

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA**

**Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA:**

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PRENSA HIDRONEUMÁTICA PARA EL  
CORTE DE HOJAS EN POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD PARA  
PUERTAS DE AUTOMÓVILES.**

**AUTORES:**

**EDUARDO DAMIAN NAVARRETE RECALDE**

**PEDRO JONATHAN RAMOS QUINZO**

**DIRECTOR:**

**Ing. PABLO ALMEIDA**

**Quito, febrero de 2015**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido desarrollado en su totalidad por los señores: Pedro Jonathan Ramos Quinzo y Eduardo Damian Navarrete Recalde.

Los conceptos desarrollados, análisis, cálculos realizados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Ing. Pablo Almeida

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Pedro Jonathan Ramos Quinzo y Eduardo Damian Navarrete Recalde autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

-----  
Pedro Jonathan Ramos Quinzo

CC. 171495583-6

-----  
Eduardo Damian Navarrete Recalde

CC. 100273581-7

## **RESUMEN**

La prensa que se va diseñar, utilizará las ventajas de los sistemas neumáticos e hidráulicos, estos son la velocidad y la fuerza respectivamente.

En el Capítulo 1, el marco teórico; el circuito neumático realizará el posicionamiento de la mesa superior y la ubicación del material a ser cortado, y el circuito hidráulico será el que realice el corte. Las prensas tienen capacidad para la producción rápida, puesto que el tiempo de operación es solamente el que necesita para una carrera del ariete o mesa superior, más el tiempo necesario para alimentar el material. Por consiguiente se pueden conservar bajos costos de producción.

En el Capítulo 2, el Sistema de control neumático e hidráulico; la prensa constará con un sistema de seguridad para la mesa superior, para proteger al operador cuando este colocando y retirando el material a procesar. Adicionalmente el sistema de control tendrá pulsadores de tipo switch, los cuales obligan al operador mantener presionado cuando la máquina este en operación.

Para el Capítulo 3, el Diseño; se analizará las alternativas de los materiales que se deben utilizar para realizar una prensa hidroneumática. El sistema de control de la Prensa será semiautomático, constará de un circuito hidráulico y otro neumático que trabajarán independientemente en su funcionamiento.

En el Capítulo 4, la Simulación; a través del software Inventor, se realiza el diseño de las partes de la prensa hidroneumática en tres dimensiones, con el cual se realiza la simulación del funcionamiento mecánico de la misma.

Para el Capítulo 5, en el Análisis de costos; se detallan los costos de materia prima, maquinaria a utilizar y mano de obra requerida, con los cuales al sumarse se determina el costo para fabricar la prensa hidroneumática.

En las Conclusiones y Recomendaciones, se debe llegar a determinar si los objetivos planteados son cumplidos y si responden a las inquietudes planteadas en la hipótesis.

Para la Generación de Planos, se realizará los dibujos en tres dimensiones a través del software Inventor, basados en las dimensiones proporcionadas en los capítulos anteriores.

## **ABSTRACT**

The press that leaves to design will use the advantages of the pneumatic and hydraulic systems, these they are respectively the speed and the force.

In Chapter I, theoretical Marco; the pneumatic circuit will carry out the positioning of the superior table and the location of the material to be cut, and the hydraulic circuit will be the one that carries out the cut. The presses have capacity for the quick production, since the time of operation is only the one that needs for a career of the battering ram or superior table, more the necessary time to feed the material. Consequently low costs of production can be conserved.

In Chapter 2, System of pneumatic and hydraulic control; the press will consist with a safe-deposit system for the superior table, to protect to the operator when this placing and retiring the material to process. Additionally the control system will have pushers of type switch, which force to the operator to maintain pressed when the machine this in operation.

For Chapter 3, the Design; it will be analyzed the alternatives of the materials that should be used to carry out a press hidroneumatic. The system of control of the Press will be semiautomatic; it will consist of a hydraulic circuit and another tire that you/they will work independently in its operation.

In Chapter 4, the Simulation; through the software Inventor, is carried out the design of the parts of the press hidroneumatic in three dimensions, with which is carried out the simulation of the mechanical operation of the same one.

For Chapter 5, Analysis of costs; the raw material costs are detailed, machinery to use and required manpower, with which it is determined to manufacture the press hidroneumatic when being added the cost.

In the Conclusion sand Recommendations should be able to determine if the objectives are met and if they respond to the concerns raised in the hypothesis.

For Generation Plans, drawings will take place in three dimensions through Inventor software, based on the dimensions given in the previous chapters.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	1
OBJETIVOS ESPICÍFICOS.....	2
ALCANCE.....	2
CAPÍTULO 1.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 La prensa.....	4
1.2 Tipos de prensas.....	6
1.2.1 Rasgos únicos de una servo prensa.....	7
1.3 Uso de la prensa.....	8
1.4 Selección de la prensa.....	9
1.4.1 Ventajas y desventajas de las prensas neumáticas.....	10
1.4.2 Ventajas y desventajas de las prensas hidráulicas.....	10
PRENSA HIDRÁULICA.....	11
1.5 Cálculo de la relación de fuerzas.....	12
PRENSA NEUMÁTICA.....	14
EL POLIETILENO.....	15
1.6 Usos y aplicaciones del polietileno.....	16
1.6.1 Cables.....	17
1.6.2 Envases, vasijas y tubos.....	17
1.6.3 Película.....	18
1.6.4 Revestimiento del papel.....	19
1.6.5 Filamentos.....	19
1.6.6 Instalaciones químicas.....	19

CAPÍTULO 2.....	21
SISTEMA DE CONTROL NEUMÁTICO E HIDRÁULICO.....	21
2.1 Componentes del circuito.....	21
2.1.2 Generadores.....	22
2.1.3 Bombas Hidráulicas.....	23
2.1.4 Conductores.....	24
2.1.5 Dispositivos de control.....	25
2.1.5.1 Válvulas.....	25
2.1.5.2 Las posiciones.....	26
2.1.5.3 Las Vías.....	27
2.1.5.4 Posición inicial.....	28
2.1.5.5 Accionamiento y retorno.....	28
2.1.6 Dispositivos receptores.....	31
2.1.6.1 Cilindros.....	31
2.1.6.2 Pistones.....	31
2.1.6.2.1 Partes.....	32
2.1.6.2.2 Parámetros.....	33
2.1.7 Dispositivos de medida.....	33
2.1.7.1 Manómetros.....	33
2.2 Sistema de seguridad.....	35
2.2.1 Bloques neumáticos y preselector de fuerza para prensas neumáticas e hidroneumáticas.....	35
2.2.1.1 Bloque neumático de seguridad de simple-canal.....	35
2.2.1.2 Bloque neumático de seguridad de doble-canal.....	36
2.2.1.3 Preselector de fuerza y control independiente de la carrera de fuerza.....	37
CAPÍTULO 3.....	41
DISEÑO.....	41
CAPÍTULO 4.....	86
SIMULACIÓN.....	86

4.1 Diseño de vigas a flexión.....	86
4.2 Diseño de placas.....	107
4.3 Diseño de columnas.....	116
4.4 Sistema Neumático.....	125
4.5 Sistema Hidráulico.....	126
CAPÍTULO 5.....	127
ANÁLISIS DE COSTOS.....	127
5.1 Materiales y Componentes.....	127
5.2 Costo de Fabricación y Ensamble.....	128
5.3 Insumos.....	128
5.4 Diseño.....	129
5.5 Costos Total de Fabricación.....	129
5.6 Margen de Utilidad.....	130
5.7 Costo total de la Máquina.....	130
5.8 Precio de la máquina.....	130
CONCLUSIONES.....	131
RECOMENDACIONES.....	132
LISTA DE REFERENCIA.....	133
PLANOS	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Prensa.....	4
Fig. 1.2 Tipos de Prensas.....	6
Fig. 1.3 ServoPrensas.....	7
Fig. 1.4 Prensa Hidráulica y Neumática.....	9
Fig. 1.5 Prensa Hidráulica.....	11
Fig. 1.6 Principio de Pascal.....	12
Fig. 1.7 Prensa Neumática.....	14
Fig. 1.8 Polietileno.....	15
Fig. 2.1 Circuito Eléctrico y Neumático.....	21
Fig. 2.2 Compresor.....	22
Fig. 2.3 Bomba Hidráulica.....	23
Fig. 2.4 Representación tubería.....	25
Fig. 2.5 Válvulas.....	26
Fig. 2.6 Posición Válvulas.....	27
Fig. 2.7 Vías Válvulas.....	27
Fig. 2.8 Posición Válvulas.....	28
Fig. 2.9 Accionamiento y Retorno.....	29
Fig. 2.10 Tipos de Válvulas.....	30
Fig. 2.11 Pistón.....	32
Fig. 2.12 Partes del Pistón.....	32
Fig. 2.13 Tipos de Cilindros.....	33
Fig. 2.14 Manómetros Hidráulicos y Neumáticos.....	34
Fig. 2.15 Simbología Manómetros Hidráulicos y Neumáticos.....	34
Fig. 2.16 Bloque neumático de seguridad de simple-canal.....	36
Fig. 2.17 Bloque neumático de seguridad de doble-canal.....	37
Fig. 2.18 Preselector de fuerza y control independiente de la carrera de fuerza.....	37
Fig. 3.1 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector Caso 1.....	43

Fig. 3.2 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector Caso 2.....	45
Fig. 3.3 Mesa.....	51
Fig. 3.4 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector Mesa.....	52
Fig. 3.5 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector Mesa UPN200 (C8x11,5)....	57
Fig. 3.6 Conexiones soldadas Mesa.....	61
Fig. 3.7 Conexiones soldadas A de la Mesa.....	62
Fig. 3.8 Conexiones soldadas B de la Mesa.....	66
Fig. 3.9 Conexiones soldadas C de la Mesa.....	69
Fig. 3.10 Pernos y placa base.....	72
Fig. 3.11 Centroide de la placa base.....	75
Fig. 3.12 Longitud del perno.....	76
Fig. 3.13 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector.....	78
Fig. 3.14 Columna de la Estructura.....	83
Fig. 4.1.1 Viga para mesa.....	86
Fig. 4.1.2 Pre-selección del perfil, usando software MDSolids 4.1.....	87
Fig. 4.1.3 Catálogo de perfiles (DIPAC, 2014).....	88
Fig. 4.1.4 Cálculo del momento de inercia de la sección.....	90
Fig. 4.1.5 Asignación de material y apoyos.....	91
Fig. 4.1.6 Asignación de cargas.....	92
Fig. 4.1.7 Resultados: Diagrama de momento flector y elástica.....	93
Fig. 4.1.8 Pre-selección del perfil, usando software MDSolids 4.1 (2).....	96
Fig. 4.1.9 Catálogo de perfiles UPN (DIPAC, 2014).....	97
Fig. 4.1.10 Calculo del momento de inercia de la sección en AutoCAD Mechanical....	99
Fig. 4.1.11 Asignación de material, apoyos y carga.....	100
Fig. 4.1.12 Diagramas de momento flector y elástica (2).....	101
Fig. 4.1.13 Catalogo de la AISC.....	105
Fig. 4.2.1 Placa.....	107
Fig. 4.2.2 Ensamble Total.....	108
Fig. 4.2.3 Asignación de material, cargas y apoyos.....	112
Fig. 4.2.4 Desplazamiento.....	113

Fig. 4.2.5 Factor de Seguridad.....	114
Fig. 4.3.1 Columnas.....	116
Fig. 4.3.2 Cargas en columnas.....	122
Fig. 4.3.3 Factor de seguridad columnas.....	123
Fig. 4.4 Circuito Neumático.....	125
Fig. 4.5 Circuito Hidráulico.....	126

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1 Características de las Prensas.....	9
Tabla. 1.2 Productos polietileno de baja y alta densidad.....	20
Tabla. 2.1 Partes de los Circuitos Eléctrico y Neumático.....	22
Tabla. 4.1 Tabla de resultados.....	94
Tabla. 4.2 Tabla de resultados UPN240.....	102
Tabla. 4.3 Coeficiente k1.....	109
Tabla. 4.4 Resumen de resultados.....	115
Tabla. 4.5 Tabla C-36 Manual AISC.....	118
Tabla. 4.6 Tabla para perfiles C Manual AISC.....	119
Tabla. 5.1 Materiales y componentes.....	127
Tabla. 5.2 Costo de Fabricación y Ensamble.....	128
Tabla. 5.3 Insumo.....	128
Tabla. 5.4 Diseño.....	129
Tabla. 5.5 Costo Total de Fabricación.....	129
Tabla. 5.6 Costo Total de la Máquina.....	130
Tabla. 5.7 Precio de la Máquina.....	130

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO No.1. PROFORMAS

ANEXO No.2. CATÁLOGOS

ANEXO No.3. FICHAS TÉCNICAS

ANEXO No.4. TABLAS

ANEXO No.5. FOTOS CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO

## **INTRODUCCIÓN**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El corte de hojas de estanqueidad de polietileno de baja densidad para automóviles ensamblados en el país en la actualidad se lo realiza de forma manual, con plantillas que tienen una forma requerida según el modelo del automóvil y son cortadas con cuchillas, con un tiempo de producción muy extenso.

Se debe diseñar una máquina, para que realice este trabajo con mayor precisión y velocidad, ya que la tendencia de fabricación de este producto sigue aumentando por lo que el método actual de fabricación no es el más eficiente.

### **JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La prensa hidroneumática será diseñada utilizando la velocidad de los cilindros neumáticos para la mesa superior donde iría colocado el troquel de la hoja de estanqueidad, y la fuerza de los cilindros hidráulicos en la mesa inferior donde se colocará el material a ser cortado, en este caso film polietileno de baja densidad.

El corte con la prensa permite construir partes en polietileno en distintas formas debido a que este es un proceso sencillo para la manufactura de las distintas partes de polietileno que son utilizadas en las puertas de los automóviles.

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y simular una prensa hidroneumática para el corte de hojas de polietileno para las puertas de los automóviles, de acuerdo a parámetros de diseño se seleccionará los componentes hidráulicos, neumáticos y mecánicos apropiados.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Seleccionar los componentes principales del sistema hidráulico y neumático compuesto por el cilindro hidráulico, bomba hidráulica, válvula anti retorno, regulador de presión, válvula distribuidora, cilindro neumático, mangueras de alta presión.
- Simular el funcionamiento, comportamiento y reacciones de las fuerzas que deberá soportar la prensa en el momento de realizar su trabajo.
- Realizar un presupuesto en el cual conste todos los gastos y costos de materiales, estudio y construcción de esta prensa.

## **ALCANCE**

La prensa que se va a diseñar, utilizará las ventajas de los sistemas neumáticos e hidráulicos, estos son la velocidad y la fuerza respectivamente.

Se analizará las alternativas de los materiales que se deben utilizar para realizar una prensa hidroneumática.

El sistema de control de la Prensa será semiautomático, constará de un circuito hidráulico y otro neumático que trabajarán independientemente en su funcionamiento.

El circuito neumático realizará el posicionamiento de la mesa superior y la ubicación del material a ser cortado, y el circuito hidráulico será el que realice el corte.

La prensa constará con un sistema de seguridad para la mesa superior para proteger al operador cuando este colocando y retirando el material a procesar. Adicionalmente el sistema de control tendrá pulsadores de tipo switch, los cuales obligan al operador mantener presionado cuando la máquina este en operación.

Las prensas tienen capacidad para la producción rápida, puesto que el tiempo de operación es solamente el que necesita para una carrera del ariete o mesa superior, más el tiempo necesario para alimentar el material.

Por consiguiente se pueden conservar bajos costos de producción.

Tiene una adaptabilidad especial para los métodos de producción en masa, como lo evidencia su amplia aplicación en la manufactura de piezas para automóviles.

Los planos de diseño se los realizarán con el programa de Dibujo AUTOCAD.

Se construirá un prototipo para la simulación del funcionamiento de la prensa hidroneumática, adicionalmente se realizará la simulación a escala real en el programa de diseño INVENTOR.

Es por todo esto que se pondrá en práctica este principio para el prensado y corte de hojas de estanqueidad en un material muy fiable como es el polietileno, mediante la implementación de un sistema hidroneumático.

## CAPÍTULO 1

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 La prensa

La prensa es una máquina herramienta que se utiliza para varias operaciones, el término procede del catalán *premsa* y está vinculado a ejercer una presión o aplicar una fuerza. (Sánchez 2011, pag.1)

Esta máquina es utilizada para la mayoría de las operaciones de trabajo en frío y algunos en caliente.

Fig. 1.1 Prensa



Fuente: Sánchez (2011, pag.1)

Consiste de un bastidor que sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia, y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada.

Una prensa debe estar equipada con matrices o punzones diseñados para ciertas operaciones específicas. La mayoría de operaciones de formado, punzonado y cizallado, se pueden efectuar en cualquier prensa normal si se usan matrices y punzones adecuados.

Las prensas tienen capacidad para la producción rápida, puesto que el tiempo de operación es solamente el que necesita para una carrera del ariete, más el tiempo necesario para alimentar el material. Por consiguiente se pueden conservar bajos costos de producción.

Tiene una adaptabilidad especial para los métodos de producción en masa, como lo evidencia su amplia aplicación en la manufactura de piezas para automóviles, aviones, artículos de ferretería, juguetes, utensilios de cocina, entre otros.

Se denomina prensado a la operación mecánica que se utiliza para realizar agujeros, cortes o dobleces, en chapas de metal, láminas de plástico, papel o cartón. Para realizar esta tarea, se utilizan desde simples mecanismos de accionamiento manual hasta sofisticadas prensas mecánicas, hidráulicas o neumáticas de gran potencia.

Uno de los mecanismos de troquelado más simples y sencillos que existen puede ser el que utilizan los niños escolares para hacer agujeros en las hojas de papel para insertarlas en las carpetas con perforaciones para su sujeción. Para este tipo de prensa, los elementos básicos, lo constituyen el troquel que tiene la forma y dimensiones del agujero que se quiera realizar, y la matriz de corte por donde se inserta el troquel cuando es impulsado de forma enérgica por la potencia que le proporciona la prensa mediante un accionamiento de las manos y que proporciona una fuerza sobre el material a cortar en este caso papel, produciendo un corte limpio del material.

## 1.2 Tipos de prensas

Fig. 1.2 Tipos de Prensas



Fuente: NEUBOR (2009)

No es muy correcto llamar a una prensa, prensa dobladora, prensa de repujado, o prensa cortadora, entre otras, pues los tres tipos de operaciones se pueden hacer en una máquina. Algunas prensas son diseñadas especialmente para un tipo de operación, se las puede conocer por el nombre de la operación, prensa punzonadora o prensa acuñadora.

Por esta razón las prensas se las divide en tres tipos principales que son: (Ricardo 2011, pag.3)

- A. Prensas Mecánicas.
- B. Prensas Hidráulicas.
- C. Prensas Neumáticas.

Este tipo de prensas a su vez pueden clasificarse por diferentes características como por ejemplo la fuente de energía, ya sea operada manualmente o con potencia, las máquinas operadas manualmente se usan para trabajos en lámina delgada de metal, pero la mayor parte de maquinaria para producción se opera con potencia.

Otro tipo de prensas recientes son las "servoprensas", en estas prensas se elimina el embrague y el volante de inercia obteniendo toda su energía de uno o varios servomotores conectados al eje principal mediante reductoras planetarias o epicicloidales, o mediante palancas articuladas.

Fig. 1.3 ServoPrensas



Fuente: NEUBOR (2009)

La aparición de estas máquinas ha impulsado también el desarrollo de prensas híbridas de distintos tipos (con servo, volante y embrague).

### 1.2.1 Rasgos únicos de una servo prensa.

- Control de la altura del troquel en Micras.
- Control de cargas fuera de centro o desplazadas.
- Control programable de movimiento y velocidad en la Corredera sin pérdida de energía.
- Posición exacta de la Corredera en Micras.
- Aumento en la calidad de las piezas, aumento en la vida del troquel y un control de carga reversible.
- Menor consumo de energía eléctrica.

### 1.3 Uso de la prensa

Las aplicaciones en donde se usa la prensa, son en las siguientes operaciones:

1. Corte.
2. Estampación.
3. Doblado.
4. Embuticiones.

No son adecuadas para embuticiones profundas al aplicar la fuerza de forma rápida y no constante. No obstante el desarrollo de prensas con cinemática compleja ha hecho posible que puedan usarse para embuticiones más profundas y con aceros de alta resistencia elástica, ya que este tipo de prensas mecánicas reduce su velocidad pudiendo deformar la chapa sin romperla. Actualmente la aparición de servoprensas, también conocidas como prensas eléctricas, ha hecho posible emular cualquier ciclo de funcionamiento con estas máquinas pudiendo usarse incluso en sustitución de prensas hidráulicas, prensas de palanca acodadas, prensas de acuñar. De acuerdo al trabajo que se tenga que realizar así son diseñadas y construidas las troqueladoras. Existen matrices simples y progresivas donde la chapa que está en forma de grandes rollos avanza automáticamente y el trabajo se realiza de forma continua; no requiere otros cuidados que cambiar de rollo de chapa cuando este se termine e ir retirando las piezas troqueladas así como vigilar la calidad del corte que realizan.

Cuando el corte se deteriora por desgaste del troquel y de la matriz, se desmontan de la máquina y se rectifican en una rectificadora plana estableciendo un nuevo corte. Una matriz y un troquel permiten muchos re-afilados hasta que se desgastan totalmente. Otras troqueladoras, conocidas como punzonadoras, funcionan con un cabezal de activación mecánica o hidráulica según el caso, que lleva insertado varios troqueles de diferentes medidas, y una mesa amplia donde se coloca la chapa que se quiere mecanizar. Esta mesa es activada mediante CNC y se desplaza a lo largo y ancho de la misma a gran velocidad, produciendo las piezas con rapidez y exactitud.

## 1.4 Selección de la prensa

Para seleccionar el tipo de prensa a usar en un trabajo dado, se deben considerar las siguientes características de la tabla 1.1.

Tabla. 1.1 Características de las Prensas

TIPO DE PRENSA	CARACTERÍSTICAS					Total
	VELOCIDAD	COSTO	MANTENIMIENTO (Costos)	FUERZA	OPERACIÓN (Complejidad)	
Hidráulica	Baja (1)	Media (2)	Media (2)	Alta (3)	Baja (3)	11
Neumática	Media (2)	Baja (3)	Media (2)	Baja (1)	Baja (3)	11
Mecánica	Alta (3)	Alta (1)	Media (2)	Media (2)	Media (1)	9

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

También se debe considerar el tipo de operación a desarrollar, tamaño de la pieza, potencia requerida, y la velocidad de la operación, tipo de material, entre otros.

Fig. 1.4 Prensa Hidráulica y Neumática



Fuente: DirectINDUSTRY (2014)

En este proyecto y bajo las características del proceso y el producto a elaborarse se seleccionaron 2 tipos de prensas (hidráulica y neumática) para ser combinadas en una sola prensa y así aprovechar las ventajas de ambos tipos.

#### **1.4.1 Ventajas y desventajas de las prensas neumáticas**

La mayor ventaja de las prensas neumáticas es su velocidad. Pueden moverse diez veces más rápido que las prensas hidráulicas. También pueden parar en cualquier momento que el operador abre la válvula para liberar el aire.

Las prensas neumáticas son extremadamente versátiles, capaces de ser colocadas en una fábrica en cualquier posición en la que el operador requiera, incluso boca abajo. Las prensas neumáticas son muy fáciles de usar y los controles son similares a las prensa de estilos más tradicionales.

Las prensas neumáticas también tienen muy pocas partes móviles, lo que requieren muy poco mantenimiento.

No tienen ningún líquido dentro de ellas, eliminando el temor de fugas. Muy pocas partes incluso requieren lubricación. Los tubos de aire en una prensa neumática pueden durar hasta cinco años sin ser sustituidas, por lo que las prensas neumáticas son durables y confiables.

#### **1.4.2 Ventajas y desventajas de las prensas hidráulicas**

Las prensas hidráulicas son muy fuertes y confiables. Ellas son capaces de crear una gran cantidad de tonelaje de prensado. Ellas son ideales para la hidroformación, que es un tipo de conformación de metales que implica un agente líquido.

Se mueven muy lentamente, lo que da al montón de metal tiempo para estar en forma. Sin embargo, las prensas hidráulicas requieren mucho mantenimiento.

Deben tener el aceite dentro de ellas que proporciona la presión contra la placa base a una presión en particular y tienen una gran cantidad de otros dispositivos que vigilar y regular la presión de aceite, para asegurar que la prensa funcione de manera eficiente.

## **PRENSA HIDRÁULICA**

Fig. 1.5 Prensa Hidráulica



Fuente: DirectINDUSTRY (2014)

Una prensa hidráulica es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área, que mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores. Los pistones son llamados pistones hidráulicos ya que estos funcionan con líquidos hidráulicos. Estos hacen funcionar conjuntamente a las prensas hidráulicas por medio de motores.

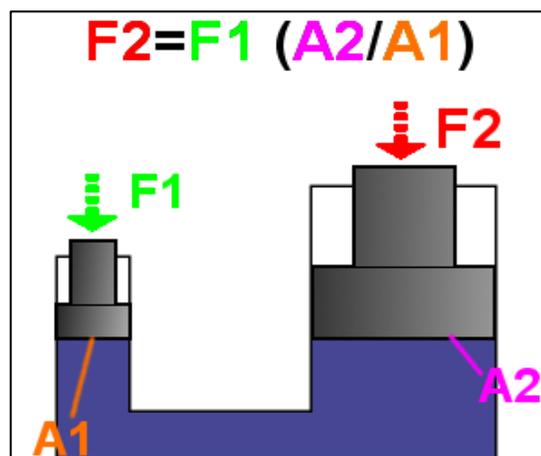
En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al principio mediante el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas direcciones. (WIKIPEDIA, 2013)

Gracias a este principio se pueden obtener fuerzas muy grandes utilizando otras relativamente pequeñas. Uno de los aparatos más comunes para alcanzar lo anteriormente mencionado es la prensa hidráulica, la cual está basada en el principio de Pascal.

El rendimiento de la prensa hidráulica guarda similitudes con el de la palanca, pues se obtienen presiones mayores que las ejercidas pero se aminora la velocidad y la longitud de desplazamiento, en similar proporción.

### 1.5 Cálculo de la relación de fuerzas

Fig. 1.6 Principio de Pascal



Fuente: WIKIPEDIA (2013)

Cuando se aplica una fuerza  $F_1$  sobre el émbolo de menor área  $A_1$  se genera una presión  $p_1$

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

Del mismo modo en el segundo émbolo:

$$p_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

Se observa que el líquido está comunicado, luego por el principio de Pascal, la presión en los dos pistones es la misma, por tanto se cumple que:

$$p_1 = p_2$$

Esto es:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{y la relación de fuerzas:} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

Luego la fuerza resultante de la prensa hidráulica es:

$$F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1}$$

## PRENSA NEUMÁTICA

Fig. 1.7 Prensa Neumática



Fuente: DirectINDUSTRY (2014)

Las prensas neumáticas son controladas por la manipulación de aire a presión. El aire es forzado en un tubo que se llena con el aire y se aplica la presión que hace que la prensa se desplace hacia abajo.

Una vez que el recorrido de la prensa está terminado, el aire se evacua a través de válvulas, resortes mecánicos y hacen que la bomba se mueva nuevamente hacia arriba.

La energía neumática es el diferencial de presión de aire utilizado para provocar movimiento en diferentes sistemas (para inflar neumáticos y o poner sistemas en movimiento).

## EL POLIETILENO

El **polietileno** (PE) es químicamente el polímero más simple. Se representa con su unidad repetitiva  $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$ . Es uno de los plásticos más comunes, debido a su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas anuales alrededor del mundo) y a su bajo precio. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  y llamado *eteno* por la IUPAC), del que deriva su nombre. (WIKIPEDIA, 2009)

Este polímero puede ser producido por diferentes reacciones de polimerización, como por ejemplo: Polimerización por radicales libres, polimerización aniónica, polimerización por coordinación de iones o polimerización catiónica. Cada uno de estos mecanismos de reacción produce un tipo diferente de polietileno.

Fig. 1.8 Polietileno



Fuente: WIKIPEDIA (2009)

Es un polímero de cadena lineal no ramificada. Aunque las ramificaciones son comunes en los productos comerciales.

El polietileno puede formar una red tridimensional cuando éste es sometido a una reacción covalente de *vulcanizado* (cross-linking en inglés). El resultado es un polímero con efecto de memoria. El Efecto de memoria en el polietileno y otros polímeros consiste en que el material posee una forma estable o permanente y a cierta temperatura, conocida como temperatura de obturación, ya sea  $T_g$  o  $T_m$ , o una combinación, se puede obtener una forma temporal, la cual puede ser modificada simplemente al calentar el polímero a su temperatura de obturación. El Efecto térmico de memoria en los polímeros es diferente del efecto térmico de memoria en los metales, encontrado en 1951 por Chang y Read en el cual hay un cambio en el arreglo cristalino por medio de un reacomodo martensítico, en los polímeros este efecto se basa en fuerzas entrópicas y puntos de estabilidad física (nudos entre cadenas) o química (vulcanizado).

En el caso del polietileno con efecto térmico de memoria, los usos más comunes son películas termoencogibles, aislantes y empaques. Otros polímeros que presentan el efecto térmico de memoria son: Poli (norborneno), poliuretanos, poliestireno modificado y casi cualquier polímero o copolímero que sea cristalino o amorfo que pueda formar una red tridimensional.

Polímeros con problemas para el efecto térmico de memoria: polipropileno. El rotomoldeo es un proceso joven el cual utiliza polvo de polietileno como materia prima, este es colocado en un molde, por medio de rotación bi-axial y calentamiento el polietileno se adhiere a la pared del molde, para formar una pieza hueca, un ejemplo son los tinacos para agua.

## **1.6 Usos y aplicaciones del polietileno**

El polietileno ha encontrado amplia aceptación en virtud de su buena resistencia química, falta de olor, no toxicidad, poca permeabilidad para el vapor de agua, excelentes propiedades eléctricas y ligereza de peso. Se emplea en tuberías, fibras,

películas, aislamiento eléctrico, revestimientos, envases, utensilios caseros, aparatos quirúrgicos, juguetes y artículos de fantasía.

Las primeras aplicaciones del polietileno se basaron en sus excelentes propiedades eléctricas, y hasta el año 1945 su uso como aislante en los cables submarinos y otras formas de recubrimiento de conductores absorbió la mayor parte del material fabricado. Recientemente, han adquirido mayor importancia los usos que se basan en su inercia y su resistencia al agua, y hoy se usa el polietileno en grado cada vez mayor para hacer botellas y otros envases, tuberías para agua y película para envolver, usos que consumen más de la mitad del polietileno producido. A continuación se estudian con más detalles algunos de los usos más importantes.

### **1.6.1 Cables**

Como aislante para los cables submarinos. En esta aplicación, la escasa permitividad y la resistencia al agua son de especial utilidad. En 1940, era usado como aislante en los cables de alta frecuencia usados especialmente en las instalaciones de radar, y en este caso es el factor de potencia el que tiene la máxima importancia. Muchos otros tipos de cables para usos militares y civiles han empleado también el PE como aislante. Más recientemente, una salida importante para el PE se ha encontrado en la construcción de cables en los cuales el polímero se usa no como aislante eléctrico, sino como envoltura exterior. En este caso puede considerarse como sustitutivo del plomo.

### **1.6.2 Envases, vasijas y tubos**

El PE se usa muchos en forma de botellas, vasos y otros recipientes, tanto en la industria para la manipulación de materias corrosivas como en el hogar para diversos líquidos. En esas aplicaciones, las principales ventajas son la inercia, el poco peso y menor probabilidad de que se rompa, comparado al vidrio. El PE se utiliza en frascos lavadores

de laboratorio y en frascos para la pulverización de cosméticos. El PE se usa mucho para cierres de diversos tipos.

Los tubos de pared gruesa se usan para el transporte de agua, especialmente en las granjas y en las minas, donde la facilidad para colocar las tuberías, la resistencia a las condiciones corrosivas del suelo y el poco peso son factores importantes. Otra aplicación de los tubos de polietileno son las instalaciones de calor radiante; en éstas, las tuberías que conducen el agua caliente están incluidas en un piso de hormigón. Sin embargo, en ésta y en otras aplicaciones hay que tener en cuenta la oxidación del polímero a temperaturas próximas a 50 °C y posiblemente a temperaturas más bajas.

### **1.6.3 Película**

La película de polietileno en un espesor de 0,025-0,250 mm absorbe una proporción elevada de la producción total de polietileno. Su uso se basó originalmente en su combinación de buenas propiedades mecánicas con una baja permeabilidad al vapor de agua, y por ello sirve para empaquetar productos alimenticios, aplicación en la cual su flexibilidad a baja temperatura hace satisfactorio su uso en los refrigeradores. También sirve para la protección de objetos metálicos, equipo eléctrico, piezas grandes de maquinaria y vehículos, para evitar su deterioro a consecuencia de la humedad. Se pueden usar también para empaquetar ciertos productos alimenticios, y en este caso la transparencia, la tenacidad y la resistencia al desgarramiento son las cualidades importantes. La película de PE puede convertirse fácilmente en bolsas en maquinaria automática, uniendo las secciones por medio del calor.

Los adhesivos para el PE no dan resultado. La película de PE puede imprimirse satisfactoriamente. La irradiación gamma de la película de PE mejora señaladamente la retención de tinta. Un uso especial interesante de la película de PE es la construcción de globos para las investigaciones a grandes altitudes.

#### **1.6.4 Revestimiento del papel**

Otro uso del polietileno en forma de película es el revestimiento del papel para reducir la permeabilidad al vapor de agua y mejorar las propiedades mecánicas. Un uso semejante del PE es el mejoramiento de las propiedades del revestimiento de parafina aplicado al papel.

#### **1.6.5 Filamentos**

El bajo punto de fusión del polietileno limita seriamente su uso como fibra textil; pero se han hecho tejidos para tapicería de automóviles con monofilamentos de polietileno.

El PE no se tiñe fácilmente.

Los filamentos se usan en el estado estirado en frío, y una limitación a la utilidad de este material es el aflojamiento que se produce a temperaturas elevadas.

El deterioro mecánico a la luz solar es también un problema.

#### **1.6.6 Instalaciones químicas**

El PE se usa para la construcción de instalaciones químicas en las cuales se necesita cierta resistencia a los productos químicos.

La película de PE se ha usado para construir pisos resistentes a los ácidos.

Pueden resumirse entonces las principales aplicaciones de los distintos tipos de polietileno en el siguiente cuadro:

Tabla. 1.2 Productos polietileno de baja y alta densidad

<b>Polietileno de baja densidad (PEBD)</b>
Película termocontraíble
Envasamiento automático
Bolsas industriales
Film para varios usos
Bolsas de uso general
Cables eléctricos (aislantes)
Tuberías para riego
Tubos y pomos
Mangueras

Fuente: WIKIPEDIA (2009)

## CAPÍTULO 2

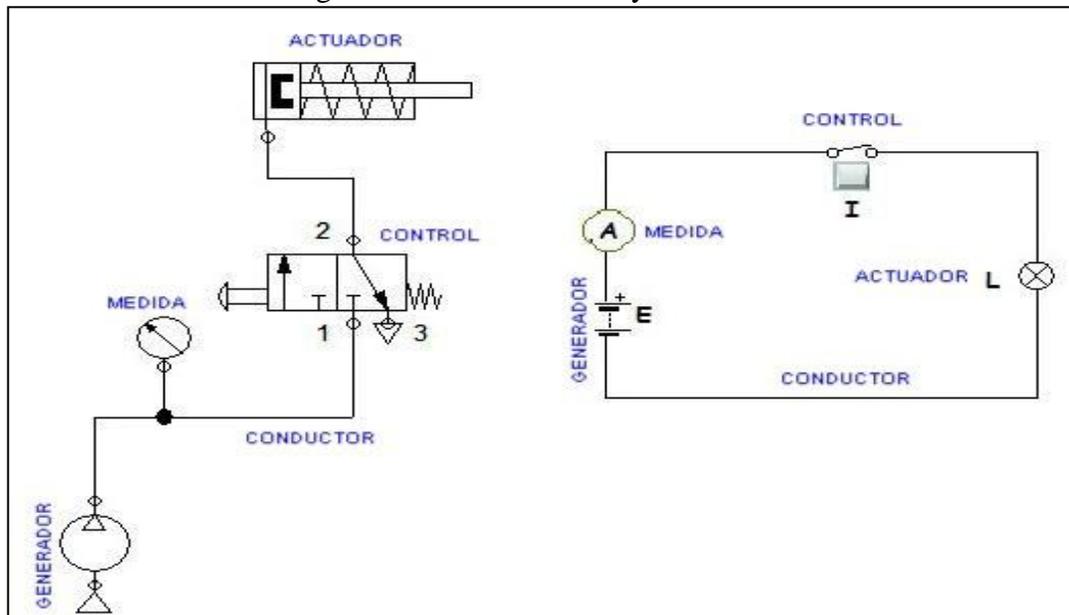
### SISTEMA DE CONTROL NEUMÁTICO E HIDRÁULICO

El sistema de control de la Prensa será semiautomático, constará de un circuito hidráulico y otro neumático que trabajarán independientemente en su funcionamiento.

#### 2.1 Componentes del circuito

El fundamento del circuito neumático es que la búsqueda de la mínima energía provoca el movimiento del aire hacia un punto en el que se pueda expandir o por lo menos aguantar una presión más baja, al igual que los electrones se mueve en busca del polo opuesto del generador en el circuito eléctrico. Esta presión provocará en los gases el desplazamiento de un pistón o de un motor; en los líquidos la fuerza que se efectúa sobre ellos puede producir también el desplazamiento de un pistón o un motor, o que ganen altura. Existe una gran similitud entre los circuitos eléctricos y neumático/hidráulico, encontrado en los dos los mismos componentes: generadores, conductores, elementos de control, receptores e instrumentos de medida.

Fig. 2.1 Circuito Eléctrico y Neumático



Fuente: CIDE@D (2011)

Tabla. 2.1 Partes de los Circuitos Eléctrico y Neumático

CIRCUITO	GENERADOR	MEDIDA	CONDUCTOR	CONTROL	ACTUADOR
ELÉCTRICO	Pila	Amperímetro	Cable	Interruptor	Lámpara
NEUMÁTICO	Compresor	Manómetro	Tubería	Válvula	Cilindro
HIDRÁULICO	Bomba	Manómetro	Tubería	Válvula	Cilindro

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

### 2.1.2 Generadores

Como en cualquier otro tipo de circuito, se necesita un elemento que proporcione energía al sistema. Los compresores y las bombas, son los análogos a la pila en los circuitos eléctricos.

Los compresores son los elementos encargados de comprimir el aire (reducción de volumen), transformando la energía mecánica en energía potencial. Existen dos tipos de compresores: dinámicos (ventilador) y volumétricos (alternativos o rotativos), de los que estudiaremos sólo los segundos, que se basan en la Ley de Boyle\_Mariotte. El aire comprimido se almacena en un depósito para su posterior uso.

Fig. 2.2 Compresor



Fuente: CIDE@D (2011)

### 2.1.3 Bombas Hidráulicas

Las bombas hidráulicas son los elementos encargados de impulsar el aceite o líquido hidráulico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica.

Succionan el fluido en una de las cámaras y lo impulsan en la otra. Cuando el fluido encuentra resistencia la bomba empuja (aumenta la presión) hasta vencerla.

Fig. 2.3 Bomba Hidráulica



Fuente: CIDE@D (2011)

Son dos las características más importantes que definen tanto a una bomba como a un compresor:

- Presión: Medida en bares, indica la presión de trabajo nominal o máxima.
- Caudal: Medida en l/s, indica que cantidad de fluido es capaz de suministrar.

### **2.1.4 Conductores**

Los conductores permiten conectar los distintos dispositivos del circuito neumático e hidráulico, además de transportar el fluido (aire o aceite), como ocurre con el cable eléctrico en los circuitos eléctricos.

Un cable eléctrico presenta una cierta resistencia eléctrica que hace que la tensión entre los puntos de conexión disminuya. Generalmente consideramos esta resistencia nula.

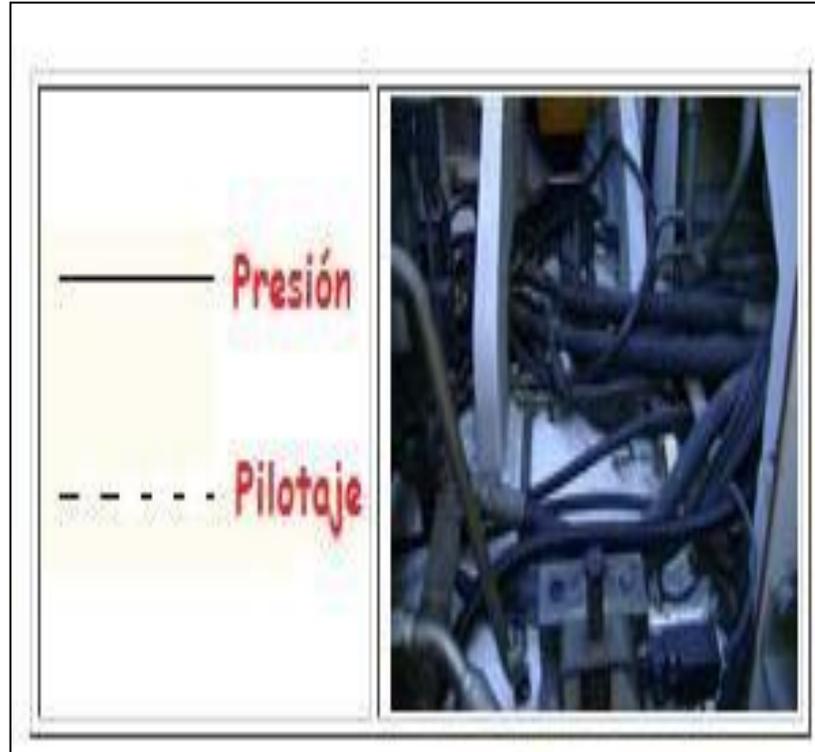
En los conductores (tubos), al transportar el fluido también hay una pérdida de presión (pérdida de carga), que depende de:

1. Longitud del tubo: A mayor longitud, mayor pérdida.
2. Diámetro del tubo: A mayor diámetro, menor pérdida.
3. Elementos intermedios: Como codos, tes, entre otros. A mayor número de ellos, mayor pérdida.
4. Presión: A menor presión, mayor pérdida.
5. Caudal: A mayor caudal, mayor pérdida.

En el diseño se considera la pérdida de carga despreciable. Para representar un tubo se usa una línea continua fina.

Para representar una línea de pilotaje una línea discontinua.

Fig. 2.4 Representación tubería



Fuente: CIDE@D (2011)

## 2.1.5 Dispositivos de control

### 2.1.5.1 Válvulas

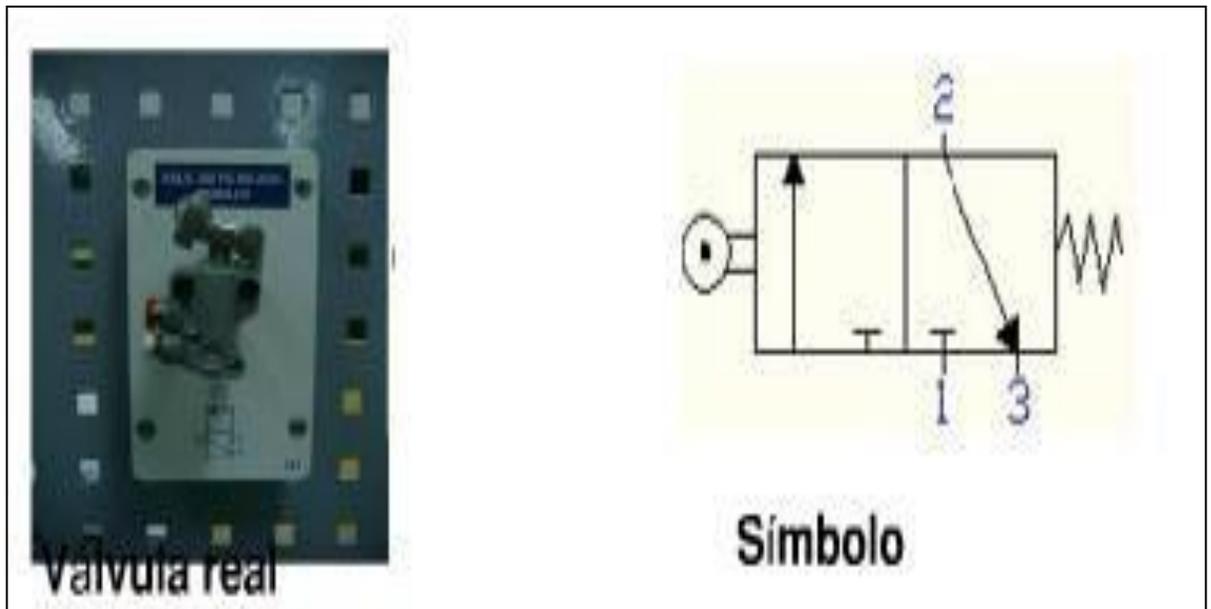
Las válvulas en neumática e hidráulica son los elementos que permiten direccionar el sentido del fluido, para poder regular el comportamiento del circuito.

Son los componentes análogos a interruptores, conmutadores, pulsadores, relés, entre otros, que permiten controlar el flujo de electrones en los circuitos eléctricos.

Las válvulas son los dispositivos que permiten un control de lo que pasa en el circuito (en analogía con interruptores, pulsadores y otro componente eléctrico), siendo por lo tanto fundamentales.

Como todo dispositivo físico cuando es representado en un circuito, se usa un símbolo. Este símbolo aportará la mayor información posible sobre su funcionamiento.

Fig. 2.5 Válvulas



Fuente: CIDE@D (2011)

### 2.1.5.2 Las posiciones

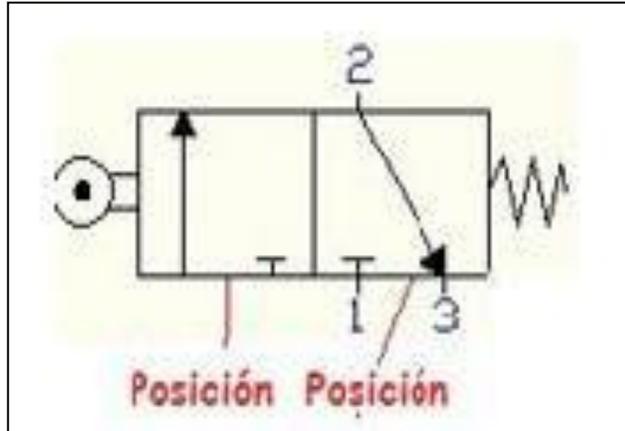
Las posiciones son las distintas formas en que se ponen en contacto las vías.

En una determinada posición las vías 2 y 3 están en contacto, estando la vía uno bloqueada.

En otra se comunican las vías 1 y 2 estando la vía 3 bloqueada.

En la representación simbólica las posiciones se representa por cajas rectangulares (una por cada posición distinta). Normalmente las válvulas, suelen tener dos o tres posiciones.

Fig. 2.6 Posición Válvulas



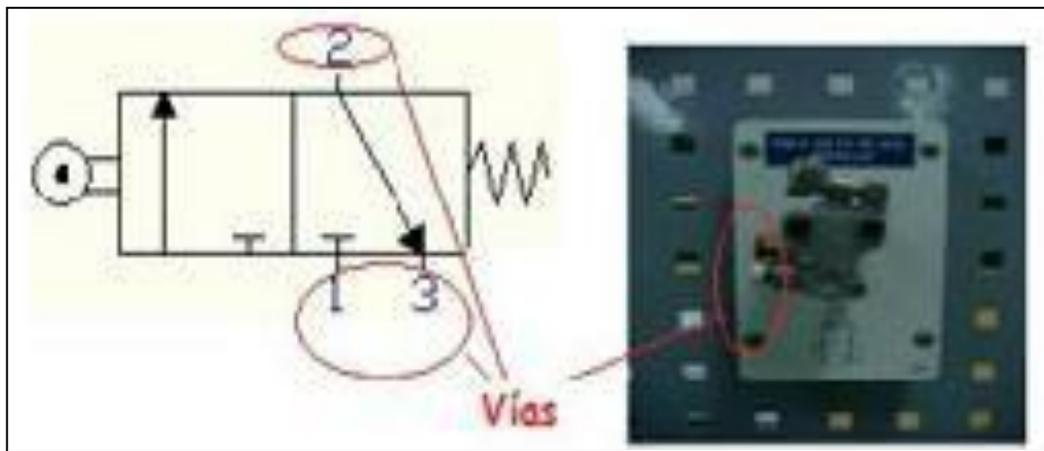
Fuente: CIDE@D (2011)

### 2.1.5.3 Las Vías

Las vías son orificios practicados en el cuerpo de la válvula que permiten el paso del fluido por la válvula.

El fluido siempre circula entre dos vías. Normalmente en su símbolo se representa por números (1, 2, 3...), o letras (P, R, S). Cada letra o número tiene su propio significado. Por ejemplo con P 0 1, representamos la toma de presión.

Fig. 2.7 Vías Válvulas



Fuente: CIDE@D (2011)

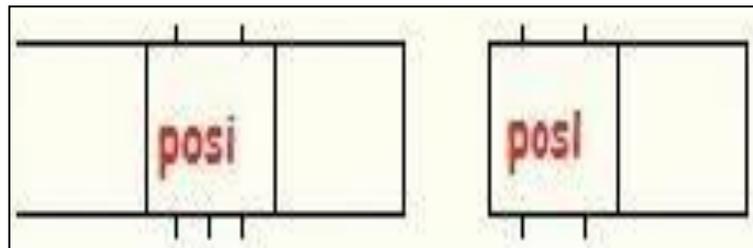
#### 2.1.5.4 Posición inicial

En las válvulas es conveniente saber cuál es la posición inicial (cuando la válvula esta en reposo), es decir, como están comunicadas las vías. Esto es importante, sobre todo, en los inicios de maniobra del circuito.

En la representación simbólica, la posición inicial es aquella en la cual están los números de las vías. Si estos no estuvieran, la posición que tuviera unos segmentos verticales.

En las válvulas de 3 posiciones, la central siempre es la de reposo.

Fig. 2.8 Posición Válvulas



Fuente: CIDE@D (2011)

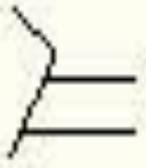
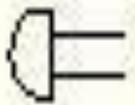
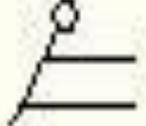
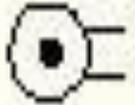
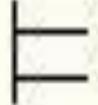
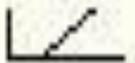
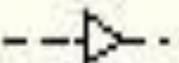
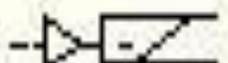
#### 2.1.5.5 Accionamiento y retorno

Indica el tipo de esfuerzo y la forma que hace que una válvula cambie de una posición a otra. Existen básicamente dos tipos de accionamiento (retorno):

- Manual: pulsador, pedal, palanca.
- Pilotado: neumáticamente o eléctricamente.

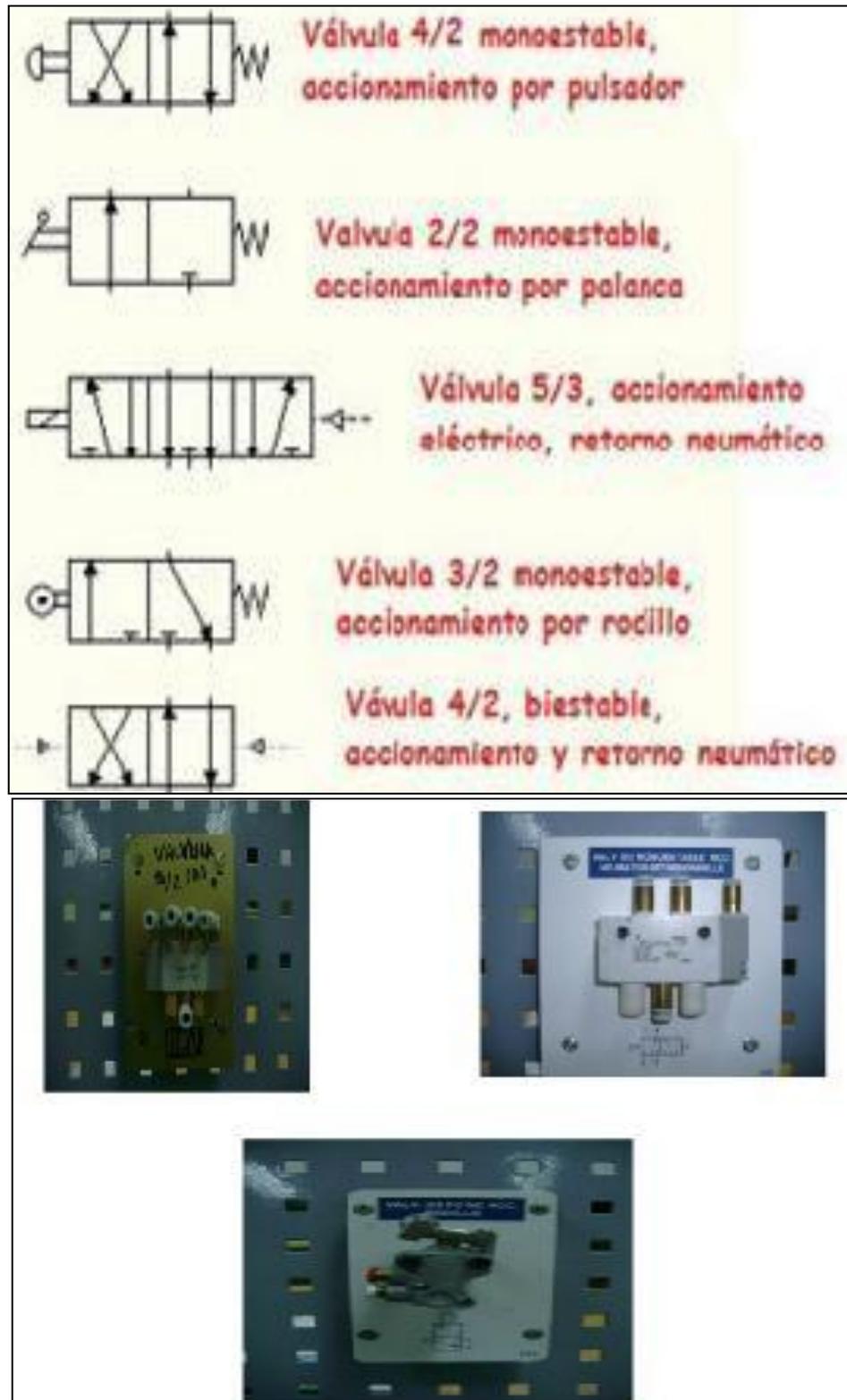
Cada accionamiento tiene un símbolo que se representa en un lateral de cada una de las posiciones. Cuando el símbolo es un resorte me indica que la válvula es monoestable.

Fig. 2.9 Accionamiento y Retorno

	<b>Resorte</b>
	<b>Pedal</b>
	<b>Pulsador</b>
	<b>Palanca</b>
	<b>Rodillo</b>
	<b>Mecánico general</b>
	<b>Eléctrico</b>
	<b>Neumático</b>
	<b>Electroneumático</b>

Fuente: CIDE@D (2011)

Fig. 2.10 Tipos de Válvulas



Fuente: CIDE@D (2011)

## **2.1.6 Dispositivos receptores**

### **2.1.6.1 Cilindros**

Como en cualquier otro tipo de sistema/energía, el fin último, es la realización de un trabajo útil, normalmente mediante la transformación de energía.

En los pistones se va a transformar la energía del fluido en energía cinética (movimiento rectilíneo). El fluido al realizar presión sobre el émbolo del cilindro fuerza a éste a desplazarse.

Existen multitud de cilindros, tanto en su forma, como en su funcionamiento interno, diseñados cada uno para su función.

Se utilizará los de uso más común: cilindros (o pistones) de simple y doble efecto.

### **2.1.6.2 Pistones**

Los pistones son dispositivos que transforman la energía del fluido (aire o aceite), en movimiento rectilíneo. Lo mismo sucede en los circuitos eléctricos, donde la energía eléctrica se transforma en otro tipo en los distintos dispositivos (luz->bombilla, mecánica->motor, sonora->altavoz...).

Como todo dispositivo físico cuando lo representamos en un circuito, se utilizará un símbolo. Este símbolo aportará la mayor información posible sobre su funcionamiento.

Fig. 2.11 Pistón



Fuente: CIDE@D (2011)

### 2.1.6.2.1 Partes

- La camisa: es normalmente cilíndrica, aunque puede ser ovalada o cuadrada, aloja en su interior el embolo.
- Las culatas o tapas: sirve de cierre de la camisa, y alojan las lumbreras.
- El embolo: es el elemento que se desplaza por el interior de la camisa, separando las dos cámaras.
- El vástago: es una barra de acero cilíndrica que transmite hacia el exterior la fuerza del embolo.
- Las vías: son unos orificios realizados en las culetas que nos permiten el paso del aire comprimido a las cámaras.
- La cabeza: unida al vástago, cambia en función del uso que se le de al cilindro.

Fig. 2.12 Partes del Pistón



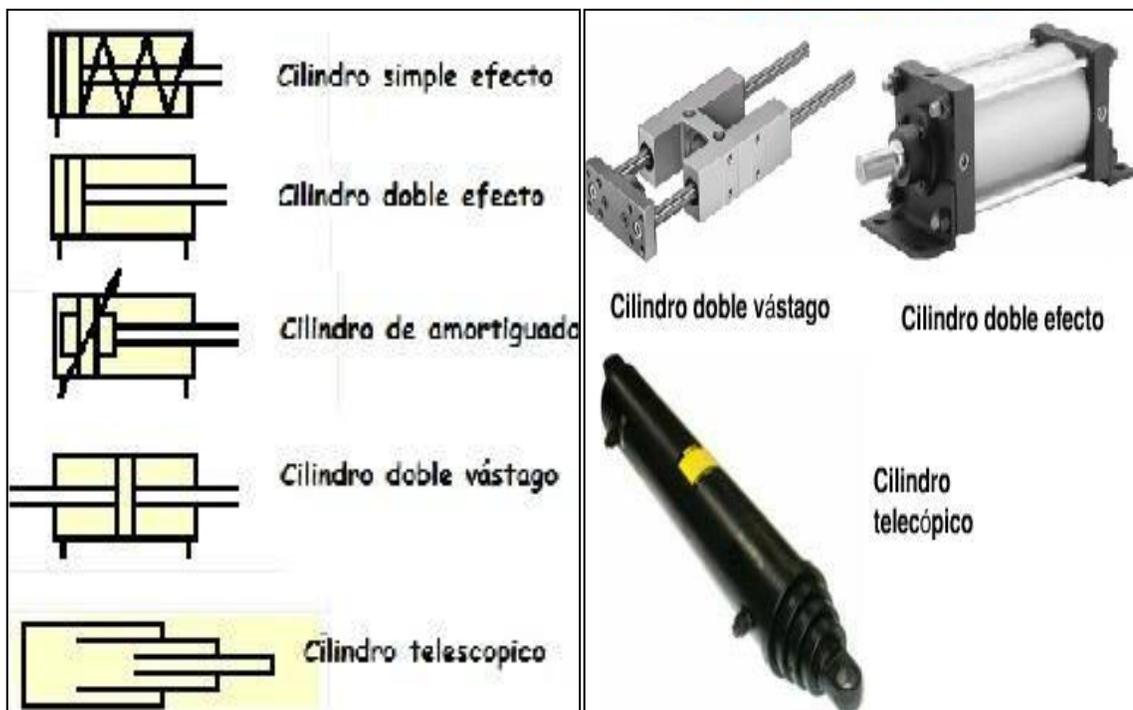
Fuente: CIDE@D (2011)

### 2.1.6.2.2 Parámetros

Los principales parámetros que definen un pistón son:

- Tipo: simple o doble efecto, con o sin amortiguadores.
- La carrera (c): es el desplazamiento máximo del vástago.
- Diámetro del embolo (d): este marca la superficie de ataque.  $s=3,14*d*d/4$ .
- La forma constructiva: dependiendo del uso que se le de al pistón este tendrá la forma adecuada.

Fig. 2.13 Tipos de Cilindros



Fuente: CIDE@D (2011)

### 2.1.7 Dispositivos de medida

#### 2.1.7.1 Manómetros

Como en cualquier otro tipo de circuito, se necesitará poder medir los parámetros de funcionamiento del mismo, para comprobar que éstos están dentro del rango correcto, o para conocer porque el funcionamiento del circuito no es el adecuado.

La medida básica tanto en los circuitos neumáticos, como en los hidráulicos es la presión. El aparato que mide la presión se denomina manómetro.

Fig. 2.14 Manómetros Hidráulicos y Neumáticos

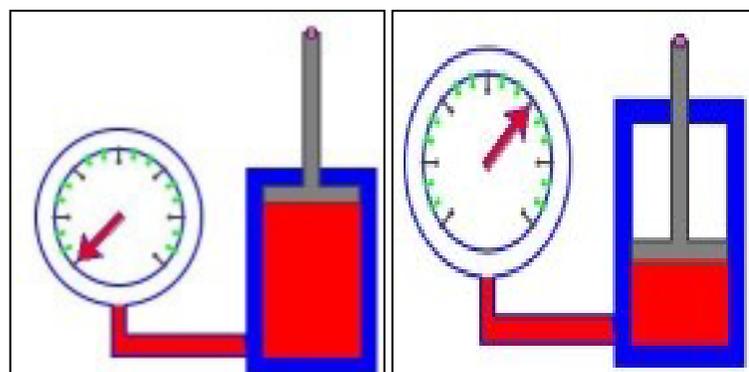


Fuente: CIDE@D (2011)

Los manómetros, son dispositivos cilíndricos, con una escala graduada (normalmente en bares o en psi), y una aguja que gira en función de la diferencia de presión entre una estándar y la del circuito donde se requiera medir.

Tanto los manómetros neumáticos como hidráulicos miden presión relativa, también denominada manométrica.

