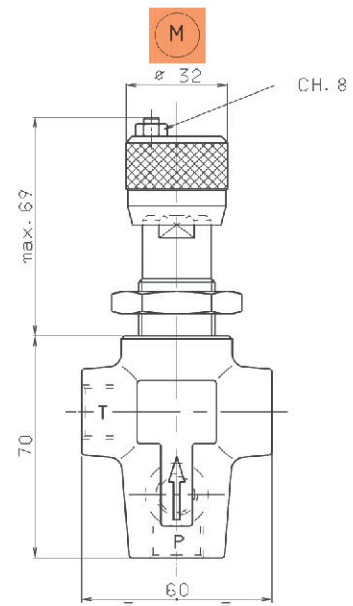
VALVULA DE SEGURIDAD. AC. DIRECTA

Referencia	TIPO	TOMAS	ACTUADOR	RANGO PRESION	VARIANTE	SERIE
	VMP	10(3/8) / 20(1/2)			00	2

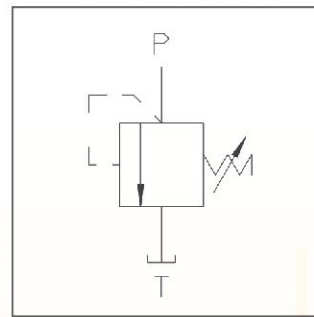
Presión max.	320 bar	
Campos de regulación	Muelle 1	max. 30 bar
	Muelle 2	max. 50 bar
	Muelle 3	max. 150 bar
	Muelle 4	max. 320 bar
Caudal max.	40 l/min	
Fluido hidráulico	Aceite Mineral DIN 51524	
Viscosidad fluido	10 + 500 mm <sup>2</sup> /s	
Temperatura fluido	-25°C + 75°C	
Temperatura ambiente	-25°C + 60°C	
Nivel de contaminación max. clase 10 segundo	NAS 1638 con filtro β <sub>25</sub> ≥ 75	
	Peso 0,8 Kg	
• La presión mínima de taraje estará en función del muelle, ver tablas abajo.		



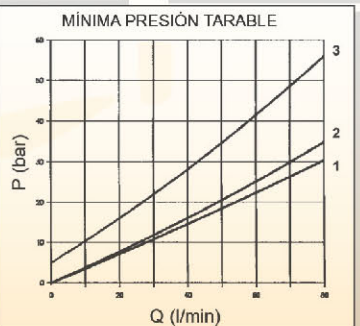
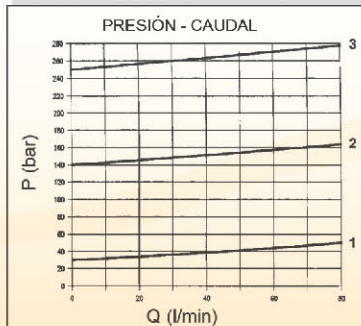
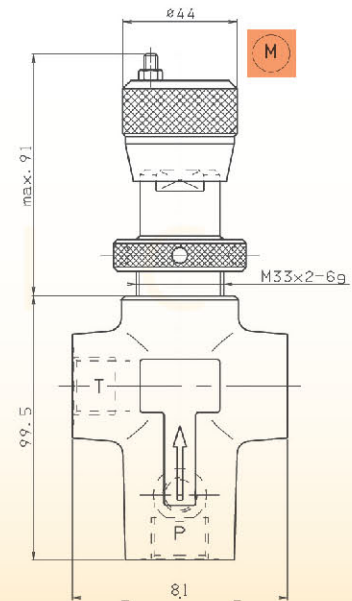
VMP.10 VÁLVULA DE MÁXIMA PRESIÓN



Presión max.	250 bar	
Campos de regulación	Muelle 1	max. 30 bar
	Muelle 2	max. 140 bar
	Muelle 3	max. 250 bar
Caudal max.	80 l/min	
Fluido hidráulico	Aceite Mineral DIN 51524	
Viscosidad fluido	10 + 500 mm <sup>2</sup> /s	
Temperatura fluido	-25°C + 75°C	
Temperatura ambiente	-25°C + 60°C	
Nivel de contaminación max. clase 10 segundo	NAS 1638 con filtro β <sub>25</sub> ≥ 75	
	Peso 1,7 Kg	
• La presión mínima de taraje estará en función del muelle, ver tablas abajo.		



VMP.20 VÁLVULA DE MÁXIMA PRESIÓN



Válvulas Control Presión y Caudal



# ELECTROVÁLVULAS - PLACAS BASE - MODULARES



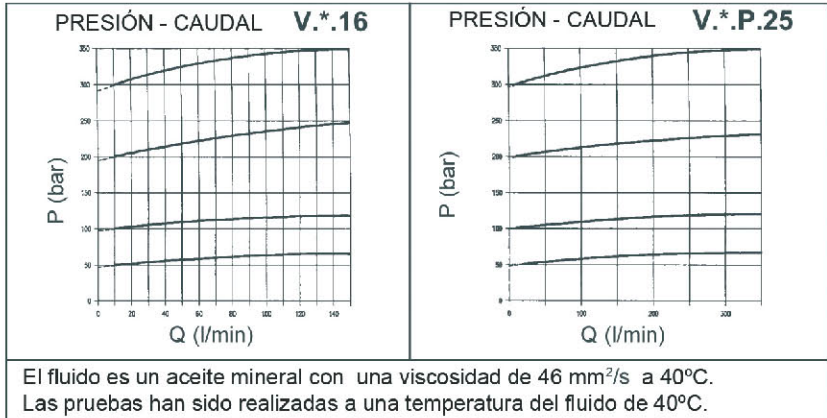
VALVULAS CONTROL PRESION Y CAUDAL

TIPO: V.M.P...

VALVULA DE SEGURIDAD PARA PLACA BASE

Referencia	TIPO	CONTROL	A PLACA	PILOTAJE	TAMAÑO	ACTUADOR	RANGO PRESION	VARIANTE	SERIE
	V	M	P		NG16/NG25			00	2

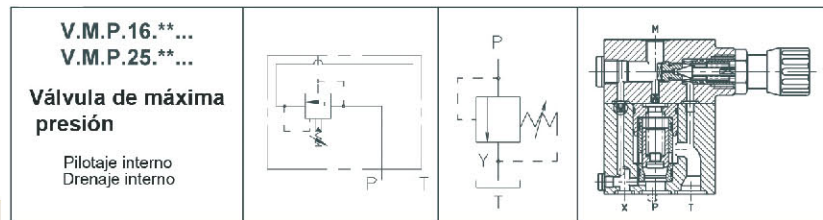
Presión max.		400 bar
Campos de regulación	Muelle 1	15 ÷ 45 bar
	Muelle 2	15 ÷ 145 bar
	Muelle 3	45 ÷ 400 bar
Caudal max. V*P16...		150 l/min
Caudal max. V*P25...		350 l/min
Fluido hidráulico	Aceite mineral	DIN 51524
Viscosidad fluido		10 ÷ 500 mm <sup>2</sup> /s
Temperatura fluido		-25°C ÷ 75°C
Temperatura ambiente		-25°C ÷ 60°C
Nivel de contaminación max.	classe	10 segundo
	NAS 1638 con filtro	$\beta_{25} \geq 75$
Drenaje V*P16...		1 ÷ 2 l/min
Drenaje V*P25...		1 ÷ 2.5 l/min
Presión dinámica en el drenaje		Max. 2 bar
Peso V*P16... (sin válvula pilotada)		3,3 Kg
Peso V*P25... (sin válvula pilotada)		7,4 Kg
Peso V*L16... (sin válvula pilotada)		4,6 Kg
Peso V*L161... (sin válvula pilotada)		4,5 Kg
Peso V*L251... (sin válvula pilotada)		7,7 Kg
Peso V*L25... (sin válvula pilotada)		8,3 Kg



## CODIFICACIÓN

V	Válvula control presión
*	M = de máxima presión
*	P = Montaje en placa base
*	E = Predisposición electroválvula
***	Entradas (ver dimensiones montaje) 16 - 25 = NG16 o NG25
*	Tipo de regulación: M = Pomo de plástico C = Tornillo hexágono interno
*	Campo de regulación: 1 = 15 ÷ 45 bar (color blanco) <input type="checkbox"/>
	2 = 15 ÷ 145 bar (color amarillo) <input type="checkbox"/>
	3 = 45 ÷ 400 bar (color verde) <input type="checkbox"/>
**	00 = Sin variante

## ESQUEMA HIDRÁULICO - PILOTAJE Y DRENAJE







## Dinamómetro de precisión PCE-FB

**dinamómetro para mediciones de tracción y fuerzas de compresión / memoria interna / tarjeta SD mini / pantalla gráfica / medición del umbral / función de pico / puerto USB / software incluido**

El dinamómetro de precisión para mediciones de tracción y compresión está disponible en dos versiones. Dependiendo del rango de medición, el dinamómetro posee una célula de carga interna o externa para las fuerzas de tracción y compresión. El dinamómetro para las fuerzas de tracción y compresión es un instrumento portátil de fuerza que se puede ensamblar a un banco de prueba. Para las mediciones superiores a 500 N el dinamómetro tiene una célula de carga externa S, que viene con un cable de tres metros de longitud y que puede unir a los bancos de prueba. El dinamómetro para las mediciones de fuerza de tracción y compresión tienen dos velocidades de medida ajustable: 10 Hz o 40 Hz. Esto hace muy fácil la realización de grabaciones en tiempo real de las fuerzas de tracción y compresión. El dinamómetro de precisión puede almacenar los datos de la medición en una tarjeta mini SD o directamente en el ordenador, esta operación puede efectuarse manual o automáticamente y, además, los datos pueden analizarse al terminar las mediciones. Para la evaluación de los datos, el dinamómetro de fuerza de tracción y compresión ofrece un análisis estadístico en la pantalla del instrumento. Por lo tanto, los datos tales como la frecuencia de las mediciones, la fuerza total, la fuerza media, el valor máx., el valor mín. y los valores individuales se utilizan para efectuar la presentación gráfica como histograma o diagrama. Las mediciones de tracción y compresión se pueden realizar en diferentes unidades con el dinamómetro de precisión: N, g, lb, oz, kg, kgf, lbf, ozf. En el siguiente enlace verá otros [modelos de dinamómetro](#) que más se ajuste a sus necesidades. Si tiene alguna pregunta sobre el dinamómetro de precisión, consulte la siguiente ficha técnica o póngase en contacto con nosotros en el número de teléfono **902 044 604** para España, para Latinoamérica e internacional **+34 967 513 695** o en el número **+56 2 29381530** para Chile. Nuestros técnicos e ingenieros le asesorarán con mucho gusto sobre este dinamómetro de precisión y sobre cualquier producto de nuestros [sistemas de regulación y control](#), [equipos de laboratorio](#), [medidores](#) o [balanzas](#) PCE Ibérica S.L.



## Dinamómetro de precisión PCE-FB K y PCE-FB

- Dinamómetro de tracción y compresión
- Rango de medición hasta 150 kN
- Máx. de 0,1% de tolerancia de error
- Tasa de muestreo seleccionable (10 Hz / 40 Hz)
- Dispositivo de almacenamiento interno y ranura para tarjeta mini SD
- Los datos pueden guardar manualmente o automáticamente
- Función Peak (Mín. / Máx.)
- Posible calibración con pesas externas
- Función de umbral de medición
- Equilibrio de los valores de medición
- Análisis estadístico y gráfico
- Pantalla gráfica con ajuste automático
- Menú de navegación: Alemán, Inglés y Español
- Software para realizar análisis de datos
- Interfaz USB y RS-232
- Sobrecarga máx. 20%
- Alimentación: adaptador de red o baterías

### Imágenes del dinamómetro de precisión PCE-FB



Dinamómetro de precisión PCE-FB con **célula de carga interna**



Dinamómetro de precisión PCE-FB K con **célula de carga externa**

### Especificaciones técnicas

#### Dinamómetro de precisión PCE-FB (célula de carga interna)

- PCE-FB 50
- PCE-FB 200
- PCE-FB 500

Rango de medición / resolución  
 50 N (5 kg) / 0,01 N / 1 g  
 200 N (20 kg) / 0,05 N / 5 g  
 500 N (50 kg) / 0,1 N / 10 g

#### Dinamómetro de precisión PCE-FB K (célula de carga externa)

- PCE-FB 1K
- PCE-FB 2K
- PCE-FB 5K
- PCE-FB 10K
- PCE-FB 20K
- PCE-FB 50K
- PCE-FB 100K
- PCE-FB 150K

Rango de medición / resolución  
 1.000 N (100 kg) / 0,2 N (20 g)  
 2.000 N (200 kg) / 0,5 N (50 g)  
 5.000 N (500 kg) / 1 N (100 g)  
 10.000 N (1.000 kg) / 2 N (200 g)  
 20.000 N (2.000 kg) / 5 N (500 g)  
 50.000 N (5.000 kg) / 10 N (1 kg)  
 100.000 N (10.000 kg) / 20 N (1 kg)  
 150.000 N (15.000 kg) / 50 N (5 kg)

PCE Ibérica S.L. | Mayor 53 – Bajo | 02500 Tobarra (Albacete)  
 Tel: +34 967 543 548 | Fax: +34 967 543 542 | Email: info@pce-iberica.es  
<http://www.pce-iberica.es/>



Precisión	±0,1 % del valor de medición
Mapa gravitatorio	Ajuste manual o mediante datos GPS
Unidades de medida	N, g, lb, oz, kg, kgf, lbf, ozf
Sobrecarga máxima	±20 % fuera del rango de medición
Cuota de medición	10 valores/s o 40 valores/s
Función de medición	Medición de tracción y compresión Función PEAK (máx, mín, Hold) Medición de valores límite Medición en tiempo real mediante software
Pantalla	Pantalla gráfica de 61 x 34 Indicación simultánea de valores relevantes, como fecha, hora, valor de medición actual Inversión automática de la pantalla Ajuste de la iluminación de fondo Multilingüe: alemán / inglés / español
Menú	
Memoria interna	8 posiciones de memoria con 800 mediciones respectivas en una tarjeta mini SD
Registro	manual - pulsando un botón automático - 0,025 s - 99,9 s (ajustable)
Interfaz	USB, RS-232, 9 polos
Software	Incluye software para la valoración y el control
Condiciones ambientales	-10 °C ... +40 °C
Alimentación	4 Pilas AA Ni-MH 2400 mAH Adaptador de red ~230 V / 12 V - 1,2 A incluido Ajuste de la función de desconexión automática
Duración de la batería	Aprox. 20 h (sin iluminación de fondo activada: aprox. 45 h)
Dimensiones célula dinamométrica	11 mm de largo, rosca M6 x 9 mm
Dimensiones del dinamómetro	210 x 110 x 40 mm
Longitud del cable para la célula de carga externa	Aprox. 3 m
Peso	700 g

#### Indicación en pantalla del dinamómetro de precisión PCE-FB



Pantalla del dinamómetro con información como fecha, hora, estado de batería, velocidad de medición, fuerza y valores máximo y mínimo



Representación de las mediciones en formato de diagrama, con posibilidad de consultar datos registrados por el dinamómetro individualmente



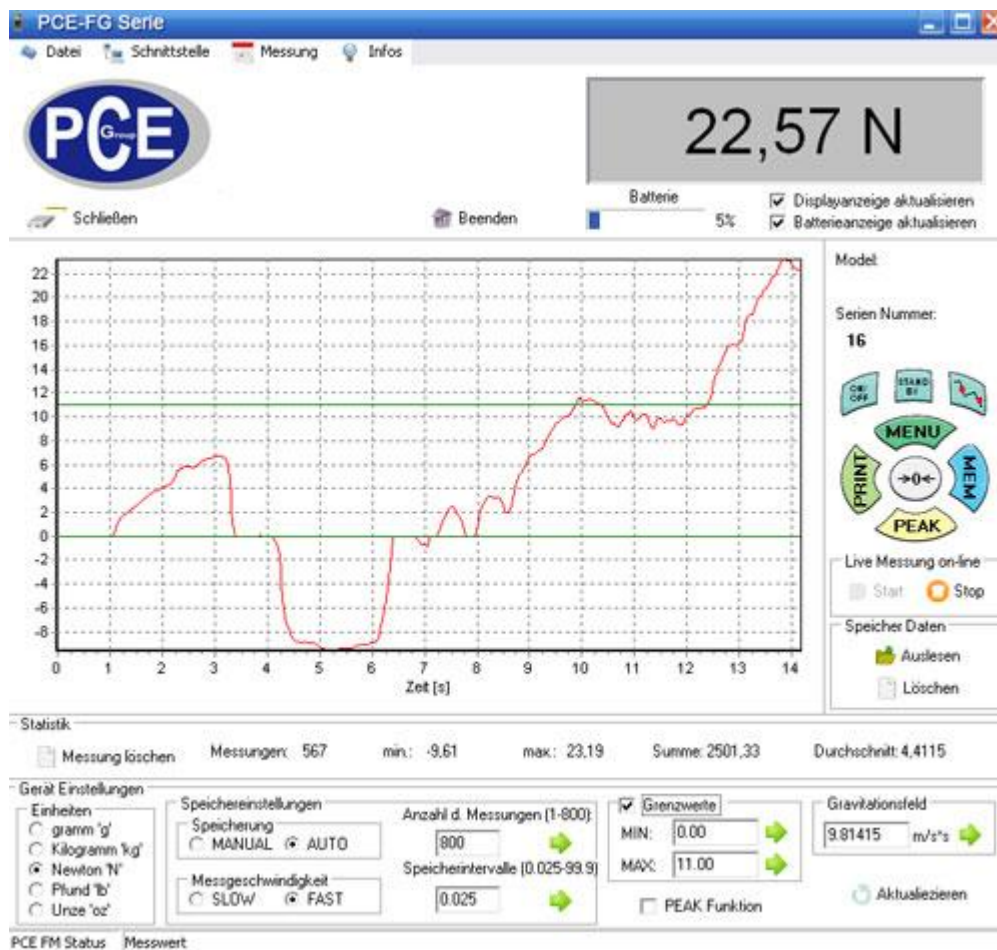


Presentación de la distribución de frecuencia del dinamómetro PCE-FB



8 posiciones de memoria, que individualmente pueden ser identificadas, de 800 mediciones

### Software del dinamómetro



Presentación de la distribución de frecuencia del dinamómetro PCE-FB

Aquí se puede [descargar](#) el software del PCE-FB

El dinamómetro PCE-FB para mediciones de fuerza de tracción y compresión se envía con este software. Puede leer los datos y controlar el dinamómetro a través del software. La medición de prueba muestra una medición de tracción y compresión con los valores límite establecidos. En la parte inferior encontrará la valoración estadística de la medición, los valores máximo, mínimo y promedio, así como los ajustes del dinamómetro.

### Imágenes de uso del dinamómetro de presión PCE-FB



Dinamómetro de precisión PCE-FB con célula de carga interna para fuerzas de tracción y compresión



Dinamómetro de precisión PCE-FB K con célula de carga externa para fuerzas de tracción y compresión



Parte posterior del dinamómetro de precisión. También se puede apreciar el compartimento de la batería del dinamómetro



Aquí se pueden observar las conexiones del dinamómetro de precisión para fuerzas de tracción y compresión

**Contenido del envío del dinamómetro de precisión**



### PCE-FB con célula de carga interna

- 1 x Dinamómetro (según modelo)
- 1 x Juego de 5 adaptadores
- 1 x Alargador para los adaptadores (90 mm)
- 1 x Software con cable de datos RS-232
- 1 x Componente de red
- 1 x Maletín de transporte
- 1 x Manual de instrucciones



### PCE-FB K con célula de carga externa

- 1 x Dinamómetro (según modelo)
- 1 x Célula de fuerza externa, pernos incluidos
- 1 x Componente de red
- 1 x Software con cable de datos RS-232
- 1 x Maletín de transporte
- 1 x Manual de instrucciones



### ATENCIÓN:

Las células de carga externas a partir de 100 kN se entregan sin pernos

**Atención:** Las células de carga del dinamómetro no necesitan mantenimiento, son ligeras y se caracterizan por su larga vida operativa. En la producción de las células dinamométricas se utilizan exclusivamente materiales de alta calidad que garantizan un máximo en seguridad y longevidad. El dinamómetro dispone de un rango de sobrecarga, si lo sobrepasa, destruirá la célula dinamométrica. Cuando elija su dinamómetro, hágalo teniendo en cuenta el rango de medición que necesitará, escoja un dinamómetro con una célula con suficiente margen de rango respecto a la medición a realizar.

### Accesorios disponibles opcionales

#### - Certificado de calibración ISO

Para las empresas que deseen integrar su dinamómetro en su control interno de calidad o calibrarlo anualmente. El certificado contiene una calibración y un certificado con todos los valores de medición. También se indica en el informe el nombre y la dirección de la empresa o de la persona que lo pidió.



#### - Placas adaptadoras

Como nuestros puestos de prueba están confeccionados para ser usados por diferentes dinamómetros, son necesarias placas adaptadoras para asegurar que el dinamómetro se fije bien en el puesto de prueba.



- [Puesto de prueba](#)

Puede combinar este dinamómetro con cualquiera de los tres puestos de prueba disponibles. Dos puestos de prueba están equipados con una manivela, y el tercero es accionado por motor. El uso de un puesto de prueba tiene sentido cuando, por ejemplo, se efectúan comprobaciones diarias de material en un laboratorio y se desean mantener las mismas condiciones (excluir los fallos humanos). Puede ver la ficha técnica de los diferentes puestos si sigue el enlace que sigue: [Puestos de prueba](#).

O ver los detalles de los puestos de prueba en la descripción correspondiente de la categoría online [dinamómetros](#).



Aquí encontrará otros productos parecidos bajo la clasificación "dinamómetro":

- [Dinamómetro en Newton PCE-HTD](#)

(con aguja de arrastre en ambos sentidos, con dos modelos con 0 ... 1 N y 0 ... 3 N)

- [Dinamómetro PCE-FM1000](#)

(dinamometro hasta 1000 N, célula dinamométrica externa)

- [Dinamómetro EF- AE](#)

(dinamometro hasta 50 kN, mide fuerza de compresión)

- [Dinamómetro EF- AE-S](#)

(dinamometro hasta 50 kN, fuerza de tracción y de compresión)

- [Dinamómetro TZL](#)

(dinamómetro de carga para fuerzas de tracción de hasta 20.000 kg)

- [Dinamómetro TZR](#)

(dinamómetro de carga para fuerzas de tracción de hasta 20 toneladas)

- [Dinamómetro 830](#)

(dinamometro compacto para presión / fuerza hidráulica con aguja de arrastre)





- [Dinamómetro 833](#)

(dinamómetro compacto para presión / fuerza hidráulica, mediciones de larga duración)



- [Dinamómetro de fuerza de fijación PT AT](#)

(dinamómetro para determinar la adhesión con memoria, interfaz RS-232, etc.)



- [Dinamómetro de fuerza PCE-PTR 200](#)

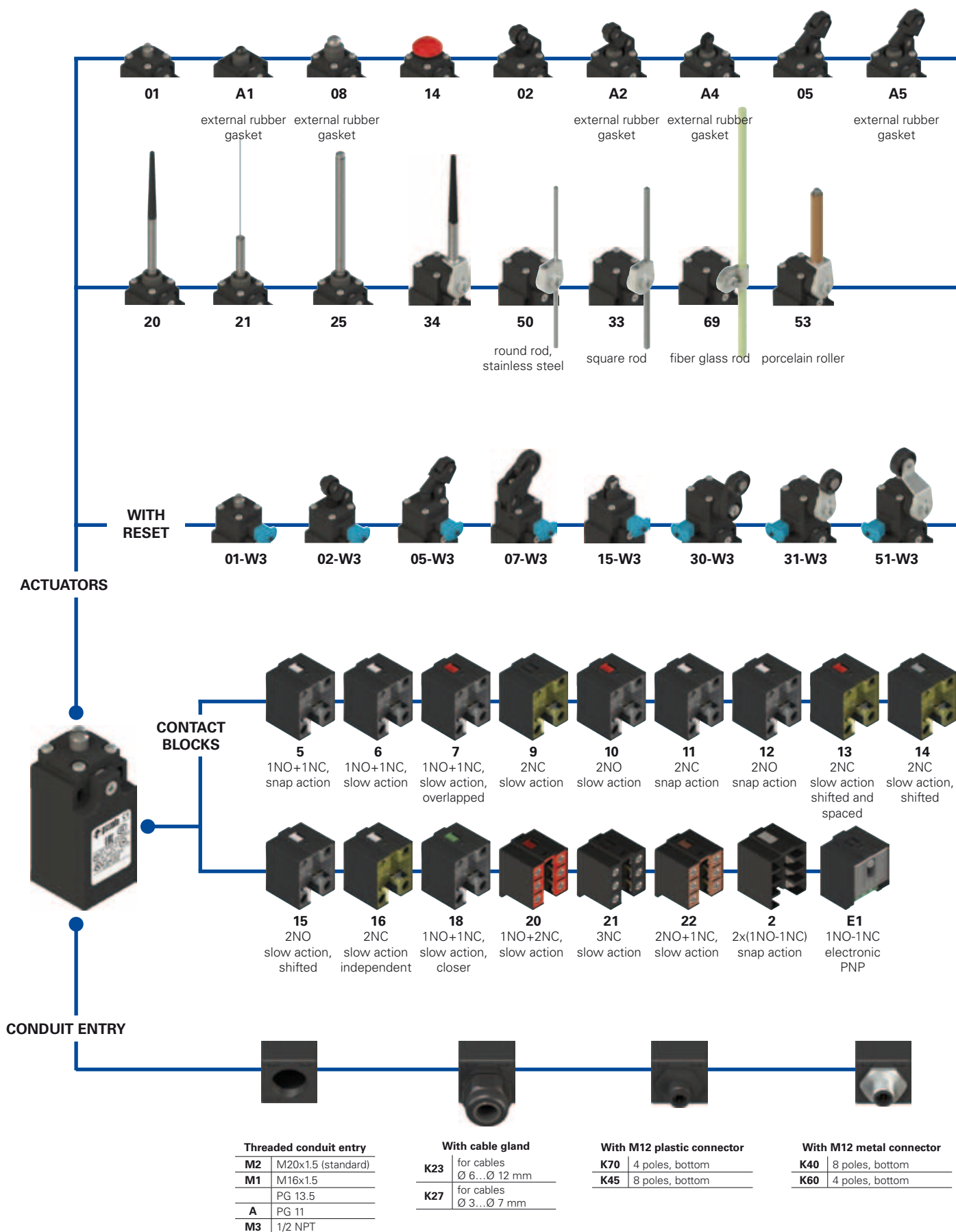
(dinamómetro para determinar la firmeza en frutas y controlar su grado de madurez)



Aquí encuentra usted una visión general de [todos los medidores](#) que le ofrece PCE Instruments.

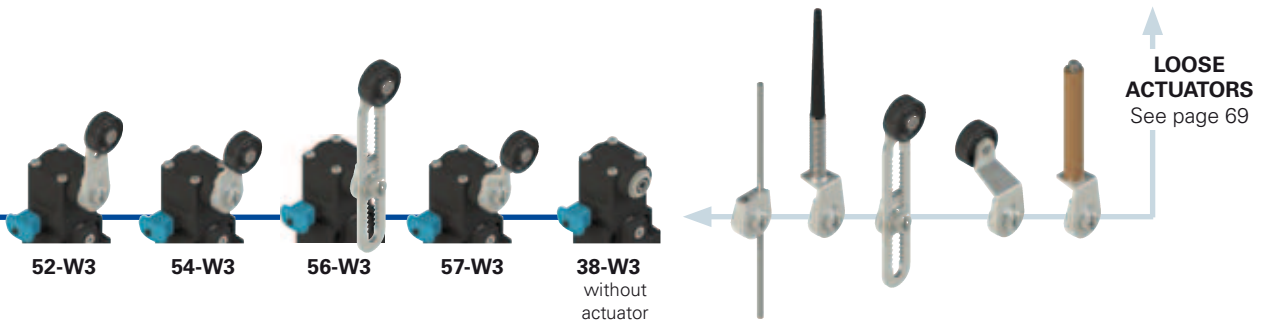
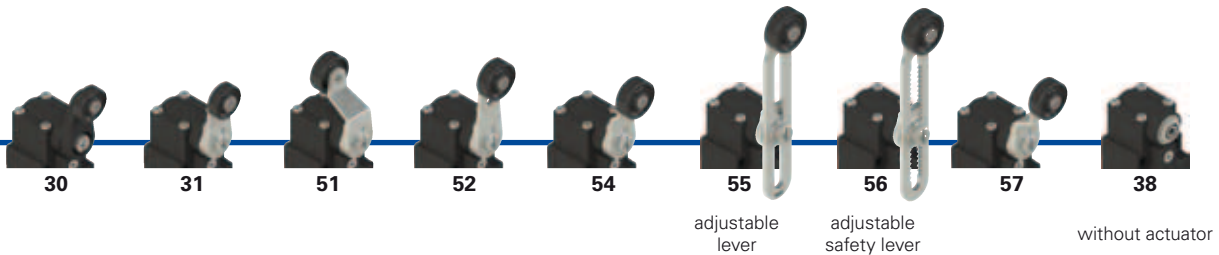
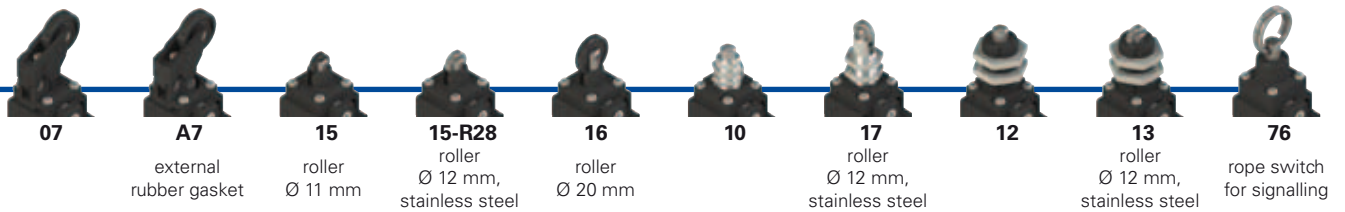


Selection diagram



● product options  
 → accessory sold separately





### Code structure

**Attention!** The feasibility of a code number does not mean the effective availability of a product. Please contact our sales office.

article options options  
**FR 502-W3XGM2K70R23T6**

Housing	
<b>FR</b>	technopolymer, one conduit entry

Contact blocks	
<b>5</b>	1NO+1NC, snap action
<b>6</b>	1NO+1NC, slow action
<b>7</b>	1NO+1NC, slow action, overlapped
...	.....

Actuators	
<b>01</b>	short plunger
<b>02</b>	roller lever
<b>05</b>	angled roller lever
...	.....

Reset	
	without reset (standard)
<b>W3</b>	simultaneous reset
<b>W4</b>	simultaneous reset, increased force

External metallic parts	
	zinc-plated steel (standard)
<b>X</b>	stainless steel

Ambient temperature	
	-25°C ... +80°C (standard)
<b>T6</b>	-40°C ... +80°C

Pre-installed cable glands or connectors	
	without cable gland or connector (standard)
<b>K23</b>	cable gland for cables Ø 6...Ø 12 mm
<b>K70</b>	M12 plastic connector, 4 poles

Please contact our technical service for the complete list of possible combinations.

Threaded conduit entry	
<b>M2</b>	M20x1.5 (standard)
<b>M1</b>	M16x1.5
	PG 13.5
<b>A</b>	PG 11
<b>M3</b>	1/2 NPT

Contact type	
	silver contacts (standard)
<b>G</b>	silver contacts with 1 µm gold coating (not for contact block 2)

Rollers	
	standard roller
<b>R28</b>	stainless steel, Ø 12 mm (for actuators A4, 15)
<b>R23</b>	stainless steel, Ø 14 mm (for actuators A2, 02, A5, 05, 30, 31, 51, 52, 54, 55, 56, 57)
<b>R24</b>	stainless steel, Ø 20 mm (for actuators 30, 31, 51, 52, 54, 55, 56, 57)
<b>R25</b>	technopolymer, Ø 35 mm (for actuators 30, 31, 51, 52, 54, 55, 56, 57)
<b>R5</b>	rubber, Ø 40 mm (for actuators 30, 31, 51, 52, 54, 55, 56, 57)
<b>R26</b>	rubber, Ø 50 mm (for actuators 51, 52, 54, 55, 56, 57)
<b>R27</b>	rubber, protruding, Ø 50 mm (for actuators 55, 56)



### Main features

- Technopolymer housing, one conduit entry
- Protection degree IP67
- 17 contact blocks available
- 48 actuators available
- Versions with stainless steel external parts
- Versions with M12 connector
- Versions with gold-plated silver contacts


### Markings and quality marks:



IMQ approval:	EG610
UL approval:	E131787
CCC approval:	2007010305230013
EAC approval:	RU C-IT ДМ94.В.01024

### Technical data

#### Housing

Housing made of fiber glass reinforced technopolymer, self-extinguishing, shock-proof and with double insulation:  
 One threaded conduit entry:  M20x1.5 (standard)  
 Protection degree: IP67 according to EN 60529 with cable gland having equal or higher protection degree

#### General data

Ambient temperature: -25°C ... +80°C  
 Max. actuation frequency: 3600 operating cycles<sup>1</sup>/hour  
 Mechanical endurance: 20 million operating cycles<sup>1</sup>  
 Mounting position: any  
 Safety parameters:  
 B<sub>10d</sub>: 40,000,00 for NC contacts  
 Mechanical interlock, not coded: type 1 according to EN ISO 14119  
 Tightening torques for installation: see pages 235-246  
 (1) One operation cycle means two movements, one to close and one to open contacts, as defined in EN 60947-5-1.

#### Cable cross section (flexible copper strands)

Contact blocks 20, 21, 22, 33, 34:	min.	1 x 0.34 mm <sup>2</sup>	(1 x AWG 22)
	max.	2 x 1.5 mm <sup>2</sup>	(2 x AWG 16)
Contact block 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18:	min.	1 x 0.5 mm <sup>2</sup>	(1 x AWG 20)
	max.	2 x 2.5 mm <sup>2</sup>	(2 x AWG 14)
Contact block 2:	min.	1 x 0.5 mm <sup>2</sup>	(1 x AWG 20)
	max.	2 x 1.5 mm <sup>2</sup>	(2 x AWG 16)

#### In conformity with standards:

IEC 60947-5-1, EN 60947-5-1, EN 60947-1, EN 50047, IEC 60204-1, EN 60204-1, EN ISO 14119, EN ISO 12100, IEC 60529, EN 60529, UL 508, CSA 22.2 No. 14

#### Approvals:

IEC 60947-5-1, UL 508, CSA 22.2 No.14, GB14048.5-2001.


#### In conformity with the requirements of:


Low Voltage Directive 2006/95/EC, Machinery Directive 2006/42/EC and EMC Directive 2004/108/EC.

#### Positive contact opening in conformity with standards:

IEC 60947-5-1, EN 60947-5-1.

### Installation for safety applications:

Use only switches marked with the symbol  aside the product code. Always connect the safety circuit to the **NC contacts** (normally closed contacts: 11-12, 21-22 or 31-32) as stated in **standard EN 60947-5-1, encl. K, par. 2**. Actuate the switch **at least up to the positive opening travel** shown in the travel diagrams on page 240. Operate the switch **at least with the positive opening force**, indicated between brackets below each article, aside the minimum force value.

 **If not expressly indicated in this chapter, for correct installation and utilization of all articles see chapter utilization requirements from page 235 to page 246.**

Electrical data		Utilization category				
without connector	Thermal current (I <sub>th</sub> ):	10 A	Alternating current: AC15 (50÷60 Hz)			
	Rated insulation voltage (U <sub>i</sub> ):	500 Vac 600 Vdc 400 Vac 500 Vdc (contact blocks 2, 11, 12, 20, 21, 22, 33, 34)	U <sub>e</sub> (V)	250	400	500
	Rated impulse withstand voltage (U <sub>imp</sub> ):	6 kV	I <sub>e</sub> (A)	6	4	1
		4 kV (contact blocks 20, 21, 22, 33, 34)	Direct current: DC13			
	Conditional short circuit current:	1000 A according to EN 60947-5-1	U <sub>e</sub> (V)	24	125	250
Protection against short circuits:	type aM fuse 10 A 500 V	I <sub>e</sub> (A)	6	1.1	0.4	
Pollution degree:	3					
with connector M12, 4 poles	Thermal current (I <sub>th</sub> ):	4 A	Alternating current: AC15 (50÷60 Hz)			
	Rated insulation voltage (U <sub>i</sub> ):	250 Vac 300 Vdc	U <sub>e</sub> (V)	24	120	250
	Protection against short circuits:	type gG fuse 4 A 500 V	I <sub>e</sub> (A)	4	4	4
	Pollution degree:	3	Direct current: DC13			
			U <sub>e</sub> (V)	24	125	250
I <sub>e</sub> (A)	4	1.1	0.4			
with connector M12, 8 poles	Thermal current (I <sub>th</sub> ):	2 A	Alternating current: AC15 (50÷60 Hz)			
	Rated insulation voltage (U <sub>i</sub> ):	30 Vac 36 Vdc	U <sub>e</sub> (V)	24		
	Protection against short circuits:	type gG fuse 2 A 500 V	I <sub>e</sub> (A)	2		
	Pollution degree:	3	Direct current: DC13			
			U <sub>e</sub> (V)	24		
I <sub>e</sub> (A)	2					



### Characteristics approved by IMQ

Rated insulation voltage (Ui): 500 Vac  
 400 Vac (for contact blocks 2, 11, 12, 20, 21, 22, 33, 34)  
 Conventional free air thermal current (Ith): 10 A  
 Protection against short circuits: type aM fuse 10 A 500 V  
 Rated impulse withstand voltage (U<sub>imp</sub>): 6 kV  
 4 kV (for contact blocks 20, 21, 22, 33, 34)  
 Protection degree of the housing: IP67  
 MV terminals (screw terminals)  
 Pollution degree 3  
 Utilization category: AC15  
 Operating voltage (Ue): 400 Vac (50 Hz)  
 Operating current (Ie): 3 A  
 Forms of the contact element: Za, Zb, Za+Za, Y+Y, X+X, Y+Y+X, Y+Y+Y, Y+X+X  
 Positive opening of contacts on contact blocks 5, 6, 7, 9, 11, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 22, 33, 34  
 In conformity with standards: EN 60947-1, EN 60947-5-1+ A1:2009, fundamental requirements of the Low Voltage Directive 2006/95/EC.

