



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

## INDUSTRIALIZACIÓN DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN

David Sotés Díaz

César Díaz de Cerio

Pamplona, 23 de Julio de 2013

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1.2 MOTOSTUDENT .....	9
1.2.1 La competición .....	9
1.2.2 El equipo .....	9
1.2.3 Fases de la competición.....	10
1.2.4 Datos de partida.....	13
1.2.4.1 Reglamento técnico .....	14
1.2.4.2 Componentes estándar .....	17
1.2.4.3 MotoStudent 2009-2010 .....	19
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b> .....	<b>21</b>
2.1 CHASIS, BASACULANTE, Y SUBCHASIS .....	21
2.1.1 Chasis .....	21
2.1.2 Basculante .....	22
2.1.3 Subchasis .....	24
2.2 CONJUNTO MOTOR .....	24
2.2.1 Motor .....	24
2.2.2 Carburador .....	25
2.2.3 Escape.....	26
2.2.4 Radiador .....	27
2.3 SUSPENSIONES.....	27
2.3.1 Delantera .....	27
2.3.1.1 Horquilla.....	27
2.4 RUEDAS .....	29
2.4.1 Neumáticos.....	29
2.4.2 Llantas .....	30
2.5 CARENADO .....	30
2.5.1 Estudio aerodinámico .....	30
2.5.2 Elección del carenado.....	32
2.6 FRENOS .....	33
2.6.1 Pinzas .....	33
2.6.2 Bombas.....	34
2.6.3 Discos .....	34
2.7 PIECERÍO .....	36

2.7.1 Ejes .....	36
2.7.2 Semimanillares .....	36
2.7.3 Estriberas .....	37
2.7.4 Tijas .....	38
2.7.5 Casquillos .....	38
2.7.6 Rodamientos .....	38
2.7.7 Porta corona y cadena .....	39
<b>3. LOCALIZACIÓN .....</b>	<b>41</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	41
3.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LOCALIZACIÓN .....	43
3.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN .....	44
3.3.1 Método de los factores ponderados .....	44
3.3.2 Método del centro de gravedad .....	46
3.3.3 Método de transporte .....	47
3.3.4 Modelo Delfi .....	48
3.4. FACTORES DE LOCALIZACIÓN .....	49
3.5 APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS .....	54
3.6 POLÍGONO TIERRA ESTELLA - LOS ARCOS .....	56
<b>4. “HACER O COMPRAR” .....</b>	<b>61</b>
4.1 HACER O COMPRAR EN LA FABRICA UPNa RACING .....	63
<b>5. PROVEEDORES .....</b>	<b>67</b>
5.1 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN .....	67
5.2 SOLICITUD DE INFORMACIÓN .....	67
5.3 EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS .....	68
5.4 CRITERIOS DE VALORACIÓN .....	68
5.5 SELECCIÓN DEL PROVEEDOR .....	69
5.5.1 Ficheros de proveedores .....	69
5.5.2 Clasificación de las fichas .....	70
5.6 NEGOCIACIÓN DE LAS CONDICIONES .....	70
5.6.1 Los descuentos .....	70
5.6.2 El plazo de pago .....	71

5.6.3 Los gastos de transporte .....	71
5.6.4 Envases, embalajes y otros servicios .....	72
5.7 CONTROL DE PROVEEDORES EN UPNa Racing .....	72
<b>6. DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONADO DE LA PLANTA .....</b>	<b>76</b>
6.1 OBJETIVO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	76
6.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	76
6.3 FACTORES QUE AFECTAN A LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	77
6.4 DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS .....	77
6.5 DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS.....	79
6.6 DISTRIBUCIÓN CELULAR.....	80
6.7 DISTRIBUCIÓN DE PUNTO FIJO.....	81
6.8 METODOLOGÍA DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	82
6.8.1 Métodos para la resolución de problemas .....	83
6.8.1.1. Introducción.....	84
6.8.1.2. Primeras aproximaciones metodológicas al problema de la distribución en planta.....	84
6.8.1.3. Metodología de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (Systematic Layout Planning) de Muther .....	87
6.8.1.4. Investigaciones posteriores al S.L.P .....	98
6.9 APLICACIÓN PRÁCTICA .....	100
<b>7. GESTIÓN Y PROCESOS DE FABRICACIÓN .....</b>	<b>115</b>
7.1 LA GESTIÓN POR PROCESOS .....	115
7.1.1. ¿Qué es un proceso?.....	115
7.1.2. La gestión por procesos: ¿cómo abordarla? .....	116
7.1.2.1. Identificación de procesos: el mapa de procesos.....	116
7.1.2.2 La descripción de los procesos .....	117
7.1.2.3 El seguimiento, la medición de resultados y la mejora .....	117
7.1.3 La gestión por procesos en nuestra fábrica .....	119
7.2 PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	126
7.2.1 Proceso de soldadura.....	126
7.2.1.1 Introducción.....	126
7.2.1.2 Tipos de soldadura.....	126
7.2.1.3 Otros tipos de soldadura .....	129
7.2.1.4 La soldadura elegida, soldadura tig .....	131