Fig. 2.15 Simbología Manómetros Hidráulicos y Neumáticos



Fuente: CIDE@D (2011)

## **2.2 Sistema de seguridad.**

La prensa constará con un sistema de seguridad para la mesa superior para proteger al operador cuando este colocando y retirando el material a procesar.

Adicionalmente el sistema de control tendrá pulsadores de tipo switch, los cuales obligan al operador mantener presionado cuando la máquina este en operación.

La tendencia más importante en seguridad de prensas es proteger al operador sin sacrificar la velocidad ni obstaculizar la habilidad del operador para trabajar de manera productiva. Recordar mantener las manos fuera del área de trabajo y la distancia de la prensa cuando se aplique la presión.

### **2.2.1 Bloques neumáticos y preselector de fuerza para prensas neumáticas e hidroneumáticas**

Dependiendo del nivel de seguridad requerida, las Prensas Hidroneumáticas y Neumáticas pueden ser controladas mediante un canal o mediante un bloque neumático de doble canal. La presión operacional se encuentra entre 3 y 6 bares. La presión puede ser regulada a 1 bar y con ello el arranque. Con el preselector de fuerza (estándar en las prensas hidroneumáticas) se puede regular por debajo de 1 bar. La fuerza de aproximación se puede ajustar mediante el regulador. El preselector de fuerza y los bloques neumáticos están disponibles en dos tamaños (ISO 1 e ISO 2) dependiendo del consumo de aire de la prensa.

#### **2.2.1.1 Bloque neumático de seguridad de simple-canal**

Para integración en sistemas automatizados con adecuadas protecciones de seguridad.

- Unidad de servicio con válvula de aire general (manual), filtro con manómetro y silenciador de altas prestaciones
- Bloque neumático con válvula magnética 5/2-vías
- Conectores de 1/4”(ISO 1)
- Conectores de 1/2”(ISO 2)

Fig. 2.16 Bloque neumático de seguridad de simple-canal



Fuente: SCHMIDT (2014)

### **2.2.1.2 Bloque neumático de seguridad de doble-canal**

- Unidad de servicio con válvula de paso general (válvula magnética 3/2-vías), filtro, regulador de presión, presostato y silenciador de altas prestaciones
- Bloque distribuidor neumático con dos válvulas magnéticas de 5/2-vías
- Distribuidor para 7 electroválvulas
- Conectores de 1/4” (ISO 1)
- Conectores de 1/2” (ISO 2)

Fig. 2.17 Bloque neumático de seguridad de doble-canal



Fuente: SCHMIDT (2014)

### 2.2.1.3 Preselector de fuerza y control independiente de la carrera de fuerza

- Manómetro con regulador
- Conectores de 1/4" (ISO 1)
- Conectores de 1/2" (ISO 2)

Fig. 2.18 Preselector de fuerza y control independiente de la carrera de fuerza



Fuente: SCHMIDT (2014)

La gama de válvulas de seguridad para prensas hidráulicas, se caracteriza por una excelente repetitividad de la intervención y por la garantía de los tiempos de respuesta extremadamente contenido que permiten reducir drásticamente la aparición de picos de presión.

La relación entre la presión de precarga y la presión de ajuste de la seguridad es especialmente elevada (hasta 1:5) y permite que la presión de precarga de los amortiguadores hidráulicos sea extremadamente pequeña, reduciendo así los esfuerzos realizados por los amortiguadores.

El diseño del sistema también permite una variación continua de la presión que actúa sobre la intervención de la seguridad proporcionada por el control de la presión de precarga.

## CAPÍTULO 3

### DISEÑO

#### Datos

Resistencia a la Tracción: 25 N/mm<sup>2</sup> (R<sub>T</sub>)

Esfuerzo de Ruptura: 10 N/mm<sup>2</sup> (σ<sub>R</sub>)

Módulo Elástico: 200N/mm<sup>2</sup> (E)

Elongación: 20% (ε)

Espesor: 0,12 mm (e)

Número de unidades: 40 (n)

Área de troquelado: 368808,15 mm<sup>2</sup> (A)

Longitud: 2622,78 mm (L)

σ: Esfuerzo

E: Módulo de Elasticidad

F: Fuerza o Carga

ε: Elongación o deformación unitaria

A: Área

F<sub>RC</sub>: Fuerza real de corte

σ<sub>A</sub>: Esfuerzo Axial

T<sub>RC</sub>: Trabajo real de corte

#### Fórmulas

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (\text{Gere, 1998, pag. 14})$$

$$\sigma_A = E \cdot \epsilon \quad (\text{Gere, 1998, pag. 16})$$

$$F_{RC} = \sigma_A \cdot L \cdot e$$

$$T_{RC} = F_{RC} \cdot e$$

## Justificación

- Los esfuerzos están distribuidos uniformemente sobre la sección transversal
- La fuerza es uniforme en todos los puntos de la prensa.

## Ley de Hooke

$$\sigma_A = E \cdot \epsilon$$

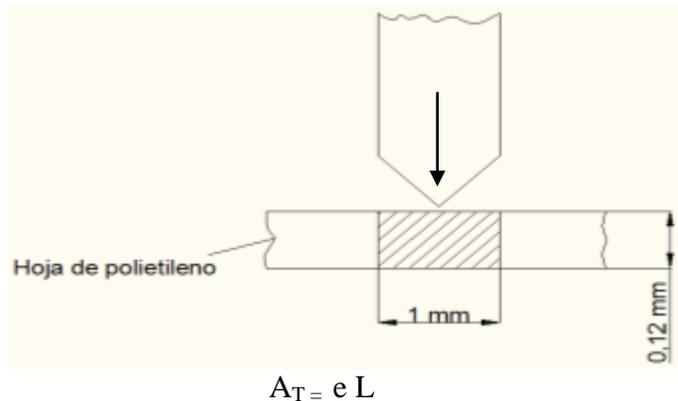
$$F_A = A_T \cdot \sigma_A$$

$F_A$ : Fuerza Axial

$A_T$ : Área Transversal

$\sigma_A$ : Esfuerzo Axial

$F_{AT}$ : Fuerza axial total



$$\sigma_A = \left(200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right) (0,2) = 40 \text{N/mm}^2$$

$$F_A = (0,12 \text{mm}^2)(40 \text{N/mm}^2) = 4,8 \text{ N}$$

$$F_{AT} = F_A \cdot L = (4,8 \text{ N})(2622,78) = 12589,34 \text{ N} \longrightarrow \text{Para una lámina de polietileno}$$

$F_T$ : Fuerza total

n= Número de unidades

$$F_T = F_{AT} \cdot n = (12589,34 \text{ N})(40) = 503573,6 \text{ N} \approx 503,57 \text{ KN}$$

- Fuerza total equivalente, necesaria para cortar 40 unidades de polietileno

$$F_{RC} = \sigma_A \cdot L \cdot e = \left(\frac{40N}{mm^2}\right) (2622,78 \text{ mm}) (4,8mm) = 503,57 \text{ KN}$$

$$T_{RC(FUERZA)} = F_{RC} \cdot e = (503,57 \text{ KN})(4.8) = 2417,15 \text{ KN} \cdot \text{mm}$$

Comparamos:

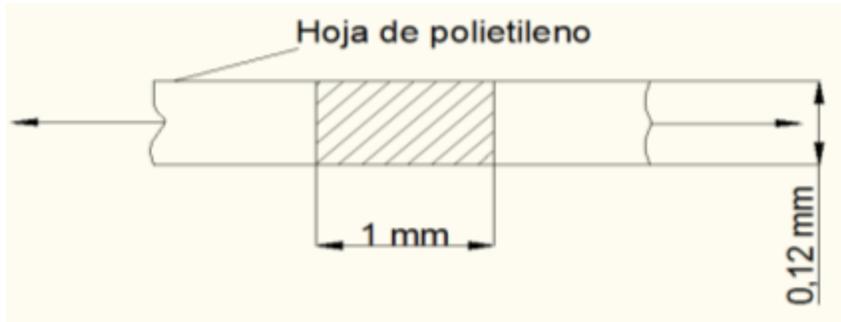
$\sigma_R > \sigma_A \longrightarrow$  La condición para diseño, es que el esfuerzo axial (real) tiene que ser menor que el esfuerzo de ruptura.

En este caso la condición no se cumple, entonces se debe trabajar con  $\sigma_A$ , ya que es el mayor para efectos del diseño.

$F_{RC} \geq F_T \longrightarrow$  Se cumple la segunda condición, la fuerza total para el corte es igual a la real de corte.

Si no podemos calcular el esfuerzo axial real se toma, el valor de la resistencia a la tracción para los cálculos.

$$R_T = P = 25N/mm^2$$



$P_T$ : Fuerza total

$P_{AT}$ : Fuerza axial total

$$P_{AT} = P \cdot L \cdot e = \left(\frac{25N}{mm^2}\right) (0,12 \text{ mm})(2622,78mm) = (3)(2622,78)$$

$$P_{AT} = 788,34 \text{ N} \longrightarrow \text{Para una lámina de polietileno}$$

$$P_T = P_{AT} \cdot n = (788,34 \text{ N})(40) = 31533,72 \text{ N} \approx 31,53 \text{ KN}$$

- Fuerza total equivalente, necesaria para cortar 40 unidades de polietileno.

$P_{RC}$ : Fuerza real de corte

$$P_{RC} = \sigma_A \cdot L \cdot e = \left( \frac{25N}{mm^2} \right) (2622,78 \text{ mm}) (4,8mm) = 314,73 \text{ KN}$$

$$T_{RC(RUPTURA)} = P_{RC} \cdot e = (314,73 \text{ KN})(4.8) = 1510,72 \text{ KN} \cdot \text{mm}$$

Comparación:

Comparamos los valores obtenidos, con el esfuerzo real axial y el valor de resistencia a la tracción.

$$F_T > P_T \quad 503,57 \text{ KN} > 31,53 \text{ KN}$$

$$F_{RC} > P_{RC} \quad 503,57 \text{ KN} > 314,73 \text{ KN}$$

$$T_{RC(FUERZA)} > T_{RC(RUPTURA)} \quad 2417,15 \text{ KN} \cdot \text{mm} > 1510,72 \text{ KN} \cdot \text{mm}$$

Bajo el criterio de factor de seguridad y una vez comparado los valores calculados, el método aceptado es el de Ley de Hooke.

L: Longitud efectiva de corte = 0,75m

a: Longitud fuera de corte

P: Peso de la placa

q: Carga distribuida = 115,41 KN/m

$\gamma$ : Peso específico del acero

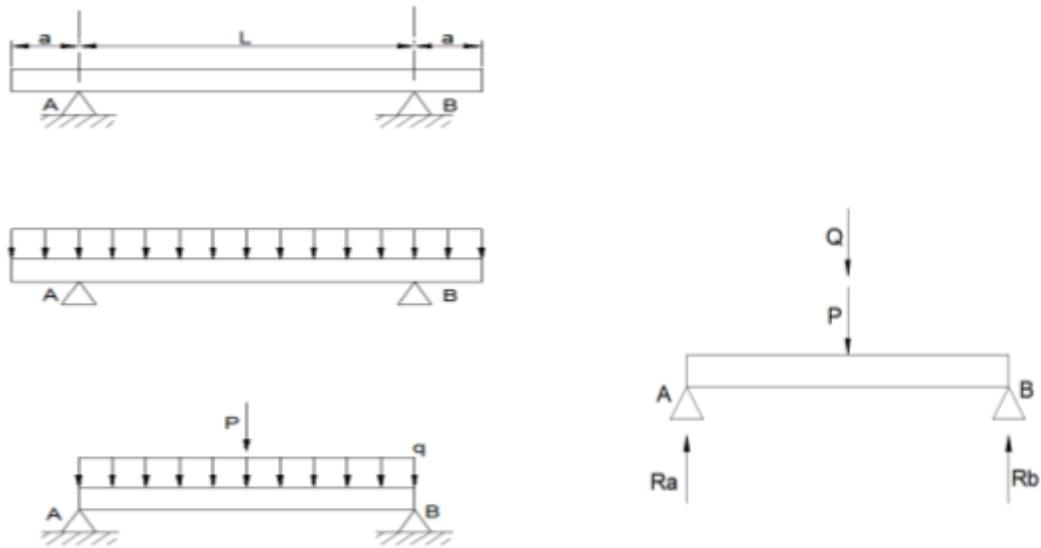
V= Carga Cortante

A: Area efectiva

e: Espesor

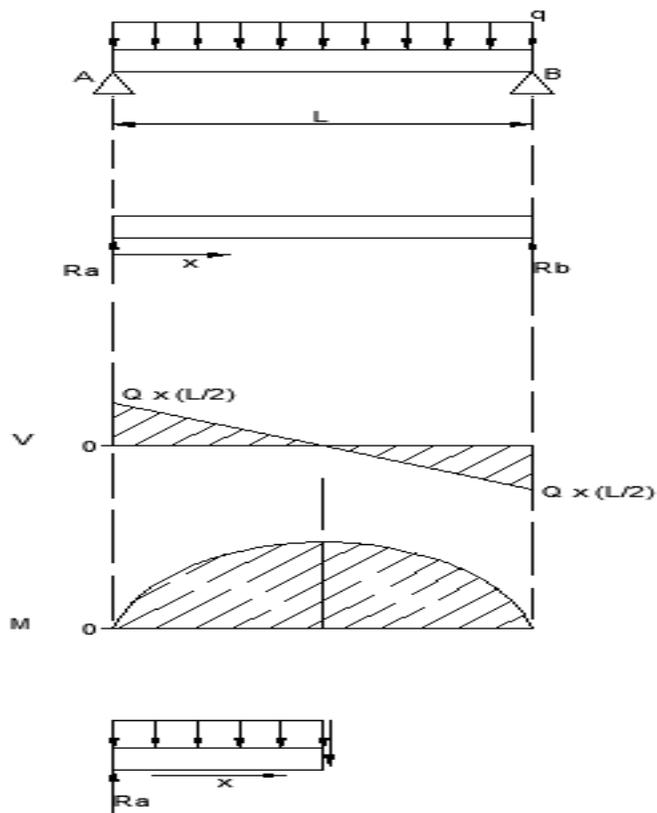
v: Volumen

## Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de la Placa.



### CASO 1. Carga distribuida

Fig. 3.1 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector Caso 1



Fuente: Shigley (2002, pag 996)

$$V = e \cdot A = (15\text{mm}) (750 * 510) \text{ mm}^2 = 5737500\text{mm}^3 \quad \approx \quad v = 0,0057 \text{ m}^3$$

$$P = \gamma \cdot V = \left(7850 \frac{\text{Kgf}}{\text{m}^3}\right) (0,0057\text{m}^3) = (45.059 \text{ Kgf}) \left(9.81 \frac{\text{N}}{\text{Kgf}}\right) = 442,028 \text{ N}$$

$$q = 155,419 \text{ KN/m}$$

$$Q = q \cdot L = 116,564 \text{ KN}$$

Como los pesos y su carga son simétricos  $R_A$  y  $R_B$  son iguales por lo tanto la carga cortante es:

$$R_A = \frac{q \cdot L}{2}$$

$$V = R_A - q_x = \frac{q \cdot L}{2} - q_x$$

$$M = R_A \cdot X - q_x \left(\frac{X}{2}\right) = \left(\frac{q \cdot L}{2}\right) \cdot X - q_x \left(\frac{X}{2}\right)$$

$$V_{\text{MAX}} = \frac{q \cdot L}{2}$$

$V_{\text{MAX}}$  : Sera cuando  $x = 0$  y la fuerza cortante se anula cuando  $X = \frac{L}{2}$

$$V_{\text{MAX1}} = \frac{\left(155,42 \frac{\text{kN}}{\text{m}}\right) (0,75\text{m})}{2} = 58,28 \text{ KN}$$

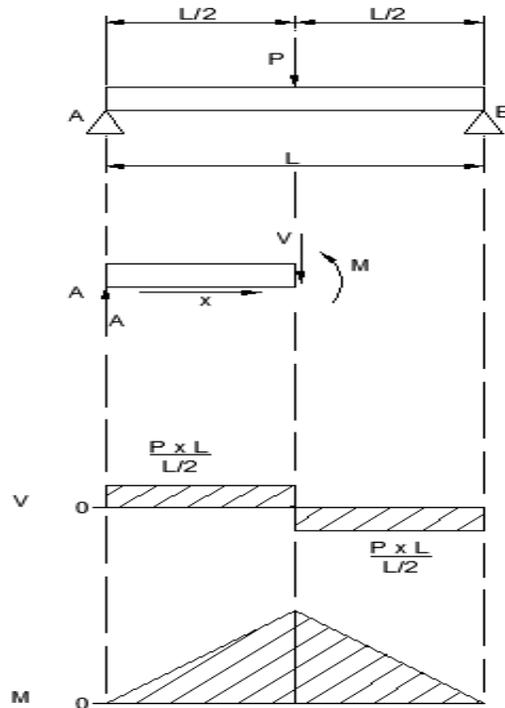
$$M_{\text{MAX}} = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

$M_{\text{MAX}}$  = Sera cuando  $X = \frac{L}{2}$  y decrece cuando  $X = L$

$$M_{\text{MAX1}} = \frac{\left(155,42 \frac{\text{kN}}{\text{m}}\right) (0,75\text{m})^2}{8} = 10,92 \text{ KN m}$$

## CASO2. Carga puntual

Fig. 3.2 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector Caso 2



Fuente: Shigley (2002, pag 995)

$$R_A = \frac{P \cdot \frac{L}{2}}{L}$$

$$R_A = \frac{442.03 \text{ N}}{2} = 221.014 \text{ N}$$

$$V_{\text{MAX2}} = R_A = \frac{P \cdot \frac{L}{2}}{L} = 221.014 \text{ N}$$

$$M = R_A \cdot X \quad (0 < X < L/2)$$

$$M_{\text{MAX2}} = R_A \cdot \frac{L}{2} = (221,014\text{N}) \cdot \left(\frac{0,75}{2}\right) = 82,88 \text{ N m}$$

$$V_{\text{TOTAL}} = V_{\text{MAX1}} + V_{\text{MAX2}} = 58,28 \text{ KN} + 0,22 \text{ KN} = 58,50 \text{ KN}$$

**Cálculo de la placa** (McCormac, 1999)

$$M_{\text{MAX TOTAL}} = M_{\text{MAX1}} + M_{\text{MAX2}} = 10,93 \text{ KN m} + 0,083 \text{ KN m} = 11,009 \text{ KN m}$$

M: Momento Flector

E: Modulo de Elasticidad=  $200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

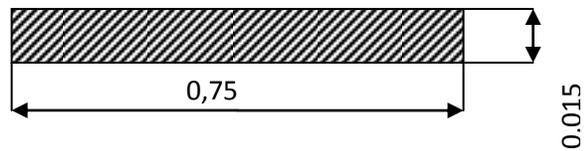
I: Inercia

b: Base

h: Altura

s: Modulo de sección

$$V = \frac{M}{EI}$$



$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{(0,75)(0,015)^3}{12} = 2,109 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

$$s = \frac{b h^2}{6} = \frac{(0,75)(0,015)^2}{6} = 2,812 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$k = \frac{(11,009 \text{ kN m})}{\left(\frac{200 \times 10^9 \text{ N}}{\text{m}^2}\right) (2,109 \times 10^{-7} \text{ m}^4)} = 0,26 \text{ N/m}$$

$\sigma_A$ = Esfuerzo Axial

$\epsilon$ = Elongación = 0,20

$\sigma_y$ = Esfuerzo a la Fluencia = 250MPa

$f_s = \text{Factor de Seguridad} = 1,67$

$\sigma_T = \text{Esfuerzo a la Tracción} = 400 \text{ MPa}$

$\sigma_{\text{PERM}} = \text{Esfuerzo Permisible}$

$\sigma_{\text{MAX}} = \sigma_{\text{REAL}}$

**Esfuerzo sobre la placa** (McCormac, 1999)

$$\sigma_{\text{MAX}} = \frac{M_{\text{MAX}}}{s} = \frac{11,009 \text{ kN/m}}{2,812 \times 10^{-5} \text{ m}^3} = 391,180 \text{ MPa}$$

$$\sigma_A = E \cdot \epsilon = (200 \times 10^9 \text{ N/m}^2) (0,20) = 40000 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{TRACCION}} = \frac{\sigma_T}{f_s} = \frac{400}{1,67} = 239,52 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{PERM}} = \frac{\sigma_y}{f_s} = \frac{250}{1,67} = 149,7 \text{ MPa}$$

**Condiciones de aceptación**

$$\sigma_{\text{REAL}} < \sigma_{\text{PERM}} < \sigma_{\text{TRACCION}} < \sigma_A$$

$$391,198 \text{ MPa} < 149,7 \text{ MPa} < 239,52 \text{ MPa} < 40000 \text{ MPa}$$

“Placa no aceptada”

$\Delta_{MAX}$ : Deflexión Máxima

$$\Delta_{MAX1} = \frac{Q}{EI} \cdot \frac{5L^3}{384} = \frac{116,564 \times 10^3 N}{(200 \times 10^9 N/m^2) (2,10 \times 10^{-7} m^4)} \cdot \frac{5(0,75)^3}{384}$$

$$\Delta_{MAX1} = 0,0218m \approx 21,78mm$$

$$\Delta_{MAX2} = \frac{P}{EI} \cdot \frac{L^3}{48} = \frac{442,028N}{\frac{200 \times 10^9 N}{m^2} (2,109 \times 10^{-7} m^4)} \cdot \frac{(0,75m)^3}{48}$$

$$\Delta_{MAX2} = 9,211 \times 10^{-5} m \approx 0,00921mm$$

$$\Delta_{MAX1} = 21,78 mm$$

$$\Delta_{MAX2} = 0,00921 mm$$

$$\Delta_{MAXT} = \Delta_{MAX1} + \Delta_{MAX2} = 21,789 mm$$

Aumentar la sección del acero es muy alta supera el  $f_s=1,67$

**Para una placa de 25 mm de espesor**

$$I = \frac{(0,75)(0,025)^3}{12} = 9,76 \times 10^{-7} m^4$$

$$S = \frac{(0,75)(0,025)^2}{6} = 7,8 \times 10^{-5} m^3$$

$$K = \frac{M_{MAX}}{E \cdot I} = \frac{11 \times 10^3 Nm}{\frac{200 \times 10^9 N}{m^2} (9,76 \times 10^{-7} m^2)} = 5,635 \times 10^{-2} m$$

**Dimensionamiento de placa de acero** (McCormac, 1999)

e: 25 mm

$$S = 7,8 \times 10^{-5} m^3$$

$$\Gamma = 9,76 \times 10^{-7} m^4$$

$$K = 5,639 \times 10^{-2} m$$

Los valores de  $M_{MAX}$  y reacciones no cambian.

$$\Delta'_{MAX1} = \frac{Q}{EI} \cdot \frac{5L^3}{384} = \frac{116,564 \times 10^3 N}{(200 \times 10^9 N/m^2) (9,76 \times 10^{-7} m^4)} \cdot \frac{5(0,75)^3}{384}$$

$$\Delta'_{MAX1} = 3,28 \times 10^{-3} m \approx 3,28 mm$$

$$\Delta'_{MAX2} = \frac{P}{EI} \cdot \frac{L^3}{48} = \frac{442,028 N}{(200 \times 10^9 N/m^2) (9,76 \times 10^{-7} m^4)} \cdot \frac{(0,75)^3}{48}$$

$$\Delta'_{MAX2} = 1,99 \times 10^{-5} m \approx 0,0199 mm$$

$$\Delta'_{MAXT} = \Delta'_{MAX1} + \Delta'_{MAX2} = 3,28 mm + 0,0199 mm = 3,299 mm$$

- Tenemos un factor de seguridad de 1,67.

- La placa es aceptada por deflexión.

$$\sigma'_{\text{MAX}} = \frac{M_{\text{MAX}}}{s'} = \frac{11 \text{ kN/m}}{7,8 \times 10^{-5} \text{ m}^3} = 141025,64 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} \approx 141,025 \text{ MPa}$$

$$\sigma_A = E \cdot \epsilon = (200 \times 10^9 \text{ N/m}^2) (0,20) = 40000 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{TRACCION}} = \frac{\sigma_T}{f_s} = \frac{400}{1,67} = 239,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{PERM}} = \frac{\sigma_y}{f_s} = \frac{250}{1,67} = 149,7 \text{ MPa}$$

### **Condiciones de aceptación**

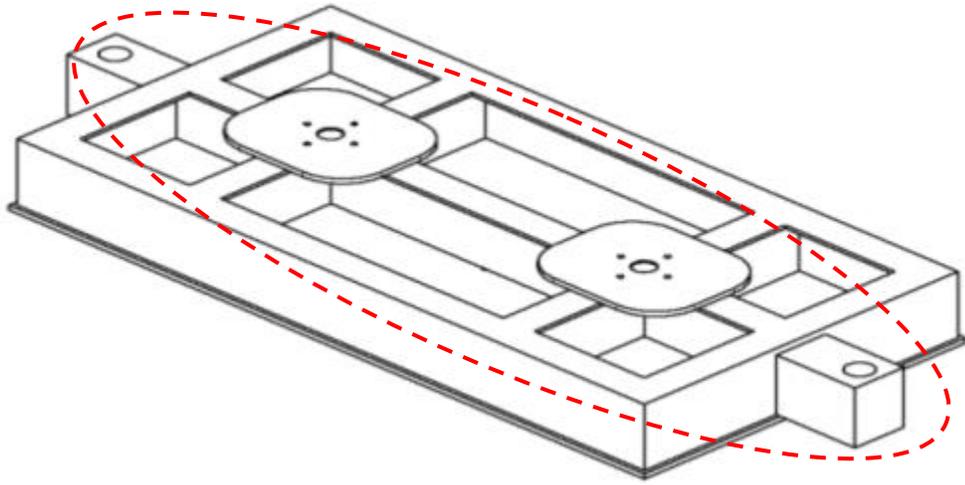
$$\sigma_{\text{MAX}}' < \sigma_{\text{PERM}} < \sigma_{\text{TRACCION}} < \sigma_A$$

$$141,14 \text{ MPa} < 149,7 \text{ MPa} < 239,5 \text{ MPa} < 40000 \text{ MPa}$$

“Placa aceptada por esfuerzo”

Cálculo de viga para mesa (AISC, 2010)

Fig. 3.3 Mesa



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

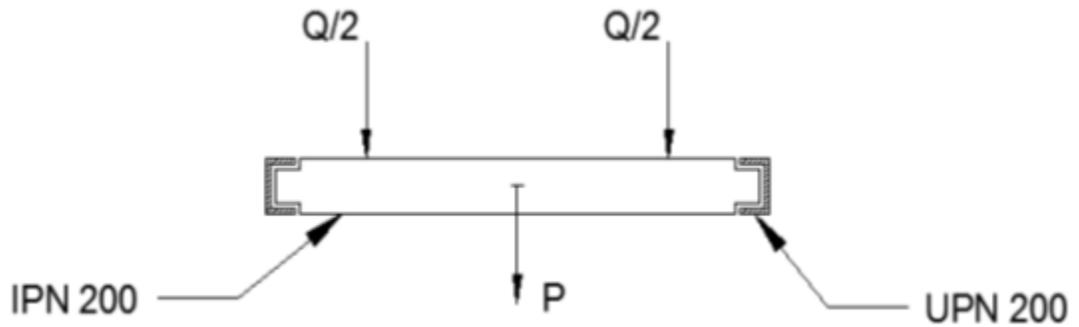
$\gamma_{AC}$  = Peso específico del acero

$p$  = Peso de la viga

$L$  = Longitud de la viga = 63 plg

$Q$  = Carga de los cilindros = 116,56 KN

$$\frac{Q}{2} = 58,28 \text{ KN}$$



IPN200 = 58X18,4

UPN200 = C8X18,75

S8 X 18,4

$$A = 5,41 \text{ plg}^2$$

$$S_x = 14,4 \text{ plg}^3$$

$$I_x = 57,6 \text{ plg}^4$$

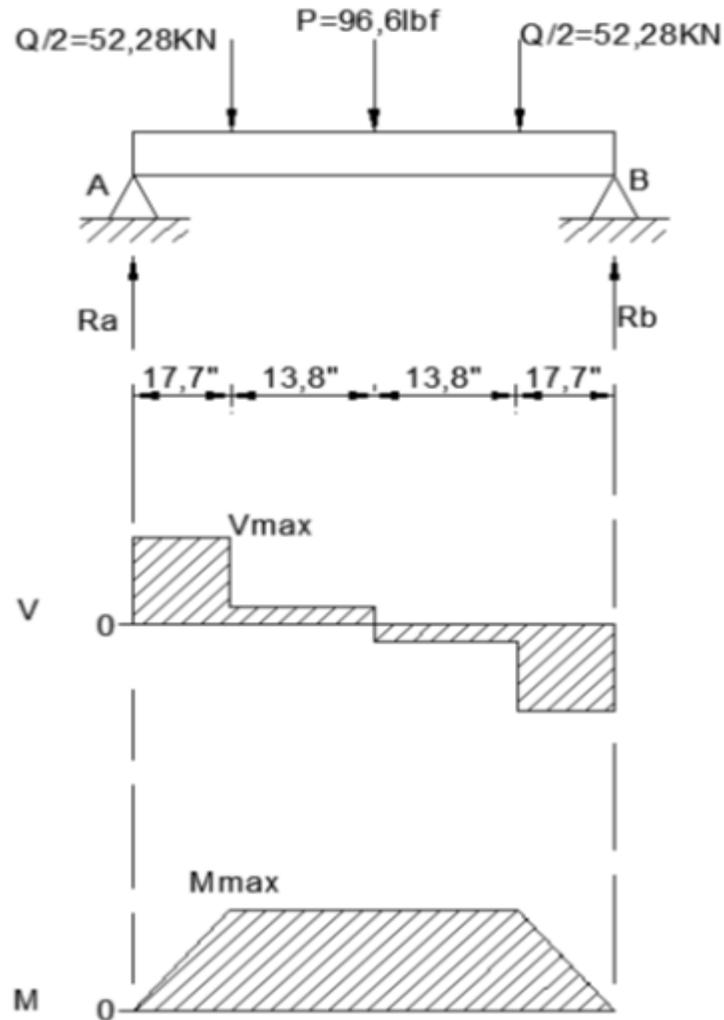
$$R_t = 0,94 \text{ plg}$$

El perfil S8 X 18,4 pesa 18,4 Lbf por cada pie de longitud

$$L = 63 \text{ plg} = 5,25 \text{ pie}$$

$$p = 18,4 \text{ Lbf / pie} \cdot 5,25 \text{ pie} = 96,6 \text{ Lbf}$$

Fig. 3.4 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector Mesa



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

$$\Sigma FV + \downarrow \approx 0$$

$$R_A + R_B = \frac{Q}{2} + p + \frac{Q}{2}$$

$$R_A + R_B = 11,75 \text{ KLbf} + 0,0966 \text{ KLbf} + 11,75 \text{ KLbf}$$

$$R_A + R_B = 23,596 \text{ KLbf}$$

$$\Sigma M_A + \downarrow \approx 0$$

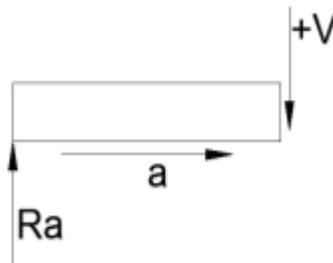
$$(17,7 \text{ plg})(11,75 \text{ KLbf}) + (31,5 \text{ plg})(0,0966 \text{ KLbf}) + (11,75 \text{ KLbf})(45,3 \text{ plg}) - R_B(63 \text{ plg}) = 0$$

$$R_B = \frac{743,29 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}}{63 \text{ plg}}$$

$$R_B = 11,798 \text{ KLbf}$$

$$R_A = 11,798 \text{ KLbf}$$

### Cálculo del momento para las cargas



$$V_{MAX} = R_A = v$$

$$V_{MAX} = 11,798 \text{ KLbf}$$

$$P = \frac{Q}{2}$$

$$a = 17,7 \text{ plg}$$

$$M_{MAX1} = P \cdot a = 11,75 \text{ KLbf} \cdot 17,7 \text{ plg} = 207,975 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}$$

$$\Delta_{MAX} = \frac{P \cdot a}{24 EI} (3L^2 - 4a^2) = \frac{(11,75 \text{ KLbf}) (17,7 \text{ plg})}{24 (29 \times 10^6 \text{ Lbf}) (57,6 \text{ plg}^4)} (3(63)^2 - 4(17,7)^2)$$

$$\Delta_{MAX} = 5,5269 \times 10^2 \text{ plg}$$

### **Cálculo del momento del paso de la viga**

$$M_{MAX2} = \frac{WL^2}{12} = \frac{(0,018 \text{ KLbf/pie}) (5,25 \text{ pie})^2}{12} = 0,0422 \text{ KLb} \cdot \text{plg}$$

$$M_T = M_{MAX1} + M_{MAX2} = 207,975 \text{ KLb} \cdot \text{plg} + 0,0422 \text{ KLb} \cdot \text{plg} = 208,017 \text{ KLb} \cdot \text{plg}$$

### **Esfuerzo por flexión**

$M_X$  = Momento Total

$S_X$  = Modulo de sección

$fb$  = Esfuerzo real

$$fb = \frac{M_X}{S_X} = \frac{208,017 \text{ KLb} \cdot \text{plg}}{14,4 \text{ plg}^3} = 14,445 \frac{\text{KLbf}}{\text{plg}^2} \approx fb = 14,445 \text{ Ksi}$$

$C_b = 2,3$  Conexión semi rigida

$\lambda$  = Esbeltez

$$\lambda_{F1} = \sqrt{\frac{102 \cdot 10^3 \cdot C_b}{S_Y}} = \sqrt{\frac{102 \cdot 10^3 \cdot 2,3}{36}} = 80,72$$

$$\lambda_{2F} = \sqrt{\frac{510 \cdot 10^3 \cdot Cb}{S_Y}} = \sqrt{\frac{510 \cdot 10^3 \cdot 2,3}{36}} = 180,5$$

$$\lambda_F = \frac{L}{R_t} = \frac{63 \text{ plg}}{0,94 \text{ plg}} = 67,021$$

Observamos que el valor calculado este entre los 2 primeros rangos el  $\lambda_F$  calculado es aceptado.

Fb = Esfuerzo admisible

$$Fb = \left[ \frac{2}{3} - \frac{S_Y \cdot \lambda_F^2}{1530 \times 10^3 Cb} \right] S_Y = \left[ \frac{2}{3} - \frac{36 (67,021)^2}{1530 \times 10^3 (2,3)} \right] 36 = 22,346 \text{ Ksi}$$

### **Condición de aceptación**

$f_b \leq \{F_b\}$  El esfuerzo real es menor que el admisible

$$14,445 < 22,346 \quad \text{Aceptado por esfuerzo}$$

### **Por corte**

$A_{ef}$ : Area efectiva

d : Altura de peralte = 8 plg

$A_w$  : Espesor de peralte = 0,271 plg

$$A_{ef} = d \cdot A_w = (8 \text{ plg}) (0,271 \text{ plg}) = 2,168 \text{ plg}^2$$

$$f_V = \frac{v}{A_{ef}} = \frac{11,798 \text{ KLb}}{2,16 \text{ plg}^2} = 5,441 \text{ Ksi}$$

Si se cumple la siguiente desigualdad, la viga es aceptada por corte.

$$F_V = 0,4 S_Y = 0,4 (36) \text{ Ksi} = 14,4 \text{ Ksi}$$

$$\frac{d}{A_w} < \frac{380}{\sqrt{S_Y}} \qquad \frac{8}{0,271} < \frac{380}{\sqrt{36}}$$

$$29,528 < 63,33 \quad \text{Cumple}$$

### **Condición de aceptación**

$$f_V \leq \{F_V\}$$

$$5,441 < 14,4 \quad \text{Perfil aceptado por cortante}$$

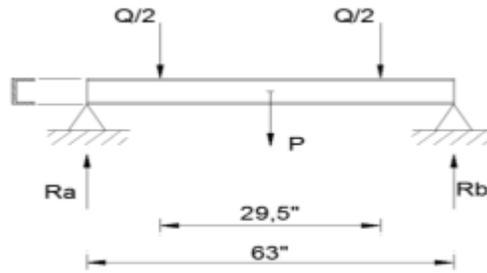
### **Por deformación**

Tomamos los rangos  $\frac{L}{300}$  hasta  $\frac{L}{2000}$  (AISC, 2010, sección 2-298)

$$[\Delta]_1 = \frac{L}{300} = \frac{63}{300} = 0,21 \text{ plg}$$

$$[\Delta]_2 = \frac{L}{2000} = \frac{63}{2000} = 0,0315 \text{ plg}$$

**Cálculo de viga de mesa perfil UPN200 (C8x11,5)** (AISC, 2010)



$Q = 116,56 \text{ KN}$

$d$  : Altura de perfil = 8 plg

$t_w$  : Espesor del perfil = 0,487 plg

$I_x$  : Inercia en x = 44 plg<sup>4</sup>

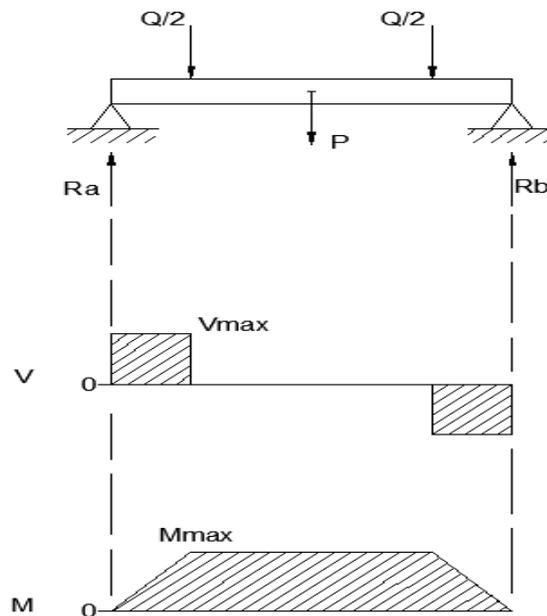
X: Equivalente a  $R_t = 0,56\text{plg}$

Peso : el perfil pesa 11,5 Lbf por cada pie de longitud

$P = 60,367 \text{ Lbf}$

$\frac{Q}{2} = 58,28 \text{ KN}$

Fig. 3.5 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector Mesa UPN200 (C8x11,5)



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

$$\Sigma FV + \downarrow \approx 0$$

$$R_A + R_B = \frac{Q}{2} + P + \frac{Q}{2}$$

$$R_A + R_B = 11,75 \text{ KLbf} + 11,75 \text{ KLbf} + 0,0603 \text{ KLbf}$$

$$R_A + R_B = 23,56 \text{ KLbf}$$

$$\Sigma M + \downarrow \approx 0$$

$$R_B(63) = \frac{Q}{2}(16,75) + P(31,5) + \frac{Q}{2}(46,25)$$

$$R_B = \frac{(11,75)(16,75) + (0,0603)(31,5) + (11,75)(46,25)}{63}$$

$$R_B = 11,78 \text{ KLbf}$$

$$R_A = R_B$$

$$R = V = 11,78 \text{ KLbf}$$

$$M_{\text{MAX}} = P \cdot a = \frac{Q}{2} \cdot a = (11,75 \text{ KLbf})(16,75 \text{ plg}) = 196,81 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}$$

$$\Delta_{\text{MAX}} = \frac{P \cdot a}{24 EI} (3L^2 - 4a^2) = \frac{(11,75 \text{ KLbf})(16,75 \text{ plg})}{24 (29 \times 10^6 \text{ Lbf})(44 \text{ plg}^4)} (3(63)^2 - 4(16,75)^2)$$

$$\Delta_{\text{MAX}} = 6,931 \times 10^{-5} \text{ plg}$$

$$\lambda_{F1} = 80,72$$

$$\lambda_{F2} = 180,5$$

$$\lambda_F = \frac{L}{r_t} = \frac{63 \text{ plg}}{0,56 \text{ plg}} = 112,09$$

$$\lambda_F < \lambda_F < \lambda_{F2}$$

$$80,72 < 112,09 < 180,5 \text{ Cumple}$$

$$Fb = \left[ \frac{2}{3} - \frac{S_Y \cdot \lambda_F^2}{1530 \times 10^3 Cb} \right] S_Y = \left[ \frac{2}{3} - \frac{36 (112,099)^2}{1530 \times 10^3 (2,3)} \right] 36 = 19,37 \text{ Ksi}$$

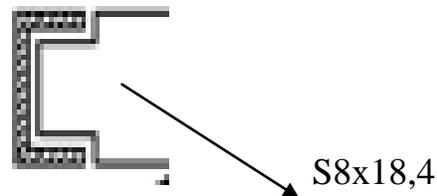
$$M_2 = \frac{WL^2}{12} = \frac{(0,0604 \text{ KLbf/plg}) (63\text{plg})^2}{12} = 19,966 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}$$

$$M_T = M_1 + M_2 = 196,81 \text{ KLbf} \cdot \text{plg} + 19,96 \text{ KLbf} \cdot \text{plg} = 216,77 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}$$

$$fb = \frac{M_X}{S_{X1}} = \frac{216,77 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}}{8,14 \text{ plg}^3} = 26,63 \frac{\text{KLbf}}{\text{plg}^2} \approx 26,63 \text{ Ksi}$$

$$fb \leq \{Fb\}$$

$$26,63 \text{ Ksi} \leq 19,37 \text{ Ksi} \quad \text{No Cumple}$$



Como tenemos el modulo 2 sección, se suma y se multiplica, por el numero de juntas soldadas de este caso.

$$S_{X1} = 8,14 \text{ plg}^3$$

$$S_{X2} = 14,4 \text{ plg}^3$$

### Modulo de sección Total

$$S_X = (S_{X1} + S_{X2}) \cdot 2 + S_{X1} = (8,14 \text{ plg}^3 + 14,4 \text{ plg}^3) \cdot 2 + 14,4 \text{ plg}^3 = 59,48 \text{ plg}^3$$

$$f_b = \frac{M_X}{S_X} = \frac{216,77 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}}{59,48 \text{ plg}^3} = 3,64 \frac{\text{KLbf}}{\text{plg}^2} \approx 3,64 \text{ Ksi}$$

$$f_b \leq \{F_b\}$$

$$3,64 \leq 19,37 \text{ Ksi} \quad \text{Cumple}$$

$$A_{ef} = d \cdot t_w = (8 \text{ plg})(0,487 \text{ plg}) = 3,896 \text{ plg}^2$$

$f_v$  = Tension nominal de soldadura

$$f_v = \frac{v}{A_e} = \frac{11,78 \text{ KLb}}{3,896 \text{ plg}^2} = 3,02 \text{ Ksi}$$

$F_v$  = Tension nominal de soldadura

$$F_v = 0,4 S_Y = 0,4 (36) \text{ Ksi} = 14,4 \text{ Ksi}$$

$$\frac{d}{t_w} < \frac{380}{\sqrt{S_Y}} \qquad \frac{8}{0,487} < \frac{380}{\sqrt{36}}$$

$$16,43 < 63,33 \quad \text{Cumple}$$

$$f_v \leq \{F_v\}$$

$$3,02 \leq 14,4 \text{ Ksi} \quad \text{Cumple}$$

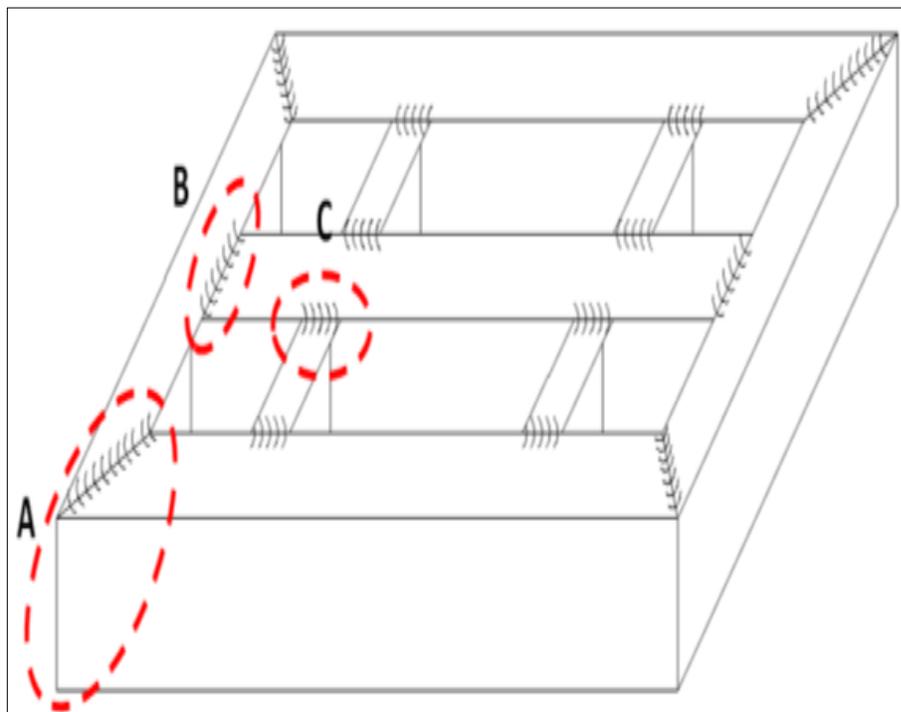
$$[\Delta]_1 = \frac{L}{300} = \frac{63}{300} = 0,21 \text{ plg}$$

$$[\Delta]_2 = \frac{L}{2000} = \frac{63}{2000} = 0,0315 \text{ plg}$$

$$[\Delta_{\text{MAX REAL}}] = 0,000344 \text{ plg}$$

### Conexiones soldadas

Fig. 3.6 Conexiones soldadas Mesa

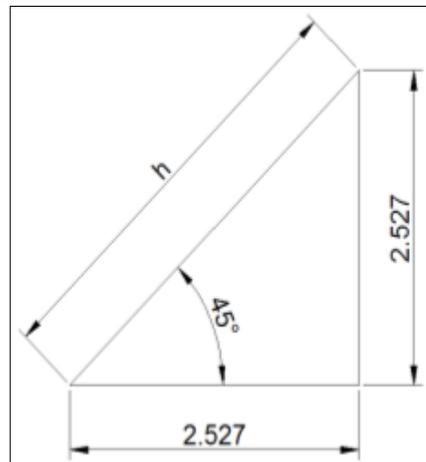
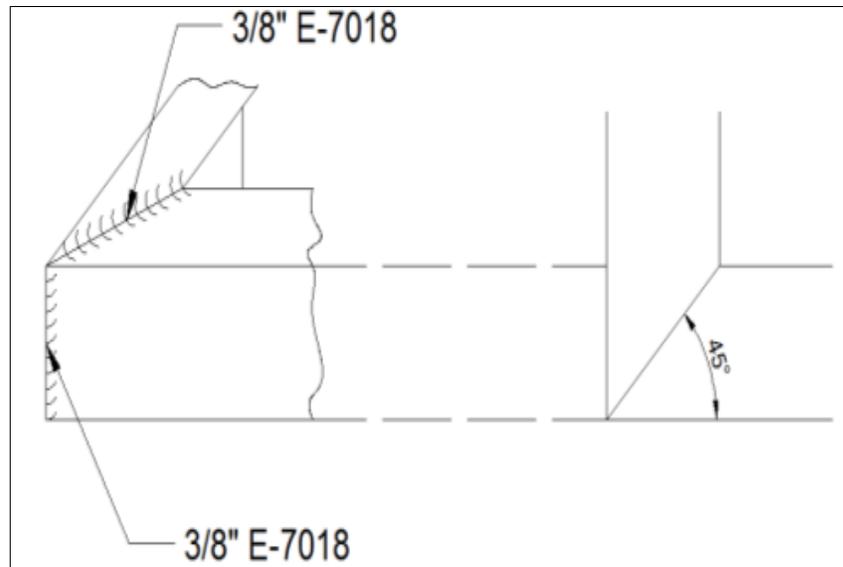


Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

- Tipo de soldadura filete
- Tipo de soldadura y esfuerzo cortante al área efectiva
- Esfuerzo permisible 30% de la resistencia nominal de la tensión del metal de soldadura
- Electrodo 7018, resistencia  $70 \text{ KLb/plg}^2$  (Shigley, 2002, tabla 13-1)
- $S_y = 36 \text{ KLb/plg}$

## Soldadura A

Fig. 3.7 Conexiones soldadas A de la Mesa



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

- Como es una UPN 200 o C8x18,75

$$t_f = 3/8 \text{ plg}$$

$$d = 8 \text{ plg}$$

$$b_t = 2,527 \text{ plg}$$

$$L_1 = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(2,527)^2 + (2,527)^2} = 3,573 \text{ plg}$$

El ancho del cordón está dado por el espesor del perfil es 3/8 y el rango en la tabla es 1/4 - 1/2 - 3/16 como mínimo escogemos el espesor del material como ancho del cordón de soldadura es decir "3/8". (Shigley, 2002, tabla 13-2)

$F_{up} = \text{Fuerza última permisible}$

$$F_{up} = 5,57 \text{ KLb}_f / \text{plg} \quad (\text{Shigley, 2002, tabla 9-7})$$

L = Longitud

$$L_1 = 3,573 \text{ plg}$$

$$L_2 = \text{altura del perfil} = d = 8 \text{ plg}$$

$$S_{ut} = 58 \text{ KLb} / \text{plg}^2$$

$$F_1 = F_{up} \cdot L_1 = \left( 5,57 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}} \right) (3,573 \text{ plg}) (2) = 39,803 \text{ KLb}_f$$

$$F_2 = F_{up} \cdot L_2 = \left( 5,57 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}} \right) (8 \text{ plg}) = 44,560 \text{ KLb}_f$$

Como el esfuerzo de la soldadura  $S_y = 36 \text{ KLb} / \text{plg}^2$ , área de soldadura por estado superficial:

$A_s = \text{Área de soldadura}$

$$A_s = L_1 \cdot h = 3,573 \text{ plg} \cdot \frac{3}{8} \text{ plg} = 1,3398 \text{ plg}^2$$

Como la soldadura va arriba y abajo del perfil C:

$$A_s = 1,3398 \text{ plg}^2 \times 2 = 2,679 \text{ plg}^2$$

Fuerza que soporta la soldadura:

$$F' = \frac{S_y}{A_s} = \frac{36 \frac{KLb_f}{plg^2}}{2,6799 plg^2} = 13,434 KLb_f$$

Comparamos:  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F'$  como la fuerza de la soldadura es menor que la del material:

$$F' < F_1 < F_2$$

$$13,434 KLb_f < 39,803 KLb_f < 44,56 KLb_f \quad \text{soldadura aceptada.}$$

### Esfuerzo Cortante del perfil en A

$$\tau_{per} = 0,3 S_{ut} = 0,3 \left( 58 \frac{KLb}{plg^2} \right) = 17,4 \frac{KLb}{plg^2}$$

h: ancho de soldadura = 3/8 plg

$$L_1 = 3,573 \text{ plg}$$

$$L_2 = 8 \text{ plg}$$

$$\tau_1 = \frac{F_1}{2 h L_1} = \frac{39,802}{2 (0,375) (3,573)} = 14,853 \frac{KLb}{plg^2}$$

$$\tau_2 = \frac{F_2}{h L_2} = \frac{44,560}{(0,375)(8)} = 14,853 \frac{KLb}{plg^2}$$

$$\tau_{per} \geq \tau \quad \text{Condición aceptada}$$

$$\tau_{per} \geq \tau_1 \geq \tau_2$$

$$17,4 \frac{KLb}{plg^2} \geq 14,853 \frac{KLb}{plg^2} \geq 14,853 \frac{KLb}{plg^2}$$

Aceptado

Esfuerzo de torsión A( $\sigma$ ).

l = Longitud

t = espesor + altura de soldadura

$$t = 0,375 + 0,125 = 0,5 \text{ plg}$$

$$\sigma = \frac{F}{t \cdot l}$$

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{t_1 \cdot l_1} = \frac{39,803}{(0,5 \cdot 3,573)2} = 11,139 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{t_2 \cdot l_2} = \frac{44,560}{(0,5 \cdot 8)} = 11,14 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2}$$

Como el  $\sigma_{per} = 0,3 S_{ut}$  (Shigley, 2002, tabla 9-5)

$$\sigma_{per} = 0,3 S_{ut} = (0,3)58 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2} = 17,4 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2}$$

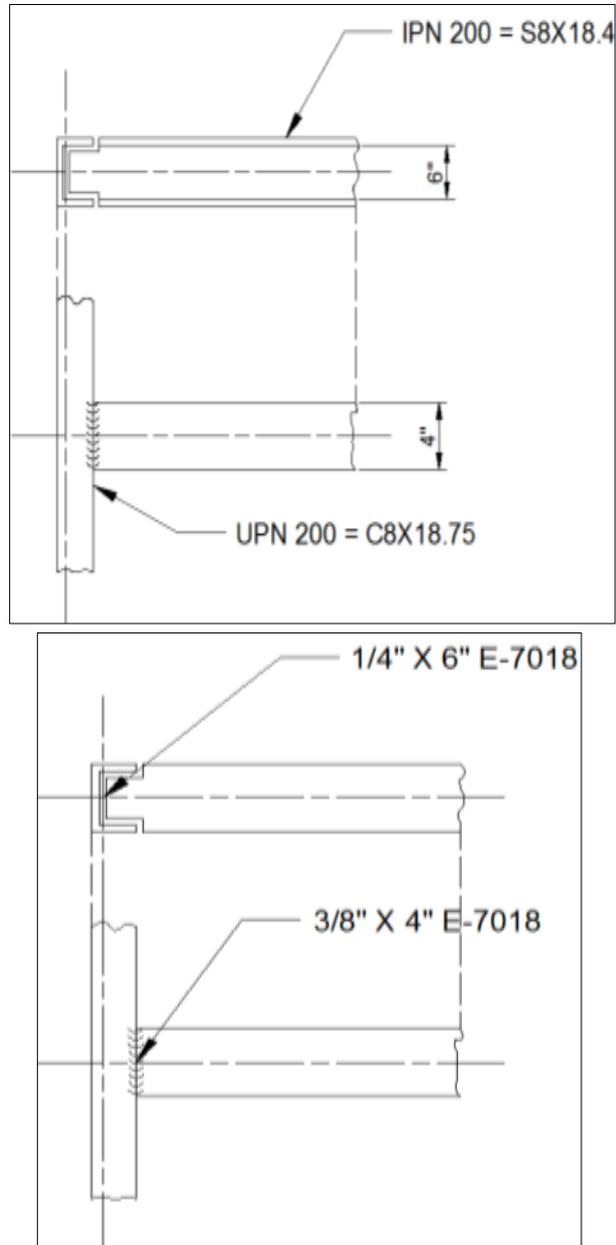
$$\sigma_{per} \geq \sigma_1 \geq \sigma_2$$

$$17,4 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2} \geq 11,14 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2} \geq 11,14 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

Aceptada soldadura A

## Soldadura B

Fig. 3.8 Conexiones soldadas B de la Mesa



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

UPN 200 o C8x 18,75

S8 x 18,4

$t_w = 0,271 \text{ plg}$

$b_t = 4 \text{ plg}$

C8 x 18,7

$$t_w = 0,5 \text{ plg}$$

$$b_t = 2,527 \text{ plg}$$

Tomamos las mismas consideraciones de la soldadura A.

$$F_{up} = 6,37 \text{ KLb}_f/\text{plg}$$

$$L_1 = 4 \text{ plg}$$

$$L_2 = 6 \text{ plg}$$

$$F_1 = F_{up} \cdot L_1 = \left(6,37 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}}\right) (4 \text{ plg}) = 25,48 \text{ KLb}_f$$

$$F_2 = F_{up} \cdot L_2 = \left(6,37 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}}\right) (6 \text{ plg}) = 38,22 \text{ KLb}_f$$

$$A_{s1} = (6 \text{ plg}) (0,25 \text{ plg}) (2) = 3 \text{ plg}^2$$

$$A_{s2} = (4 \text{ plg}) (0,375 \text{ plg}) (2) = 3 \text{ plg}^2$$

$$F'_1 = \frac{S_y}{A_{s1}} = \frac{36 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2}}{3 \text{ plg}^2} = 12 \text{ KLb}_f$$

$$F'_2 = \frac{S_y}{A_{s2}} = \frac{36 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2}}{3 \text{ plg}^2} = 12 \text{ KLb}_f$$

$$F'_1 < F_1$$

$$F'_2 < F_2$$

$$12 \text{ KLb}_f < 25,48 \text{ KLb}_f$$

$$12 \text{ KLb}_f < 38,22 \text{ KLb}_f$$

Aceptado

$$\tau_{per} = 0,3 S_{ut} = 0,3 (58 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}) = 17,4 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

$$A_{l_1} = 1/4 \text{ plg}$$

$$A_{l_2} = 1/4 \text{ plg}$$

$$L_1 = 6 \text{ plg}$$

$$L_2 = 4 \text{ plg}$$

$$\tau_1 = \frac{F_1}{2 A_{l_1} L_1} = \frac{25,48}{2 (0,125) (6)} = 16,966 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

$$\tau_2 = \frac{F_2}{2 A_{l_2} L_2} = \frac{38,22}{2 (0,375) (4)} = 12,74 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

$$\tau_{per} > \tau$$

$$17,4 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2} > 16,966 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

$$17,4 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2} > 12,74 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

Aceptado

### **Esfuerzo de torsión B**

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{t_1 \cdot l_1} = \frac{25,48}{(0,79 \cdot 6)} = 5,36 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{t_2 \cdot l_2} = \frac{38,22}{(1,25 \cdot 4)} = 7,64 \frac{KLb_f}{plg^2}$$

$$\sigma_{per} = 0,3 S_{ut} = (0,3)11,139 \frac{KLb_f}{plg^2} = 17,4 \frac{KLb_f}{plg^2}$$

$$\sigma_{per} \geq \sigma_1$$

$$\sigma_{per} \geq \sigma_2$$

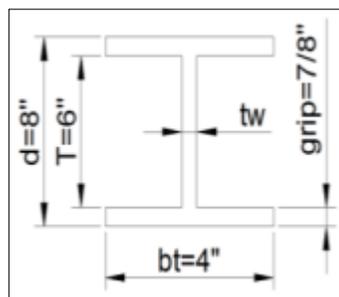
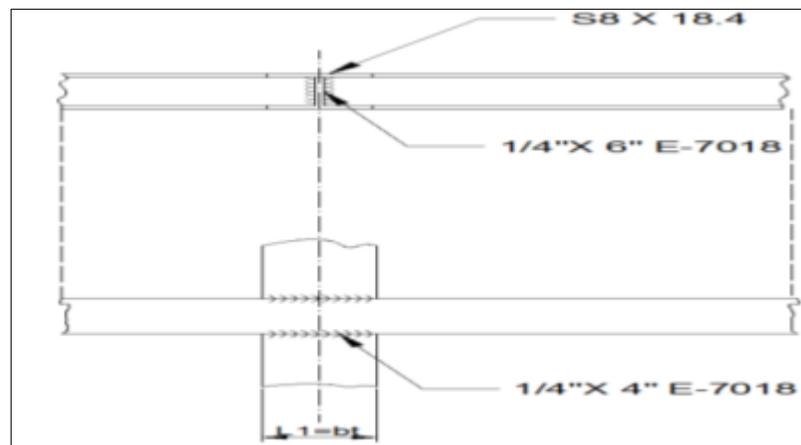
$$17,4 \frac{KLb}{plg^2} > 5,36 \frac{KLb}{plg^2}$$

$$17,4 \frac{KLb}{plg^2} > 7,64 \frac{KLb}{plg^2}$$

Aceptado

### Soldadura C

Fig. 3.9 Conexiones soldadas C de la Mesa



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

S8 x 18,4

$$t_w = 0,271 \text{ plg}$$

$$b_t = 4 \text{ plg}$$

Se utiliza las mismas condiciones anteriormente expuestas.

$$F_{up} = 3,71 \text{ KLb}_f/\text{plg} \quad (\text{Shigley, 2002, tabla 9-7})$$

$$L_1 = bt = 4 \text{ plg}$$

$$L_2 = T = 6 \text{ plg}$$

$$F_1 = F_{up} \cdot L_1 = \left(3,71 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}}\right) (4 \text{ plg}) = 14,84 \text{ KLb}_f$$

$$F_2 = F_{up} \cdot L_2 = \left(3,71 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}}\right) (6 \text{ plg}) = 22,26 \text{ KLb}_f$$

$$A_{s1} = (4 \text{ plg})(0,25 \text{ plg})(2)(2) = 4 \text{ plg}^2$$

$$A_{s2} = (6 \text{ plg})(0,375 \text{ plg})(2)(2) = 9 \text{ plg}^2$$

$$F'_1 = \frac{S_y}{A_{s1}} = \frac{36 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2}}{4 \text{ plg}^2} = 9 \text{ KLb}_f$$

$$F'_2 = \frac{S_y}{A_{s2}} = \frac{36 \frac{\text{KLb}_f}{\text{plg}^2}}{9 \text{ plg}^2} = 4 \text{ KLb}_f$$

$$F'_1 < F_1 \quad F'_2 < F_2$$

$$9 \text{ KLb}_f < 14,84 \text{ KLb}_f \quad 4 \text{ KLb}_f < 22,26 \text{ KLb}_f$$

Aceptado

$$\tau_{per} = 0,3 S_{ut} \tau_{per} = 0,3 \left( 58 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2} \right) = 17,4 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

$$A_{l_1} = 1/4 \text{ plg}$$

$$A_{l_2} = 1/4 \text{ plg}$$

$$L_1 = 4 \text{ plg}$$

$$L_2 = 6 \text{ plg}$$

$$\tau_1 = \frac{F_1}{4 A L L_1} = \frac{14,84}{4 (0,25) (4)} = 3,71 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

$$\tau_2 = \frac{F_2}{4 A L L_2} = \frac{22,26}{4 (0,25) (6)} = 3,71 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

$$\tau_{per} > \tau$$

$$17,4 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2} > 3,71 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2} \quad 17,4 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2} > 3,71 \frac{\text{KLb}}{\text{plg}^2}$$

Aceptado

### Esfuerzo de torsión C

$$t = t_w$$

$$\sigma = \frac{F}{t \cdot l}$$

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{t_1 \cdot l_1} = \frac{14,84}{(0,271 \cdot 4)} = 13,69 \frac{KLb_f}{plg^2}$$

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{t_2 \cdot l_2} = \frac{22,26}{(0,271 \cdot 6)} = 13,69 \frac{KLb_f}{plg^2}$$

$$\sigma_{per} = 0,3 S_{ut} = (0,3)58 \frac{KLb_f}{plg^2} = 17,4 \frac{KLb_f}{plg^2}$$

$$\sigma_{per} \geq \sigma_1$$

$$\sigma_{per} \geq \sigma_2$$

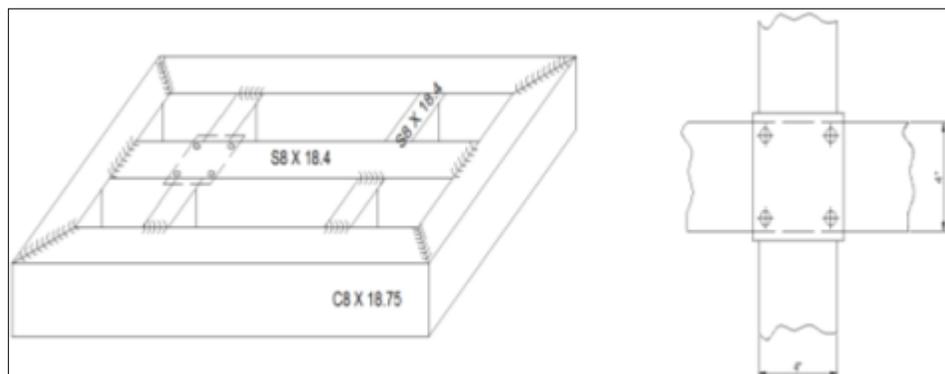
$$17,4 \frac{KLb}{plg^2} > 13,69 \frac{KLb}{plg^2}$$

$$17,4 \frac{KLb}{plg^2} > 13,69 \frac{KLb}{plg^2}$$

Aceptado

### Calculo de pernos y placa base

Fig. 3.10 Pernos y placa base



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

### Consideraciones:

- Para dimensionar la placa se asume un diámetro de pernos para determinar las distancias entre agujeros y al borde de la placa.