Please contact our technical service for the list of approved products.

### Characteristics approved by UL

Utilization categories Q300 (69 VA, 125 ... 250 Vdc)  
 A600 (720 VA, 120 ... 600 Vac)  
 Data of housing type 1, 4X "indoor use only", 12, 13  
 For all contact blocks except 2 and 3 use 60 or 75°C copper (Cu) conductor, rigid or flexible, wire size AWG 12/14. Terminal tightening torque of 7.1 lb in (0.8 Nm).  
 For contact blocks 2 and 3 use 60 or 75 °C copper (Cu) conductor, rigid or flexible, wire size AWG 14. Terminal tightening torque of 12 lb in (1.4 Nm).  
 In conformity with standard: UL 508, CSA 22.2 No.14

Please contact our technical service for the list of approved products.

### Connection diagram for M12 connectors

Contact block 2 1NO-1NC+1NO-1NC	Contact block 5 1NO+1NC	Contact block 6 1NO+1NC	Contact block 7 1NO+1NC	Contact block 9 2NC	Contact block 10 2NO	Contact block 11 2NC	Contact block 12 2NO	Contact block 13 2NC
M12 connector, 8 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles
<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.
NO 3-4	NC 1-2	NC 1-2	NC 1-2	NC 1-2	NO 1-2	NC 1-2	NO 1-2	NC (1°) 1-2
NC 5-6	NO 3-4	NO 3-4	NO 3-4	NC 3-4	NO 3-4	NC 3-4	NO 3-4	NC (2°) 3-4
NC 7-8								
NO 1-2								

Contact block 14 2NC	Contact block 15 2NO	Contact block 16 2NC	Contact block 18 1NO+1NC	Contact block 20 2NC+1NO	Contact block 21 3NC	Contact block 22 1NC+2NO	Contact block 33 1NC+1NO	Contact block 34 2NC
M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 8 poles	M12 connector, 8 poles	M12 connector, 8 poles	M12 connector, 4 poles	M12 connector, 4 poles
<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.	<b>Contacts</b> Pin no.
NC (1°) 1-2	NO (1°) 1-2	NC, lever at the right 1-2	NC 1-2	NC 3-4	NC 3-4	NC 3-4	NC 1-2	NC 1-2
NC (2°) 3-4	NO (2°) 3-4	NC, lever to the left 3-4	NO 3-4	NC 5-6	NC 5-6	NO 5-6	NO 3-4	NC 3-4
				NO 7-8	NC 7-8	NO 7-8		

Contact block E1  
PNP

M12 connector, 4 poles

<b>Contacts</b>	<b>Pin no.</b>
+	1
-	3
NC	2
NO	4

# Position switches FR series

Contact type:

- R** = snap action
- L** = slow action
- LO** = slow action overlapped
- LS** = slow action shifted
- LV** = slow action shifted and spaced
- LI** = slow action independent
- LA** = slow action closer
- △** = electronic PNP

Contact blocks

	With external rubber gasket	With stainless steel roller on request	With external rubber gasket	With stainless steel roller on request
5	<b>FR 501-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 5A1-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 502-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 5A2-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC
6	<b>FR 601-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 6A1-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 602-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 6A2-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC
7	<b>FR 701-M2</b> <b>LO</b> 1NO+1NC	<b>FR 7A1-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 702-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 7A2-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC
9	<b>FR 901-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 9A1-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 902-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 9A2-M2</b> <b>L</b> 2NC
10	<b>FR 1001-M2</b> <b>L</b> 2NO	<b>FR 10A1-M2</b> <b>L</b> 2NO	<b>FR 1002-M2</b> <b>R</b> 2NO	<b>FR 10A2-M2</b> <b>L</b> 2NO
11	<b>FR 1101-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 11A1-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 1102-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 11A2-M2</b> <b>L</b> 2NC
12	<b>FR 1201-M2</b> <b>R</b> 2NO	<b>FR 12A1-M2</b> <b>L</b> 2NO	<b>FR 1202-M2</b> <b>R</b> 2NO	<b>FR 12A2-M2</b> <b>L</b> 2NO
13	<b>FR 1301-M2</b> <b>LV</b> 2NC	<b>FR 13A1-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 1302-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 13A2-M2</b> <b>L</b> 2NC
14	<b>FR 1401-M2</b> <b>LS</b> 2NC	<b>FR 14A1-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 1402-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 14A2-M2</b> <b>L</b> 2NC
15	<b>FR 1501-M2</b> <b>LS</b> 2NO	<b>FR 15A1-M2</b> <b>L</b> 2NO	<b>FR 1502-M2</b> <b>R</b> 2NO	<b>FR 15A2-M2</b> <b>L</b> 2NO
18	<b>FR 1801-M2</b> <b>LA</b> 1NO+1NC	<b>FR 18A1-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 1802-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 18A2-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC
20	<b>FR 2001-M2</b> <b>L</b> 1NO+2NC	<b>FR 20A1-M2</b> <b>L</b> 1NO+2NC	<b>FR 2002-M2</b> <b>R</b> 1NO+2NC	<b>FR 20A2-M2</b> <b>L</b> 1NO+2NC
21	<b>FR 2101-M2</b> <b>L</b> 3NC	<b>FR 21A1-M2</b> <b>L</b> 3NC	<b>FR 2102-M2</b> <b>R</b> 3NC	<b>FR 21A2-M2</b> <b>L</b> 3NC
22	<b>FR 2201-M2</b> <b>L</b> 2NO+1NC	<b>FR 22A1-M2</b> <b>L</b> 2NO+1NC	<b>FR 2202-M2</b> <b>R</b> 2NO+1NC	<b>FR 22A2-M2</b> <b>L</b> 2NO+1NC
2	<b>FR 201-M2</b> <b>R</b> 2x(1NO-1NC)		<b>FR 202-M2</b> <b>R</b> 2x(1NO-1NC)	<b>FR 2A2-M2</b> <b>L</b> 2x(1NO-1NC)
E1	<b>FR E101-M2</b> <b>△</b> 1NO-1NC	<b>FR E1A1-M2</b> <b>L</b> 1NO-1NC	<b>FR E102-M2</b> <b>△</b> 1NO-1NC	<b>FR E1A2-M2</b> <b>L</b> 1NO-1NC
Max. speed	page 239 - type 4	page 239 - type 4	page 239 - type 3	page 239 - type 3
Min. force	8 N (25 N <b>R</b> )	6 N (25 N <b>R</b> )	6 N (25 N <b>R</b> )	4.3 N (25 N <b>R</b> )
Travel diagrams	page 240 - group 1	page 240 - group 1	page 240 - group 2	page 240 - group 2

	With external rubber gasket With Ø 12 mm stainless steel roller on request	With stainless steel roller on request	With external rubber gasket With stainless steel roller on request	With external rubber gasket With stainless steel roller on request
5	<b>FR 5A4-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 505-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 5A5-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 507-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC
6	<b>FR 6A4-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 605-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 6A5-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 607-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC
7	<b>FR 7A4-M2</b> <b>LO</b> 1NO+1NC	<b>FR 705-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 7A5-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 707-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC
9	<b>FR 9A4-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 905-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 9A5-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 907-M2</b> <b>L</b> 2NC
10	<b>FR 10A4-M2</b> <b>L</b> 2NO	<b>FR 1005-M2</b> <b>L</b> 2NO	<b>FR 10A5-M2</b> <b>R</b> 2NO	<b>FR 1007-M2</b> <b>L</b> 2NO
11	<b>FR 11A4-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 1105-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 11A5-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 1107-M2</b> <b>L</b> 2NC
12	<b>FR 12A4-M2</b> <b>R</b> 2NO	<b>FR 1205-M2</b> <b>L</b> 2NO	<b>FR 12A5-M2</b> <b>R</b> 2NO	<b>FR 1207-M2</b> <b>L</b> 2NO
13	<b>FR 13A4-M2</b> <b>LV</b> 2NC	<b>FR 1305-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 13A5-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 1307-M2</b> <b>L</b> 2NC
14	<b>FR 14A4-M2</b> <b>LS</b> 2NC	<b>FR 1405-M2</b> <b>L</b> 2NC	<b>FR 14A5-M2</b> <b>R</b> 2NC	<b>FR 1407-M2</b> <b>L</b> 2NC
15	<b>FR 15A4-M2</b> <b>LS</b> 2NO	<b>FR 1505-M2</b> <b>L</b> 2NO	<b>FR 15A5-M2</b> <b>R</b> 2NO	<b>FR 1507-M2</b> <b>L</b> 2NO
18	<b>FR 18A4-M2</b> <b>LA</b> 1NO+1NC	<b>FR 1805-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC	<b>FR 18A5-M2</b> <b>R</b> 1NO+1NC	<b>FR 1807-M2</b> <b>L</b> 1NO+1NC
20	<b>FR 20A4-M2</b> <b>L</b> 1NO+2NC	<b>FR 2005-M2</b> <b>L</b> 1NO+2NC	<b>FR 20A5-M2</b> <b>R</b> 1NO+2NC	<b>FR 2007-M2</b> <b>L</b> 1NO+2NC
21	<b>FR 21A4-M2</b> <b>L</b> 3NC	<b>FR 2105-M2</b> <b>L</b> 3NC	<b>FR 21A5-M2</b> <b>R</b> 3NC	<b>FR 2107-M2</b> <b>L</b> 3NC
22	<b>FR 22A4-M2</b> <b>L</b> 2NO+1NC	<b>FR 2205-M2</b> <b>L</b> 2NO+1NC	<b>FR 22A5-M2</b> <b>R</b> 2NO+1NC	<b>FR 2207-M2</b> <b>L</b> 2NO+1NC
2	<b>FR 205-M2</b> <b>R</b> 2x(1NO-1NC)	<b>FR 205-M2</b> <b>R</b> 2x(1NO-1NC)	<b>FR 2A5-M2</b> <b>L</b> 2x(1NO-1NC)	<b>FR 207-M2</b> <b>L</b> 2x(1NO-1NC)
E1	<b>FR E1A4-M2</b> <b>△</b> 1NO-1NC	<b>FR E105-M2</b> <b>△</b> 1NO-1NC	<b>FR E1A5-M2</b> <b>△</b> 1NO-1NC	<b>FR E107-M2</b> <b>△</b> 1NO-1NC
Max. speed	page 239 - type 5	page 239 - type 3	page 239 - type 3	page 239 - type 3
Min. force	6 N (25 N <b>R</b> )	6 N (25 N <b>R</b> )	4.3 N (25 N <b>R</b> )	4 N (25 N <b>R</b> )
Travel diagrams	page 240 - group 1	page 240 - group 2	page 240 - group 2	page 240 - group 3

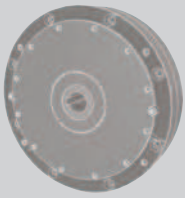
All measures in the drawings are in mm

Items with code on green background are stock items

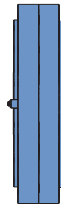
Accessories See page 225

→ The 2D/3D files are available at [www.pizzato.com](http://www.pizzato.com)

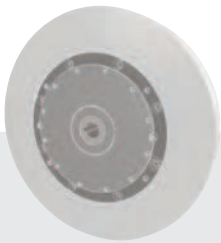
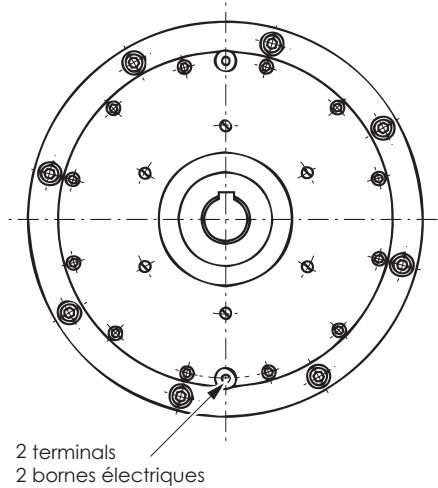
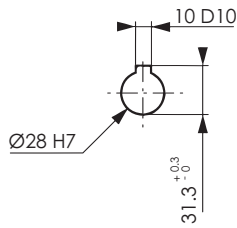
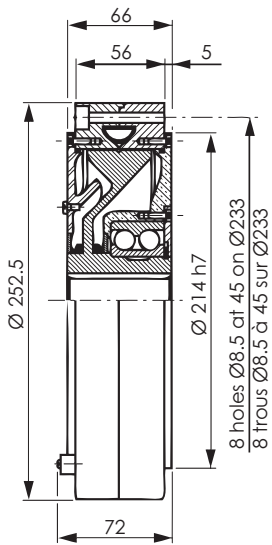




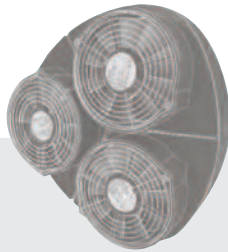
FAT 1200



**DIMENSIONS - Size 1200**  
**DIMENSIONS - Taille 1200**



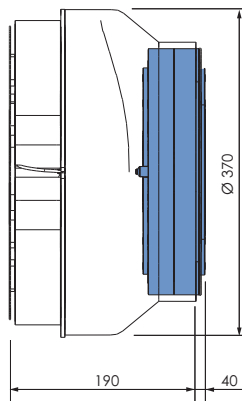
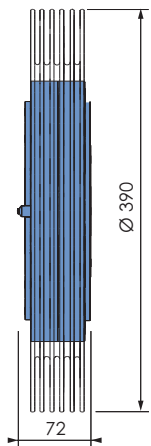
FRAT



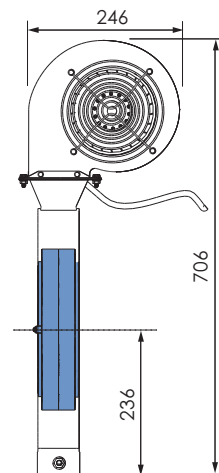
FVAT



FVRAT

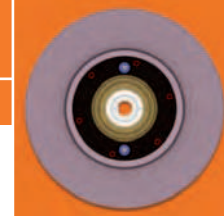


Fan supply : 24V DC  
Ventilateur : 24 V CC



Fan supply : 220V AC, except (5)  
Ventilateur : 220 V Alt., sauf (5)

All data subject to change without notice  
Données susceptibles d'être modifiées sans préavis



TECHNICAL DATA - Size 1200  
DONNEES TECHNIQUES - Taille 1200

Features / Caractéristiques

Technical Features	Données techniques			
Rated torque	Couple nominal	Nm	120 lb.ft	90
Rated current	Courant nominal	A	1.10 Amp	1.10
Residual torque	Couple résiduel	Nm	1.2 lb.ft	0.9
Residual torque RR (1)	Couple résiduel RR (1)	Nm	2.4 lb.ft	1.8
Coil resistance (2)	Impédance de la bobine (2)	$\Omega$	12.5	
Rotor inertia	Inertie du rotor	kg.m <sup>2</sup>	26.5 .10 <sup>-3</sup>	
Min rotation speed (3)	Vitesse de rotation min (3)	mn <sup>-1</sup> rpm	40	
Max rotation speed (3)	Vitesse de rotation max (3)	mn <sup>-1</sup> rpm	2000	
Rated Outside body Temp. (4)	Temp. ext. nominale du corps (4)	°C	100	
Ultimate Outside body Temp.	Limite max. de Temp. ext. du corps	°C	120	

(1) remnant rotor version

(2) at 20°C (varies with the coil temperature)

(3) except RR versions. Any further request, please consult your supplier

(4) max for rated life

(1) version rotor rémanent

(2) à 20°C (variable en fonction de la température de bobine)

(3) sauf versions RR. Pour toute autre valeur souhaitée, consultez votre revendeur

(4) limite max pour une durée de vie nominale

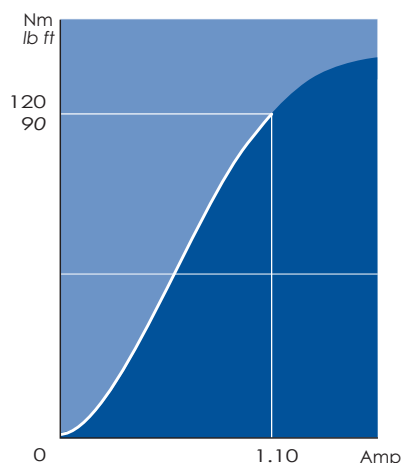
Full range / Gamme complète

	Power Puissance W	Weight Masse kg / lb	Ordering Code Code de commande
FAT 1200	300	17.2 / 37.8	ME317400-00
FRAT 1200	550	25.0 / 55.0	ME322600-00
FVAT 1200	1400	28.0 / 61.6	ME317400-00 + ME129187-00
FVRAT 1200	2000	30.5 / 67.1	ME322600-00 + ME338800-00 (5)

(5) US version : ME322600BK (110 V AC)

(5) Version US : ME 322600BK (110 V AC)

Typical torque vs. current / Courbe caractéristique courant - couple



# Precision Torque Sensor

## Non-contact transmission for rotating applications

### Optional measurement of angle and speed

Code:	8661 EN
Delivery:	2 - 3 weeks
Warranty:	24 months

### Model 8661



#### Optional:

- ▶ USB interface
- ▶ Dual range

- Measuring range 0 ... ± 0,02 Nm to 0 ... ± 1000 Nm
- Low linearity deviation of ≤ ± 0.05 % F.S.
- Intelligent operating state indicator
- 16 bit D/A- converter including digital adjustment
- Output signal 0 ... ±10 V (optional 0 ... ± 5 V)
- Angle measurement with 2000 increments / 0.045° (option)
- Speed measurement to 25 000 min<sup>-1</sup> (option)
- High performant software (option USB) including mechanical power computation, multichannel operation, freely editable mathematical auxiliary channel
- Excellent price-performance ratio
- From 500 Nm 4 x keyway (optionally in other measuring ranges possible)

### Application

The series 8661 precision torque sensor is the ideal choice for reliable measurement of static and dynamic clockwise and counter-clockwise torques.

Thanks to the non-contact transmission of the excitation voltage and measurement signal, the sensor offers virtually maintenance-free and fail-safe operation. This makes it perfect for industrial production and assembly applications where there is a need to measure actuating or breakaway torques, holding torques or tightening torques.

Its high measurement quality means that the sensor is equally suited to quality control applications and laboratory-based research and development projects.

The applied torque can be read easily by evaluation units or controllers connected to the normalized analog interface.

For network-independent, mobile use, the torque sensor offers an optional USB interface. This can be connected to a notebook running the PC software supplied with the device to take on-site measurements with accompanying visualization and archival of measurement values.

Its compact, robust and vibration-proof construction makes it suitable for use in the following example applications:

- ▶ Test setups for precision mechanics
- ▶ Measurements on micromechanical actuator elements
- ▶ Engine test benches including measurement of mechanical power
- ▶ Recording biomechanical movements in medical engineering
- ▶ Precision frictional torque measurements on bearings
- ▶ Use as test-bench measuring device

### Description

The measuring shaft, which is made of high-quality materials, carries metal-film strain gauges. Torsion of the shaft by the torque to be measured produces a change in resistance in the full bridge, which is converted into a measurement signal that is proportional to the torque.

To ensure wear-free operation, the power is supplied by inductive coupling and the measurement signals are transmitted optically.

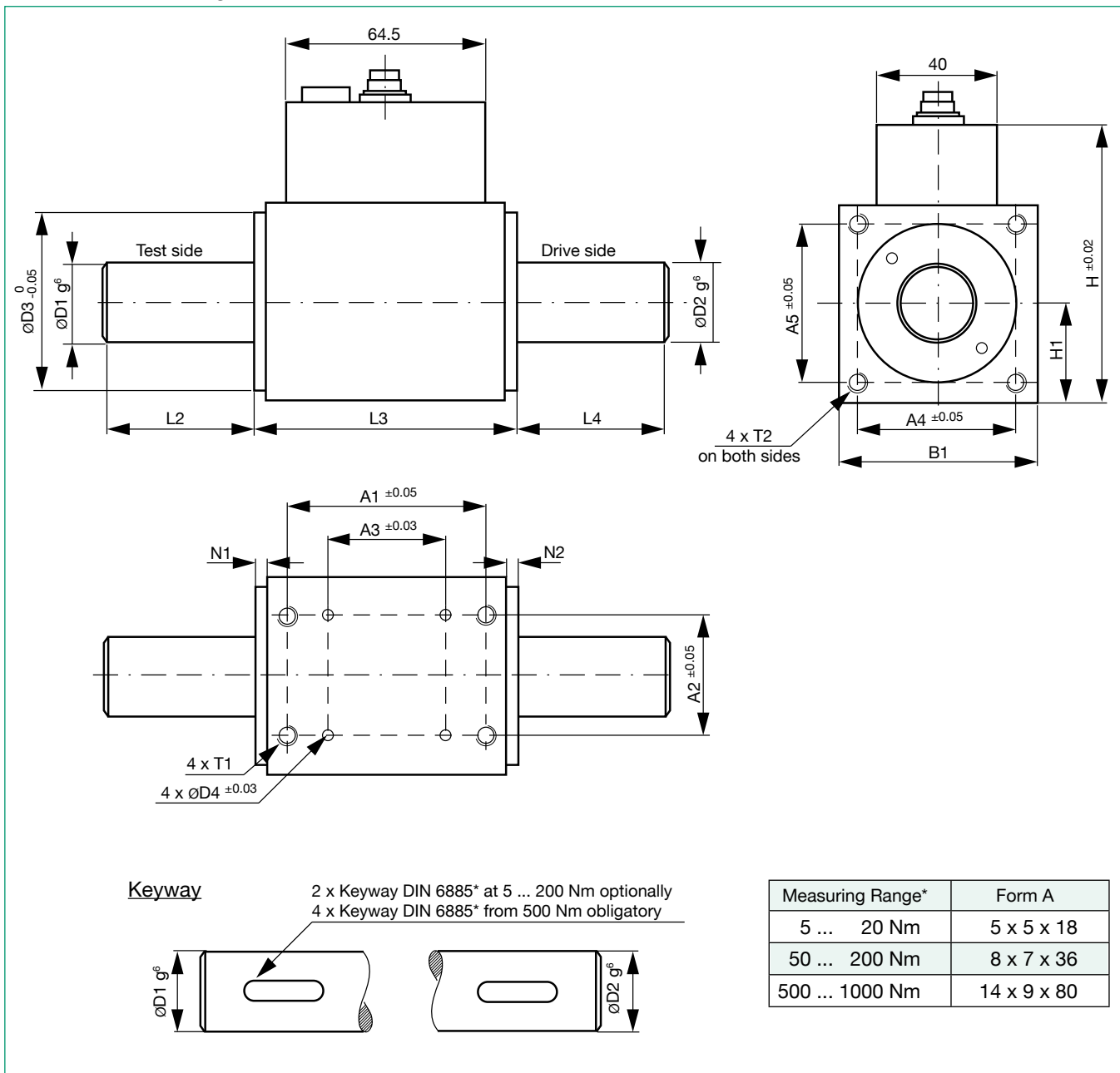
The signal, which has been digitized already on the shaft, is converted and amplified into a 0 ... ± 10 V signal by a 16 bit digital-to-analog converter on the stator. A high-resolution TTL output signal for the angular displacement and rotational speed measurement is achieved by optical sensing of an incremental encoder disk with up to 1024 divisions and two offset tracks plus four-edge decoding.

An extra socket in addition to the standard 12 pin connector provides another option for connecting an external supply. Continuous, online display of the various operating states is provided by a 3 LED optical indicator.

High-quality bearings, tight manufacturing tolerances and excellent balance are essential for achieving the optimum running stability that this sensor delivers at speeds of over 25 000 rpm.

**Technical Data**
**Table 1**

Order Code	L2	L3	L4	B1	H	H1	D1	D2	D3	D4		A1	A2	A3	T1		T2		A4	A5	N1	N2
										Ø	deep				deep	deep						
8661-4020-VXXXX	10	66	11	40	60	15	5	8	29	3.1	5	45	31	30	M4	8	M3	5,5	26	24	1.5	0
8661-4050-VXXXX	10	66	11	40	60	15	5	8	29	3.1	5	45	31	30	M4	8	M3	5,5	26	24	1.5	0
8661-4100-VXXXX	10	66	11	40	60	15	5	8	29	3.1	5	45	31	30	M4	8	M3	5,5	26	24	1.5	0
8661-4200-VXXXX	10	66	11	40	60	15	5	8	29	3.1	5	45	31	30	M4	8	M3	5,5	26	24	1.5	0
8661-4500-VXXXX	10	66	11	40	60	15	5	8	29	3.1	5	45	31	30	M4	8	M3	5,5	26	24	1.5	0
8661-5001-VXXXX	10	66	11	40	60	15	5	8	29	3.1	5	45	31	30	M4	8	M3	5,5	26	24	1.5	0
8661-5002-VXXXX	14	66	14	40	60	15	6	8	29	3.1	5	45	31	30	M4	8	M3	5,5	26	24	1.5	0
8661-5005-VXXXX	30	83	30	55	85	27.5	15	15	54	3.1	5	57	44	41	M5	9	M4	6	45.3	45.3	1.5	0
8661-5010-VXXXX	30	83	30	55	85	27.5	15	15	54	3.1	5	57	44	41	M5	9	M4	6	45.3	45.3	1.5	0
8661-5020-VXXXX	30	83	30	55	85	27.5	15	15	54	3.1	5	57	44	41	M5	9	M4	6	45.3	45.3	1.5	0
8661-5050-VXXXX	45	78	45	64	94	32	26	26	58.5	3.1	5	57	44	41	M5	8	M4	6	54.4	54.4	3	3
8661-5100-VXXXX	45	78	45	64	94	32	26	26	58.5	3.1	5	57	44	41	M5	8	M4	6	54.4	54.4	3	3
8661-5200-VXXXX	45	78	45	64	94	32	26	26	58.5	3.1	5	57	44	41	M5	8	M4	6	54.4	54.4	3	3
8661-5500-VXXXX	96.25	95	96.25	107	137	53,5	45	45	97	4.1	10	50	90	30	M8	20	M6	10	88.4	88.4	2.5	2.5
8661-6001-VXXXX	96.25	95	96.25	107	137	53,5	45	45	97	4.1	10	50	90	30	M8	20	M6	10	88.4	88.4	2.5	2.5

**Dimensional drawing**


Specifications, based on measurement range Table 2

Order Code	Measurement Range [Nm]	Spring Constant [Nm/rad]	Mass Moment of Inertia Drive Side [10 <sup>-6</sup> kg*m <sup>2</sup> ]	Mass Moment of Inertia Measuring Side [10 <sup>-6</sup> kg*m <sup>2</sup> ]	Maximum Permissible Axial Load [N]	Maximum Permissible Radial Load [N]	Weight [g]	Max. Rotary Speed** [min <sup>-1</sup> ]
8661-4020-V0XXX	0 ... ± 0.02	10	2.2	0.048	50	3	300	25 000
8661-4050-V0XXX	0 ... ± 0.05	10	2.2	0.048	50	3	300	25 000
8661-4100-V0XXX	0 ... ± 0.1	20	2.2	0.048	50	3	300	25 000
8661-4200-V0XXX	0 ... ± 0.2	50	2.2	0.05	50	3	300	25 000
8661-4500-V0XXX	0 ... ± 0.5	100	2.2	0.06	50	4	300	25 000
8661-5001-V0XXX	0 ... ± 1	100	2.2	0.062	50	7	300	25 000
8661-5002-V0XXX	0 ... ± 2	180	2.2	0.077	50	13	300	25 000
8661-5005-V0XXX	0 ... ± 5	800	14.3	2.2	200	15	900	15 000
8661-5010-V0XXX	0 ... ± 10	1700	14.3	2.35	200	30	900	15 000
8661-5020-V0XXX	0 ... ± 20	3000	14.6	2.6	200	60	900	15 000
8661-5050-V0XXX	0 ... ± 50	14000	85.7	33.30	300	125	1500	15 000
8661-5100-V0XXX	0 ... ± 100	25000	85.9	33.70	300	215	1500	15 000
8661-5200-V0XXX	0 ... ± 200	40000	87.5	35.00	300	215	1500	15 000
8661-5500-V0XXX	0 ... ± 500	150000	1200	600.00	500	250	6000	7000
8661-6001-V0XXX	0 ... ± 1000	220000	1200	600.00	500	500	6000	7000

\*\* Max speed with option angle and speed measurement refer to page 5.

## Sensor with 2 Measurement Ranges (option)

The sensor with two measuring ranges has the same dimensions as the standard version but it also has two different calibrated measuring ranges.

The dual range sensor offers significant advantages:

1. With a single sensor a very wide range of torques can be measured accurately.
2. Good overload protection particularly in smaller measuring ranges: For the smaller measuring range the sensor provides the overload protection of the larger measuring range.
3. No retooling time at all and only one coupling pair is needed.

Possible ratio of dual ranges sensor:

- ▶ 1:4
- ▶ 1:5
- ▶ 1:10

With the sensor with the 12 pin connector the measuring range is switched by applying a voltage level whose magnitude and whose ground reference correspond to the control signal. (For measuring range 1:1, 0 ... 3 V, for the extended measuring range 10 ... 30 V).

The switching time is max. 50 ms.

Typical applications of the dual range sensor are:

- ▶ Test stands for motors, turbines and gears, extruders
- ▶ Engineering
- ▶ Drive engineering
- ▶ Aeronautics and space sector
- ▶ Automotive
- ▶ Product development
- ▶ Quality assurance

Specification, based on measurement range Table 3

Order Code	Upper Range Value [Nm]	Measuring Range Extension End Value Second Range		
		1:10	1:4	1:5
8661-4500-VX000*	0 ... ± 0,5	-	-	± 0.1 Nm
8661-5001-VX000*	0 ... ± 1	-	-	± 0.2 Nm
8661-5002-VX000*	0 ... ± 2	± 0.2 Nm	± 0.5 Nm	-
8661-5005-VX000*	0 ... ± 5	± 0.5 Nm	-	± 1 Nm
8661-5010-VX000*	0 ... ± 10	± 1 Nm	-	± 2 Nm
8661-5020-VX000*	0 ... ± 20	± 2 Nm	± 5 Nm	-
8661-5050-VX000*	0 ... ± 50	± 5 Nm	-	± 10 Nm
8661-5100-VX000*	0 ... ± 100	± 10 Nm	-	± 20 Nm
8661-5200-VX000*	0 ... ± 200	± 20 Nm	± 50 Nm	-
8661-5500-VX000*	0 ... ± 500	± 50 Nm	-	± 100 Nm
8661-6001-VX000*	0 ... ± 1000	± 100 Nm	-	± 200 Nm

\*X = 1: range extension 1:10, X = 2: range extension 1:5, X = 3: range extension 1:4



## Torque Sensor with integrated USB Interface (option)

- Includes powerful data acquisition software DigiVision
- Plug & Measure
- Numerical and graphical display of torque/speed/mechanical power as well as editable mathematical factors/results, etc.
- Suitable for mobile use with a notebook
- Power supply via the USB-port (External power supply is not required)
- DLL and LabView-driver for free



This sensor version has an USB-port instead of the 0 ... ± 10 V output. The measurement signal is transferred digitally from the measuring shaft and then transmitted serially. This allows a PC-based evaluation of the measurement signals.

Beside torque, speed or angular displacement measurement values are provided optionally. The DigiVision software displays the mechanical power values also calculated by the sensor.

### Configuration and Evaluation Software DigiVision

Multichannel configuration and evaluation software suitable for easy PC-based analysis and reporting in mobile and stationary applications field such as lab, R & D and industrial environment.

#### DigiVision Features

- ▶ Numerical and chart representation of the torque, speed, angle and mechanical power
- ▶ Intuitive user interface
- ▶ Automatic sensor detection
- ▶ Practical start and stop trigger features
- ▶ 4 limits per channel configurable
- ▶ Peak value memory for MIN/MAX
- ▶ Auto scale
- ▶ Storage function of the measuring log as Excel or PDF file
- ▶ Archive viewer including curve array display
- ▶ Multichannel operation with full version possible also with other sensors, e.g. 8625, 9206
- ▶ Calibration data are stored in the sensor

#### Signal processing

Measuring rate:

- up to 200 meas./s (with 8661-P001) for each channel
- up to 400 meas./s (with 8661-P100) for each channel
- up to 1000 meas./s (with 8661-P200) for each channel

A/D conversion 16 bit

#### Operating System requirements

Windows 2000, XP, Vista, Windows 7, Windows 10

#### Accessories

Configuration and evaluation software DigiVision for torque / speed / mechanical power (up to 200 meas/s supply with the device)

**8661-P001**

Configuration and evaluation software DigiVision with option for torque / speed / mechanical power up to 400 meas/s for up to 16 channels

**8661-P100**

Configuration and evaluation software DigiVision with option for torque / speed / mechanical power / editable mathematical auxiliary channel, max. 1000 meas/s for up to 32 channels

**8661-P200**

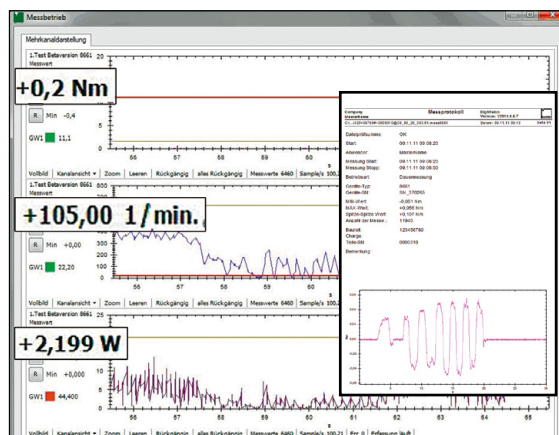
USB cable with screwing, 2 m length (included)

**8661-Z010**

DigiVision is available in three versions:

#### DigiVision, 8661-P001 (included)

- For a single sensor only
- Max. 200 measuring values per second

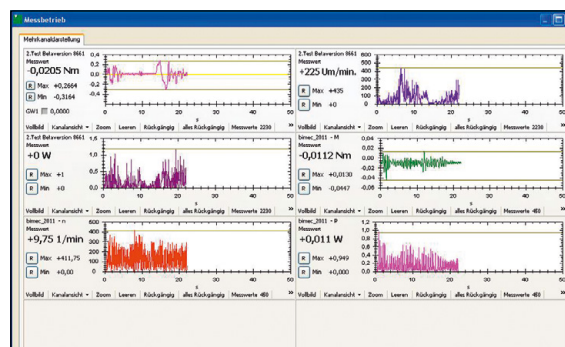


Screenshot P001: Multichannel display of a single sensor, below right: printed measuring record

#### DigiVision, 8661-P100, 8661-P200

- For more sensors, up to 16 channels (up to 32 channels\*)
- Max. 1000 measuring values per second, per channel\*
- Display per sensor (depending on the sensor type)
  - torque and / or angle or
  - torque / speed / mechanical power
  - editable mathematical auxiliary channel\*

\*for 8661-P200 only



Screenshot P100: Multichannel display of two sensors, torque / speed / mechanical power

## Torque sensor with integrated rotational speed / angular displacement measurement (option)

8661 torque sensors are optionally available with integrated rotational speed and angular displacement measurement. Two pulse channels – channel A and channel B – are always available.

For clockwise rotation (looking at the drive end), channel A leads channel B with a phase shift of 90°.

Only one pulse channel is needed for speed measurement.

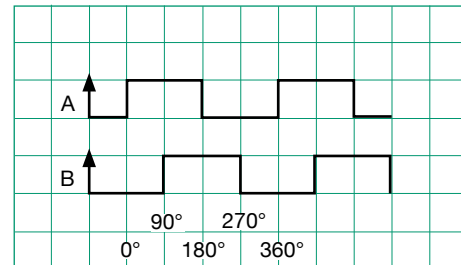
For angular displacement measurement (or direction detection), both channels need to be evaluated. To achieve the maximum angular resolution, the rising and falling edges should be read out with four-edge evaluation.

Angular displacement measurement\* (angular resolution with four-edge evaluation):

Encoder disk with 2000 increments:	0,045°
Encoder disk with 1024 increments:	0.088°
Encoder disk with 400 increments:	0.225°
Encoder disk with 240 increments:	0.375°

Speed measurement\*:

Encoder disk with 2000 increments:	≤ 3 000 min <sup>-1</sup>
Encoder disk with 1024 increments:	≤ 6 000 rpm
Encoder disk with 400 increments:	≤ 15 000 rpm
Encoder disk with 240 increments:	≤ 25 000 rpm



\* Not all angular displacement / speed options are available for every measurement range.

	0.02 Nm ... 2 Nm	5 Nm ... 200 Nm	500 Nm ... 1000 Nm	Versions
2000 incr.	-	yes	yes	-Vx4xx
1024 incr.	yes	yes	yes	-Vx2xx
400 incr.	yes	yes	-	-Vx1xx
240 incr.	yes	-	-	-Vx3xx

## Accessory metal bellow coupling series 8690



### Metal bellow couplings for optimum compensation of misalignments

For optimum compensation of misalignment we recommend torsionally free metal bellow couplings. They are characterized by their excellent torsional stiffness during torque load and their low restoring forces. Whenever a rotational movement has to be transmitted, these couplings should be used.

The compensation of misalignment is beside torque transmission the second essential function of a coupling. Generally, misalignments are classed in three categories.

	<b>Axial misalignment</b> This is change in length along the longitudinal axis of the drive shafts relative to each other.
	<b>Angular misalignment</b> This misalignment is caused by assembly related offsets of the drive shaft to the output shaft.
	<b>Lateral misalignment</b> This misalignment is a parallel offset of both shafts.

For further information please see accessories data sheet.

## Accessory mounting block model 8661-Z00X



If the sensor is removed and refitted quite often it is recommendable to mount it permanently.

The mounting block has a central hole and special design allowing a range of options for reliable cable attachment. Two clips ensure the sensor is fixed securely.