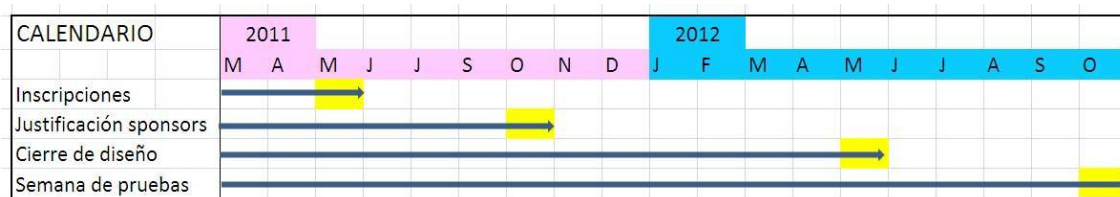
7.2.1.5 Problemas de la soldadura .....	135
7.2.1.6 Equipo a utilizar .....	139
7.2.1.7 Utillaje .....	142
7.2.1.8 Descripción del proceso.....	144
7.2.2 Proceso de pintura .....	145
7.2.2.1 Introducción.....	145
7.2.2.2 Defectos en la pintura .....	154
7.2.2.3 Equipo a utilizar .....	166
7.2.2.4 Descripción del proceso.....	171
7.2.3 Proceso de inspección .....	171
7.2.3.1 Equipo a utilizar .....	171
7.2.4 Proceso de talonado.....	174
7.2.4.1 Equipo a utilizar .....	175
7.2.5 Proceso de montaje.....	176
7.2.5.1 Equipo a utilizar .....	179
7.2.6 Microfusión .....	182
7.2.7 Proceso de mecanizado .....	188
7.2.8 Procesos de granallado e imprimación.....	189
7.2.9 Ingeniería. i+d+i (Investigación, desarrollo, innovación). .....	189
<b>8. CALIDAD PRÁCTICA .....</b>	<b>191</b>
8.1 LA INSPECCIÓN.....	191
8.1.1. ¿Qué es la inspección? .....	191
8.1.2. La planificación de la inspección: el Plan de Control.....	191
8.1.2.1. Documentación para la inspección .....	192
8.1.2.2. Instalaciones para la inspección .....	192
8.1.3 ¿Cuánto inspeccionar?.....	192
8.1.4 La inspección en nuestra empresa.....	193
8.2 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.) .....	196
8.2.1 Análisis modal de fallos y efectos (amfe) .....	197
8.2.2 Tipos de Amfe.....	197
8.2.3 Cliente .....	198
8.2.4 Fallo.....	198
8.2.5 Modo potencial de fallo.....	198

8.2.6 Efecto potencial de fallo.....	198
8.2.7. Criterios para amfe de proceso en producción gravedad .....	198
8.3. INCORPORACIÓN DE LA FILOSOFÍA “5S” EN LA FÁBRICA.....	208
8.3.1. Algunos valores que apuntalan el movimiento de las "5S" .....	208
8.3.2. El programa "5S" .....	210
8.3.3. Reflexiones sobre la implementación de un plan "5S": .....	217
8.4. TARJETAS UTILIZADAS EN LA EMPRESA .....	218
<b>9. FLUJO DEL CHASIS.....</b>	<b>219</b>
<b>10. PRESUPUESTOS Y FINANCIACIÓN. ....</b>	<b>224</b>
<b>11. CONCLUSIONES .....</b>	<b>230</b>
<b>12. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>233</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

A finales de 2011 en la Universidad Pública de Navarra se presentó la oportunidad de poder participar en la segunda edición de MotoStudent. Esta es una competición promovida por la fundación Moto Engineering donde se plantea un desafío entre equipos de estudiantes de últimos cursos de ingeniería de distintas universidades españolas y europeas.

Al inicio de 2011 se consiguió juntar en la UPNa un número de estudiantes como para poder formar un equipo y sumergirse de lleno en este reto, que ofrecía una ocasión única de poder realizar algo más que un simple Proyecto Final de Carrera. En Abril de ese mismo año, iniciamos nuestra participación en el Proyecto.



La competición de MotoStudent es sobre todo una competición de Ingeniería, no se puede resumir sólo en una carrera de ahí que se trate prácticamente de un premio al trabajo realizado durante tanto tiempo. El ganador será el equipo que consiga la mayor cantidad de puntos en las distintas fases:

1. Proyecto industrial.
2. Evaluación de las prestaciones.
3. Carrera.

Con el fin de alcanzar dicho objetivo, cada uno de los componentes del equipo es responsable de desarrollar los distintos sistemas y elementos de la motocicleta, así como los proyectos más alejados del diseño, pero de igual importancia para la competición, como son la documentación técnica, manual de montaje y la fabricación e “Industrialización de una motocicleta de competición”.

Es decir, cada miembro del equipo tiene un proyecto propio con sus respectivos objetivos, pero además, para alcanzar el objetivo general de ganar la competición deberá:

- Colaborar y coordinarse al máximo con el resto de miembros del equipo.
- Configurar un equipo con un gran enfoque práctico y empresarial.

En el presente documento, se va a exponer el proceso de industrialización del prototipo con una serie anual de 500 unidades y un coste unitario de 4.500 euros. En este concepto se contemplan los conceptos siguientes: componentes (compras exteriores), amortización de utillajes en 5 años, mano de obra directa, repercusión infraestructura de empresa y gastos financieros. Esta moto de serie será derivada de la moto prototipo con las mínimas diferencias exigidas por el proceso de fabricación en la serie y por las adaptaciones a los componentes de la serie que no deben porque ser los mismos que en la moto prototipo. Los objetivos del documento:

- Buscar un emplazamiento para la fábrica.
- Búsqueda, selección y control de proveedores.

- Decisión de qué procesos se van a llevar dentro de la fábrica y cuáles se van a subcontratar.
- Distribución de los diferentes procesos en la planta y dimensionado de la misma. Definición del LAY-OUT.
- Descripción de los diferentes procesos y equipos a utilizar.
- Planificación de la inspección, control por procesos y análisis modal de fallos y efectos.
- Análisis de costos y financiación de la empresa.