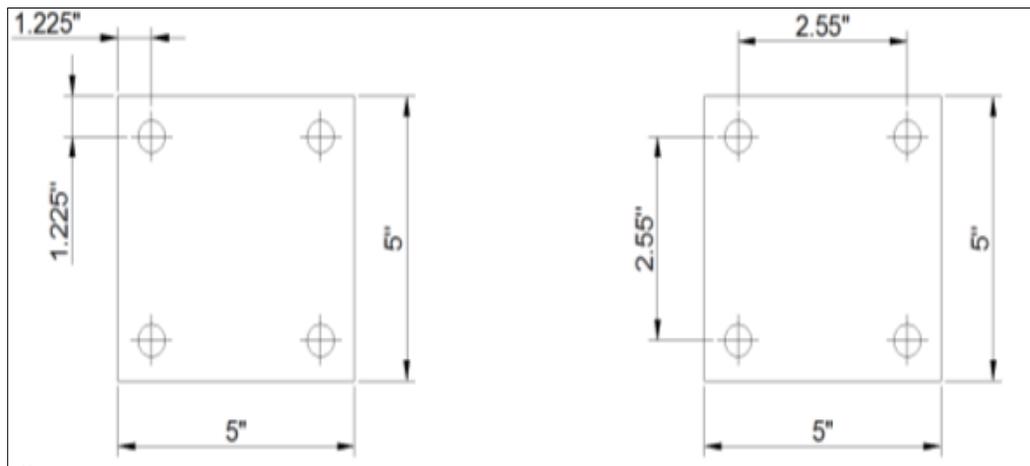
Se escoge los pernos de 5/8 plg. (McCormac, 1999, tabla 11-2)

- Perno 5/8 plg Acero A235

- Espesor de la plancha 5/8 plg

- Diámetro del agujero 11/16 plg = d

- Distancia al Borde para este diámetro  $1 \frac{1}{8} = 1,225$  plg (McCormac, 1999, tabla 11-4)



- La fuerza que actúa sobre los pernos es la fuerza de los cilindros mas el peso de la placa mas el peso de la mesa armada

$$F_{RC} = 2917,15 \text{ KN} \rightarrow 543,4 \text{ KLb}_f$$

$$P_{Placa} = 442,028 \text{ N} \rightarrow 0,1 \text{ KLb}_f$$

$$P_{Mesa} = 189,55 \text{ Lb}_f + 106,85 \text{ Lb}_f = 291,40 \text{ Lb}_f$$

$$F_T = F_{RC} + P_{Placa} + P_{Mesa} = 543,79 \text{ KLb}_f$$

- Como la fuerza se comparte para el número de elementos (2 conexiones de pernos y 4 pernos)

$$F_T = \frac{\left(\frac{543,79}{2}\right)}{4} = \frac{271,89}{4} = 67,974 \text{ KLbf}$$

$F_T \rightarrow F_P = \text{Fuerza que actua sobre el perno}$

-Distancia entre centros

$D_c = \text{Distancia entre centros}$

$F_{UT} = \text{Fuerza del material}$

$d = \text{Diámetro del agujero}$

$$D_c = \frac{2F_P}{F_{UT}} + \frac{d}{2} = \frac{2 (67,974 \text{ KLbf})}{36 \frac{\text{KLbf}}{\text{plg}}} + \frac{0,6875 \text{ plg}}{2} = 4,120 \text{ plg}$$

- Distancia mínima del borde al centro de la perforación

$$D_A = \frac{2 F_P}{F_{UT}} = \frac{2 (67,974 \text{ KLbf})}{36 \frac{\text{KLbf}}{\text{plg}}} = 1,888 \text{ plg}$$

Como las dimensiones de las placas exceden las dimensiones del perfil hay dos alternativas:

- Aumentar una sección soldada

- Comprobar si la fuerza de corte no excede

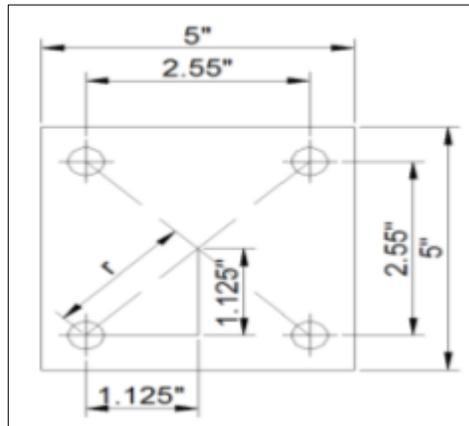
$F_T = \text{Es la fuerza de sección sobre cada perno, pero a la vez es la fuerza de corte } F_C.$

$$F_C = 271,89 \text{ KLbf}$$

$$M = F_C \cdot e = 271,89 \text{ KLb}_f \cdot 0,625 \text{ plg} = 169,931 \text{ KLb}_f \cdot \text{plg}$$

- Para calcular el centroide

Fig. 3.11 Centroide de la placa base



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

$$r = \sqrt{(1,125)^2 + (1,125)^2} = 1,591 \text{ plg}$$

- Carga para cada perno

n= número de pernos

$$F' = \frac{F_C}{n} = \frac{271,89 \text{ KLb}_f}{4} = 67,9725 \text{ KLb}_f$$

- Carga por momento

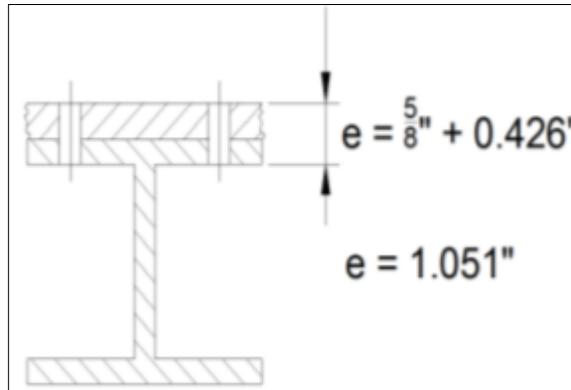
$$F'' = \frac{M}{nr} = \frac{169,931 \text{ KLb}_f \cdot \text{plg}}{(4) 1,591 \text{ plg}} = 26,702 \text{ KLb}_f$$

- Resultante

$$\vec{F}_r = \vec{F}' + \vec{F}'' = \sqrt{(F')^2 + (F'')^2} = \sqrt{(67,972)^2 + (26,702)^2} = 73,029 \text{ KLb}_f$$

- Longitud del perno

Fig. 3.12 Longitud del perno



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

$$e = \text{espesor de placa} = \frac{5}{8} = 0,625 \text{ plg}$$

d = diámetro de la perforación

$$L = e + 1,5 d = 1,051 + 1,5 \left(\frac{5}{8}\right) = 1,9885 \text{ plg} \approx 2 \text{ plg}$$

- Longitud de rosca

$$L_T = 2d + \frac{1}{4} = 2\left(\frac{5}{8}\right) + \frac{1}{4} = 1,5 \text{ plg} \approx 1\frac{5}{8} \text{ plg}$$

- El área de esfuerzo cortante es:

$$A_S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0,625)^2}{4} = 0,307 \text{ plg}^2$$

- Esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{F_r}{A_S} = \frac{73,029 \text{ KLbf}}{0,307 \text{ plg}^2} = 237,879 \frac{\text{KLbf}}{\text{plg}^2}$$

- El arreglo en la placa da un total de cuatro pernos, por lo que el esfuerzo cortante se divide en cuatro, el valor es 59,469 Ksi.

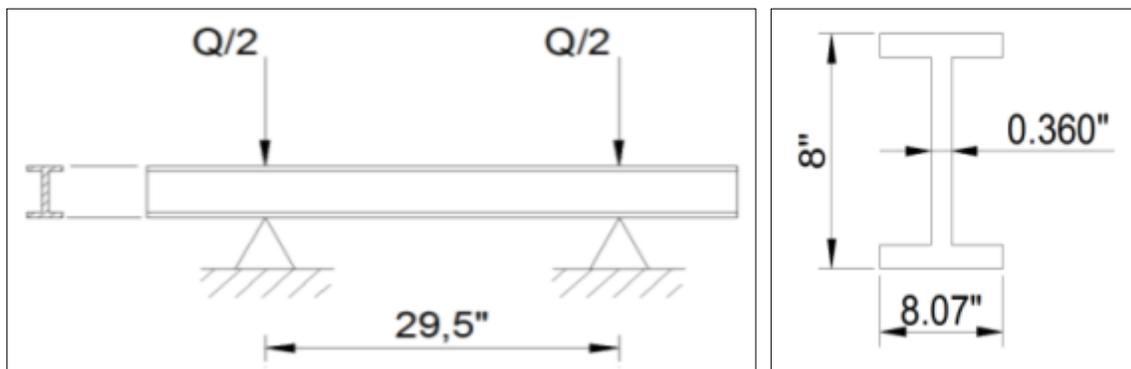
$$[\tau] = 130 \text{ ksi} \quad (\text{Shigley, 2002, tabla 8-9})$$

$$[\tau] > \tau$$

$$130 \text{ Ksi} > 59,469 \text{ Ksi}$$

Aceptado

### Cálculo de vigas



Perfil Preseleccionado:

W8 x 40

Datos:

$$d = 8 \text{ plg}$$

$$bt = 8,07$$

$$tw = 0,360$$

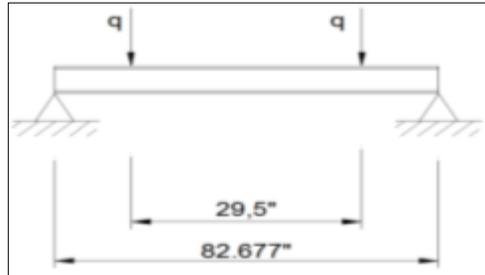
$$S = 35,5 \text{ plg}^3$$

$$I = 49,1 \text{ plg}^4$$

$$Peso = \frac{40 \text{ Lb}}{Ft} = \frac{40 \text{ Lb}}{Ft} \cdot 6,884 \text{ Ft} = 275,59 \text{ Lb}_f$$

$F_T = \text{Capitulo de pernos y placa}$

$$F_T = 544,065 \text{ KLb}_f$$



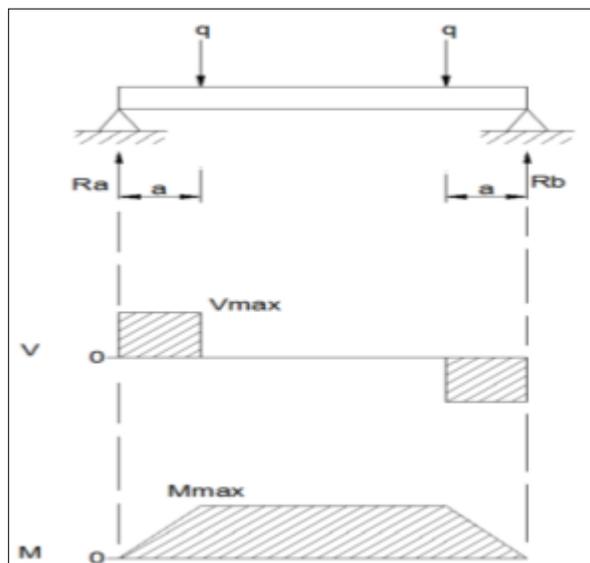
$q = \frac{F_t}{2}$   $\longrightarrow$  Porque la fuerza se divide para los gatos hidráulicos

$$q = \frac{544,065 \text{ KLb}_f}{2} = 272,033 \text{ KLb}_f$$

Pero como el soporte tiene dos vigas, la carga se divide para dos:

$$q = 136,0165 \text{ KLb}_f$$

Fig. 3.13 Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

$$\Sigma FV + \downarrow \approx 0$$

$$R_A + R_B = q + q$$

$$R_A + R_B = 2q$$

$$R_A + R_B = 2 (136,0165)$$

$$R_A + R_B = 272,033 \text{ K}Lb_f$$

$$\Sigma FM_A + \downarrow \approx 0$$

$$q \cdot a + q (a + 29,5) - R_B (82,667) = 0$$

$$R_B = \frac{15257,92 + 7232,949}{82,667} = 136,0165 \text{ K}Lb_f$$

$$R_A = 136,0165 \text{ K}Lb_f = R = V = q$$

$$a = 26,588 \text{ pl}g$$

$$E = 29 \times 10^6 \text{ L}b_f$$

$$I = 49,1 \text{ pl}g^4$$

$$R_T = 2,31 \text{ pl}g$$

$$M_{MAX} = q \cdot a = (136,0165 \text{ K}Lb_f)(26,588 \text{ pl}g) = 3614,40 \text{ K}Lb_f \cdot \text{pl}g$$

$$\Delta_{MAX} = \frac{q \cdot a}{24 EI} 3l^2 - 4a^2 = \frac{(136,0165 \text{ K}Lb_f)(26,588 \text{ pl}g)}{(24)(29 \times 10^6) (49,1 \text{ pl}g^4)} (3(82,667)^2 - 4(26,58)^2)$$

$$\Delta_{MAX} = (1,058 \times 10^{-7})(17675,513) = 1,871 \times 10^{-3} \text{ pl}g$$

$$fb = \frac{Mx}{Sx} = \frac{3614,40 \text{ K}Lb_f \cdot \text{pl}g}{35,5 \text{ pl}g^3} = 101,81 \frac{\text{K}Lb_f}{\text{pl}g^2} \approx fb = 101,81 \text{ K}si$$

$Cb = 2,3$   $\longrightarrow$  Conexión Rígida

$$\lambda_{F_1} = \sqrt{\frac{102 \cdot 10^3 \cdot Cb}{S_Y}} = \sqrt{\frac{102 \cdot 10^3 \cdot 2,3}{36}} = 80,72$$

$$\lambda_{F_2} = \sqrt{\frac{510 \cdot 10^3 \cdot Cb}{S_Y}} = \sqrt{\frac{510 \cdot 10^3 \cdot 2,3}{36}} = 180,5$$

$$\lambda_F = \frac{L}{R_t} = \frac{82,677 \text{ plg}}{2,31 \text{ plg}} = 35,741$$

$$Fb = \left[ \frac{2}{3} - \frac{S_Y \cdot \lambda_F^2}{1530 \times 10^3 Cb} \right] S_Y = \left[ \frac{2}{3} - \frac{36 (35,791)^2}{1530 \times 10^3 \cdot 2,3} \right] 36 = 23,95 \text{ Ksi}$$

Como la conexión de  $[Fb] \geq fb$  no se cumple escogemos, un perfil de mayor seccion y  $S = 186 \text{ plg}^3$  entonces escogemos el W12x136 el cual tiene las siguientes dimensiones:

$$d = 13,4 \text{ plg}$$

$$bt = 12,4$$

$$I = 398 \text{ plg}^4$$

$$S = 186 \text{ plg}^3$$

$$rt = 3,61$$

$$tw = 0,79$$

Entonces el nuevo fb es:

$$fb = \frac{Mx}{S} = \frac{3614,40 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}}{186 \text{ plg}^3} = 19,43 \frac{\text{KLbf}}{\text{plg}^2} \approx fb = 19,43 \text{ Ksi}$$

$$\lambda_F = \frac{L}{R_t} = \frac{82,677 \text{ plg}}{3,61 \text{ plg}} = 22,9022$$

$$F_T = 544,065 \text{ KLb}_f + \text{Peso} = 544,065 \text{ KLb}_f + 0,936 \text{ KLb}_f = 545,001 \text{ KLb}_f$$

$$R_B = 136,25 \text{ KLb}_f$$

$$R_A = 136,25 \text{ KLb}_f = R = V = q$$

$$M_{MAX} = q \cdot a = (136,25 \text{ KLb}_f)(26,588 \text{ plg}) = 3622,62 \text{ KLb}_f \cdot \text{plg}$$

$$\Delta_{MAX} = \frac{q \cdot a}{24 EI} 3l^2 - 4a^2 = \frac{(136,25 \text{ KLb}_f)(26,588 \text{ plg})}{(24)(29 \times 10^6)(398 \text{ plg}^4)} (3(82,667)^2 - 4(26,58)^2)$$

$$\Delta_{MAX} = 2,311 \times 10^{-4} \text{ plg}$$

Como:

$$fb = 19,43 \text{ Ksi}$$

$$Fb = 23,95 \text{ Ksi}$$

$$[Fb] \geq fb \quad \text{Si cumple perfil aceptado.}$$

### **Por Corte**

$$A_{ef} = d \cdot tw = (13,4 \text{ plg})(0,790 \text{ plg}) = 10,586 \text{ plg}^2$$

$$f_V = \frac{v}{A_{ef}} = \frac{136,25 \text{ KLb}}{10,586 \text{ plg}^2} = 12,870 \text{ Ksi}$$

$$F_V = 0,4 \cdot S_y = 0,4 (36) = 14,4 \text{ Ksi}$$

$$\frac{d}{t_w} < \frac{380}{\sqrt{S_y}} \qquad \frac{13,4}{0,790} < \frac{380}{\sqrt{36}}$$

$$16,962 < 63,33 \quad \text{Cumple}$$

$$[Fb] \geq fb \quad \text{Si cumple perfil aceptado.}$$

### **Por Deformación**

$$[\Delta]_1 = \frac{L}{300} = \frac{82,677}{300} = 0,27559 \text{ plg}$$

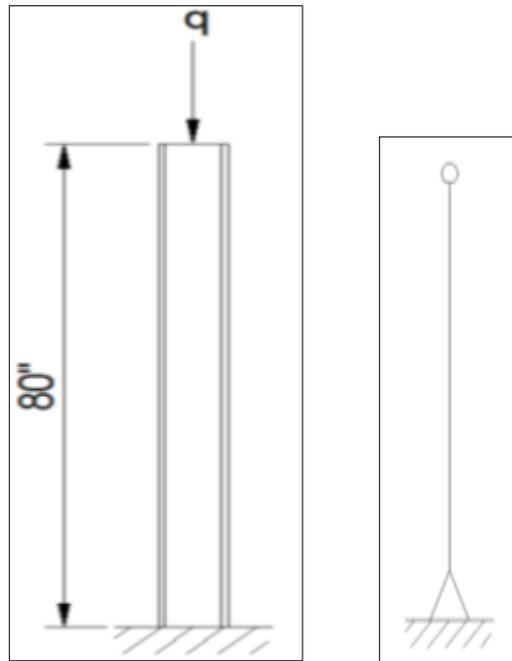
$$[\Delta]_2 = \frac{L}{2000} = \frac{82,677}{2000} = 0,041133 \text{ plg}$$

$$[\Delta_{\text{MAX REAL}}] = 0,0002311 \text{ plg}$$

Como el valor de deflexión es menor que los rangos establecidos, la viga es aceptada.

## Cálculo de columnas

Fig. 3.14 Columna de la Estructura



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

$q = 136,0165 \text{ Klb}_f$  Pero como la prensa tiene 2 columnas la carga se divide.

$\frac{q}{2} = 68,008 \text{ Klb}_f$  La Carga de trabajo de la columna.

Perfil seleccionado: W 8x40

$$k = 2$$

$$d = 8 \text{ plg}$$

$$bt = 8,07$$

$$tw = 0,36$$

$$S = 35,5 \text{ plg}^3$$

$$I = 49,1 \text{ plg}^4$$

$$A = 11,7 \text{ plg}^2$$

$$r_{min} = 2,04 \text{ plg}$$

$$M_x = q \cdot l = (68,008 \text{ K}Lb_f)(80 \text{ plg}) = 5440,64 \text{ K}Lb_f \cdot \text{plg}$$

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{68,008 \text{ K}Lb_f}{11,7 \text{ plg}^2} = 5,812 \text{ Ksi}$$

$$\lambda = \frac{K \cdot l}{r_{\min}} = \frac{2 \cdot 82,677 \text{ plg}}{2,04 \text{ plg}} = 81,055$$

$$f_{bx} = \frac{M_x}{S_x} = \frac{5440,64 \text{ K}Lb_f \cdot \text{plg}}{35,5 \text{ plg}^3} = 153,25 \text{ Ksi}$$

$$F_{bx} = 0,66 \cdot S_y = 0,66 (36) = 23,76 \text{ Ksi}$$

$F_a$  se obtiene interpolando el valor de Esbeltez  $\lambda$

$$F_a = 18,71 \text{ Ksi}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} \leq 1 \qquad \frac{5,812}{18,71} + \frac{153,25}{23,76} \leq 1$$

$6,76 \leq 1$  No cumple, se debe seleccionar otro perfil

Para un perfil seleccionado: W 12x170

$$k = 2$$

$$d = 17,03 \text{ plg}$$

$$bt = 12,57 \text{ plg}$$

$$A = 50 \text{ plg}^2$$

$$S = 235 \text{ plg}^3$$

$$I = 517 \text{ plg}^4$$

$$r_{\min} = 3,22 \text{ plg}$$

$$fa = \frac{P}{A} = \frac{68,008 \text{ KLbf}}{50 \text{ plg}^2} = 1,36016 \text{ Ksi}$$

$$\lambda = \frac{K \cdot l}{r_{\min}} = \frac{2 \cdot 82,677 \text{ plg}}{3,22 \text{ plg}} = 51,352$$

$$fbx = \frac{Mx}{Sx} = \frac{5440,64 \text{ KLbf} \cdot \text{plg}}{235 \text{ plg}^3} = 23,151 \text{ Ksi}$$

$$Fbx = 0,66 \cdot Sy = 0,66 (36) = 23,76 \text{ Ksi}$$

$Fa$  se obtiene interpolando el valor de Esbeltez  $\lambda$  (AISC, 2010, tabla C-36)

$$Fa = 18,15 \text{ Ksi}$$

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fbx}{Fbx} \leq 1 \quad \frac{1,36012}{18,71} + \frac{23,151}{23,76} \leq 1$$

$1,0049 \leq 1$  Es mayor pero no es significativo, Aceptado.

# CAPÍTULO 4

## SIMULACIÓN

### 4.1 Diseño de Elementos a Flexión

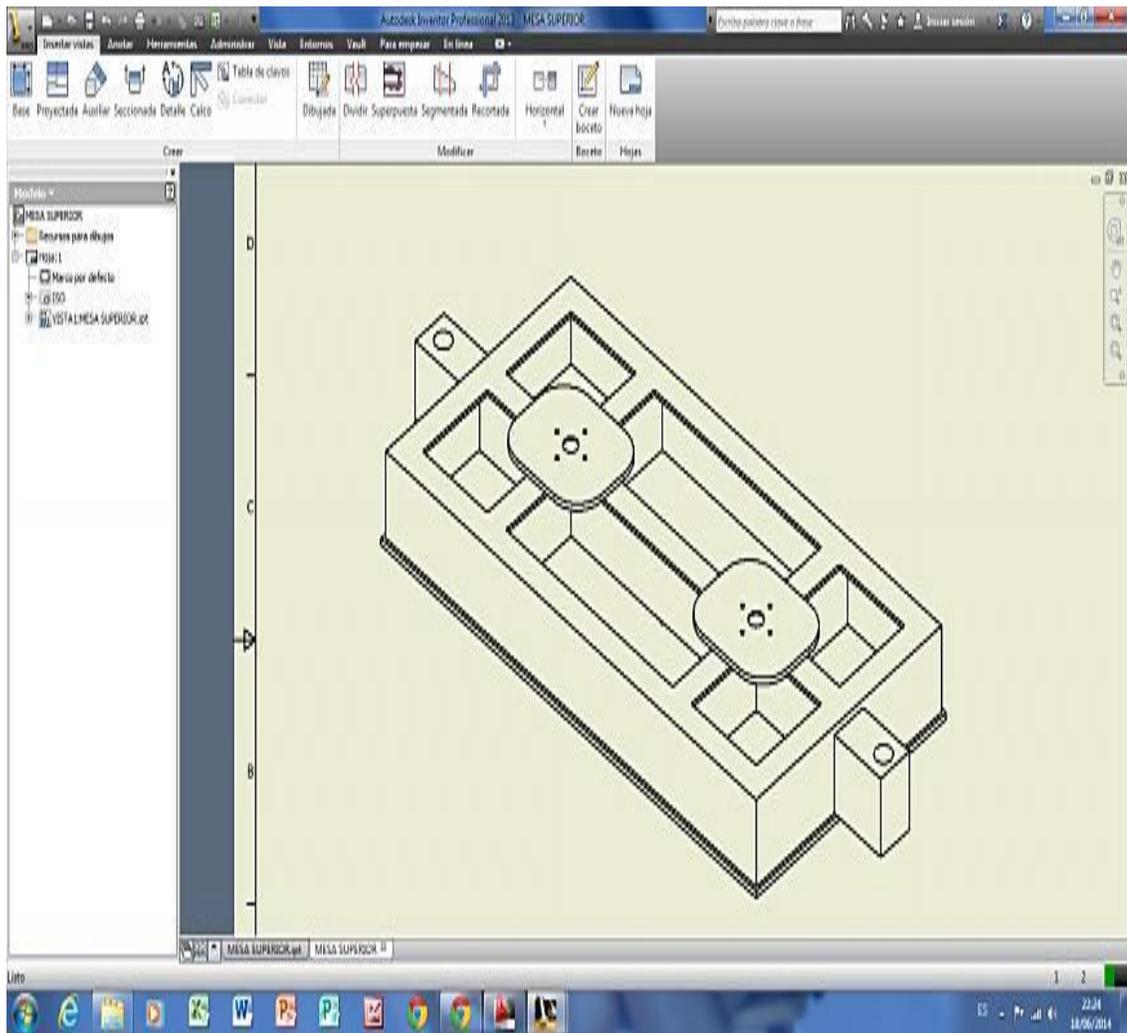
#### Viga para mesa (pág. 51)

Longitud de la viga: 63 plg = 1,6 m

Carga de cilindros: 116,6 KN

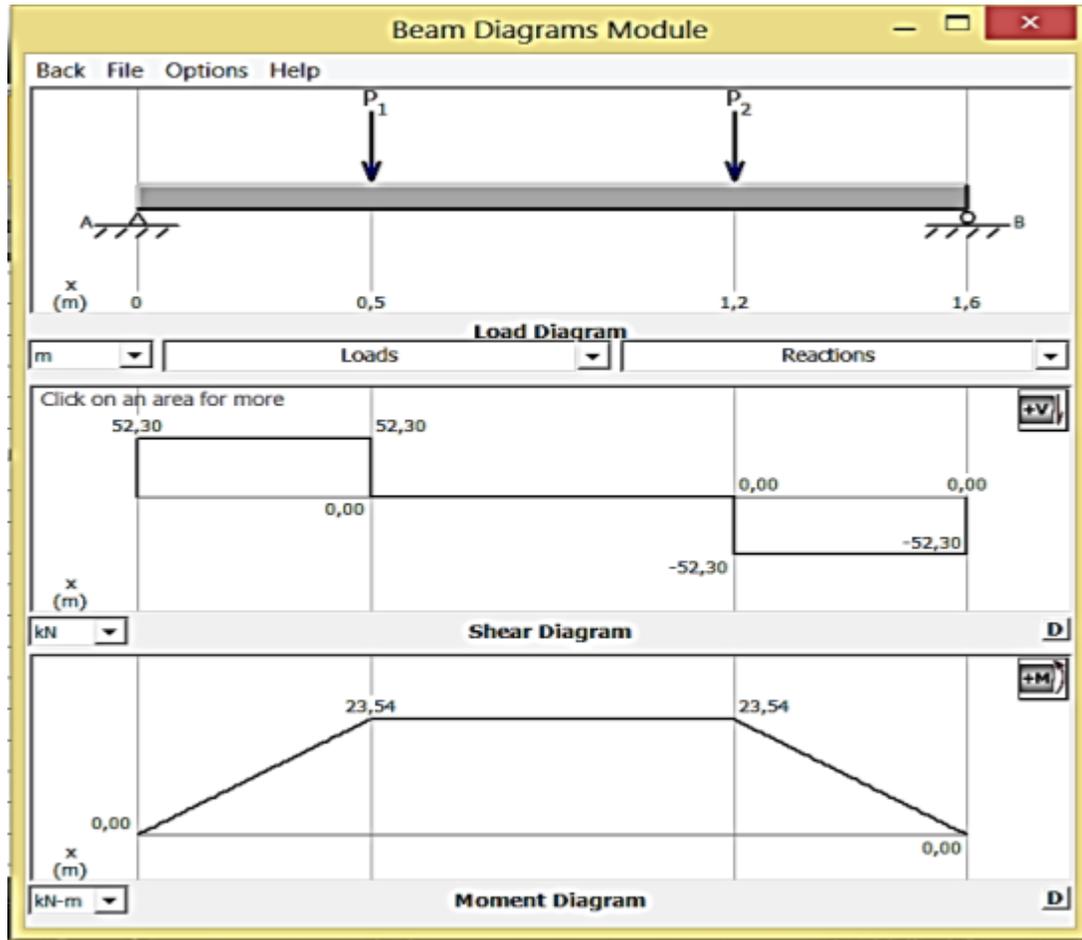
Carga aplicada: 58,3 KN

Fig. 4.1.1 Viga para mesa



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Fig. 4.1.2 Pre-selección del perfil, usando software MDSolids 4.1



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Reacciones	$R_1 = 52,3 \text{ KN}$
	$R_2 = 52,3 \text{ KN}$
Momento máximo	$M_{\text{máx}} = 23,54 \text{ KN.m}$

Usando la fórmula de esfuerzo por flexión:

$$\sigma = \frac{M}{S}$$

Siendo:

M = momento flector máximo

S = módulo de sección

Para el dimensionamiento usamos el esfuerzo permisible a flexión:

$$[\sigma] = 0,6 S_y$$

Para un acero estructural ASTM A 36,  $S_y = 36 \text{ Kpsi} = 248 \text{ MPa}$ , entonces:

$$[\sigma] = 0,6 (248 \text{ MPa}) = 148,8 \text{ MPa} = 148800 \text{ KPa}$$

Despejando el módulo de sección:

$$S = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{23,54 \text{ KN.m}}{148800 \text{ KN/m}^2} = 0,000158 \text{ m}^3$$

$$S = 9,54 \text{ plg}^3 = 158 \text{ cm}^3$$

Seleccionamos el perfil según el mercado nacional

Fig. 4.1.3 Catálogo de perfiles (DIPAC, 2014)

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION PESOS			PROPIEDADES			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 mm	cm <sup>2</sup>	Kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.60	8.32	171	12.20	34.20	4.88
IPN 120	120	58	5.10	7.70	5.10	3.10	14.20	11.20	328	21.50	54.70	7.41
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80
IPN 180	180	82	6.90	10.40	6.90	4.10	27.90	21.90	1450	81.30	161.00	19.80
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00
IPN 220	220	98	8.10	12.20	8.10	4.90	39.60	31.10	3060	162.00	278.00	33.10
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70
IPN 260	260	113	9.40	14.10	9.40	5.60	53.40	41.90	5740	288.00	442.00	51.00
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20
IPN 340	340	137	12.20	18.30	12.20	7.30	86.80	68.10	15700	647.00	923.00	98.40
IPN 360	360	143	13.00	19.50	13.00	7.80	97.10	76.20	19610	818.00	1090.00	114.00
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00
IPN 500	500	185	18.00	27.00	18.00	10.80	180.00	141.00	68740	2480.00	2750.00	268.00
IPN 550	550	200	19.00	30.00	19.00	11.90	213.00	167.00	99180	3490.00	3610.00	349.00

Fuente: DIPAC (2014)

El perfil que más se acerca al módulo de sección calculado e IPN 180, re calculamos el esfuerzo:

$$\sigma = \frac{23,54 \text{ KN}\cdot\text{m}}{0,000161 \text{ m}^3} = 146,2 \text{ MPa}$$

Comparando con el esfuerzo admisible:

$$[\sigma] = 148,8 \text{ MPa}$$

$$fs = \frac{148,8 \text{ MPa}}{146,2 \text{ MPa}} = 1,02$$

Como se puede notar el factor de seguridad es bajo, por lo que seleccionamos otro perfil. Trabajamos con el factor de seguridad mínimo recomendado 1,67:

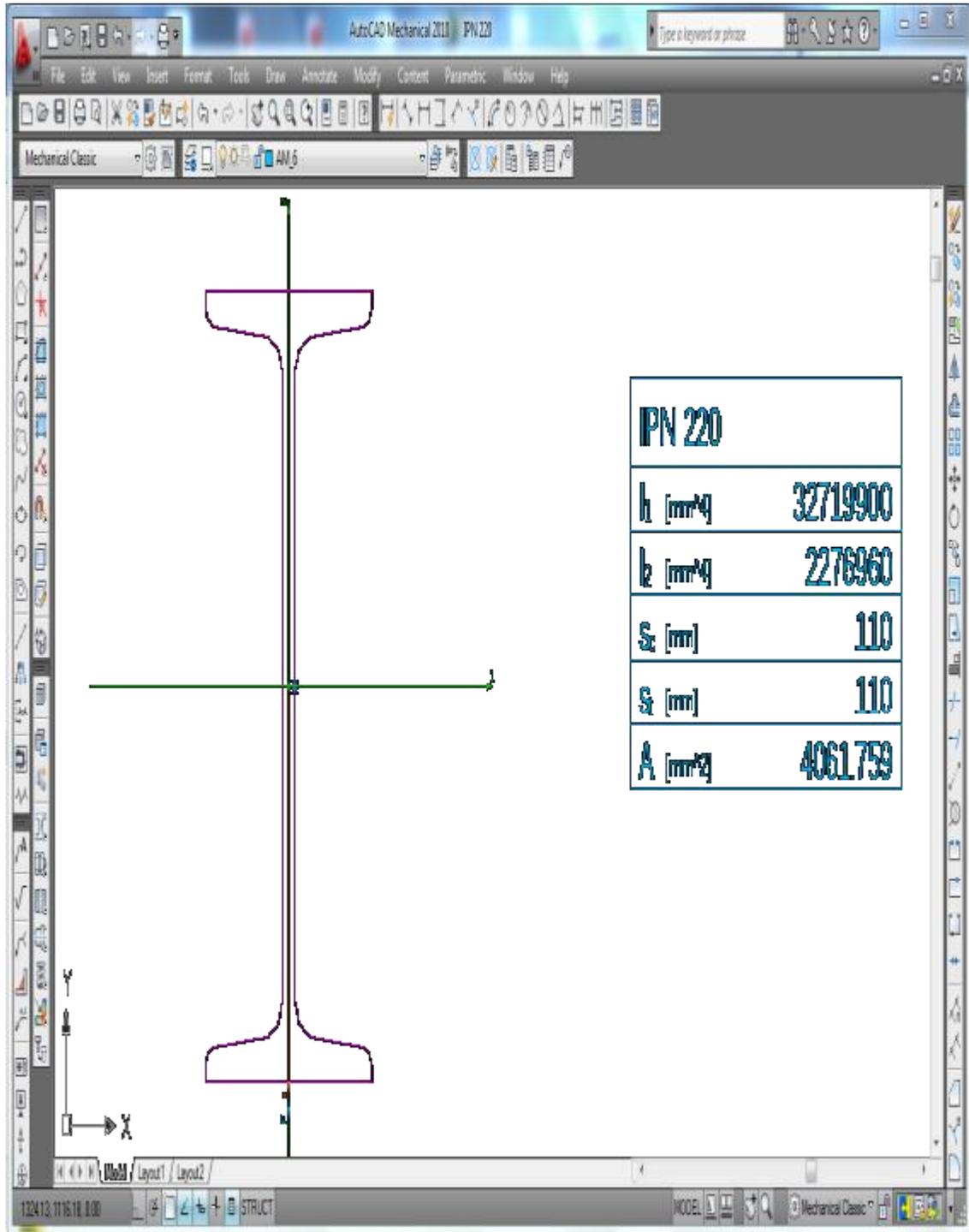
$$\sigma = \frac{148,8 \text{ MPa}}{1,67} = 89,1 \text{ MPa}$$

$$S = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{23,54 \text{ KN}\cdot\text{m}}{89100 \text{ KN}/\text{m}^2} = 0,000264 \text{ m}^3$$

Por lo que seleccionamos un perfil IPN 220.

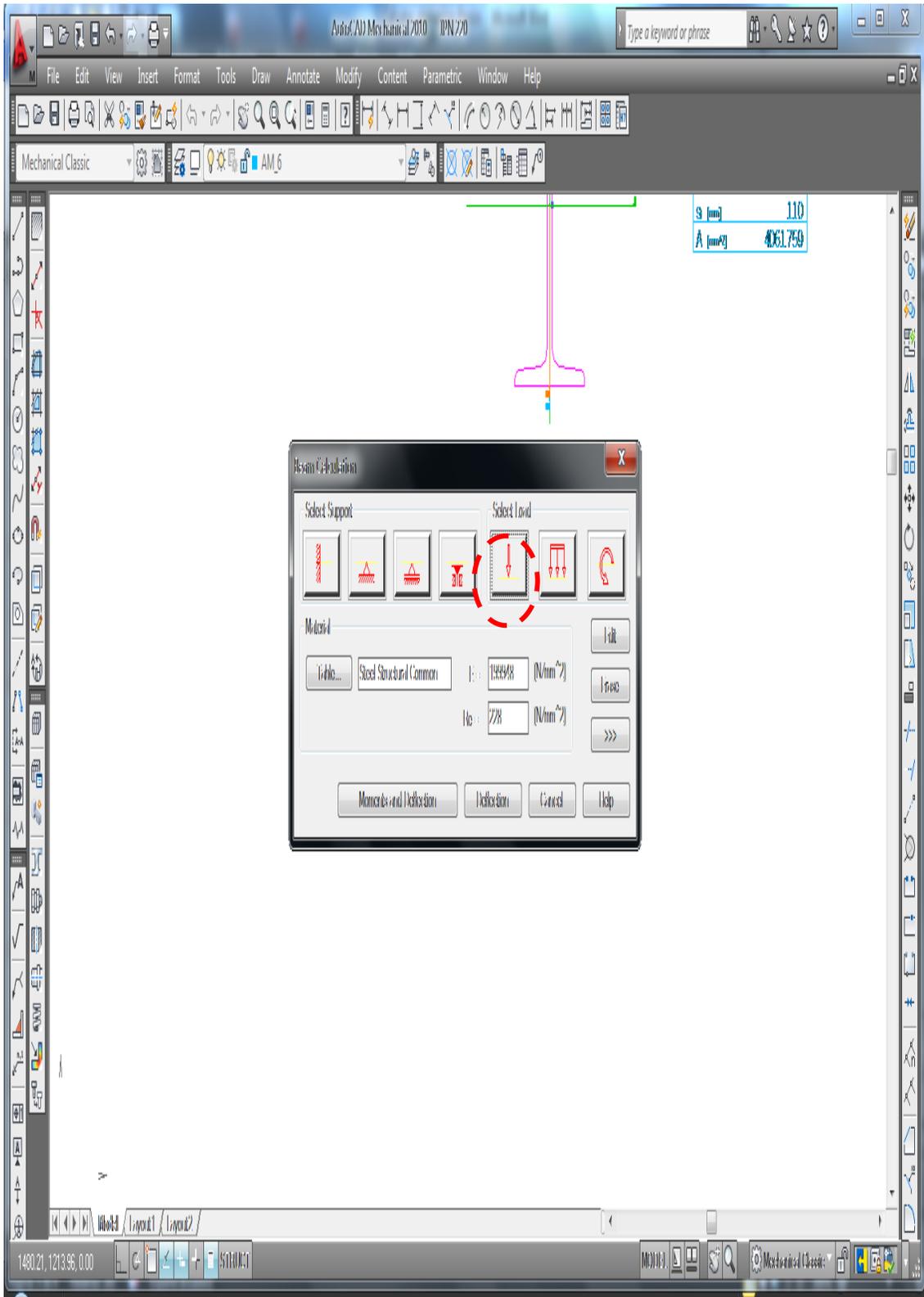
**Simulamos con AutoCAD Mechanical:**

Fig. 4.1.4 Cálculo del momento de inercia de la sección



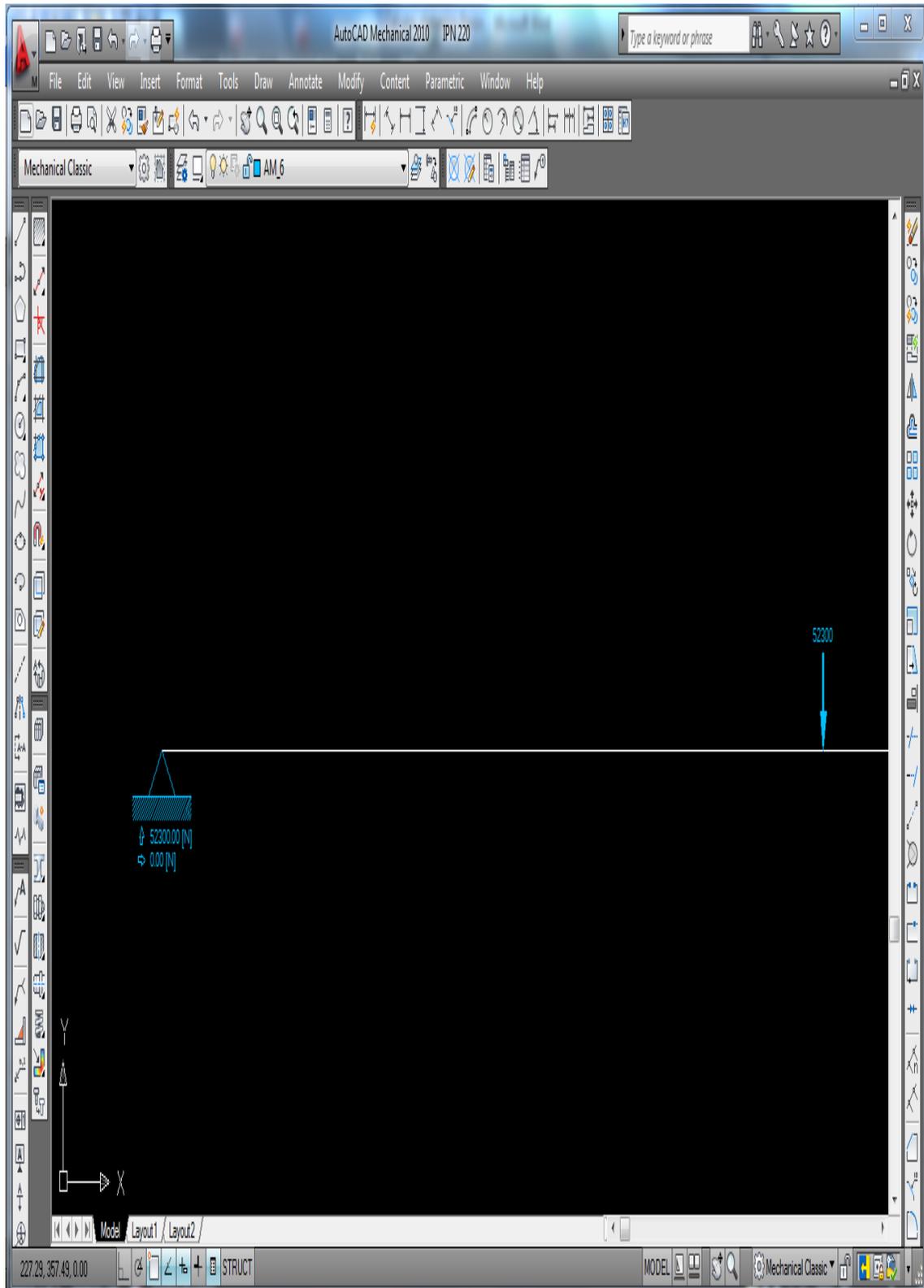
Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Fig. 4.1.5 Asignación de material y apoyos



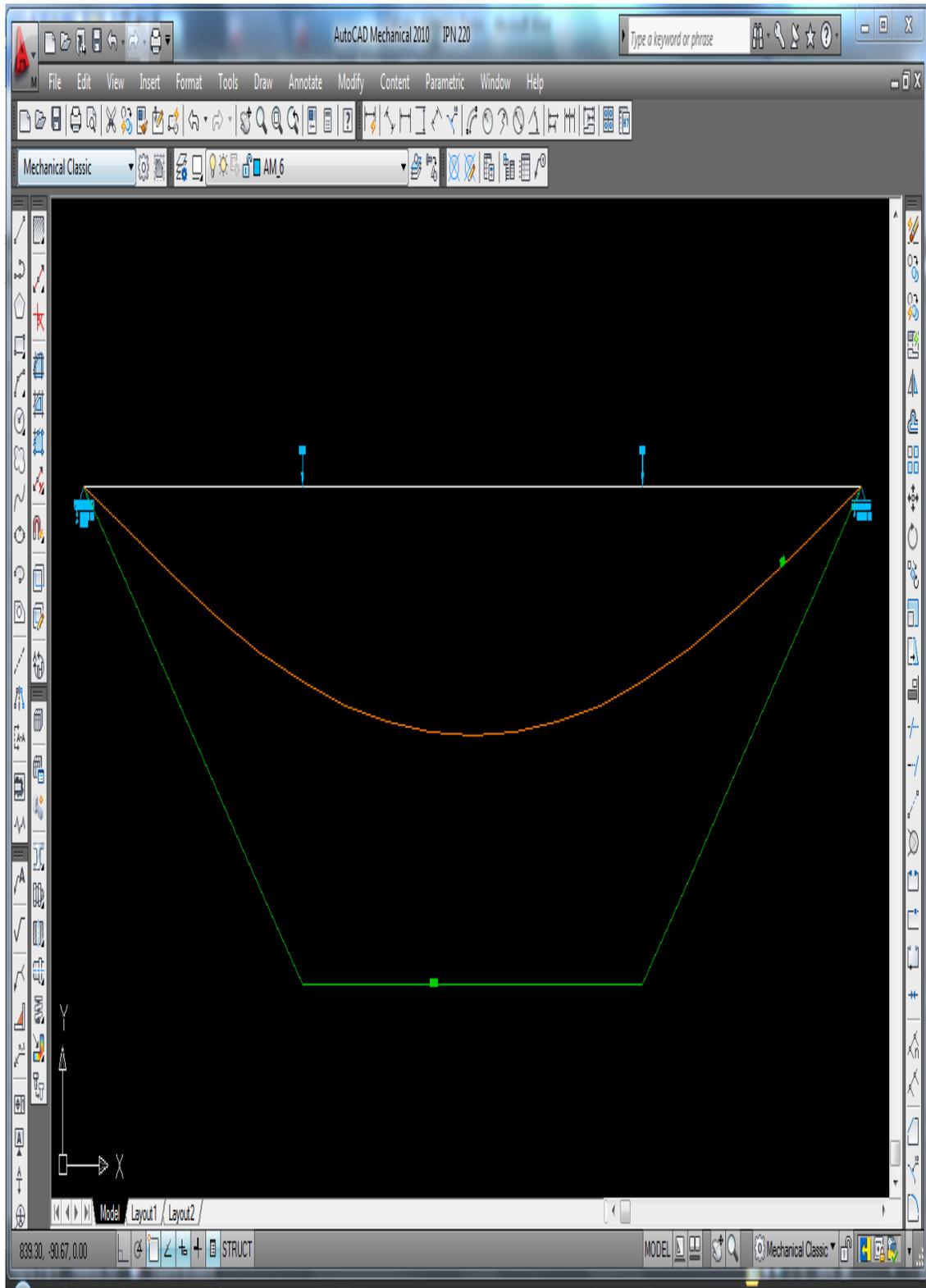
Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Fig. 4.1.6 Asignación de cargas



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Fig. 4.1.7 Resultados: Diagrama de momento flector y elástica



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Tabla 4.1 Tabla de resultados

Resultados IPN 220			
Moment of Inertia	I1	[mm <sup>4</sup> ]	32719900
Moment of Inertia	I2	[mm <sup>4</sup> ]	2276960
Moment of Inertia	Ieff	[mm <sup>4</sup> ]	32719900
Max. Border Dist.		[mm]	110
Safety Factor			2.8816
Yield Point		[N/mm <sup>2</sup> ]	228
E-Modulus		[N/mm <sup>2</sup> ]	199948
Material			Steel Structural Common
Max.Deflection	S1	[mm]	0
Max.Bending Moment	Mb1	[Nm]	0
Max.Deflection	S2	[mm]	1.029747
Max.Bending Moment	Mb2	[Nm]	23535
Max.Stress	Res.	[N/mm <sup>2</sup> ]	79.121
Max.Deflection	Sres	[mm]	1.029747
Max.Bending Moment	Mbres	[Nm]	23535
Scale for Defl. Line			194.22:1
Scale for Bending Mom. Line			1:58.84

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

El programa nos indica una deflexión en el eje vertical (S2) de 1,029 mm, la misma que la compararemos con la deflexión admisible:

$$[\delta] = \frac{L}{400} = \frac{1600}{400} = 4 \text{ mm}$$

$$\delta_{calculada} < [\delta]$$

$$1,029 \text{ mm} < 4 \text{ mm} \rightarrow \text{cumple por de flexión}$$

Además el programa nos indica un factor de seguridad de 2,88, lo que nos garantiza un diseño seguro.

### **Viga de mesa pág. (57)**

Longitud de la viga: 63 plg = 1,6 m

Carga aplicada: 58,3 KN

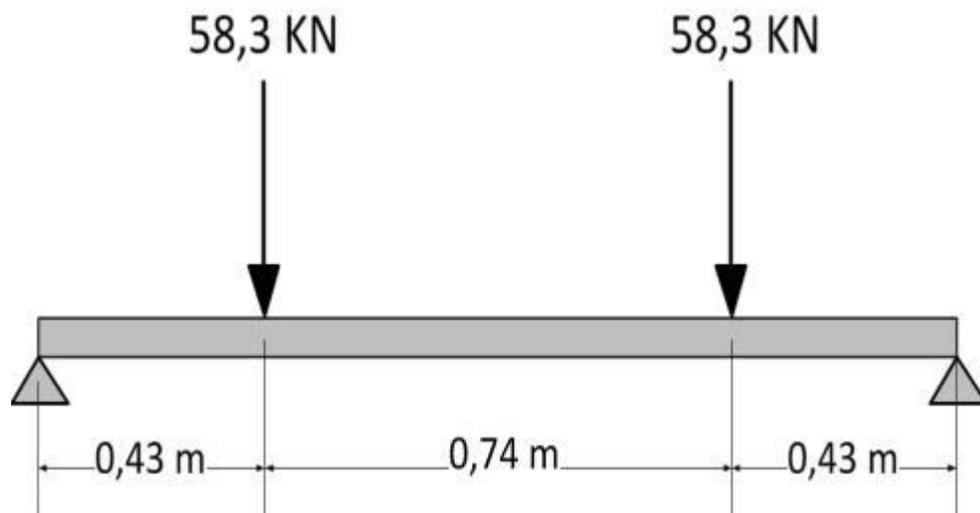
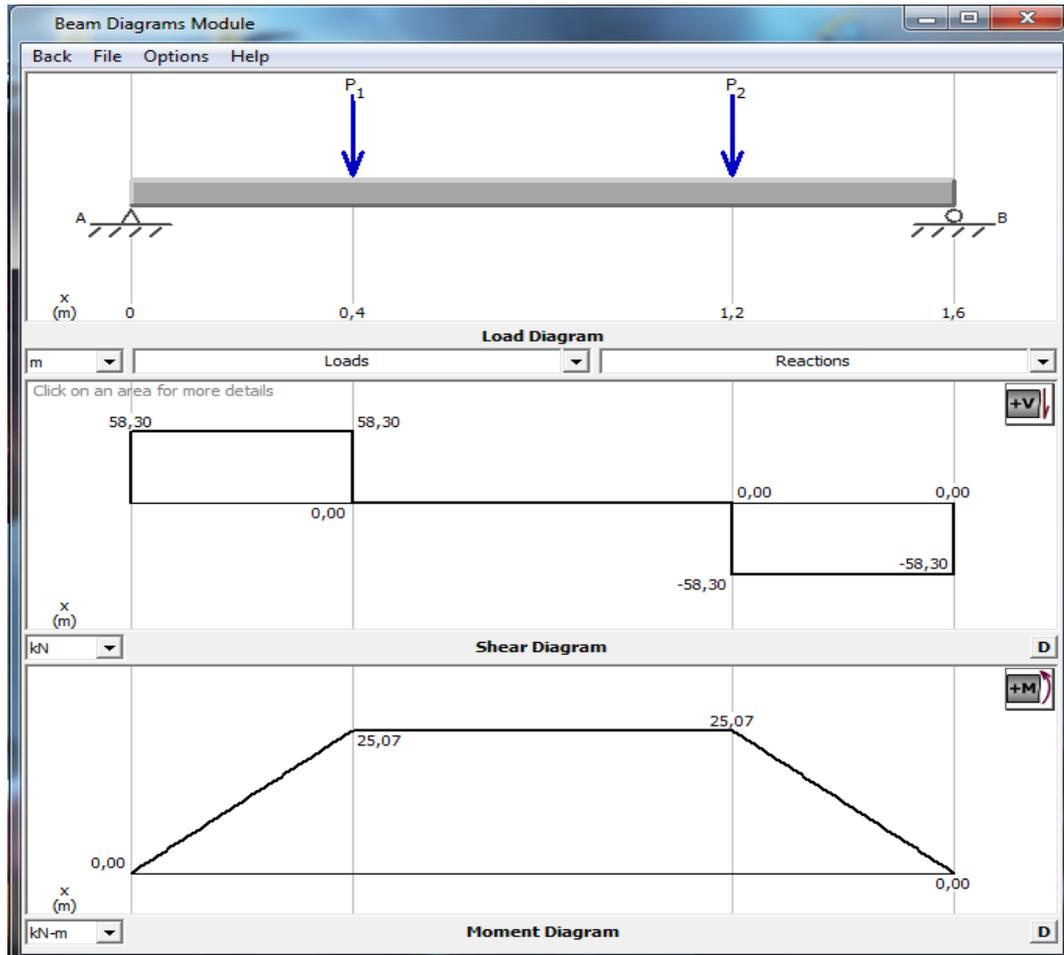


Fig. 4.1.8 Pre-selección del perfil, usando software MDSolids 4.1 (2)



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Reacciones	$R_1 = 58,3 \text{ KN}$
	$R_2 = 58,3 \text{ KN}$
Momento máximo	$M_{\text{m}\ddot{a}\text{x}} = 25,07 \text{ KN.m}$

Usando la fórmula de esfuerzo por flexión

$$\sigma = \frac{M}{S}$$

Siendo:

M = momento flector máximo

S = módulo de sección

Para el dimensionamiento usamos el esfuerzo permisible a flexión:

$$[\sigma] = 0,6 S_y$$

Para un acero estructural ASTM A 36,  $S_y = 36 \text{ Kpsi} = 248 \text{ MPa}$ , entonces:

$$[\sigma] = 0,6 (248 \text{ MPa}) = 148,8 \text{ MPa} = 148800 \text{ KPa}$$

Despejando el módulo de sección:

$$S = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{25,07 \text{ KN.m}}{148800 \text{ KN/m}^2} = 0,000168 \text{ m}^3$$

$$S = 10,25 \text{ plg}^3 = 168 \text{ cm}^3$$

Seleccionamos el perfil según el mercado nacional:

Fig. 4.1.9 Catálogo de perfiles UPN (DIPAC, 2014)

DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 cm4	SECCION cm2	PESOS kg/mt	Ix cm4	Iy cm4	Wx cm3	Wy cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80

Fuente: DIPAC (2014)

El perfil que más se acerca al módulo de sección calculado es IPN 220, re calculamos el esfuerzo:

$$\sigma = \frac{25,07 \text{ KN.m}}{0,000197 \text{ m}^3} = 127,2 \text{ MPa}$$

Comparando con el esfuerzo admisible:

$$[\sigma] = 148,8 \text{ MPa}$$

$$fs = \frac{148,8 \text{ MPa}}{127,2 \text{ MPa}} = 1,17$$

Como se puede notar el factor de seguridad es bajo, por lo que seleccionamos otro perfil. Trabajamos con el factor de seguridad mínimo recomendado 1,67.

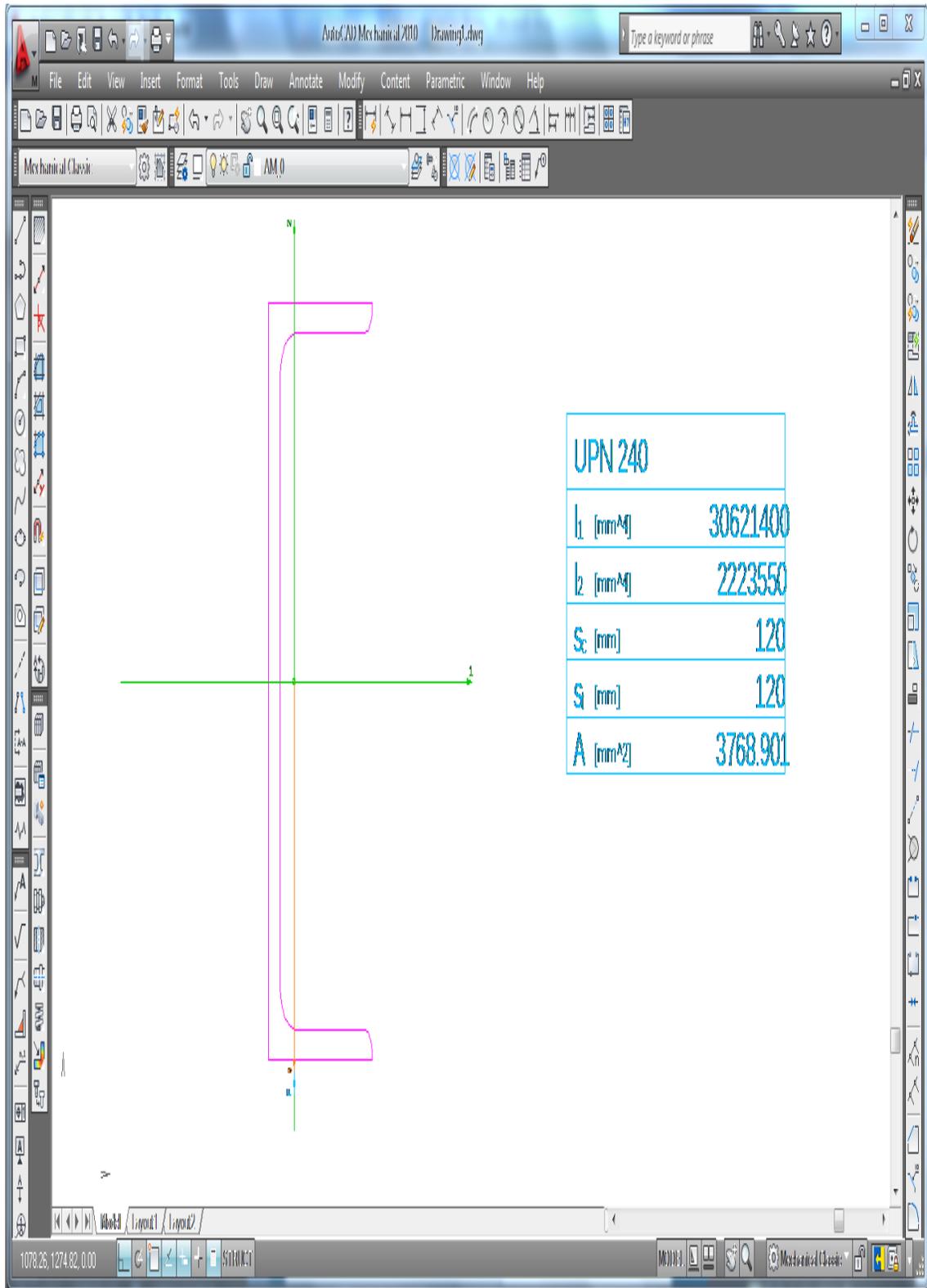
$$\sigma = \frac{148,8 \text{ MPa}}{1,67} = 89,1 \text{ MPa}$$

$$S = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{25,07 \text{ KN.m}}{89100 \text{ KN/m}^2} = 0,000281 \text{ m}^3$$

Por lo que seleccionamos un perfil UPN 240.