For measuring ranges < 100 Nm (because of the load from its own weight) and at higher speeds of 10,000 rpm and above (because of resonance effects), the sensor housing should be mounted on the existing mechanical structure.

A mounting block is provided for this purpose.

For further information please see accessories data sheet.

**Technical data**

**Electrical values**

Rated supply voltage range $U_s$ :	10 ... 30 V DC
DC power consumption (without option):	approx. 2 W
Output voltage at $\pm$ rated torque (sensitivity):	$\pm 10$ V
Output impedance:	1 k $\Omega$
Insulation resistance:	> 5 M $\Omega$
Sampling rate:	400 Hz*
Ripple:	< 50 mV
Calibration signal:	10.00 V DC
Drive signal (pin K):	10 ... 30 V DC
*Sampling rate 1000 Hz:	on request

**Electrical connection**

Standard sensor:	12 pins connector art. 9940
USB sensor (option):	Mini USB with screwing
Power pack:	Plug diameter 5.7 mm, center pin 2.0 mm (Supply and measuring channel are galvanically isolated)

**Speed/angular displacement measurement (option)\***

Output without external circuit:	TTL level
Output with external circuit:	Open Collector
Internal pull-up resistor:	2 k $\Omega$ (5 V level)
External circuit (Open Collector):	$U_{max} = 30$ V / $I_{max} = 30$ mA
Angular displacement measurement* (angular resolution with four-edge evaluation):	
Encoder disk with 2000 increments:	0.045°
Encoder disk with 1024 increments:	0.088°
Encoder disk with 400 increments:	0.225°
Encoder disk with 240 increments:	0.375°

Speed measurement*:	
For encoder disk with 2000 increments:	$\leq 3\ 000$ rpm
For encoder disk with 1024 increments:	$\leq 6\ 000$ rpm
For encoder disk with 400 increments:	$\leq 15\ 000$ rpm
For encoder disk with 240 increments:	$\leq 25\ 000$ rpm

\* Please note: Not all angular displacement / speed options are available for every measurement range. For more information, see page 5.

**Environmental conditions**

Nominal and operating temperature range: 0 °C ... 60 °C

	Standard sensor	2nd meas. range dual range sensor
Effect of temperature on the zero signal	$\pm 0.015$ % F.S./K	$\pm 0.03$ % F.S./K
Effect of temperature on the sensitivity	$\pm 0.01$ % F.S./K	$\pm 0.02$ % F.S./K

**Mechanical values**

	Standard sensor	dual range sensor
Relative linearity deviation:		
Measuring range 0.02 to 0.05 Nm	$< \pm 0.1$ % F.S.	$< \pm 0.1$ % F.S.
Measuring range 0.1 to 1000 Nm	$< \pm 0.05$ % F.S.	
Relative reversal error:		
Measuring range 0.02 to 0.05 Nm	$< 0.1$ % F.S.	$< 0.2$ % F.S.
Measuring range 0.1 to 1000 Nm	$< 0.1$ % F.S.	
Relative tolerance of the sensitivity	$\pm 0.1$ % F.S.	$\pm 0.2$ % F.S.
Max. operating torque	200 % of rated torque	150 % of rated torque

Failure torque:	300 % of rated torque
Alternating load:	up to 70 % of rated torque
Material:	
Housing	anodized aluminium
shaft $\leq 0.2$ Nm, aluminium measuring shaft,	shaft ends made of stainless steel 1.4542
shaft $\geq 0.5$ Nm measuring shaft made of stainless steel	1.4542
Degree of protection to EN 60529:	IP40
Weight:	see table 2/3
Fixing method:	see dimensional drawing page 2

Technical changes reserved. All data sheets at [www.burster.com](http://www.burster.com)

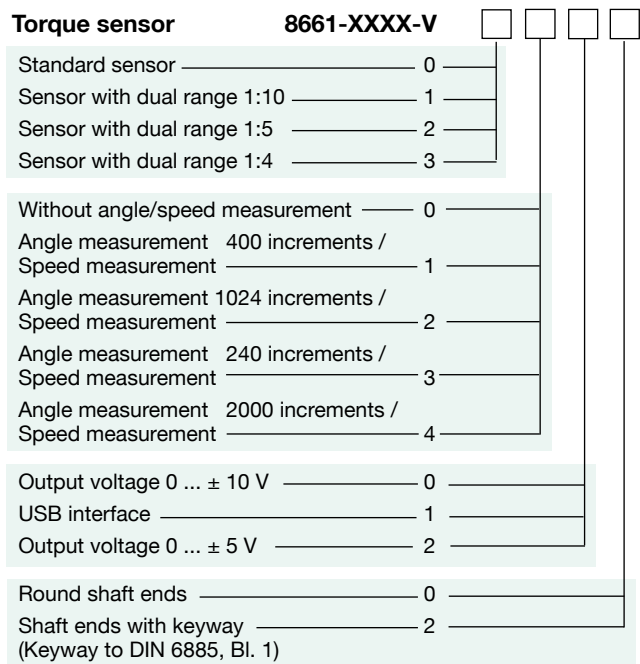
**Mounting Instructions**

- ▶ Make sure that the connecting shaft is exactly aligned.
- ▶ Suitable couplings should be used to avoid strain resulting from parallel or angular offset between the shafts.
- ▶ Do not exceed permissible axial and radial forces (see table 2) during installation or operation.
- ▶ For detailed installation information, please refer to our operating manual ([www.burster.com](http://www.burster.com)).

**Accessories**

12 pin mating connector (supplied with device)	<b>9940</b>
12 pin mating connector, 90°	<b>9900-V539</b>
Connecting cable, (torque and rotational angle/speed), length 3 m, one end open	<b>99540-000F-0520030</b>
Connecting cable, length 3 m, from 8661 without angle/speed measuring option to 9163 of housing	<b>99209-540E-0160030</b>
to 9206-V3xxxx and 9311	<b>99209-540J-0090030</b>
Connecting cable, length 3 m, 8661 to DIGIFORCE® 9307 combined channel D (option channel)	<b>99163-540A-0150030</b>
Adapter cable to DIGIFORCE® 9307 standard channel A/B and C (usable only in connection with type 99163-540A-015xxxx)	<b>99209-215A-0090004</b>
Power pack for external supply	<b>8600-Z010</b>
Mounting block (see page 5)	
measurement range 0 ... $\pm 0,02$ Nm up to 0 ... $\pm 2$ Nm	<b>8661-Z001</b>
measurement range 0 ... $\pm 5$ Nm up to 0 ... $\pm 20$ Nm	<b>8661-Z002</b>
measurement range 0 ... $\pm 50$ Nm up to 0 ... $\pm 200$ Nm	<b>8661-Z003</b>
measurement range 0 ... $\pm 500$ Nm up to 0 ... $\pm 1000$ Nm	<b>8661-Z004</b>
Couplings	<b>Series 8690</b>
<b>Display and evaluation instruments</b>	
Torque	e.g. <b>SENSORMASTER 9163</b>
Torque and angle	e.g. <b>DIGIFORCE® 9307</b> see product section 9

**Order Code**



**Order Information**

8661 with 100 Nm measuring range, with high-resolution angular displacement measurement, 1024 increments. Option: 2nd measuring range 0 ... 20 Nm with USB interface including measurement and evaluation software 8661-P001 **8661-5100-V2210**

**Manufacturer Calibration Certificate (WKS)**

Calibration of a sensor or a measuring chain, clockwise and/or counterclockwise torque in 20 % steps, increasing and decreasing.



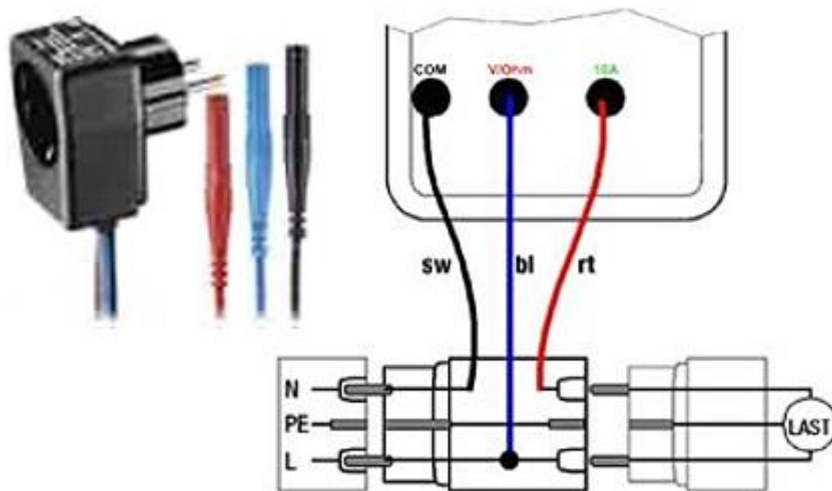
## Medidor de potencia PCE-PA 6000

### medidor de potencia de uso universal con interfaz RS 232 y software de valoración para analizar la potencia de consumo

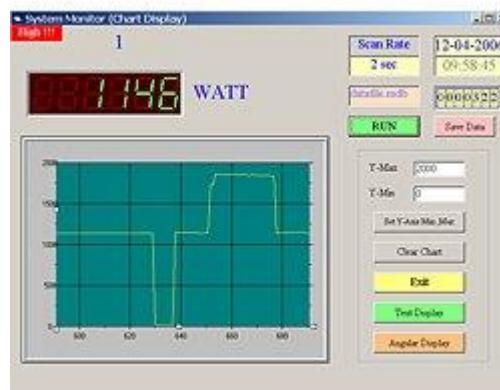
El medidor de potencia PCE-PA 6000 es un instrumento de mesa que mide la potencia efectiva, la potencia aparente, el factor de potencia, el consumo energético, la corriente y la tensión alterna, la corriente y la tensión continua, la resistencia y la frecuencia. Su gran pantalla LCD de fácil lectura y 93 x 52 mm proporciona diversos resultados a la vez, p.e. vatios,  $\cos \varphi$ , ACV, ACA. La medición de la corriente y de la potencia se pueden realizar de forma directa con los cables de comprobación del envío o de forma indirecta con las pinzas de medición de corriente. El medidor de potencia ofrece además la posibilidad de conectar conversores de corriente industriales con una relación de transmisión de 100/5 A o de 1000/5 A. Con el adaptador de corriente opcional PCE PA ADP se pueden conectar aparatos con enchufes de toma de tierra (hasta 16 ACA) de forma sencilla y segura para medir y analizar con la ayuda del medidor de potencia. El aparato cuenta con una interfaz de datos RS-232, con el software podrá realizar la transmisión de datos al PC para poder elaborarlos y guardarlos más cómodamente. Por ello es el aparato ideal para utilizarlo en el taller o para medir la potencia, así como para detectar fallos en los aparatos in situ. Si tiene más preguntas acerca del medidor de potencia, por favor consulte los siguientes datos técnicos o utilice nuestro [formulario de contacto](#) o póngase en contacto con nosotros en el número de teléfono 902 044 604 para España, para Latinoamérica e internacional +34 967 513 695 o en el número +56 2 29381530 para Chile. Nuestros técnicos e ingenieros le asesorarán con mucho gusto sobre nuestro medidor de potencia o sobre el resto de productos en el campo de la [regulación y control](#), de [medidores](#) o de las [balanzas](#) de [PCE Ibérica S.L.](#)



- Función de multímetro
- Medición de corriente directa conectando un cabezal palpador o una pinza de corriente
- Medición de potencia efectiva y aparente
- Medición del factor de potencia
- Medición de consumo energético (kWh)
- Mantenimiento de valores / valor pico
- Función Hold / Función de alarma High / Low
- Interfaz RS-232
- Alimentación por red o con baterías
- Seguridad: IEC-1010-1; CAT II 600 V



La imagen muestra el adaptador de corriente opcional PCE-PA-ADP



Las imágenes superiores muestran el software de análisis que se envía con el medidor de potencia. Se pueden representar 4 valores de medición a la vez y el indicador gráfico permite realizar cómodamente grabaciones de larga duración que podrá ser valoradas a posteriori.

### Especificaciones técnicas

Función	Rango de medición; Precisión; Resolución
Medición de potencia real (AC, potencia de valor real), medición directa	1 W ... 6 kW; 1 W; $\pm 1,5\%$ + 1 dgt.
Medición de potencia real (AC, potencia de valor real), con adaptador ext. o convertidor de corriente	1 W ... 999,9 kW; 1 W; $\pm 1,5\%$ + 1 dgt.
Medición de potencia aparente (AC)	0,01 VA ... 9,999 kVA; 0,01 VA; $\pm 1,5\%$ + 1 dgt.
Factor de potencia ( $\cos \varphi$ )	0,00 ... 1,00; 0,01; $\pm 1,5\%$ + 2 dgt.

Contador de kWh	0,001 Wh ... 9999 kWh; 0,001 Wh; $\pm 1\%$ + 1 dgt.
ACV / DCV	0,1 V ... 600 V; 0,1 / 1 V; $\pm 1\%$ + 1 dgt.
ACA eff/rms DCA eff/rms	directa máx. 10 A; 10 mA, con cabezal inductivo máx. 1000 A; 1 A; $\pm 1\%$ + 1 dgt.
ACA con pinza	hasta 2000 A (según la pinza)
Frecuencia	10,0 ... 999 Hz; 0,1 Hz; $1\%$ + 1 dgt.
Ohmios	1 $\Omega$ ... 19,99 k $\Omega$ ; 1 / 10 $\Omega$ ; $\pm 1\%$ + 1 dgt.
Pantalla	LCD multifuncional de 93 x 52 mm
Condiciones ambientales	máx. 80 % H.r. / 0 ... +50 °C
Alimentación	6 baterías AA de 1,5 V o con adaptador a la red
Dimensiones	280 x 210 x 90 mm
Peso	1600 g

### Ejemplos de uso

En la imagen contigua puede ver el medidor de potencia PCE-PA6000 en la reparación de ordenadores. Utilizando el adaptador de corriente se pueden realizar mediciones de consumo y mediciones de potencia sin necesidad de utilizar muchos cables de forma rápida y segura frente a las tensiones de contacto.







Aquí puede ver la gran pantalla LCD del medidor de potencia que proporciona múltiples informaciones. Se pueden mostrar hasta 4 valores de medición de forma simultánea. El modo de indicación depende de la función dada. Además puede apreciar perfectamente el adaptador de corriente opcional. Sólo es necesario introducir el adaptador en el enchufe y conectar el aparato con enchufe de toma de tierra a dicho adaptador.

En este caso se trata de comprobar la potencia calorífica de un termoventilador eléctrico una vez reparado con nuestro medidor de potencia PCE-PA6000. También puede apreciar aquí lo útil que resulta el adaptador de corriente, ya que tiene un montaje muy sencillo con una máxima seguridad, sin encontrarnos con extremos de cables abiertos. Con medidor de potencia podrá comprobar directamente de forma muy precisa, segura y sencilla todo tipo de pequeños electrodomésticos hasta 16 A, así como aparatos de alto consumo (con pinzas o convertidores de corriente).



#### Contenido del envío

- 1 x Medidor de potencia PCE-PA6000
- 1 x Equipo de cables de prueba
- 1 x Cable RS-232
- 1 x Software de análisis
- 6 x Baterías
- 1 x Instrucciones de uso

Aquí encuentra usted una visión general de [todos los medidores](#) que le ofrece PCE Instruments.

# BK2

## WITH CLAMPING HUB

15 - 10,000 Nm



### PROPERTIES

#### FEATURES

- ▶ easy to mount
- ▶ Optional: bolt tensioning system in size 800 and up
- ▶ light weight and low moment of inertia

#### DESIGN

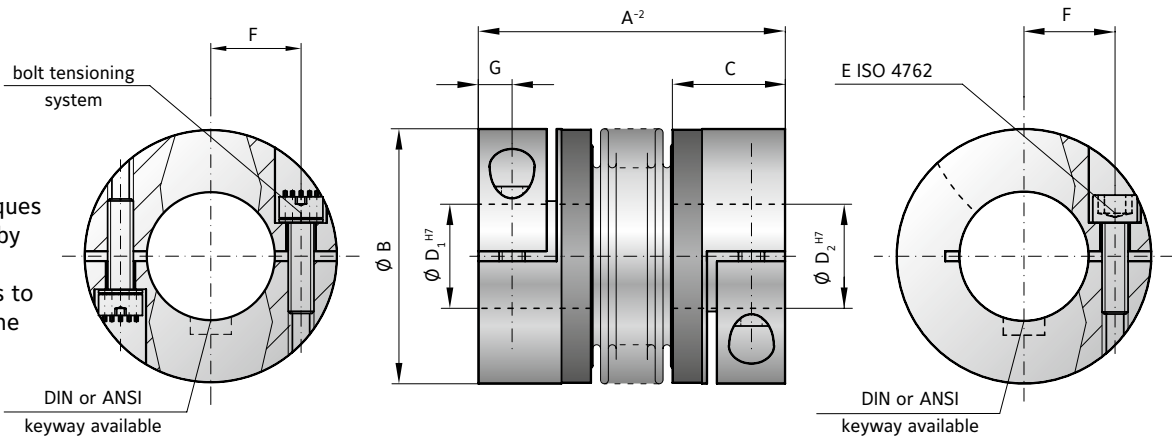
Two clamping hubs concentrically mounted to flexible bellows. Brief overloads of up to 1.5x the rated torque are acceptable.

#### MATERIAL

- ▶ **Bellows:** high grade stainless steel
- ▶ **Hubs:** see table

### NEW

**Advantage:** reduce screw tightening torques by up to 90% by using multiple smaller screws to create the same tension.



## MODEL BK2

SIZE		15	30	60	80	150	200	300	500	800	1500	4000	6000	10000
Rated torque (Nm)	T <sub>KN</sub>	15	30	60	80	150	200	300	500	800	1500	4000	6000	10000
Overall length (mm)	A <sup>2</sup>	59 66 99	69 77 113	83 93 130	94 106 143	95 107 144	105 117 163	111 125 200	133 146 169	140 179	166 230	225	252	288
Outside diameter (mm)	B	49	55	66	81	81	90	110	124	134	157	200	253	303
Fit length (mm)	C	22	27	31	36	36	41	43	51	45	55	85	107	129
Inside diameter possible from Ø to Ø H7 (mm)	D <sub>1</sub> /D <sub>2</sub>	8-28	10-30	12-35	14-42	19-42	22-45	24-60	35-60	40-75	50-80	50-90	60-140	70-180
Fastening screw ISO 4762	E	M5	M6	M8	M10	M10	M12	M12	M16	2x M16*	2x M20*	2x M24*	2x M24*	2x M30*
Tightening torque of the fastening screw (Nm)	E	8	15	40	50	70	120	130	200	250	470	1200	1200	2400
Distance between centerlines (mm)	F	17	19	23	27	27	31	39	41	2x48	2x55	2x65	2x90	2x117
Distance (mm)	G	6.5	7.5	9.5	11	11	12.5	13	16.5	18	22.5	28	35	42
Moment of inertia (10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup> )	J <sub>ges</sub>	0.06 0.07 0.08	0.12 0.13 0.14	0.32 0.35 0.4	0.8 0.85 0.9	1.9 2 2.1	3.2 3.4 3.6	7.6 7.9 8.3	14.3 14.6 14.8	16.2 17	43 45	165	495	1214
Hub material		Al optional steel	Al optional steel	Al optional steel	Al optional steel	steel optional AL	steel optional AL	steel optional AL	steel optional AL	steel	steel	steel	steel	steel
Approximate weight (kg)		0.16	0.26	0.48	0.8	1.85	2.65	4	6.3	5.7	11.5	28.8	49.4	80.9
Torsional stiffness (10 <sup>3</sup> Nm/rad)	C <sub>T</sub>	20 15 14	39 28 27	76 55 54	129 85 84	175 110 97	191 140 135	450 350 340	510 500 400	780 711	1304 1180	3400	5700	10950
Axial ± (mm)	Max. values	1 2 3	1 2 3	1.5 2 3	2 3 4	2 3 4	2 3 4	2.5 3.5 4.5	2.5 3.5 4.5	3.5 4.5 4.5	3.5 4.5 4.5	3.5	3	3
Lateral ± (mm)		0.15 0.2	0.2 0.25	0.2 0.25	0.2 0.25	0.2 0.25	0.25 0.3	0.25 0.3	0.3 0.35	0.35 1	0.35 1	0.4	0.4	0.4
Angular ± (degree)		1 1.5 2	1 1.5 2	1 1.5 2	1 1.5 2	1 1.5 2	1 1.5 2	1 1.5 2	1 1.5 2	1 1.5 2	1.5 2	1.5 2	1.5	1.5
Axial spring stiffness (N/mm)	C <sub>a</sub>	25 15 84	50 30 118	72 48 165	48 32 144	82 52 130	90 60 280	105 71 605	70 48 85	100 285	320 440	565	1030	985
Lateral spring stiffness (N/mm)	C <sub>r</sub>	475 137 140	900 270 224	1200 420 337	920 290 401	1550 435 500	2040 610 750	3750 1050 1200	2500 840 614	2000 1490	3600 1700	6070	19200	21800

\* 180° opposed in each clamping hub.

## BANCO DE TRABAJO TH 150



- Su diseño permite la adaptación de uno o dos cajones **Art. N° 0715 93 096**. Si sólo quiere acoplar un cajón, tiene la posibilidad de poder colocarlo en varias posiciones.
- La encimera viene preparada para poder acoplar encima uno de los paneles **Art. N° 0715 030 90 / Art. N° 0715 030 92**, acoplado sus correspondientes soportes de sujeción **Art. N° 0715 030 87** ó **Art. N° 0715 030 93**.
- Sus patas se pueden acoplar en dos posiciones.  
**Atención**, si se quiere acoplar más de un cajón las patas sólo se pueden acoplar en los alojamientos más próximo a sus extremos.
- La bandeja se puede colocar en dos alturas.

Datos técnicos				
Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Art. N°	U/E
1.500	885	750	<b>0715 93 095</b>	1

## CAJÓN PARA BANCO TH 150



- Fácil colocación.
- Posición de seguridad, no permite que salga del todo el cajón.
- Bandeja deslizante, para una mejor distribución de las herramientas.
- Incluye cerradura.

Datos técnicos				
Largo mm	Ancho mm	Alto mm	Art. N°	U/E
495	450	140	<b>0715 93 096</b>	1

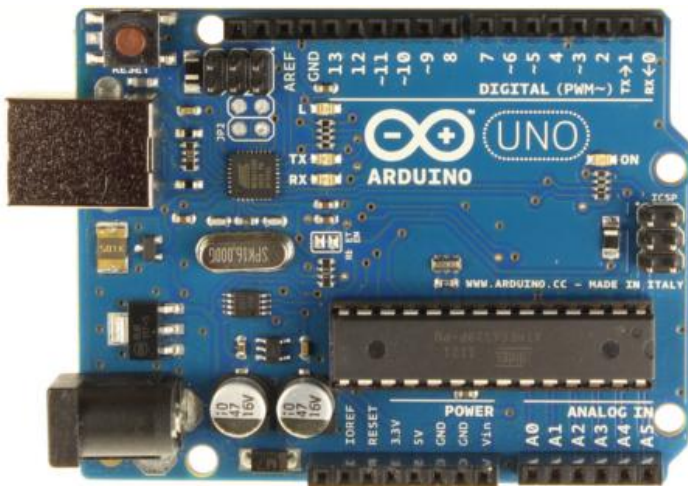
Recambios		
Descripción	Art. N°	U/E
Cerradura	<b>0715 030 89</b>	1

### Complementos

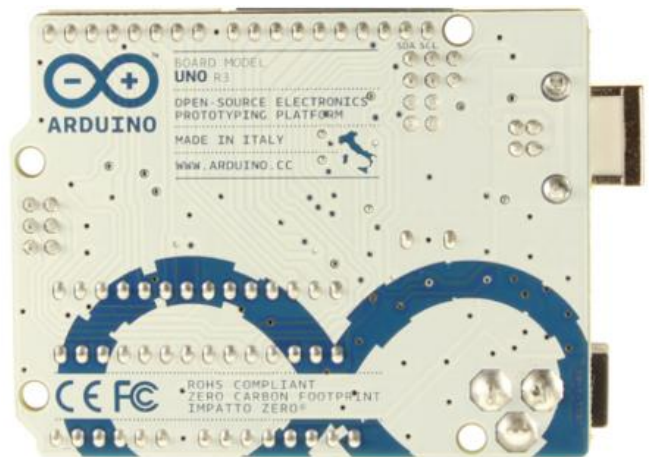
	Fig.	Descripción	Art. N°	U/E
	1	Panel con persiana	<b>0715 030 90</b>	1
	2	Accesorios panel persiana 9 piezas	<b>0960 046 020</b>	
	-	Persiana de recambio	<b>0715 030 88</b>	
	-	Soporte fijación al banco	<b>0715 030 87</b>	
	3	Panel portaherramientas	<b>0715 030 92</b>	1
	4	Accesorios panel portaherramientas 11 piezas	<b>0960 046 025</b>	
	-	Soporte fijación al banco	<b>0715 030 93</b>	



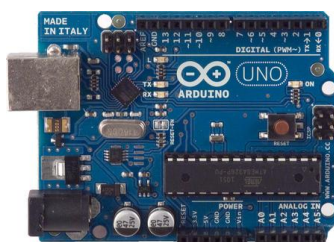
# Arduino Uno



Arduino Uno R3 Front



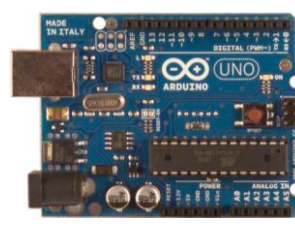
Arduino Uno R3 Back



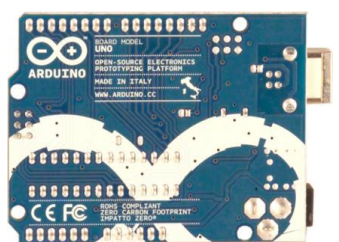
Arduino Uno R2 Front



Arduino Uno SMD



Arduino Uno Front



Arduino Uno Back

## Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

| [Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

| [Revision 3](#) of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

## Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

## Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

**Note:** The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328, Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

## Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.



- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the Atmega8, 168, and 328 is identical.

## Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

## Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available . The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

## **USB Overcurrent Protection**

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

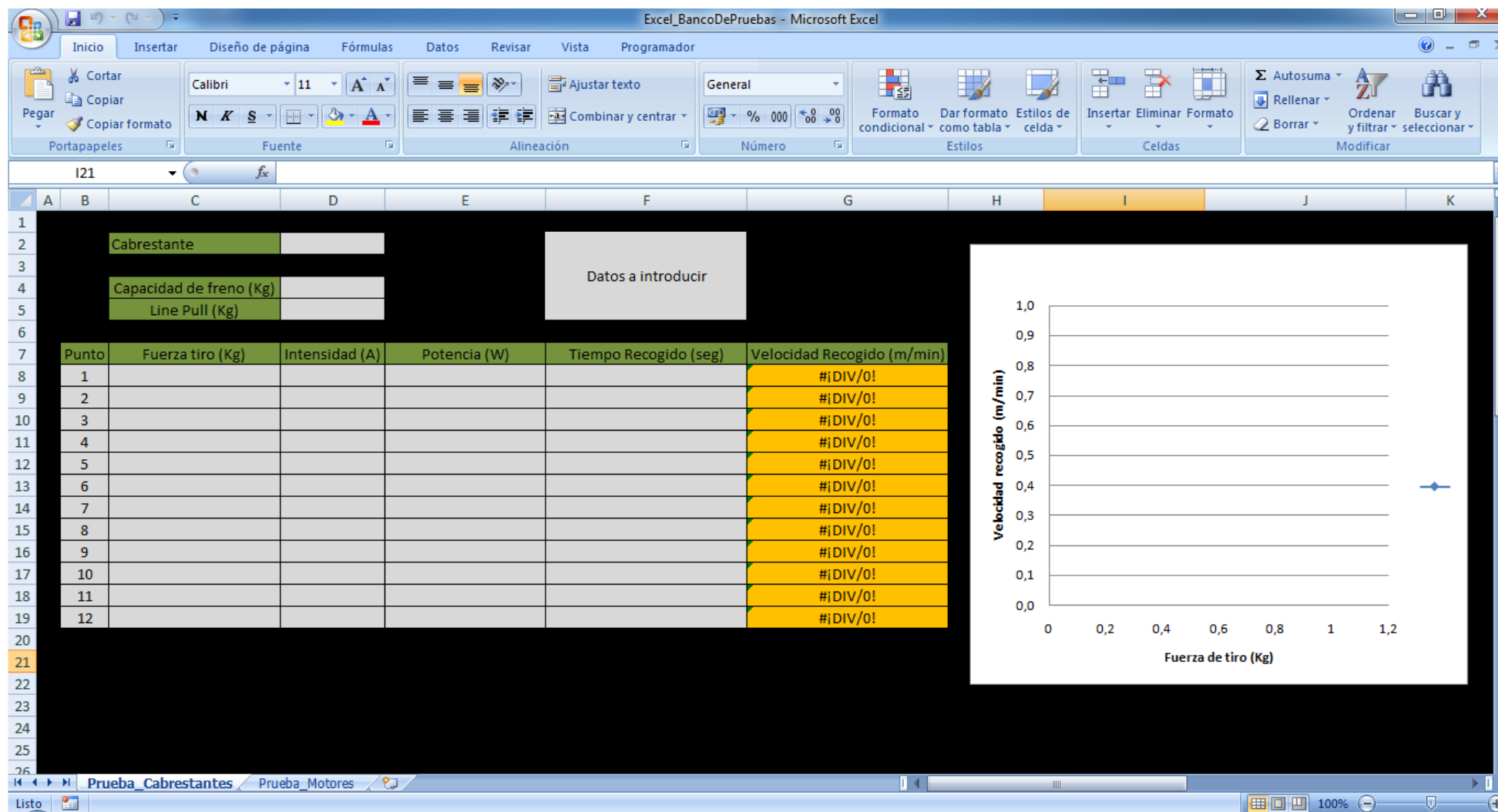
## **Physical Characteristics**

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

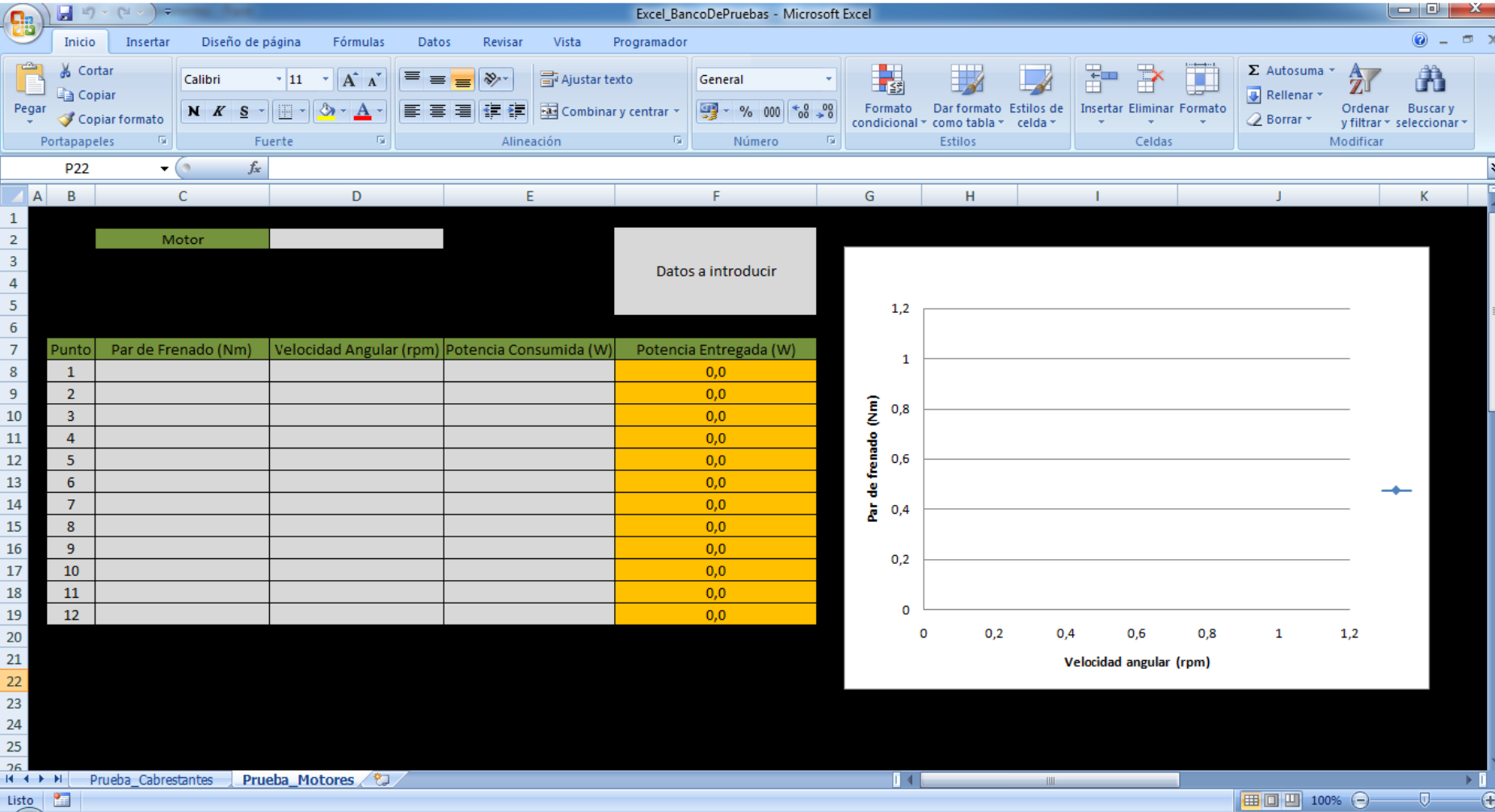
## **ANEXO 2: Hoja de cálculo Excel**

Hoja "Pueba_Cabrestantes" .....	120
Hoja "Prueba_Motores" .....	121
Ejemplo de funcionamiento de la Hoja "Pueba_Cabrestantes" .....	122
Ejemplo de funcionamiento de la Hoja "Prueba_Motores" .....	123

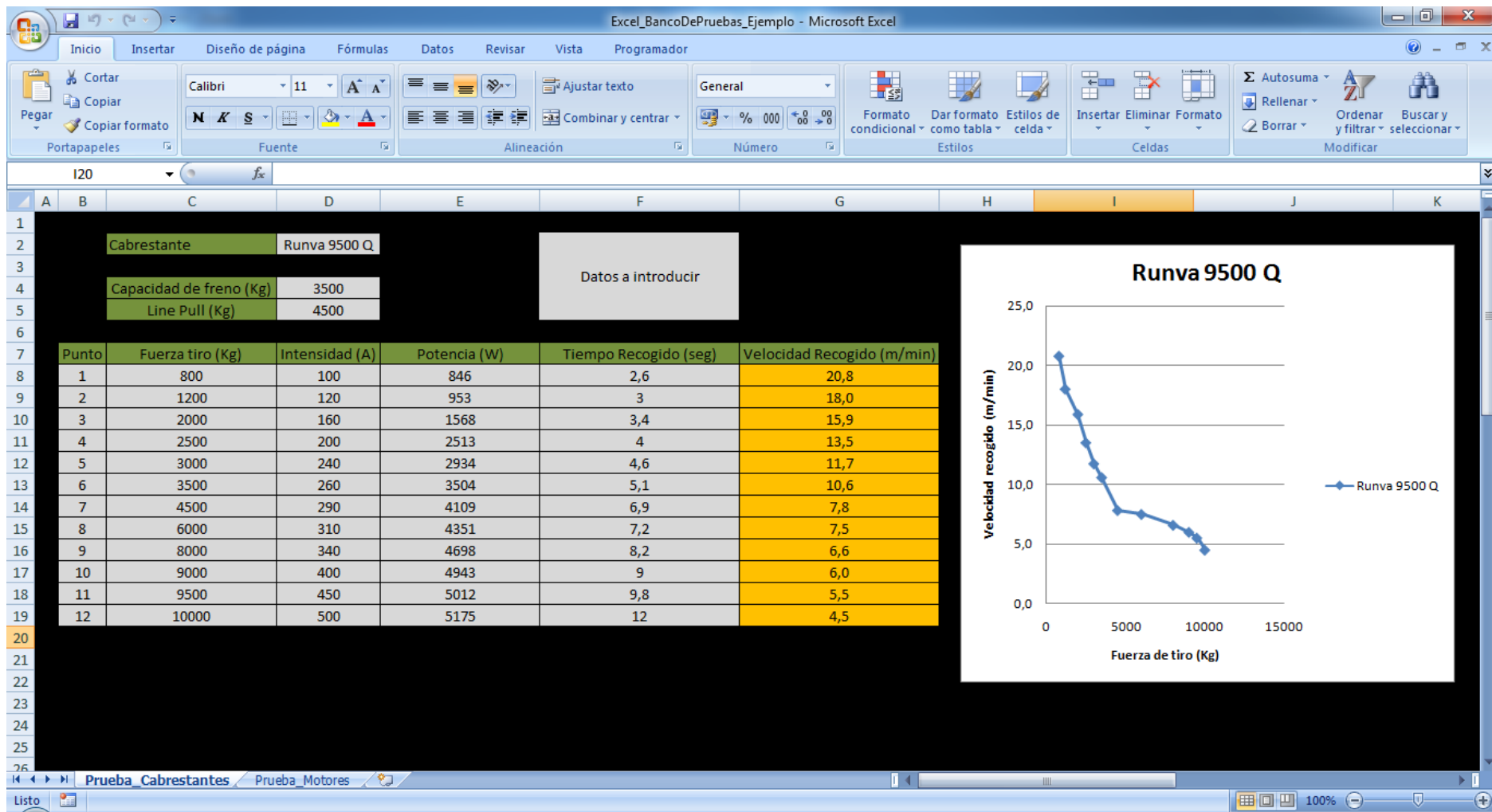
## Hoja "Pueba\_Cabrestantes"