El trabajo se estructura de la siguiente forma:

- En primer lugar, se realiza una descripción del producto, analizando los modelos y características de los distintos componentes que forman la moto. Se hará especial hincapié en aquellos componentes o sistemas que hacen que el producto se diferencie del resto de motos del mercado.
- A continuación, se desarrolla el estudio sobre cuál puede ser la localización más adecuada para nuestra planta, teniendo en cuenta los distintos factores que influyen en la toma de decisión, y los diferentes métodos de estudio. Esta decisión es de vital importancia porque un error incide durante largos períodos de tiempo sobre la marcha de la empresa, y es difícil de compensar y corregir.
- Acto seguido, se efectúa el análisis del “hacer o comprar” en el que se identifica qué trabajo relacionado al proyecto se realizará con un proveedor externo y qué trabajo se realizará con recursos internos de la organización.
- El siguiente punto sometido a estudio serán los proveedores, se hará un análisis de los distintos factores que influyen en la selección y se diseñará la forma de control de los mismos en la empresa, mediante el uso de informes, fichas...
- En la distribución y dimensionado de planta se puede ver los principios básicos, los factores, los diferentes tipos de distribución y los métodos para resolución del problema. Todos estos conceptos se aplican al final del capítulo para obtener el LAY-OUT más eficiente.
- En el siguiente punto se explican los distintos procesos de fabricación que se desarrollan tanto fuera como dentro de la empresa. Para cada uno de ellos, se hace una breve descripción, que problemas presentan y se especifica que equipo se va a utilizar.
- Se ha desarrollado un apartado de Calidad, para establecer las diferentes inspecciones en la fábrica, la organización de la empresa se ha realizado mediante una gestión por procesos, atendiendo a los flujos de materiales y componentes. Finalmente, para adelantarnos a posibles fallos antes de arrancar la empresa se han elaborado AMFEs de los procesos más representativos.
- Una vez desarrollados los puntos anteriores, se detalla el recorrido del chasis desde su llegada en forma de tubos al almacén, hasta que forma parte de la moto. Es una forma de explicar el día a día en la empresa a través de este componente que pasa por todos los procesos de fabricación.
- En cada uno de los apartados (o en muchos de ellos) se hacen introducciones teóricas relacionadas con la cuestión que se quiere resolver.
- Por último, se realiza el presupuesto y financiación de la empresa mediante un análisis de los costos anuales de producción, el balance de situación y la cuenta de pérdidas y ganancias.

## 1.2 MOTOSTUDENT

A finales de 2011 en la Universidad Pública de Navarra se presentó la oportunidad de poder participar en la segunda edición de MotoStudent. Esta es una competición promovida por la fundación *Moto Engineering* donde se plantea un desafío entre equipos de estudiantes de últimos cursos de ingeniería de distintas universidades españolas y europeas.

Al inicio de 2011 se consiguió juntar en la UPNa un número de estudiantes como para poder formar un equipo y sumergirse de lleno en este reto, que ofrecía una ocasión única de poder realizar algo más que un simple Proyecto Final de Carrera. En Abril de ese mismo año, iniciamos nuestra participación en el Proyecto.

### 1.2.1 La competición

Los equipos tienen que diseñar y desarrollar un prototipo de motocicleta de competición de 250 centímetros cúbicos que posteriormente se evaluarán en una competición que tendrá lugar en las instalaciones de *MotorLand Aragón*, en Alcañiz. Para el propósito de esta competición, el equipo universitario debe considerarse integrado en una empresa fabricante de motos de competición, para desarrollar y fabricar un prototipo bajo unos condicionantes técnicos y económicos dados.

Los estudiantes, en un periodo de tiempo de tres semestres, han de demostrar y probar su capacidad de creación e innovación y la habilidad de aplicar directamente sus capacidades como ingenieros en comparación con los otros equipos de universidades de todo el mundo.

Las motos serán juzgadas en unas series de eventos tanto estáticos como dinámicos, que incluirán: exposiciones orales y de “stand”, inspecciones técnicas, demostraciones dinámicas, etc. Para poder evaluar y puntuar los proyectos, la competición tendrá un proceso de selección por fases.

### 1.2.2 El equipo

El equipo que representa a la UPNa en esta competición, se constituyó en un principio con estudiantes de esta misma universidad de las titulaciones de Ingeniería Industrial (II) e Ingeniería Técnica Industrial Mecánica (ITIM):

NOMBRE	TITULACIÓN	CURSO	PROYECTO
Carlos	II	5	Maqueta electrónica 3D
Marian	II	5	Chasis
Claudia	II	5	Fabricación
Sergio	ITIM	3	Gestión y organización
Gerardo	ITIM	3	Airbox, refrigeración, escape
David	ITIM	3	Industrialización serie de 500 unidades
Javier	ITIM	3	Suspensión delantera de paralelogramos deformables
Gonzalo	ITIM	3	Apoyo generalizado a labores de taller

El equipo se encuentra dirigido por los profesores de la UPNa:

- Cesar Díaz de Cerio

- Miguel Ángel Arizcuren
- José Sancho

Y ha sido inscrito en la competición con el nombre de: UPNa Racing, contando incluso con logotipo y pagina web (Blog) propios:



( <http://upnaracing.blogspot.com.es/> )

### 1.2.3 Fases de la competición

La competición tiene una duración de 18 meses en los que debemos plantear todo el escenario real de un equipo de motociclismo de competición.

Para ello los equipos partimos de un planteamiento realista donde, una vez establecidos los componentes del mismo, se debía buscar apoyo externo y, sobre todo patrocinadores que aportaran la financiación necesaria y/o equipos, componentes, apoyo técnico, asesoría, etc.

Una vez obtenido el importe mínimo necesario para asegurar la participación en la competición y justificado dicho soporte económico a la Organización, se ha pasado al a siguiente fase: diseño. En esta fase, debemos diseñar completamente la moto de competición ciñéndonos escrupulosamente a un reglamento técnico y organizativo, cumpliendo los plazos fijados por la Organización, y ajustándonos a los recursos puestos a disposición del equipo por los patrocinadores.

Una vez finalizado todo el diseño, deberá construirse e integrarse todos los componentes comerciales seleccionados en la etapa anterior. Finalmente llegará la fase de pruebas por parte de la Organización previamente a la realización de la carrera en un circuito de velocidad.