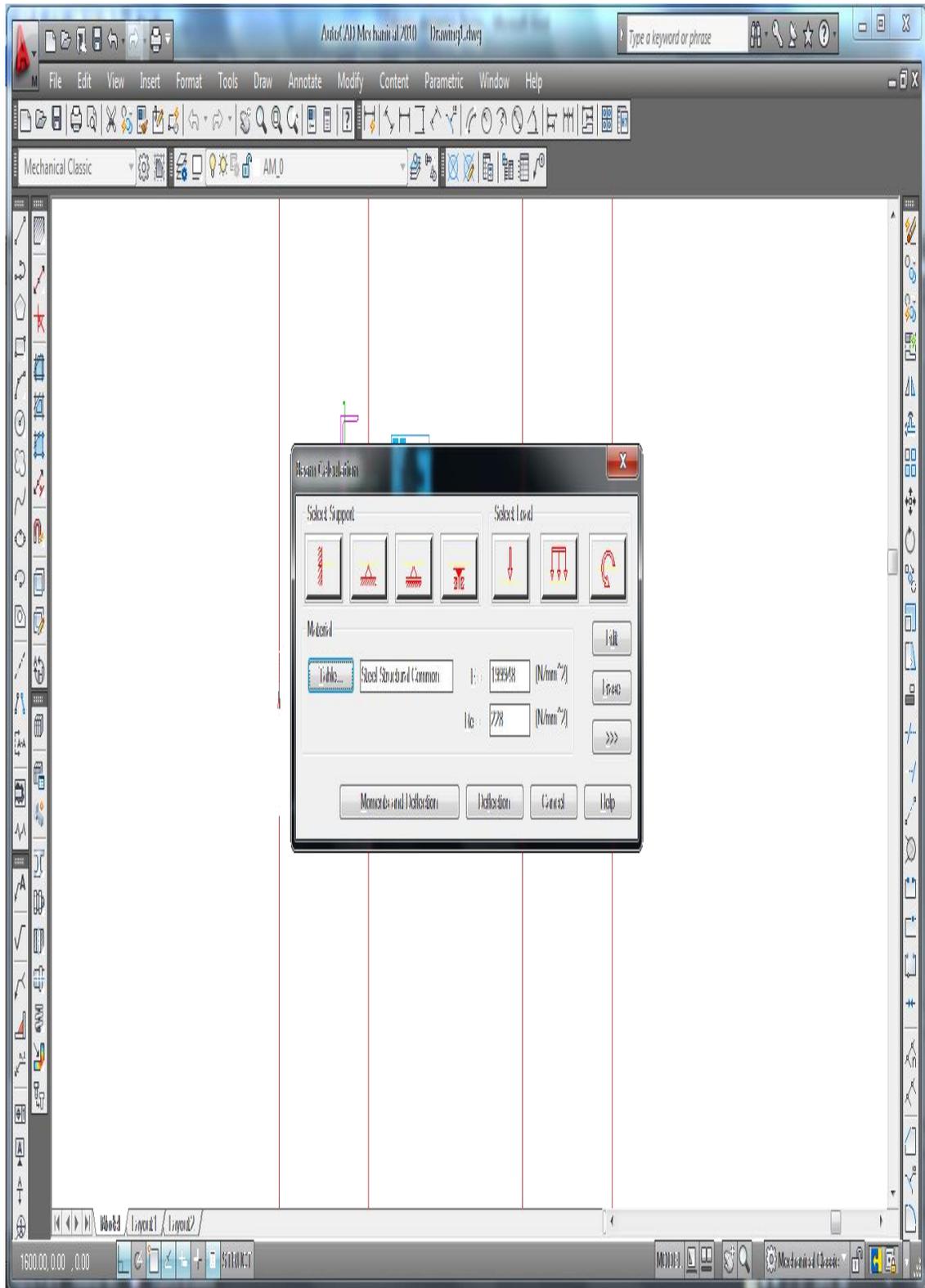
Simulamos con AutoCAD Mechanical: Por no existir en la librería del AutoCAD Mechanical el perfil seleccionado, procedemos a modelarlo con las dimensiones del catálogo.

Fig. 4.1.10 Cálculo del momento de inercia de la sección en AutoCAD Mechanical



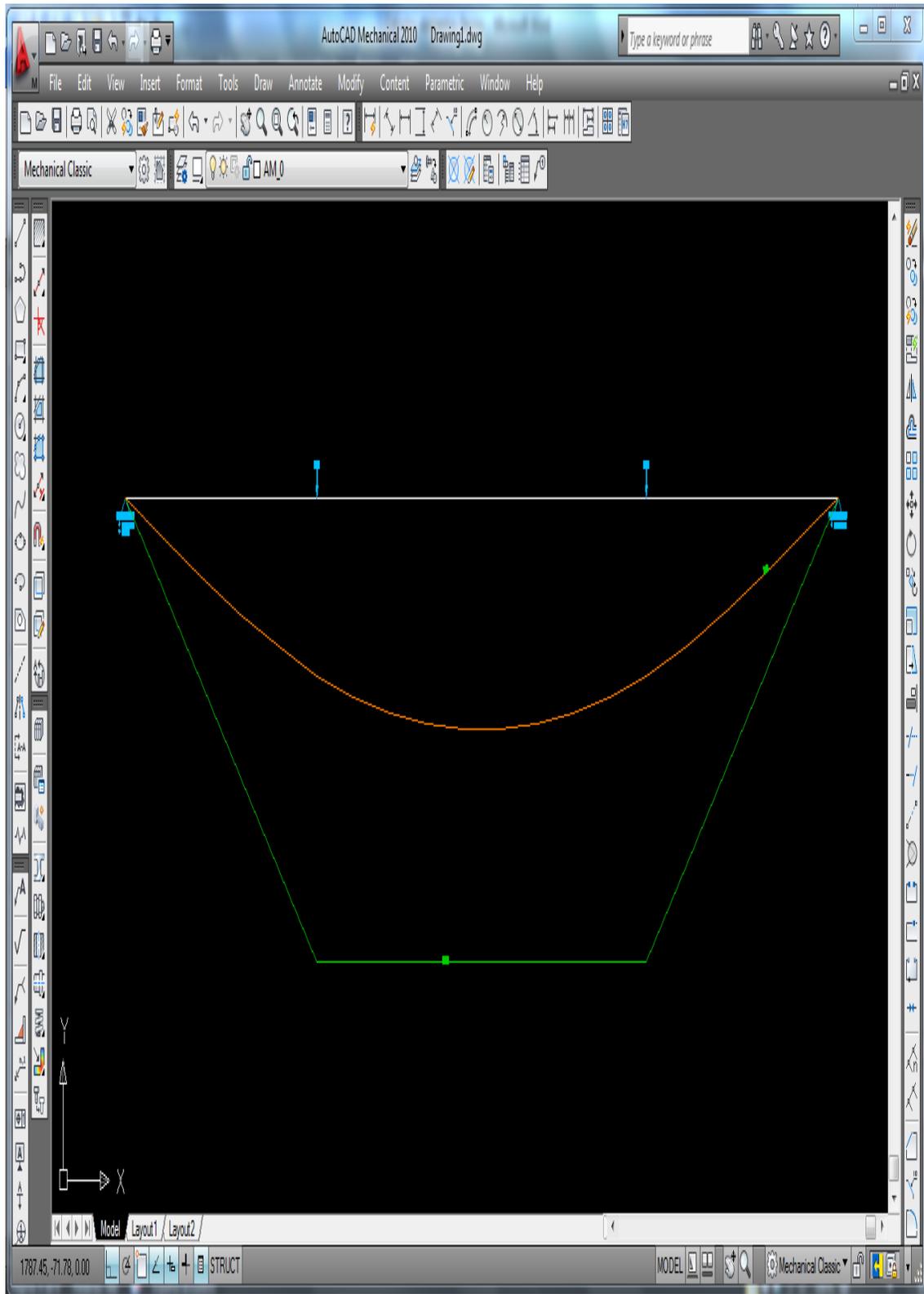
Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Fig. 4.1.11 Asignación de material, apoyos y carga



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Fig. 4.1.12 Diagramas de momento flector y elástica (2)



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Tabla 4.2 Tabla de resultados UPN240

Resultados UPN 240		
Moment of Inertia	I1	[mm <sup>4</sup> ] 30621400
Moment of Inertia	I2	[mm <sup>4</sup> ] 2223550
Moment of Inertia	Ieff	[mm <sup>4</sup> ] 30621400
Max. Border Dist.		[mm] 120
Safety Factor		2.3208
Yield Point		[N/mm <sup>2</sup> ] 228
E-Modulus		[N/mm <sup>2</sup> ] 199948
Material		Steel Structural Common
Max. Deflection	S1	[mm] 0
Max. Bending Moment	Mb1	[Nm] 0
Max. Deflection	S2	[mm] 1.184045
Max. Bending Moment	Mb2	[Nm] 25069
Max. Stress	Res.	[N/mm <sup>2</sup> ] 98.241
Max. Deflection	Sres	[mm] 1.184045
Max. Bending Moment	Mbres	[Nm] 25069
Scale for Defl. Line		168.91:1
Scale for Bending Mom. Line		1:62.67

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

El programa nos indica una deflexión en el eje vertical (S2) de 1,18 mm, la misma que la compararemos con la deflexión admisible:

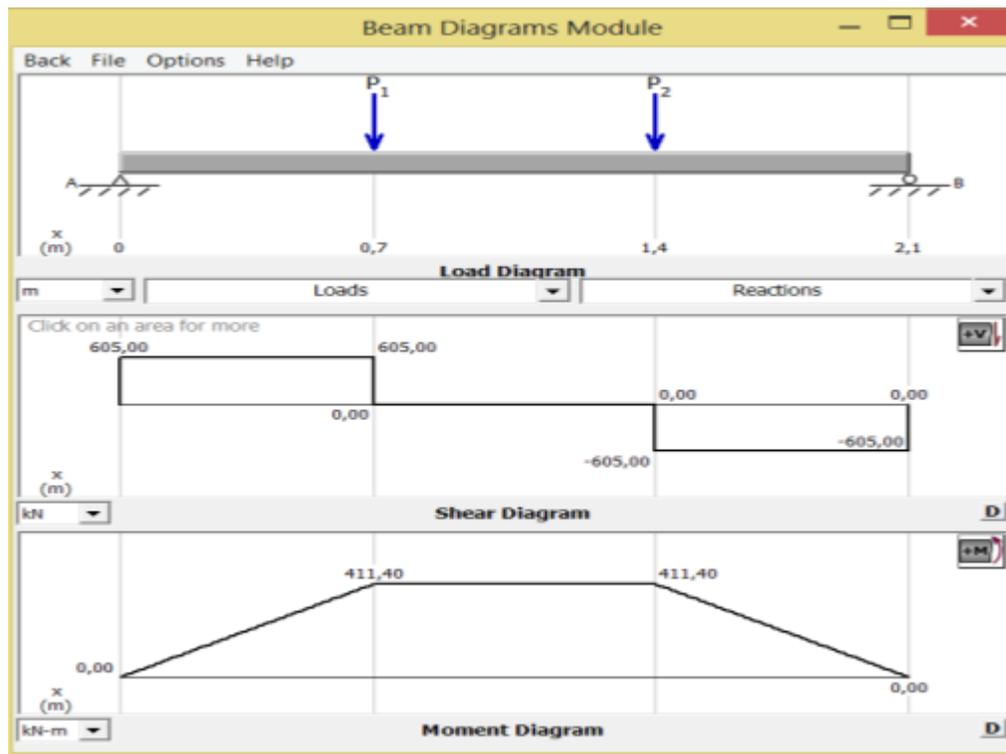
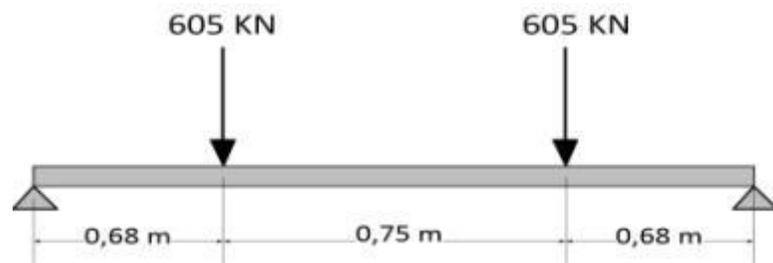
$$[\delta] = \frac{L}{400} = \frac{1600}{400} = 4 \text{ mm}$$

$$\delta_{calculada} < [\delta]$$

$$1,18 \text{ mm} < 4 \text{ mm} \rightarrow \text{cumple por de flexión}$$

Además el programa nos indica un factor de seguridad de 2,32, lo que nos garantiza un diseño seguro.

### Cálculo de vigas (pág. 77)



Reacciones	$R_1 = 605 \text{ KN}$
	$R_2 = 605 \text{ KN}$
Momento máximo	$M_{\text{màx}} = 411,4 \text{KN.m}$

Usando la fórmula de esfuerzo por flexión

$$\sigma = \frac{M}{S}$$

Siendo:

$M$  = momento flector máximo

$S$  = módulo de sección

Para el dimensionamiento usamos el esfuerzo permisible a flexión:

$$[\sigma] = 0,6 S_y$$

Para un acero estructural ASTM A 36,  $S_y = 36 \text{ Kpsi} = 248 \text{ MPa}$ , entonces:

$$[\sigma] = 0,6 (248 \text{ MPa}) = 148,8 \text{ MPa} = 148800 \text{ KPa}$$

Despejando el módulo de sección:

$$S = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{411,4 \text{ KN.m}}{148800 \text{ KN/m}^2} = 0,00276 \text{ m}^3$$

$$S = 168,4 \text{ plg}^3 = 2760 \text{ cm}^3$$

Seleccionamos el perfil según el catálogo de la AISC.

Fig. 4.1.13 Catalogo de la AISC

Dimensions													
Designation	Area A	Depth d		Web			Flange				Distance		
				Thickness t <sub>w</sub>	t <sub>w</sub> /2	Width b <sub>f</sub>	Thickness t <sub>f</sub>	T	k	k <sub>t</sub>			
											in. <sup>2</sup>	in.	in.
W 12×336*	98.8	16.82	16%	1.775	1%	3/8	13.385	13%	2.955	2 1/4	9%	3 1/4	1 1/2
×305*	89.6	16.32	16%	1.625	1%	3/8	13.235	13%	2.705	2 1/4	9%	3 1/4	1 1/2
×279*	81.9	15.85	15%	1.530	1%	3/8	13.140	13%	2.470	2 1/4	9%	3 1/4	1 1/2
×252*	74.1	15.41	15%	1.395	1%	3/8	13.005	13	2.250	2 1/4	9%	2 1/4	1 1/2
×230*	67.7	15.05	15	1.285	1 1/4	3/8	12.895	12%	2.070	2 1/4	9%	2 1/4	1 1/2
×210*	61.8	14.71	14%	1.180	1 1/4	3/8	12.790	12%	1.900	1 1/2	9%	2 1/4	1 1/2
×190	55.8	14.38	14%	1.060	1 1/4	3/8	12.670	12%	1.735	1 1/2	9%	2 1/4	1 1/2
×170	50.0	14.03	14	0.960	3/4	3/8	12.570	12%	1.560	1 1/4	9%	2 1/4	1 1/2
×152	44.7	13.71	13%	0.870	3/4	3/8	12.480	12%	1.400	1 1/4	9%	2 1/4	1 1/2
×136	39.9	13.41	13%	0.790	3/4	3/8	12.400	12%	1.250	1 1/4	9%	1 1/4	1
×120	35.3	13.12	13%	0.710	3/4	3/8	12.320	12%	1.105	1 1/4	9%	1 1/4	1
×106	31.2	12.89	12%	0.610	3/4	3/8	12.220	12%	0.990	1	9%	1 1/4	3/4
×96	28.2	12.71	12%	0.550	3/4	3/8	12.160	12%	0.900	3/4	9%	1 1/4	3/4
×87	25.6	12.53	12%	0.515	3/4	3/8	12.125	12%	0.810	3/4	9%	1 1/4	3/4
×79	23.2	12.38	12%	0.470	3/4	3/8	12.060	12%	0.735	3/4	9%	1 1/4	3/4
×72	21.1	12.25	12%	0.430	3/4	3/8	12.040	12	0.670	3/4	9%	1 1/4	3/4
×65	19.1	12.12	12%	0.390	3/4	3/8	12.000	12	0.605	3/4	9%	1 1/4	3/4
W 12×58	17.0	12.19	12%	0.360	3/4	3/8	10.010	10	0.640	3/4	9%	1 1/4	3/4
×53	15.6	12.06	12	0.345	3/4	3/8	9.995	10	0.575	3/4	9%	1 1/4	3/4
W 12×50	14.7	12.19	12 1/4	0.370	3/4	3/8	8.080	8 1/2	0.640	3/4	9%	1 1/4	3/4
×45	13.2	12.06	12	0.335	3/4	3/8	8.045	8	0.575	3/4	9%	1 1/4	3/4
×40	11.8	11.94	12	0.295	3/4	3/8	8.005	8	0.515	3/4	9%	1 1/4	3/4
W 12×35	10.3	12.50	12%	0.300	3/4	3/8	6.560	6 1/2	0.520	3/4	10 1/2	1	3/4
×30	8.79	12.34	12%	0.260	3/4	3/8	6.520	6 1/2	0.440	3/4	10 1/2	3/4	3/4
×26	7.65	12.22	12%	0.230	3/4	3/8	6.490	6 1/2	0.380	3/4	10 1/2	3/4	3/4
W 12×22	6.48	12.31	12%	0.260	3/4	3/8	4.030	4	0.425	3/4	10 1/2	3/4	3/4

Nom- inal Wt. per Ft	Compact Section Criteria				r <sub>r</sub>	d A <sub>y</sub>	Elastic Properties						Plastic Modulus	
	b <sub>f</sub> 2t <sub>f</sub>	F <sub>y</sub> *	d t <sub>w</sub>	F <sub>y</sub> **			Axis X-X			Axis Y-Y			Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
							I	S	r	I	S	r		
							in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.		
Lb.	Ksi	Ksi	in.	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>4</sup>	in. <sup>3</sup>	in.	in. <sup>3</sup>	in. <sup>3</sup>			
336	2.3	—	9.5	—	3.71	0.43	4060	483	6.41	1190	177	3.47	603	274
305	2.4	—	10.0	—	3.67	0.46	3550	435	6.29	1050	159	3.42	537	244
279	2.7	—	10.4	—	3.64	0.49	3110	393	6.16	937	143	3.38	481	220
252	2.9	—	11.0	—	3.58	0.53	2720	353	6.06	826	127	3.34	426	196
230	3.1	—	11.7	—	3.56	0.56	2420	321	5.97	742	115	3.31	386	177
210	3.4	—	12.5	—	3.53	0.61	2140	292	5.89	664	104	3.28	348	159
190	3.7	—	13.6	—	3.50	0.66	1890	263	5.82	589	93.0	3.25	311	143
170	4.0	—	14.6	—	3.47	0.72	1650	235	5.74	517	82.3	3.22	275	126
152	4.5	—	15.8	—	3.44	0.79	1430	209	5.66	454	72.8	3.19	243	111
136	5.0	—	17.0	—	3.41	0.87	1240	186	5.58	398	64.2	3.16	214	98.0
120	5.6	—	18.5	—	3.38	0.96	1070	163	5.51	345	56.0	3.13	186	85.4
106	6.2	—	21.1	—	3.36	1.07	933	145	5.47	301	49.3	3.11	164	75.1
96	6.8	—	23.1	—	3.34	1.16	833	131	5.44	270	44.4	3.09	147	67.5
87	7.5	—	24.3	—	3.32	1.28	740	118	5.38	241	39.7	3.07	132	60.4
79	8.2	62.6	26.3	—	3.31	1.39	662	107	5.34	216	35.8	3.05	119	54.3
72	9.0	52.3	28.5	—	3.29	1.52	597	97.4	5.31	195	32.4	3.04	108	49.2
65	9.9	43.0	31.1	—	3.28	1.67	533	87.9	5.28	174	29.1	3.02	96.8	44.1
58	7.8	—	33.9	57.6	2.72	1.90	475	78.0	5.28	167	21.4	2.51	86.4	32.5
53	8.7	55.9	35.0	54.1	2.71	2.10	425	70.8	5.23	95.8	19.2	2.48	77.9	29.1
50	6.3	—	32.9	60.9	2.17	2.36	394	64.7	5.18	56.3	13.9	1.96	72.4	21.4
45	7.0	—	36.0	51.0	2.15	2.61	350	58.1	5.15	50.0	12.4	1.94	64.7	19.0
40	7.8	—	40.5	40.3	2.14	2.90	310	51.9	5.13	44.1	11.0	1.93	57.5	16.8
35	6.3	—	41.7	38.0	1.74	3.66	285	45.8	5.25	24.5	7.47	1.54	51.2	11.5
30	7.4	—	47.5	29.3	1.73	4.30	238	38.8	5.21	20.3	6.24	1.52	43.1	9.56
26	8.5	57.9	53.1	23.4	1.72	4.95	204	33.4	5.17	17.3	5.34	1.51	37.2	8.17
22	4.7	—	47.3	29.5	1.02	7.19	156	25.4	4.91	4.66	2.31	0.847	29.3	3.66
19	5.7	—	51.7	24.7	1.00	8.67	130	21.3	4.82	3.76	1.88	0.822	24.7	2.98
16	7.5	—	54.5	22.2	0.96	11.3	103	17.1	4.67	2.82	1.41	0.773	20.1	2.26
14	8.8	54.3	59.6	18.6	0.95	13.3	88.6	14.9	4.62	2.36	1.19	0.753	17.4	1.90

Fuente: Manual AISC (2010)

El perfil que más se acerca al módulo de sección es W12X136, re calculamos el esfuerzo con:

$$S_x = 186 \text{ plg}^3 = 0,00304 \text{ m}^3.$$

$$\sigma = \frac{411,4 \text{ KN} \cdot \text{m}}{0,00304 \text{ m}^3} = 135,32 \text{ MPa}$$

Comparando con el esfuerzo admisible:

$$[\sigma] = 148,8 \text{ MPa}$$

$$fs = \frac{148,8 \text{ MPa}}{135,32 \text{ MPa}} = 1,09$$

Como se puede notar el factor de seguridad es bajo, por lo que seleccionamos otro perfil. Trabajamos con el factor de seguridad mínimo recomendado 1,67.

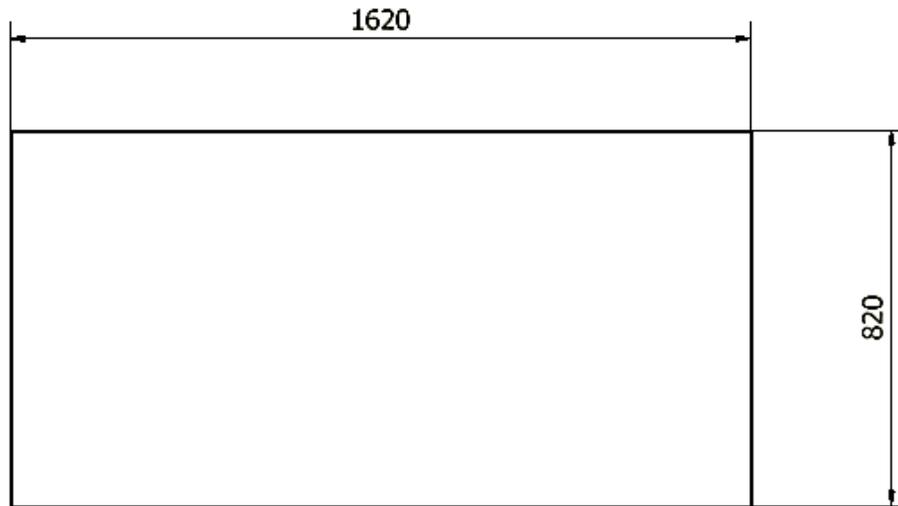
$$\sigma = \frac{148,8 \text{ MPa}}{1,67} = 89,1 \text{ MPa}$$

$$S = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{411,4 \text{ KN} \cdot \text{m}}{89100 \text{ KN/m}^2} = 0,00461 \text{ m}^3 = 281,32 \text{ plg}^3$$

Por lo que seleccionamos un perfil W12x210.

## 4.2 Diseño de Placas

Fig. 4.2.1 Placa



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Para dimensionar el espesor de la placa usaremos la teoría “placas planas” (Avalone & Baumeister, 2007)

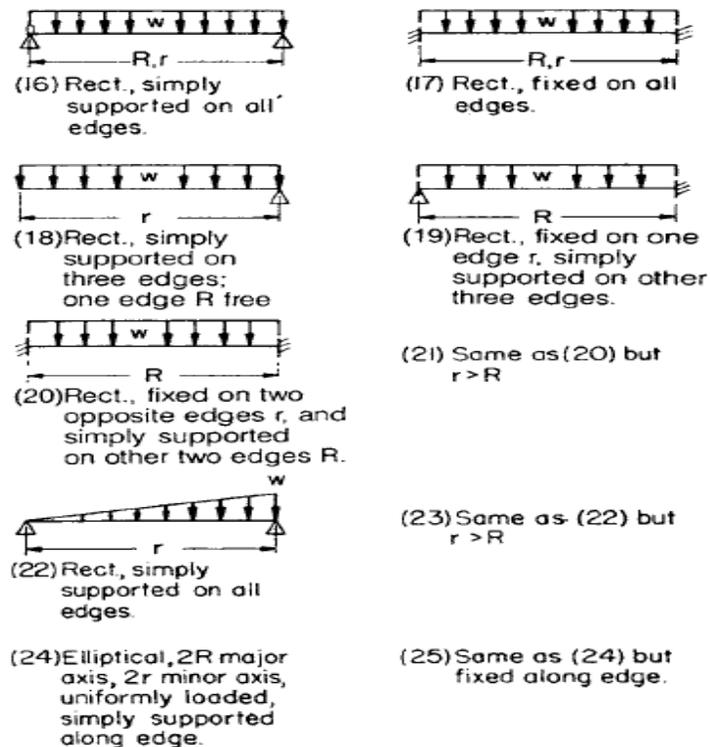
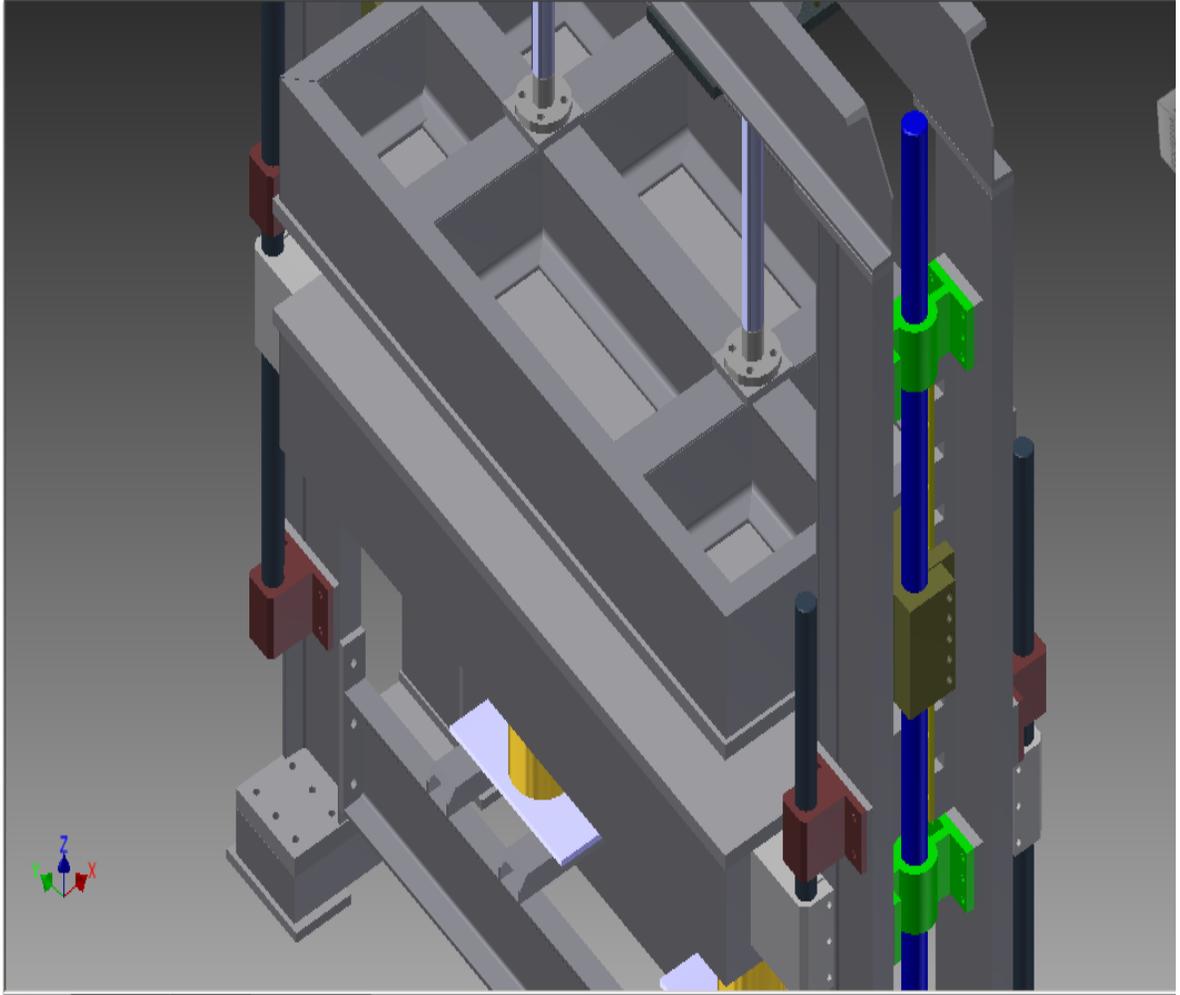


Fig. 5.2.70 Rectangular and elliptical plates. [ $R$  is the longer dimension except in cases (21) and (23).]

Para determinar los parámetros principales, analizamos el ensamble total:

Fig. 4.2.2 Ensamble Total



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Consideramos a la placa con apoyo simple en todo su perímetro, con carga distribuida, que es la consecuencia de la carga de la mesa sobre la placa, por lo que analizaremos el caso 16.

Nuestro parámetro de análisis será la deflexión:

The maximum deflection for the same cases is given by

$$y_M = k_1 \frac{wR^4}{Et^3} \quad y_M = k_1 \frac{PR^2}{Et^3} \quad \text{and} \quad y_M = k_1 \frac{CR^2}{Et^3}$$

Donde R, es la dimensión más grande, R = 1620 mm

Para el coeficiente k1, usamos:

Tabla. 4.3 Coeficiente k1

Table 5.2.20 Coefficients  $k$  and  $k_1$  for Rectangular and Elliptical Plates  
( $\mu = 0.3$ )

Case	$R/r$									
	1.0		1.5		2.0		3.0		4.0	
	$k$	$k_1$								
16	0.287	0.0443	0.487	0.0843	0.610	0.1106	0.713	0.1336	0.741	0.1400
17	0.308	0.0138	0.454	0.0240	0.497	0.0277	0.500	0.028	0.500	0.028
18	0.672	0.140	0.768	0.160	0.792	0.165	0.798	0.166	0.800	0.166
19	0.500	0.030	0.670	0.070	0.730	0.101	0.750	0.132	0.750	0.139
20	0.418	0.0209	0.626	0.0582	0.715	0.0987	0.750	0.1276	0.750	
21*	0.418	0.0216	0.490	0.0270	0.497	0.0284	0.500	0.0284	0.500	0.0284
22	0.160	0.0221	0.260	0.0421	0.320	0.0553	0.370	0.0668	0.380	0.0700
23*	0.160	0.0220	0.260	0.0436	0.340	0.0592	0.430	0.0772	0.490	0.0908
24	1.24	0.70	1.92	1.26	2.26	1.58	2.60	1.88	2.78	2.02
25	0.75	0.171	1.34	0.304	1.63	0.379	1.84	0.419	1.90	0.431

\*Length ratio is  $r/R$  in cases 21 and 23.

Fuente: Manual AISC (2010)

Para la relación R/r, lo hacemos con las medidas de largo y ancho:

$$\frac{R}{r} = \frac{1600}{820} = 1,95$$

Para el caso 16 tenemos los valores expresados en la tabla y mediante Interpolación obtenemos el valor de  $k_1$ :

<b>R/r</b>	<b>K1</b>
<b>1,5</b>	0,0843
<b>2,0</b>	0,1106
<b>1,95</b>	0,1080

Calculamos la carga distribuida en el área:

$$w = \frac{116,6 \text{ KN}}{(1,62 \times 0,82)m^2} = 87,78 \text{ KN}/m^2$$

$$w = 87780 \text{ N}/m^2$$

De la fórmula de deflexión despejamos el espesor:

$$t = \sqrt[3]{\frac{k_1 w R^4}{E y_M}} = \sqrt[3]{\frac{(0,108)(87780)(1,62)^4}{(200 \times 10^9) y_M}}$$

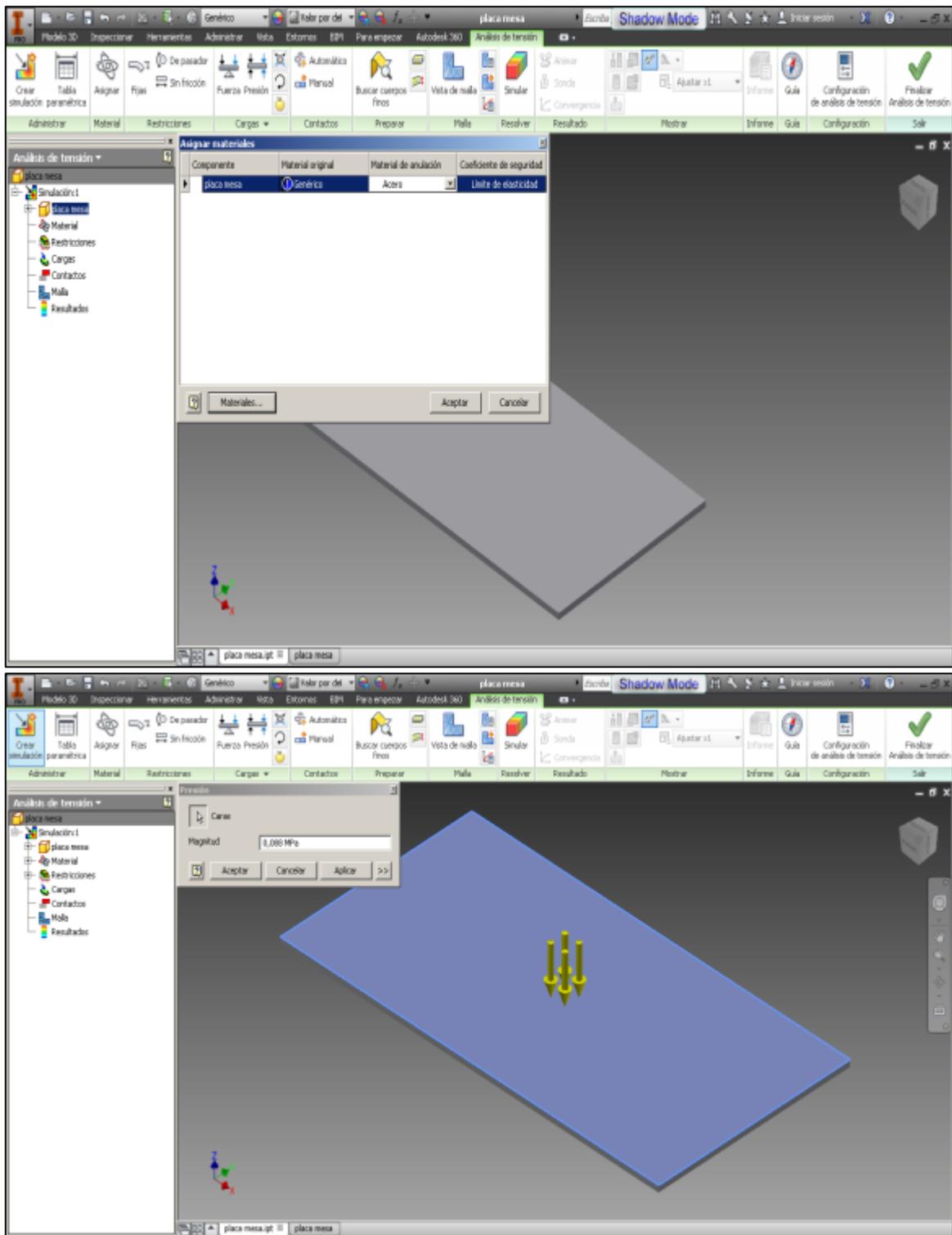
$$t = f(y_M) = \sqrt[3]{\frac{3,26 \times 10^{-7}}{y_M}}$$

Para un mejor análisis tabulamos con varias deflexiones:

<b>YM (mm)</b>	<b>YM (m)</b>	<b><math>t^3 = f(yM)</math> (m)</b>	<b><math>t = f(yM)</math> (m)</b>	<b><math>t = f(yM)</math> (mm)</b>
0,01	0,00001	0,0326	0,319488644	319,488644
0,05	0,00005	0,00652	0,186848116	186,8481162
0,1	0,0001	0,00326	0,148304875	148,3048746
0,5	0,0005	0,000652	0,08673387	86,73386979
1	0,001	0,000326	0,068842309	68,84230865
1,5	0,0015	0,000217333	0,060140109	60,1401088
2	0,002	0,000163	0,054641439	54,64143906
2,5	0,0025	0,0001304	0,050724996	50,72499597
3	0,003	0,000108667	0,047734339	47,73433887
4	0,004	0,0000815	0,043369941	43,36994097
5	0,005	0,0000652	0,040261386	40,26138621
6	0,006	5,43333E-05	0,037887645	37,88764525
7	0,007	4,65714E-05	0,035990199	35,99019911
8	0,008	0,00004075	0,03442354	34,4235403
9	0,009	3,62222E-05	0,033098354	33,09835408
10	0,01	0,0000326	0,031956222	31,95622175
12,5	0,0125	0,00002608	0,029665749	29,66574906
15	0,015	2,17333E-05	0,027916708	27,91670835
17,5	0,0175	1,86286E-05	0,026518615	26,51861538
20	0,02	0,0000163	0,025364256	25,36425604
22,5	0,0225	1,44889E-05	0,024387821	24,38782067
25	0,025	0,00001304	0,023546265	23,54626466
27,5	0,0275	1,18545E-05	0,022810029	22,8100291
30	0,03	1,08667E-05	0,022158018	22,15801805
32,5	0,0325	1,00308E-05	0,021574697	21,57469684
35	0,035	9,31429E-06	0,021048325	21,04832529
37,5	0,0375	8,69333E-06	0,020569835	20,56983484
40	0,04	0,00000815	0,020132089	20,13208851

Simulación en Autodesk Inventor:

Fig. 4.2.3 Asignación de material, cargas y apoyos

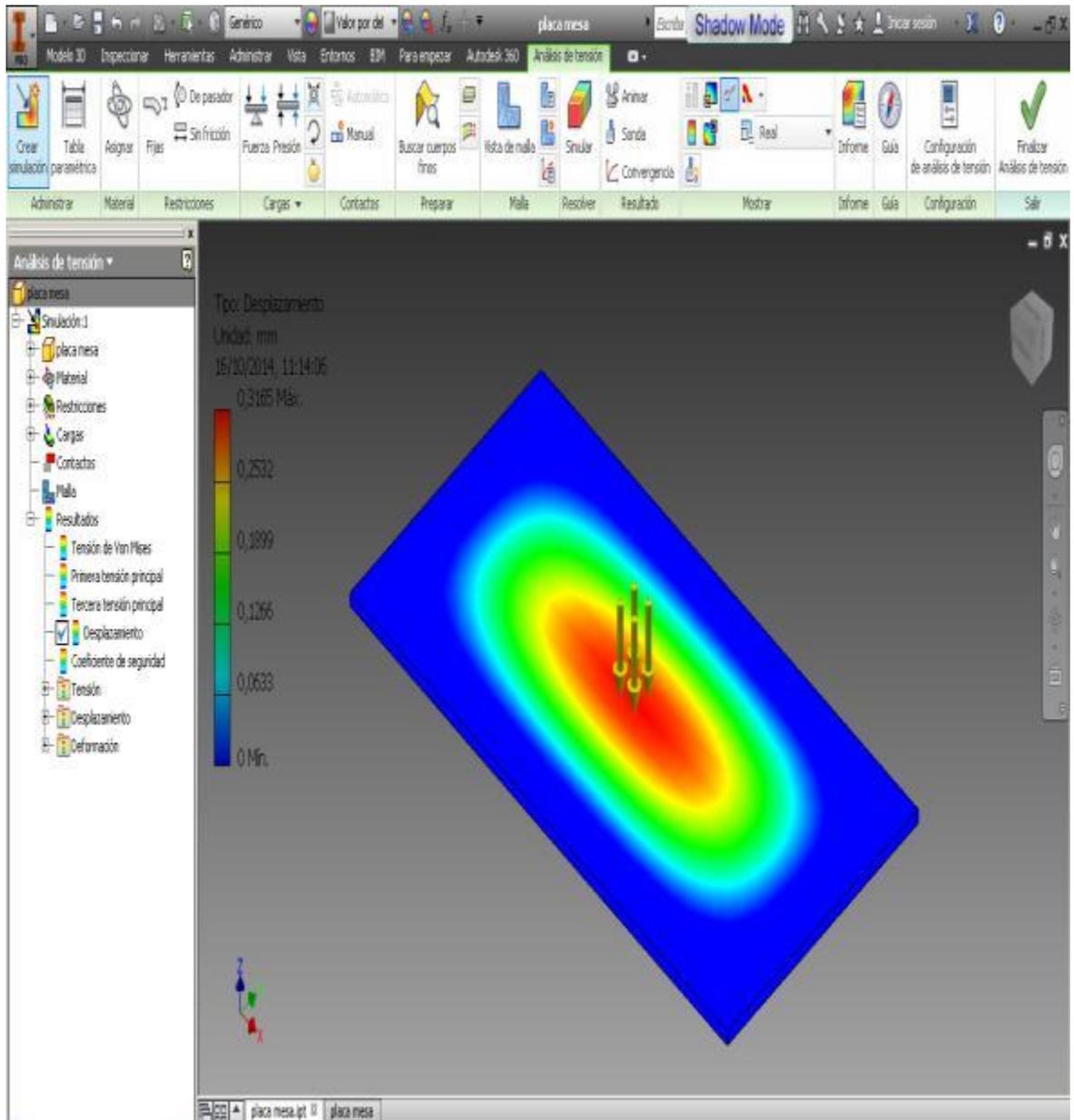


Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Resultados:

### Desplazamientos:

Fig. 4.2.4 Desplazamiento

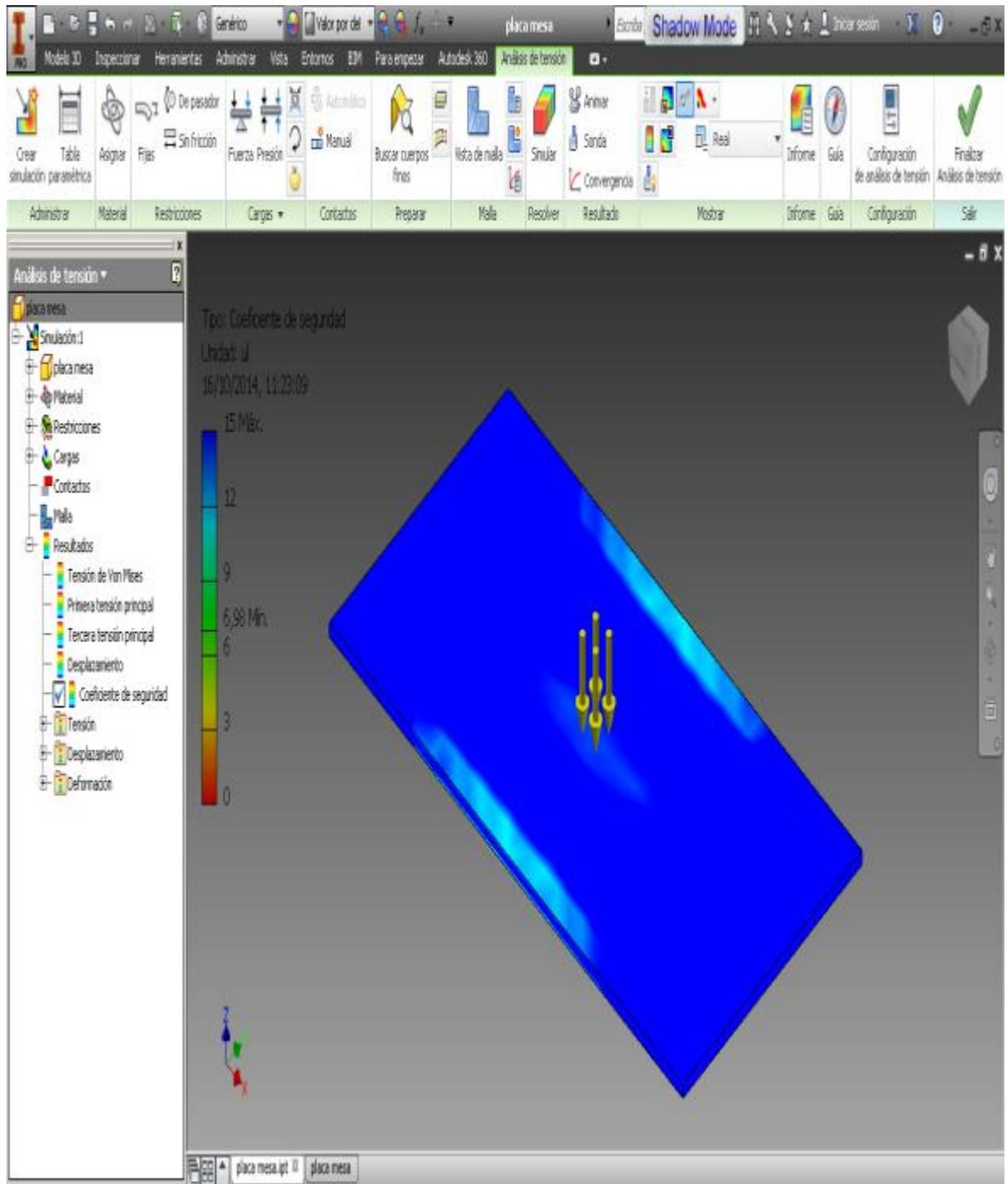


Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Como podemos notar con un espesor de 25 mm, el programa nos arroja una zona crítica con desplazamiento 0,31 mm, el cual será absorbido por la mesa.

## Factor de seguridad:

Fig. 4.2.5 Factor de Seguridad



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Como podemos observar, el rango de seguridad está entre 7 y 15 lo que nos indica un diseño satisfactorio.

Tabla. 4.4 Resumen de resultados

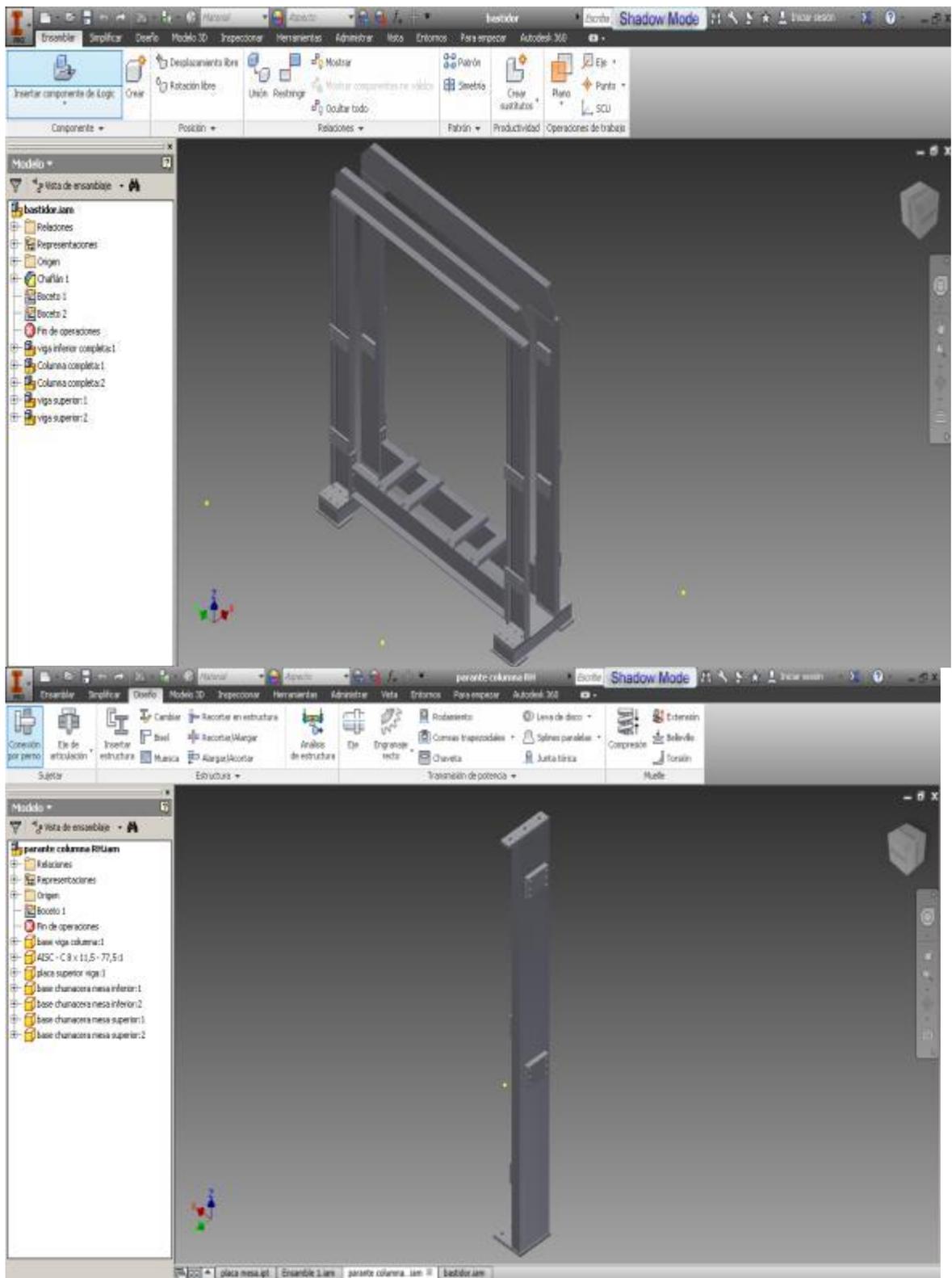
☐ Resumen de resultados

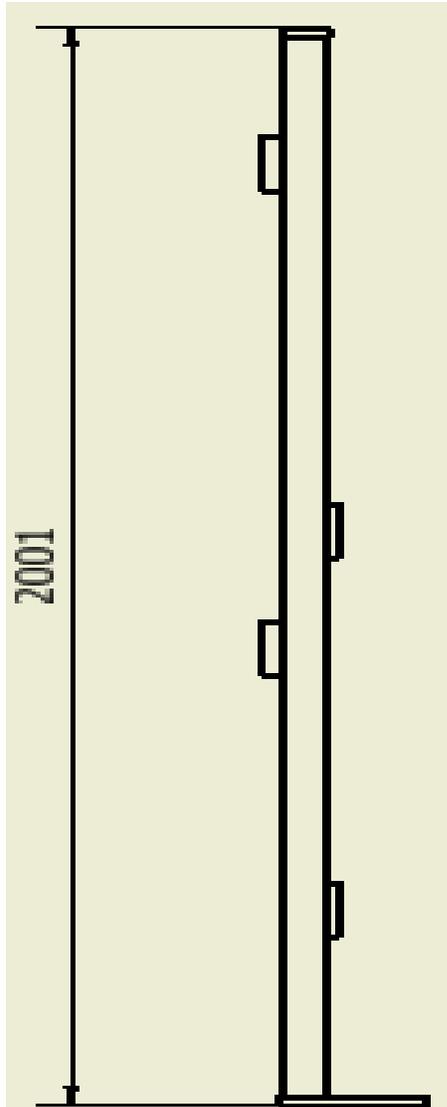
Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	33210000 mm <sup>3</sup>	
Masa	260,699 kg	
Tensión de Von Mises	0,314 MPa	29,6658 MPa
Primera tensión principal	-13,9216 MPa	38,3494 MPa
Tercera tensión principal	-39,7723 MPa	15,5833 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,316458 mm
Coficiente de seguridad	6,97772 su	15 su
Tensión XX	-29,4393 MPa	23,5692 MPa
Tensión XY	-5,78338 MPa	5,61367 MPa
Tensión XZ	-4,0558 MPa	4,81637 MPa
Tensión YY	-39,5048 MPa	37,5545 MPa
Tensión YZ	-6,64324 MPa	4,68294 MPa
Tensión ZZ	-14,9712 MPa	16,0174 MPa
Desplazamiento X	-0,00949387 mm	0,00943253 mm
Desplazamiento Y	-0,0148082 mm	0,0147781 mm
Desplazamiento Z	-0,316458 mm	0 mm
Deformación equivalente	0,00000131506 su	0,000129379 su
Primera deformación principal	0,000000296425 su	0,000138246 su
Tercera deformación principal	-0,000154931 su	-0,0000000632103 su
Deformación XX	-0,000110665 su	0,0000889463 su
Deformación XY	-0,0000358019 su	0,0000347513 su
Deformación XZ	-0,0000251074 su	0,0000298156 su
Deformación YY	-0,000153275 su	0,000133325 su
Deformación YZ	-0,0000411248 su	0,0000289897 su

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

### 4.3 Diseño de Columnas

Fig. 4.3.1 Columnas





Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

$L = 2001 \text{ mm} = 80 \text{ plg.}$

Tipo de apoyos: empotrado – articulado

Factor de longitud efectiva = 2,1 (cita)

Carga Crítica = 68 Klb

Selección del perfil (McCormac, 2008)

Asumimos un valor de esbeltez  $\lambda = 60$

Calculamos el esfuerzo crítico: (AISC, 2010)

Tabla. 4.5 Tabla C-36 Manual AISC

Table C-36 Allowable Stress For Compression Members of 36-ksi Specified Yield Stress Steel <sup>a</sup>										
F <sub>y</sub> = 36 ksi	$\frac{Kl}{r}$	F <sub>a</sub> (ksi)								
	1	21.58	41	19.11	81	15.24	121	10.14	161	5.78
	2	21.52	42	19.03	82	15.13	122	9.99	162	5.89
	3	21.48	43	18.95	83	15.02	123	9.85	163	5.62
	4	21.44	44	18.86	84	14.90	124	9.70	164	5.55
	5	21.39	45	18.78	85	14.79	125	9.55	165	5.49
	6	21.35	46	18.70	86	14.67	126	9.41	166	5.42
	7	21.30	47	18.61	87	14.56	127	9.26	167	5.35
	8	21.25	48	18.53	88	14.44	128	9.11	168	5.29
	9	21.21	49	18.44	89	14.32	129	8.97	169	5.23
10	21.16	50	18.35	90	14.20	130	8.84	170	5.17	
11	21.10	51	18.26	91	14.09	131	8.70	171	5.11	
12	21.05	52	18.17	92	13.97	132	8.57	172	5.05	
13	21.00	53	18.08	93	13.84	133	8.44	173	4.99	
14	20.95	54	17.99	94	13.72	134	8.32	174	4.93	
15	20.89	55	17.90	95	13.60	135	8.19	175	4.88	
16	20.83	56	17.81	96	13.48	136	8.07	176	4.82	
17	20.78	57	17.71	97	13.35	137	7.96	177	4.77	
18	20.72	58	17.62	98	13.23	138	7.84	178	4.71	
19	20.66	59	17.53	99	13.10	139	7.73	179	4.66	
20	20.60	60	17.43	100	12.98	140	7.62	180	4.61	
21	20.54	61	17.33	101	12.85	141	7.51	181	4.56	
22	20.48	62	17.24	102	12.72	142	7.41	182	4.51	
23	20.41	63	17.14	103	12.59	143	7.30	183	4.46	
24	20.35	64	17.04	104	12.47	144	7.20	184	4.41	
25	20.28	65	16.94	105	12.33	145	7.10	185	4.36	
26	20.22	66	16.84	106	12.20	146	7.01	186	4.32	
27	20.15	67	16.74	107	12.07	147	6.91	187	4.27	
28	20.08	68	16.64	108	11.94	148	6.82	188	4.23	
29	20.01	69	16.53	109	11.81	149	6.73	189	4.18	
30	19.94	70	16.43	110	11.67	150	6.64	190	4.14	
31	19.87	71	16.33	111	11.54	151	6.55	191	4.09	
32	19.80	72	16.22	112	11.40	152	6.46	192	4.05	
33	19.73	73	16.12	113	11.26	153	6.38	193	4.01	
34	19.65	74	16.01	114	11.13	154	6.30	194	3.97	
35	19.58	75	15.90	115	10.99	155	6.22	195	3.93	
36	19.50	76	15.79	116	10.85	156	6.14	196	3.89	
37	19.42	77	15.69	117	10.71	157	6.06	197	3.85	
38	19.35	78	15.58	118	10.57	158	5.98	198	3.81	
39	19.27	79	15.47	119	10.43	159	5.91	199	3.77	
40	19.19	80	15.36	120	10.28	160	5.83	200	3.73	

<sup>a</sup>When element width-to-thickness ratio exceeds noncompact section limits of Sect. B5.1

Fuente: Manual AISC (2010)

Obtenemos un valor de Fa = 17,43 ksi, con lo que estimaremos un área total de sección de perfil.

Sabemos que el esfuerzo crítico es:

$$F_a = \frac{P_{cr}}{A_g}$$

De donde:

$$A_g = \frac{P_{cr}}{F_a} = \frac{68 \text{ klb}}{17,43 \text{ ksi}} = 3,9 \text{ plg}^2$$

Buscamos un perfil con un área cercana a este valor, por estética del diseño buscaremos un perfil tipo C.