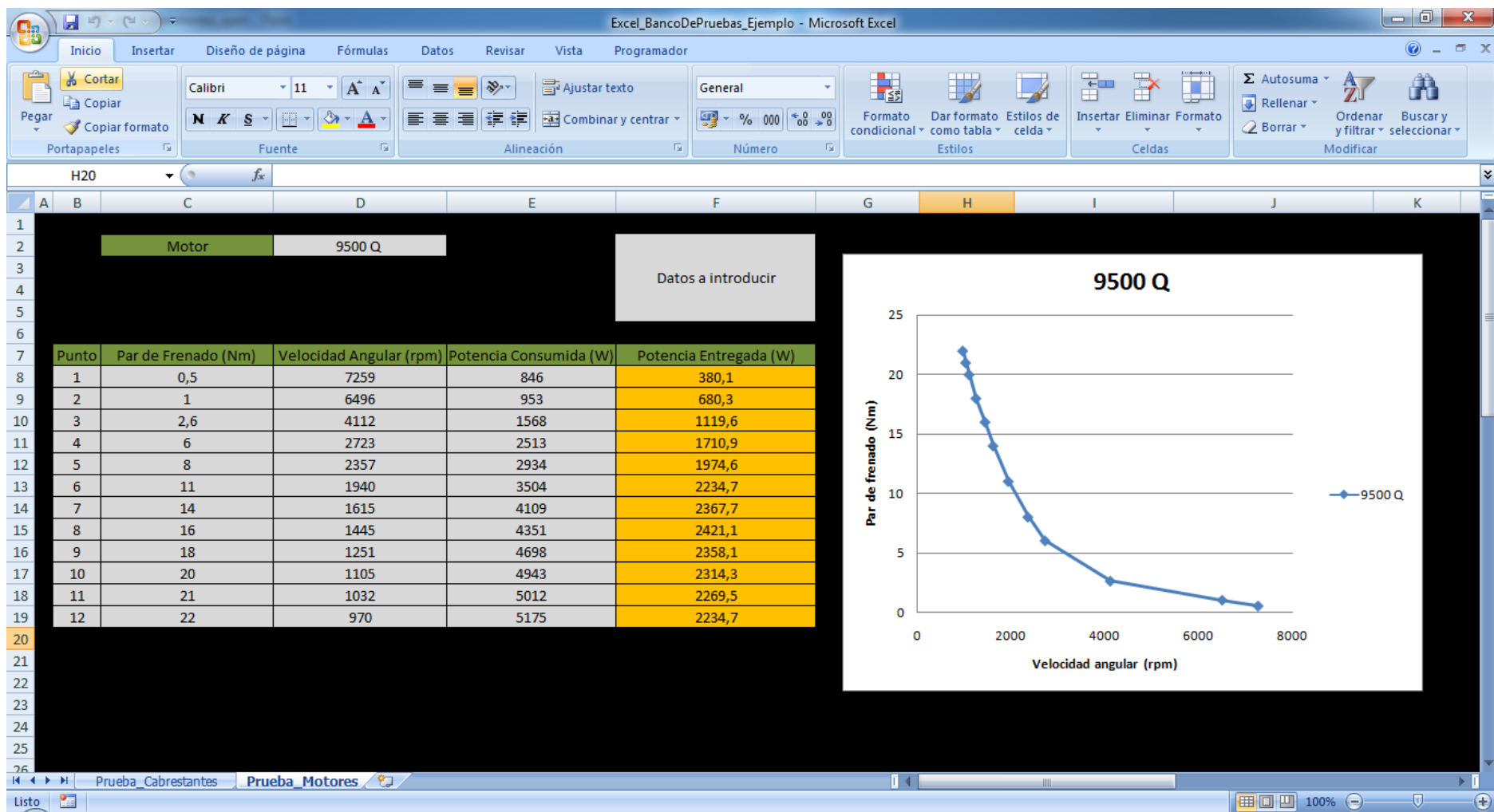
# Hoja "Prueba\_Motores"



## Ejemplo de funcionamiento de la Hoja "Pueba\_Cabrestantes"



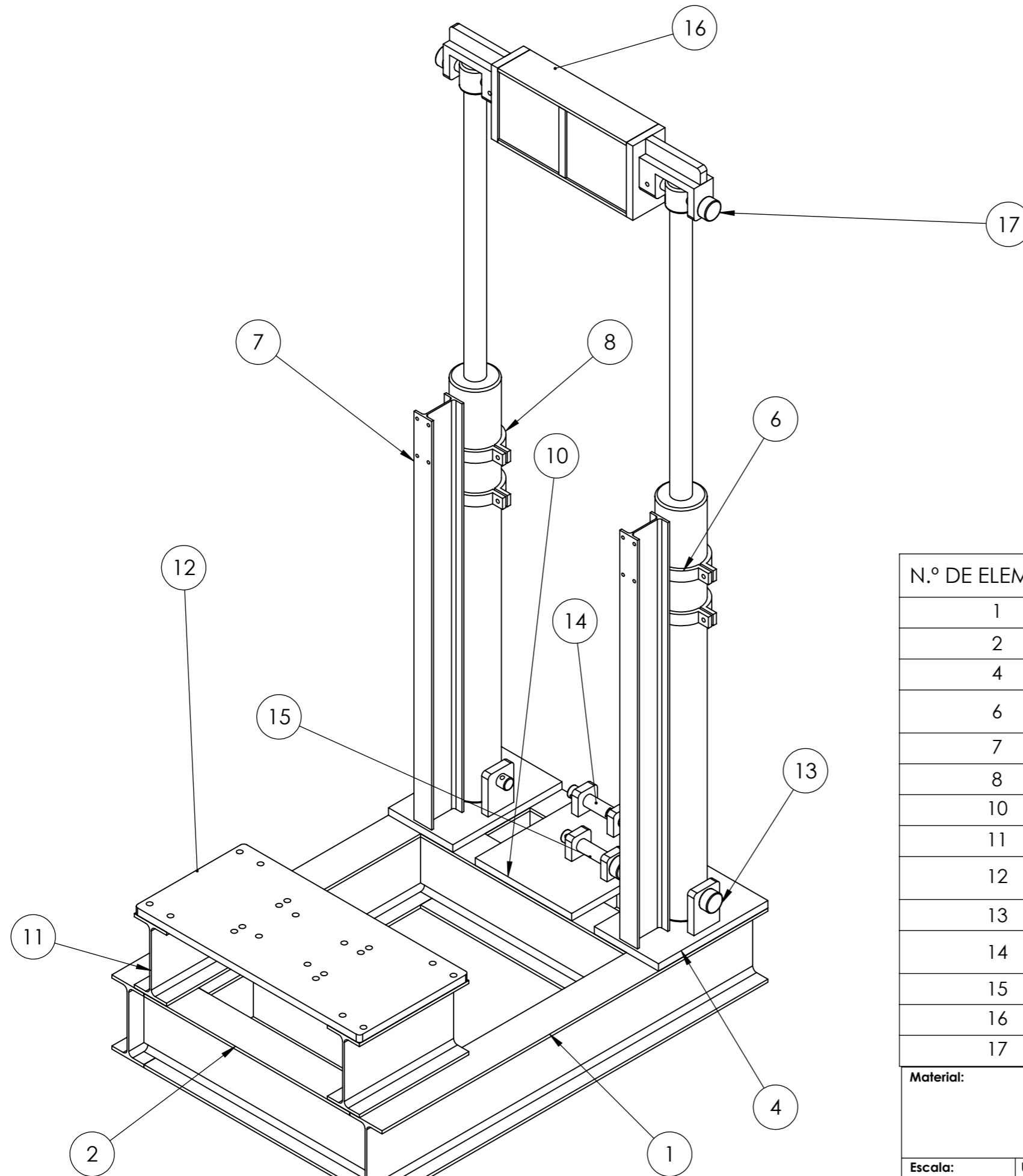
## Ejemplo de funcionamiento de la Hoja “Prueba\_Motores”



# 3- PLANOS

- 1- Ensamblaje Banco para Cabrestantes
- 2- Ensamblaje Banco para Cabrestantes
- 3- IPE 200 Viga Inferior
- 4- IPE Crucero
- 5- IPE Refuerzo
- 6- Suplemento IPE
- 7- Fijación Cilindro
- 8- Fijación Polea Inferior
- 9- Soporte vertical IPE 100
- 10- Abrazadera Cilindro-IPE100
- 11- Abrazadera Cilindro
- 12- Soporte Cabrestantes 1
- 13- Soporte Cabrestantes 2
- 14- Soporte Cabrestantes 3
- 15- Soporte Finales de Carrera
- 16- Bulón Viga Superior
- 17- Bulón Cilindros-Estructura
- 18- Bulón Polea 1
- 19- Bulón Polea 2
- 20- Ensamblaje Viga Superior
- 21- IPE Viga Superior
- 22- Fijación Viga-Cilindro
- 23- Refuerzo Longitudinal Viga
- 24- Refuerzo Fijación Viga
- 25- Refuerzo IPE 200
- 26- Placa IPE 200
- 27- Posición Piezas Estructura 1
- 28- Posición Piezas Estructura 2
- 29- Ensamblaje Soporte motor
- 30- Anclaje a Banco
- 31- Base Vertical
- 32- Base Motor
- 33- Soporte Sensor de Par
- 34- Soporte Freno

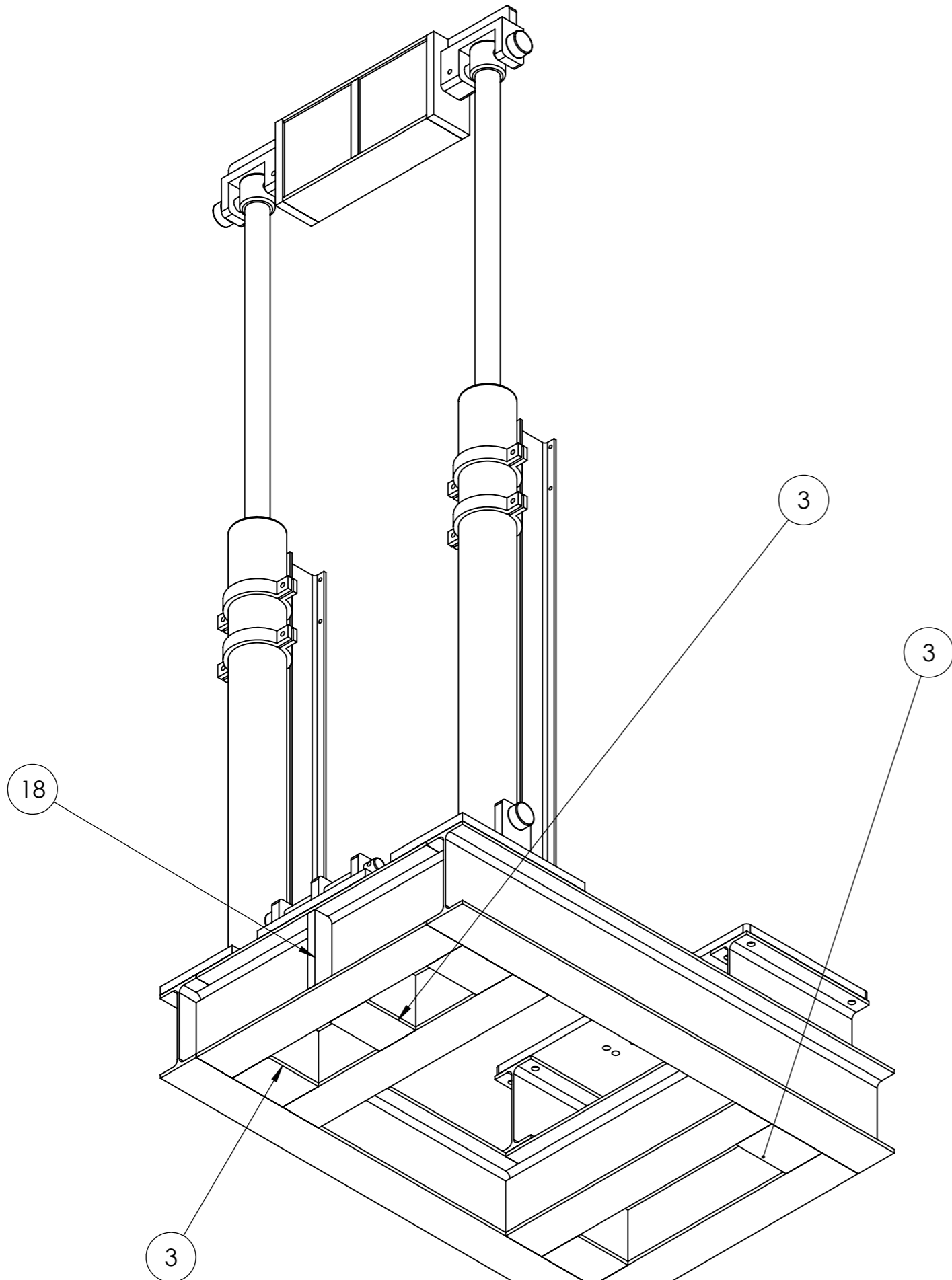




N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	Plano Pieza
1	IPE Viga inferior	3
2	IPE Crucero	4
4	Fijacion Cilindro	7
6	Abrazadera Cilindro-IPE	10
7	Soporte Vertical IPE 100	9
8	Abrazadera Cilindro	11
10	Fijacion Polea Inferior	8
11	Suplemento IPE	6
12	Soporte Cabrestantes	12
13	Bulón cilindros-Estructura	17
14	Bulón Polea 1	18
15	Bulón Polea 2	19
16	Viga Superior	20
17	Bulón Viga superior-Cilindros	16

<b>Material:</b>		<b>Título:</b> Ensamblaje Banco para Cabrestantes		<b>Nº de Plano:</b> <b>1</b>
<b>Escala:</b> 1/10	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

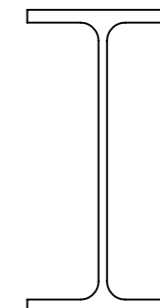
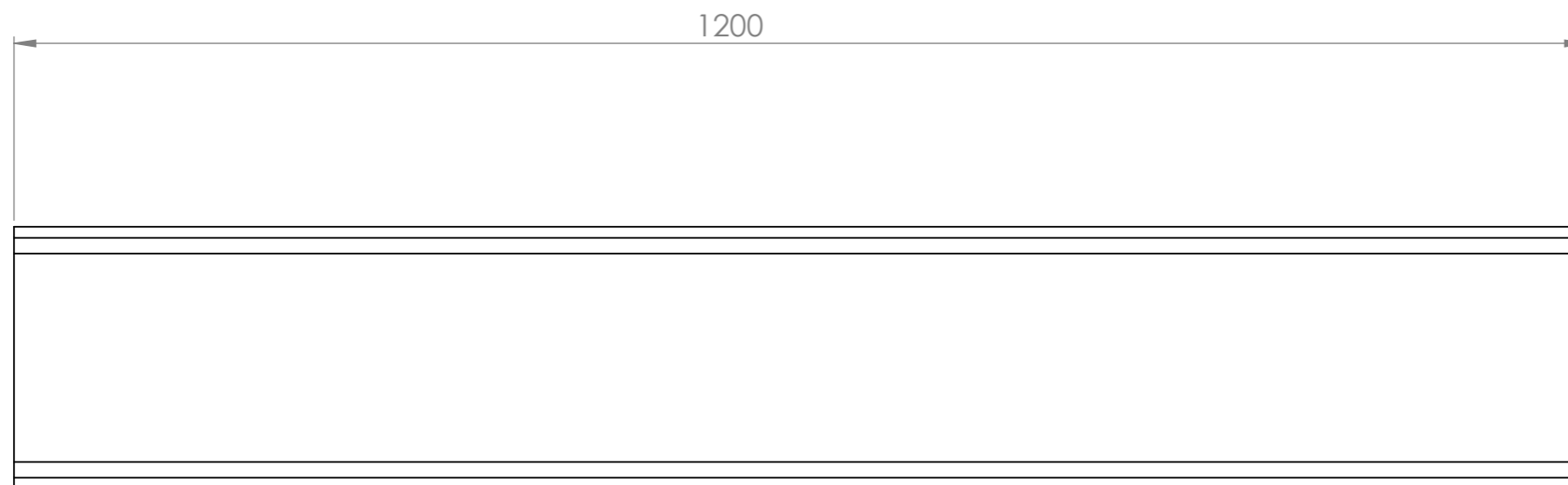
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

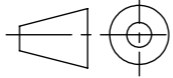


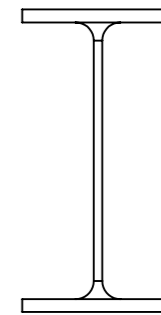
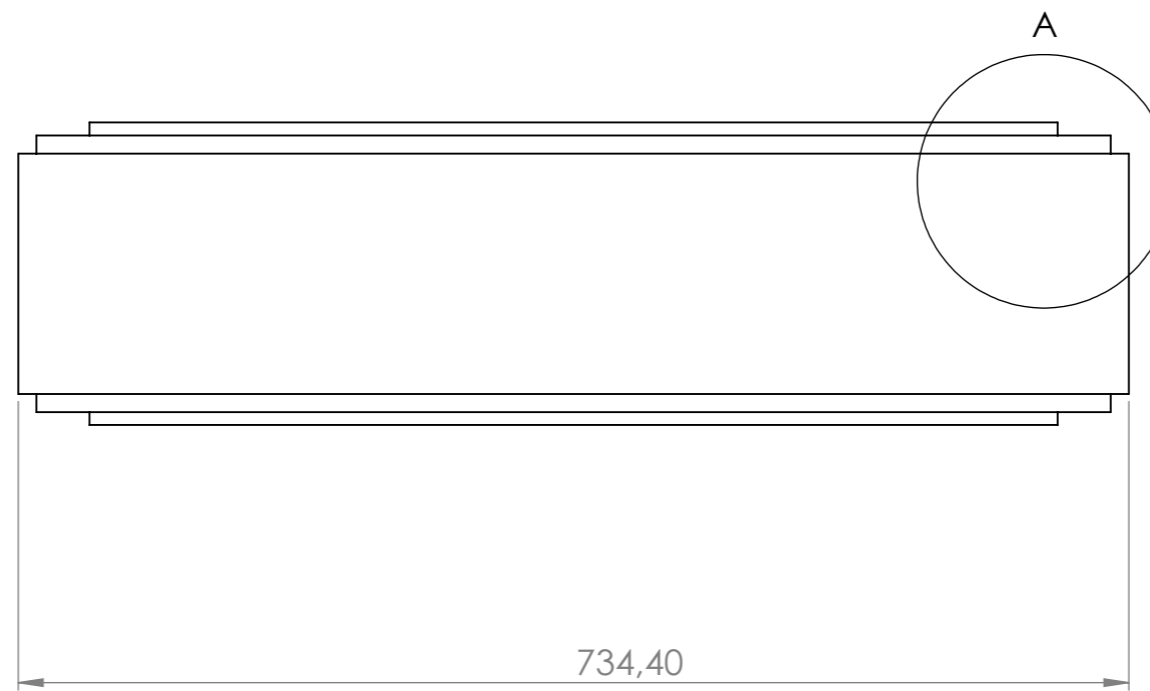
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	Plano Pieza
3	IPE Refuerzo cruceros	5
18	Refuerzo IPE 200	25
<b>Material:</b>		<b>Título:</b>
		Ensamblaje Banco para Cabrestantes
		<b>Nº de Plano:</b>
		2
<b>Escala:</b>	<b>Un.dim.mm</b>	<b>Propietario Legal:</b>
1/10		KrenCross Offroad, SL
		<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno
		<b>Fecha:</b> 22/03/2017
		<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler
		<b>Fecha:</b> 28/03/2017

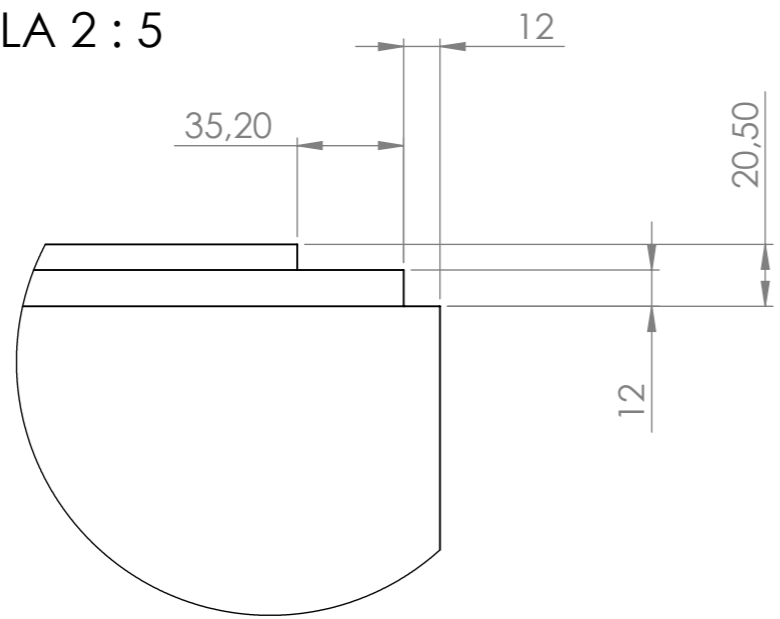
# Perfil IPE 200



<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> IPE 200 Viga Inferior		<b>Nº de Plano:</b> 3
<b>Escala:</b> 1/5	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno <b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 22/03/2017 <b>Fecha:</b> 28/03/2017

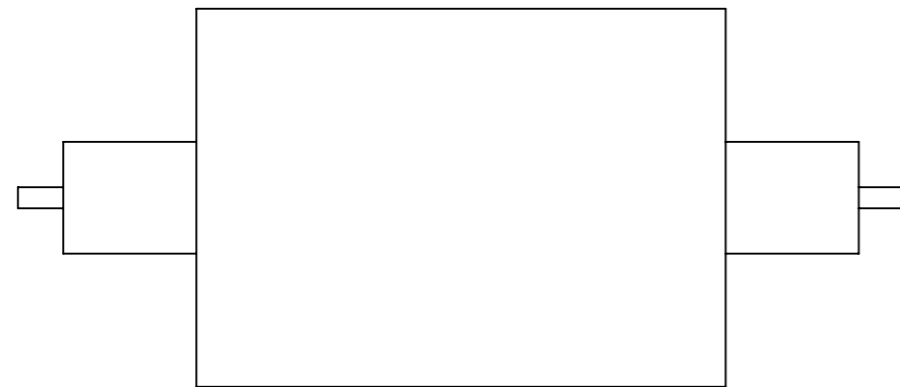
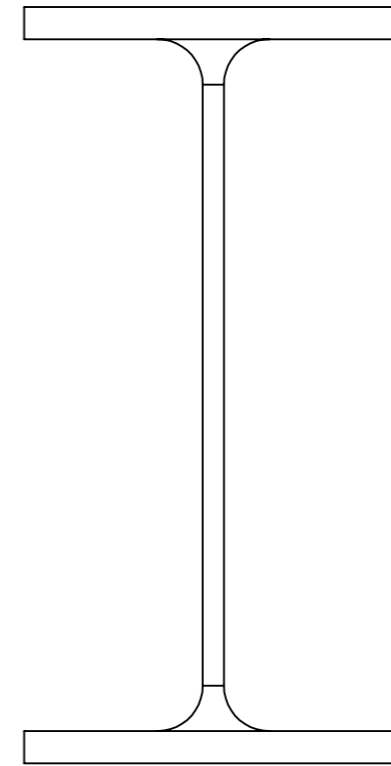
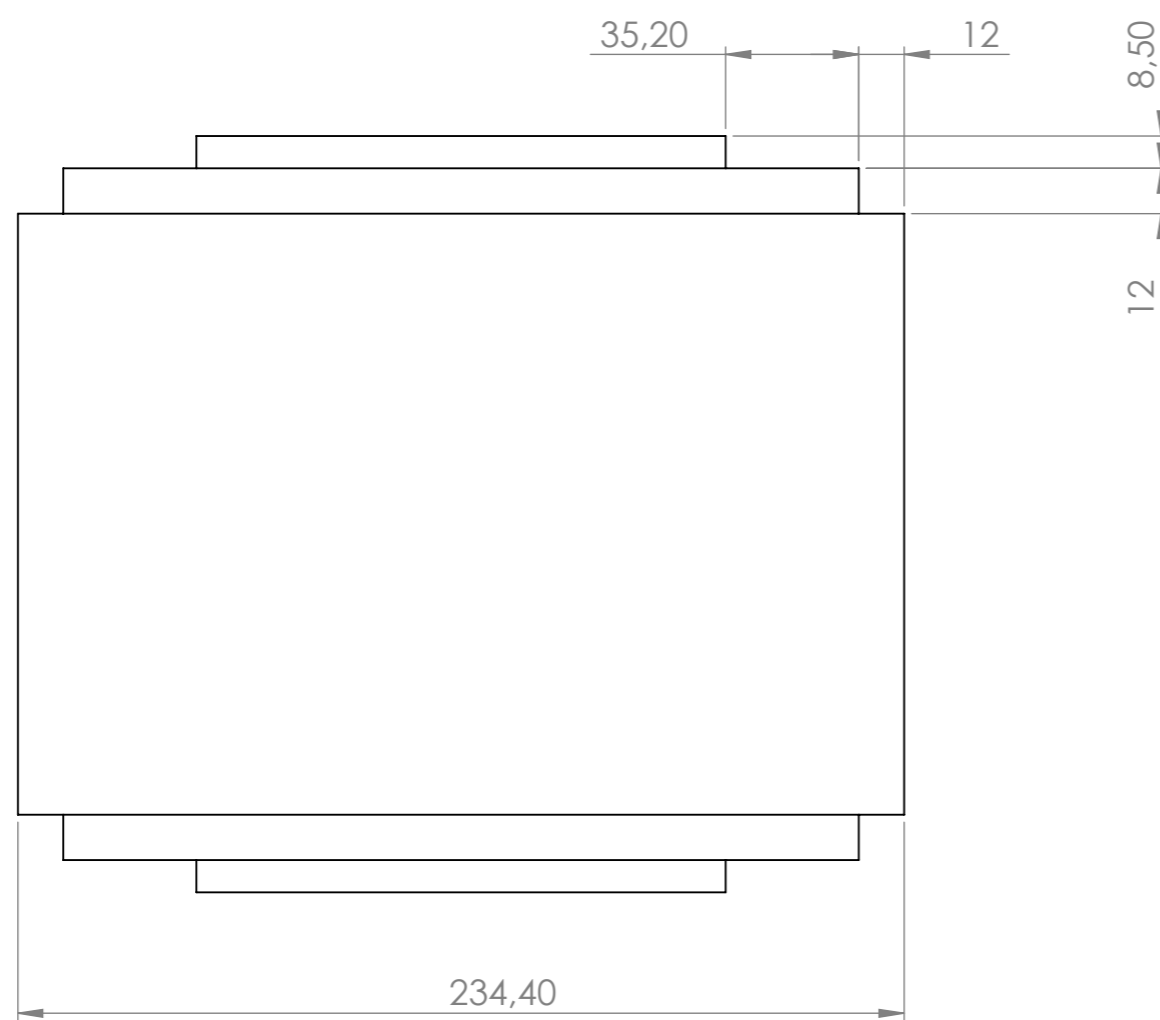


DETALLE A  
ESCALA 2 : 5



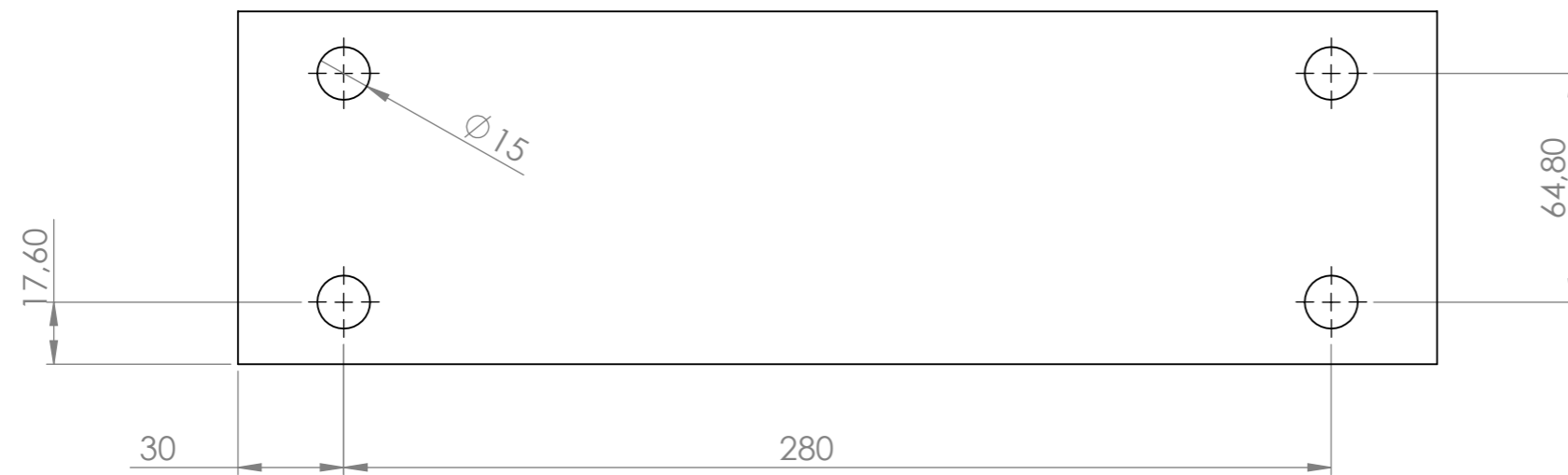
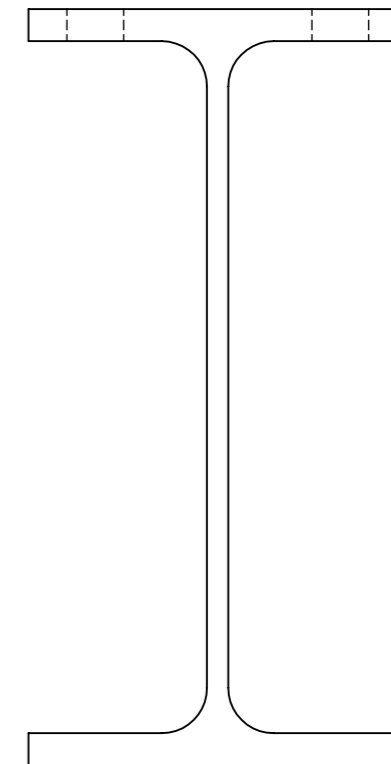
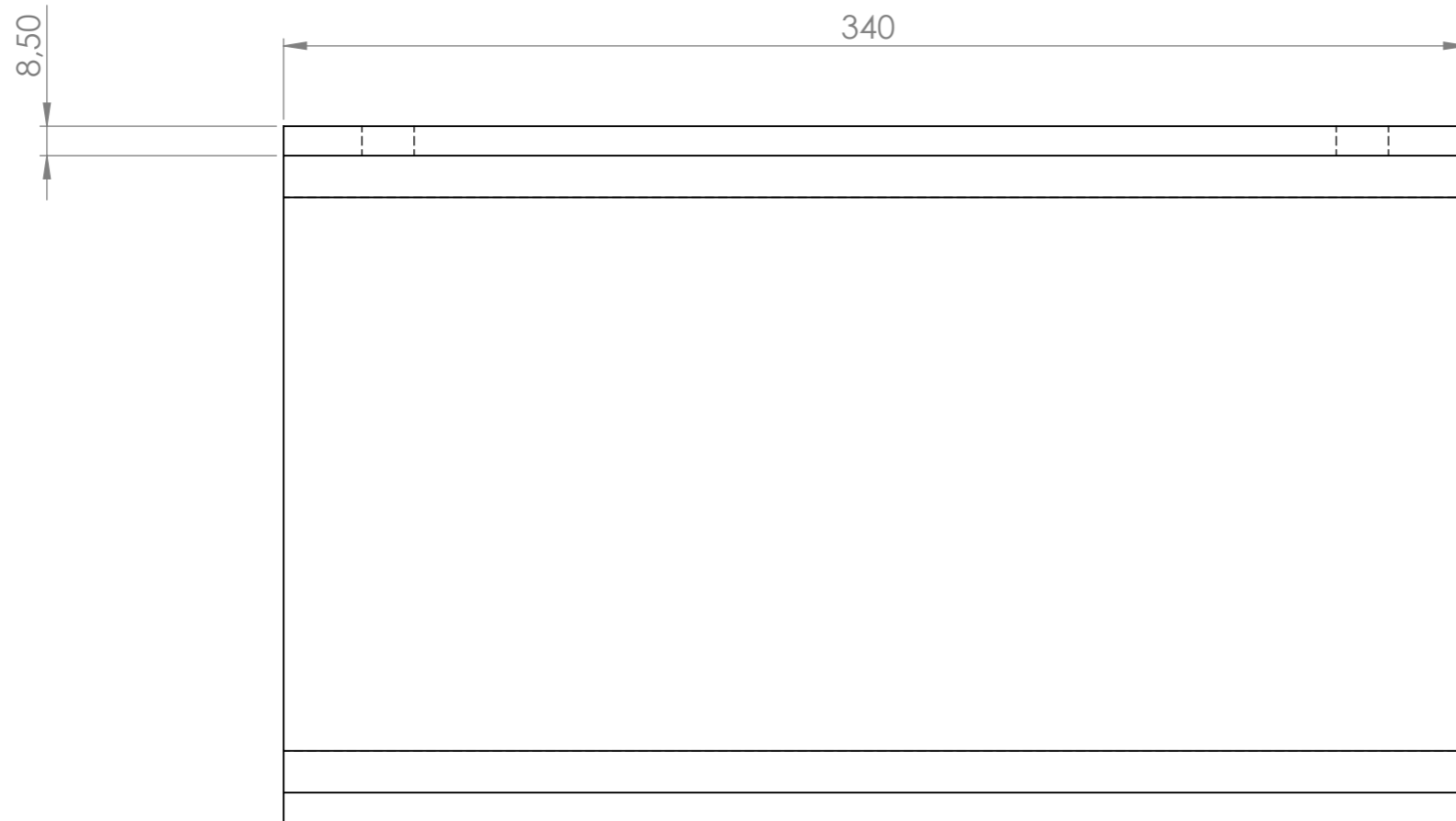
## Perfil IPE 200

<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> IPE Crucero		<b>Nº de Plano:</b> 4
<b>Escala:</b> 1/5	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