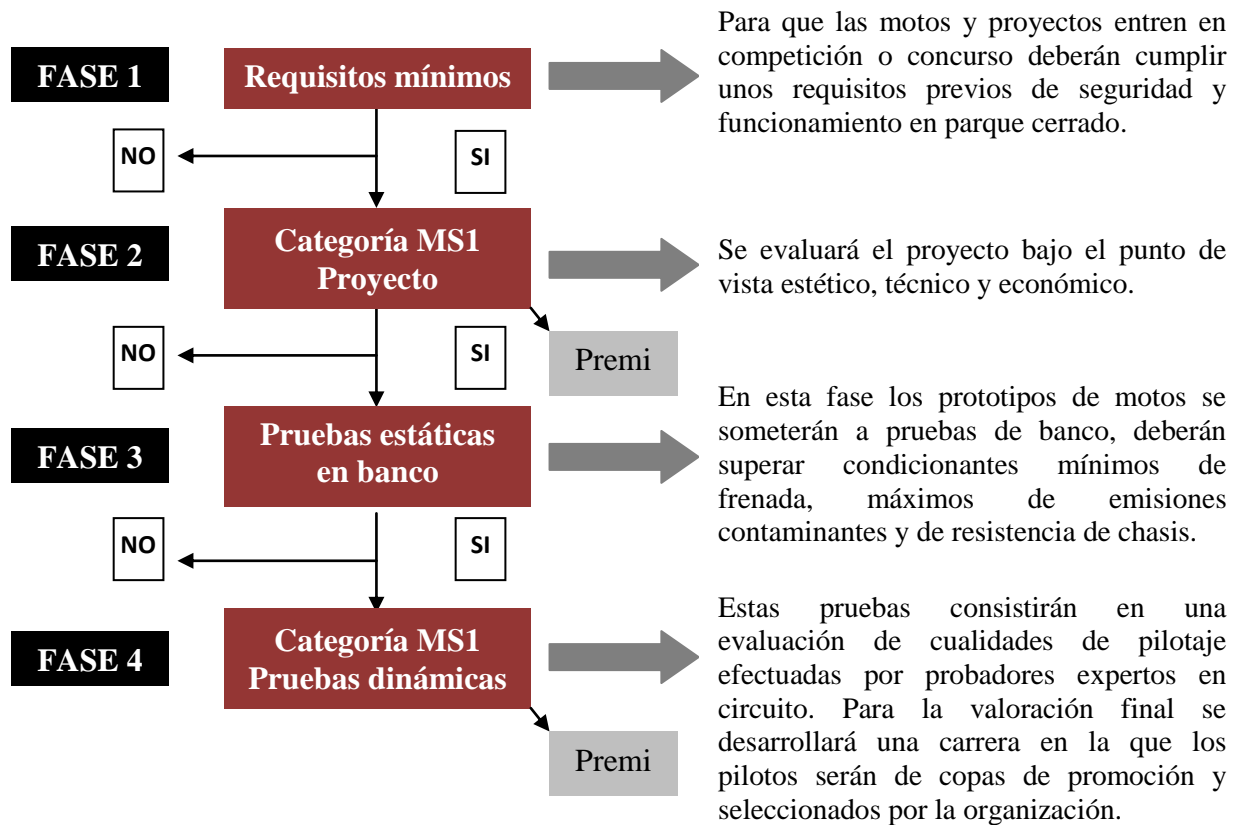
A lo largo de todo el proceso también será preciso realizar numerosas pruebas de diseños, componentes, y puesta a punto de un prototipo que permita realizar los ajustes pertinentes que garanticen una mínima competitividad de la moto durante la competición. Además también se deberá estar atento a las posibles modificaciones que pueda realizar la Organización respecto a cualquiera de los aspectos que engloban a la competición, ya que se encuentra abierta a cualquier tipo de reajusta en función de la marcha de los acontecimientos. Las pruebas fijadas por la Organización son las siguientes:

- Presentación de justificación de sponsors. En la que los equipos participantes deben justificar de forma clara que empresas e instituciones sufragan la construcción del prototipo. Esta justificación debía presentarse antes del 31 de Octubre del 2011.
- Presentación de diseño cerrado. Antes del 31 de Mayo de 2012 los equipos participantes presentarán a la Organización información gráfica en detalle del prototipo que será guardada por la Organización. Esta información debe permitir

a los jurados, sin manipulación informática alguna, verificar los futuros prototipos. Esta documentación sólo será analizada por los jurados en las jornadas de competición y validarán que el prototipo presentado responde a esa información.

- Los grupos presentarán un prototipo para que sea revisado por los inspectores conforme a los aspectos dimensionales y de seguridad que indica el reglamento técnico.
- Por otra parte realiza una mínima prueba de funcionamiento en parque cerrado. La prueba consistirá en una prueba de arranque y parada y de maniobrabilidad a derechas e izquierdas entre 10 conos situados a 3 m de distancia.
- También presentarán en el stand preparado por la organización los paneles informativo que consideren convenientes.
- El proyecto industrial será definido ante un jurado de expertos elegidos por la organización.
- Las pruebas de seguridad en banco pretenden ser una garantía de robustez, fiabilidad y seguridad ante las pruebas en circuito. Así las motos deberán superar las siguientes pruebas:
  - Prueba de resistencia de chasis según especificaciones de reglamento técnico.
  - Prueba de frenada en banco de rodillos según especificaciones de reglamento técnico.
  - Análisis de gases de escape según especificaciones de reglamento técnico.
- Los equipos que hayan superado las pruebas de seguridad pondrán sus motos a disposición de profesionales de pruebas y ensayos elegidos por la Organización que harán una valoración de sus prestaciones en el circuito de velocidad. Cada moto será probada por un mínimo de tres pilotos, los cuales evaluarán:
  - Capacidad de frenada
  - Capacidad de aceleración
  - Maniobrabilidad
  - Estabilidad
  - Velocidad punta
  - Carrera en el circuito de Alcañiz en donde las motos serán probadas por pilotos de categoría promoción seleccionados por los equipos siguiendo las reglas propuestas por la organización.