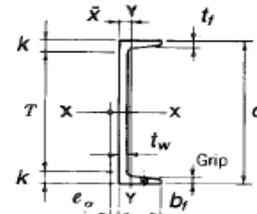
Tabla. 4.6 Tabla para perfiles C Manual AISC

Designation	Area <i>A</i>	Depth <i>d</i>	Web		Flange		Distance		Grip	Max. Flge. Fas- ten- er			
			Thickness <i>t<sub>w</sub></i>	$\frac{t_w}{2}$	Width <i>b<sub>f</sub></i>	Average thickness $\bar{t}$	<i>T</i>	<i>k</i>					
			In.	In.	In.	In.	In.	In.					
C 15×50	14.7	15.00	0.716	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	3.716	$3\frac{3}{8}$	0.650	$\frac{3}{8}$	12 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{5}{8}$	1
×40	11.8	15.00	0.520	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	3.520	$3\frac{1}{2}$	0.650	$\frac{3}{8}$	12 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{5}{8}$	1
×33.9	9.96	15.00	0.400	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	3.400	$3\frac{1}{8}$	0.650	$\frac{3}{8}$	12 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{5}{8}$	1
C 12×30	8.82	12.00	0.510	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	3.170	$3\frac{1}{8}$	0.501	$\frac{1}{2}$	9 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
×25	7.35	12.00	0.387	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	3.047	3	0.501	$\frac{1}{2}$	9 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
×20.7	6.09	12.00	0.282	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{8}$	2.942	3	0.501	$\frac{1}{2}$	9 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
C 10×30	8.82	10.00	0.673	$1\frac{1}{16}$	$\frac{3}{16}$	3.033	3	0.436	$\frac{3}{16}$	8	1	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$
×25	7.35	10.00	0.526	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	2.886	$2\frac{1}{2}$	0.436	$\frac{3}{16}$	8	1	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$
×20	5.88	10.00	0.379	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	2.739	$2\frac{1}{4}$	0.436	$\frac{3}{16}$	8	1	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$
×15.3	4.49	10.00	0.240	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	2.600	$2\frac{1}{2}$	0.436	$\frac{3}{16}$	8	1	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$
C 9×20	5.88	9.00	0.448	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	2.648	$2\frac{1}{2}$	0.413	$\frac{3}{16}$	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$
×15	4.41	9.00	0.285	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{8}$	2.485	$2\frac{1}{2}$	0.413	$\frac{3}{16}$	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$
×13.4	3.94	9.00	0.233	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	2.433	$2\frac{1}{2}$	0.413	$\frac{3}{16}$	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$
C 8×18.75	5.51	8.00	0.487	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	2.527	$2\frac{1}{2}$	0.390	$\frac{3}{8}$	6 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$
×17.75	4.04	8.00	0.303	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$	2.343	$2\frac{1}{2}$	0.390	$\frac{3}{8}$	6 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$
×11.5	3.38	8.00	0.220	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	2.260	$2\frac{1}{4}$	0.390	$\frac{3}{8}$	6 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$
C 7×14.75	4.33	7.00	0.419	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	2.299	$2\frac{1}{4}$	0.366	$\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$
×12.25	3.60	7.00	0.314	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	2.194	$2\frac{1}{4}$	0.366	$\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$
× 9.8	2.87	7.00	0.210	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	2.090	$2\frac{1}{4}$	0.366	$\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$
C 6×13	3.83	6.00	0.437	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	2.157	$2\frac{1}{4}$	0.343	$\frac{5}{16}$	4 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$
×10.5	3.09	6.00	0.314	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	2.034	2	0.343	$\frac{5}{16}$	4 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$
× 8.2	2.40	6.00	0.200	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	1.920	1 $\frac{1}{2}$	0.343	$\frac{5}{16}$	4 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$
C 5× 9	2.64	5.00	0.325	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	1.885	1 $\frac{1}{2}$	0.320	$\frac{5}{16}$	3 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$
× 6.7	1.97	5.00	0.190	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	1.750	1 $\frac{1}{4}$	0.320	$\frac{5}{16}$	3 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	—	—
C 4× 7.25	2.13	4.00	0.321	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{16}$	1.721	1 $\frac{1}{4}$	0.296	$\frac{5}{16}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$
× 5.4	1.59	4.00	0.184	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{16}$	1.594	1 $\frac{1}{4}$	0.296	$\frac{5}{16}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	—	—
C 3× 6	1.76	3.00	0.356	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{16}$	1.596	1 $\frac{1}{2}$	0.273	$\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	—	—
× 5	1.47	3.00	0.258	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	1.498	1 $\frac{1}{2}$	0.273	$\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	—	—
× 4.1	1.21	3.00	0.170	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{16}$	1.410	1 $\frac{1}{2}$	0.273	$\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	—	—

Fuente: Manual AISC (2010)

Seleccionamos un perfil C8x11, 5 que es más, con  $A_g = 3,38 \text{ plg}^2$

## CHANNELS AMERICAN STANDARD Properties



Nominal Wt. per Ft	$\bar{x}$	Shear Center Loca- tion $e_o$	$\frac{d}{A_f}$	Axis X-X			Axis Y-Y		
				$I$	$S$	$r$	$I$	$S$	$r$
Lb.	In.	In.		In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.	In. <sup>4</sup>	In. <sup>3</sup>	In.
50	0.798	0.583	6.21	404	53.8	5.24	11.0	3.78	0.867
40	0.777	0.767	6.56	349	46.5	5.44	9.23	3.37	0.886
33.9	0.787	0.896	6.79	315	42.0	5.62	8.13	3.11	0.904
30	0.674	0.618	7.55	162	27.0	4.29	5.14	2.06	0.763
25	0.674	0.746	7.85	144	24.1	4.43	4.47	1.88	0.780
20.7	0.698	0.870	8.13	129	21.5	4.61	3.88	1.73	0.799
30	0.649	0.369	7.55	103	20.7	3.42	3.94	1.65	0.669
25	0.617	0.494	7.94	91.2	18.2	3.52	3.36	1.48	0.676
20	0.606	0.637	8.36	78.9	15.8	3.66	2.81	1.32	0.692
15.3	0.634	0.796	8.81	67.4	13.5	3.87	2.28	1.16	0.713
20	0.583	0.515	8.22	60.9	13.5	3.22	2.42	1.17	0.642
15	0.586	0.682	8.76	51.0	11.3	3.40	1.93	1.01	0.661
13.4	0.601	0.743	8.95	47.9	10.6	3.48	1.76	0.962	0.669
18.75	0.565	0.431	8.12	44.0	11.0	2.82	1.98	1.01	0.599
13.75	0.553	0.604	8.75	36.1	9.03	2.99	1.53	0.854	0.615
11.5	0.571	0.697	9.08	32.6	8.14	3.11	1.32	0.781	0.625

De la tabla obtenemos en valor del radio mínimo de giro  $r_y = 0,625$  plg

Re calculando la esbeltez, para una columna empotrada – articulada:

Table C-C2.1

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Buckled shape of column is shown by dashed line						
Theoretical $K$ value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code						
						Rotation fixed and translation fixed Rotation free and translation fixed Rotation fixed and translation free Rotation free and translation free

Donde  $K = 0.8$

$$\lambda = \frac{KL}{r} = \frac{0,8 \times 80 \text{ plg}}{0,625 \text{ plg}} = 102,4$$

Con este valor re calculamos el esfuerzo crítico, interpolando de la tabla C-36:

<b>Kl/r</b>	<b>Fa</b>
102	12,72
102,4	12,67
103	12,59

Con este valor de  $F_a$ , calculamos la carga crítica:

$$P_{cr} = F_a \cdot A_g = 12,67 \text{ ksi} \cdot 3,38 \text{ plg}^2 = 42,82 \text{ klb}$$

Como podemos notar el perfil no soporta la carga de trabajo, por lo que procedemos a seleccionar otro perfil:

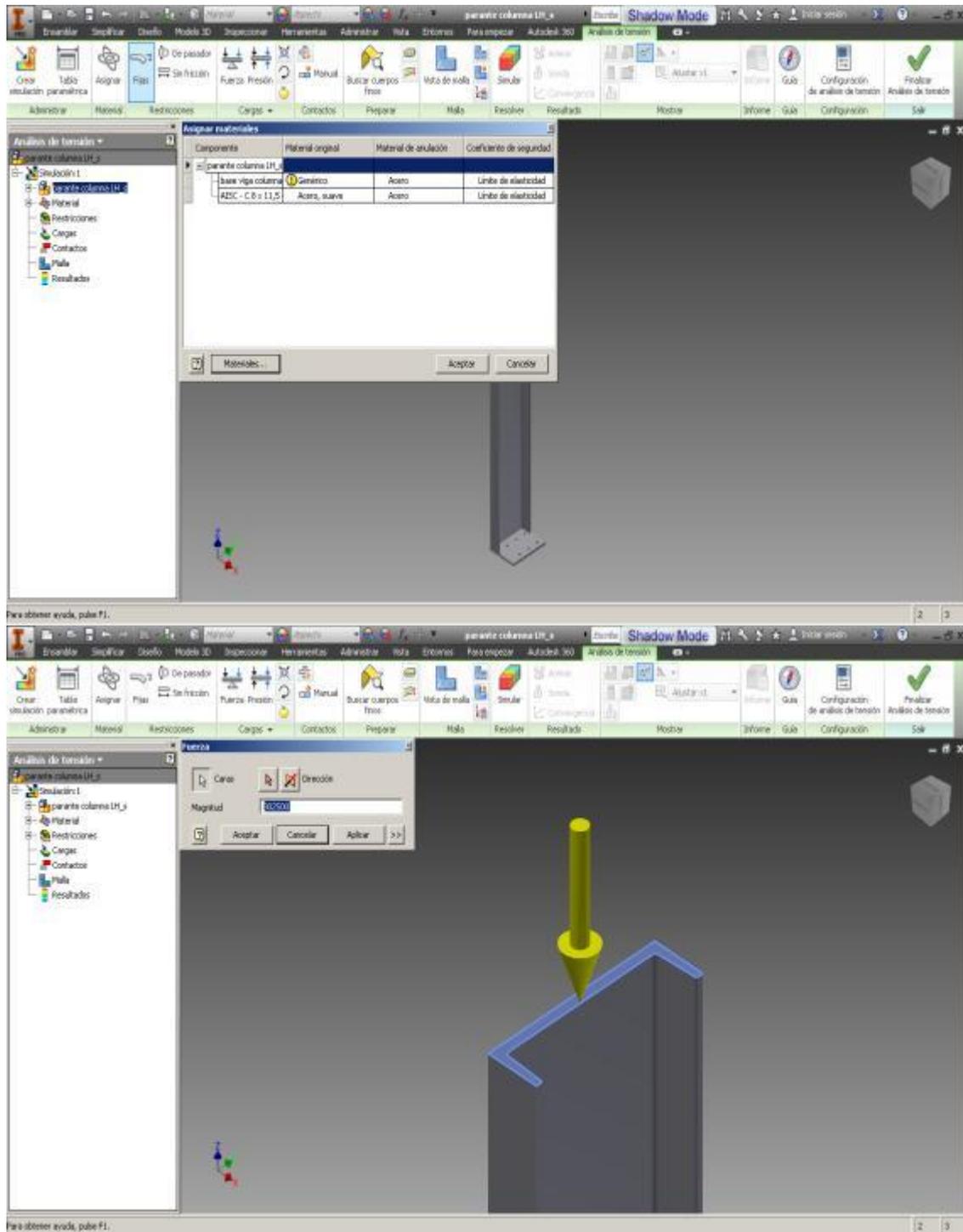
Perfil	$A_g$	$r_y$	K	L	Esbeltez	$F_a$	$P_{cr}$
C8x13,75	4,04	0,615	0,8	80	104,07	12,46	50,34
C8x18,75	5,51	0,599	0,8	80	106,84	12,1	66,67
C10x30	8,82	0,669	0,8	80	95,67	13,5	119,07
C10x25	7,35	0,676	0,8	80	94,67	13,6	99,96

Por lo que trabajaremos con un perfil C10x25.

Simulando en Inventor:

Asignación de material, restricciones y cargas:

Fig. 4.3.2 Cargas en columnas

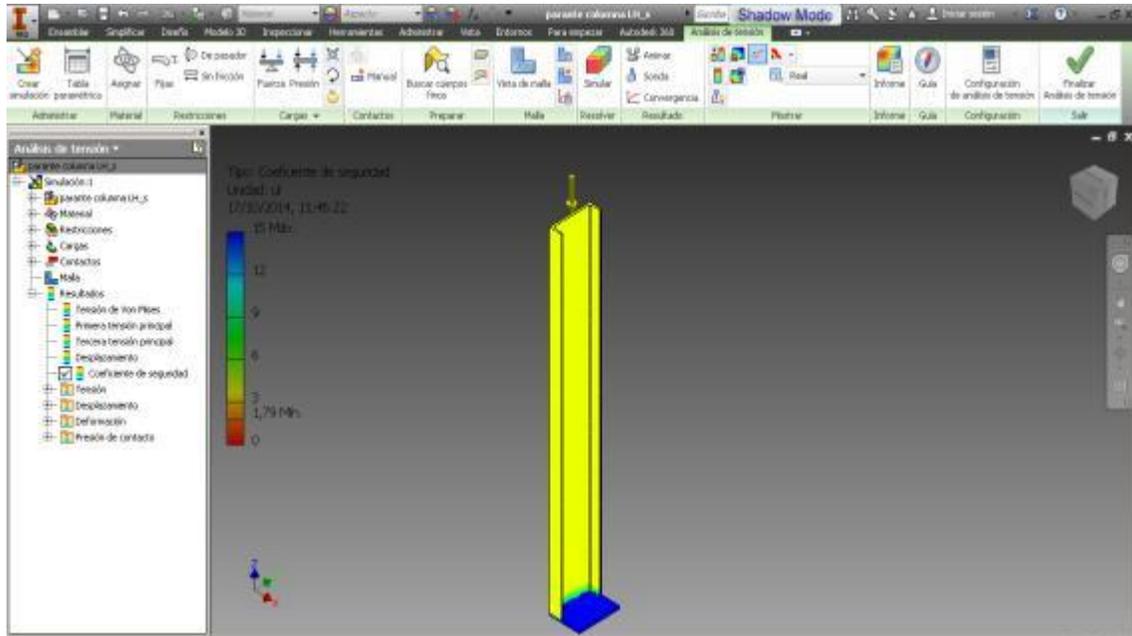


Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

Resultados:

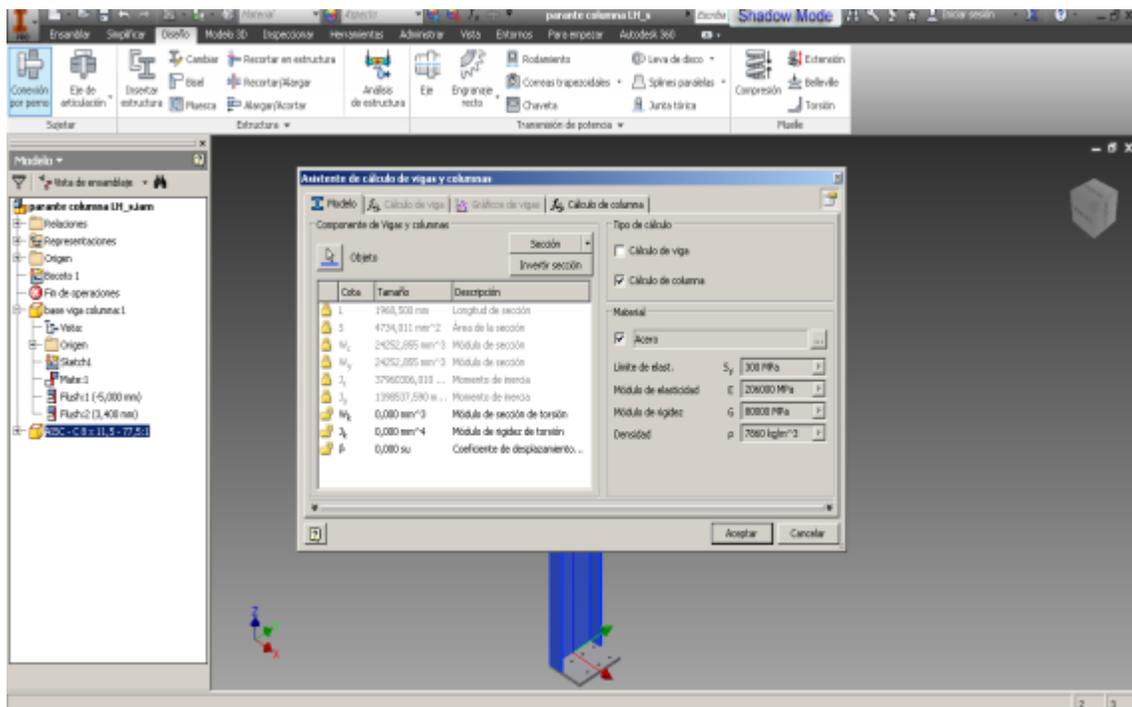
**Factor de seguridad:**

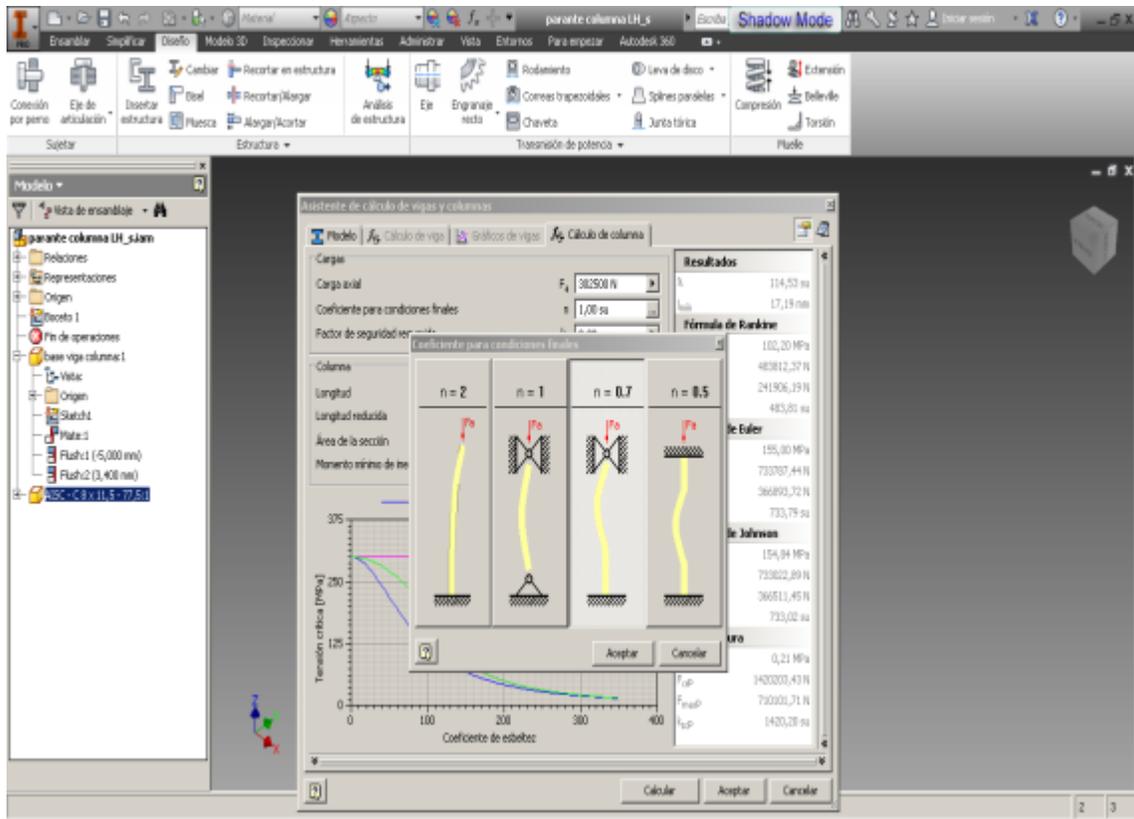
Fig. 4.3.3 Factor de seguridad columnas



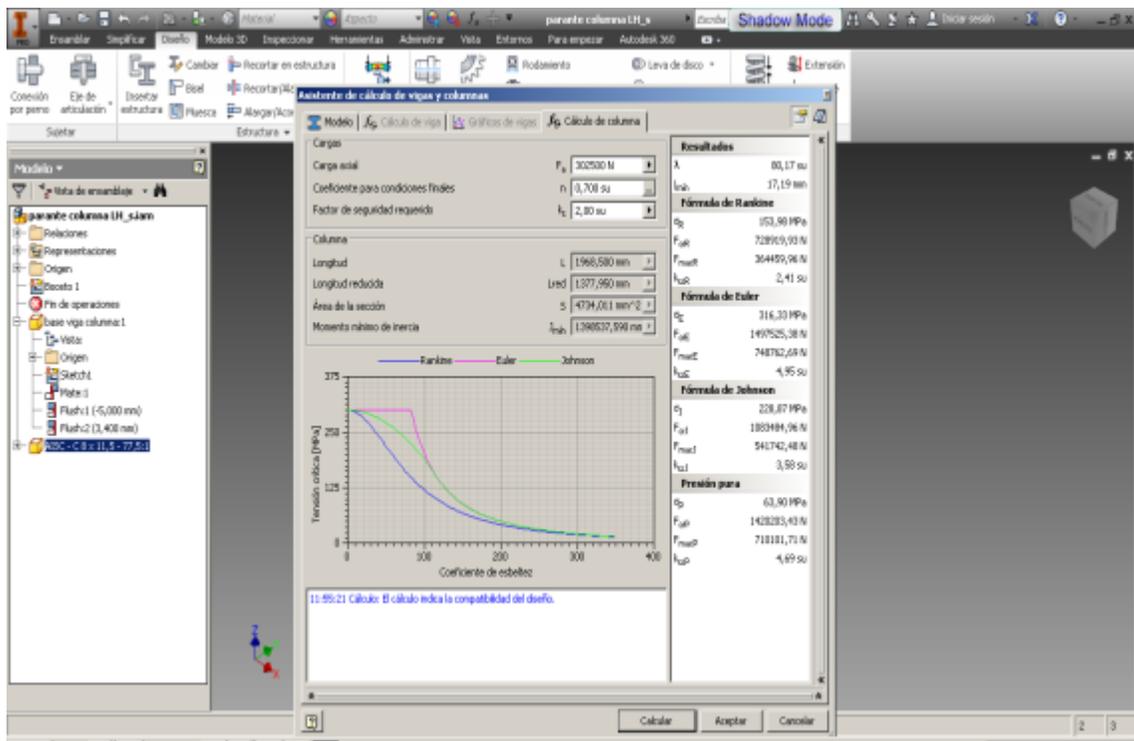
Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

**Análisis estructural inventor:**





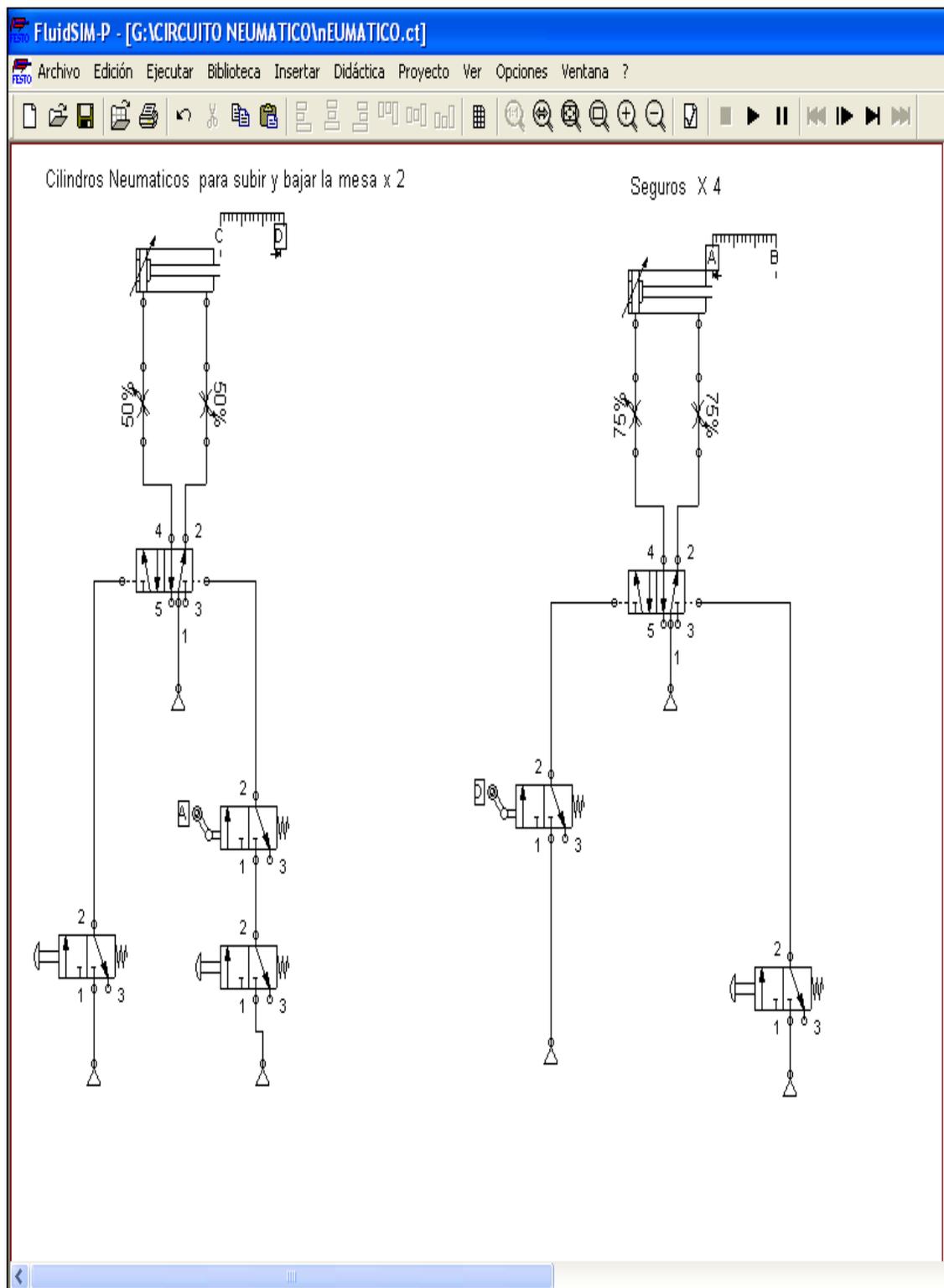
Resultados:



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## 4.4 Sistema Neumático

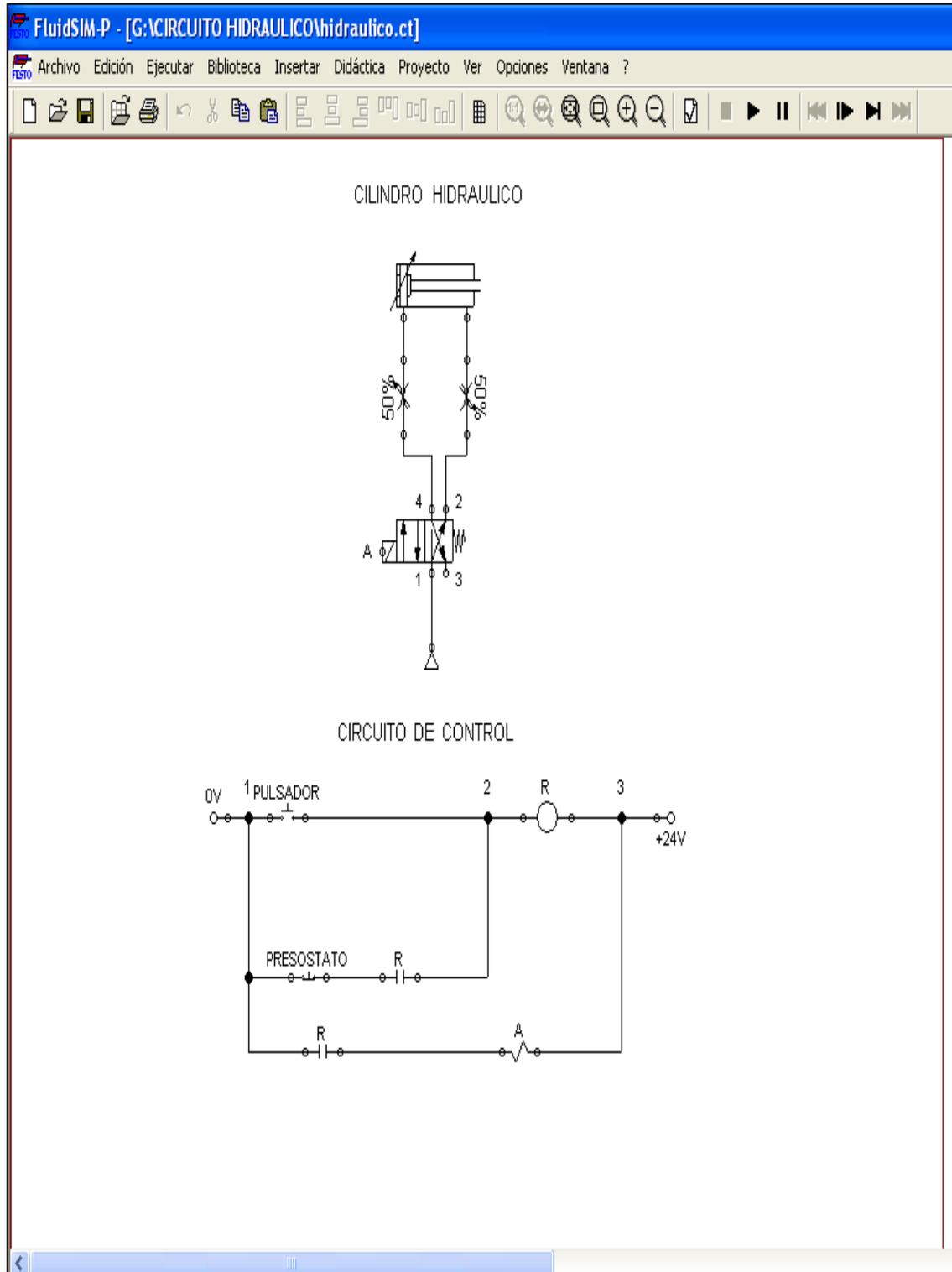
Fig. 4.4 Circuito Neumático



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## 4.5 Sistema Hidráulico

Fig. 4.5 Circuito Hidráulico



Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS DE COSTOS

En este capítulo se determina los costos de la materiales y componentes, insumos y mano de obra necesarios obtenidos mediante el estudio, cálculo y diseño del proyecto los cuales son necesarios para el desarrollo del mismo.

#### 5.1 Materiales y Componentes

Son aquellos materiales y componentes necesarios para la construcción de la máquina.

Tabla. 5.1 Materiales y Componentes

ITEM	CANT TOTAL	COSTO (USD)	TOTAL (USD)
Válvulas 5/2 ac.. Neum-Neum 4A320-10	2	30	60
Válvulas 3/2 acc. Rodillo	2	25	50
Válvulas 3/2 acc. Acc. Rodillo Abatible-resorte	2	25	50
Válvulas 3/2 acc. Acc. Manual-resorte	3	25	50
Silenciadores	10	3,75	37,5
Racores/Acoples	30	5	150
Cilindros de 1 1/2 Dia. X 4" carrera	4	120	480
FRL 3/4	1	180	180
Manguera día.6	10 (m)	2	20
Manguera dia.10	10 (m)	2,5	25
Cilindro Hidráulico 150x200mm	2	1300	2600
Cilindro Neumático 200X800	2	750	1500
Bomba Hidráulica	1	240	240
Válvula de paso 3/4"	1	20	20
Válvula Direccional Neumática	1	30	30
Perfil IPN 200x90x7,5 x 6m	3	251,11	753,33
Perfil UPN 200x75x8,7 x 6m	3	207,25	621,75
Plancha de 4'x8' x24mm	2	468,85	937,7
Plancha de 4'x8' x15mm	2	293,03	586,06
Tubo de dia. 3/4 x 6m	1	21,74	21,74
Tubo de dia. 1/2 x 6m	1	14.26	14.26
Eje mesa superior dia. 60 x 1600	2	80	160
Eje mesa inferior dia. 50 x 1200	4	70	280
Perno allen avellanada M8X25	96	0,20	12,8

Perno allen avellanada M16X80	10	2,5	25
Perno allen avellanada M16X40	10	1,75	17,5
Perno allen avellanada M16X45	12	2	24
Codo de 90 grados dia. 1/2"	8	0,30	2,4
Codo de 90 grados dia. 3/4"	5	0,25	1,25
<b>TOTAL (USD)</b>			<b>\$ 8950,29</b>

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## 5.2 Costo de Fabricación y Ensamble

Es el costo de la mano de obra directa empleada en la fabricación de la máquina.

Tabla. 5.2 Costo de Fabricación y Ensamble

<b>TIEMPO DE FABRICACIÓN (Días)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
28	4860
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>\$ 4860</b>

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## 5.3 Insumos

Son los materiales utilizados indirectamente a la fabricación de la máquina.

Tabla. 5.3 Insumos

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT ( U )</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNIDAD (USD)</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Pintura FERRORITE ESMALTE LISO	4	gl	83,17	332,68
Aceite Hidráulico SAE 140	1	caneca	111,48	111,49
<b>TOTAL (USD)</b>				<b>\$ 444,17</b>

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## 5.4 Diseño

Es el estudio y diseño de la máquina, el costo por hora de trabajo es de \$30.

Tabla. 5.4 Diseño

<b>TEMA</b>	<b>HORAS DE TRABAJO</b>	<b>COSTO TOTAL (USD)</b>
Cálculo de elementos	100	3000
Modelado 3D de la prensa (Autodesk Inventor)	20	600
Simulación elementos sometidos a flexión (Autocad Mechanical)	8	240
Simulación elementos columna (Autodesk Inventor)	5	150
Simulación de placas (Autodesk Inventor)	5	150
<b>TOTAL (USD)</b>		<b>\$ 4140</b>

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## 5.5 Costo Total de Fabricación

El costo total de fabricación es la suma de los costos de los materiales y componentes, los insumos, diseño y los costos de fabricación y ensamble, a continuación en la tabla se indican estos valores.

Tabla. 5.5 Costo Total de Fabricación

<b>RUBRO</b>	<b>COSTO (USD)</b>
MATERIALES Y COMPONENTES	8950,29
INSUMO	444,17
COSTO DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLE	4860
DISEÑO	4140
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>\$ 18394,46</b>

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## 5.6 Margen de Utilidad

Para el cálculo del margen de Utilidad, este oscila del 15% al 30% del costo total de fabricación.

$$\text{Margen de utilidad} = (18394,46) * (20/100) = \$ 3678,89$$

## 5.7 Costo Total de la Máquina

El total de la máquina es la sumatoria del costo total de fabricación más el margen de utilidad.

Tabla. 5.6 Costo Total de la Máquina

<b>RUBRO</b>	<b>COSTO (USD)</b>
COSTO TOTAL DE FABRICACIÓN	18394,46
MARGEN DE UTILIDAD	3678,89
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>\$ 22073,35</b>

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## 5.8 Precio de la máquina

El precio es la expresión de valor que tiene la máquina, manifestado por lo general en términos monetarios, que el comprador debe pagar al vendedor.

Tabla. 5.7 Precio de la Máquina

<b>RUBRO</b>	<b>COSTO (USD)</b>
COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA	22073,35
IVA 12%	2632,75
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>\$ 24706,1</b>

Elaborado por: E. Navarrete – J. Ramos

## CONCLUSIONES.

- El proyecto de titulación cumple con el objetivo de la presente tesis, diseño y simulación de una prensa hidroneumática para la fabricación de hojas de Polietileno para automóviles, que satisface con los parámetros de forma y funcionalidad requeridos.
- En la construcción del prototipo nos pudimos dar cuenta de que el diseño y funcionamiento de la máquina fue el correcto, tanto en el dimensionamiento como en la selección de materiales.
- Al tecnificar el proceso de corte de las hojas de estanqueidad obtenemos un producto de mejor calidad, ya que la variación de medidas es mínima porque el corte se realiza con troqueles que también reduce la generación de producto no conforme en relación al proceso anterior que era manual.
- Se realizó el diseño y la construcción del prototipo basados en los cálculos, los cuales fueron analizados para un correcto dimensionamiento de la máquina, dando lugar a lo propuesto en la presente tesis.
- Mediante la adecuada elección y utilización de los elementos que componen la parte motriz de la máquina se obtendrá una mayor eficiencia al momento de realizar el proceso de corte, lo cual beneficiará en costos a dicho proceso.
- La utilización de los software cad cam, ayudan considerablemente a la comparación de cálculos, diseños y programación para la máquina, ofreciendo un proceso virtual interactivo, en el cual se puede verificar todo el proceso antes de fabricarlo.

## RECOMENDACIONES

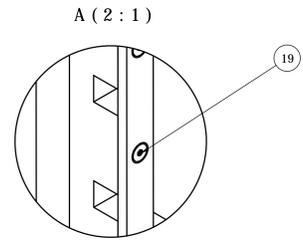
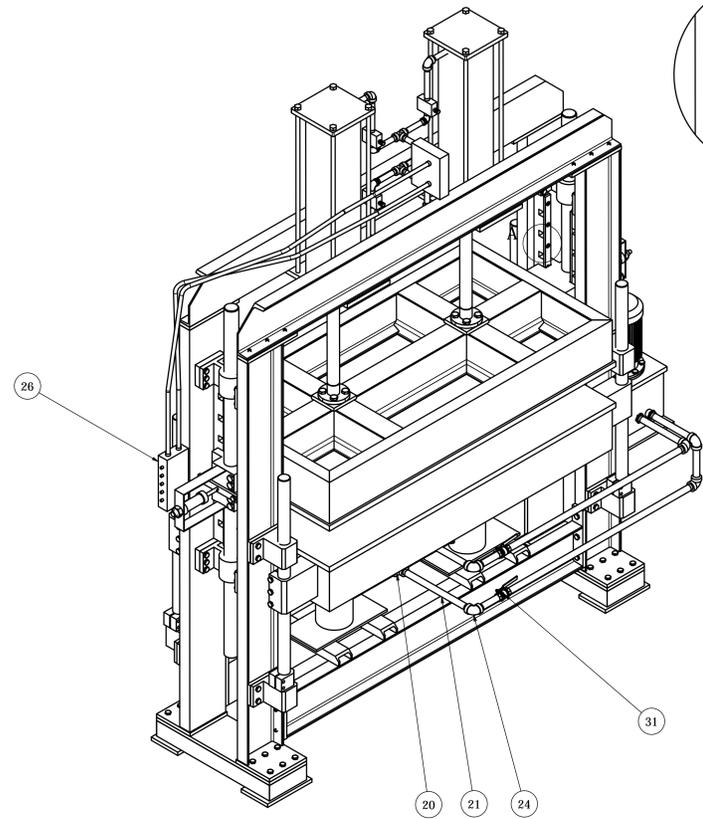
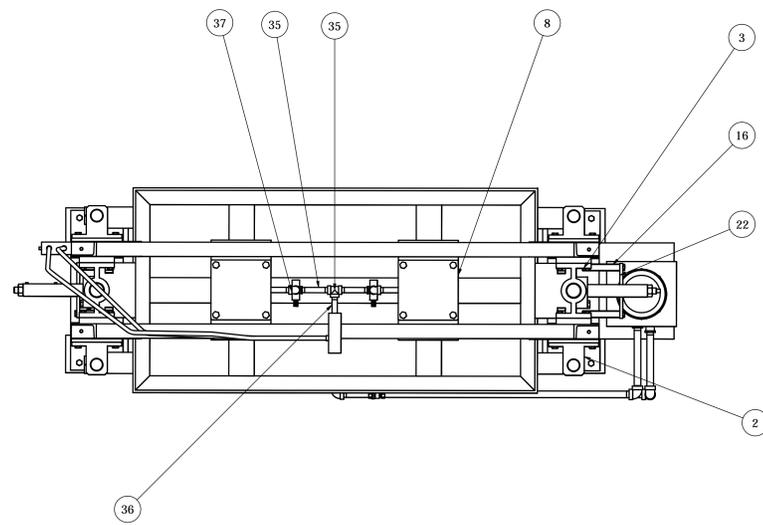
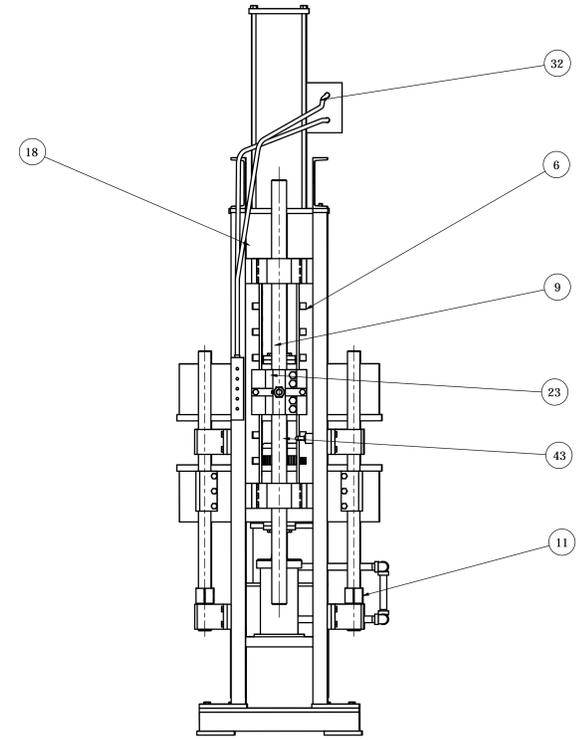
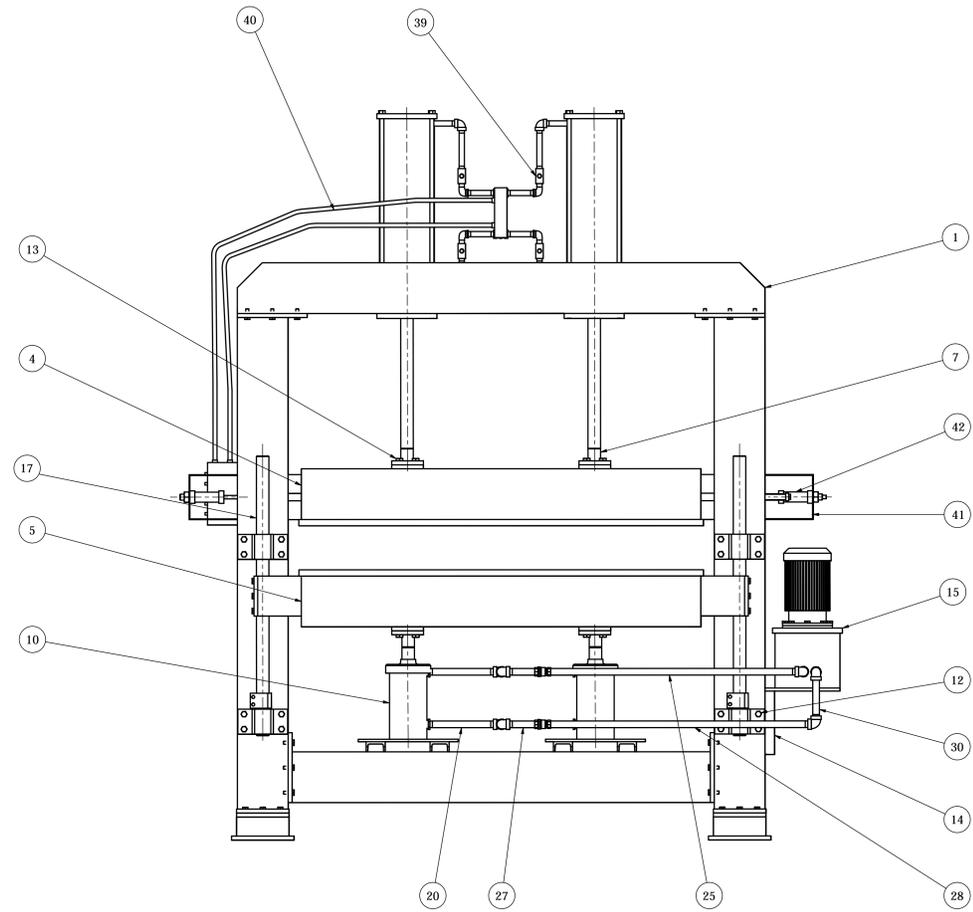
- Se debe realizar un plan de mantenimiento preventivo para la máquina para evitar paradas no programadas de la misma.
- Se debe establecer cuál es la vida útil de los troqueles que se usarán en la máquina, ya que con el desgaste del filo de corte de dichos troqueles generará un desgaste prematuro de los mismos.
- Se debe realizar el diseño de las partes en tres dimensiones para poder simular el funcionamiento mecánico de la prensa hidroneumática y prevenir errores en la construcción de la misma.
- Tanto el diseño como la fabricación de la prensa hidroneumática, debe ser realizada a través de personal calificado ya que los costos y tiempos de fabricación, son considerablemente altos.

## LISTA DE REFERENCIA.

- Avallone E. (1995). *Manual del ingeniero mecánica*. México. Mc. Graw Hill.
- Berzosa C. (1994). *Máquinas prontuario*. España. Paraninfo.
- CIDE@D. (2011). *Neumática e hidráulica*. Recuperado el 15 de Junio del 2014 de:  
<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena9/pdf/quincena9.pdf>
- DeWolf, B. (2013). *Steel design guide series, Column base plates*. Estados Unidos. Storrs.
- DIPAC. (2014). *Catálogo*. Ecuador.
- DirecINDUSTRY. (2014). *Prensas*. Recuperado el 10 de Abril del 2014 de:  
<http://www.directindustry.es/prod/scantool-group/prensas-hidraulicas-taller-31060-148127.html>
- Donald R. (2004). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. México. Thompson.
- Heinrich G. (1964). *Alrededor de las máquinas – herramientas*. España. Reverté.
- Hibbeler R. (2006). *Mecánica de Materiales*. México. Interamericana.
- Joseph S. (1999). *Diseño en Ingeniería Mecánica*. México. McGraw Hill.
- Juvinal R. (2002). *Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica*. México. Noriega.
- McCormac J. (1999). *Diseño en Estructuras Metálicas*. México. Alfaomega.
- Mott R. (2006). *Diseño de Elementos de Máquinas*. México. Pearson.
- NEUBOR. (2009). *Prensas*. Recuperado el 08 de Abril del 2014 de:  
<http://www.neubor.es/Prensas.htm>
- Ortiz L. (2002). *Resistencia de Materiales*. México. Interamericana.
- Popov E. (2000). *Mecánica de Sólidos*. México. Interamericana.
- Riley W. (2001). *Mecánica de Materiales*. México. Noriega.
- Roark, J. (1965). *Fórmulas de vojtaszak*. México. McGraw-Hill.

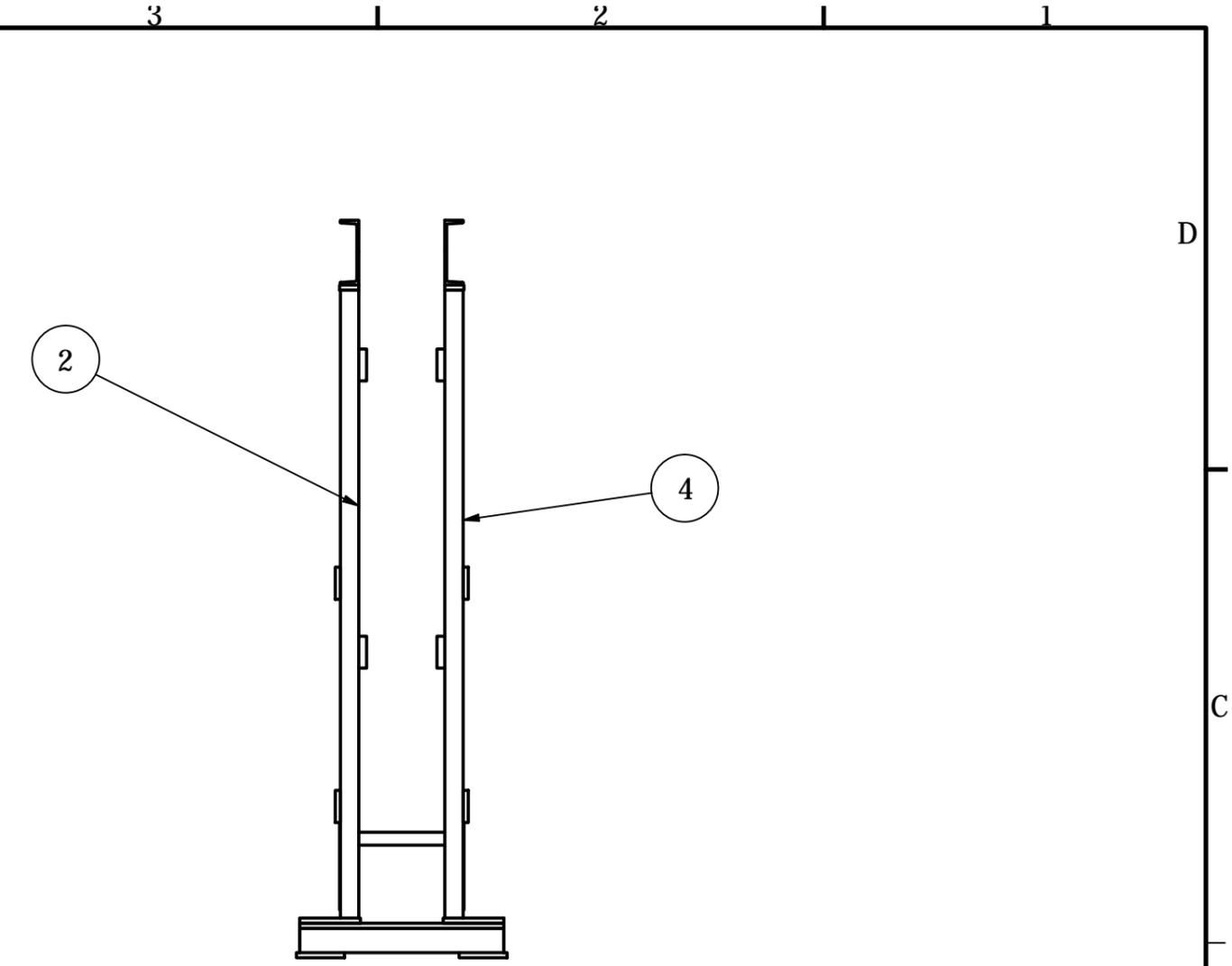
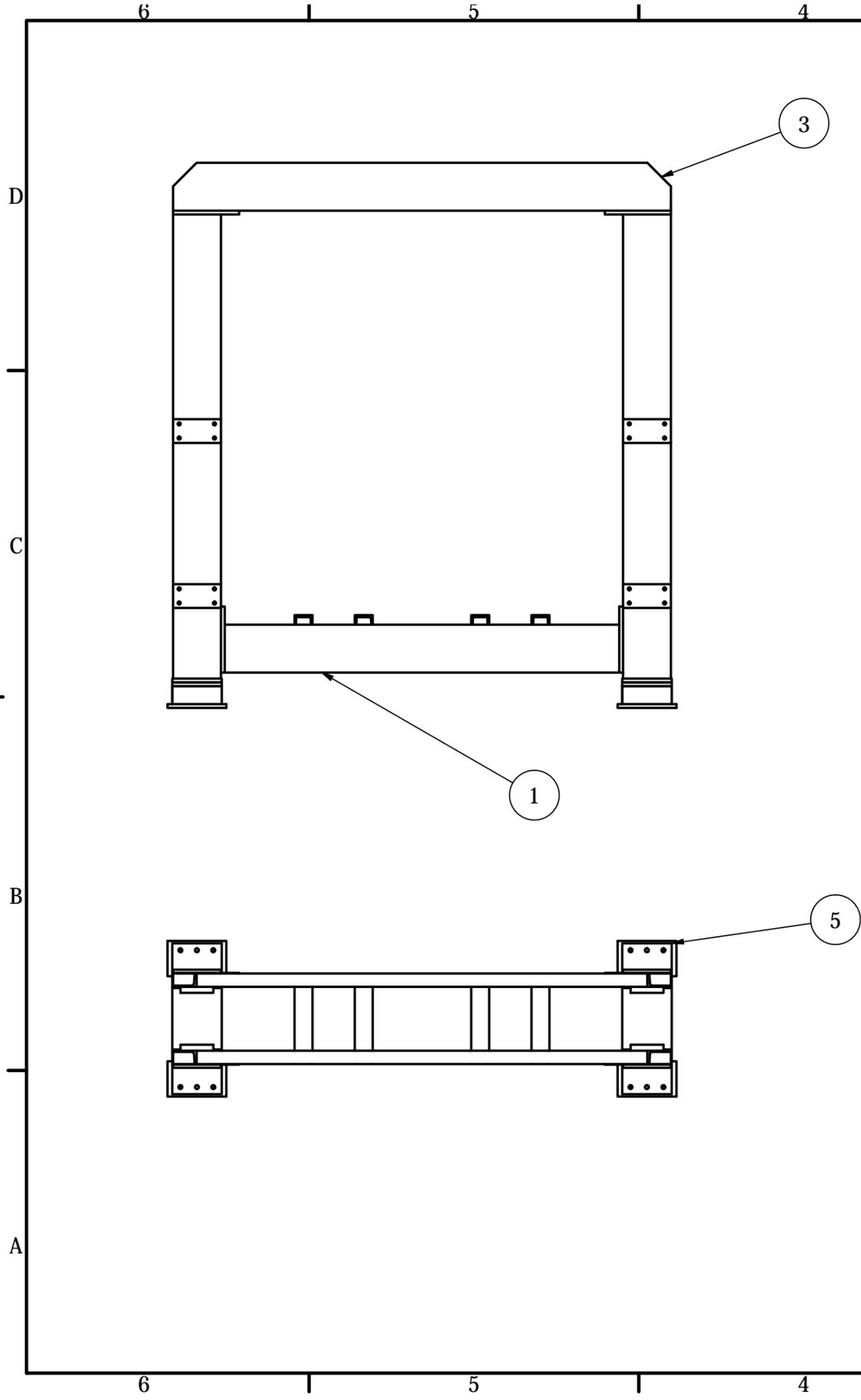
- Sánchez R. (2011). *Máquina herramienta prensa*. Recuperado el 04 de Abril del 2014 de: <http://es.scribd.com/doc/63385519/MAQUINA-HERRAMIENTA-PRENSA#scribd>
- SCHMIDTTECHNOLOGY. (2014). *Bloques neumáticos y preselector de fuerza*. Recuperado el 20 de Junio del 2014 de: <http://www.schmidttechnology.de/es/maschinen/produkte/2pneumaticpress/steuerbloecke.htm>
- Shigley J. (2012). *Diseño en Ingeniería mecánica*. México. MCGRAW-HILL.
- Singer A. (2008). *Resistencia de materiales*. México. Alfaomega oxford.
- WIKIPEDIA. (2009). *Polietileno*. Recuperado el 3 de Junio del 2014 de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno>
- WIKIPEDIA. (2013). *Prensa hidráulica*. Recuperado el 15 de Mayo del 2014 de: [http://es.wikipedia.org/wiki/Prensa\\_hidr%C3%A1ulica](http://es.wikipedia.org/wiki/Prensa_hidr%C3%A1ulica)

**PLANOS**

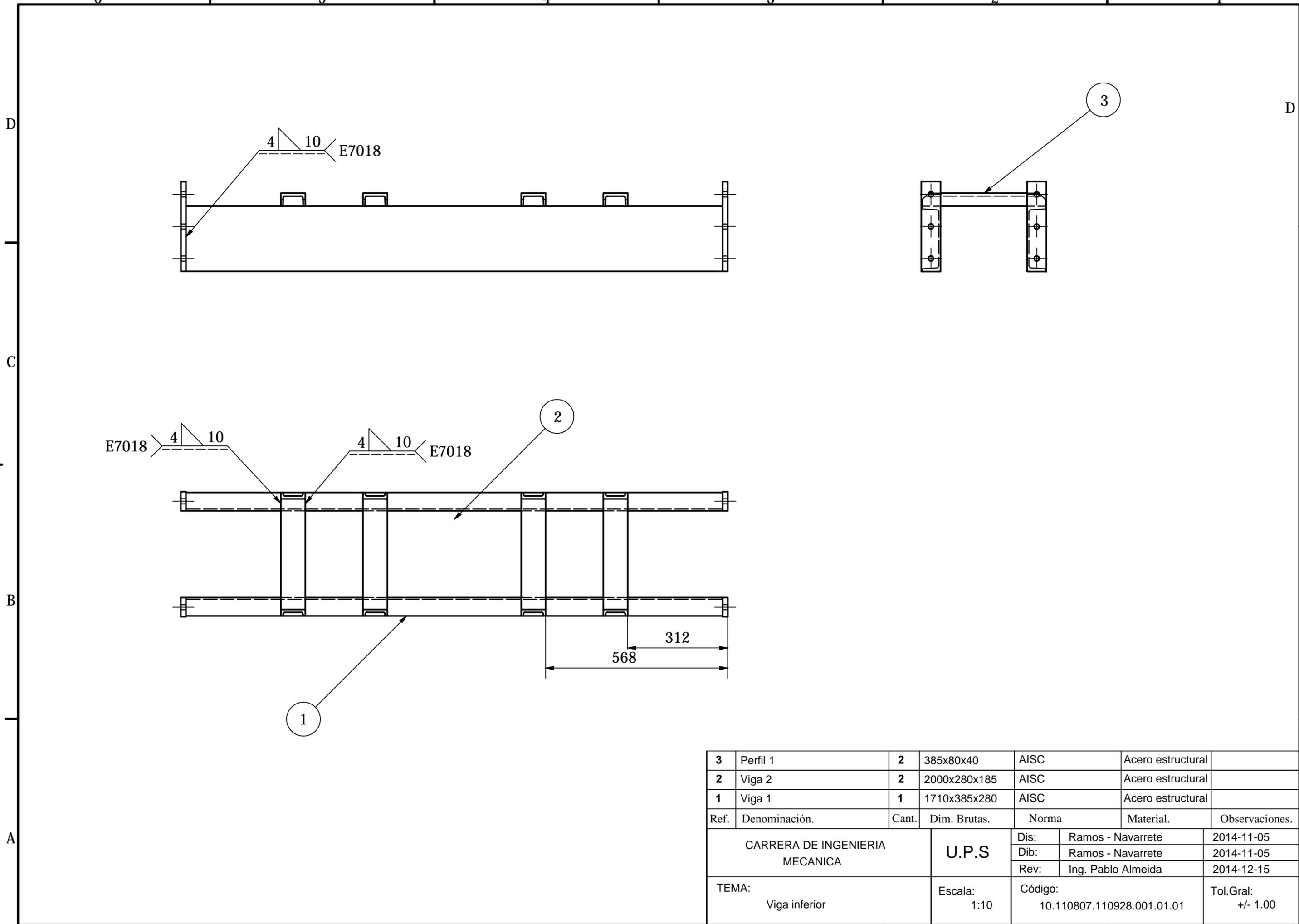


43	Fin de carrera	1	40x30x20			
42	Cilindro neumático pequeño	2	Ø 40x100			
41	Base cilindro pequeño	2	240x180x50			
40	Manguera tipo L	2	Ø 1/2" x 83"	AISI/ASME B88		
39	Válvula reguladora de caudal	4	Ø 1/2"			
38	Tubo roscado en extremos	4	Ø 1/2" x 4.5"	ASTM D 1785	Cedula 80	
37	Codo de 90 grados	8	Ø 1/2"	AISI/ASME B16.15	Class 250	
36	Tubo roscado en extremos	2	Ø 1/2" x 2.5"		Cedula 80	
35	Tee	2	Ø 1/2"		Class 250	
34	Perno allen avellanada	32	MBX25	AISI/ASME B16.15	SAE 1038	
33	Perno allen avellanada	32	MBX25		SAE 1038	
32	Válvula de control	1	200x160x50			
31	Válvula de paso	2	Ø3/4		Bronce	
30	Tubo roscado en extremos	1	Ø 3/4" x 6"	ASTM D 1785	Cedula 80	
29	Tubo roscado en extremos	4	Ø 3/4" x 10"	ASTM D 1785	Cedula 80	
28	Tubo roscado en extremos	1	Ø 3/4" x 42"	ASTM D 1785	Cedula 80	
27	Tubo roscado en extremos	2	Ø 3/4" x 4.5"	ASTM D 1785	Cedula 80	
26	Panel de control	1	250x120x50		Tool galvanizado	
25	Tubo roscado en extremos	1	Ø 3/4" x 38.5"	ASTM D 1785	Cedula 80	
24	Codo de 90 grados	5	Ø 3/4"	AISI/ASME B16.15	Class 250	
23	Perno guía mesa superior	10	M16x80	SAE J1199 - 8.8	SAE 1038	
22	Placa base de pasadores	2	220x30x12		Acero A-36	
21	Tubo roscado en extremos	2	Ø 3/4" x 10"	ASTM D 1785	Cedula 80	
20	Tee	2	Ø 3/4"	AISI/ASME B16.15	Class 250	
19	Perno allen avellanada	32	MBX25		SAE 1038	
18	Eje guía mesa superior	2	Ø60x1600		Acero V-320	
17	Eje guía mesa inferior	4	Ø50x1200		Acero V-320	
16	Pasador	4	150x27.5x26		Acero K-460	
15	Bomba hidráulica	1	260x240x220		Acero A-36	1.5hp
14	Base para bomba hidráulica	1	300x380x12		Acero A-36	
13	Perno para brida cilindros	10	M16x40	SAE J1199 - 8.8	SAE 1038	
12	Perno base guía mesa inf.	12	M16x45	SAE J1199 - 8.8	SAE 1038	
11	Tope eje guía mesa inferior	1	85x70x60		Acero A-36	
10	Cilindro hidráulico	2	Ø150x200			
9	Placa para guía ranurada	4	800x32x10		Acero A-36	
8	Cilindro neumático	2	Ø240x800			
7	Brida de Cilindro	4	Ø130x65		Acero A-36	
6	Guía ranurada	4	800x55x32		Acero A-36	
5	Mesa inferior	1	1600x800x225	S8x18.4	Acero A-36	
4	Mesa Superior	1	1600x800x225		Acero A-36	
3	Base guía mesa superior	4	200x140x100		Acero A-36	
2	Base guía mesa inferior	8	200x130x100		Acero A-36	
1	Estructura	1	2200x2100x800		Acero A-36	

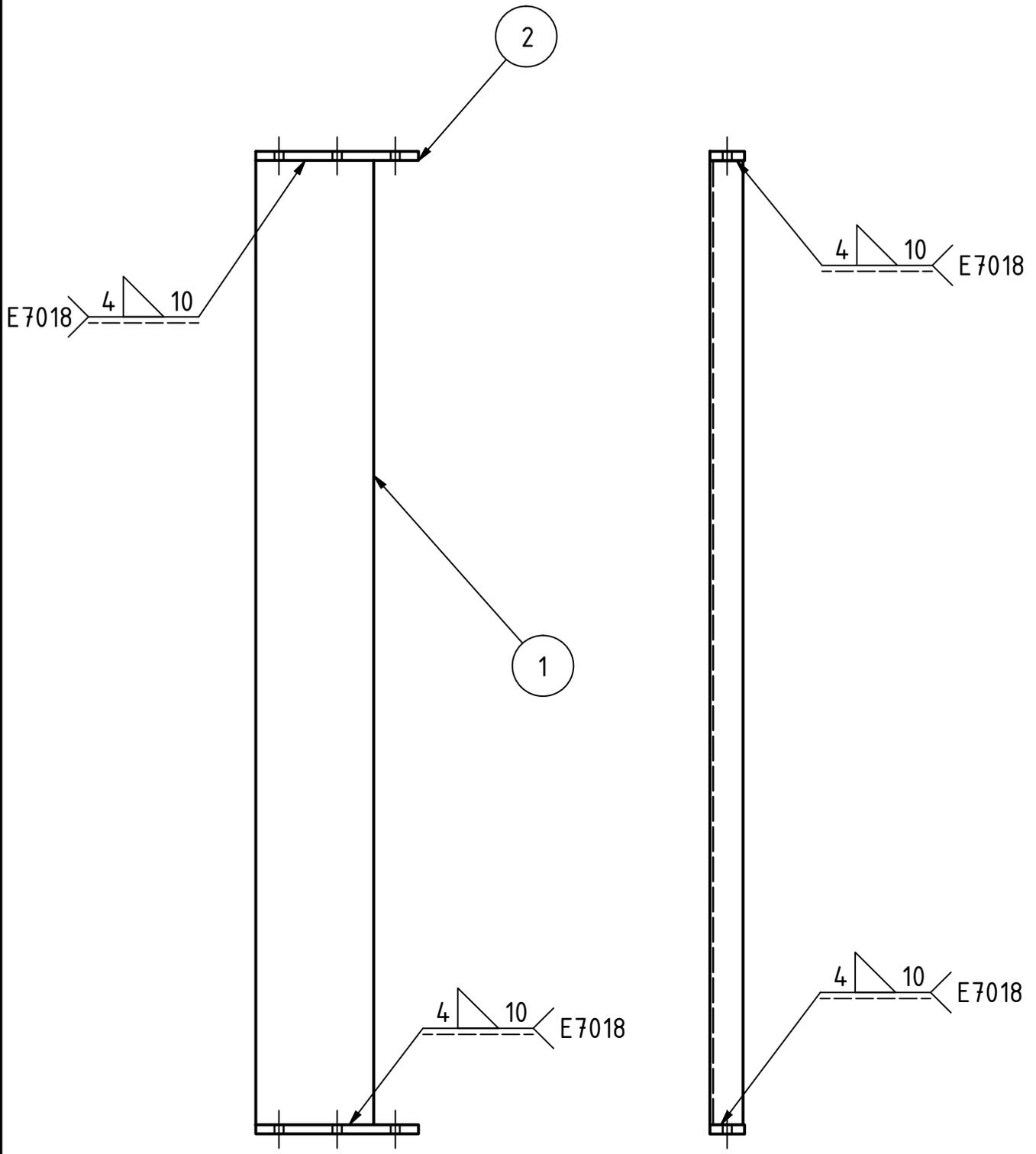
Ref.	Denominación	Cant.	Dim. Brutas	Norma	Material	Observaciones
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA						
U.P.S				Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
				DB:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Prensa Hidroneumática				Escala:	1:10	
				Código:	10.110807.110928.001	Tol.Gral: #1.00