Perfil IPE 200

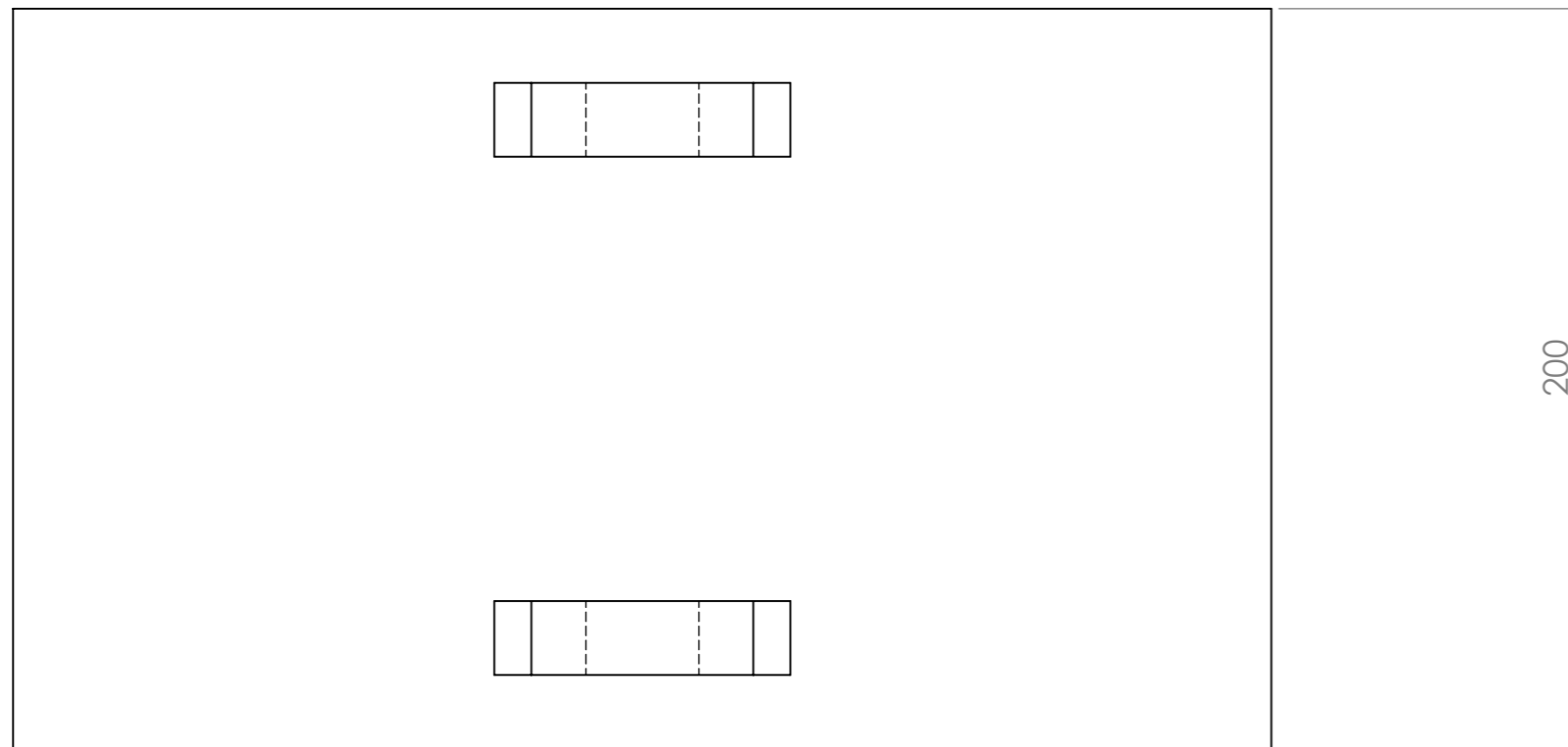
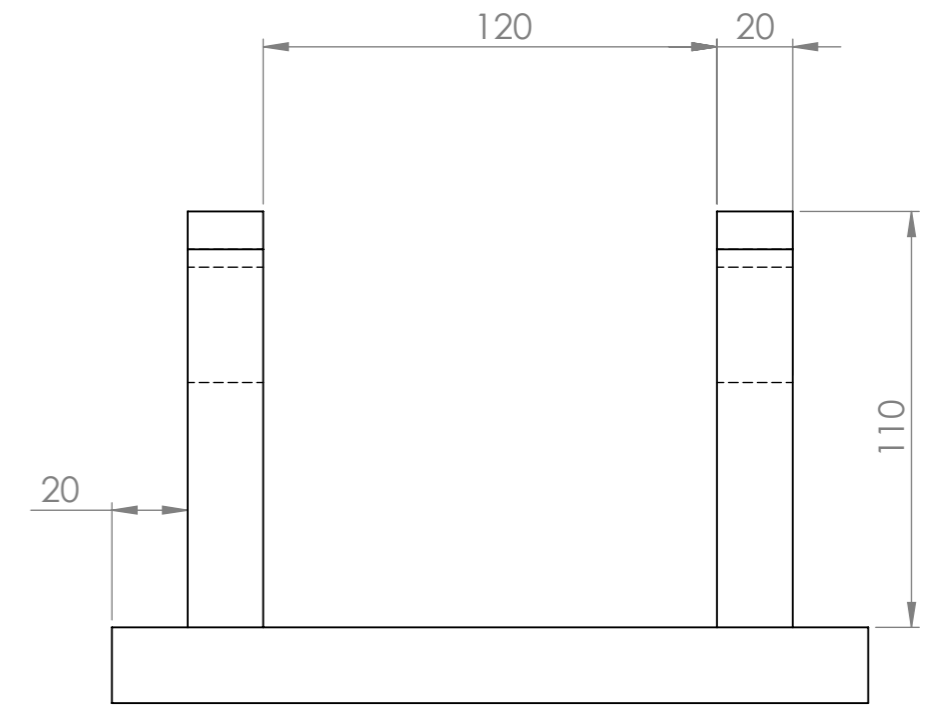
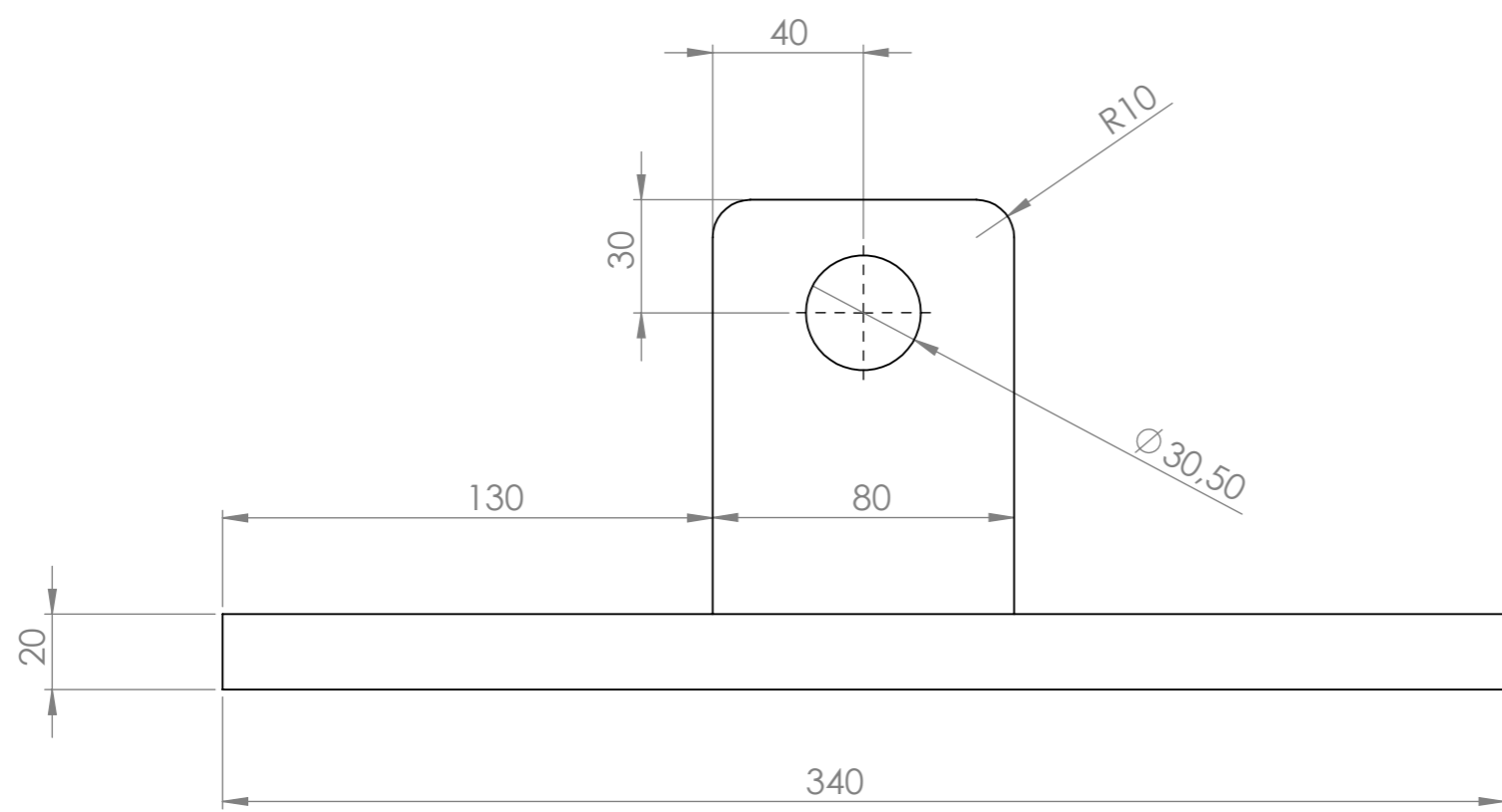
Material: S275JR		Título: IPE Refuerzo		Nº de Plano: 5
Escala: 1/2	Un.dim.mm 	Propietario Legal: KrenCross Offroad, SL	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
			Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017



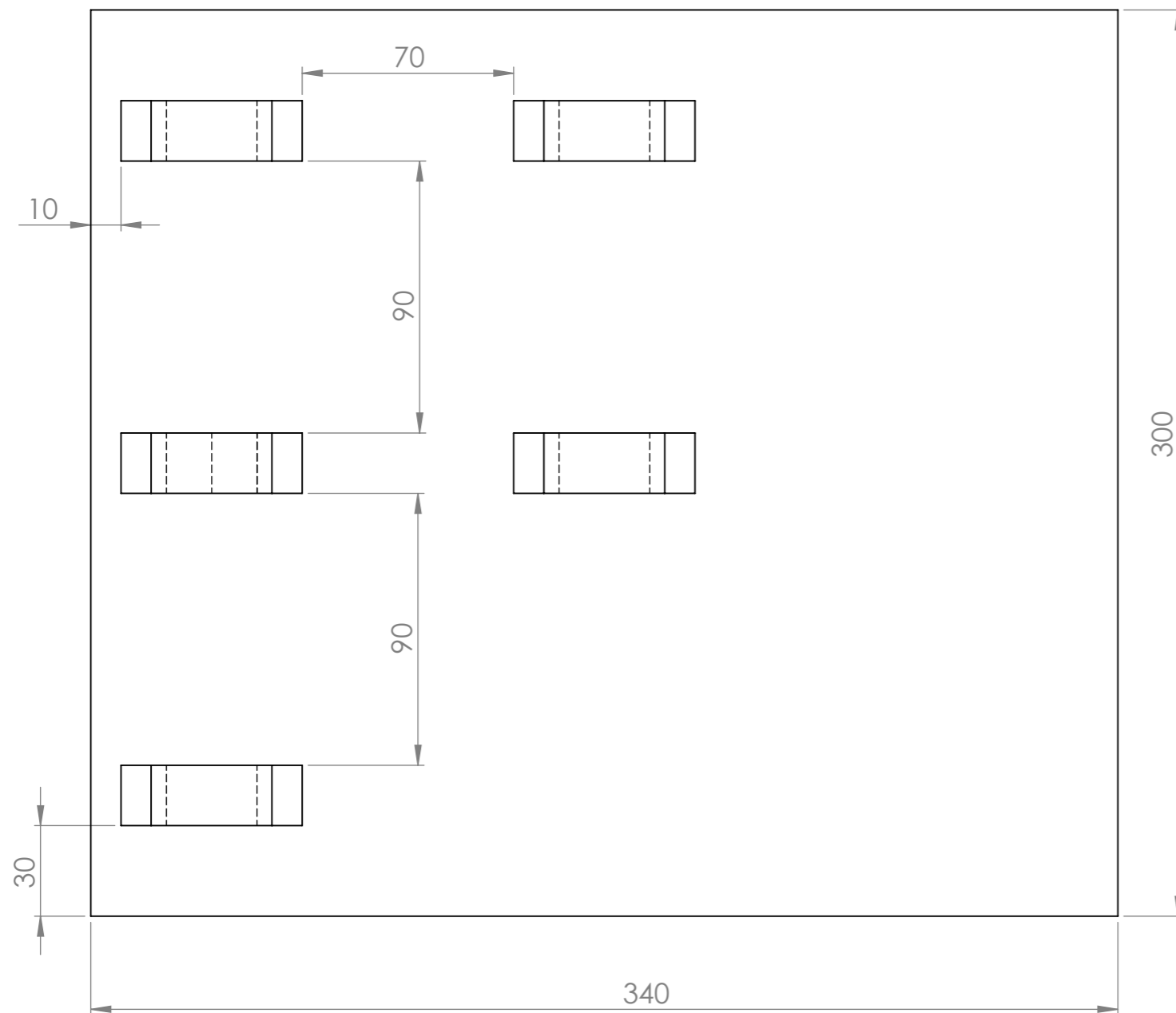
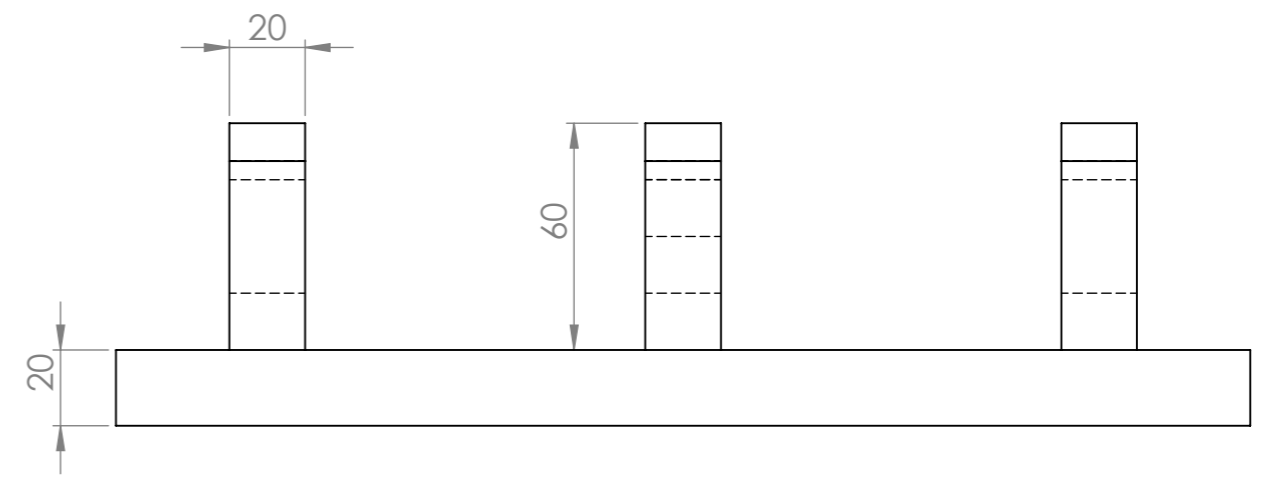
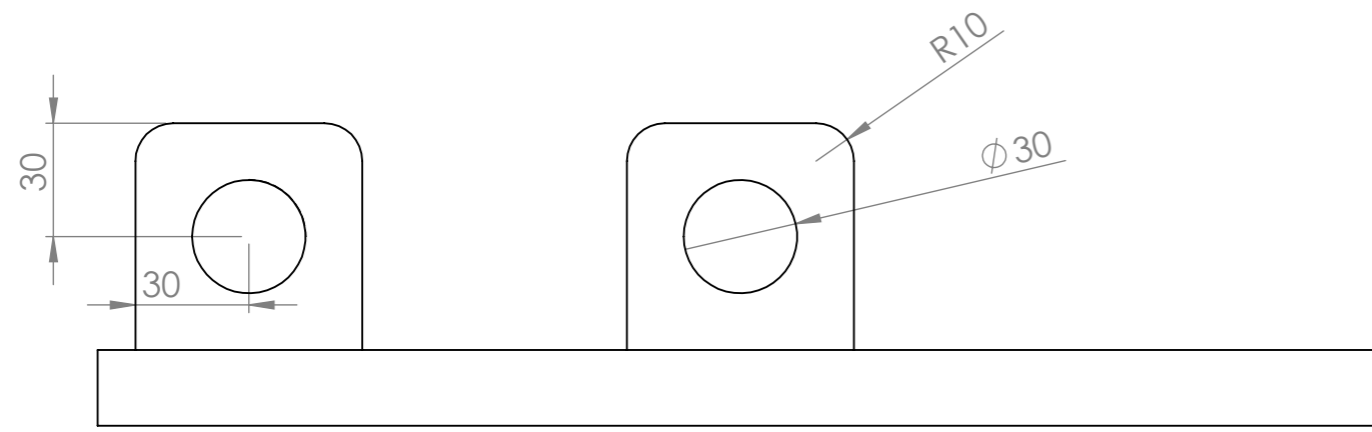
# Perfil IPE 200

Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

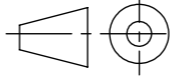
Material: S275JR		Título: Suplemento IPE		Nº de Plano: 6
Escala: 1/2	Un.dim.mm 	Propietario Legal: KrenCross Offroad, SL	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
			Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017



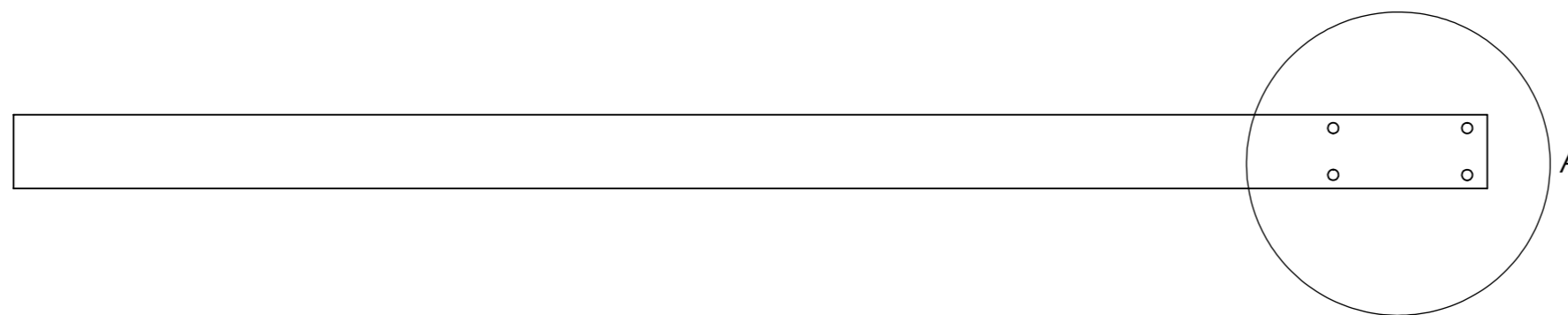
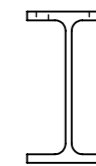
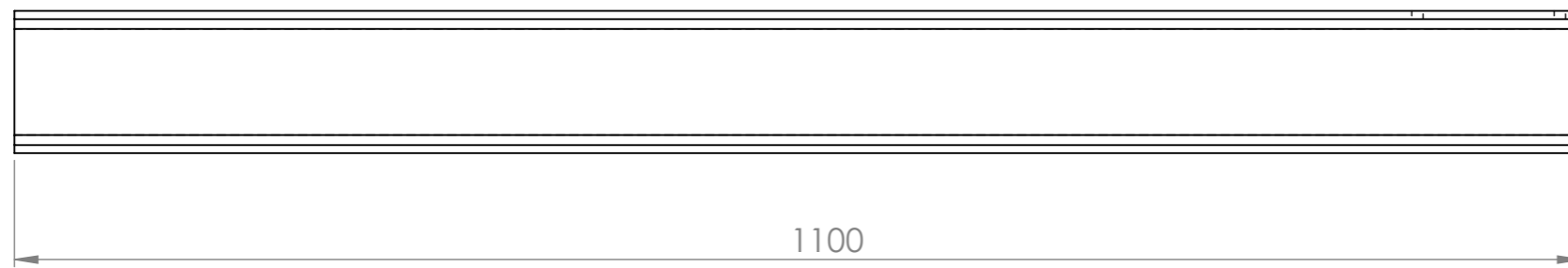
<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Fijación Cilindro		<b>Nº de Plano:</b> 7
<b>Escala:</b> 1/2	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



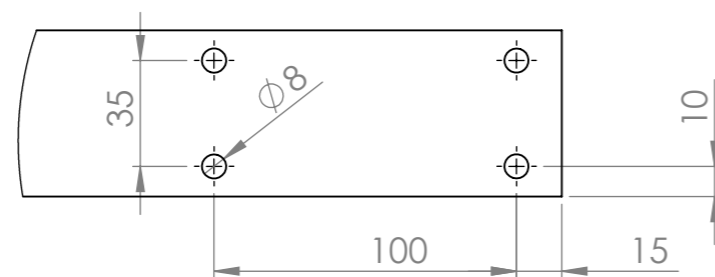
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Material: S275JR		Título: Fijación Polea inferior		Nº de Plano: 8
Escala: 1/2	Un.dim.mm 	Propietario Legal: KrenCross Offroad, SL	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
			Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017



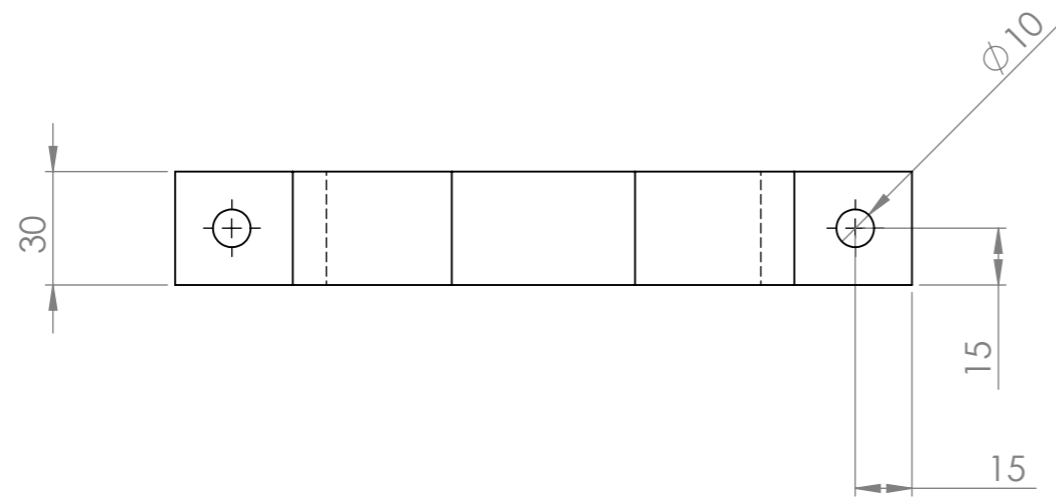
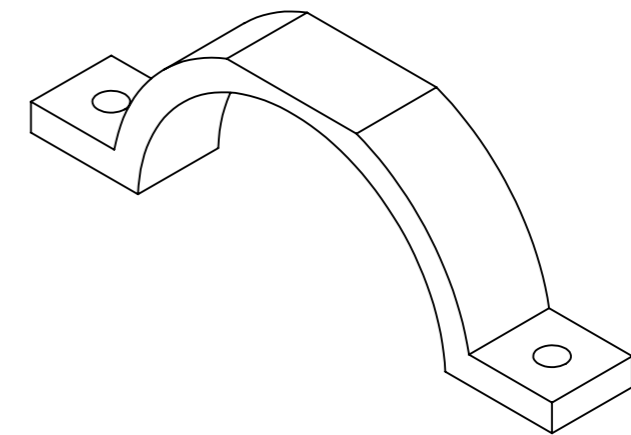
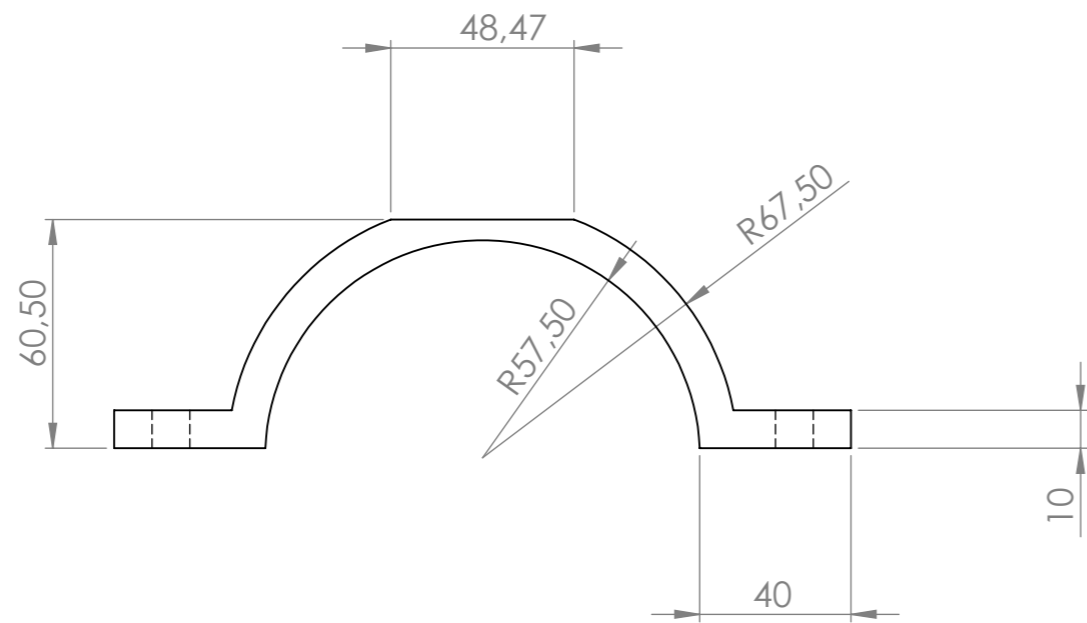


DETALLE A  
ESCALA 2 : 5

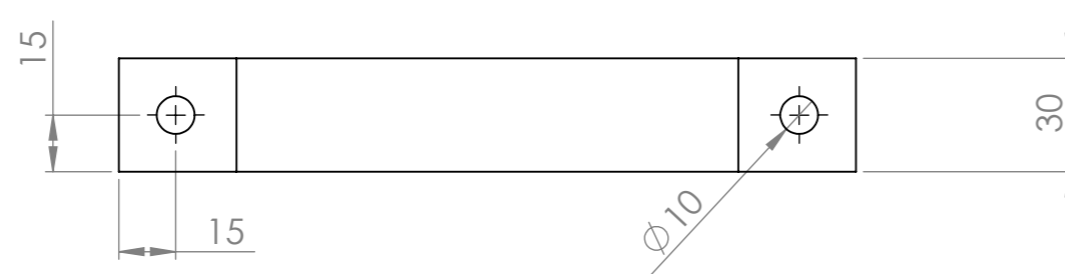
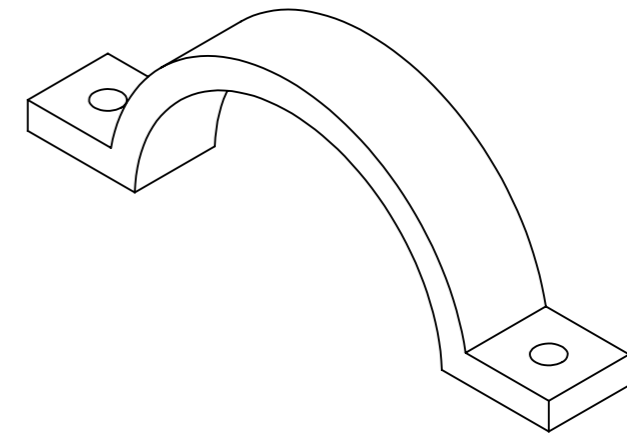
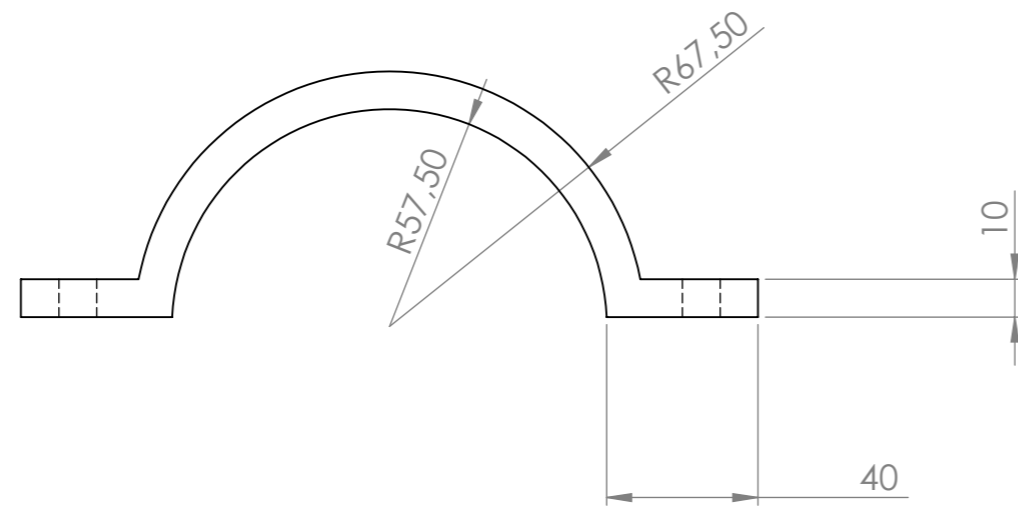


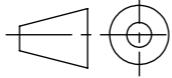
Perfil IPE 100

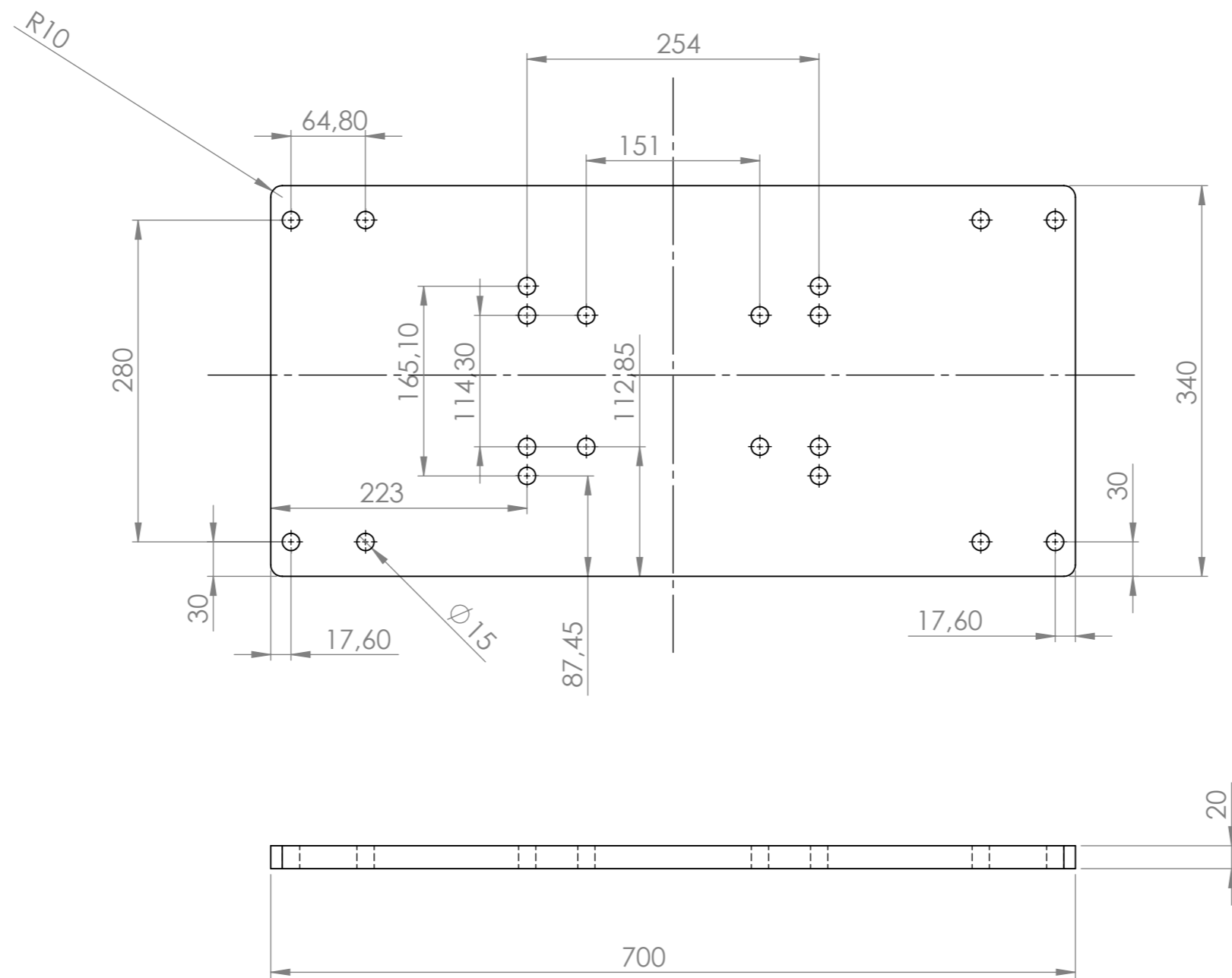
Material: S275JR		Título: Soporte Vertical IPE 100		Nº de Plano: 9
Escala: 1/5	Un.dim.mm 	Propietario Legal: KrenCross Offroad, SL	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
			Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017



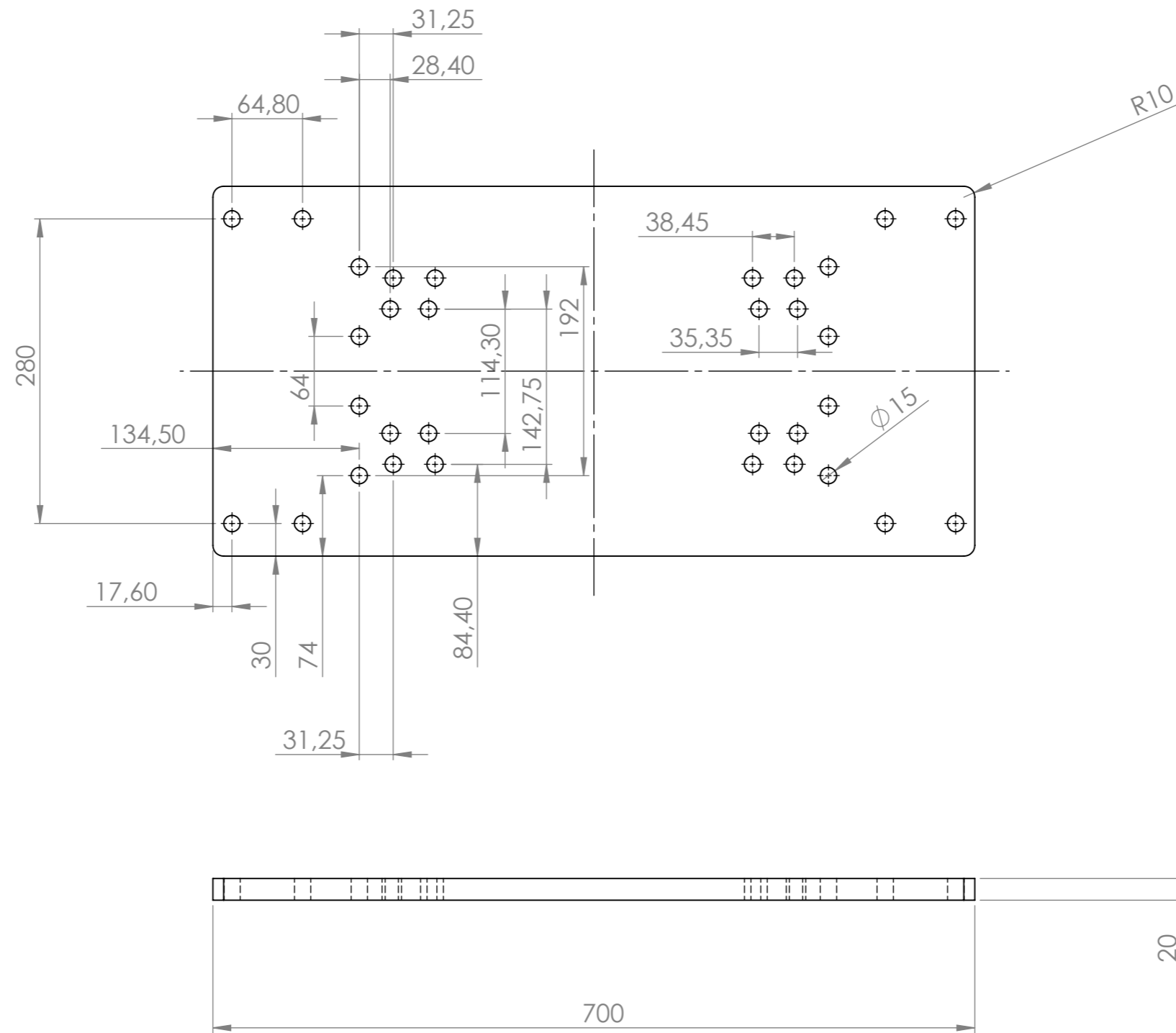
<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Abrazadea Cilindro-IPE100		<b>Nº de Plano:</b> 10
<b>Escala:</b> 1/2	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



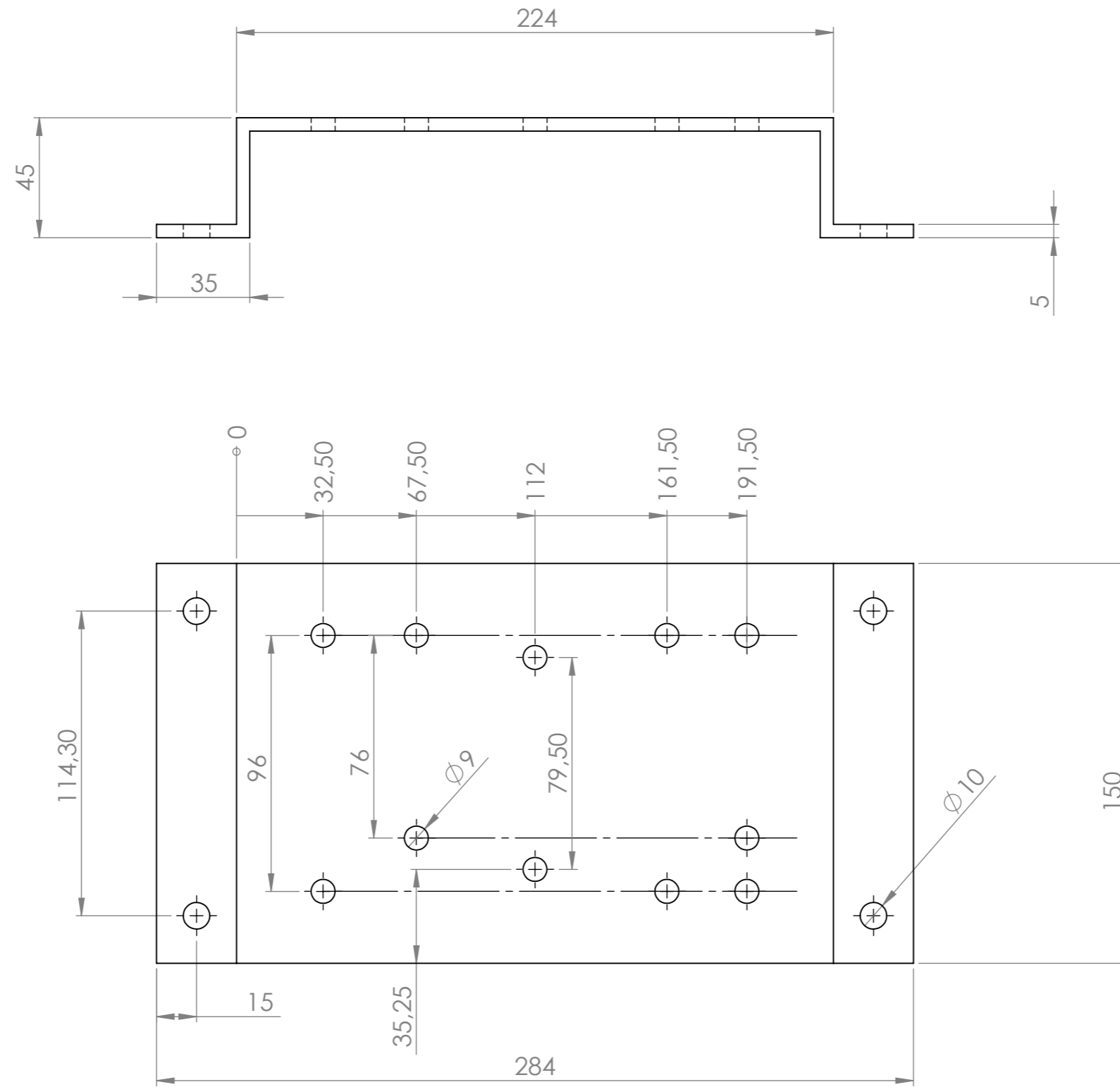
<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Abrazadera Cilindro		<b>Nº de Plano:</b> 11
<b>Escala:</b> 1/2	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