Este es el esquema general del proceso de validación del prototipo:



La competición de MotoStudent es sobre todo una competición ingenieril, no se puede resumir sólo en una carrera de ahí que se trate prácticamente de un premio al trabajo realizado durante tanto tiempo. El ganador será el equipo que consiga la mayor cantidad de puntos en las distintas fases. La evaluación corresponderá en cada caso a un jurado designado por la organización, ésta es la forma en que se repartirán los puntos:

**1. Proyecto industrial, 600 puntos en total como máximo divididos en:**

- Diseño industrial: 150 puntos
- Análisis y cálculos técnicos: 175 puntos
- Definición del sistema de fabricación e industrialización: 175 puntos
- Análisis de costos del desarrollo del prototipo y del proceso industrial de fabricación: 100 puntos

**2. Evaluación de las prestaciones, 400 puntos en total como máximo divididos en:**

- Capacidad de frenada: 80 puntos
- Capacidad de aceleración: 80 puntos
- Maniobrabilidad: 80 puntos
- Estabilidad: 80 puntos
- Velocidad punta: 80 puntos

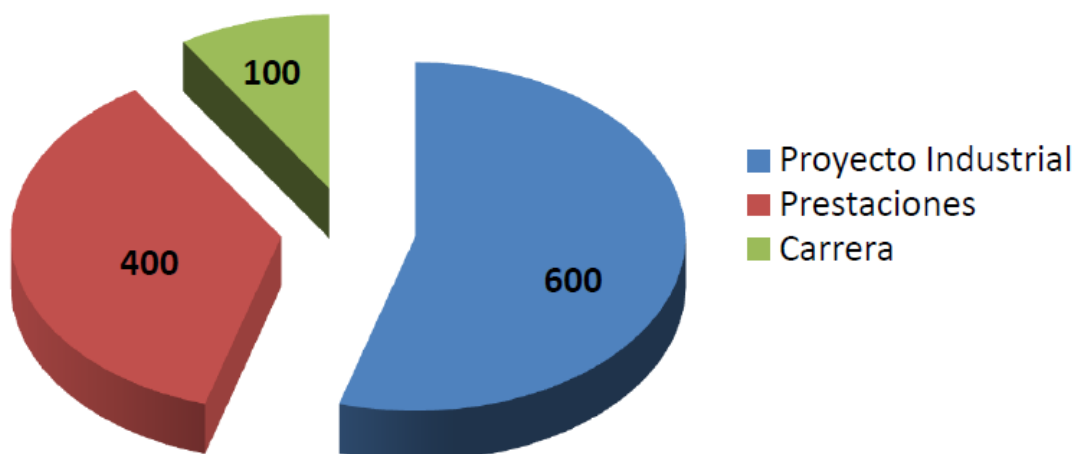


### 3. Carrera, 100 puntos como máximo para el vencedor:

Puesto en carrera	Puntos
Primero	100
Segundo	90
Tercero	85
Cuarto	80
5º a 9º	76-60 (4 puntos de diferencia entre cada puesto)
10º a 15º	57-42 (3 puntos de diferencia entre cada puesto)
16º a 30º	40

Aquellos equipos que no terminen la carrera no obtendrán ningún punto en esta fase.

#### Puntos en juego en cada fase



Así pues, mediante este sistema de puntuación la intención clara de la Organización es premiar aquellos proyectos industriales y de diseño mejores, dando menos importancia a la carrera, donde pueden intervenir muchos factores que los participantes no controlan, por ejemplo la elección del piloto, que será elegido al azar entre unos candidatos proporcionados por la organización el mismo fin de semana de la carrera. Además se puede ver que dentro de la puntuación de la carrera las diferencias por puesto no son muy exageradas y se da mucha importancia al hecho de haber construido una moto capaz de correr y completar la prueba.

Para una información más detallada a cerca de la competición MotoStudent se deberá consultar el Reglamento Funcional redactado por la Organización que aparece recogido en el Anexo I, presente en los documentos de este proyecto o en la propia página web de la Organización: [www.motostudent.com](http://www.motostudent.com)

#### 1.2.4 Datos de partida

A continuación se van a describir los datos de los que se dispone para llevar a cabo el proceso de fabricación del prototipo. Todo ello se encuentra relacionado con las pautas establecidas por la Organización, ya que es ella la que dispone las especificaciones de partida para el diseño de todas las motos que van a participar en la competición, estableciendo las limitaciones y libertades que se poseen para que la moto sea validada y pueda competir en el evento.

#### **1.2.4.1 Reglamento técnico**

La Organización ha establecido un reglamento técnico (Anexo I) que contiene la normativa técnica reguladora de la competición. Con él se pretende estandarizar y acotar la gran variedad de posibilidades que existe en la construcción de un prototipo de moto de competición. De este modo todos los proyectos presentados por las diferentes universidades inscritas en la competición se ajustarán a una línea de trabajo orientativa y común, posibilitando una competencia objetiva entre los participantes.

Por todo ello el primer paso a dar en la realización de este proyecto consistirá en el análisis detallado de dicho documento, para ser consciente de qué es lo que se puede y no se puede hacer respecto al diseño de la moto. Por tanto este estudio deberá centrarse principalmente en las partes del Reglamento referentes a todo tema de requisitos de fabricación, restricciones en cuanto a materiales, procesos y todo lo relacionado con la fabricabilidad de todos los elementos de la motocicleta. Una vez analizado todo ello se pueden considerar las siguientes restricciones establecidas por la Organización que afectan directamente a la elaboración de este proyecto:

#### ***La motocicleta***

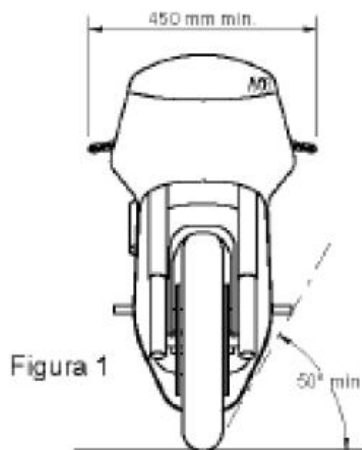
El objetivo de la competición es la construcción de un vehículo de dos ruedas a motor de combustión interna. Dicho vehículo será concebido para el pilotaje de un solo ocupante. La motocicleta deberá ser un prototipo diseñado y construido para la competición de carreras de velocidad.