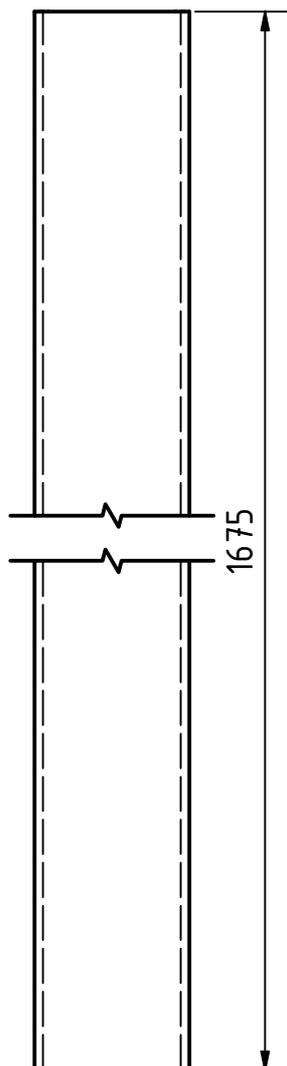
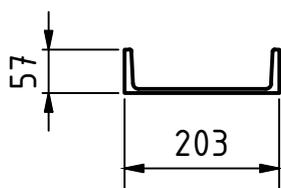
5	Base de columna	2	660x250x95	AISC	Acero estructural	
4	Columna parante derecho	2	2000x280x185	AISC	Acero estructural	
3	Viga superior	2	2100x205x60	AISC	Acero estructural	
2	Columna parante izquierdo	2	2000x280x185	AISC	Acero estructural	
1	Viga inferior	1	1700x390x280	AISC	Acero estructural	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Dib:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Estructura			Escala: 1:20	Código: 10.110807.110928.001.001		Tol.Gral: +/- 1.00



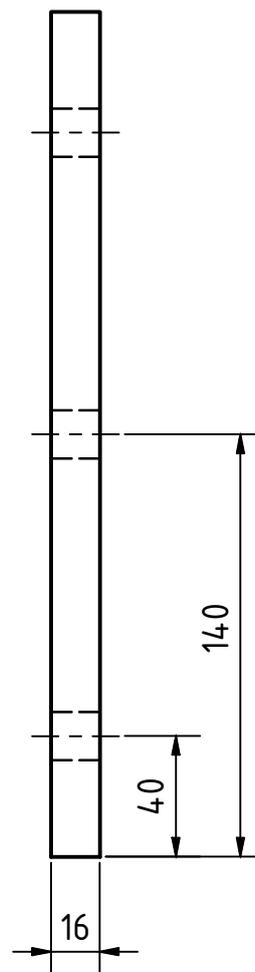
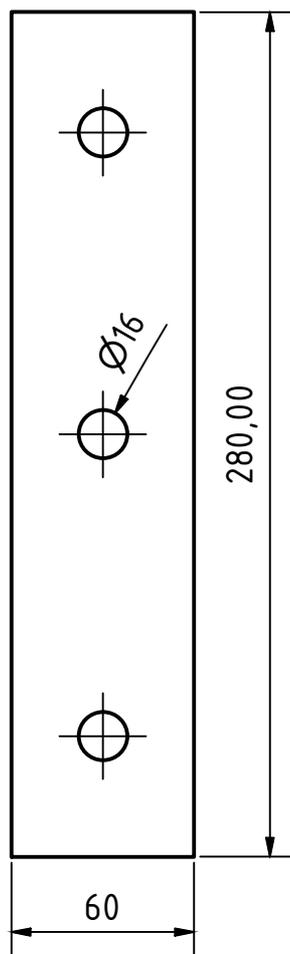
3	Perfil 1	2	385x80x40	AISC	Acero estructural	
2	Viga 2	2	2000x280x185	AISC	Acero estructural	
1	Viga 1	1	1710x385x280	AISC	Acero estructural	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Dib:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Viga inferior			Escala: 1:10	Código: 10.110807.110928.001.01.01		Tol.Gral: +/- 1.00



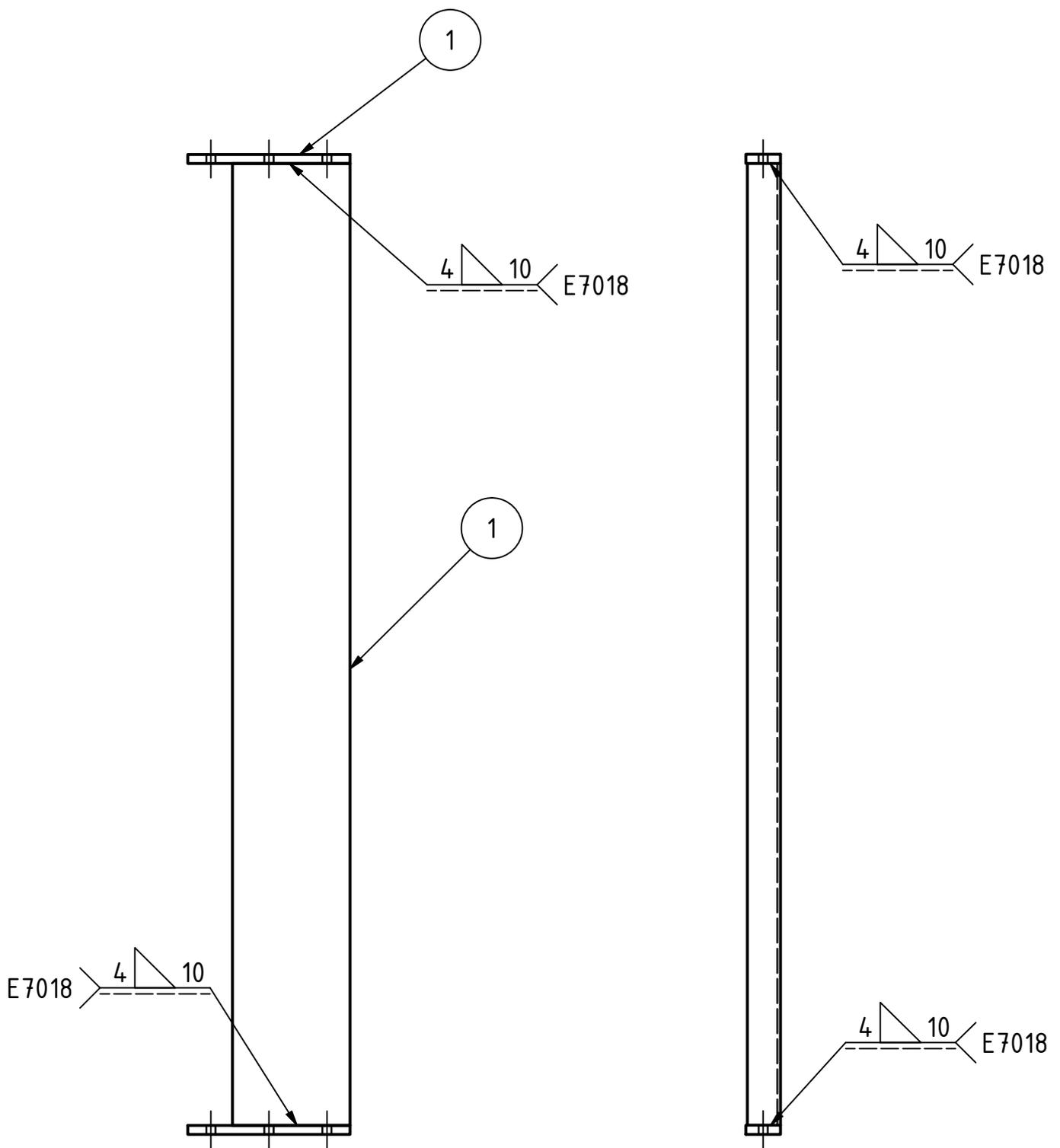
2	Placa lateral	2	280x60x16		Acero A-36	
1	Perfil 1	1	1710	C8 X 11.5	UPN 200	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
				Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-11-15
TEMA: Viga 1			Escala: 1:10	Código: 10.110807.110928.001.01.01.01	Tol.Gral: +/-1.00	



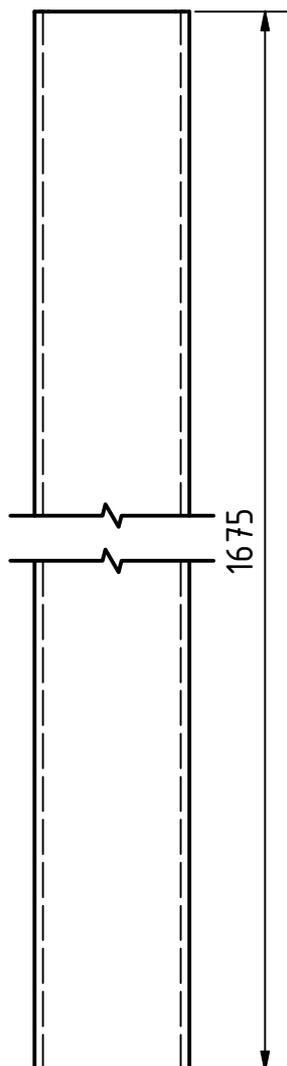
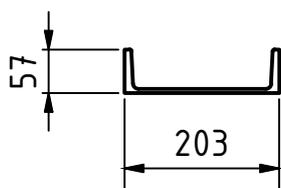
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	1600X205X60	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Perfil 1	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.01.01.01.01	Tol.Gral:	+/-1.00



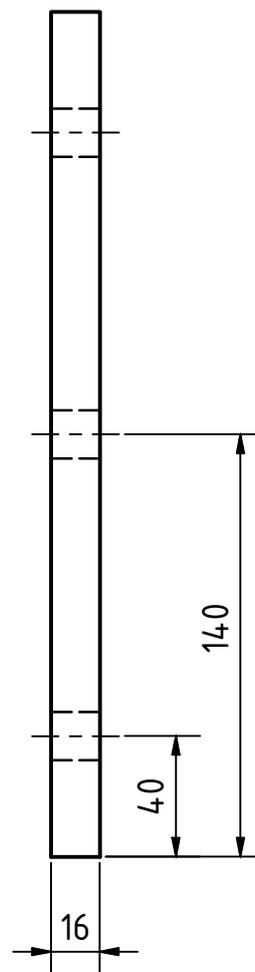
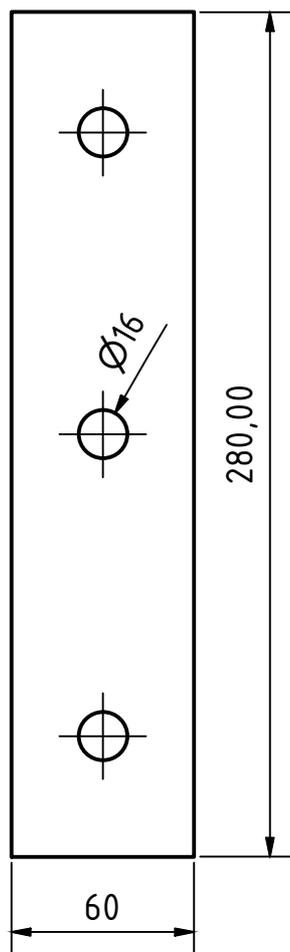
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36	Dimensiones brutas:	280x60x16
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA:	Placa lateral	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.01.01.01.02
				Tol.Gral:	+/-0.2



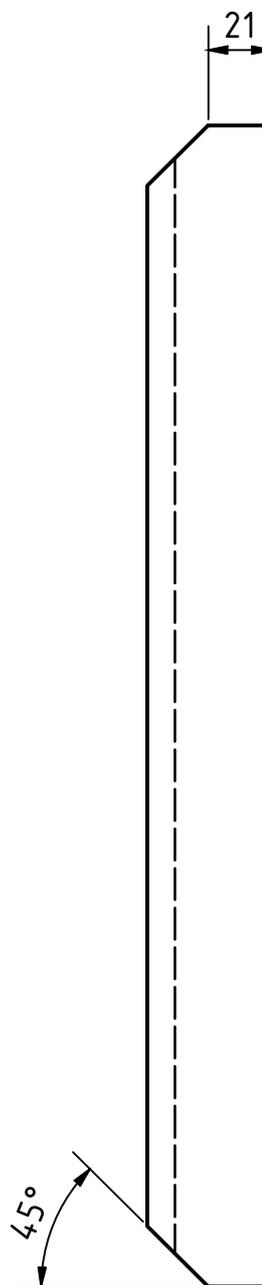
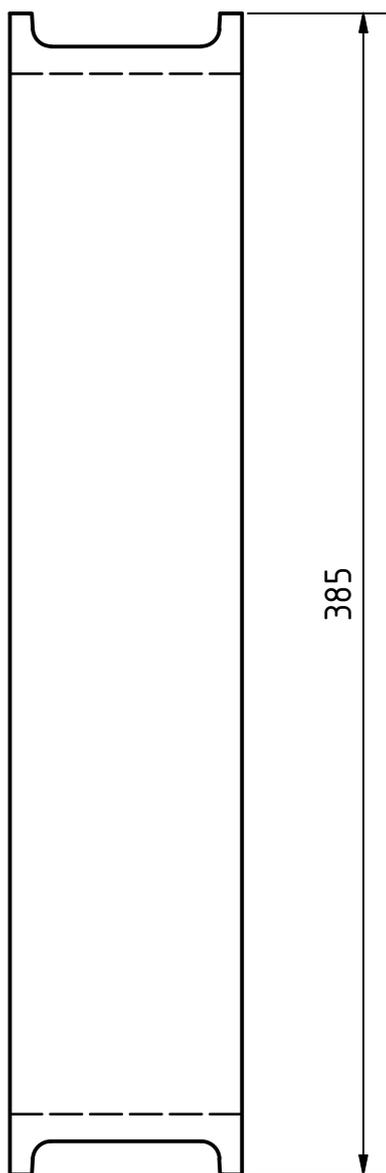
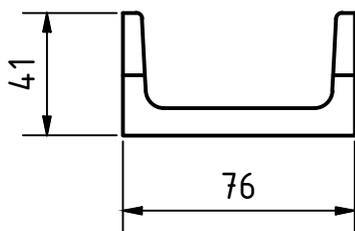
2	Placa lateral	2	280x60x16		Acero A-36	
1	Perfil 1	1	1710	C8 X 11.5	UPN 200	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
				Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Viga 2			Escala: 1:10	Código: 10.110807.110928.001.01.01.02	Tol.Gral: +/-1.00	



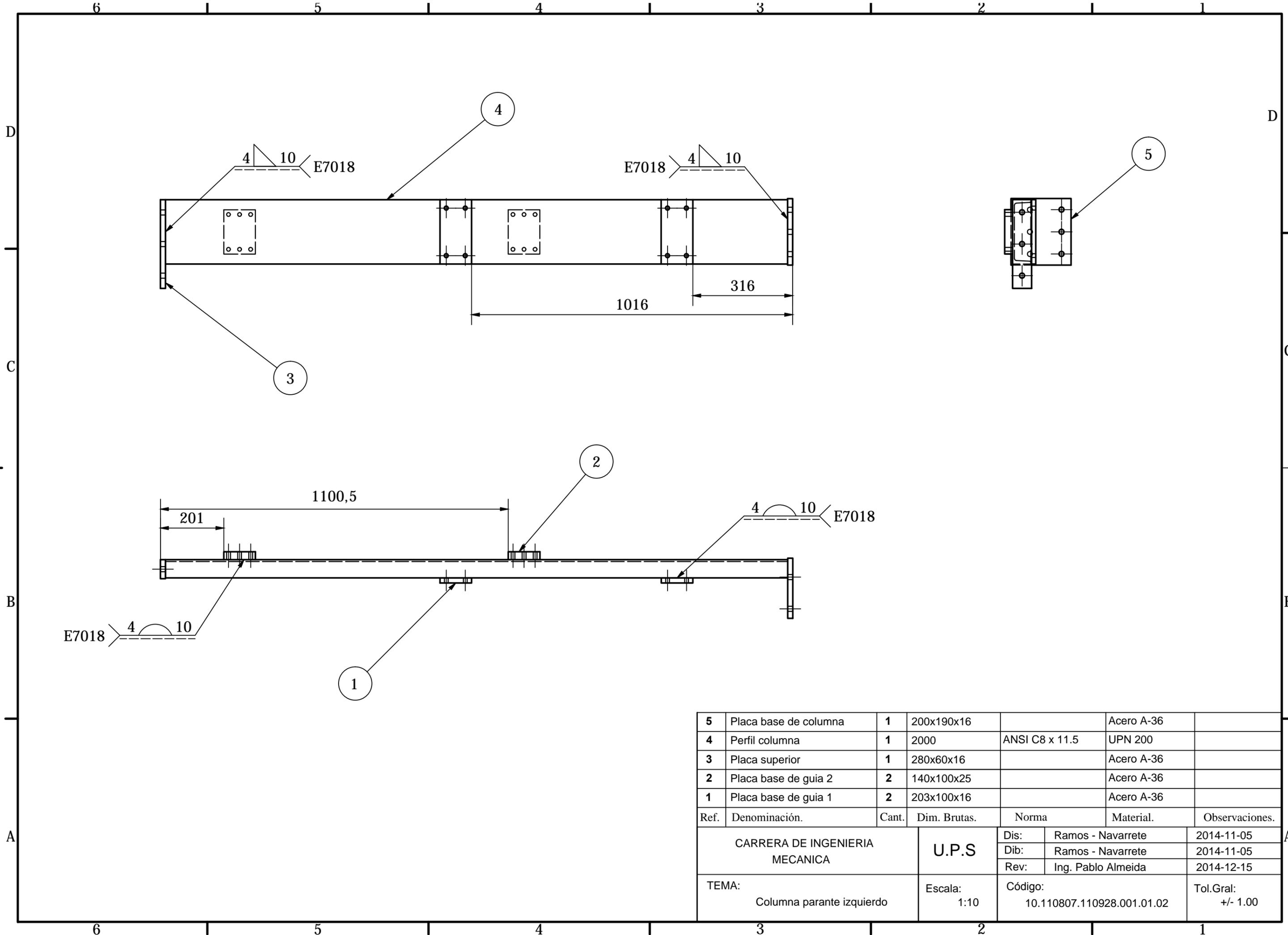
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	1600X205X60	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Perfil 1	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.01.01.02.01	Tol.Gral:	+/-1.00



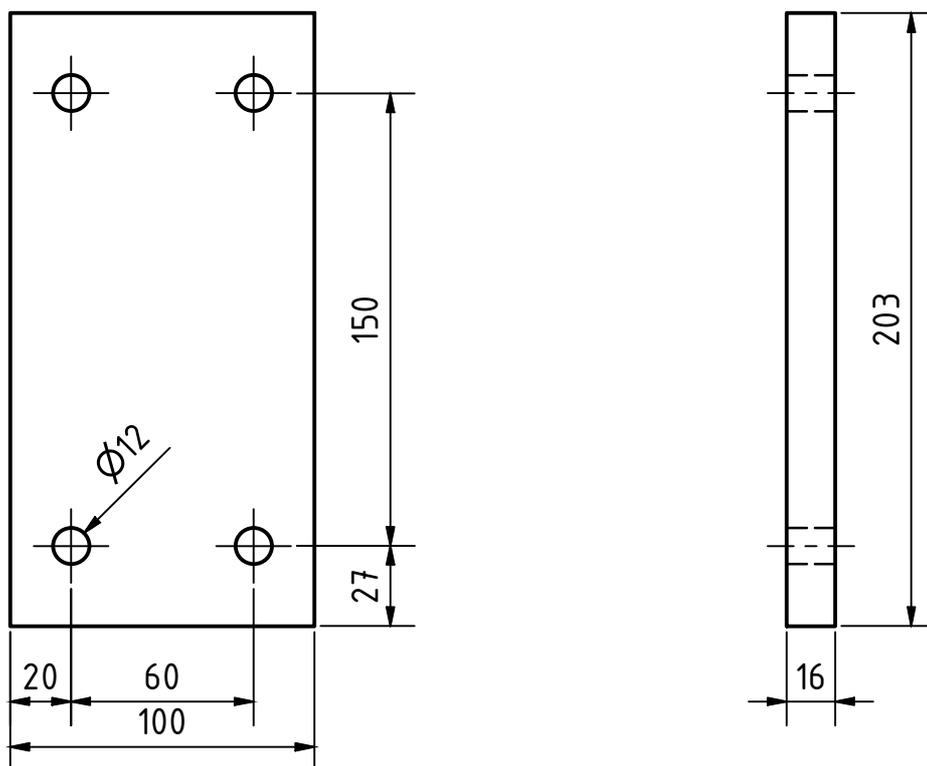
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	280x60x16	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Placa lateral	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.01.01.02.02	Tol.Gral:	+/-0.2



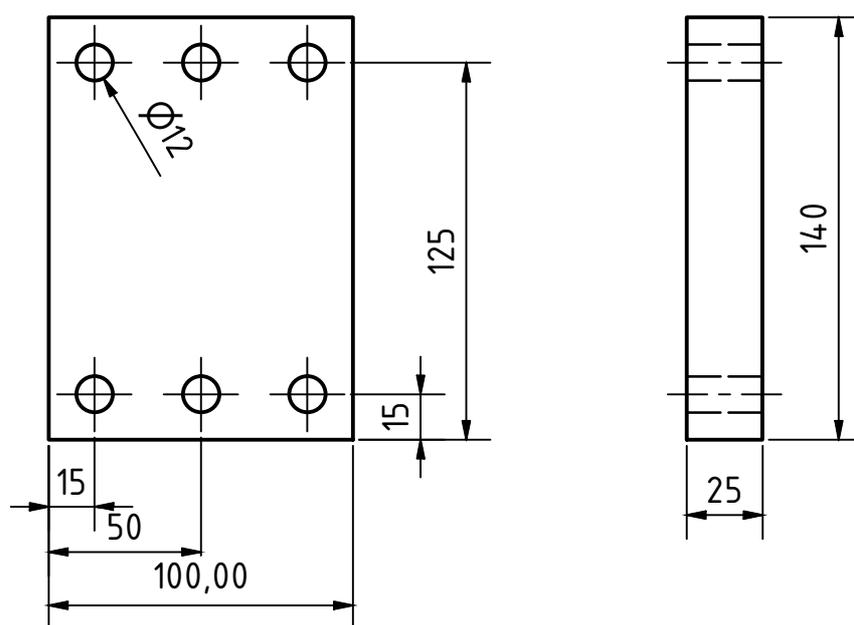
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200 - C3x6		Dimensiones brutas:	385x76x41	
Recubrimiento:	Pintura	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05			
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
TEMA:	Perfil 1	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.01.01.03	Tol.Gral:	+/-0.5



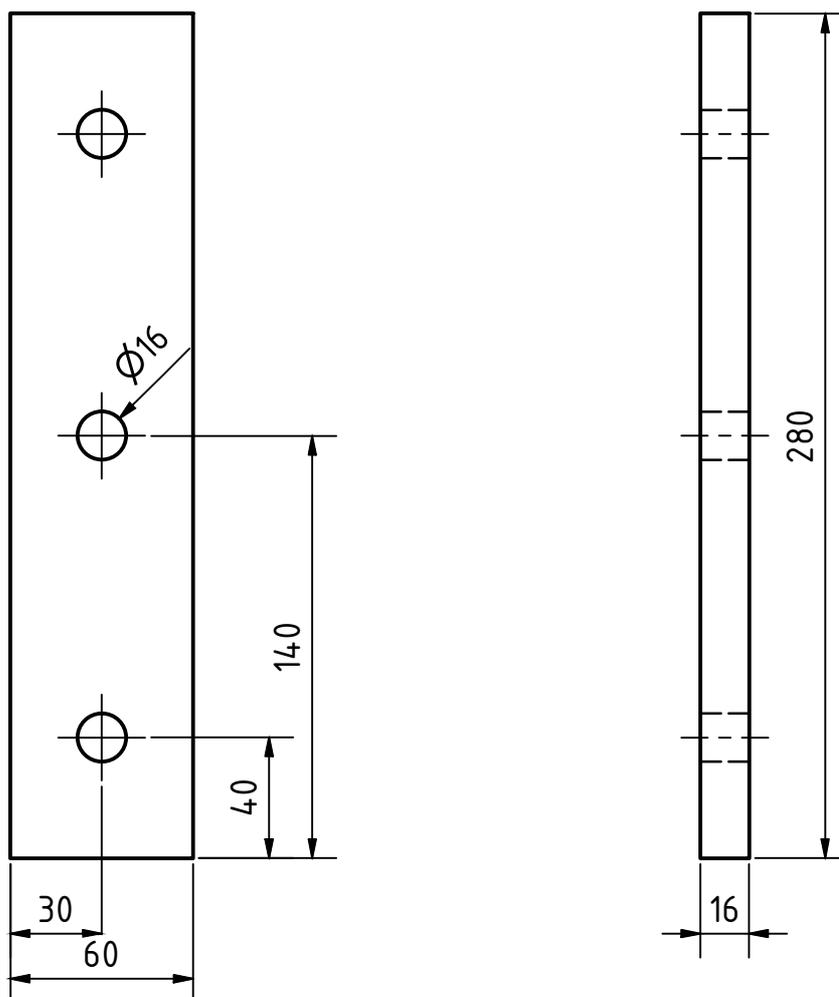
5	Placa base de columna	1	200x190x16		Acero A-36	
4	Perfil columna	1	2000	ANSI C8 x 11.5	UPN 200	
3	Placa superior	1	280x60x16		Acero A-36	
2	Placa base de guia 2	2	140x100x25		Acero A-36	
1	Placa base de guia 1	2	203x100x16		Acero A-36	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Dib:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Columna parante izquierdo			Escala: 1:10	Código: 10.110807.110928.001.01.02		Tol.Gral: +/- 1.00



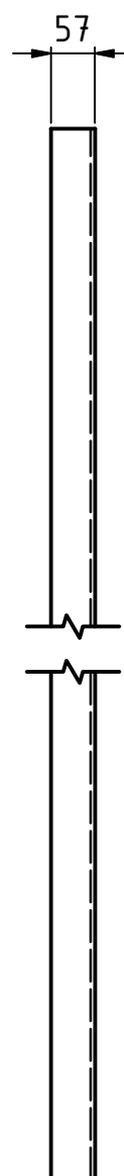
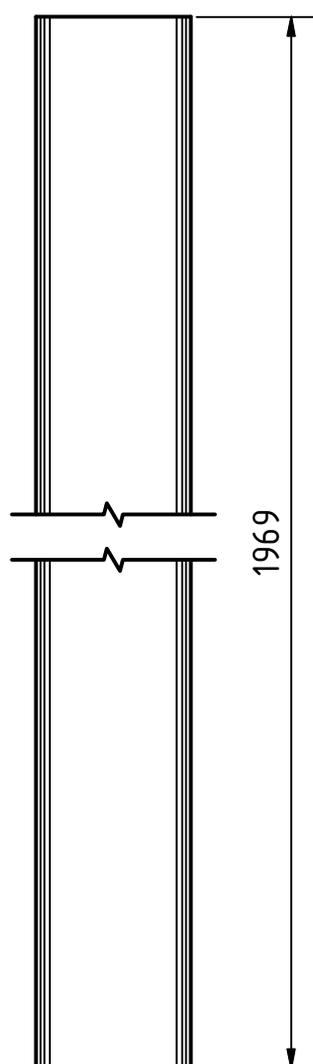
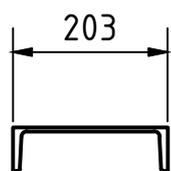
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A36	Dimensiones brutas:	203x100x16
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
TEMA: Placa base de guia 1	Escala: 1:2.5	Código: 10.110807.110928.001.01.02.01	Tol.Gral: +/-0.2		



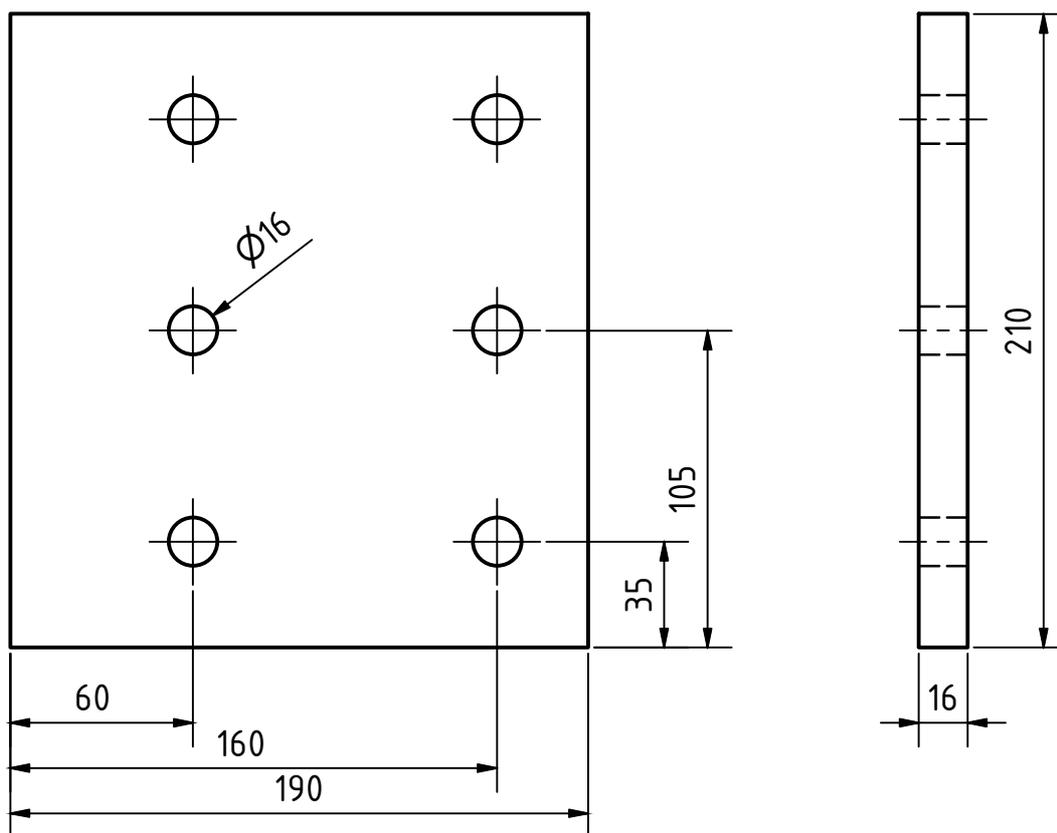
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A36	Dimensiones brutas:	140x100x25
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA:	Placa base de guia 2	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.01.02.02
				Tol.Gral:	+/-0.2



Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A36	Dimensiones brutas:	280x60x16
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
TEMA: Placa superior	Escala: 1:2.5	Código: 10.110807.110928.001.01.02.03	Tol.Gral: +/-0.2		

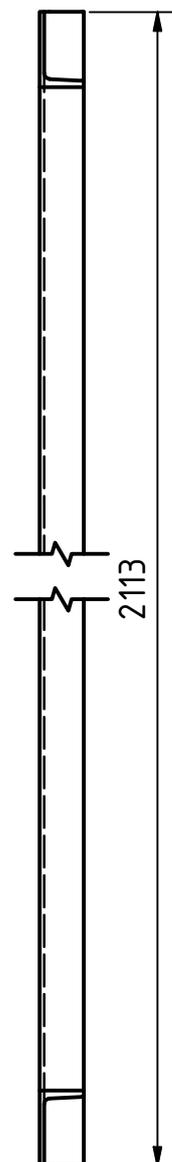
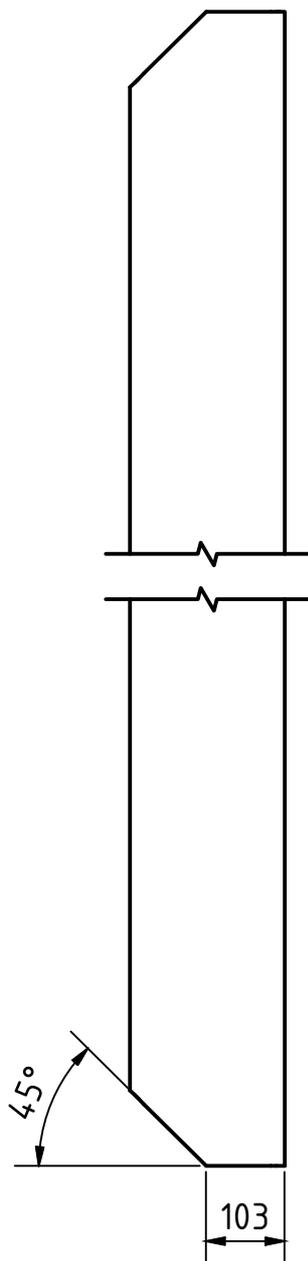
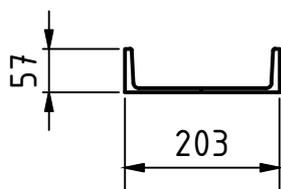


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	1670	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Perfil columna	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.01.02.04	Tol.Gral:	+/-1.00

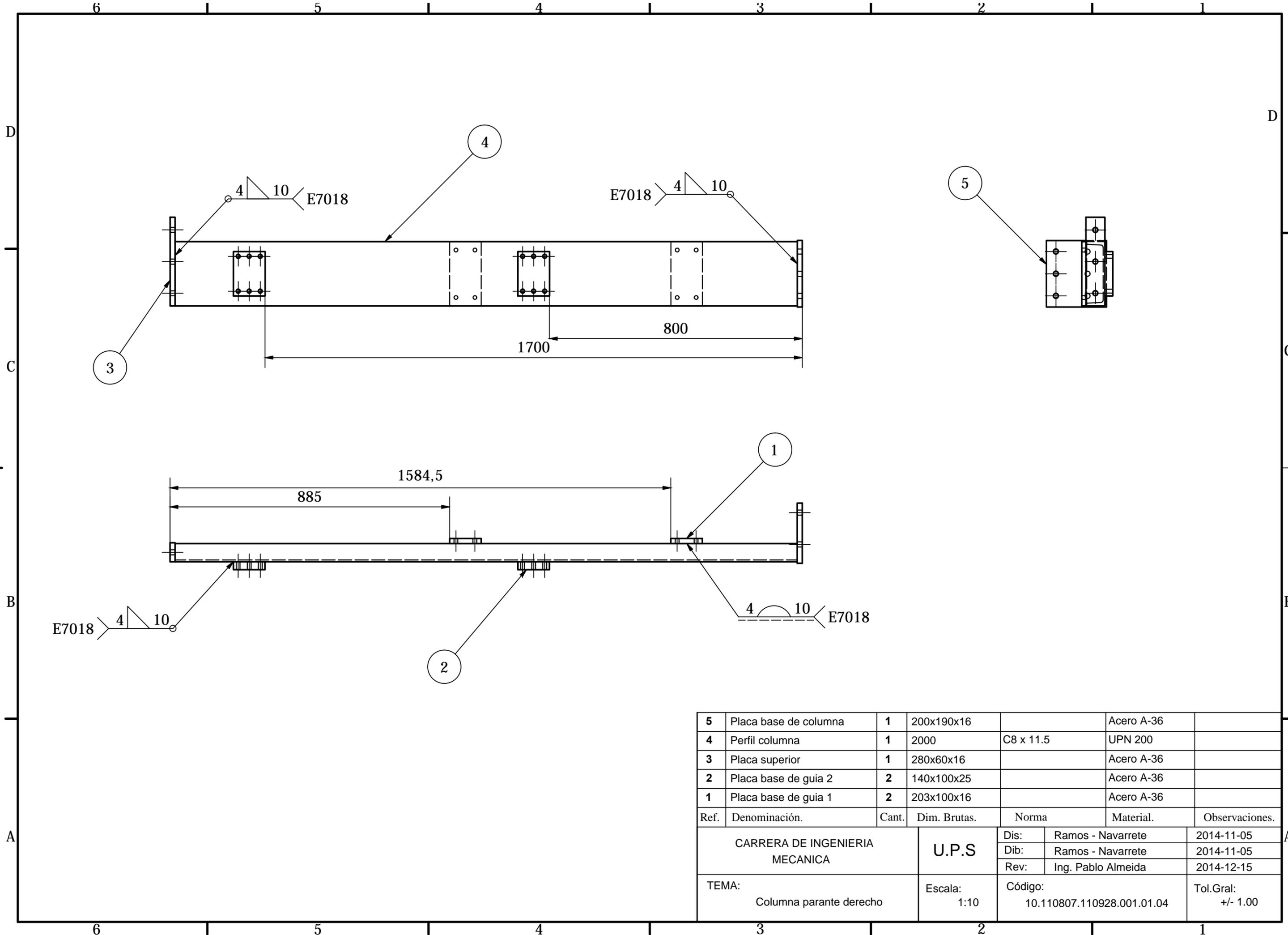


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A36		Dimensiones brutas:	210x190x16	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Placa base columna	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.01.02.05	Tol.Gral:	+/-0.2

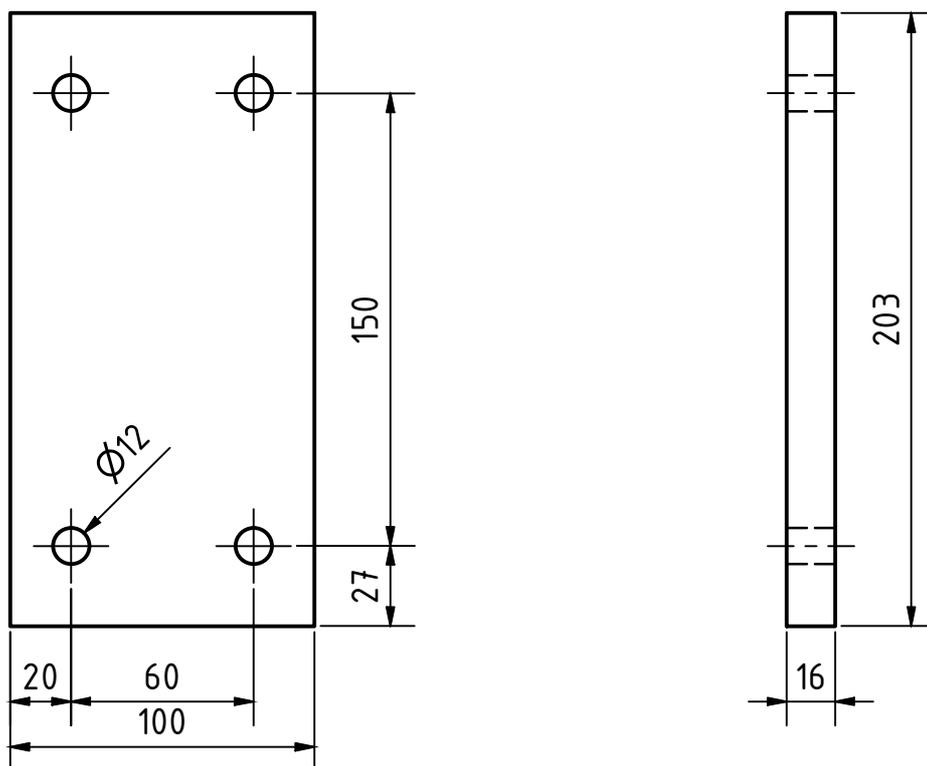
N9



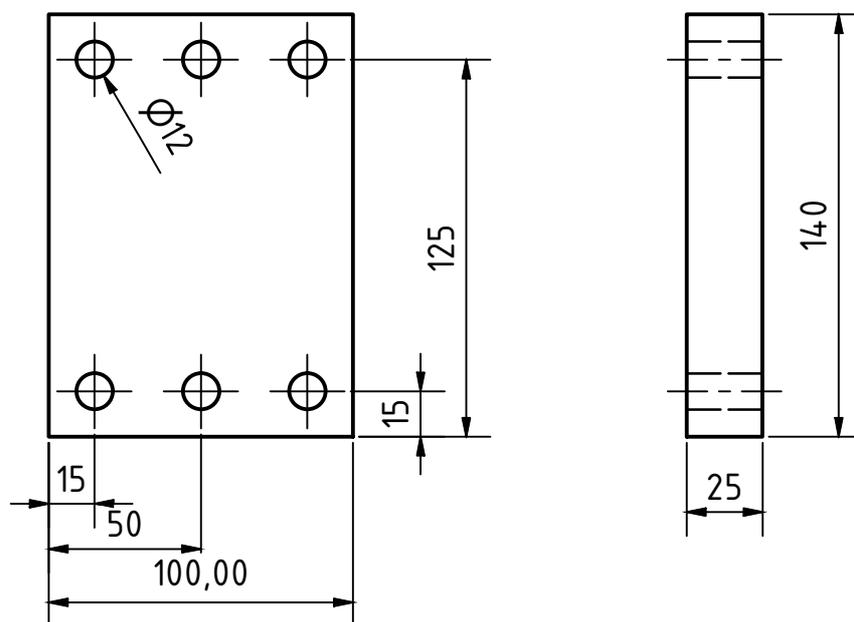
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	2113x203x57	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Viga superior	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.01.03	Tol.Gral:	+/-1.00



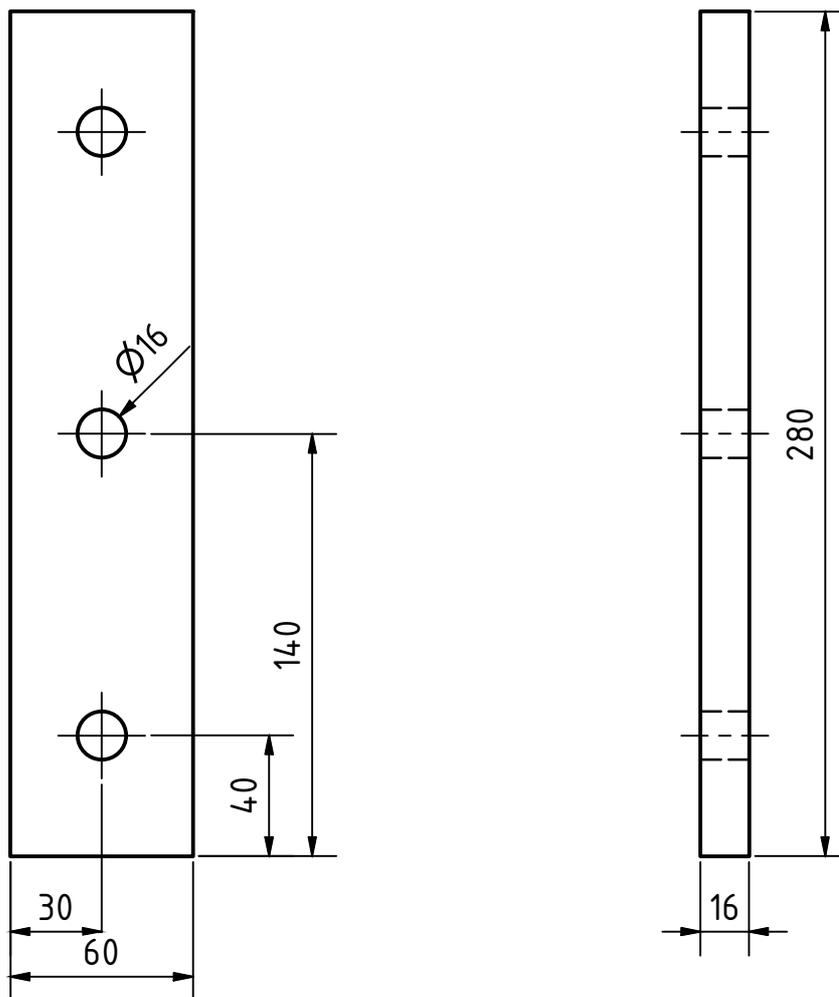
5	Placa base de columna	1	200x190x16		Acero A-36	
4	Perfil columna	1	2000	C8 x 11.5	UPN 200	
3	Placa superior	1	280x60x16		Acero A-36	
2	Placa base de guia 2	2	140x100x25		Acero A-36	
1	Placa base de guia 1	2	203x100x16		Acero A-36	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Dib:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Columna parante derecho			Escala: 1:10	Código: 10.110807.110928.001.01.04		Tol.Gral: +/- 1.00



Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A36		Dimensiones brutas:	203x100x16	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Placa base de guia 1	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.01.04.01	Tol.Gral:	+/-0.2

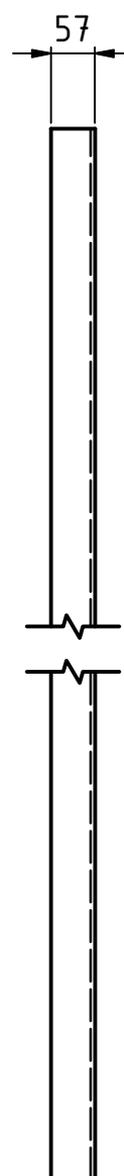
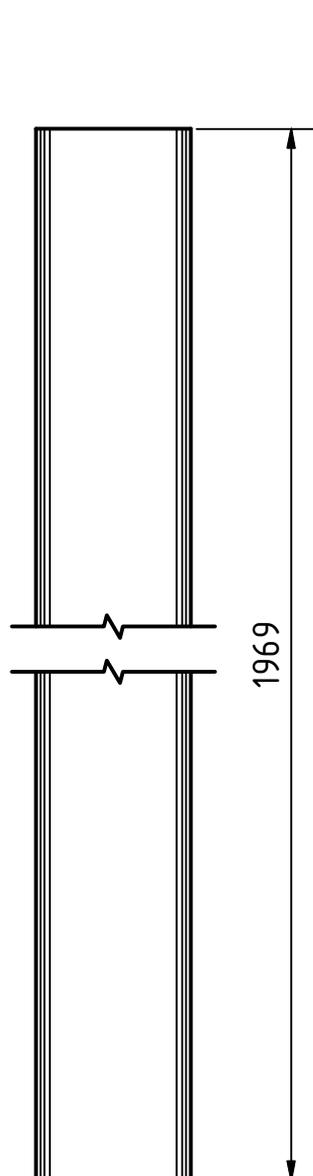
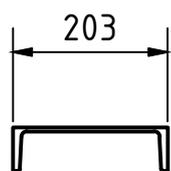


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A36	Dimensiones brutas:	140x100x25
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA:	Placa base de guia 2	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.01.04.02
				Tol.Gral:	+/-0.2

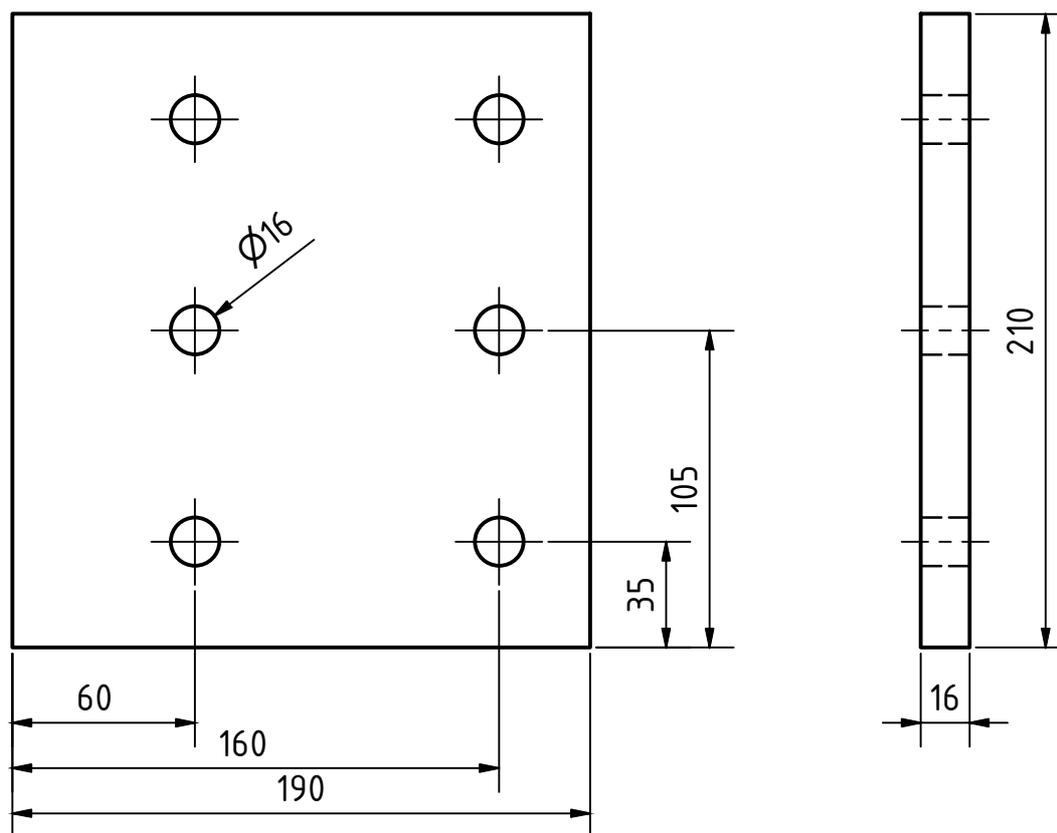


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A36	Dimensiones brutas:	280x60x16
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
TEMA: Placa superior	Escala: 1:2.5	Código: 10.110807.110928.001.01.04.03	Tol.Gral: +/-0.2		

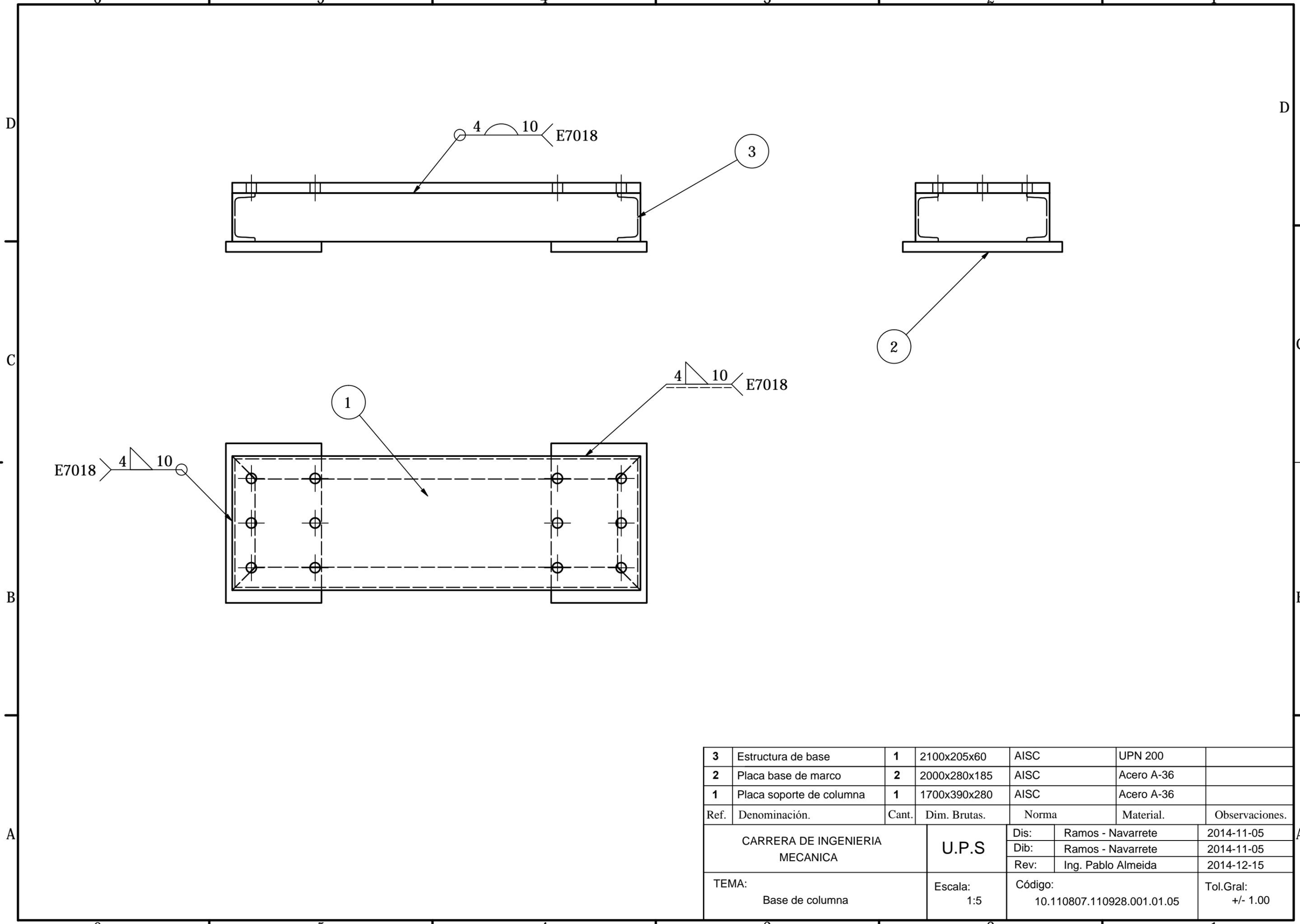
N9



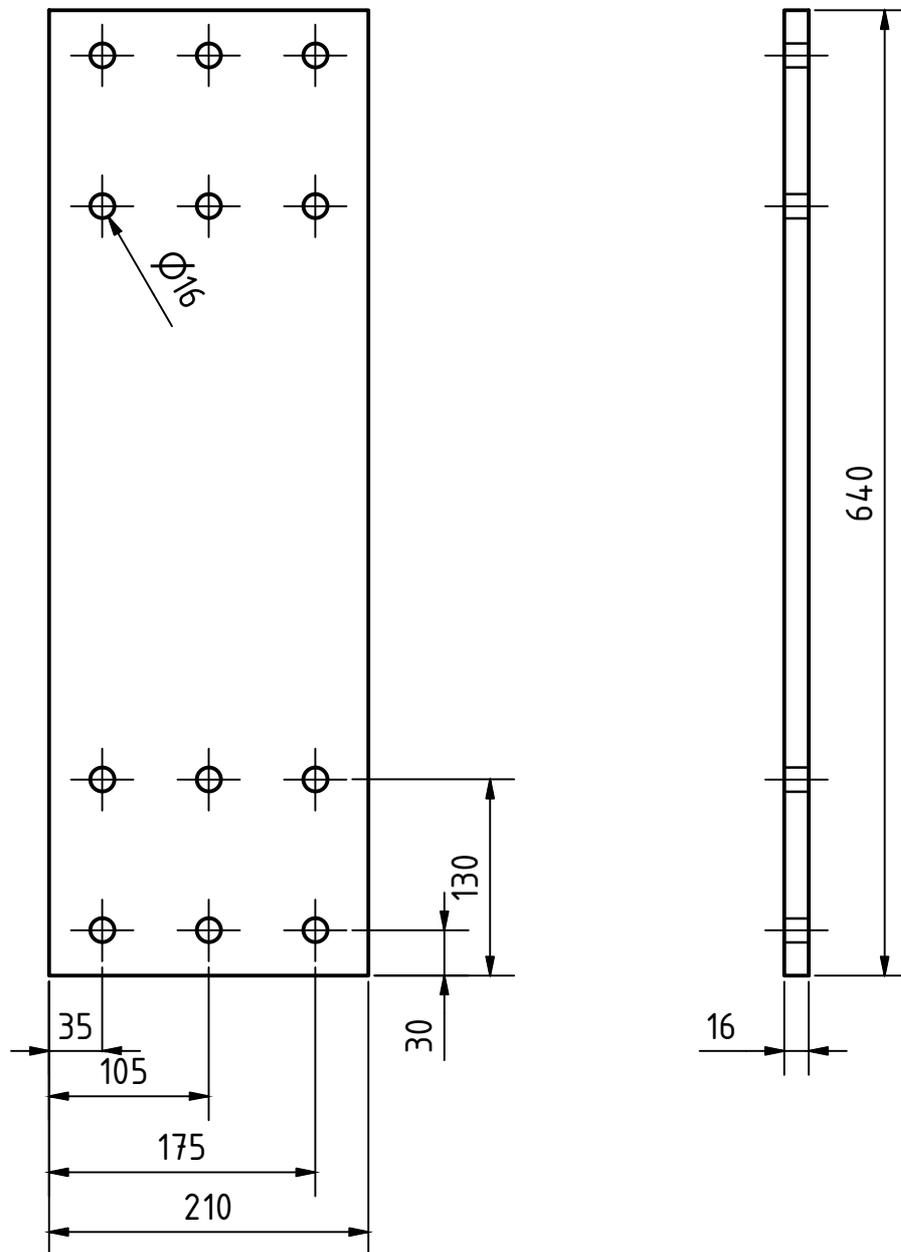
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:
Recubrimiento:	Pintura				1670
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA:	Perfil columna	Escala:	Código:		Tol.Gral:
		1:10	10.110807.110928.001.01.04.04		+/-1.00



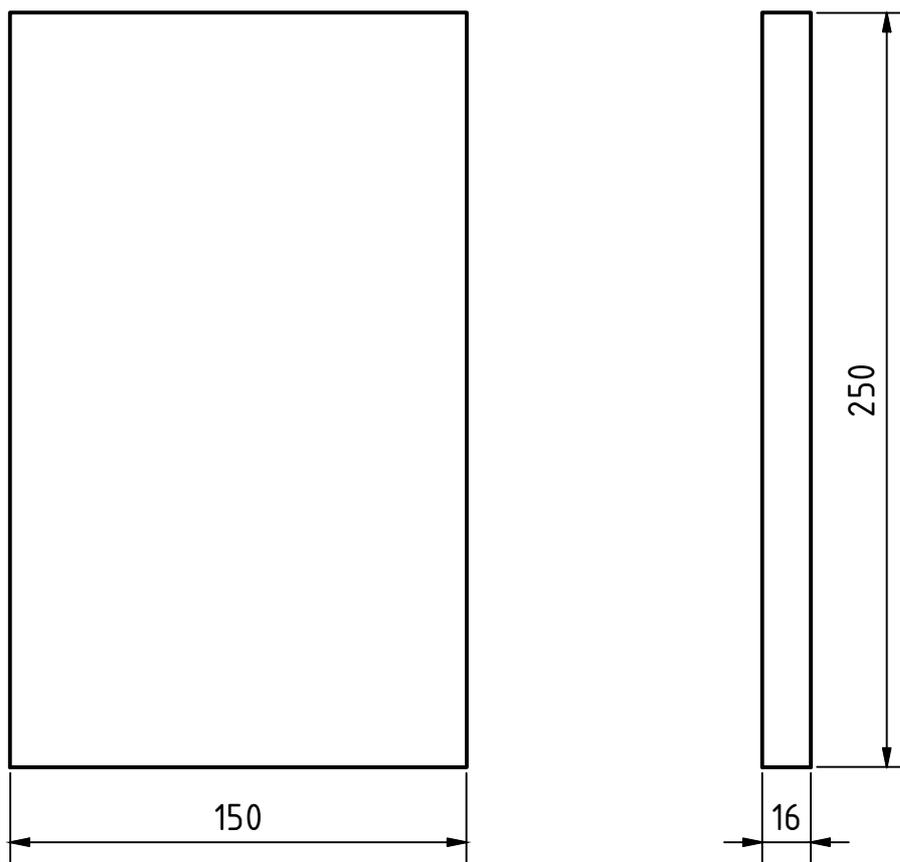
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A36	Dimensiones brutas:	210x190x16
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
TEMA: Placa base columna	Escala: 1:2.5	Código: 10.110807.110928.001.01.04.05		Tol.Gral: +/-0.2	



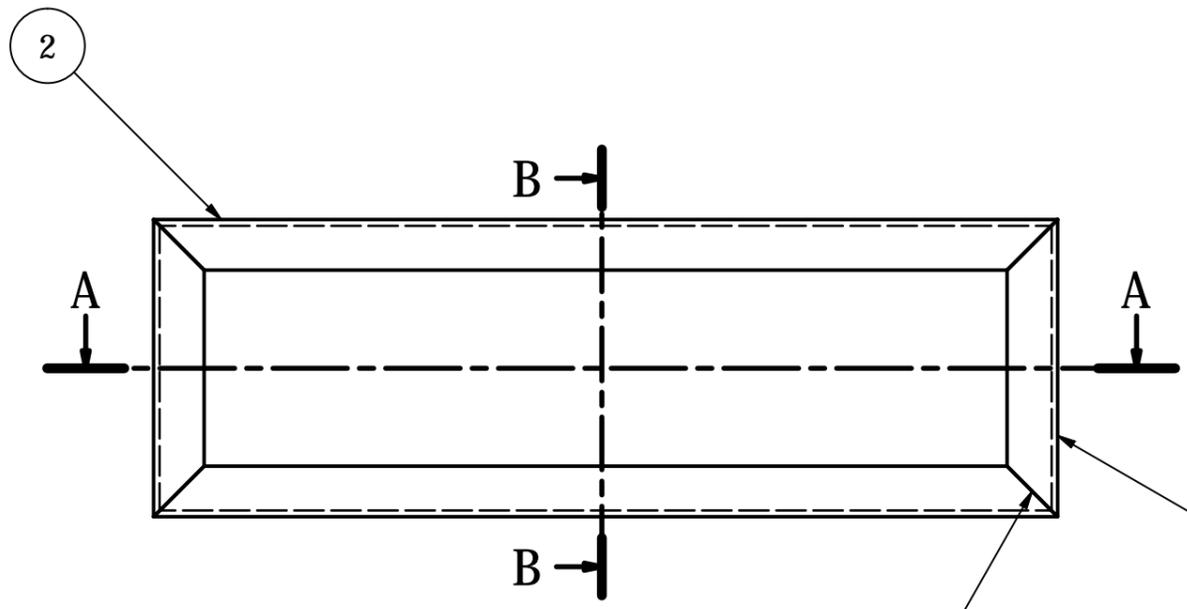
3	Estructura de base	1	2100x205x60	AISC	UPN 200	
2	Placa base de marco	2	2000x280x185	AISC	Acero A-36	
1	Placa soporte de columna	1	1700x390x280	AISC	Acero A-36	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Dib:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Base de columna			Escala: 1:5	Código: 10.110807.110928.001.01.05		Tol.Gral: +/- 1.00