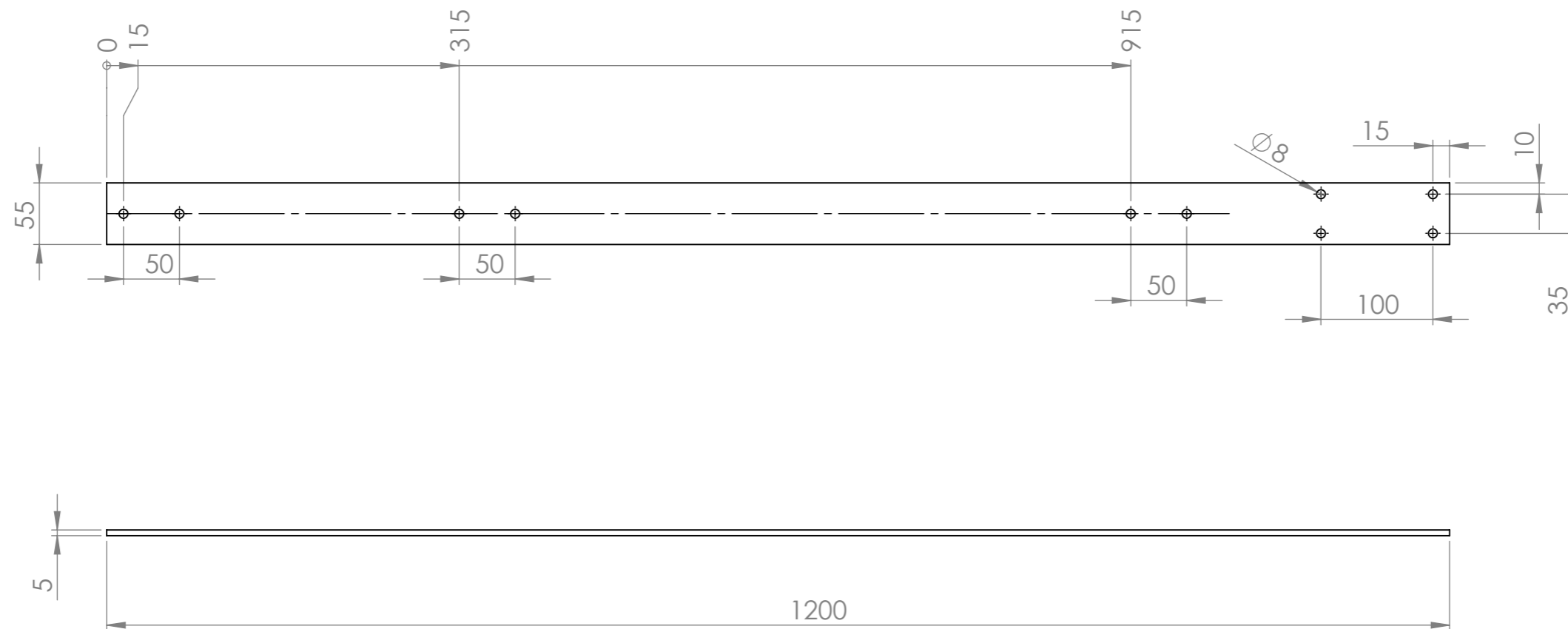
Material: S275JR		Título: Soporte Cabrestantes 1		Nº de Plano: 12
Escala: 1/5	Un.dim.mm 	Propietario Legal: KrenCross Offroad, SL	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
			Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017



<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Soporte Cabrestantes 2		<b>Nº de Plano:</b> 13
<b>Escala:</b> 1/5	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

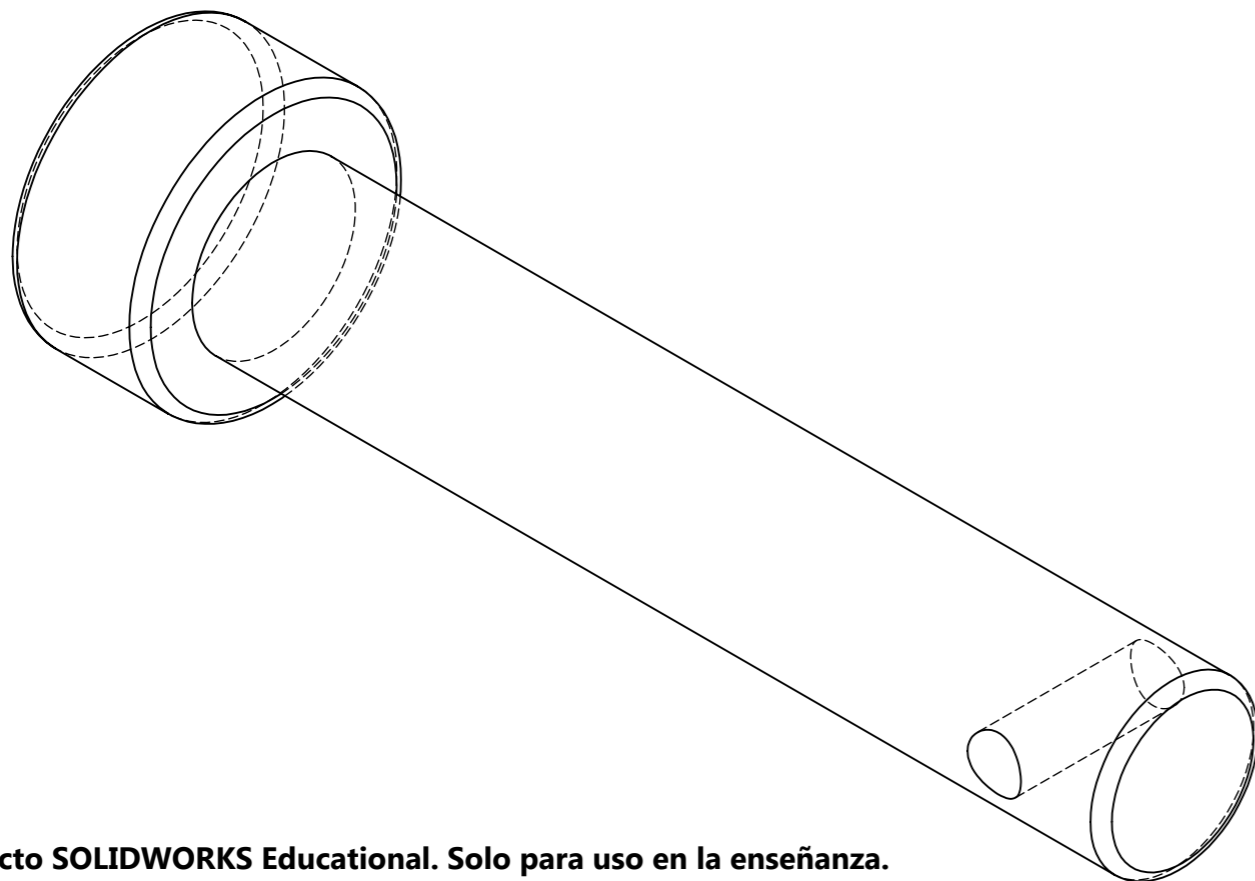
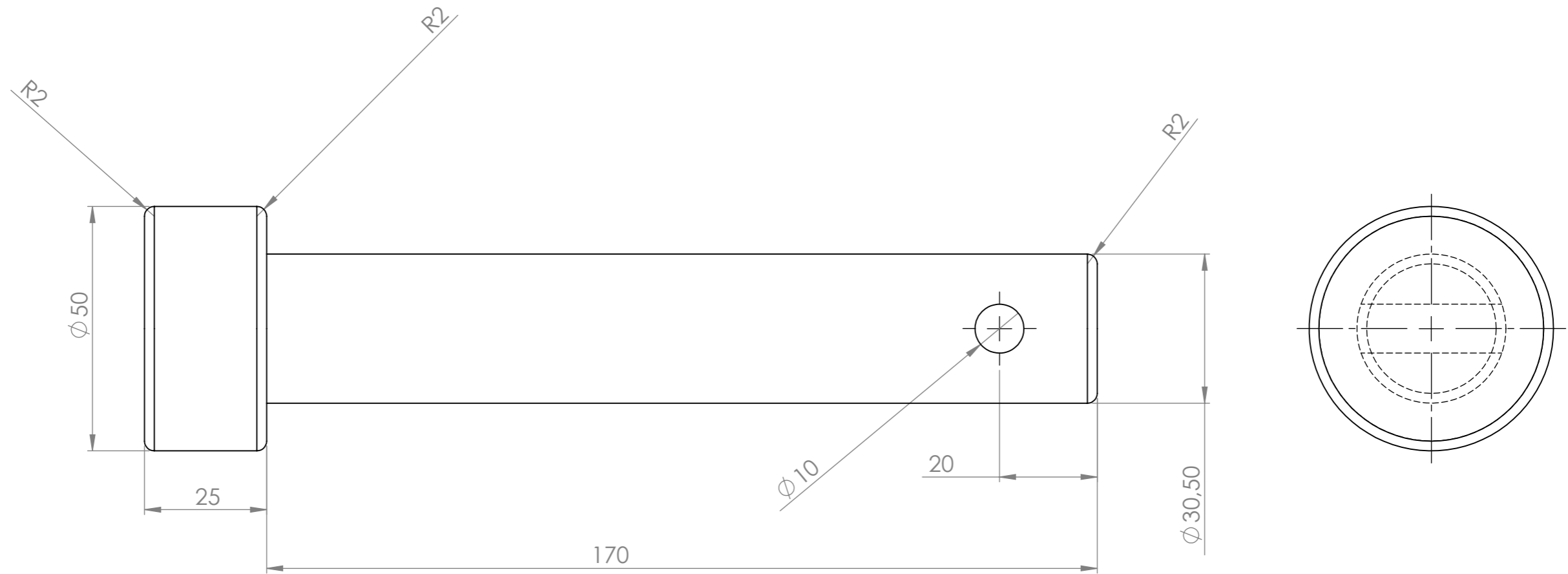


Material: S275JR		Título: Soporte cabrestantes 3		Nº de Plano: 14
Escala: 1/2	Un.dim.mm 	Propietario Legal: KrenCross Offroad, SL	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
			Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

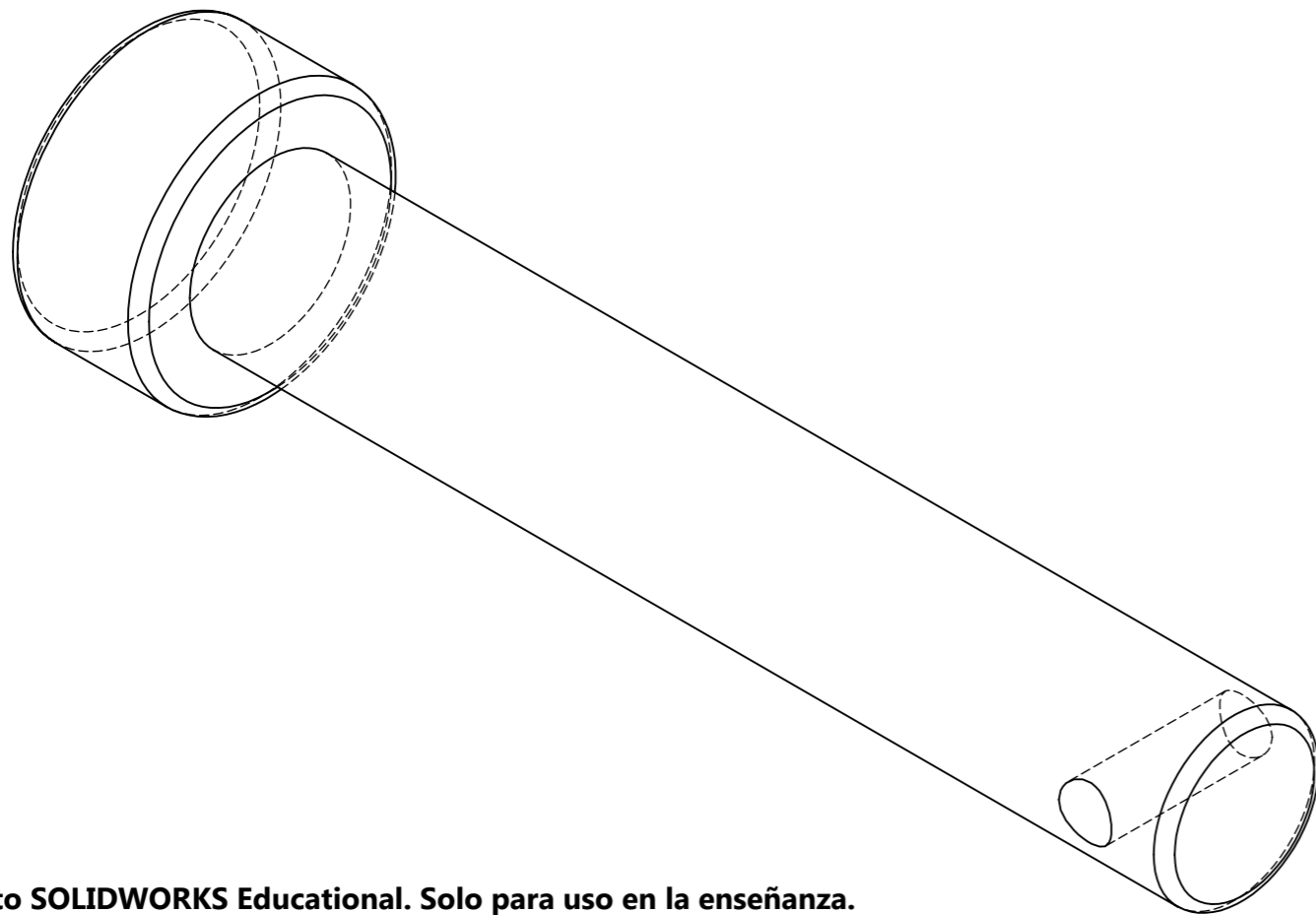
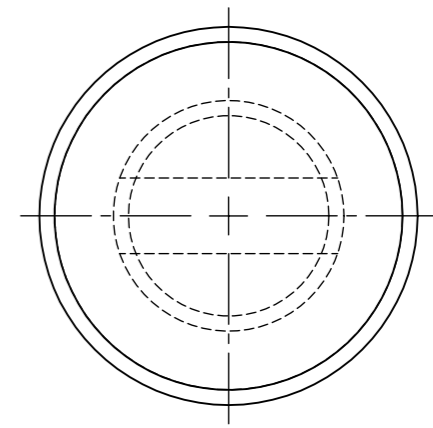
Material:		Título:		Nº de Plano:	
S275JR		Soporte Finales de Carrera		15	
Escala:	Un.dim.mm	Propietario Legal:	Dibujado por :	Fecha:	
1/5		KrenCross Offroad, SL	Daniel Gimeno	22/03/2017	
			Comprobado por :	Fecha:	
			Manuel Soler	28/03/2017	



Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

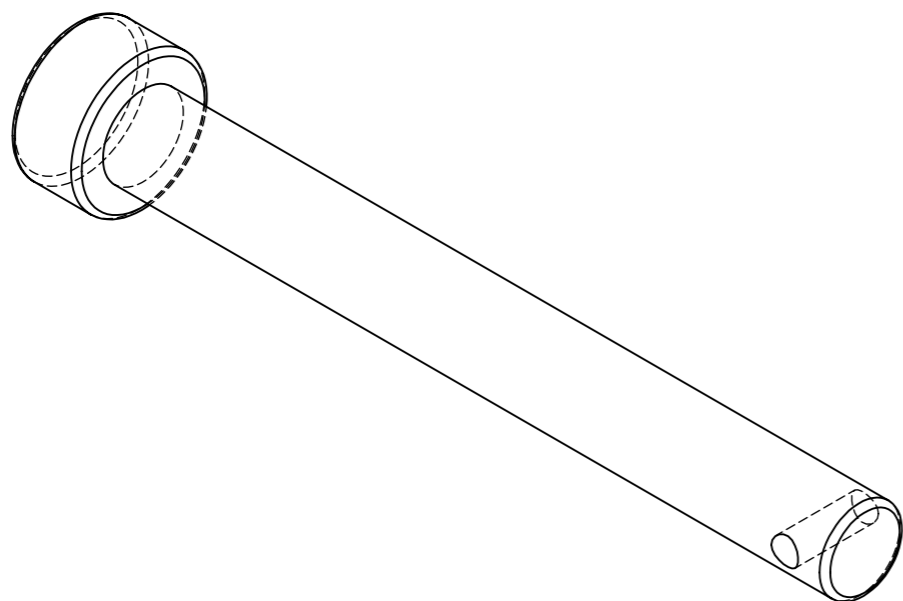
Material:		Título:		Nº de Plano:	
Acero C40		Bulón Viga Superior		16	
Escala:	Un.dim.mm	Propietario Legal:	Dibujado por :	Fecha:	
1/1		KrenCross Offroad, SL	Daniel Gimeno	22/03/2017	
			Comprobado por :	Fecha:	
			Manuel Soler	28/03/2017	



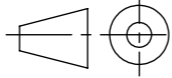


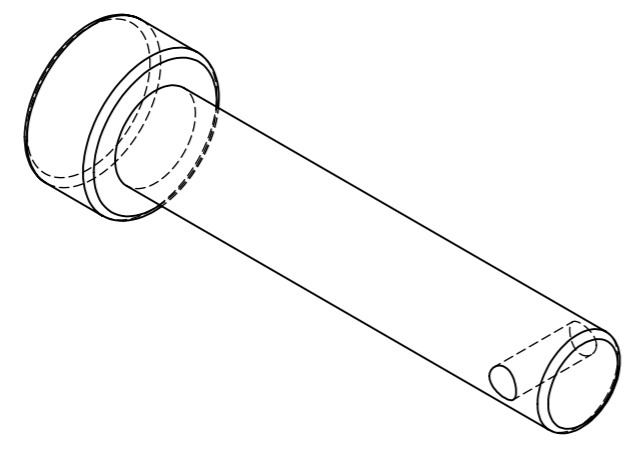
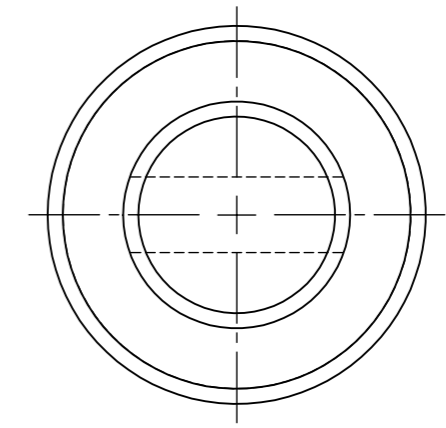
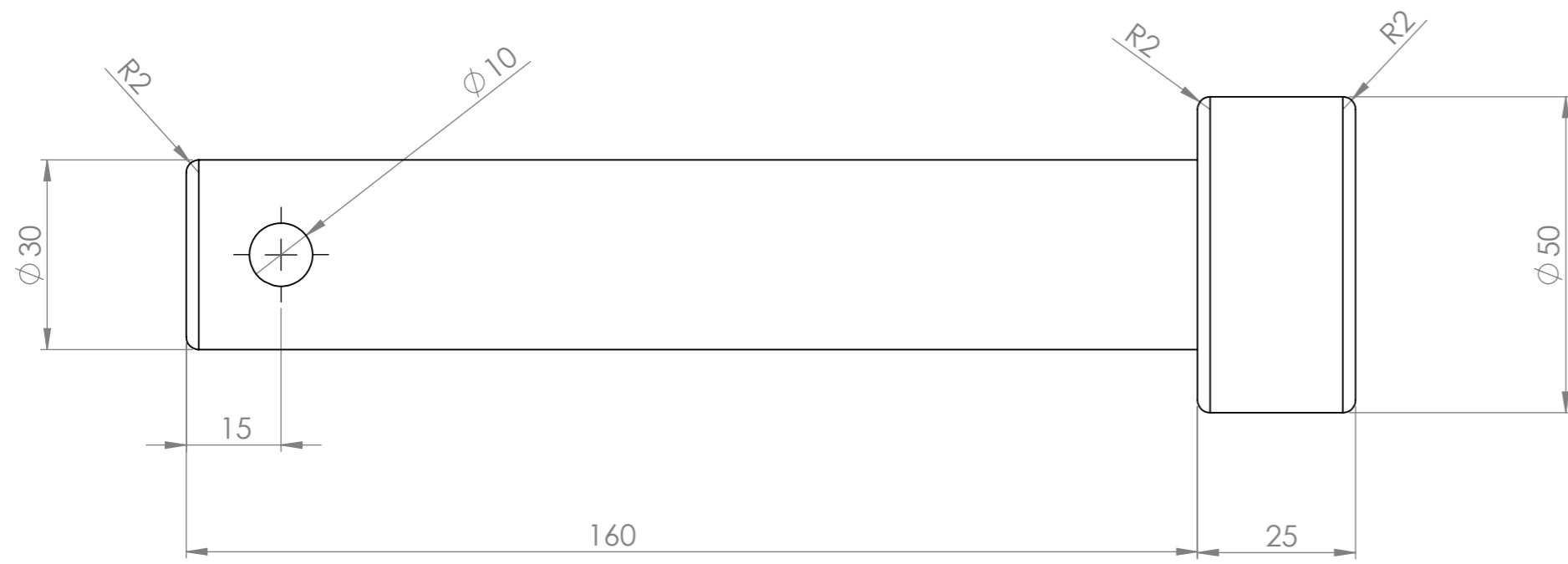
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

<b>Material:</b> Acero C40		<b>Título:</b> Bulón Cilindros-Estructura		<b>Nº de Plano:</b> 17
<b>Escala:</b> 1/1	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

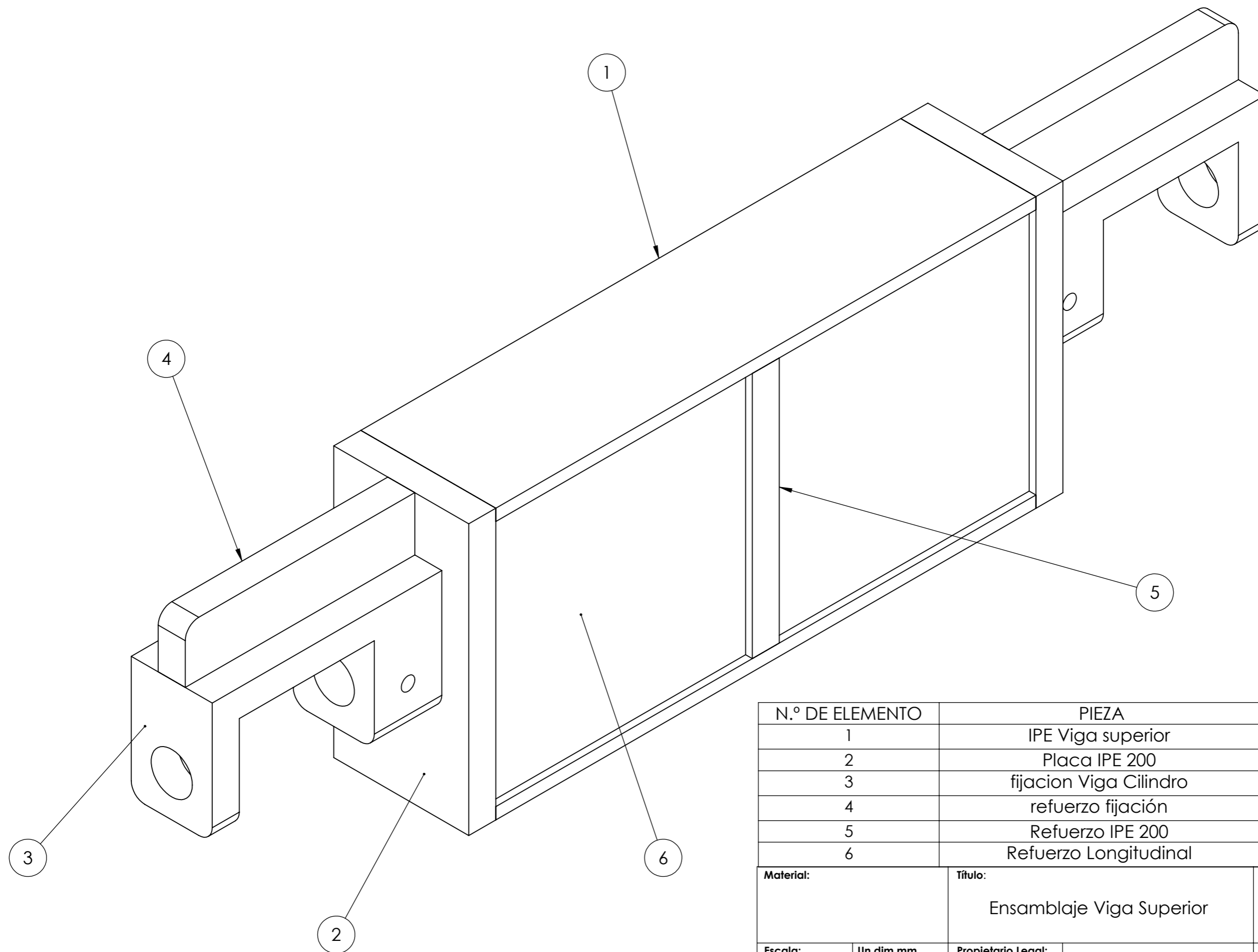


Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

<b>Material:</b> Acero C40		<b>Título:</b> Bulón Polea 1		<b>Nº de Plano:</b> 18
<b>Escala:</b> 1/1	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

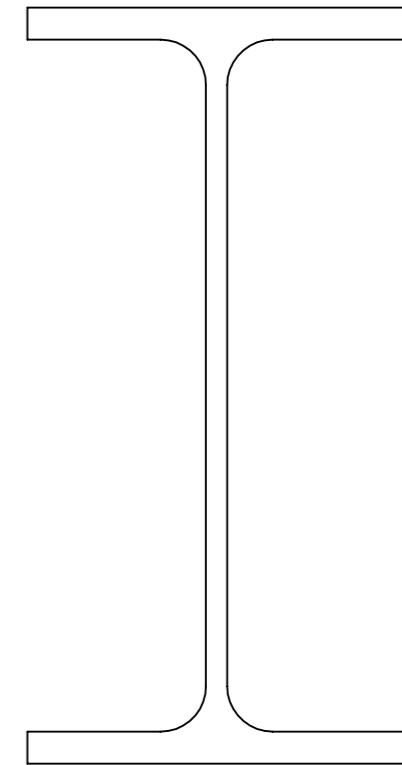


<b>Material:</b> Acero C40		<b>Título:</b> Bulón Polea 2		<b>Nº de Plano:</b> 19
<b>Escala:</b> 1/1	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

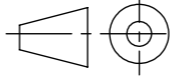


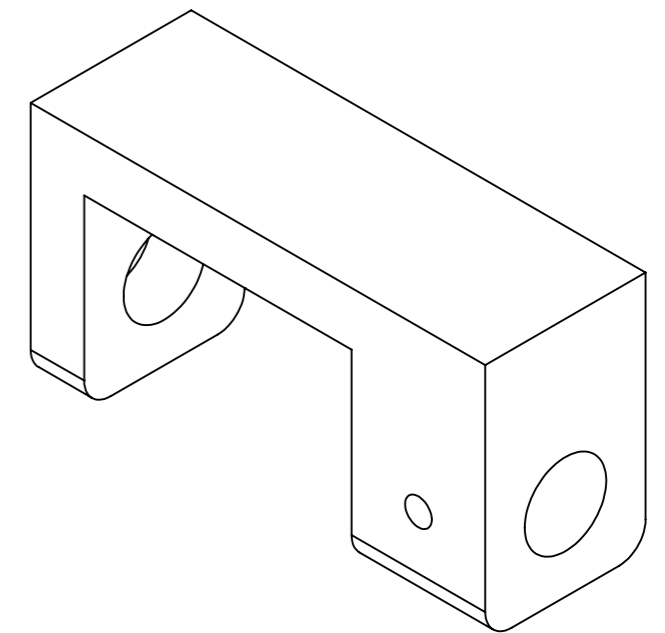
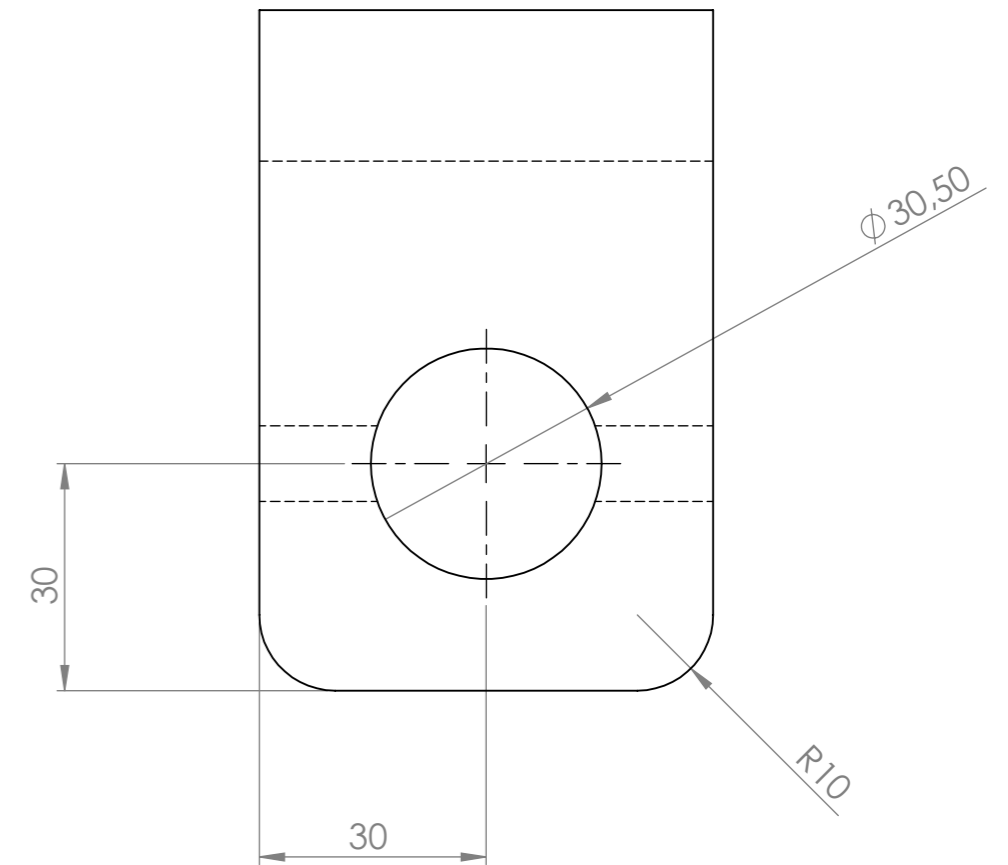
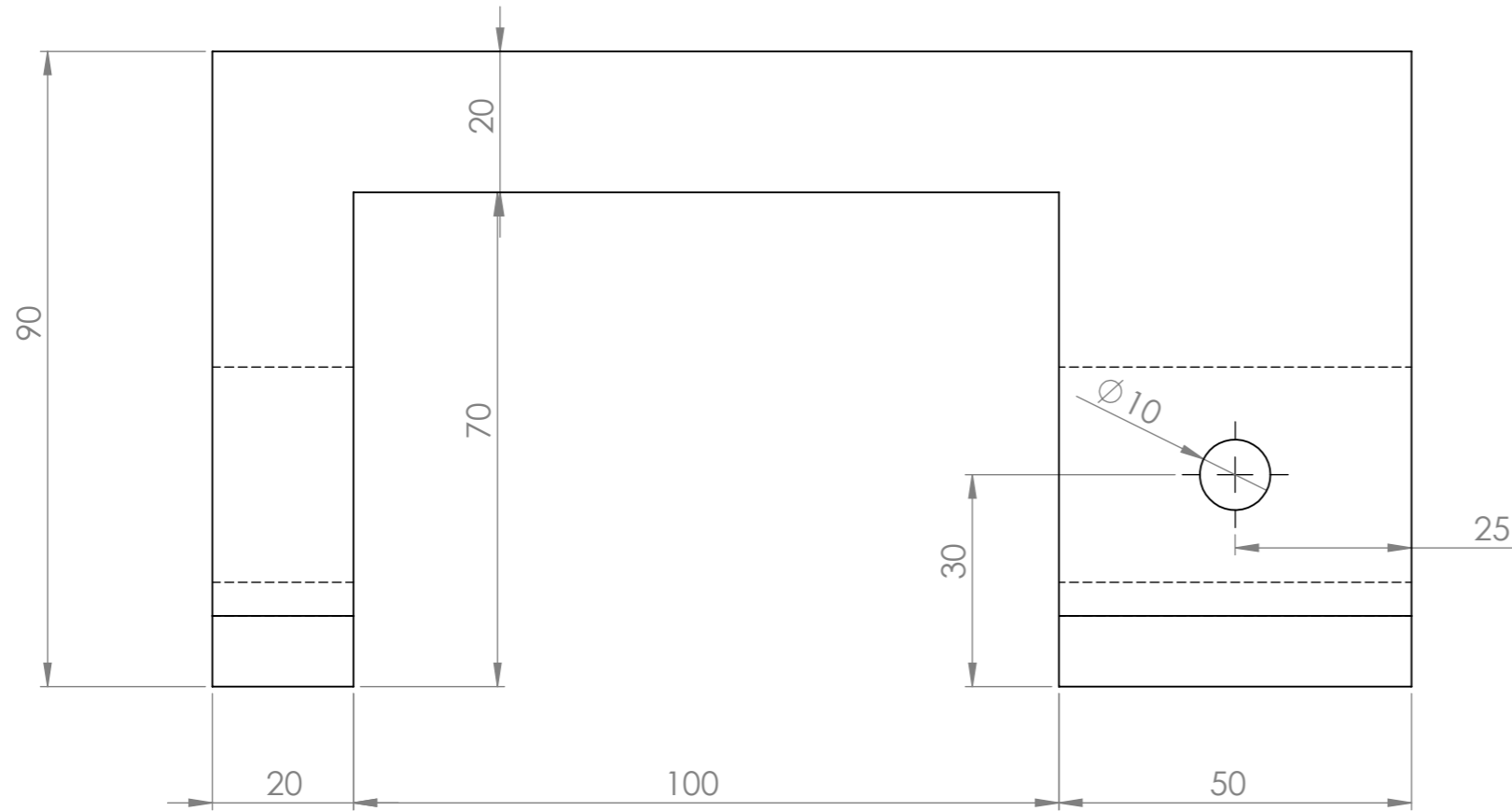
N.º DE ELEMENTO	PIEZA	Plano Pieza
1	IPE Viga superior	21
2	Placa IPE 200	26
3	fijacion Viga Cilindro	22
4	refuerzo fijación	24
5	Refuerzo IPE 200	25
6	Refuerzo Longitudinal	23

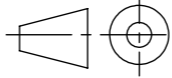
<b>Material:</b>		<b>Título:</b> Ensamblaje Viga Superior		<b>Nº de Plano:</b> <b>20</b>
<b>Escala:</b> 1/2	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

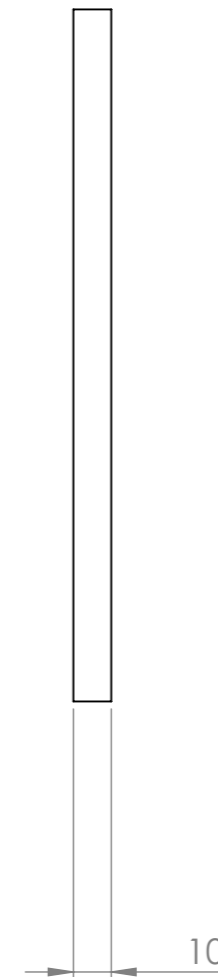
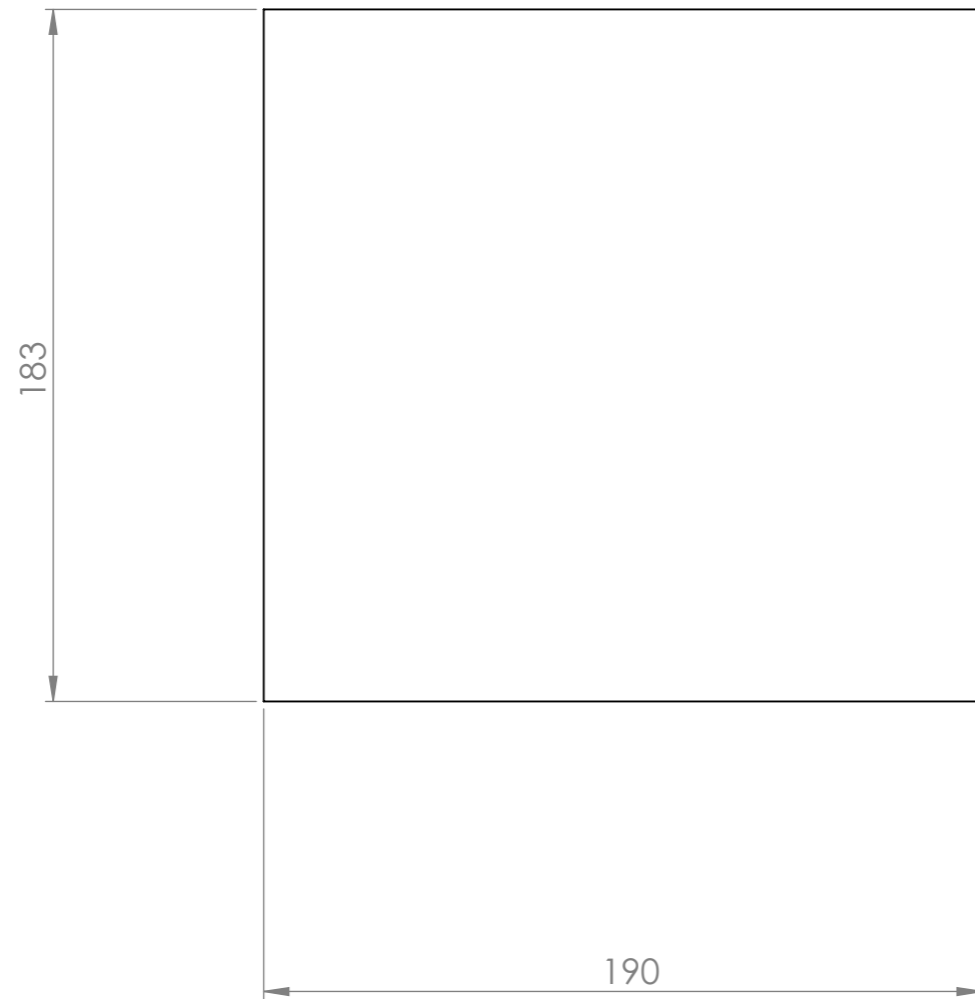