#### ***Requerimientos generales del diseño***

##### ***- Dimensiones***

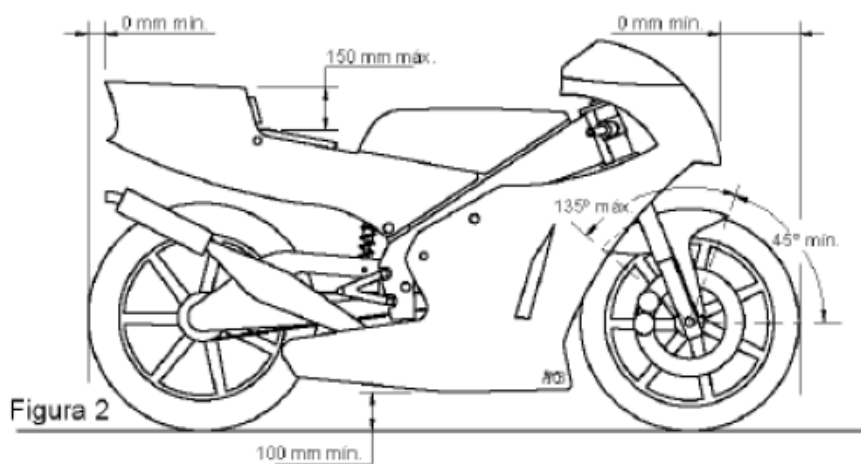
Las dimensiones de la motocicleta son libres exceptuando algunos requisitos básicos:

- La anchura mínima entre los extremos de los semimanillares ha de ser de 450 mm.
- El ángulo mínimo de inclinación lateral de la motocicleta sin que ningún elemento de la misma toque el pavimento debe ser 50°. Dicha medición se realiza con la motocicleta descargada pero con todo el equipamiento y líquidos para su funcionamiento.



Vista frontal de la moto

- La distancia libre al pavimento con la motocicleta en posición vertical ha de ser de un mínimo de 100 mm en cualquier situación de compresión de suspensiones y reglajes de geometrías.
- Límite posterior: Ningún elemento de la motocicleta podrá rebasar la línea tangente vertical trazada a la circunferencia exterior del neumático trasero.



Vista lateral de la moto

- La distancia de los neumáticos a cualquier elemento de la motocicleta diferente de la rueda no podrá ser inferior a 15 mm en toda posición de la misma y reglaje de geometría.
- La anchura máxima del asiento debe ser de 450 mm. No podrá sobresalir de esa anchura ningún otro elemento de la motocicleta del asiento hacia detrás excepto el sistema de escape.

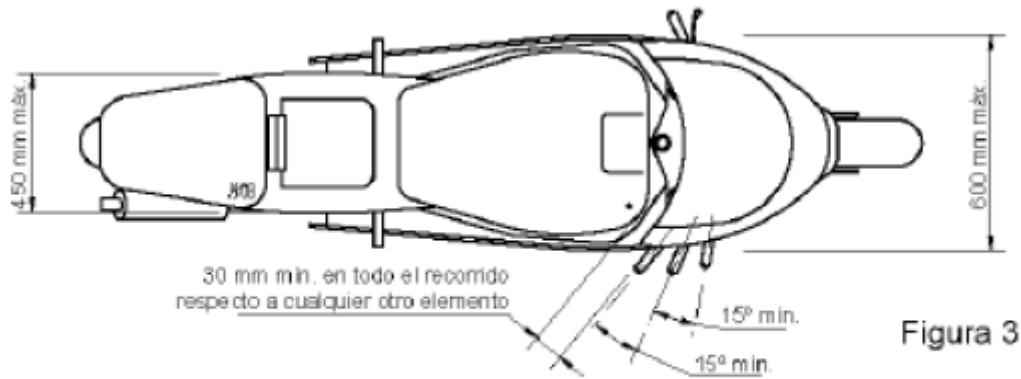


Figura 3

*Vista en planta de la moto*

- Pesos

El peso mínimo del conjunto de la motocicleta en orden de marcha incluido depósito, gasolina y líquidos en ningún momento de las pruebas deberá ser inferior a 95 kg. El peso se podrá verificar tanto al inicio, durante y al final de la competición. Está permitido lastrar el vehículo para alcanzar el peso mínimo.

- Ciclística:

*Bastidor*

El diseño, el proceso y el material utilizado para la fabricación del bastidor es libre excepto las siguientes consideraciones:

- No está permitido fabricar el chasis en titanio ni en aleaciones de titanio.
- El bastidor definitivo a presentar en la competición deberá haber superado el proceso de homologación por parte de la organización.
- No se permite el uso de un chasis comercial ni tan siquiera una unidad modificada. Debe de tratarse de un chasis prototipo de fabricación propia.

*Suspensiones*

El diseño de la suspensión delantera y trasera es libre pero en caso de horquilla delantera y amortiguador trasero deberán ser los proporcionados por la organización. No se permite la modificación estructural de los mismos, solo el cambio de muelles y viscosidad del aceite.

*Dirección*

En todo el recorrido de giro de la dirección no deberá existir ningún elemento que interfiera en una tolerancia de 30 mm entorno a los puños del manillar a accionamientos.

El ángulo mínimo de giro de la dirección deberá ser de 15° medidos a cada lado del eje longitudinal de la motocicleta y deberá estar limitado por un tope a cada lado.

*Estriberas*

Como requisito deberán tener protegidos los extremos con un tope de nylon de un radio mínimo de 8 mm. Deberán disponer de protectores laterales para evitar que la bota del piloto pueda interferir con elementos móviles como cadena o neumático trasero.