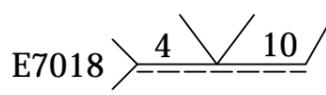
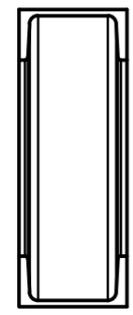
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36	Dimensiones brutas:	640x210x16
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
TEMA: Placa soporte de columna	Escala: 1:5	Código: 10.110807.110928.001.01.05.01	Tol.Gral: +/-0.2		



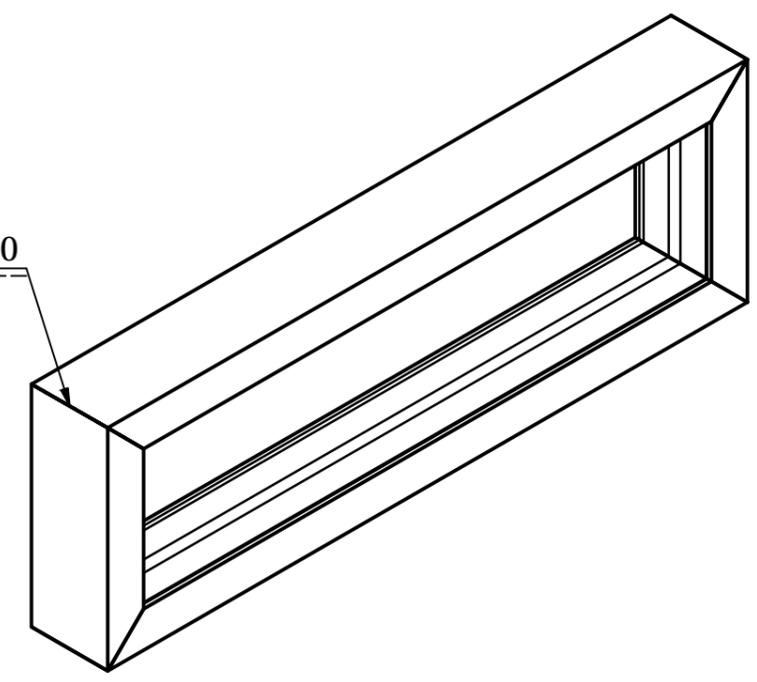
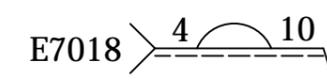
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36	Dimensiones brutas:	250x150x16
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-05	
TEMA: Placa base de marco	Escala: 1:2.5	Código: 10.110807.110928.001.01.05.02		Tol.Gral: +/-0.2	



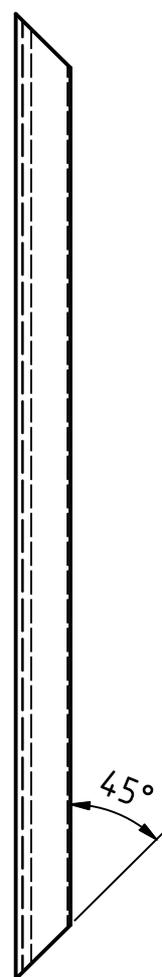
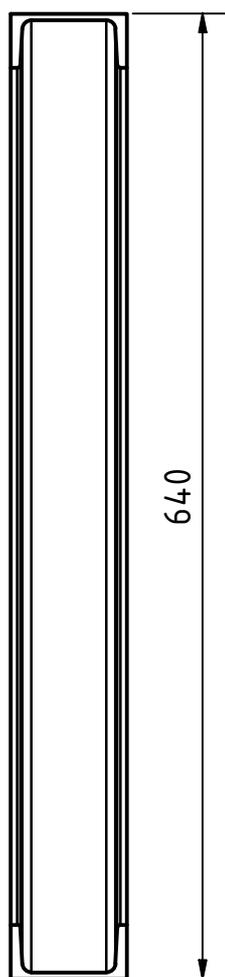
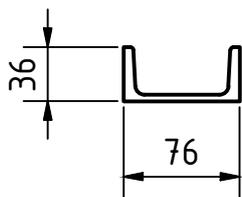
B-B ( 1 : 5 )



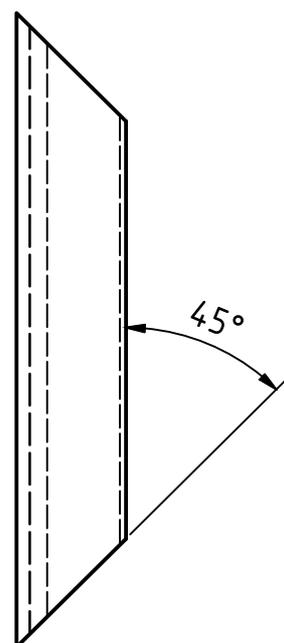
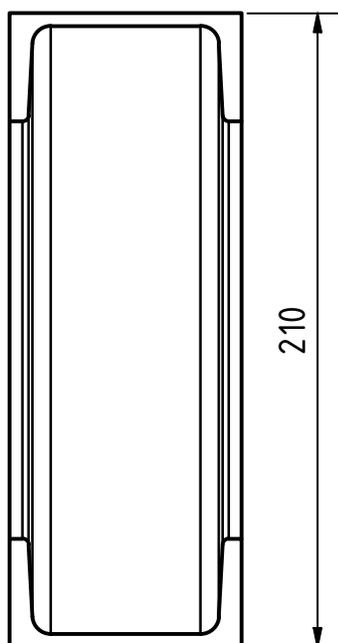
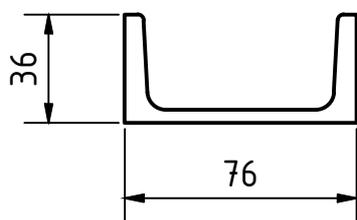
A-A ( 1 : 5 )



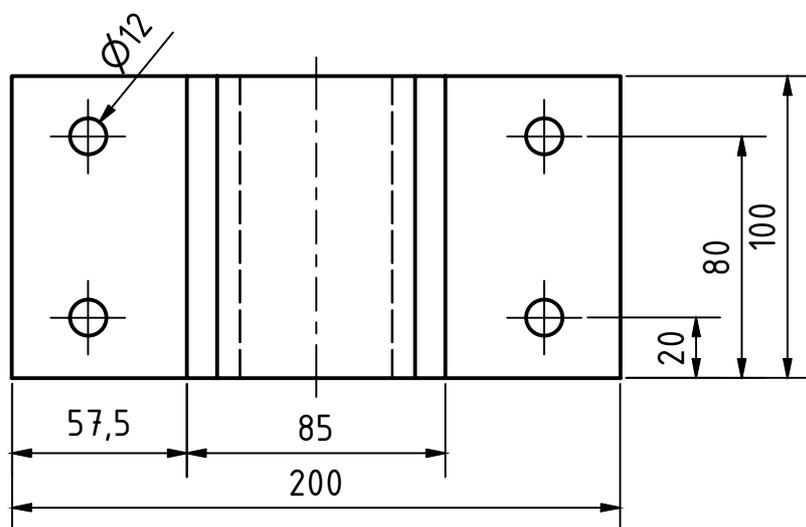
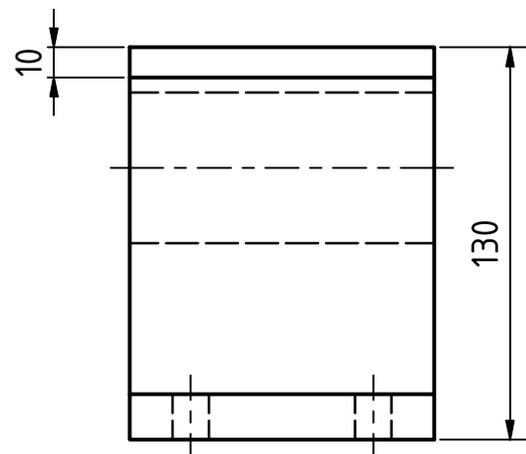
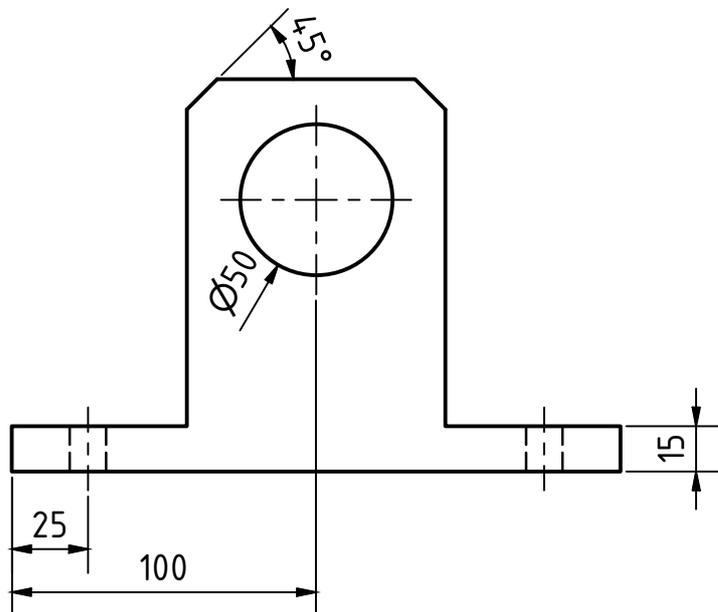
2	Perfil base 2	2	210	ANSI C3 x 4.1	UPN 200	
1	Perfil base 1	2	640	ANSI C3 x 4.1	UPN 200	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Dib:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Estructura de base			Escala: 1:5	Código: 10.110807.110928.001.01.05.03		Tol.Gral: +/- 1.00



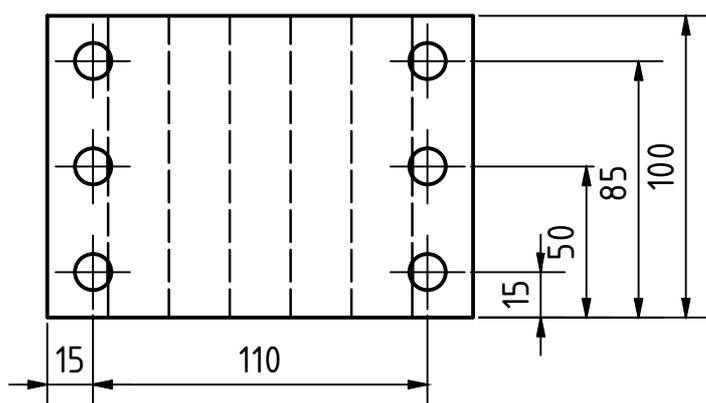
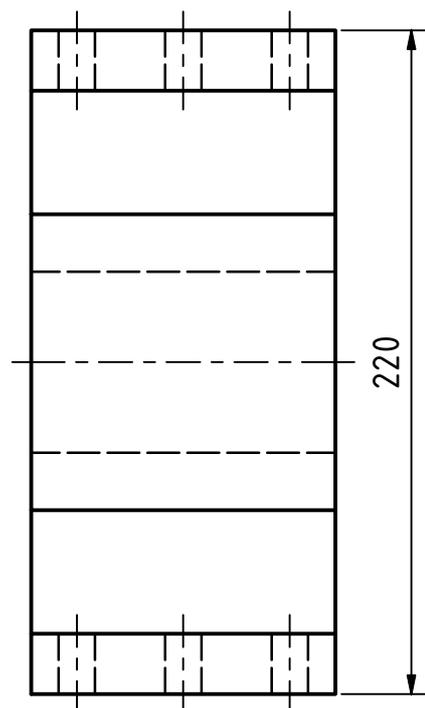
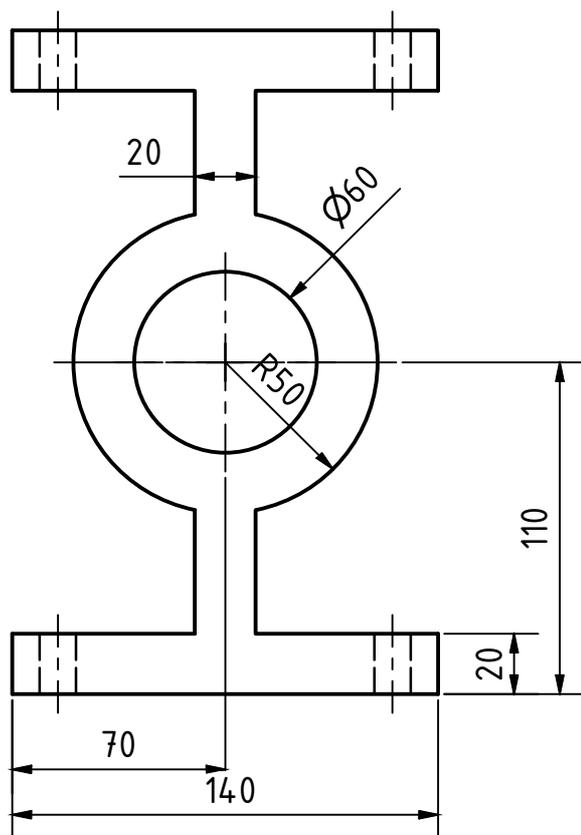
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:
Recubrimiento:	Pintura				640
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA:	Perfil base 1	Escala:	1:5	Código:	10.110807.110928.001.01.05.03.01
				Tol.Gral:	+/-0.5



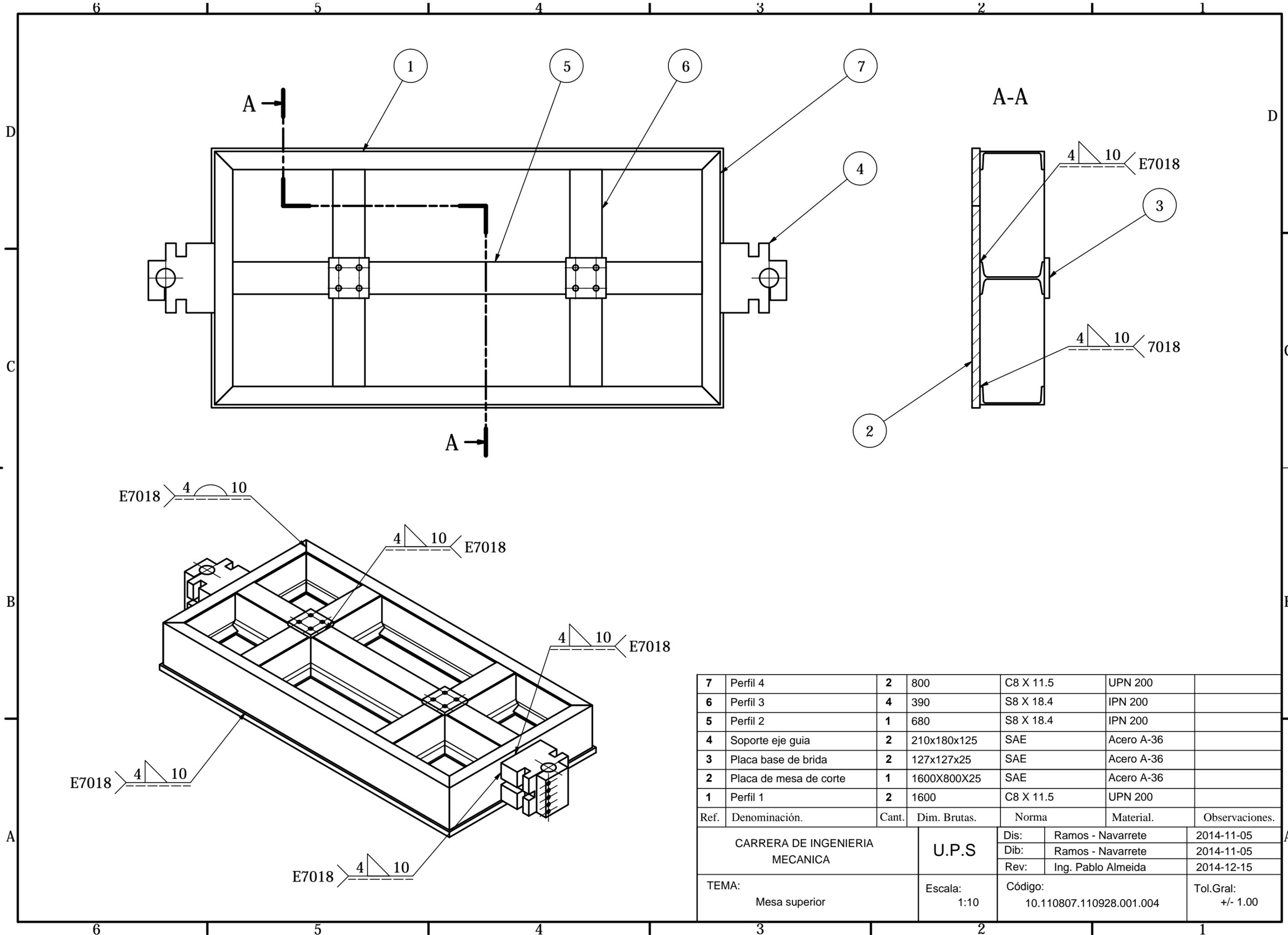
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	210	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Perfil base 1	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.01.05.03.02	Tol.Gral:	+/-0.5



Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero V-320		Dimensiones brutas:	200x130x100	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Base guia mesa inferior	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.02	Tol.Gral:	+/-0.2



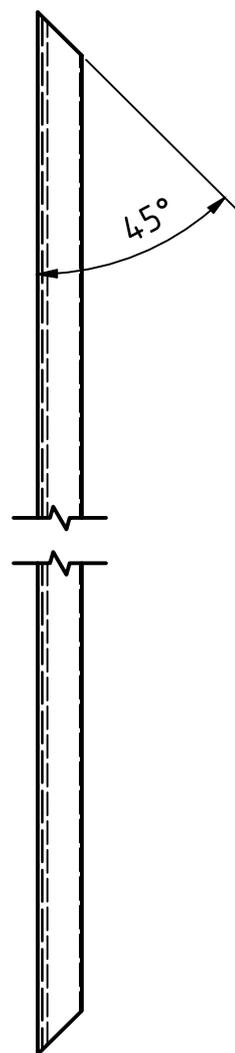
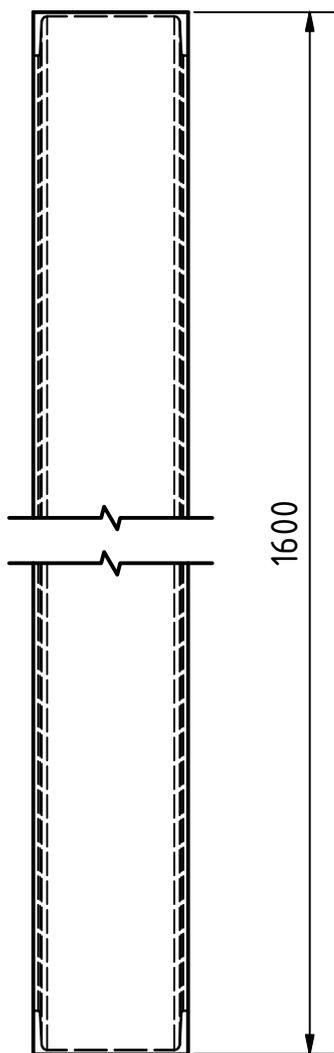
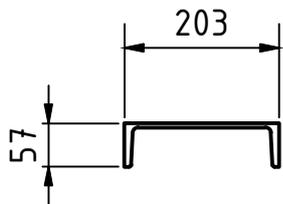
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero V-320	Dimensiones brutas:	220x140x100
Recubrimiento:	Pintura	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
		TEMA:	Base guia mesa superior	Escala:	1:2.5
				Tol.Gral:	+/-0.2



7	Perfil 4	2	800	C8 X 11.5	UPN 200	
6	Perfil 3	4	390	S8 X 18.4	IPN 200	
5	Perfil 2	1	680	S8 X 18.4	IPN 200	
4	Soporte eje guía	2	210x180x125	SAE	Acero A-36	
3	Placa base de brida	2	127x127x25	SAE	Acero A-36	
2	Placa de mesa de corte	1	1600X800X25	SAE	Acero A-36	
1	Perfil 1	2	1600	C8 X 11.5	UPN 200	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S		Dis:	Ramos - Navarrete
					Dib:	Ramos - Navarrete
					Rev:	Ing. Pablo Almeida
TEMA:			Escala:	Código:	Tol.Gral:	
Mesa superior			1:10	10.110807.110928.001.004	+/- 1.00	

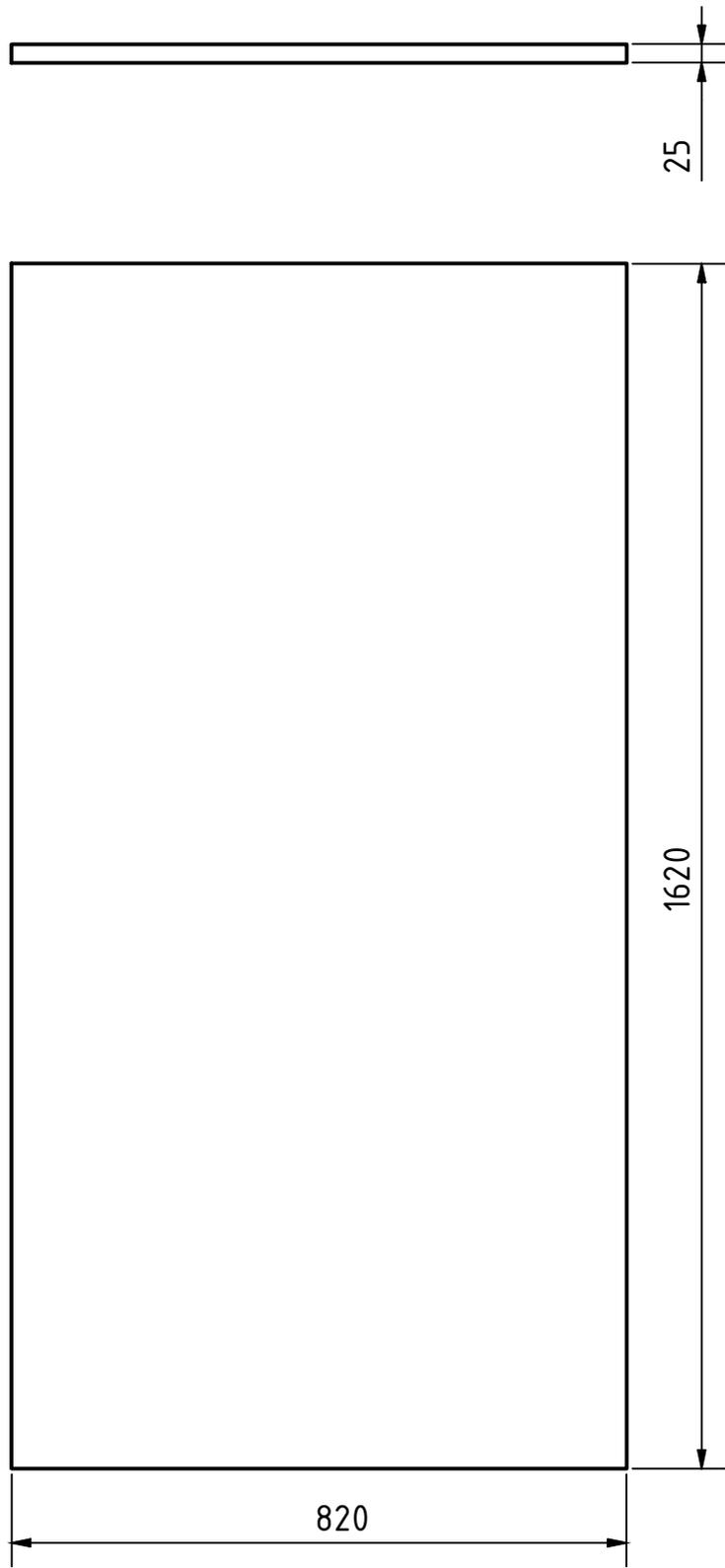
Dis: Ramos - Navarrete 2014-11-05  
 Dib: Ramos - Navarrete 2014-11-05  
 Rev: Ing. Pablo Almeida 2014-12-15  
 Código: 10.110807.110928.001.004  
 Tol.Gral: +/- 1.00

N9



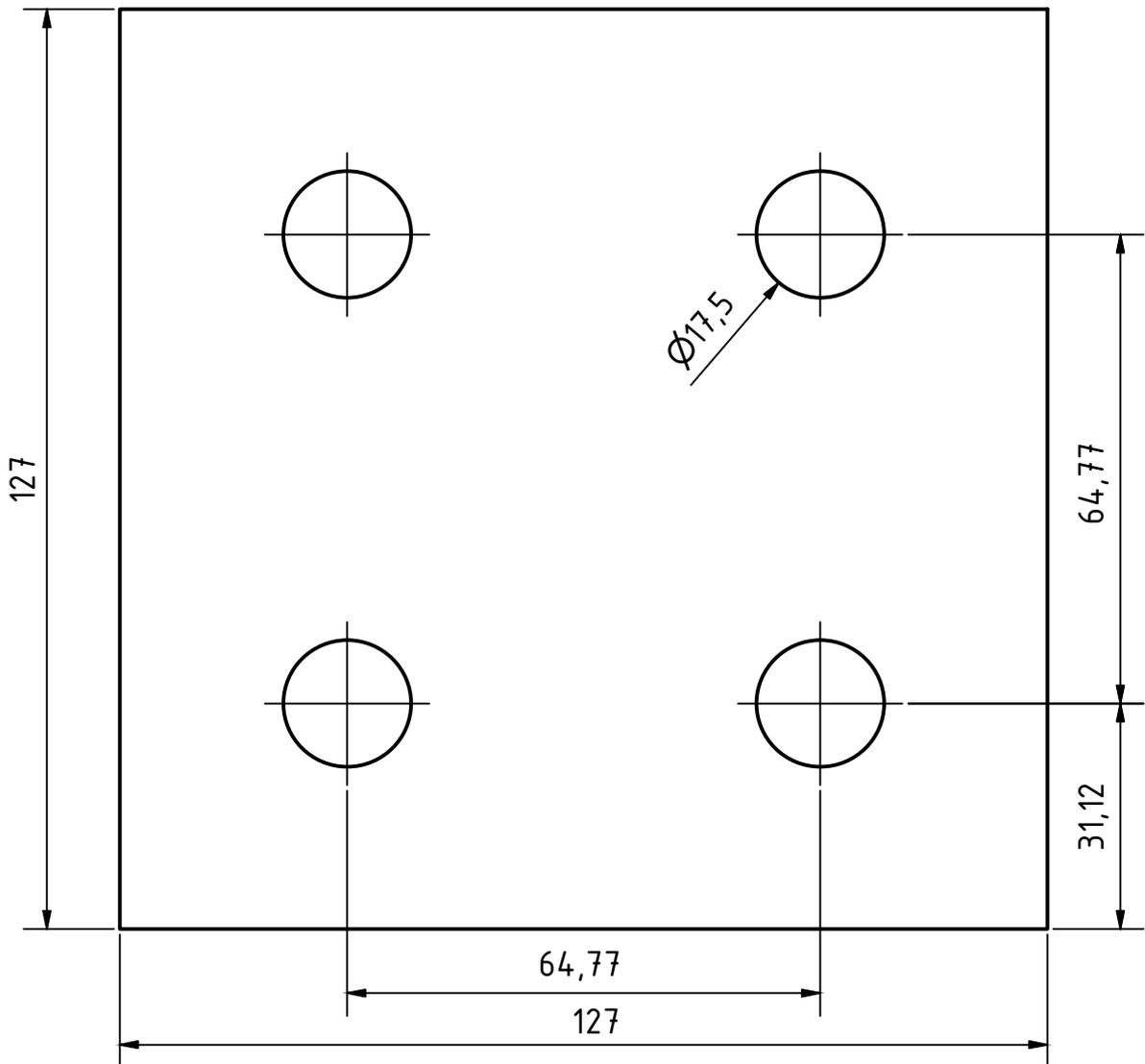
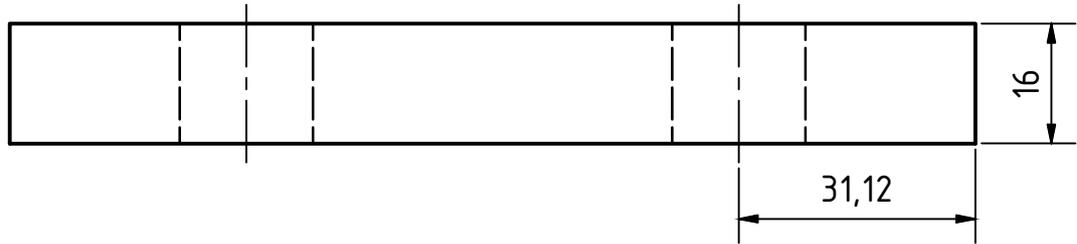
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	1600X205X60	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2015-12-15		
TEMA:	Perfil 1	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.004.001	Tol.Gral:	+/-1.00

N9

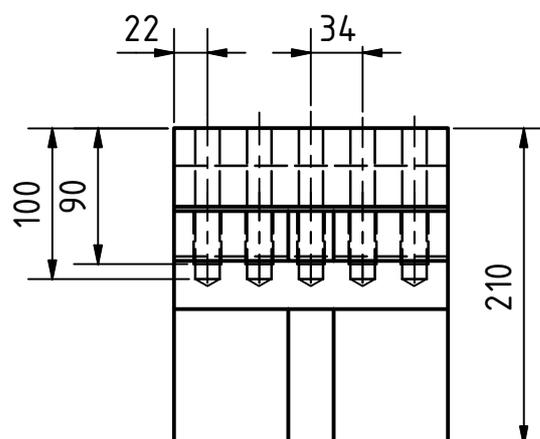
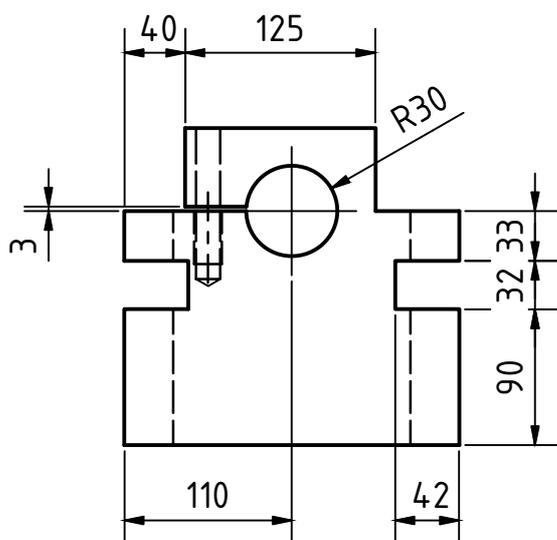
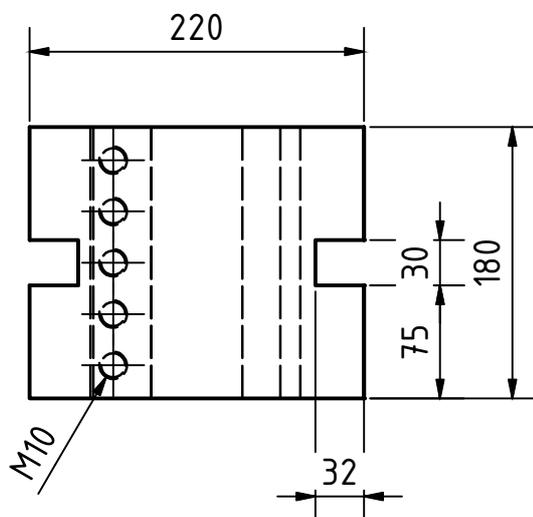


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36		Dimensiones brutas:	1625x825x26	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Placa de mesa de corte	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.004.002	Tol.Gral:	+/-1.00

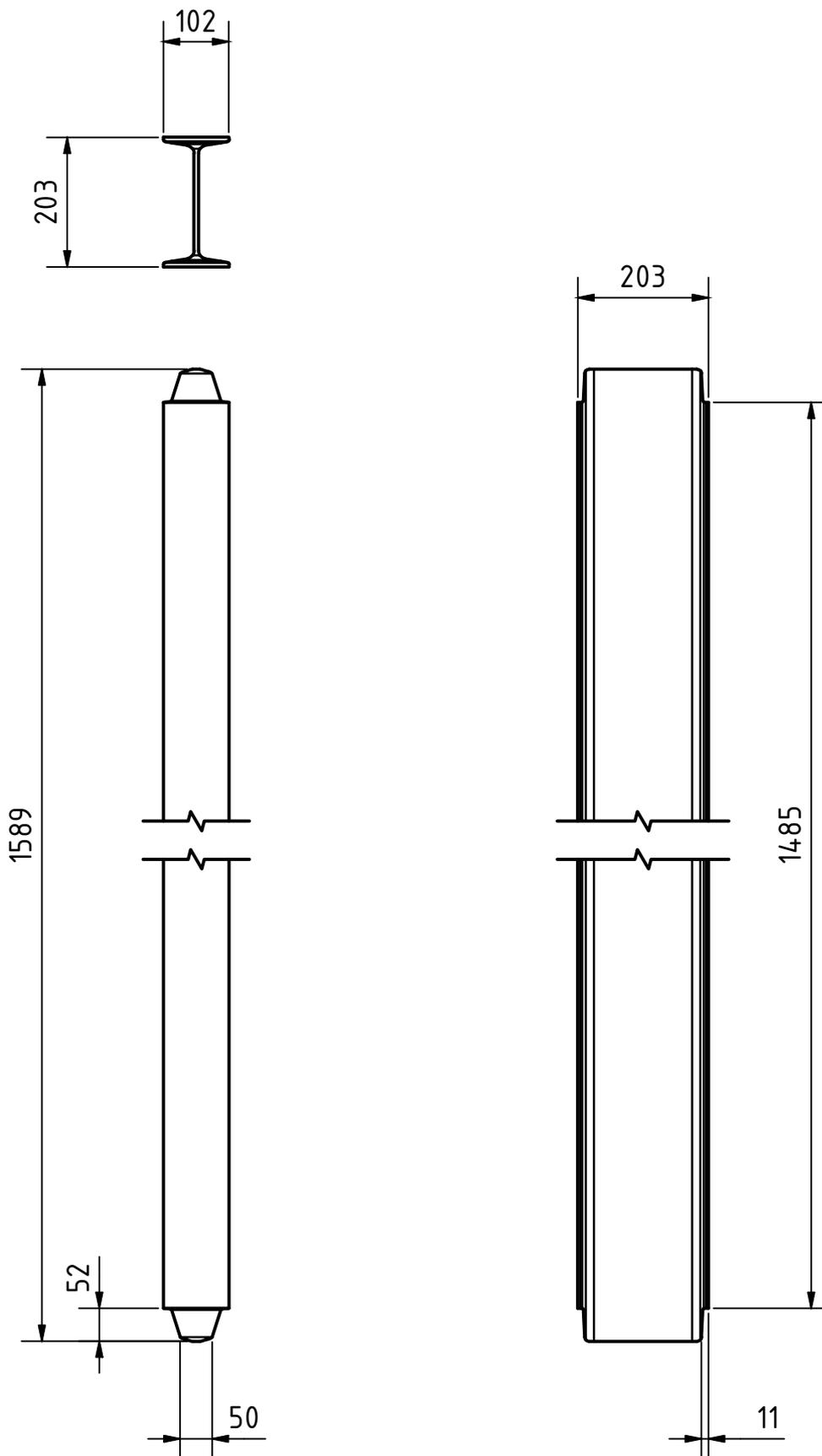
N8



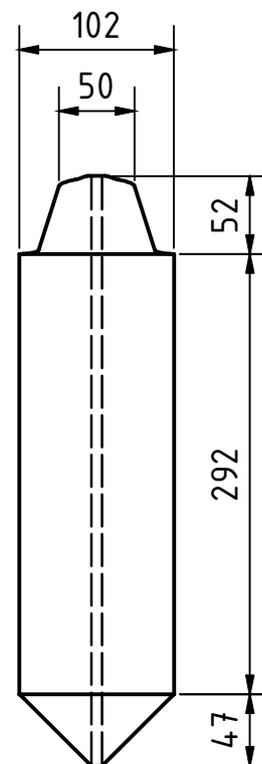
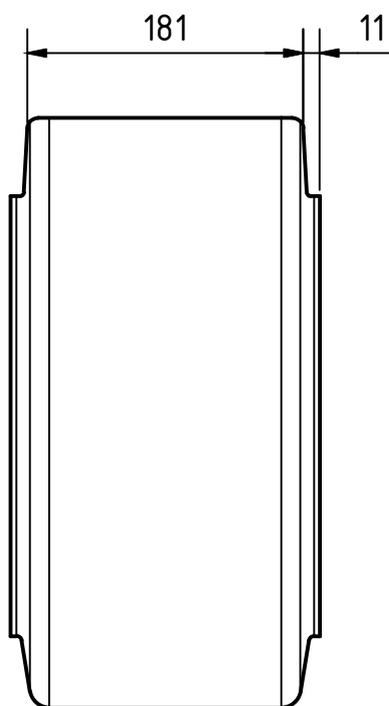
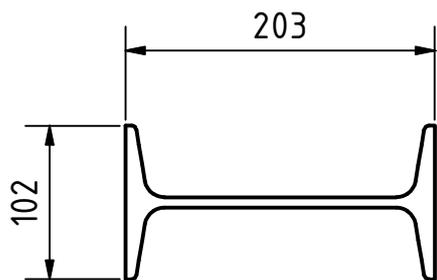
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36		Dimensiones brutas:	1625x825x26	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Placa base de brida	Escala:	1:1	Código:	10.110807.110928.001.004.003	Tol.Gral:	+/-0.50



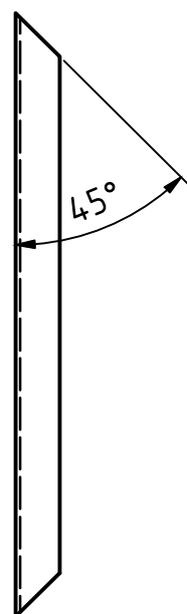
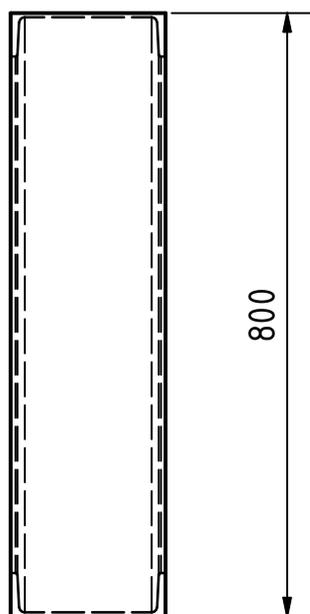
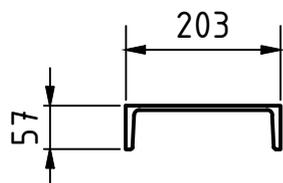
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36	Dimensiones brutas:	220X210X180
Recubrimiento:					
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
TEMA: Soporte eje guía	Escala: 1:5	Código: 10.110807.110928.001.004.004	Tol.Gral: +/-0.20		



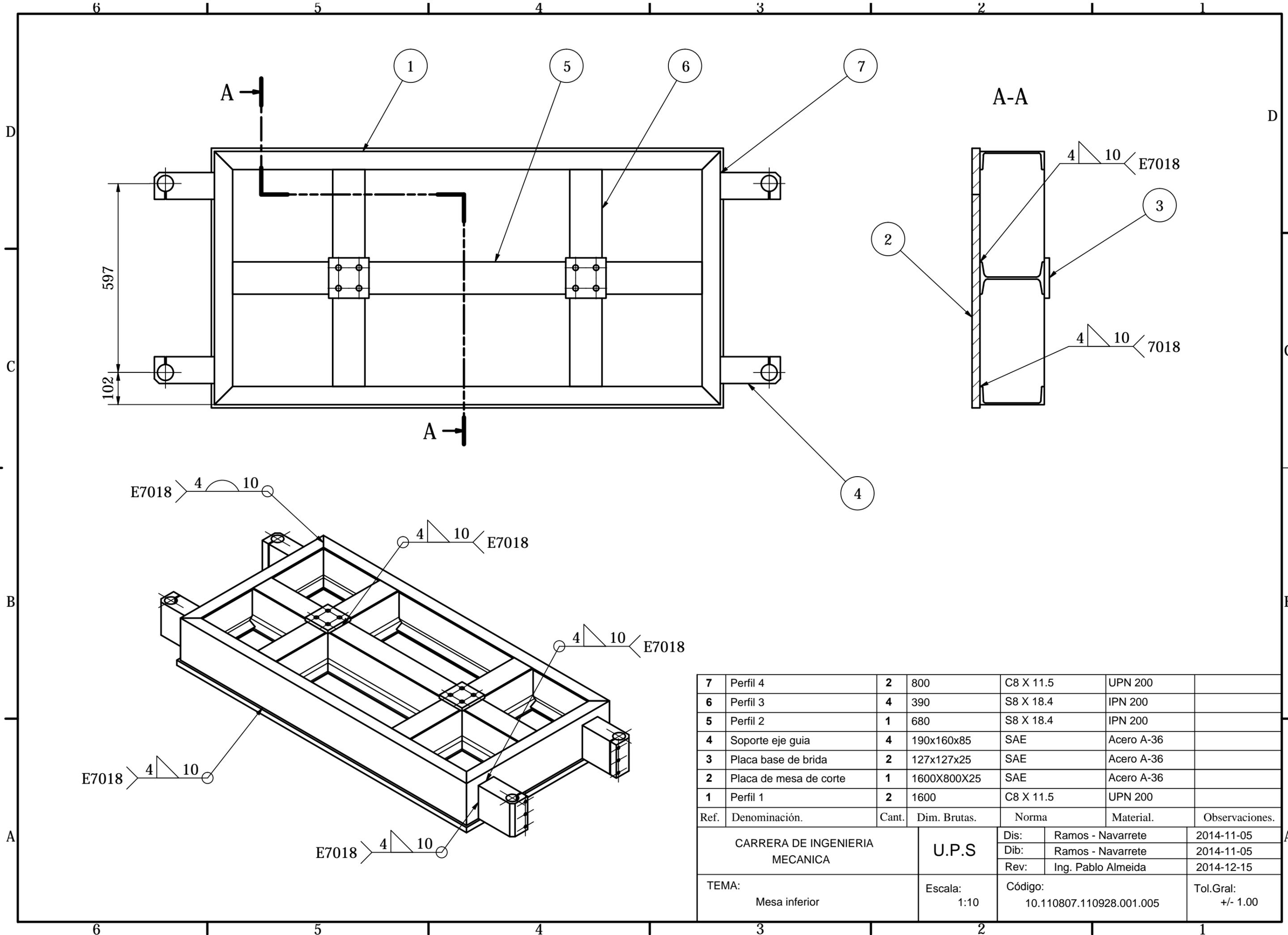
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	IPN 200	Dimensiones brutas:	1595X205X60
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S		Dis:	Navarrete E. - Ramos J. 2014-11-05
				Dib:	Navarrete E. - Ramos J. 2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida 2014-12-15
TEMA:	Perfil 2	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.004.005
				Tol.Gral:	+/-1.00



Tratamiento térmico:	N/A	Material:	IPN 200		Dimensiones brutas:	1595X205X60	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Perfil 3	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.004.006	Tol.Gral:	+/-1.00

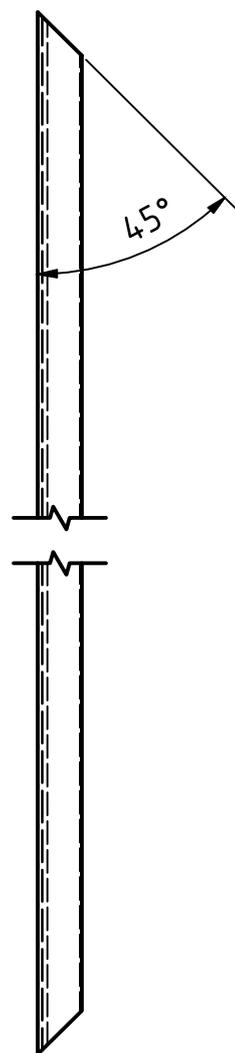
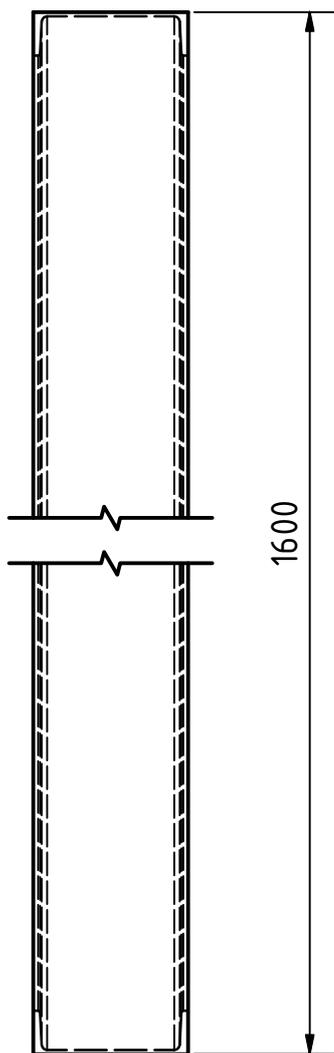
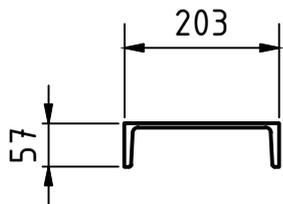


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	800X205X60	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Perfil 4	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.004.007	Tol.Gral:	+/-1.00



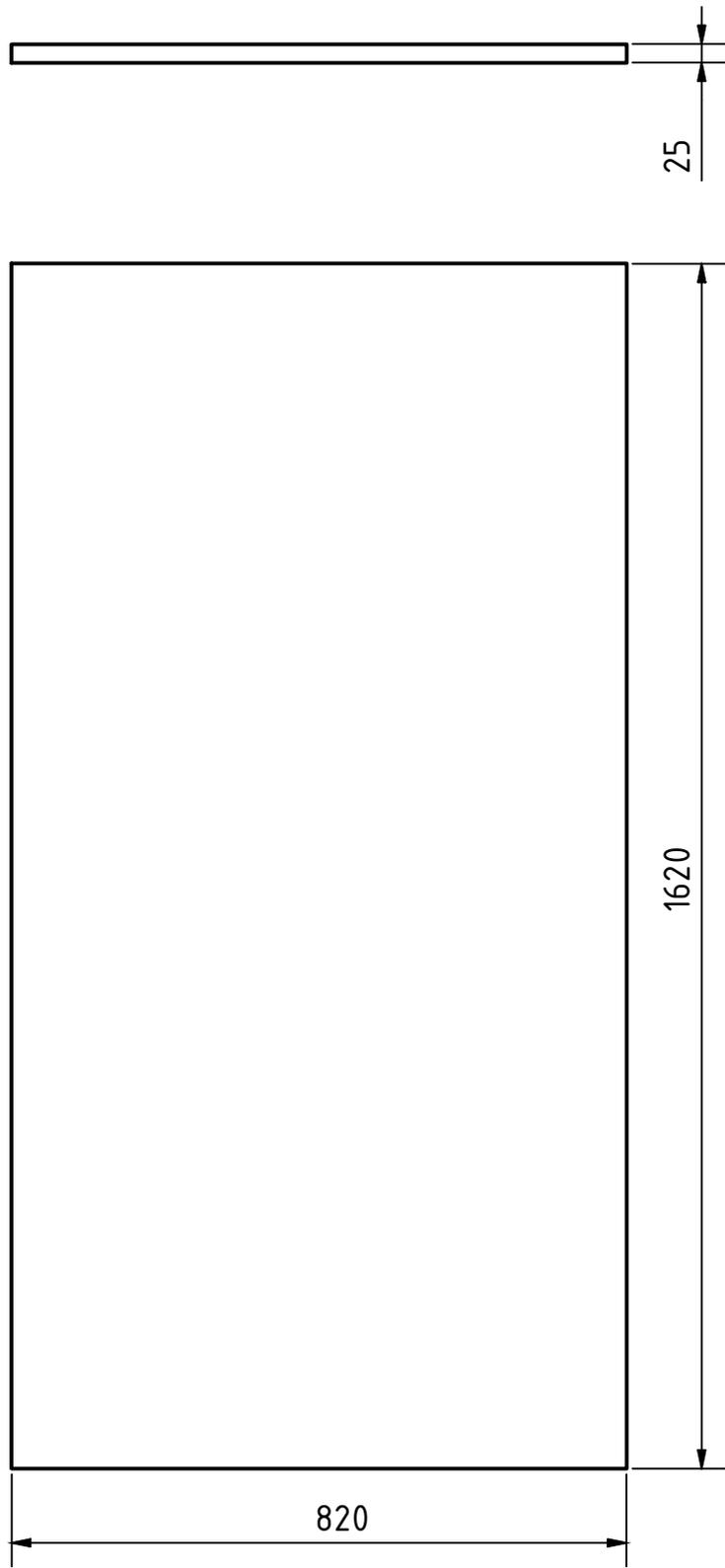
7	Perfil 4	2	800	C8 X 11.5	UPN 200	
6	Perfil 3	4	390	S8 X 18.4	IPN 200	
5	Perfil 2	1	680	S8 X 18.4	IPN 200	
4	Soporte eje guía	4	190x160x85	SAE	Acero A-36	
3	Placa base de brida	2	127x127x25	SAE	Acero A-36	
2	Placa de mesa de corte	1	1600X800X25	SAE	Acero A-36	
1	Perfil 1	2	1600	C8 X 11.5	UPN 200	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Dib:	Ramos - Navarrete	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA:			Escala:	Código:		Tol.Gral:
Mesa inferior			1:10	10.110807.110928.001.005		+/- 1.00

N9



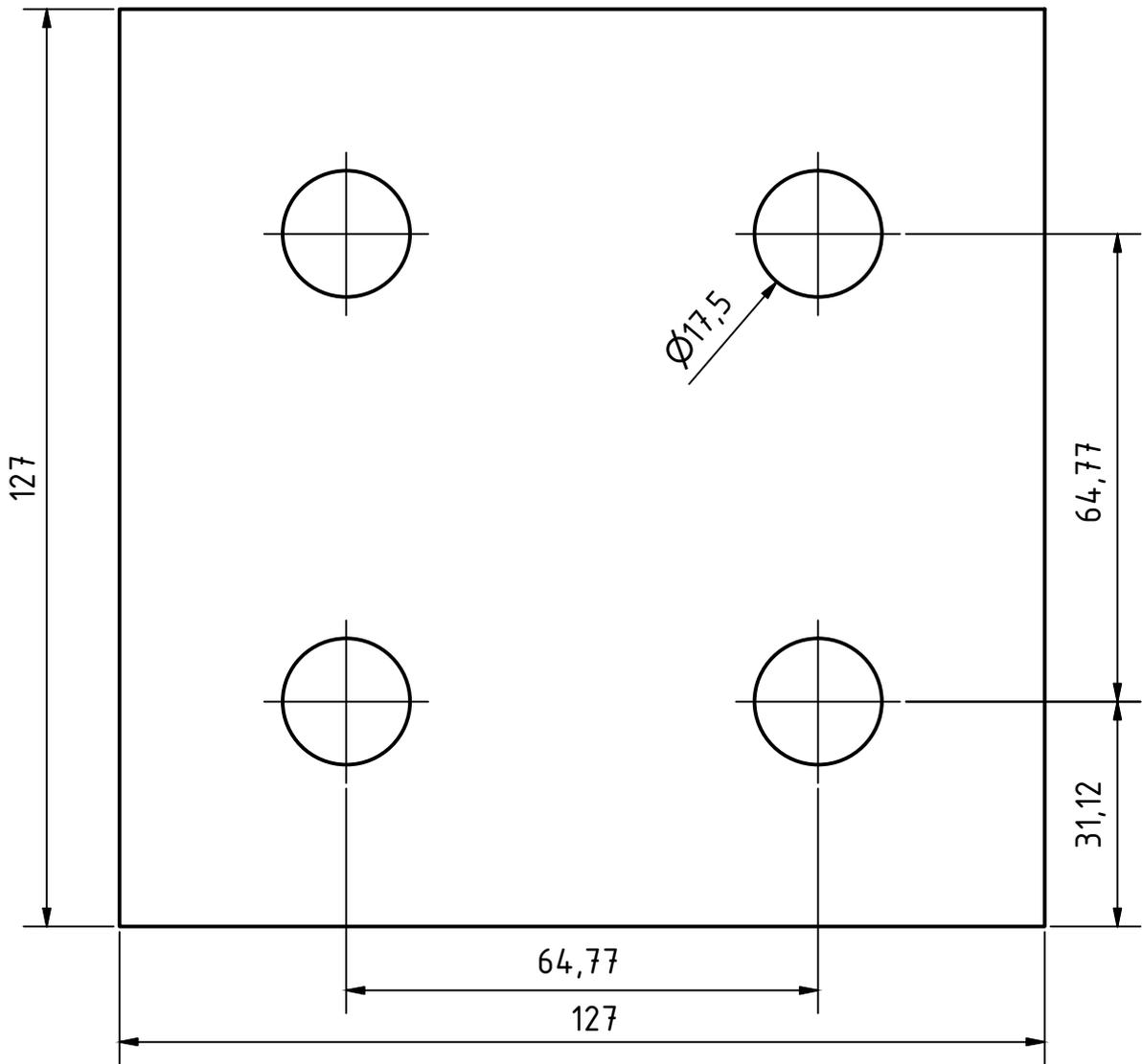
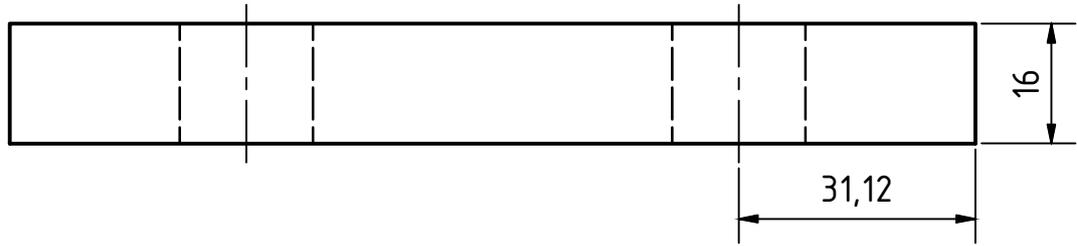
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	1600X205X60	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Perfil 1	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.005.001	Tol.Gral:	+/-1.00

N9

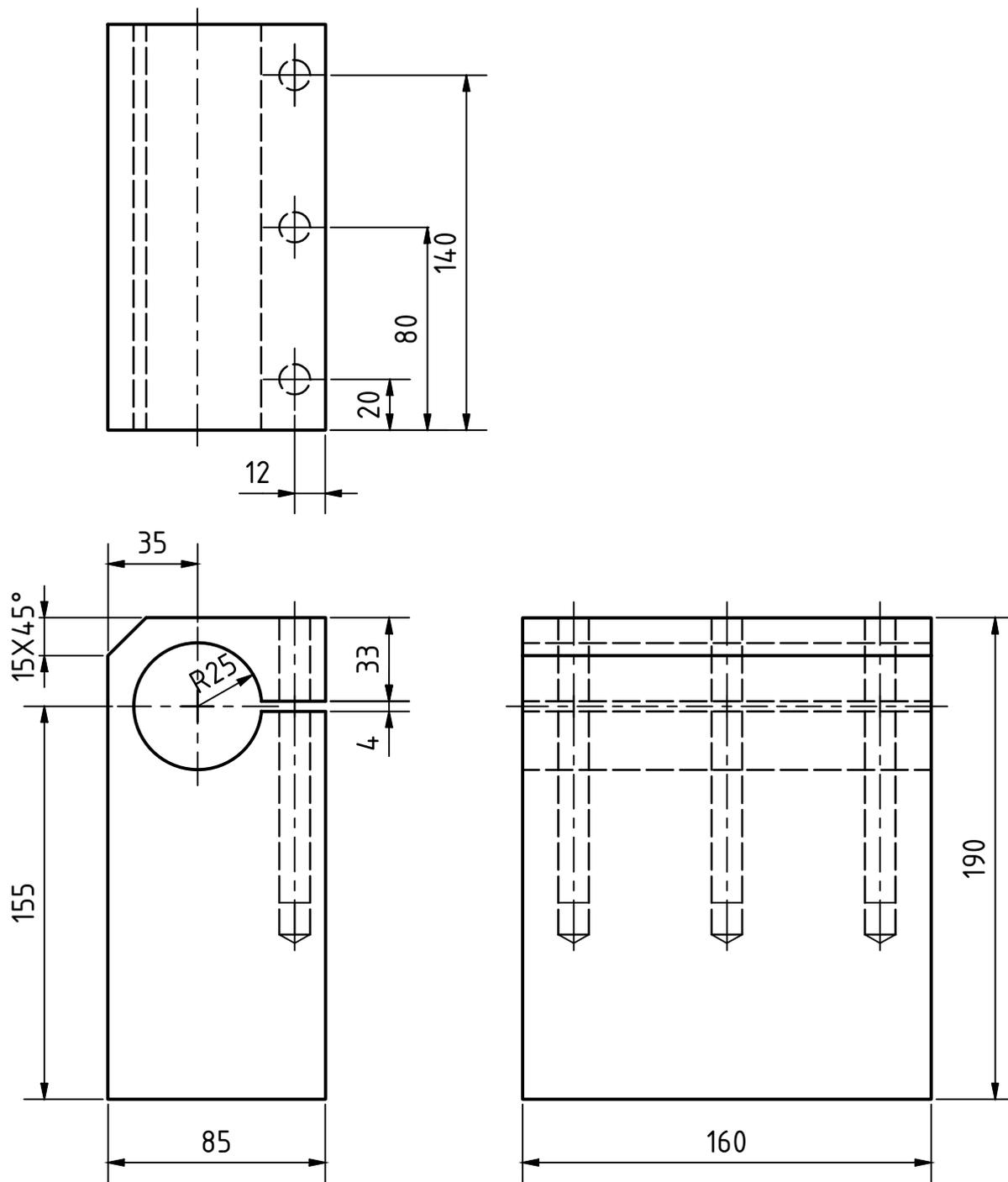


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36		Dimensiones brutas:	1625x825x26	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Placa de mesa de corte	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.005.002	Tol.Gral:	+/-1.00

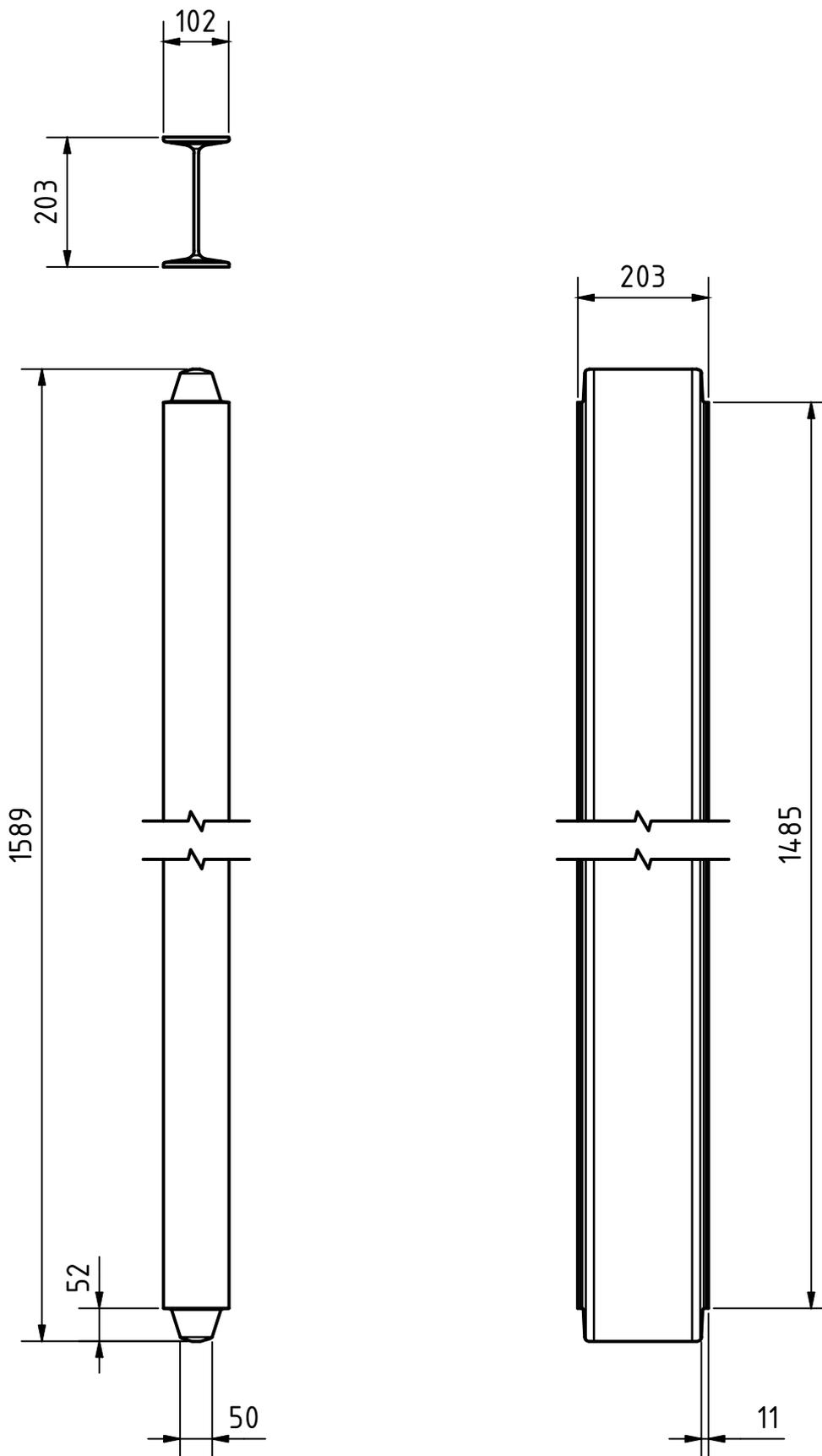
N8



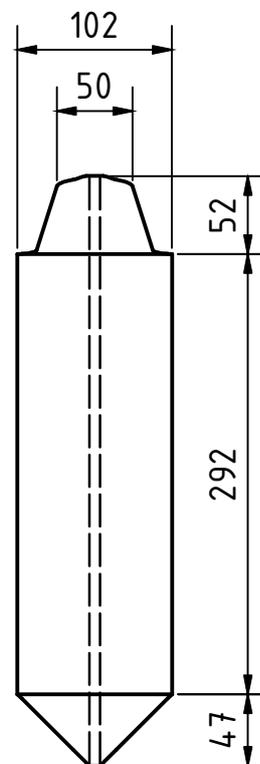
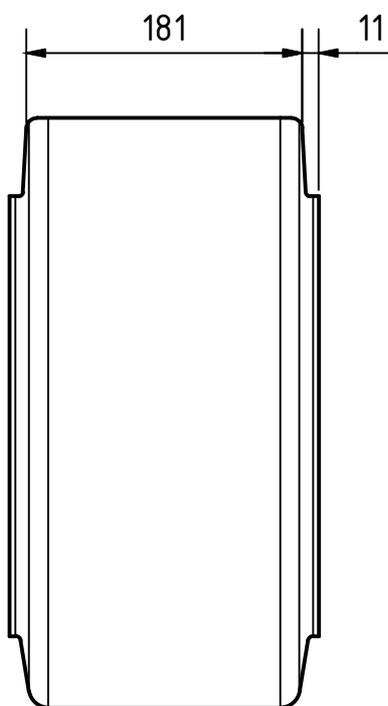
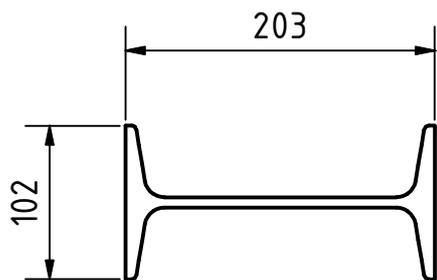
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36		Dimensiones brutas:	1625x825x26	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Placa base de brida	Escala:	1:1	Código:	10.110807.110928.001.005.003	Tol.Gral:	+/-0.50