Perfil IPE 200

<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> IPE Viga Superior		<b>Nº de Plano:</b> 21
<b>Escala:</b> 1/2	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Fijación Viga-Cilindro		<b>Nº de Plano:</b> 22
<b>Escala:</b> 1/1	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

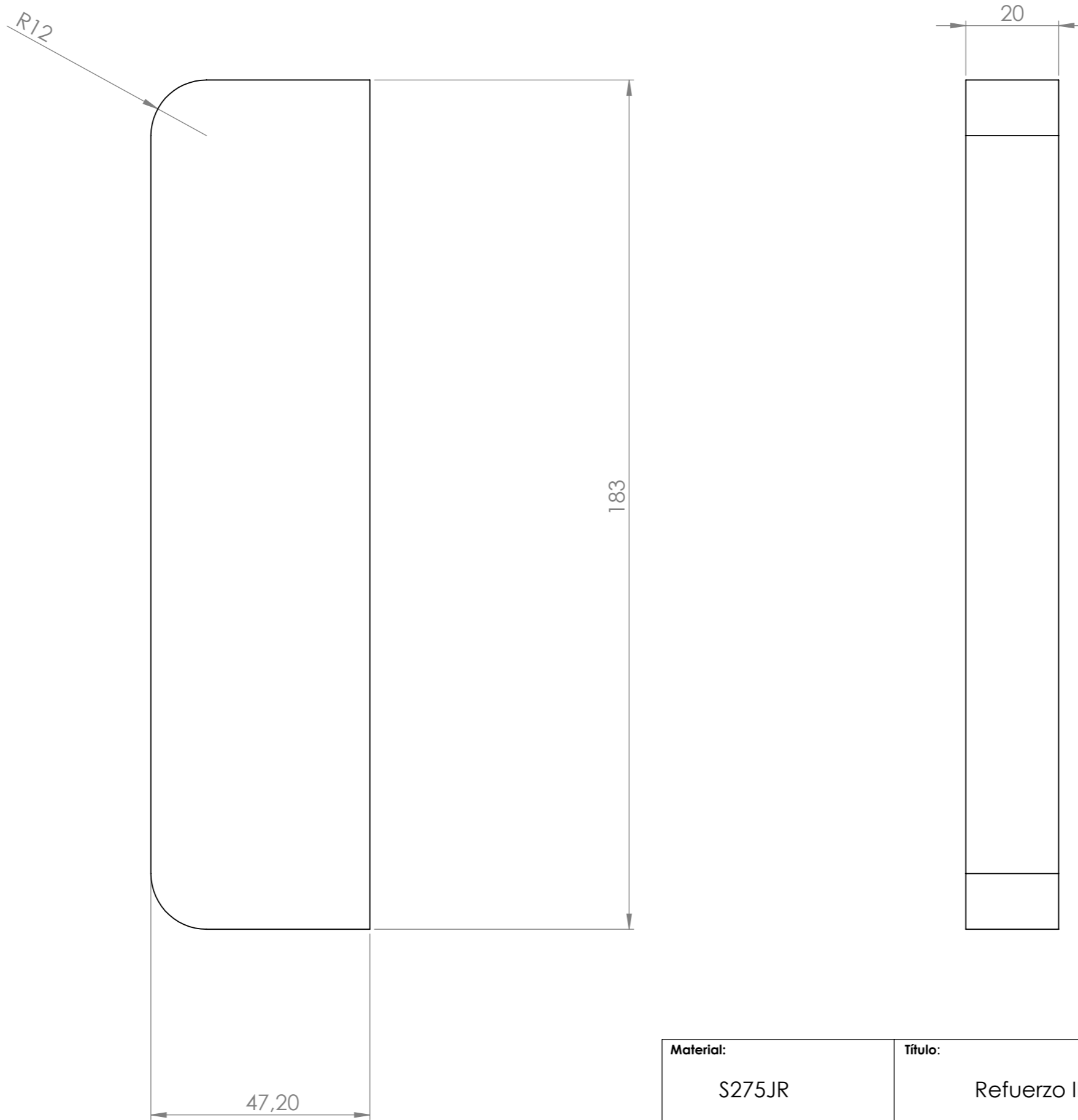


<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Refuerzo Longitudinal Viga		<b>Nº de Plano:</b> 23
<b>Escala:</b> 1/2	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

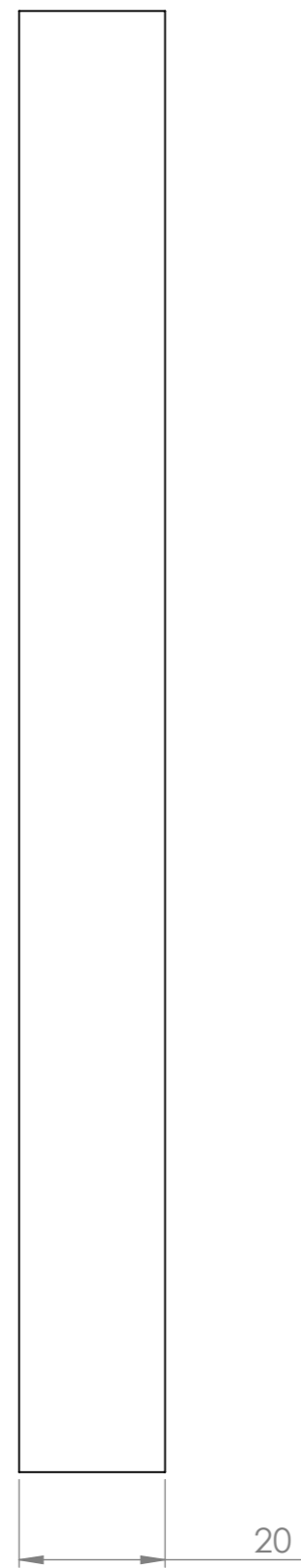
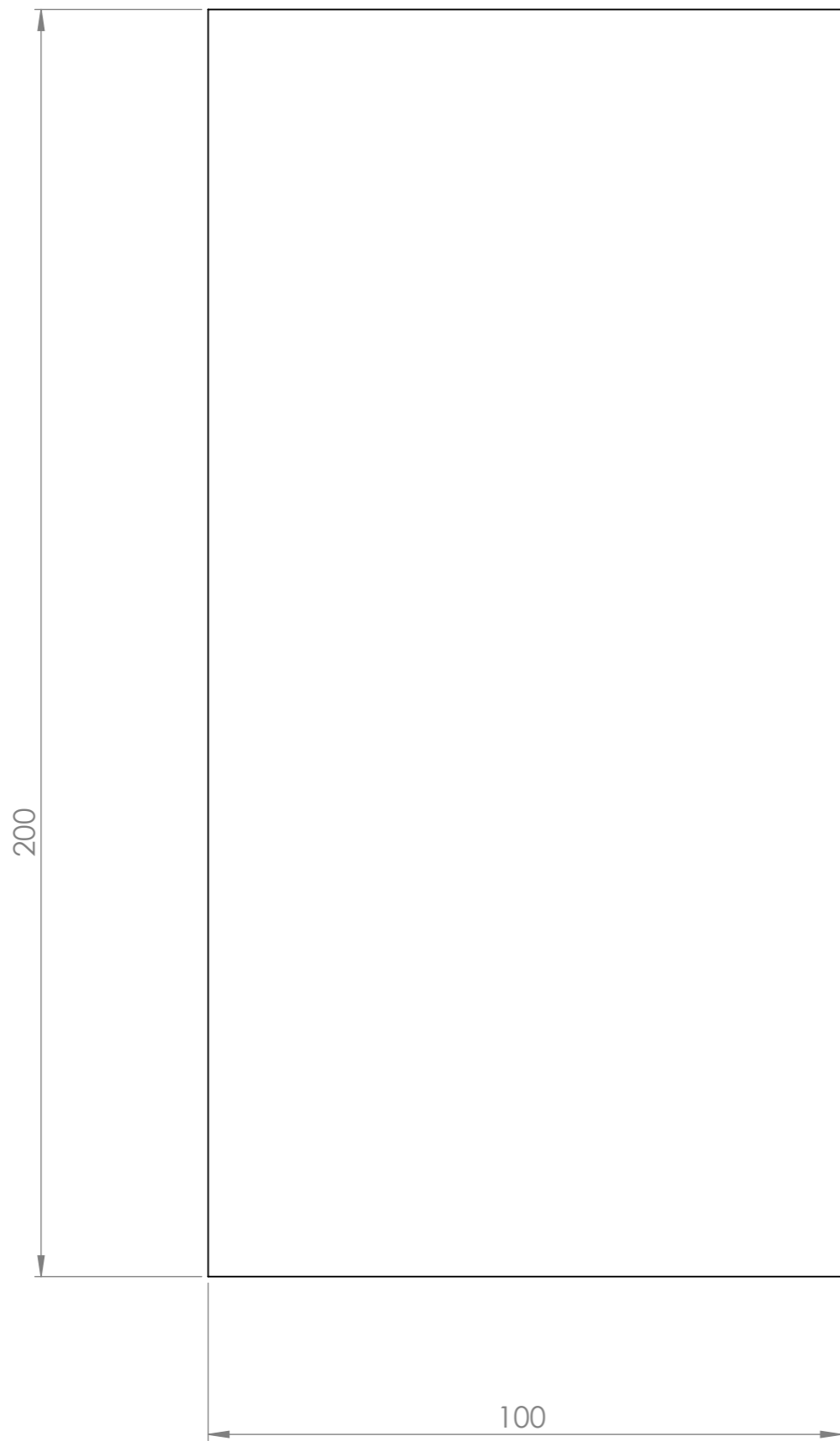


<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Refuerzo Fijación Viga		<b>Nº de Plano:</b> 24
<b>Escala:</b> 1/1	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

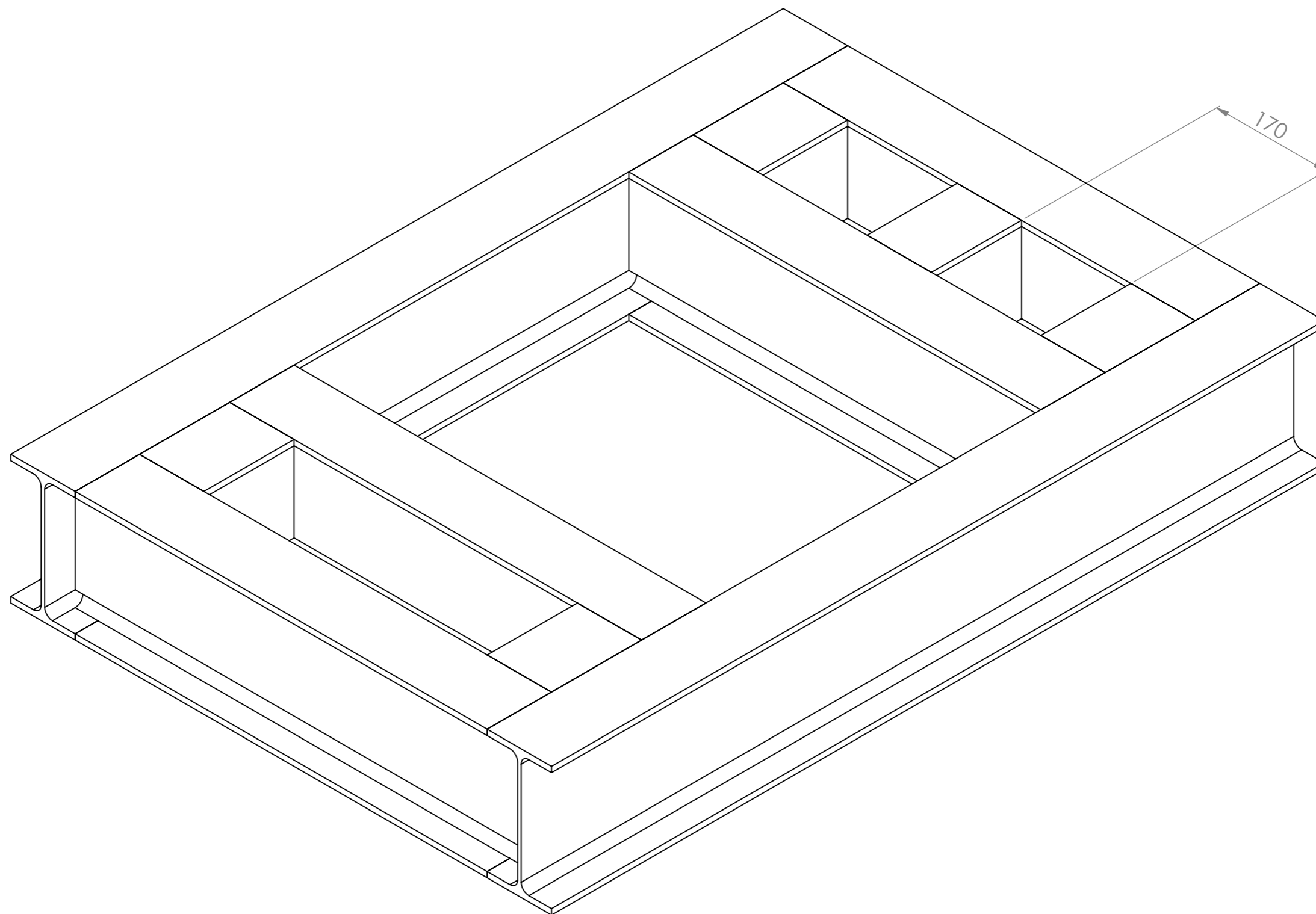




<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Refuerzo IPE 200		<b>Nº de Plano:</b> 25
<b>Escala:</b> 1/1	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



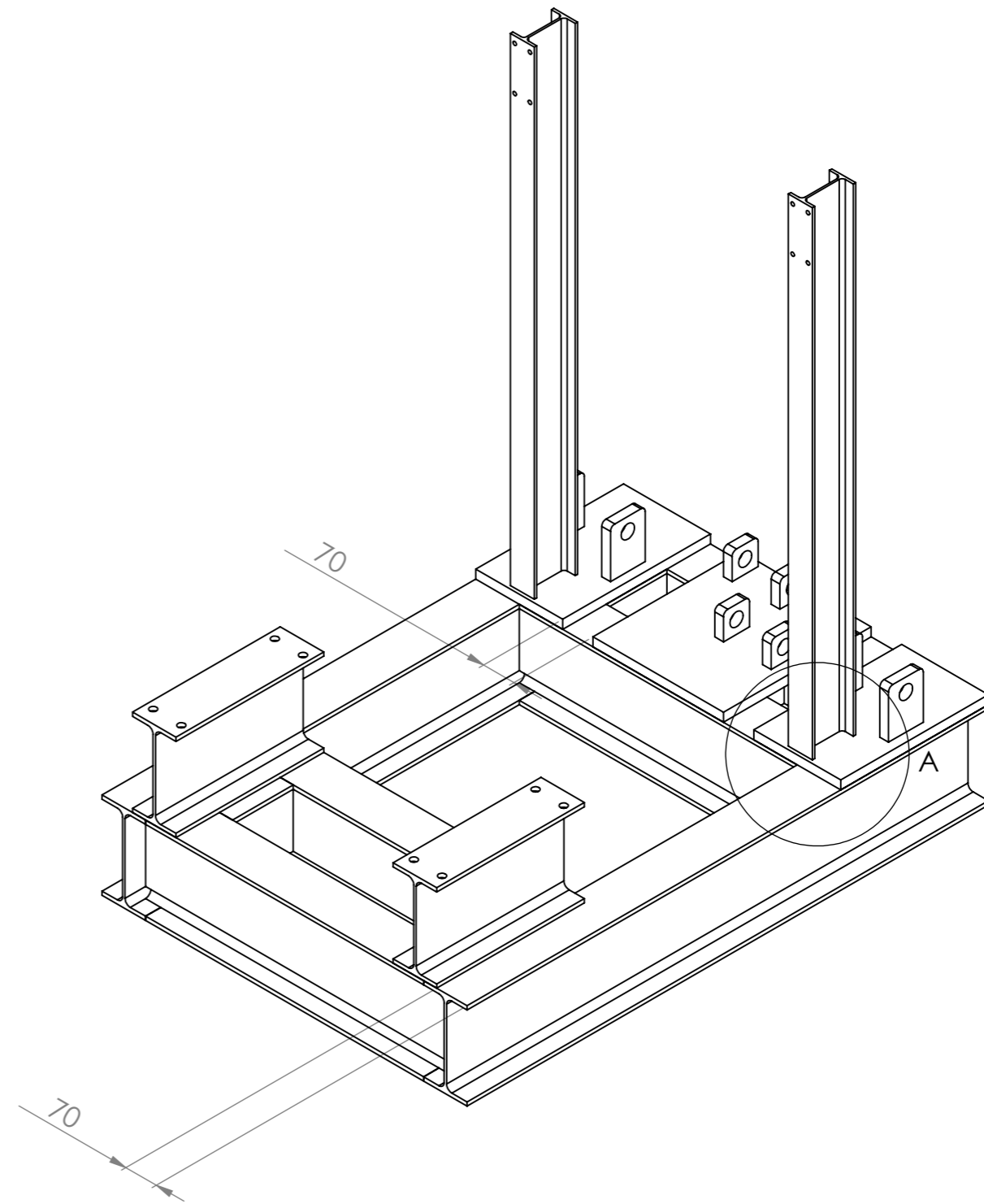
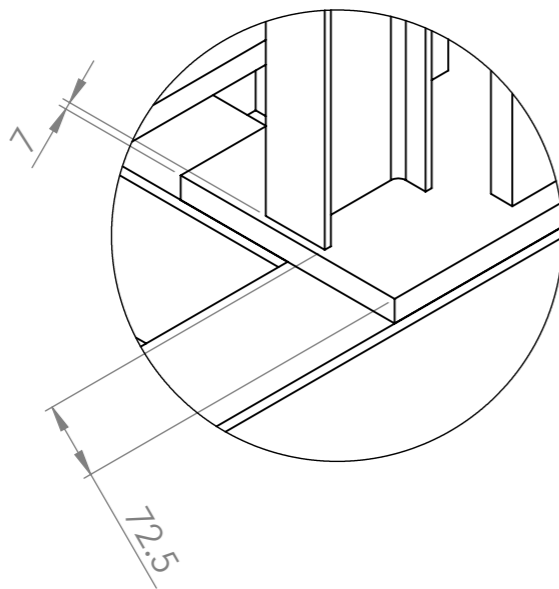
<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Placa IPE 200		<b>Nº de Plano:</b> 26
<b>Escala:</b> 1/1	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



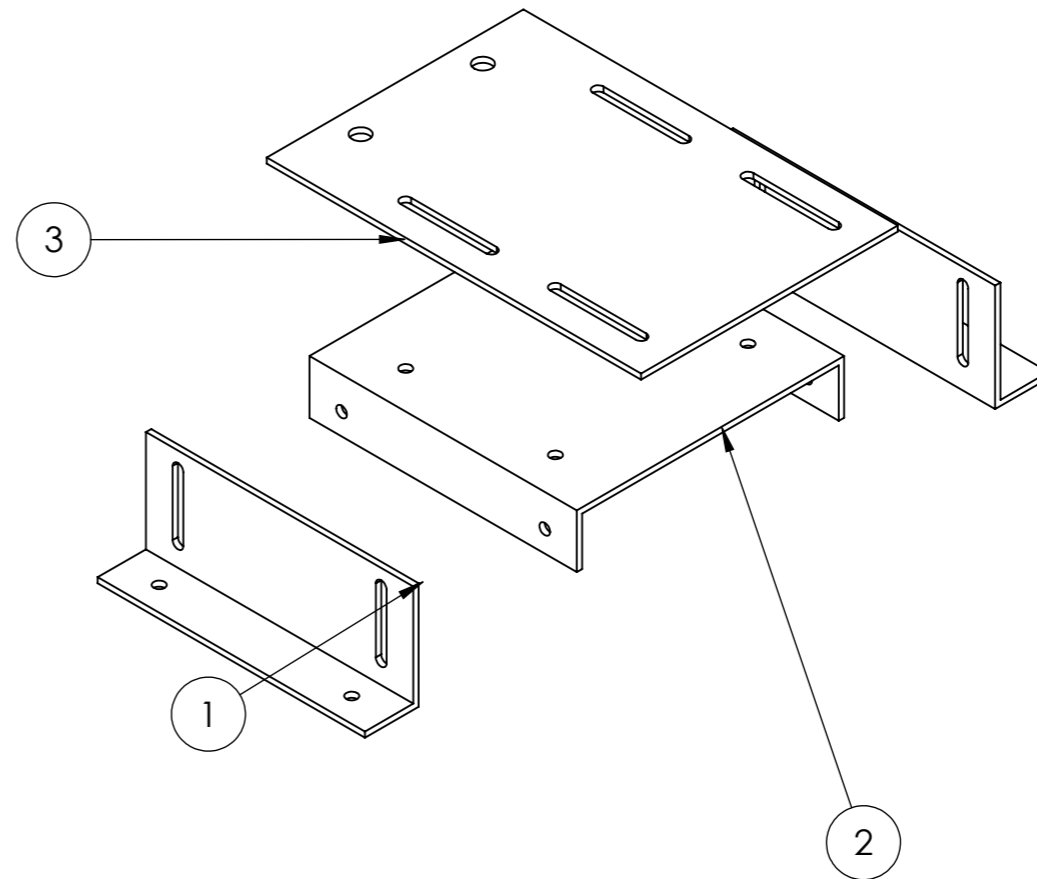
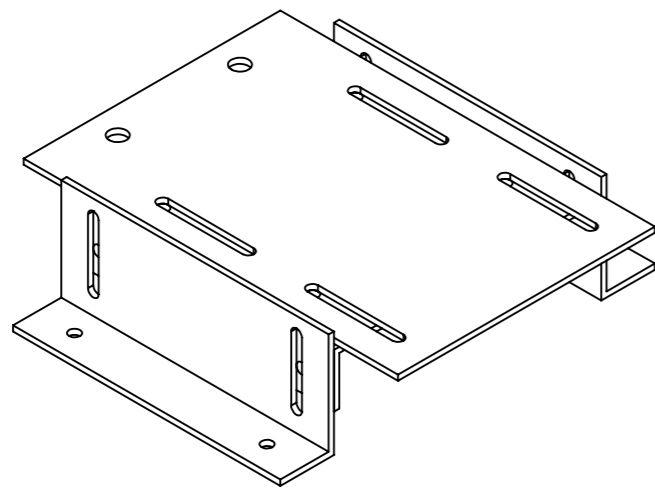
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Material:		Título:		Nº de Plano:
		Posición Piezas Estructura 1		27
Escala:	Un.dim.mm	Propietario Legal:	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
1/5		KrenCross Offroad, SL	Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017

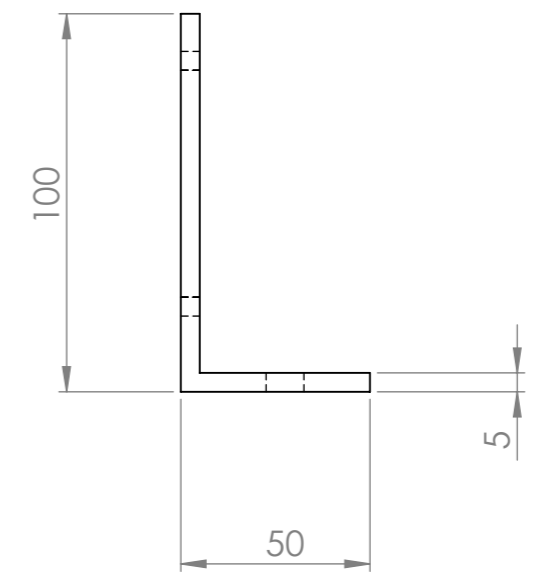
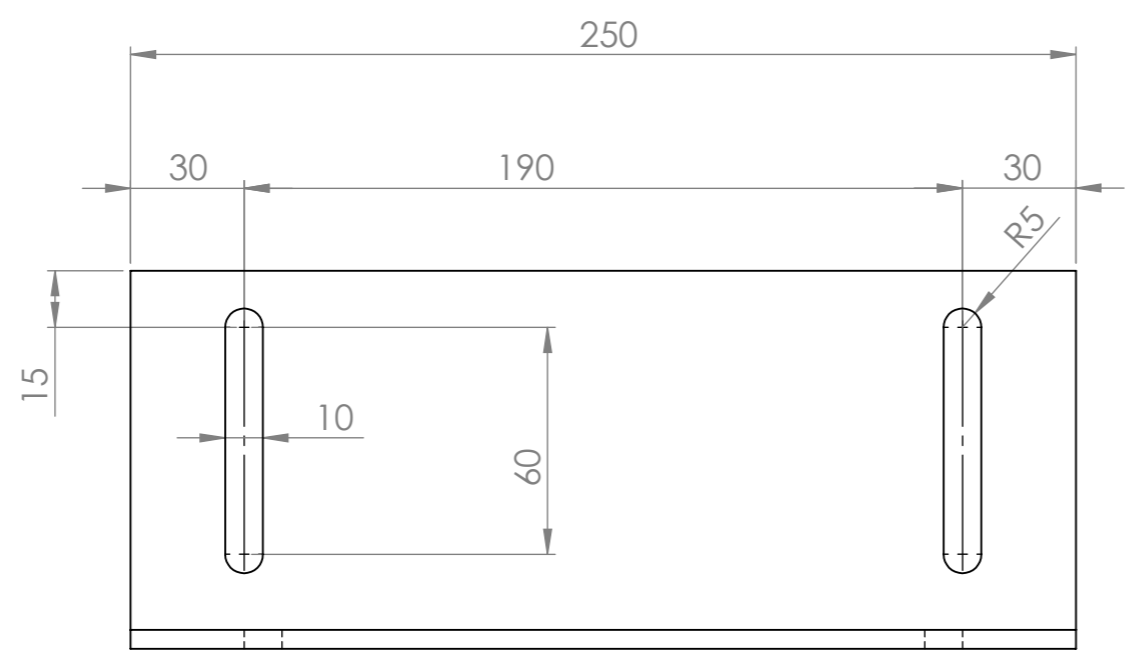
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5



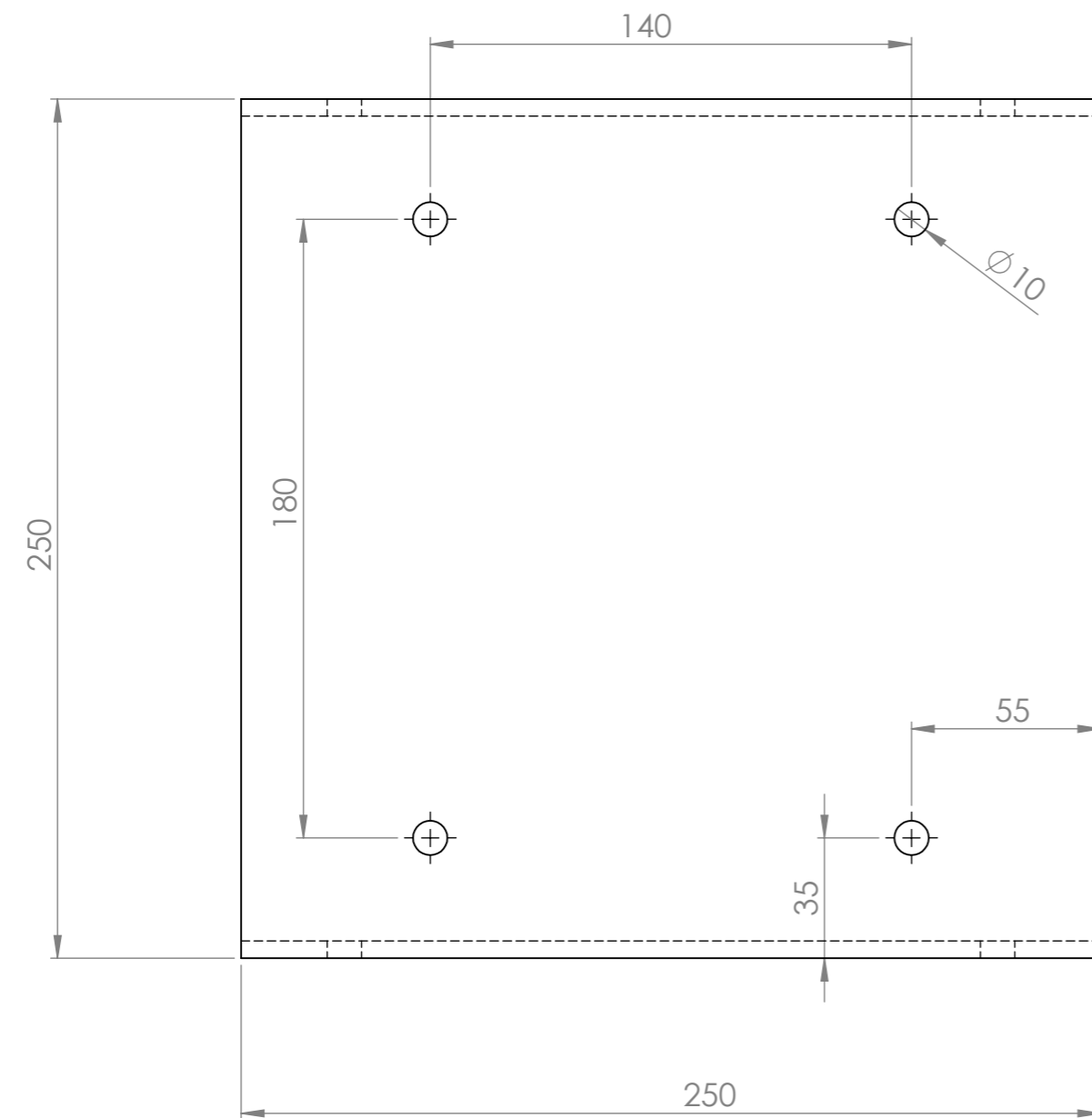
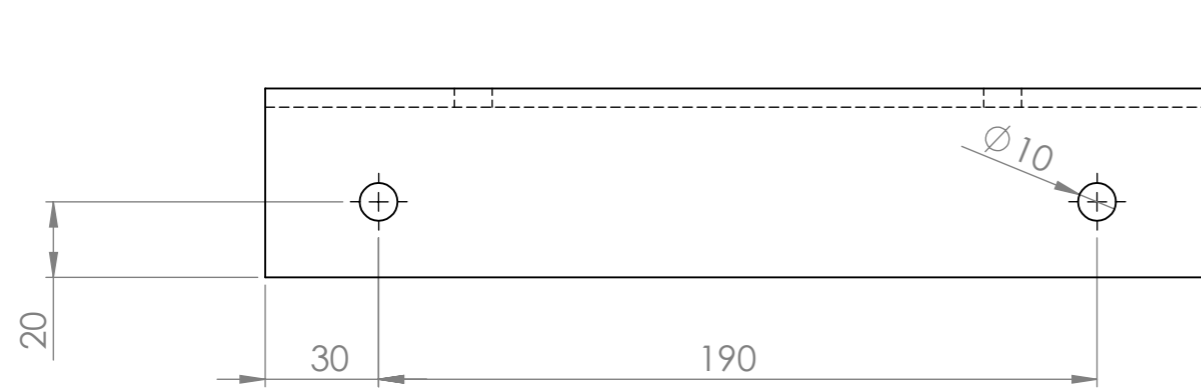
<b>Material:</b>		<b>Título:</b>		<b>Nº de Plano:</b>
		Posición Piezas estructura 2		28
<b>Escala:</b>	<b>Un.dim.mm</b>	<b>Propietario Legal:</b>	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
1/10		KrenCross Offroad, SL	<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



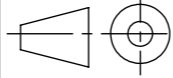
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	Plano de la Pieza
1	Anclajes a banco	27
2	Base Vertical	28
3	Base Motor	29
<b>Material:</b>		<b>Título:</b>
		Ensamblaje Soporte Motor
		<b>Nº de Plano:</b>
		29
<b>Escala:</b>	<b>Un.dim.mm</b>	<b>Propietario Legal:</b>
1/5		KrenCross Offroad, SL
		<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno
		<b>Fecha:</b> 22/03/2017
		<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler
		<b>Fecha:</b> 28/03/2017

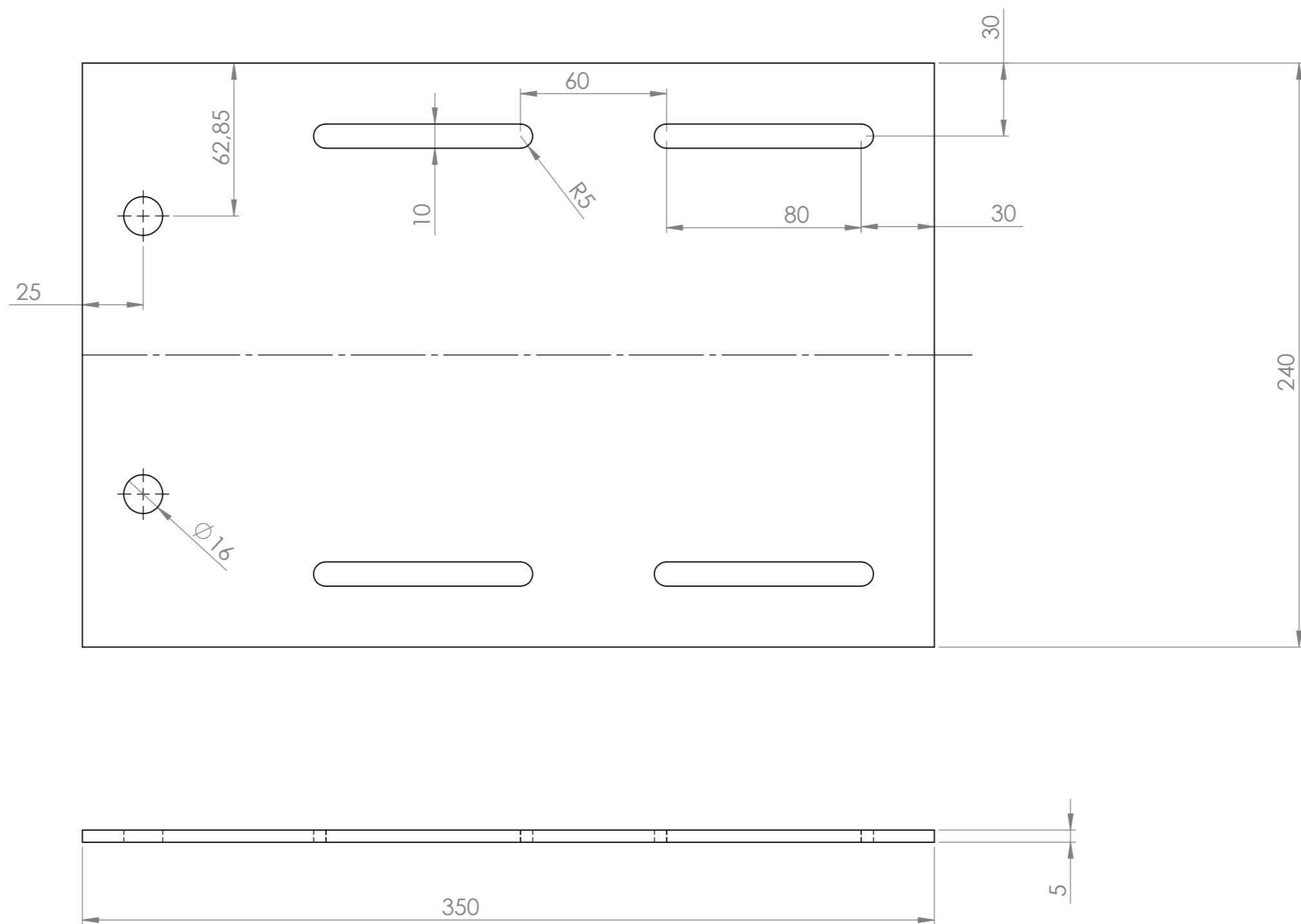


<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Anclaje a Banco		<b>Nº de Plano:</b> 30
<b>Escala:</b> 1/2	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017