#### *Llantas y neumáticos*

La organización suministra las llantas y neumáticos y se prohíbe su modificación, salvo en anclajes de disco salvaguardando en todo caso la rigidez de las mismas.

Está prohibido el uso de titanio, aleaciones ligeras y compuestos de fibra en la fabricación de los ejes de las ruedas.

Los ejes de la rueda no podrán sobresalir de su alojamiento en sus extremos más de 30 mm.

#### *Motor*

Se deberá utilizar el motor entregado por la competición, el cual se entregara sellado y se prohíbe totalmente su manipulación interna.

#### *Procedimiento de verificaciones técnicas*

Para el control y verificación de vehículos se creara una ficha por cada prototipo. Este documento será rellenado por los verificadores técnicos en la fase previa a la competición. Una vez contrastados todos los apartados se deberá dar la calificación de “*apto*” para poder participar en las diferentes pruebas. Tras la verificación se fijara un adhesivo de la organización comprobante de la aceptación del prototipo.

#### *Homologación del chasis*

La organización se reserva el derecho de verificar el chasis mediante una prueba previa a la competición. Se habrá de presentar previo a la competición un estudio teórico de cargas sobre el chasis.

La prueba se realizará en un potro de ensayo. Se aplicaran dos tipos de carga simultáneas. Una carga horizontal progresiva de 250 daN longitudinalmente a la motocicleta en los ejes de rueda delantera y otra vertical de 200 daK. No se admitirán deformaciones permanentes en la estructura del chasis.

#### *Verificación de cotas generales*

Se medirán y supervisaran las cotas generales de diseño estipuladas en el reglamento.

### **1.2.4.2 Componentes estándar**

La Organización proporciona una serie de piezas que todos los modelos de motocicletas deben incorporar, en base a las cuales debe desarrollarse el resto del prototipo. Todo ello con el objetivo de proporcionar un punto de partida común para todos los equipos, que facilite de inicio el diseño global de la motocicleta, de modo que todos los prototipos se ajusten a una línea de trabajo orientativa y común, posibilitando una competencia objetiva entre los participantes.

Las piezas proporcionadas por la Organización son:

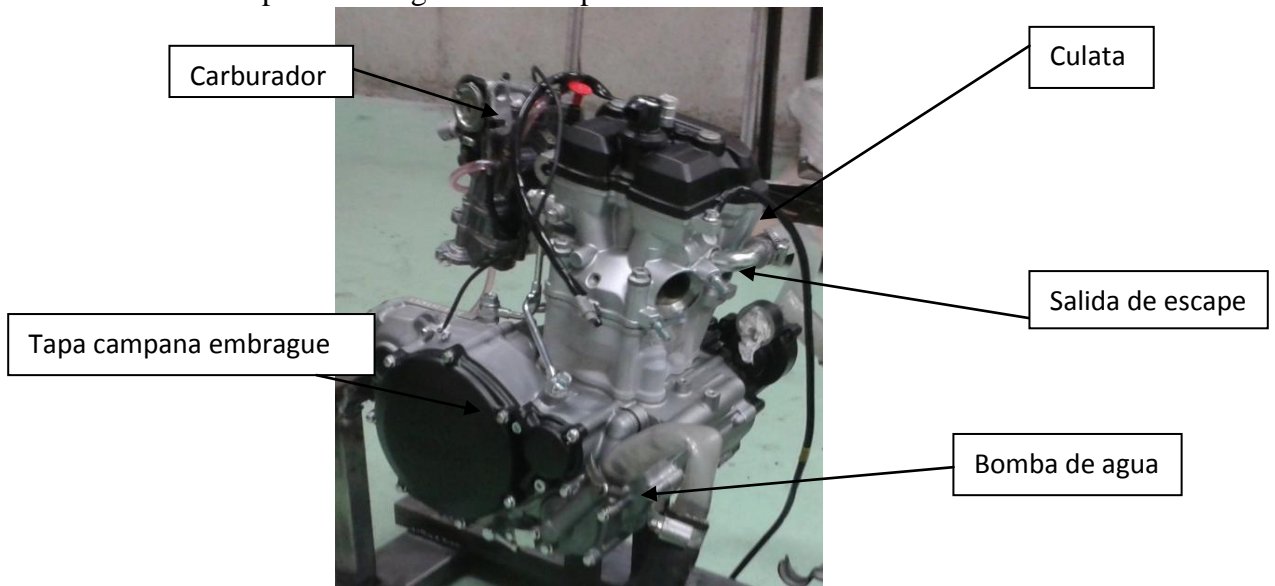
- Motor
- ECU
- Bujía
- Palanca de cambios
- Bobina
- Horquilla delantera

- Amortiguador trasero
- Sistema de frenos:
  - Bomba
  - Pinza delantera
  - Pinza trasera
  - Maneta
- Llantas
- Neumáticos

Todo lo demás, como puede ser el chasis, el basculante, la pipa, el carenado, el subchasis, el escape, el airbox, el radiador y todo el piecerío auxiliar deberá ser fabricado o en todo caso, alguno de los elementos se podrá comprar. A continuación se aporta toda la información existente los elementos proporcionados por la organización:

### El motor

El motor proporcionado por la Organización puede observarse en la imagen siguiente, donde además se especifican algunas de sus partes:



### Horquilla

La competición nos proporciona una horquilla en caso de utilizar este sistema de amortiguación delantera. La horquilla es la que monta la Yamaha yzf 125 cc.



*Yamaha yzf125cc*

### Amortiguador

Se trata de un amortiguador SACHS, el cual no permite regulación alguna.



*Amortiguador SACHS*

### **Llantas**

La organización proporciona las mismas llantas a todos los equipos, son las que monta la Yamaha *yzf 125 r*.



### **Neumáticos**

Los neumáticos al igual que las llantas son proporcionados por la organización y comunes para todos los equipos. Se trata de neumáticos DUNLOP motorsport, el delantero será un 95/70R17 y el trasero un 115/70R17.