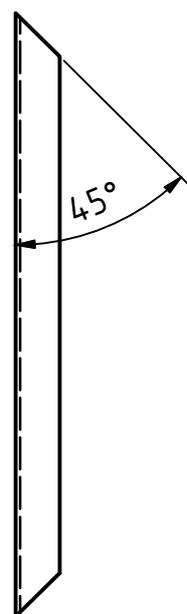
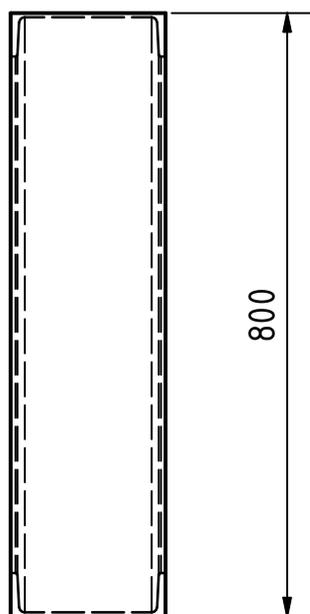
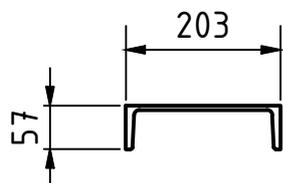
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36	Dimensiones brutas:	220X210X180
Recubrimiento:		Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
		TEMA:	Soporte eje guía	Escala:	1:2.5
				Tol.Gral:	+/-0.20



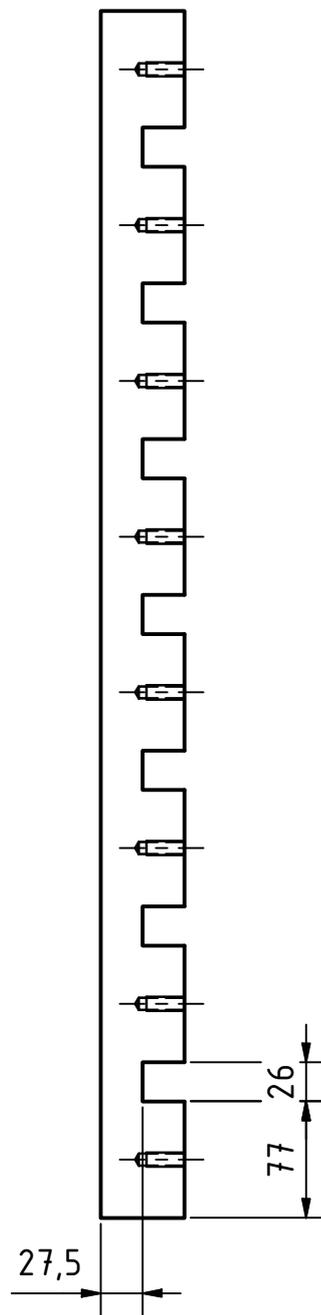
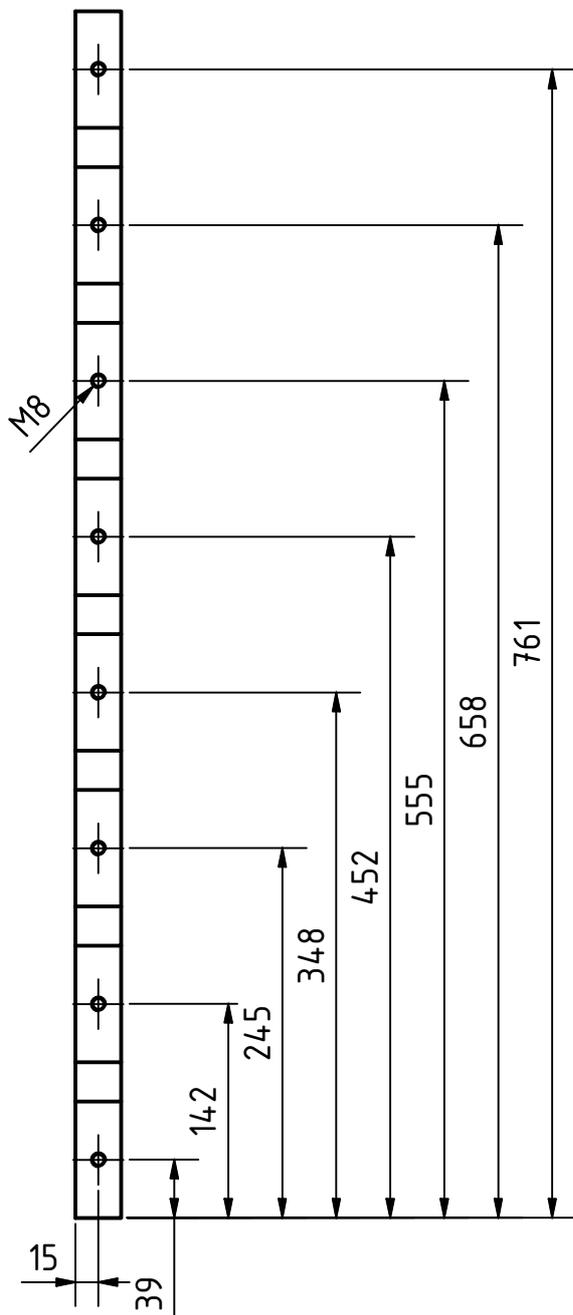
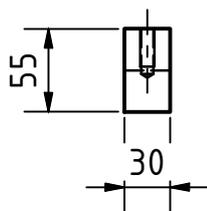
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	IPN 200	Dimensiones brutas:	1595X205X60
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S		Dis:	Navarrete E. - Ramos J. 2014-11-05
				Dib:	Navarrete E. - Ramos J. 2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida 2014-12-15
TEMA:	Perfil 2	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.005.005
				Tol.Gral:	+/-1.00



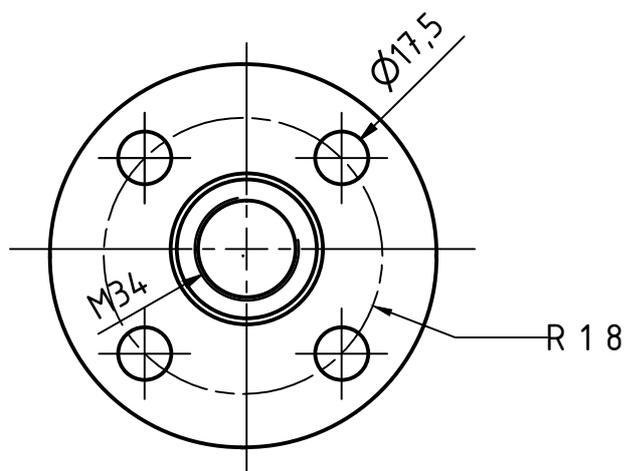
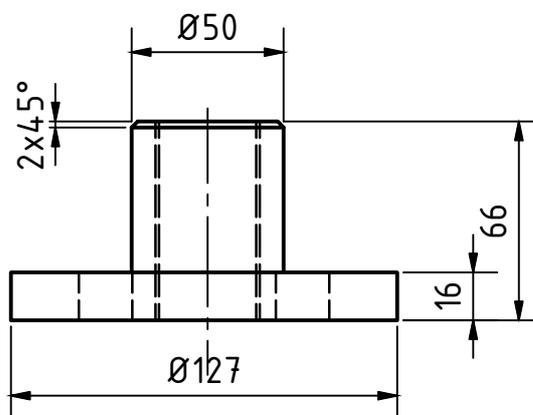
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	IPN 200	Dimensiones brutas:	1595X205X60
Recubrimiento:	Pintura				
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA:	Perfil 3	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.005.006
				Tol.Gral:	+/-1.00



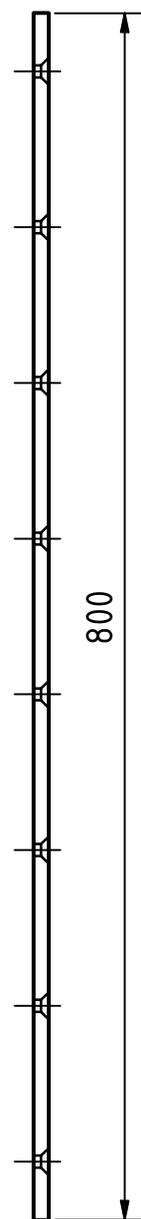
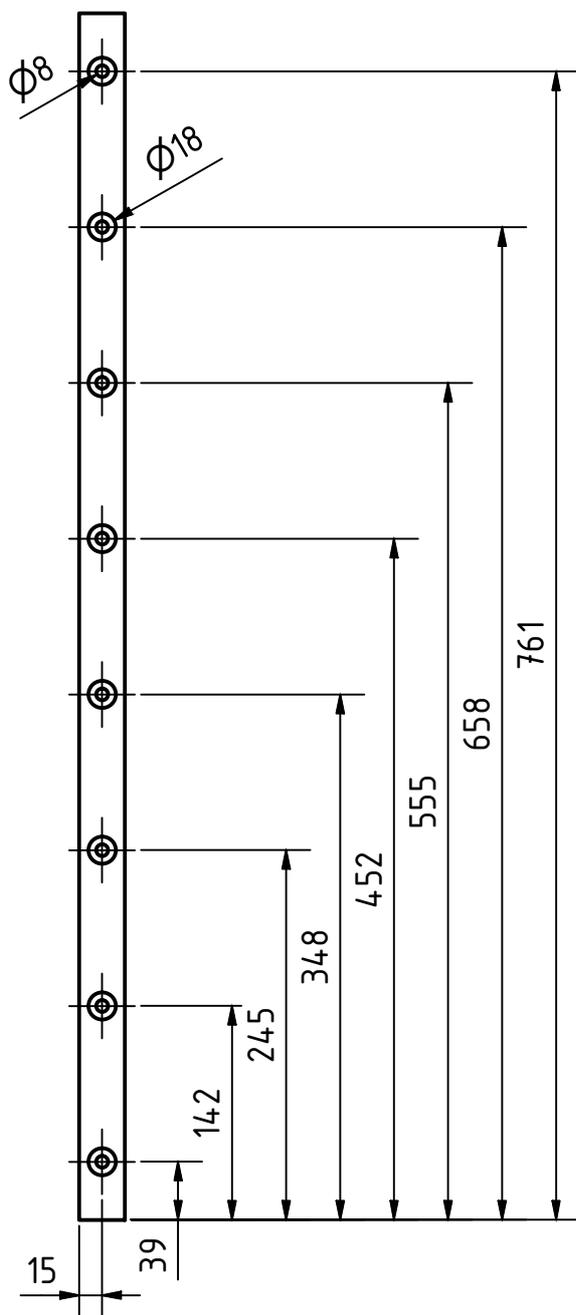
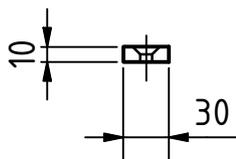
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	UPN 200		Dimensiones brutas:	800X205X60	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05		
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15		
TEMA:	Perfil 4	Escala:	1:10	Código:	10.110807.110928.001.005.007	Tol.Gral:	+/-1.00



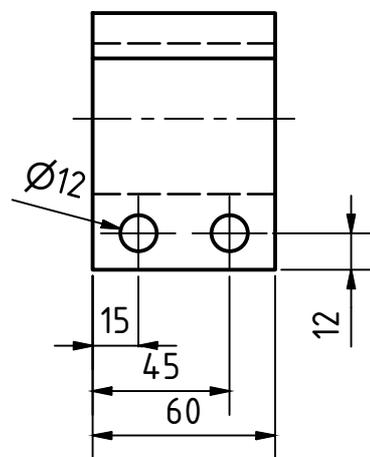
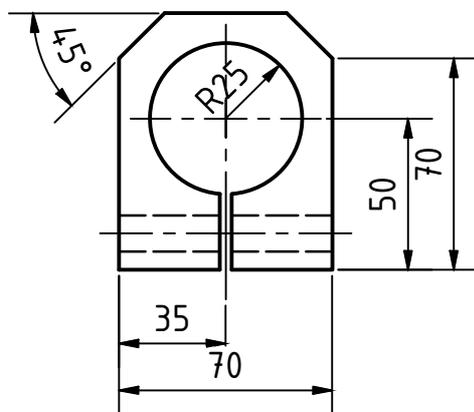
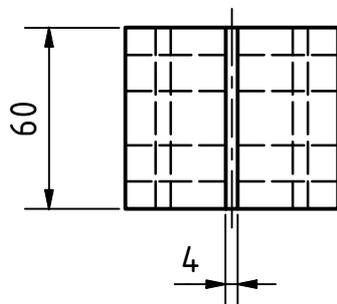
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero V-320		Dimensiones brutas:	220x140x100	
Recubrimiento:	Pintura	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05			
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
				TEMA:	Guia ranurada	Escala:	1:5



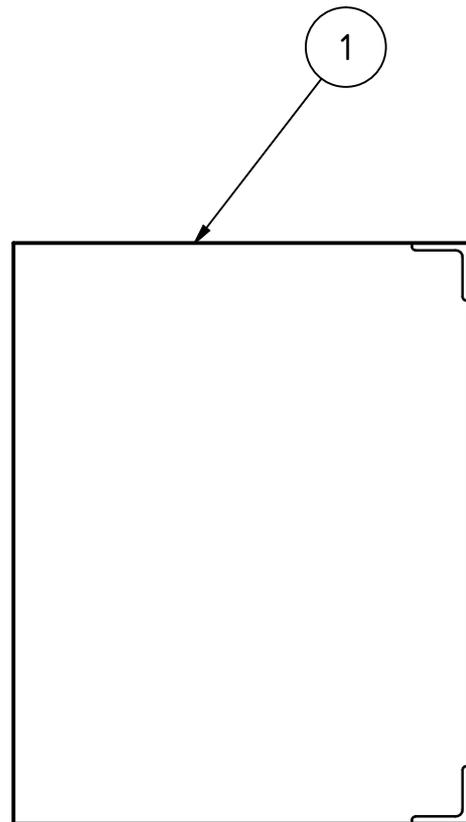
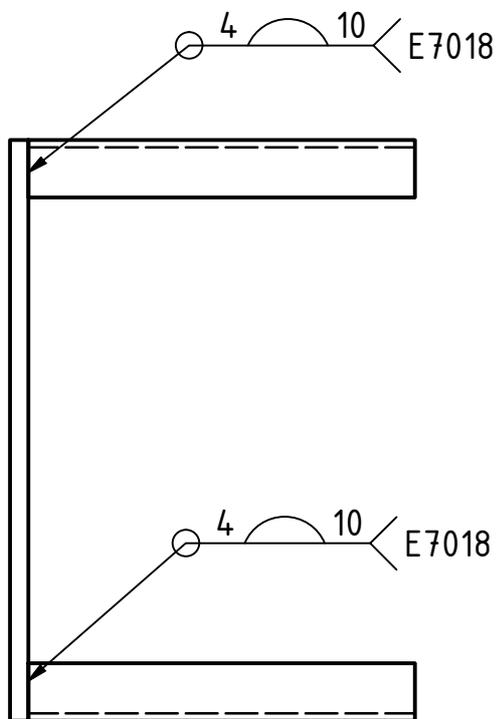
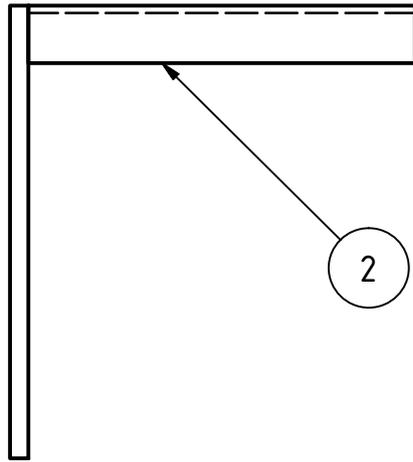
Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero V-320		Dimensiones brutas:	Ø127x66	
Recubrimiento:	Pintura						
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05			
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05			
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15			
TEMA:	Brida de cilindros	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.07	Tol.Gral:	+/-0.2



Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero V-320		Dimensiones brutas:	800x30x10	
Recubrimiento:	Pintura	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05			
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
				TEMA:	Placa para guía ranurada	Escala:	1:5

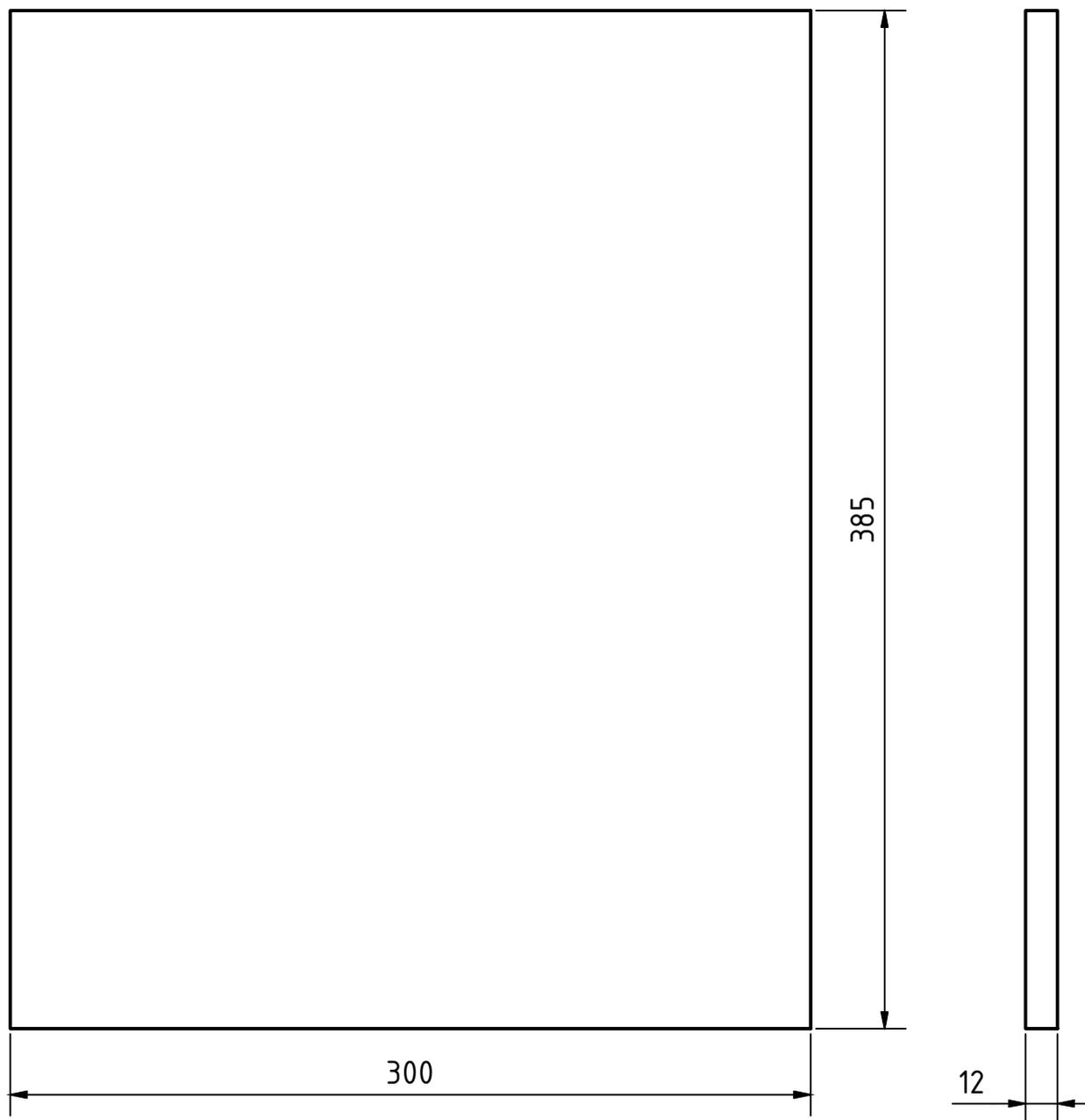


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero V-320	Dimensiones brutas:	800x30x10		
Recubrimiento:	Pintura	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05			
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05			
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15			
		TEMA:	Tope eje guia mesa inferior	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.11

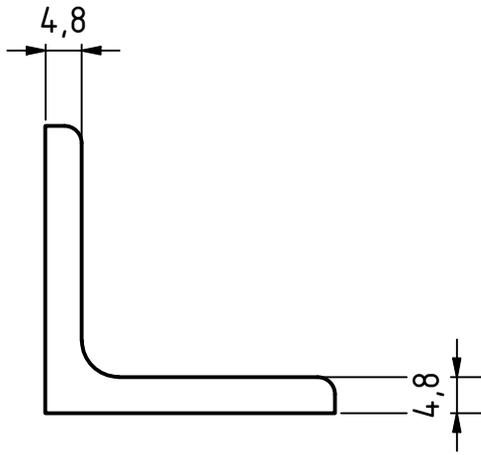


2	Angulo soporte de placa base	2	1.1/2x3/16"		Acero A-36	
1	Placa base para bomba	1	385x300x12		Acero A-36	
Ref.	Denominación.	Cant.	Dim. Brutas.	Norma	Material.	Observaciones.
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA			U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
				Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
				Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Base de bomba hidráulica			Escala: 1:5	Código: 10.110807.110928.001.14	Tol.Gral: +/-0.2	

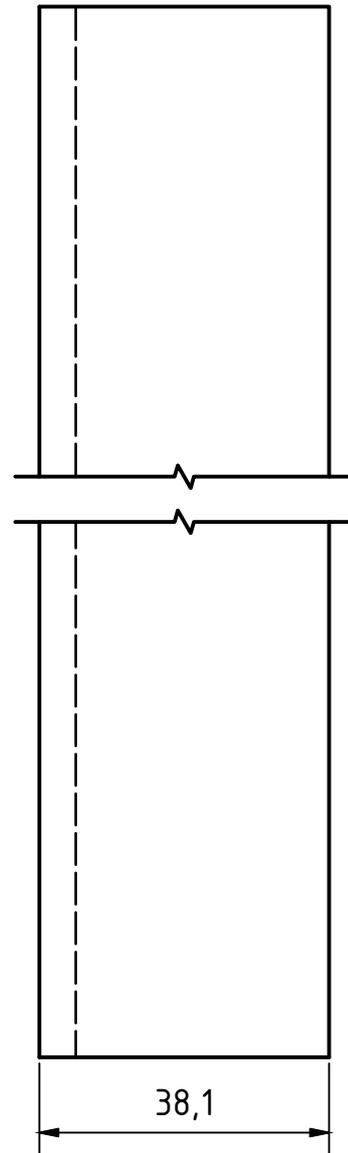
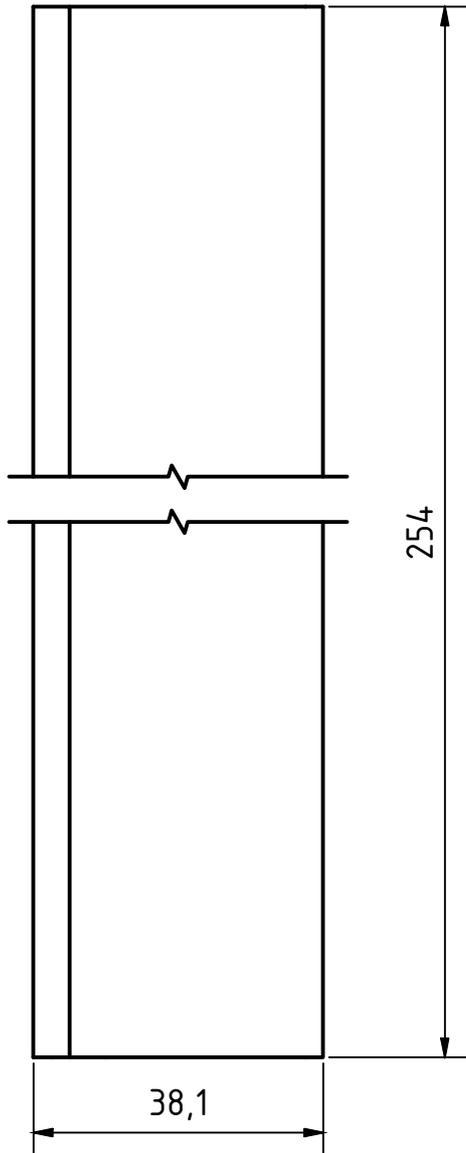
N8



Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Dimensiones brutas:	
Recubrimiento:	Pintura	Acero A-36	385x300x12	
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA: Placa base para bomba	Escala: 1:2.5	Código: 10.110807.110928.001.14.01	Tol.Gral: +/-0.2	

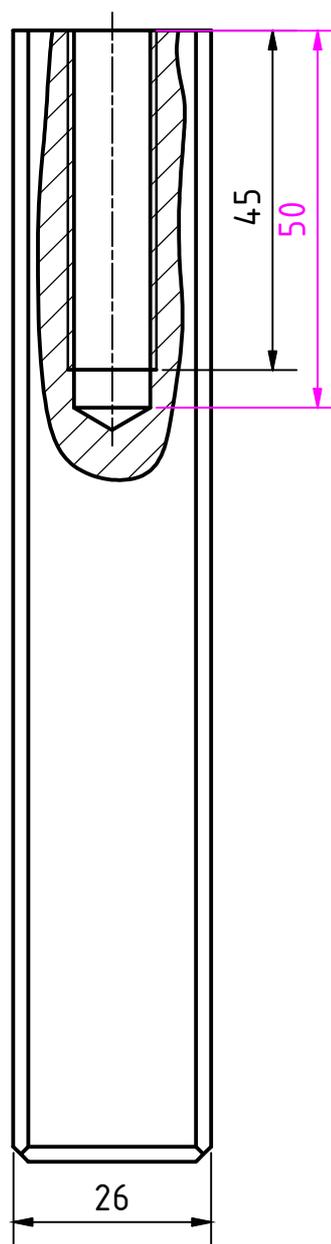
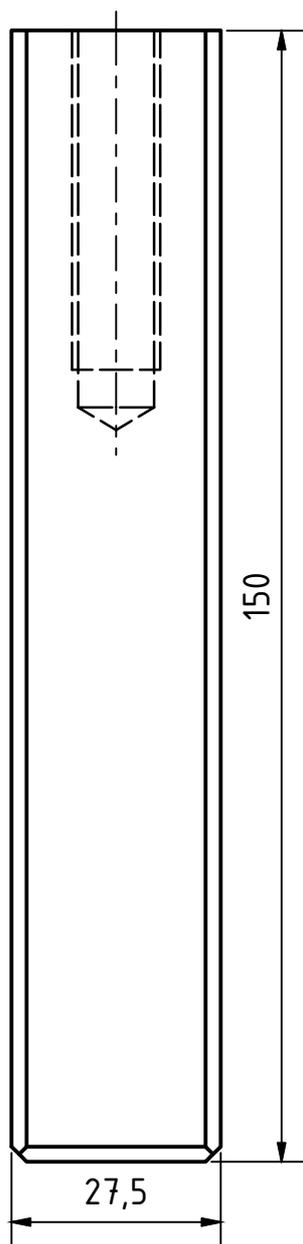
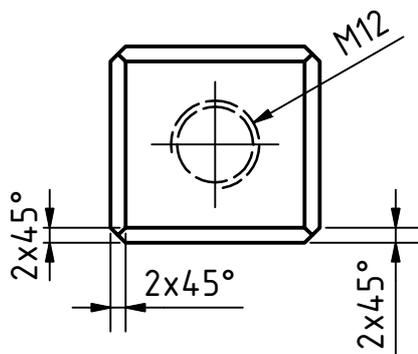


N8

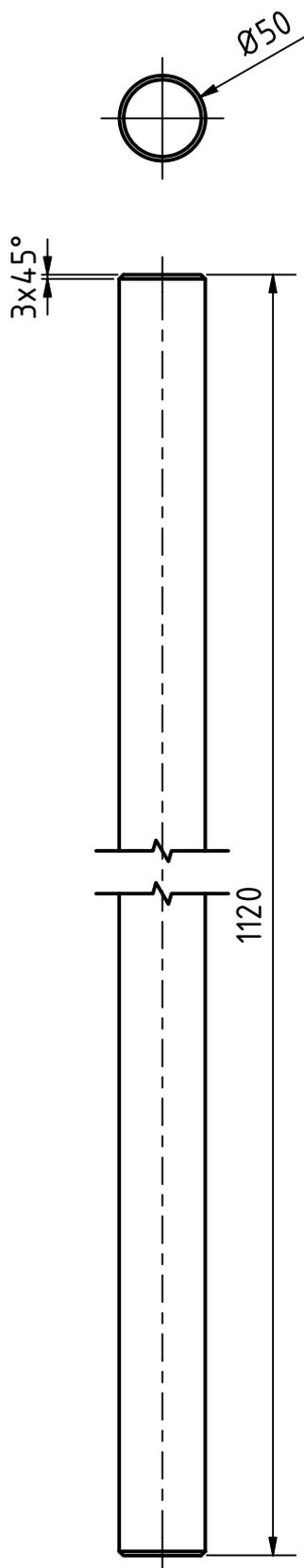


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36	Dimensiones brutas:	1.1/2x3/16"
Recubrimiento:	Pintura	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.
				Rev:	Ing. Pablo Almeida
				2014-12-15	
TEMA:	Angulo soporte de placa base	Escala:	1:1	Código:	10.110807.110928.001.14.02
				Tol.Gral:	+/-0.2

N8

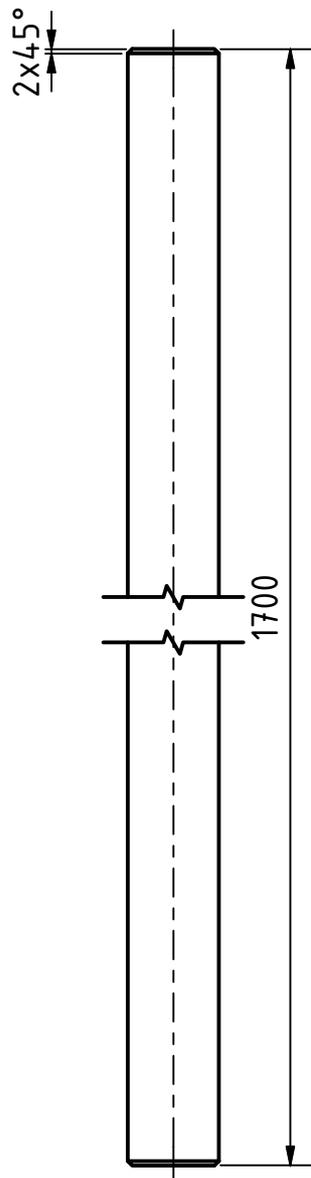
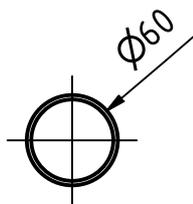


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero V-320	Dimensiones brutas:	800x30x10
Recubrimiento:	Pintura	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.
				Rev:	Ing. Pablo Almeida
TEMA: Pasador		Escala:	1:1	Código:	10.110807.110928.001.16
				Tol.Gral:	+/-0.2

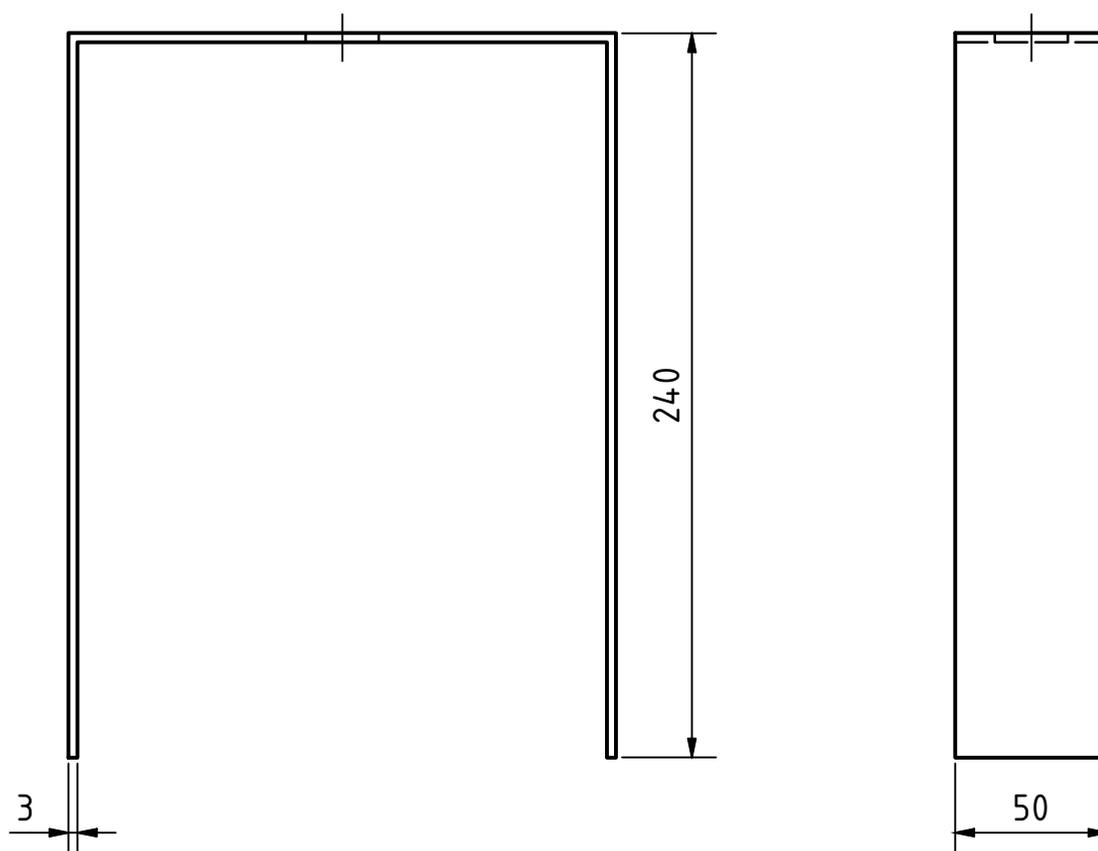
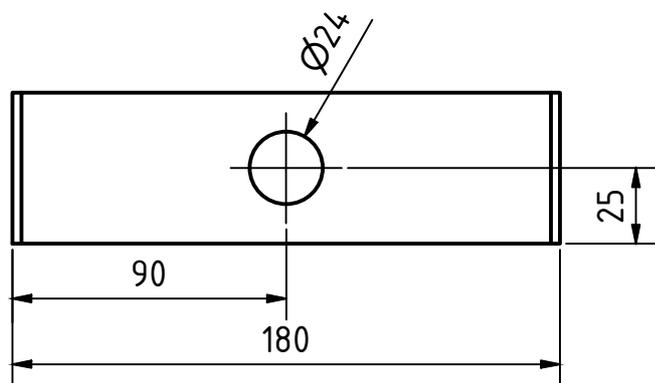


Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36	Dimensiones brutas:	Ø50x1120
Recubrimiento:	Pintura	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
		TEMA:	Escala:	Código:	Tol.Gral:
Eje guía mesa inferior	1:5	10.110807.110928.001.17	+/-0.2		

N8



Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36		Dimensiones brutas:
Recubrimiento:	Pintura				Ø60x1700
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05	
		Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15	
TEMA: Eje guía mesa superior	Escala: 1:5	Código: 10.110807.110928.001.18	Tol.Gral: +/-0.2		



Tratamiento térmico:	N/A	Material:	Acero A-36		Dimensiones brutas:
Recubrimiento:	Pintura				660x50x3
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		U.P.S	Dis:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Dib:	Navarrete E. - Ramos J.	2014-11-05
			Rev:	Ing. Pablo Almeida	2014-12-15
TEMA:	Base cilindro pequeño	Escala:	1:2.5	Código:	10.110807.110928.001.41
				Tol.Gral:	+/-0.2

# **ANEXOS**

**ANEXO No.1. PROFORMAS**



**MECÁNICA DE PRECISIÓN Y  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

*Servicio:* de torno, CNC, fresadora  
*Sueldas:* eléctrica, tig, mig

Fecha: 31/12/2014  
Cliente: Jhonnatan Ramos

**PROFORMA Nº 1997**

Saludos cordiales ponemos a su disposición la siguiente proforma:

Unidad	Descripción	V. Unitario	V. Total
1	<p>Construcción de prensa según especificaciones técnicas y planos bajo cálculos estructurales y deformaciones básicas en el instante del montaje.</p> <p>Este costo se toma en cuenta mano de obra y pruebas de la misma. Material a utilizarse acero al carbono.</p>	4860.00	4860.00
<p><b>Nota: Forma de pago: 70% anticipo 30% contra entrega</b></p> <p>Se aclara que si hay cambios o variación en las medidas, materiales o cualquier otro cambio se le incrementará al costo final de la proforma y por tanto el tiempo de entrega se aumentará.</p> <p>Tiempo de entrega 28 días laborables a partir de su respuesta y su anticipo</p>			
		<b>Subtotal</b>	4860.00
		<b>IVA 12%</b>	583.20
		<b>Total \$</b>	5443.20

La proforma tiene una validez de 5 días dando lugar a variación de precios.

-----  
F. Autorizada

-----  
F. Cliente

TELÉFONOS: 0984072693 – 0989522864 – 2807218 - 2390901



Ciudad: Av. Eloy Alfaro s/n y Anasayas • info@neumac.com  
 Qye: Av. Jaime Rodríguez Parque Empresarial Colón Corporativo #3 piso 4 of. 407  
 Teléfonos: Uto: 2483416 Qye: (042) 136671

# COTIZACIÓN PEDIDO

CONFIRMACIÓN	LZ-00033	FECHA	20/12/2014	RDEN DE COMPRA CLIENTE
INFORMACIÓN CONTACTO		INFORMACIÓN ENTREGA		FORMA DE PAGO:
CLIENTE:		EMAIL:	<a href="mailto:edu.navarrete22@hotmail.com">edu.navarrete22@hotmail.com</a>	ANTICIPO
CONTACTO:	EDUARDO NAVARRETE	RUC:		CONTRA ENTREGA
DIRECCIÓN:		FONO:	099 7279 322	CREDITO
CIUDAD:	IBARRA	CELULAR:		ESPECIAL

Item	pedido	separado	importar	# PARTE	DESCRIPCION/REFERENCIA	SIIGO	MARCA	FECHA DE ENTREGA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	2	2			Válvulas 5/2 ac.. Neum-Neum 4A320-10		XCPC		30,00	60,00
2	1	1			FRL 3/4		XCPC		180,00	180,00
3	2	2			Válvulas 3/2 acc. Rodillo		XCPC		25,00	50,00
4	2	2			Válvulas 3/2 acc. Acc. Rodillo Abatible-resorte		XCPC		25,00	50,00
5	3	3			Válvulas 3/2 acc. Acc. Manual-resorte		XCPC		25,00	75,00
6	10	10			Silenciadores		XCPC		3,75	37,50
7	30	30			Racores/Acoples		-		5,00	150,00
8	4	4			Cilindros de 1/2 Dia. X 4" carrera		XCPC		120,00	480,00
9	10	10			Manguera dia.6		-		2,00	20,00
10	10	10			Manguera dia.10		-		2,50	25,00
11	2	2			Cilindro Hidráulico 150x200mm		PRINCE		1300,00	2600,00
12	1	1			Válvula de paso 3/4"		STAUFF		20,00	20,00
13	1	1			Válvula Direccional Neumática		XCPC		30,00	30,00
14	1	1			Bomba Hidráulica		FTZ		240,00	240,00
15	1	1			Unidad de potencia, tanque motor bomba(no necesario ítem 14)		H-TEK		980,00	980,00
16	2	2			Cilindro Neumático 200X800		XCPC		750,00	1500,00
17			0							
18			0							
19			0							

FLETE: -	A1 cobro	COMENTARIOS:	SUBTOTAL	\$6.497,50
	Pagado por NEUMAC		DESCT.	0%
ENTREGA:	Retira de oficinas	Tiempo de entrega de fabricación de cilindros de 4-5 semanas. Después de la orden de compra o anticipo del 50.	SUB.TOT.-DESC	6497,50
	Entrega a domicilio		IVA 12%:	12%
DOCUMENTO:	Transferencia		TOTAL:	\$7.277,20
	Facturado			

VENDEDOR: Luis Zambrano

APROBADO: \_\_\_\_\_

ACEPTA DESPACHO PARCIAL: SI \_\_\_ NO \_\_\_

FIRMA Y SELLO CLIENTE



**DIPAC**<sup>®</sup>  
**PRODUCTOS DE ACERO**

**DIPAC MANTA S.A.**  
**R.U.C. 1390060757001**  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
 RESOLUCIÓN 3088 DEL 2 DE JUNIO 1995 DIPAC MANTA S.A.

<b>QUITO</b>		<b>GUAYAQUIL</b>		<b>LOJA</b>	<b>MACHALA</b>	<b>STO.DOMINGO</b>	<b>EL COCA</b>
<b>NORTE</b>	<b>SUR</b>	<b>NORTE</b>	<b>SUR</b>	(07) 2550609	(07) 2921763	(02) 3703145	(06) 2880031
(02) 3960900	(02) 2671310	(04) 2261541	(04) 2415371				
<b>AMBATO</b>	<b>IBARRA</b>	<b>PORTOVIEJO</b>	<b>CUENCA</b>	<b>RIOBAMBA</b>	<b>MANTA</b>	<b>MILAGRO</b>	<b>QUEVEDO</b>
(03) 2585882	(06) 2604596	(05) 2633105	(07) 2810042	(03) 2605383	(05) 2620839	(04) 2973671	(05) 2781618
<b>LAGO AGRIO</b>							
(06) 2383118		<b>WWW.DIPACMANTA.COM</b>					

NUMERO DE OFERTA: 040028467 QUITO NORTE .., 15-12-14  
 NOMBRE/RAZON SOCIAL: OCASIONAL QUITO  
 CODIGO DE CLIENTE: 004999999 TELEFONO: V01 Venta contado  
 CODIGO DE DIRECCION: 004000001 Quito Norte  
 ESTA COTIZACION ES VALIDA SOLO POR 1 DIA

Pos	Artículo	Descripción	Cantidad	Precio	Total USD.	Und
10	PLC480240	PLANCHA 4X8 24 MM	1.00	468.85	468.85	u
20	IPN20006	PERFIL IPN 200x90x7.5x6mt	1.00	251.11	251.11	u
30	UPN20006	PERFIL UPN 200x 75x 8.5x6mt.	1.00	207.25	207.25	u
40	PLC480150	PLANCHA 4x8 15mm	1.00	293.03	293.03	u

ESTE DOCUMENTO NO CONSTITUYE VENTA Y LOS PRECIOS PUEDEN CAMBIARSE SIN PREVIO AVISO

SubTotal	1220.24
Iva	146.43
Total USD	1366.67

VENDEDOR: ZAMBRANO NAVIA INGRID GISSELA  
 Telf.:



## TRECX Cía. Ltda. Pintulac

CONTRIBUYENTE ESPECIAL

Resolución 9170104 PCGR - 0590 S.R.I. 08-Nov-2004

RUC: 1791812484001

Para más información llámenos al teléfono:

(02) 2530 912 Ext. 12

### PROFORMA

**Cliente:** Eduardo Navarrete

**RUC / Ced. Id.** 1002735817

**Dirección:** Ibarra

**Teléfono:** 0997279322

**Asesor:** [www.pintulac.com.ec](http://www.pintulac.com.ec)

**Fecha:** 4/01/2015

**Validez:** 4 días

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Total
M2005100-GL	FERRORITE ESMALTE LISO	1	\$83.17	\$83.17

Subtotal \$83.17

IVA \$9.98

A Pagar \$93.15

Este documento no representa ningún compromiso. Productos sujetos a disponibilidad. Por favor, verifique la disponibilidad, color y presentación si aplica con uno de nuestros agentes.

Teléfono (02) 2530 912 Ext. 12. Email: [ecommerce@pintulac.com.ec](mailto:ecommerce@pintulac.com.ec)



## ANEXO No.2. CATÁLOGOS



**DIPAC**<sup>®</sup>  
PRODUCTOS DE ACERO

**IPN**

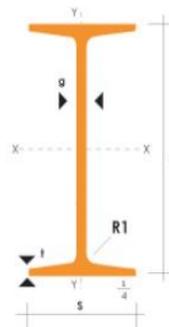
### PERFILES LAMINADOS IPN

#### Especificaciones Generales

<b>Calidad</b>	ASTM A36
<b>Otras calidades</b>	Previa Consulta
<b>Largo normal</b>	6.00m y 12.00m
<b>Otros largos</b>	Previa Consulta
<b>Acabado</b>	Natural
<b>Otro acabado</b>	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES						SECCION PESOS		PROPIEDADES			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 mm	cm <sup>2</sup>	Kg/m	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.60	8.32	171	12.20	34.20	4.88
IPN 120	120	58	5.10	7.70	5.10	3.10	14.20	11.20	328	21.50	54.70	7.41
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80
IPN 180	180	82	6.90	10.40	6.90	4.10	27.90	21.90	1450	81.30	161.00	19.80
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00
IPN 220	220	98	8.10	12.20	8.10	4.90	39.60	31.10	3060	162.00	278.00	33.10
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70
IPN 260	260	113	9.40	14.10	9.40	5.60	53.40	41.90	5740	288.00	442.00	51.00
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20
IPN 340	340	137	12.20	18.30	12.20	7.30	86.80	68.10	15700	647.00	923.00	98.40
IPN 360	360	143	13.00	19.50	13.00	7.80	97.10	76.20	19610	818.00	1090.00	114.00
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00
IPN 500	500	185	18.00	27.00	18.00	10.80	180.00	141.00	68740	2480.00	2750.00	268.00
IPN 550	550	200	19.00	30.00	19.00	11.90	213.00	167.00	99180	3490.00	3610.00	349.00





**DIPAC**<sup>®</sup>  
PRODUCTOS DE ACERO



## PERFILES LAMINADOS UPN

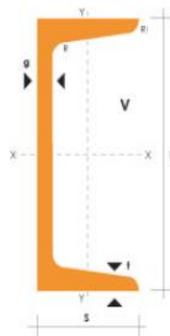
### Especificaciones Generales

<b>Calidad:</b>	ASTM A36
<b>Otras calidades:</b>	Previa Consulta
<b>Largo normal:</b>	6.00m y 12.00m
<b>Otros largos:</b>	Previa Consulta
<b>Acabado:</b>	Natural
<b>Otro acabado:</b>	Previa Consulta



UPN

DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS						
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 cm4	SECCION cm2	PESOS kg/mt	Ix cm4	Iy cm4	Wx cm3	Wy cm3	
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75	
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07	
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36	
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49	
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10	
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80	
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30	
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40	
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00	
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60	
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60	
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70	
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80	



## ANEXO No.3. FICHAS TÉCNICAS

<b>502005</b>	<b>FERRORITE ESMALTE LISO</b>	
<b>20/05/2003</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>ESMALTES</b>	
Esmalte antioxidante brillante, de elevada protección contra la corrosión. Aplicable directamente sobre hierro sin necesidad de imprimación	<b>ANTICORROSIVOS</b>	
	<b>USOS RECOMENDADOS</b>	
	Exterior e interior. Dos productos en uno: limprimación y esmalte brillante de acabado sobre hierro y acero. Ideal sobre hierro o acero Eficaz incluso sobre superficies oxidadas. Aplicable sobre antiguas pinturas	
	<b>PROPIEDADES</b>	
	Aplicable directamente sobre el óxido. Proporciona acabados brillantes lisos altamente decorativos. Actúa como esmalte y como antioxidante. No necesita mano de imprimación antioxidante, ni de minio. Proporciona un sellado hermético que evita el paso de la humedad.	
	<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>	
	Naturaleza: Resinas alcídicas modificadas. Aspecto película seca: Brillante. Textura: Lisa muy fina. Colores: Blanco 100, Negro Brillo 101, Negro Satinado 104, Gris Perla 187, Verde 119, Verde Oscuro 129, Rojo 154, Rojo Carruaje 150, Azul 178, Magnolia 171, Amarillo 131, Marrón 164 y Gris Plata 195 Pigmentos: Inorgánicos y orgánicos de excelente solidez . Peso específico(ASM D-1475-90): 1,10 a 1.40 + /-0.05 Kg/l. en función del color. Viscosidad Copa Ford nº 4 (ASTM-D - 1200-88): 180+/-30 segundos Rendimiento aproximado por mano:10-12 m2/ l. Secado (20° C HR: 60%): -al tacto: 1-2 horas. Repintado: 24 horas Grosor de película seca total recomendada para una adecuada protección anticorrosiva: 120 micras secas	
	<b>SISTEMAS DE APLICACIÓN</b>	
	-Diluyente: Disolvente Ferrorite -Herramientas: -Dilución: -Brocha: 5- 15% -Rodillo: 5- 15% -Pistola aerográfica:15- 30% -Turbo baja presión:15- 30% -Airless:15- 30% -Airmix:15- 30% Repintado (20° C, HR 60%): 24 horas Teñido: Montotinte Universal máximo 5% de tinte. Limpieza Útiles: Con Disolvente Ferrorite ó Disolvente Limpieza-1406	
	<b>PREPARACION DE SOPORTES NUEVOS</b>	
	Hierro y acero: -Nuevos y oxidados: --Para su pintado el soporte, debe estar exento de productos extraños y/o residuos, así como bien desengrasado, sin calamina seco. --Si presenta signos de oxidación, no se necesita eliminar el óxido incrustado, simplemente lijar y eliminar las partículas mal adheridas (en especial las partículas sueltas de óxido y calamina. Seguidamente aplicar directamente Ferrorite. --Si hay zonas con corrosión: Eliminar con cepillo metálico o cualquier abrasivo hasta eliminar todo el óxido suelto (Hasta Sa 2 1/2 o equivalente) -Utilizar como mínimo el grosor de film total recomendado para una perfecta corrosión anticorrosiva : 120 micras secas totales Galvanizado: Aplicar previamente Montoprimer Imprimación Multiadherente. PVC: Limpiar, desengrasar, lijar y aplicar imprimación multiadherente Maderas nuevas: - Aplicar previamente Selladora Sellalux I(ver ficha técnica)	

502005

20/05/2003

# FERRORITE ESMALTE LISO



-Imprimir previamente, sobre las maderas nuevas, con Montoxyl Fondo (cod. 1301) si se desea una protección preventiva frente a hongos o bacterias.

Obra (yeso, cemento y derivados):

- Tratar del modo habitual estos soportes, eliminando salitres, excesos de humedad y eflorescencias.
- Eliminar productos extraños y/o residuos.
- Una vez secos imprimir con Selladora Sellalux (ver ficha técnica)

## RESTAURACION Y MANTENIMIENTO

Hierro, madera, obra y pinturas esmaltadas:

- Sobre pinturas en buen estado y mates, limpiar, desengrasar y aplicar directamente,
- Sobre pinturas en buen estado, satinadas y brillantes, limpiar, desengrasar, matizar (lijando superficialmente, para mejorar la adherencia), y aplicar directamente.
- Sobre pinturas en mal estado o mal adheridas, eliminarlas mediante medios mecánicos o químicos y proceder como sobre soporte nuevo.

## APLICACIÓN

-Aplicar sobre substratos limpios y secos, eliminando la suciedad mediante desengrasantes o detergentes y agua limpia.

-Preparar los fondos, tal y como se indica en Los apartados anteriores, PREPARACION DE SOPORTES NUEVOS Y/O RESTAURACION Y MANTENIMIENTO.

-Remover el producto hasta su perfecta homogeneización.

-Aplicar siguiendo las diluciones marcadas en SISTEMAS DE APLICACIÓN

-Para una adecuada protección se recomienda aplicar 120 micras secas de producto. Alcanzables con 2-3 manos.

-No aplicar el producto a temperaturas extremas, ni sobre superficies expuestas a fuerte insolación.

-Mantener las condiciones de buena ventilación durante el tiempo de secado.

-No aplicar con humedades relativas superiores a 80%.

Sobre antiguas pinturas, en las que desconozcamos su composición, o dudemos de su adherencia, siempre es conveniente realizar pruebas previas de adherencia

PROCESOS	Imprimación	Intermedia	Acabado
<b>HIERRO ACERO</b>	<b>Max:</b> FERRORITE ESMALTE LISO <b>Std:</b> FERRORITE ESMALTE LISO	FERRORITE ESMALTE LISO	FERRORITE ESMALTE LISO FERRORITE ESMALTE LISO
<b>ANTIGUAS PINTURAS EN BUEN ESTADO</b>	<b>Max:</b> FERRORITE ESMALTE LISO <b>Std:</b> FERRORITE ESMALTE LISO	FERRORITE ESMALTE LISO	FERRORITE ESMALTE LISO FERRORITE ESMALTE LISO
<b>MADERA</b>	<b>Max:</b> SELLADORA SELLALUX <b>Std:</b> SELLADORA SELLALUX	FERRORITE ESMALTE LISO	FERRORITE ESMALTE LISO FERRORITE ESMALTE LISO
<b>OBRA</b>	<b>Max:</b> SELLADORA SELLALUX <b>Std:</b> SELLADORA SELLALUX	FERRORITE ESMALTE LISO	FERRORITE ESMALTE LISO FERRORITE ESMALTE LISO

## OBSERVACIONES GENERALES

-Sobre metal, yeso, cemento, madera y sus derivados seguir las normas indicadas en el apartado preparación del soporte.- Consultar y cumplir las NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO MARCADAS POR LA LEGISLACION VIGENTE DE LA CEE en concepto de COMERCIALIZACION.-Cumplir las NORMAS MARCADAS POR LA LEGISLACION VIGENTE DE LA CEE INDICADAS en el ENVASE.-No aplicar sobre soportes mojados por las bajas temperaturas nocturnas (rocío matinal), ni recalentados, dado que puede afectar de modo considerable a la calidad a corto plazo del producto.-Tiempo de almacenamiento máximo recomendado: 24 meses desde su fabricación en su envase original perfectamente cerrado, a cubierto y temperatura entre 5 y 35 °C.

## SEGURIDAD E HIGIENE - MEDIO AMBIENTE

## NOTA

502005

20/05/2003

# FERRORITE ESMALTE LISO



No comer, beber, ni fumar durante su aplicación.

En caso de contacto con los ojos, lavar con agua limpia y abundante.

Tóxico por ingestión.

Mantener fuera del alcance de los niños.

No verter los residuos al desagüe.

Conservar el producto en zonas secas.

ADEMÁS EN LOS PRODUCTOS AL DISOLVENTE:

Aplicar el producto en lugares con buena ventilación. En caso contrario utilizar mascarilla para protección respiratoria.

Usar mascarilla adecuada para las aplicaciones a pistola y lijado o cepillado de pinturas.

Mantener la ventilación del local hasta el total secado del producto.

Evitar su respiración, ingestión y contacto con la piel y ojos.

Caso de contacto con los ojos acudir a un médico.

Conservar el producto en zonas bien ventiladas y sin riesgo de inflamación.

Los datos aquí reseñados están basados sobre nuestros conocimientos actuales, ensayos de laboratorio y en el uso práctico en circunstancias concretas y mediante juicios objetivos. Debido a la imposibilidad de establecer una descripción apropiada a cada naturaleza y estado de los distintos fondos a pintar, nos es imposible garantizar la total reproducibilidad en cada uso concreto.

Tanto el fabricante, como el vendedor no asumen, salvo acuerdos específicos por escrito, ninguna responsabilidad derivada del uso de nuestros productos, por los resultados, perjuicios, etc. que puedan presentarse en aplicaciones realizadas de acuerdo con nuestras recomendaciones, ya que estas quedan fuera del control de la compañía. Dada la permanente evolución de la técnica, corresponde a nuestros clientes el informarse antes de comenzar un trabajo, que la presente ficha no ha sido modificada por una edición más reciente. Esta ficha anula y reemplaza a cualquier otra anterior relativa al mismo producto.

**FABRICADO EN LA UE**

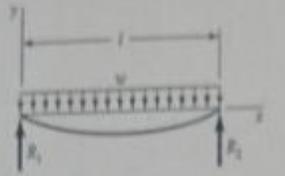


**ANEXO No.4. TABLAS**

**Tabla A-9**

Cortante, momento y deflexión de vigas (continuación)  
 (Nota: La fuerza y las reacciones de momento son positivas en las direcciones que se muestran; las ecuaciones de la fuerza cortante  $V$  y el momento cortante  $M$  siguen las convenciones de signos que se dieron en la sección 3-2.)

**7 Apoyos simples: carga uniforme**

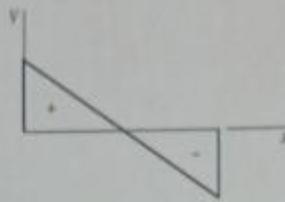


$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2} \quad V = \frac{wl}{2} - wx$$

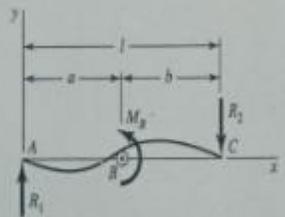
$$M = \frac{wx}{2}(l - x)$$

$$y = \frac{wx}{24EI}(2lx^2 - x^3 - l^3)$$

$$y_{\max} = -\frac{5wl^4}{384EI}$$



**8 Apoyos simples: carga de momento**

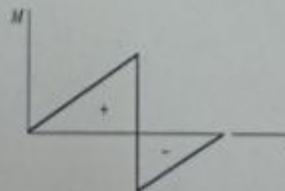
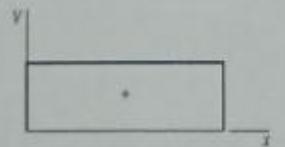


$$R_1 = R_2 = \frac{M_B}{l} \quad V = \frac{M_B}{l}$$

$$M_{AB} = \frac{M_B x}{l} \quad M_{BC} = \frac{M_B}{l}(x - l)$$

$$y_{AB} = \frac{M_B x}{6EI}(x^2 + 3a^2 - 6al + 2l^2)$$

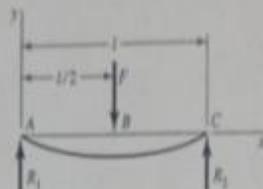
$$y_{BC} = \frac{M_B}{6EI}[x^3 - 3lx^2 + x(2l^2 + 3a^2) - 3a^2l]$$



**Tabla A-9**

Cortante, momento y deflexión de vigas (continuación)  
 (Nota: La fuerza y las reacciones de momento son positivas en las direcciones que se muestran; las ecuaciones de la fuerza cortante  $V$  y el momento cortante  $M$  siguen las convenciones de signos que se dieron en la sección 3-2.)

5 Apoyos simples: carga central



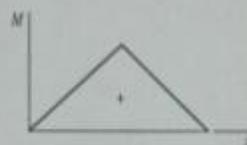
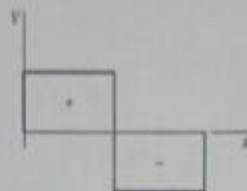
$$R_1 = R_2 = \frac{F}{2}$$

$$V_{AB} = R_1 \quad V_{BC} = -R_2$$

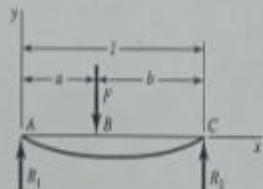
$$M_{AB} = \frac{Fx}{2} \quad M_{BC} = \frac{F}{2}(l-x)$$

$$y_{AB} = \frac{Fx}{48EI}(4x^2 - 3l^2)$$

$$y_{\text{máx}} = -\frac{Fl^3}{48EI}$$



6 Apoyos simples: carga intermedia



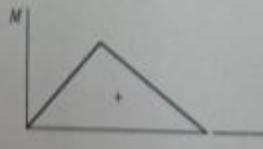
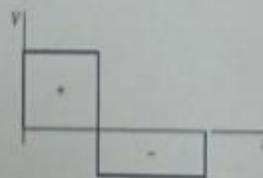
$$R_1 = \frac{Fb}{l} \quad R_2 = \frac{Fa}{l}$$

$$V_{AB} = R_1 \quad V_{BC} = -R_2$$

$$M_{AB} = \frac{Fbx}{l} \quad M_{BC} = \frac{Fa}{l}(l-x)$$

$$y_{AB} = \frac{Fbx}{6EI}(x^2 + b^2 - l^2)$$

$$y_{BC} = \frac{Fa(l-x)}{6EI}(x^2 + a^2 - 2lx)$$



(continúa)

**ANEXO No.5. FOTOS CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO**