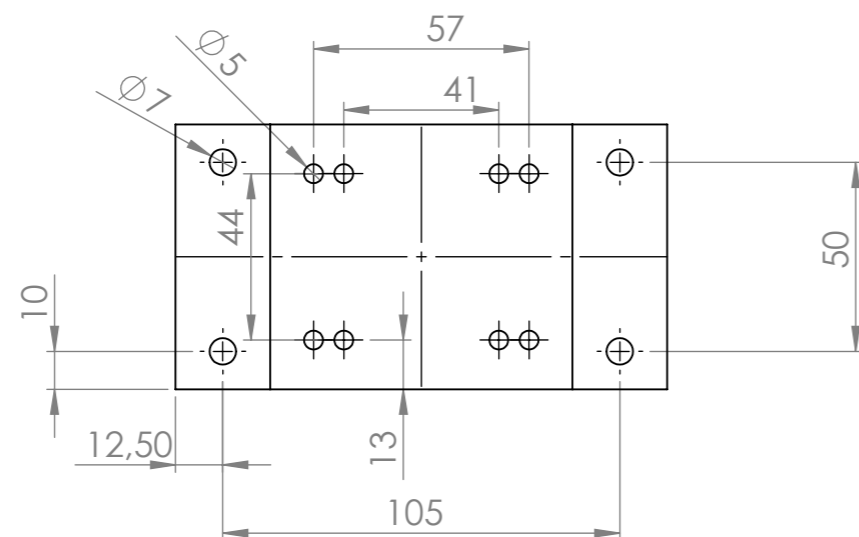
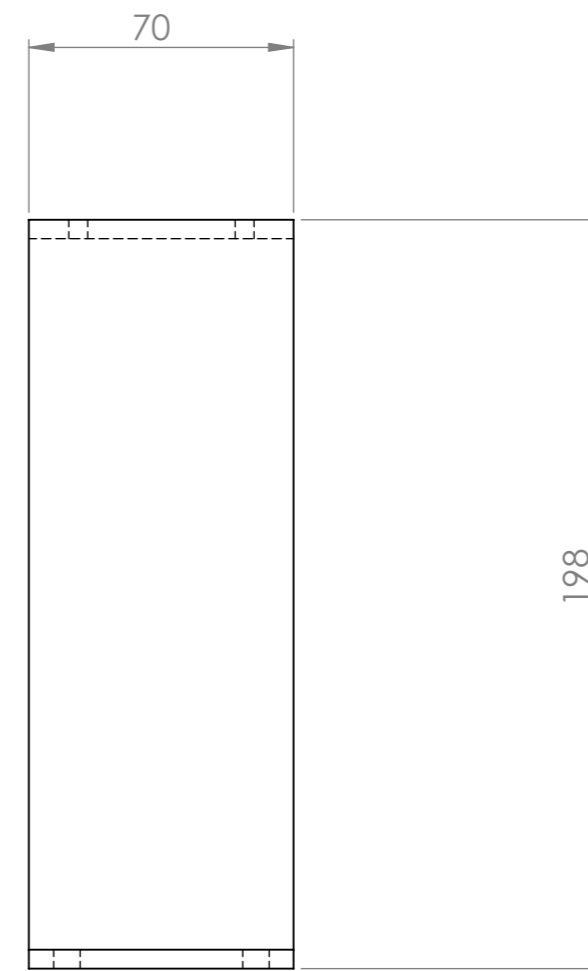
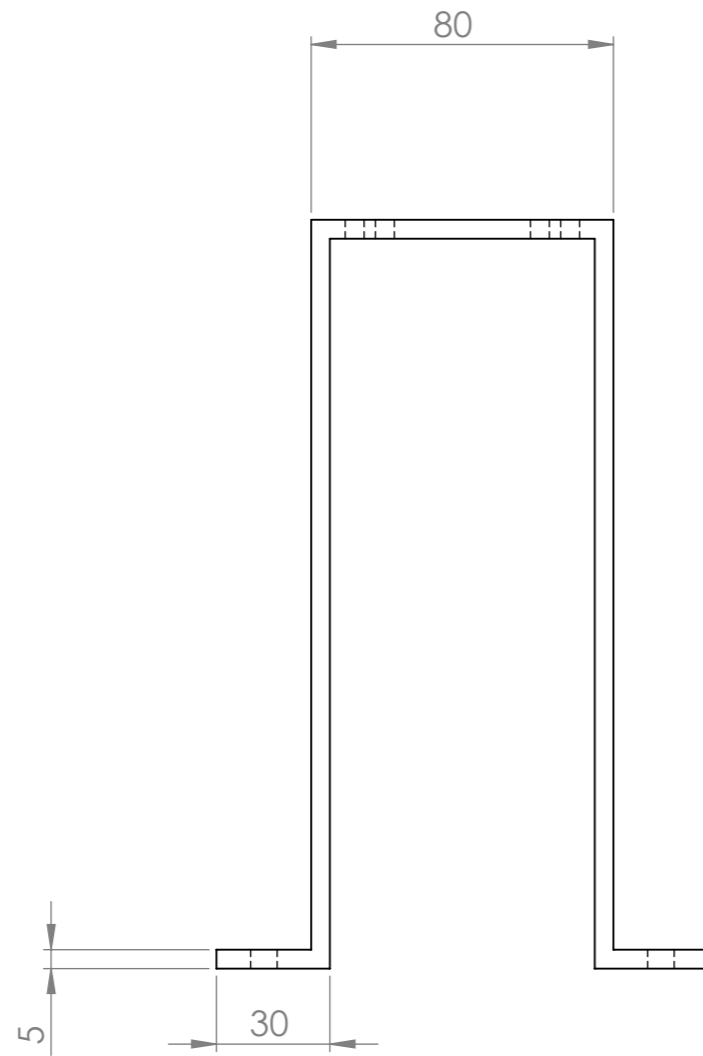
Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Material: S275JR		Título: Base Vertical		Nº de Plano: 31
Escala: 1/2	Un.dim.mm 	Propietario Legal: KrenCross Offroad, SL	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
			Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017



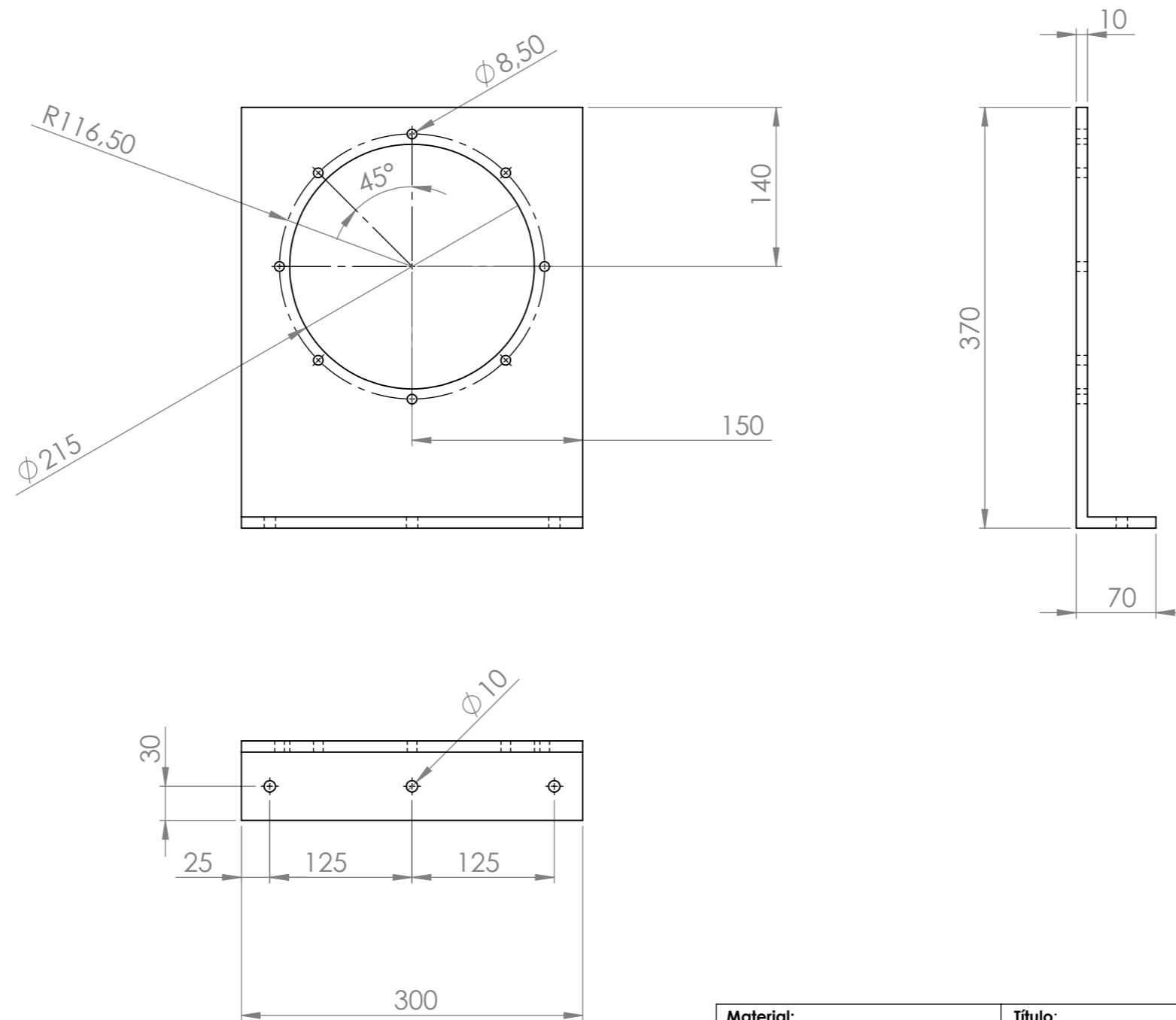
<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Base Motor		<b>Nº de Plano:</b> 32
<b>Escala:</b> 1/2	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

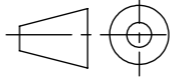




Producto SOLIDWORKS Educational. Solo para uso en la enseñanza.

Material: S275JR		Título: Soporte Sensor de Par		Nº de Plano: 33
Escala: 1/2	Un.dim.mm 	Propietario Legal: KrenCross Offroad, SL	Dibujado por : Daniel Gimeno	Fecha: 22/03/2017
			Comprobado por : Manuel Soler	Fecha: 28/03/2017



<b>Material:</b> S275JR		<b>Título:</b> Soporte Freno		<b>Nº de Plano:</b> 34
<b>Escala:</b> 1/5	<b>Un.dim.mm</b> 	<b>Propietario Legal:</b> KrenCross Offroad, SL	<b>Dibujado por :</b> Daniel Gimeno	<b>Fecha:</b> 22/03/2017
			<b>Comprobado por :</b> Manuel Soler	<b>Fecha:</b> 28/03/2017

# 4- PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1 Condiciones Generales .....	160
1.1 Descripción .....	160
1.2 Introducción .....	160
1.3 Normas y Reglamentos.....	160
1.4 Materiales.....	160
1.5 Ejecución de la Obra .....	161
1.5.1 Inicio .....	161
1.5.2 Plazo de Ejecución .....	161
1.5.3 Libro de Órdenes .....	161
1.6 Ensayos y Reconocimientos .....	161
1.7 Personal.....	162
1.8 Interpretación y Desarrollo del Proyecto .....	162
1.9 Trabajos Complementarios.....	163
1.10 Modificaciones .....	163
1.11 Obra Defectuosa .....	164
1.12 Medios Auxiliares .....	164
1.13 Conservación de las Obras.....	164
1.14 Recepción de las Obras.....	164
1.14.1 Recepción Provisional .....	164
1.14.2 Periodo de Garantía .....	164
1.14.3 Recepción Definitiva .....	165
1.15 Responsabilidades .....	165
1.16 Pagos .....	165
2 Condiciones Administrativas.....	166
2.1 Contrato.....	166
2.2 Rescisión del contrato.....	166
2.3 Suspensión de los Trabajos.....	167
2.4 Timbrado de la factura.....	167
3 Condiciones Facultativas .....	167
3.1 Condiciones Generales .....	167
3.2 Normas a seguir.....	167
3.3 Material y equipos .....	168
3.4 Ensayos .....	168
4 Condiciones Económicas .....	168

4.1 Liquidaciones .....	168
4.2 Liquidación en Caso de Rescisión del Contrato.....	169
4.3 Precios y Condiciones de Pago.....	169
4.4 Impuestos .....	169
4.5 Penalizaciones .....	169
4.6 Revisión de Precios .....	170
4.7 Fianza y Plazo de Garantía .....	170
4.8 Cláusulas Financieras .....	170
5 Condiciones Técnicas.....	171
5.1 Objeto.....	171
5.2 Obras a Realizar .....	171
5.3 Descripción del Sistema .....	171
5.4 Tipo de Protecciones .....	171
5.4.1 Tipo de Aislamiento .....	171
5.4.2 Protección Contra Descargas Eléctricas.....	172
5.4.3 Protección Contra Contactos Indirectos.....	172
5.4.4 Protección Contra Cortocircuitos y Sobrecargas.....	172
5.5 Condiciones por Aislamiento de las Instalaciones .....	172
5.6 Condiciones de los Accionamientos Manuales .....	172
5.7 Condiciones Montaje.....	173
5.7.1 Condiciones Ambientales .....	173
5.7.2 Distribución de los Componentes .....	173
5.7.3 Cableado.....	173
5.7.4 Alimentación .....	174
5.8 Condiciones de Actuadores .....	174
5.9 Condiciones de los Conductores.....	174
5.9.1 Instalación de los Cables .....	175
5.9.2 Instalación de Cable Bajo Tubo.....	175
5.9.3 Salida de Cables .....	175
5.10 Cajas de Conexiones y Empalmes .....	175
5.11 Conexión a Tierra.....	176
6 Conclusiones .....	177

# 1 Condiciones Generales

## 1.1 Descripción

Este proyecto contiene los siguientes documentos: Memoria, Anexos, Planos, Presupuesto, Pliego de Condiciones y por este orden.

## 1.2 Introducción

El presente Pliego de Condiciones Generales tiene por finalidad regular la ejecución de todas las obras e instalaciones que integran el proyecto en el que se incluye, así como aquellas que estime convenientes su realización la Dirección Facultativa del mismo, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando aquellas actuaciones que correspondan según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Propietario de la obra, al Contratista o Constructor de la misma, a sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de obra.

El Contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en el mismo en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

## 1.3 Normas y Reglamentos

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto en el ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

## 1.4 Materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatorio.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente sin la autorización de la

empresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, las cartas de muestra y los certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

## **1.5 Ejecución de la Obra**

### **1.5.1 Inicio**

El Contratista dará comienzo a la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente de forma directa al Técnico Director la fecha de inicio de los trabajos.

### **1.5.2 Plazo de Ejecución**

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo con alguno de los contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo extra que esté condicionado por la misma, estará obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se pondrá convenir una programación de inspecciones obligatorias, de acuerdo con el plan de la obra.

### **1.5.3 Libro de Órdenes**

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán aquellas que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé posteriormente cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

## **1.6 Ensayos y Reconocimientos**

Cuando el Técnico Director lo crea oportuno, podrá encargar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en la fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque éstos no estén indicados en el Pliego de Condiciones.

En caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se realizarán en el laboratorio oficial que el

Director Técnico de obra designe.

Los gastos ocasionales por estas pruebas y comprobaciones irán a cargo del Contratista.

### **1.7 Personal**

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y con conocimientos lo suficientemente acreditados como para estar al frente de la obra.

El encargado o jefe de obra recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra el número y clase de operarios que hagan falta para llevar al cabo el volumen de trabajo establecido, los cuales serán de reconocida aptitud y sobrada experiencia.

El Contratista estará obligado a presentar listas de cotización a la seguridad Social y Seguro de Accidentes, así como la póliza del seguro de Responsabilidad Civil, delante del supervisor nombrado por la propiedad.

### **1.8 Interpretación y Desarrollo del Proyecto**

Siempre y en cualquier circunstancia, el Contratista efectuará los trabajos bajo rigurosa observación y conformidad con los planos y cálculos efectuados con anterioridad al resto de los documentos de la instalación.

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste a cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de ésta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuando sea necesario para la buena ejecución de la obra, aún cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Directos y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos.

De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por éste.

Para la realización del proyecto se tendrán en cuenta las prescripciones del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, normas UNE de régimen interno de la empresa, catálogos correspondientes y manuales.

El trabajo que se realice, total o parcialmente de acuerdo con las condiciones dadas por la dirección de obra, no eximen al Contratista de la plena responsabilidad en cualquier defecto que haga referencia a la seguridad del servicio, economía e instalación, duración y trabajos que se hayan podido evitar.

Las copias de planos necesarios para la ejecución de los trabajos, serán facilitadas por la dirección, con recargo al contratista. No se entregarán originales para que el Contratista haga copias por su cuenta. Al finalizar la obra, se entregarán a la dirección de la misma los planos de los trabajos detallados, junto con el estado de las mediciones definitivas y la liquidación. La instalación se realizará mediante personal especializado.

El Contratista podrá tener cuantas personas considere oportunas para la realización de la instalación, presentando una relación de personal a su servicio en cuanto a categorías profesionales y situación del contrato con el mismo.

### **1.9 Trabajos Complementarios**

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de la obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él no figure explícitamente mencionadas por el supervisor de la obra. Siempre con previa aprobación del Presupuesto que origina tal variación.

### **1.10 Modificaciones**

Únicamente se realizarán las unidades de obra reflejadas en este Proyecto. En el caso de modificación o ampliación de las mismas, no se permitirá ejecución alguna, si no va aprobada por el supervisor de obra, previa aprobación del Presupuesto que origina tal variación.

Todos los contratos de los encargados de la obra o suministradores del material que hayan sido verbalmente no tendrán validez hasta que el Contratista reciba por escrito la confirmación de los mismos por parte de la dirección.

El Contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado. La valoración de las mismas se hará de acuerdo, con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base de contrato.

El Técnico Director de la obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo



con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

### **1.11 Obra Defectuosa**

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferentes variaciones que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

### **1.12 Medios Auxiliares**

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

### **1.13 Conservación de las Obras**

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

### **1.14 Recepción de las Obras**

#### **1.14.1 Recepción Provisional**

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procesará a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

#### **1.14.2 Periodo de Garantía**

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

Una vez se haya cumplido el período de garantía, quedará a criterio el atender o no los requerimientos que el comprador formule.

En ningún momento tendrá el vendedor obligación alguna delante de los desperfectos o averías ocasionadas por el uso incorrecto de las instalaciones o por manipulación inadecuada por parte del personal no autorizado.

### **1.14.3 Recepción Definitiva**

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

### **1.15 Responsabilidades**

Las dos partes, Contratista y cliente, se comprometen desde la fecha de la firma del contrato a llevar a cabo todo lo que en él se estipula.

Al realizar el contrato, el Contratista queda comprometido a facilitar a la otra parte toda la información necesaria para la instalación y buen funcionamiento del equipo. Así mismo, éste asumirá toda la responsabilidad sobre lo que pase hasta el momento de la entrega de dicha instalación.

El Contratista es el único responsable de todos los errores que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

### **1.16 Pagos**

Todos los precios se consideran fijos aunque durante el periodo de ejecución sufran alteraciones algunos de los elementos que integran el precio de la oferta.

Se establece que las instalaciones de fuerza, agua y alumbrado corren a cargo del Contratista, por lo que se entiende que:

- Los elementos y documentos a su disposición no presentan dificultades de interpretación.
- El precio convenido está en justa correspondencia con el precio de la obra.
- Se renuncia a toda reglamentación posterior a la firma del contrato.

## 2 Condiciones Administrativas

### 2.1 Contrato

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los plazos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el Contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

### 2.2 Rescisión del contrato

El Contratista podrá rescindir el contrato, en los casos que se especifiquen en la Ley de Contrato de Trabajo, no siendo abonada, en ningún caso, cantidad superior al trabajo efectuado.

El incumplimiento sin causa justificada de alguna de las condiciones reflejadas en esta documentación, dará derecho a la Propiedad a rescindir automáticamente la misma. Pendiente, en tal caso, de la adjudicación del importe íntegro de las cantidades retenidas hasta la fecha de rescisión, sin perjuicio de la responsabilidad de cualquier otro tipo que pueda exigirse al adjudicatario por este incumplimiento.

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Modificación del proyecto cuando se produzca alteración en más del 25% del valor contratado.
- Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causa ajena a la Propiedad.
- La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea de mayor de seis meses.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.

- Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

### **2.3 Suspensión de los Trabajos**

La dirección de la obra podrá suspender los trabajos, exponiendo las razones que la lleven a tomar tal decisión, en un plazo de ocho días después de haberse comunicado la razón al Contratista.

El Contratista tiene derecho a percibir el importe de la obra ya efectuado.

Si la suspensión de los trabajos durase más de 2 meses, tanto la dirección de la obra, como el Contratista, tendrán derecho a la revisión y extensión del contrato. El Contratista, por tanto, podrá reclamar el trabajo ya efectuado, con su pago incluido.

### **2.4 Timbrado de la factura**

El timbrado de la factura y efecto, así como los gastos del negociado de la misma, correrán a cargo del Contratista.

## **3 Condiciones Facultativas**

### **3.1 Condiciones Generales**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

### **3.2 Normas a seguir**

El diseño de la instalación estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE y DIN
- Formativa ISO
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacionales (CEI)
- Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Prescripciones sobre la prevención de accidentes.
- Ley sobre los medios técnicos de trabajo.

- Normas de la Compañía Suministradora.
- Lo indicado en “este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas”.

El suministrador deberá informarse sobre las particularidades locales. En el caso de ampliación y/o modificaciones de equipos existentes será el proveedor el responsable del funcionamiento global.

Los materiales utilizados serán los especificados en el presente proyecto, en caso de sustitución por algún otro similar y homologado, será la propiedad quien apruebe tal sustitución, mediante un escrito exigiendo la documentación que justifique y acredite el cambio.

### **3.3 Material y equipos**

Los equipos suministrados estarán de acuerdo con los requisitos impuestos por la clasificación de la zona en la que se instalen. A tal efecto se seguirán las normas dictadas por el Ministerio de Industria (MI BT 026)

### **3.4 Ensayos**

Antes de la puesta en servicio, el Contratista habrá de hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Técnico Director de obra, que todo equipo, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y que están en condiciones satisfactorias del trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa el Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.

## **4 Condiciones Económicas**

Los suministros, trabajos y servicios del presente proyecto detallados en la Memoria Descriptiva serán efectuados de acuerdo con los precios estipulados en la sección de Presupuestos. Las tarifas allí establecidas incluyen estudios, desarrollos, instalación y puesta en marcha de todos los servicios ofertados en la Memoria Descriptiva.

### **4.1 Liquidaciones**

Acabada la obra se procederá a la liquidación final, que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

De las facturas y solicitudes de pago a cuenta de la obra ejecutada se entregarán un ejemplar para el Contratista a la dirección de la obra.

La liquidación de cualquier parte de la instalación ya acabada, será presentada por el Contratista para la comprobación por parte de la dirección de obra en el plazo de dos semanas, contando desde la misma fecha de recepción. En caso de presentarse la liquidación en el plazo acordado, la dirección de obra está facultada para ordenar a que se proceda al ajuste de la misma.

Junto con las liquidaciones se enviarán cuantos documentos sean necesarios para la comprobación de las mismas.

#### **4.2 Liquidación en Caso de Rescisión del Contrato**

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

#### **4.3 Precios y Condiciones de Pago**

La forma de pago será la siguiente:

- 20% en la comanda.
- 40% en la inspección y aceptación de los equipos.
- 25% en la aceptación del software de control.
- 15% en la puesta en marcha de la instalación.

El pago podría ser modificado por mutuo acuerdo entre ambas partes, apareciendo expresamente escrito en el contrato de compra-venta.

Los pagos se efectuarán mediante Transferencia Bancaria con vencimiento a 60 días de la fecha de facturación.

#### **4.4 Impuestos**

Los gravámenes a que se pueda encontrar sujeto este Proyecto repercutirán en su totalidad sobre el propietario del mismo, así como el I.V.A., el importe del cual asciende al 18% sobre el volumen total del Proyecto.

#### **4.5 Penalizaciones**

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

El vendedor estará sujeto a una penalización del 1% del valor estipulado por semana acumulada de retraso del vencimiento de la fecha prevista de ejecución de la obra.

#### **4.6 Revisión de Precios**

Los precios ofertados no sufrirán revisión alguna a partir del momento de la adjudicación, por lo que se puede considerar la firma del Contratista como un presupuesto cerrado.

Si por fluctuaciones debidas a retrasos justificados en el suministro de materiales o imprevistos laborales los precios sufren variación, será objeto de estudio por ambas partes la revisión de precios siempre y cuando el Contratista presente justificación oficial.

No obstante, si pasados seis meses desde el momento de la presentación del presente proyecto la realización del mismo no ha sido aún contratada, los precios podrán sufrir las variaciones que se consideren oportunas.

#### **4.7 Fianza y Plazo de Garantía**

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o , se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada al acta de recepción definitiva de la obra.

Como garantía de bondad de la obra, se descontará al Contratista en la última liquidación, una cantidad por valor del 10% del importe total de la instalación.

La retención en concepto de garantía se podrá hacer efectiva mediante un aval bancario, la tramitación y gastos del cual correrán a cargo del Contratista.

#### **4.8 Cláusulas Financieras**

El instalador se hará cargo de todos los gastos de embalaje y transporte de los materiales necesarios para llevar a buen fin el proyecto hasta el sitio en que se encuentre localizada la instalación. Si los materiales transportados sufren desperfectos será el instalador el responsable.

Durante el periodo de garantía, la totalidad de los gastos originados por reparaciones las tendrá que atender el vendedor, exceptuando los gastos de desplazamiento que correrán a

cargo del propietario.

Las tarifas acordadas comprenden salarios y beneficiarios, cargas sociales, dietas, seguros y amortizaciones de utillaje personal en jornadas de trabajo de 8 horas diarias de lunes a viernes. A partir de las 8 horas diarias de lunes a viernes el aumento será del 40% sobre la tarifa base. Si las jornadas de trabajo se extienden por las noches (de 22 a 6 horas), sábados, domingos y festivos el aumento será del 75%.

## **5 Condiciones Técnicas**

### **5.1 Objeto**

El objeto de este apartado es detallar al Contratista las características técnicas que se exigen a los elementos utilizados para la realización del equipo de control, en aquellos casos en los que no se haya especificado un modelo concreto para los mismos.

Las condiciones detalladas a continuación deberán tenerse en cuenta durante el montaje e instalación de los equipos, así como en las posteriores comprobaciones.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa de fuerza, iluminación y tierra. El trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, listas de material y requisitos para la instalación.

### **5.2 Obras a Realizar**

Se realizarán todas las modificaciones necesarias para el buen funcionamiento de la nueva instalación. Todas las modificaciones se realizarán según la Memoria Descriptiva y quedarán reflejadas en la colección de planos.

### **5.3 Descripción del Sistema**

El dispositivo objeto de este proyecto es el desarrollo y montaje de un Banco de pruebas para cabrestantes.

### **5.4 Tipo de Protecciones**

El estándar alemán DIN 40050 establece el tipo de protección IP de los equipos eléctricos y electrónicos. La protección exigida en este proyecto será la de IP65 e IP67; Protección fuerte sobre el polvo y el agua.

#### **5.4.1 Tipo de Aislamiento**

El tipo de aislamiento exigido definido por la especificación IEC 60320 será de clase III; diseñados para ser alimentados desde una fuente de alimentación SELV.

En el caso de un grado de humedad elevado o polvo, es necesario proveer un envoltorio apropiado para los equipos eléctricos y electrónicos.



#### **5.4.2 Protección Contra Descargas Eléctricas**

La norma DIN 57106 apartado 100/UDE 0106, indica las disposiciones generales para el cumplimiento de las normas de seguridad del equipamiento eléctrico y su disposición en equipos.

Estas medidas protegen contra contactos directos a las personas que han de accionar elementos de mando y control, por lo tanto son de obligado cumplimiento.

#### **5.4.3 Protección Contra Contactos Indirectos**

Como protección contra contactos indirectos, dispondremos lo que el R.B.T. obliga en este sentido, por lo tanto se tomarán de protección por desconexión, para evitar que se mantenga una tensión de contacto peligrosa, más allá de un tiempo preestablecido.

#### **5.4.4 Protección Contra Cortocircuitos y Sobrecargas**

Las normas obligan a disponer de elementos que protejan contra cortocircuitos y sobrecargas. Por tanto, en todos los circuitos eléctricos de este proyecto dispondremos de magneto térmicos que protejan contra sobrecargas (con retardo químico) y cortocircuitos (acción rápida). Además, cada motor irá protegido individualmente, así podremos disponer de PIAs para separar los circuitos.

El magnetotérmico dispone en cada fase de un relé térmico, para la protección de sobrecargas y un relé instantáneo para hacerles un cortocircuito. Son aparatos protegidos y no necesitan fusible de entrada, tienen un alto poder de corte y una elevada seguridad contra soldadura de contacto en caso de cortocircuitarlo.

#### **5.5 Condiciones por Aislamiento de las Instalaciones**

Los elementos que estén sometidos a tensión irán protegidos con cajas y revestimientos de material aislante. Este revestimiento aislante ha de incluir, en servicio normal y estado cerrado. No sólo el total de las partes activas e inactivas, sino también de él mismo, como si fuese una parte activa más.

#### **5.6 Condiciones de los Accionamientos Manuales**

Todos los mecanismos de accionamiento manual irán empotrados en el panel de control, perfectamente aislados, tanto de contactos directos como indirectos. El grado de protección exigido será el IP65. Además cumplirán las siguientes condiciones:

- Buena visibilidad de todos los lados, debido a su forma exterior e identificación de su función debido al color, forma mediante texto. El pulsador de emergencia resaltará de los demás.
- Todas las maniobras de paro se realizarán mediante contactos normalmente cerrados y estarán perfectamente señalizados.

- Accionamiento seguro, que garantice la función de maniobra, mediante un correcto cableado.

## **5.7 Condiciones Montaje**

### **5.7.1 Condiciones Ambientales**

Normalmente y si el fabricante no indica lo contrario, el entorno donde se ubiquen los componentes del banco reunirá las siguientes condiciones físicas:

- Ausencia de vibraciones, polvo, condensación, etc...
- No se hallarán expuesto directamente al sol o foco intenso, así como temperaturas que sobrepasan los 50-60 °C
- Tampoco podrán instalarse en lugares donde la temperatura, en algún momento, sea más baja de 5 °C, o donde cambios bruscos de temperatura puedan producir condensación.
- No se colocarán en lugares donde la humedad relativa está fuera de los márgenes de entre 20% y 90%.
- Ausencia de polvo y similares.
- Ausencia de gases corrosivos.
- Se evitará colocarlo cerca de líneas de alta tensión.

### **5.7.2 Distribución de los Componentes**

El formato del armario metálico dónde se encuentran se escogerá de tal modo que sea suficiente para un correcto trabajo de las operaciones de cableado y mantenimiento.

En todo caso, cada instalador, a partir de las consideraciones, hará su propia distribución.

### **5.7.3 Cableado**

Para un correcto cableado, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Separar los cable que conducen corriente continua de los de alterna, así evitaremos interferencias.
- Separar los cables de las entradas de los de las salidas.
- Los conductores de potencia que alimenten a contactores, fuentes de alimentación, etc... irán por canaleta diferente que los conductores de E/S.

En tanto a lo que se refiere a cableado externo, se tendrá en cuenta:

- Los cables de alimentación y los de E/S irán por tubo o canaleta diferente, siendo recomendada una distancia mínima de 30 cm. entre ellos, si se instalan paralelamente. Si eso no fuese posible se instalarán placas metálicas a tierra que les separe.

#### **5.7.4 Alimentación**

Las consideraciones a tener en cuenta son:

- Una tensión estable del valor indicado por el fabricante y en la que no se produzcan picos de tensión, provocados por otros aparatos de instalación.
- Unas protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos mediante magnetotérmicas, etc...
- Una línea a tierra del valor adecuado y perfectamente señalizada, mediante un conductor verde-amarillo.

#### **5.8 Condiciones de Actuadores**

Antes de conectar los elementos las salidas, se tendrá en cuenta:

- Los márgenes de tensión que se apliquen, tanto en C.C como en C.A, serán los indicados por el fabricante.

#### **5.9 Condiciones de los Conductores**

Todos los conductores cumplirán las características indicadas en la norma UNE 20448. Éstos serán de forma unipolar o multipolar, según las necesidades.

Los conductores que forman parte de la red de distribución de energía serán del tipo homologado por la compañía distribuidora. En la recepción no se admitirán conductores que no vayan en bobinas o que tengan desperfectos superficiales. En las bobinas figurará el nombre del fabricante, tipo de cable y sección. En el cable estará marcado sobre la cubierta exterior el nombre del fabricante, las siglas de identificación del tipo de aislante y cubierta la tensión normal, el número de cables, la sección, el material conductor y el número de referencia de la homologación concedida por la empresa distribuidores de energía.

Las condiciones eléctricas de los cables serán las siguientes:

- La densidad máxima de corriente admisible será especificada por el fabricante de los cables.
- Se utilizarán cables de cobre multicolor con aislamiento de PVC o polietileno reticulado.
- La tensión nominal de los cables será de 750 V.

### **5.9.1 Instalación de los Cables**

Todas las conexiones deben estar enbornadas. Las conexiones de soldadura no son admisibles. Todas las extremidades de los conductores irán previstas de terminales de conexión (conexión prensada).

Los conductores no deberán derivarse en los bornes de los aparatos, para tal efecto están las regletas.

Todos los conductores que vengan o vayan al exterior de las cajas de conexión, panel de control y armario tendrán que pasar a través de regletas de conexión.

Los cables deberán de identificarse de modo conveniente.

Los cables se instalarán de modo que queden tensos.

### **5.9.2 Instalación de Cable Bajo Tubo**

En el caso de tener que realizar la instalación de cables encastados a paredes y techos, este se hará con tubos de plástico flexible. Con el trazado por las paredes perpendicular o paralelo al suelo, al techo y a las paredes.

Queda prohibido el trazado oblicuo.

La suma total de los codos en un mismo trazado no podrá ser superior a 270°. Si en el recorrido se necesitarán más de 270°, se subdividirá mediante cajas de tiro.

No se puede instalar ningún tubo aplastado deformado. El contratista tomará todas las preocupaciones posibles para evitar la entrada de basura o polvo en el tubo, en los accesorios o en las cajas durante la instalación.

Los tubos se colocarán de tal modo que se aseguren una inaccesibilidad a los conductores o cables en todo su recorrido.

### **5.9.3 Salida de Cables**

La salida de cables se situará en los sitios más adecuados para el final que van destinados. El Contratista estudiará los planos de los edificios, las áreas exteriores y/o el espacio que les rodea, con la finalidad de que la instalación eléctrica quede coordinada con el resto del edificio.

Se procurará que el emplazamiento de las salidas favorezca los accesos de cajas, terminales de máquinas, escaleras, etc.

## **5.10 Cajas de Conexiones y Empalmes**

Las cajas de conexión para instalaciones al aire libre serán de plástico rígido teniendo tapas fijadas con tornillos.

Las cajas de derivación y conexión para las instalaciones al aire libre serán del tipo industrial o tendrán tapas con juntas selladas.

Los cables tendrán terminales para la conexión o derivación de los mismos, no permitiéndose derivar el cable con conexiones de cola de gato o similares. Los cables conectarán a los equipos o a las cajas mediante prensaestopas metálicas galvanizantes o de bronce.

Cuando lleguen tubos a las cajas, se sujetarán fuertemente con tuercas y contratueras. Se comprobará que del tubo sobresalgan un número de finales de rosca suficientes para poder sujetar el tubo a las paredes de la caja y obtener una buena resistencia mecánica.

En este caso se exceptuarán los tubos de plástico flexible que pasen por cajas y equipos.

Las cajas de derivación metálicas o los equipos estarán dotados de un terminal de tierra, considerándose así los tornillos de anclaje.

Los conductores deben ser continuos entre aparatos cajas de salida o entre cajas, quedando prohibidas las conexiones fuera de las cajas de salida o derivación.

### **5.11 Conexión a Tierra**

En este proyecto se dispondrá de una red de tierra alrededor de las unidades de proceso, las estructuras, los cuadros eléctricos y otras instalaciones de carácter eléctrico que hubiese. Esta red constará de un anillo principal, del que derivarán todas las conexiones hacia los equipos, las estructuras, etc. y una serie de embarrados para la comprobación y medida de la resistencia.

El cable de puesta a tierra será de cobre y con una sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> en la línea principal de tierra, y con un mínimo de 10 dms. Soterrado y sin tensarlo.

Siempre que sea posible, las derivaciones del anillo principal de puesta a tierra del equipo se harán mediante soldadura Cadweld o mediante grapas adecuadas.

Los conductores se conectarán a tierra por diferentes puntos de su recorrido, que se definirán durante la obra. Los aparatos de iluminación, las cajas de derivación metálicas, etc. se conectarán a tierra.

Será necesario colocar electrodos de puesta a tierra conectados al anillo principal de modo que el valor máximo de la resistencia no sea superior al mínimo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las piquetas de puesta a tierra serán de acero recubierto de cobre, y tendrán una longitud de 2 m. La resistencia del conjunto de piquetas al terreno no sobrepasará el límite establecido en el apartado anterior.

## **6 Conclusiones**

Las partes interesadas manifiestan que conocen los términos de este Pliego de Condiciones y del Proyecto Técnico que acompañan.

## 5- PRESUPUESTO

El presupuesto detallado del banco de pruebas de este TFG se recoge en la tabla 2:

Descripción	cantidad	precio (€)/unidad	Total (€)
Dinamómetro	1	1.450,00 €	1.450,00 €
Finales de carrera	3	14,18 €	42,54 €
Arduino	1	21,10 €	21,10 €
Vatímetro	1	268,90 €	268,90 €
Freno electromagnético	1	1.633,56 €	1.633,56 €
Sensor par	1	2.990,00 €	2.990,00 €
Cilindro hidráulico	2	1.638,00 €	3.276,00 €
Válvula reguladora 2-30bar	1	171,20 €	171,20 €
Válvula reguladora 15-145bar	1	395,36 €	395,36 €
Bomba hidráulica	1	170,43 €	170,43 €
Latiguillos	9	30,00 €	270,00 €
Válvula Selectora	1	108,14 €	108,14 €
Perfiles IPE 200 (metros)	7,3	23,81 €	173,81 €
Perfiles IPE 100 (metros)	2,2	8,36 €	18,39 €
Depósito aceite	1	195,07 €	195,07 €
Eslinga	2	30,00 €	60,00 €
Polea 13 T	1	97,41 €	97,41 €
Polea 4T	2	12,10 €	24,20 €
Placa anclaje cabrestantes 1	1	50,00 €	50,00 €
Placa anclaje cabrestantes 2	1	50,00 €	50,00 €
Placa anclaje cabrestantes 3	1	50,00 €	50,00 €
Bulones	6	15,00 €	90,00 €
Viga superior	1	120,00 €	120,00 €
Abrazaderas	4	30,00 €	120,00 €
Soporte final de Carrera	1	12,00 €	12,00 €
Relé	2	27,00 €	54,00 €
Banco	1	432,96 €	432,96 €
Soporte Motores	1	25,00 €	25,00 €
Soporte Freno	1	25,00 €	25,00 €
Soporte Sensor de Par	1	25,00 €	25,00 €
Casquillo	1	16,00 €	16,00 €
		<b>Total</b>	<b>12.436,08 €</b>

Tabla 2: Presupuesto Detallado