*Neumáticos Dunlop*

Información reglamento técnico Anexo I.

### **1.2.4.3 MotoStudent 2009-2010**

La primera edición de MotoStudent, fue una de las mayores ayudas para poder llevar a cabo nuestro proyecto, ya que partíamos de varias lecciones aprendidas, y determinados procedimientos a seguir para materializar algunos de nuestros diseños, así como la generación de plazos y reuniones.



La bautizada como LMP, fue la ganadora al mejor proyecto industrial, su diseño de chasis tubular, posición del centro de gravedad, geometría básica, alimentación y escape, la hacen una moto con un buenísimo paso por curva, una rigidez excepcional, y una curva de potencia realmente llena en medio y alto régimen.



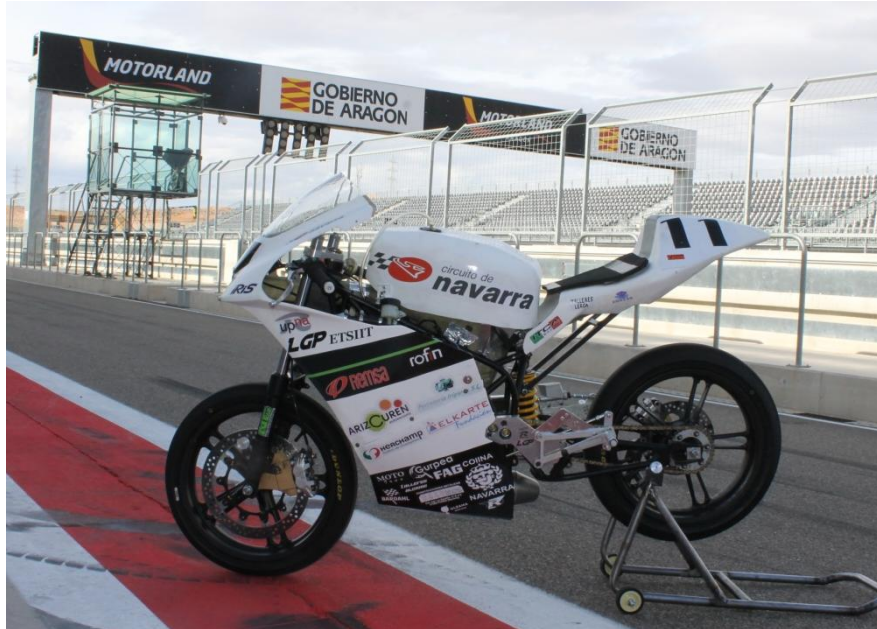
*Fotografía primera edición MotoStudent*

El ver todos estos resultados del equipo anterior, nos ayudo a comprender, que podría ser una buena base para ir enfocando nuestro proyecto sobre la nueva moto, que a diferencia de algunos aspectos como la propulsión, adaptación de las suspensiones y geometría, era una motocicleta ganadora.



## 2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto que va a fabricar nuestra empresa es una moto de competición de 250 cc y motor de 4 tiempos (moto3™)



A continuación pasamos a describir brevemente cada uno de los componentes que la forman (Componentes del prototipo, los componentes de la serie pueden sufrir cambios forzados por la elección del proceso de fabricación).

### 2.1 CHASIS, BASACULANTE, Y SUBCHASIS

#### 2.1.1 Chasis

El chasis que hemos decidido utilizar es tubular triangulado. Este tipo de estructura permite obtener una elevada eficiencia estructural, y una buena relación entre rigidez y peso, además de la diferencia de costes entre el acero y el aluminio, siendo este primero más económico, y fácil de encontrar en proveedores locales.



*Chasis en el proceso de soldadura*

Las tensiones en los miembros de este tipo de chasis son principalmente de tracción y de compresión, por lo que no suele ser necesario un gran diámetro para producir una rigidez adecuada del chasis a flexión y a torsión. Nosotros vamos a emplear tubos 19mm de diámetro, y un espesor de pared de 1.2 mm.

El tubo es de sección redonda, la mejor sección para resistir cargas de torsión y de compresión, además es capaz de resistir cargas de flexión en cualquier dirección por igual.

El material de los tubos es acero Reynolds 631, y el de la pipa, pletinas y anclaje de amortiguador trasero es aceros F115.

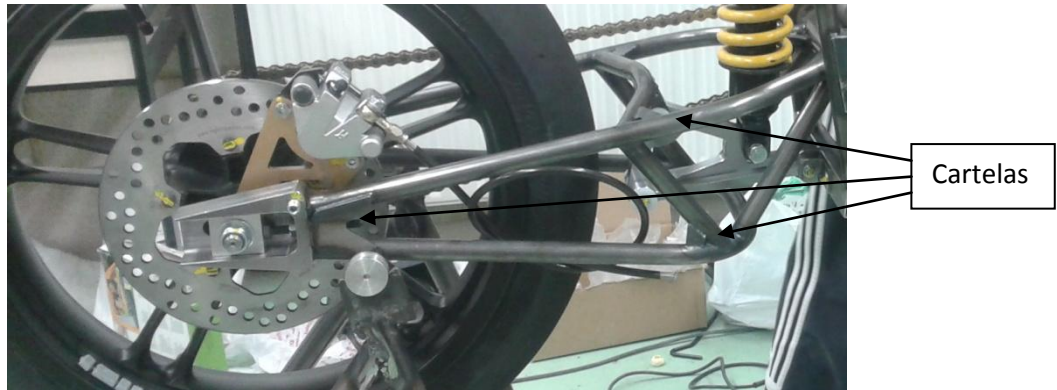


*Tubos de diámetro 19mm del chasis después del corte laser*

## 2.1.2 Basculante

El Basculante también es una estructura triangulada en acero, se trata de un basculante fabricado a base de tubos de diámetro 19mm de acero Reynolds 631.

Las pletinas del mismo son fabricadas de acero F125, a las cuales les practicamos unos vaciados mediante mecanizado, para incorporar el sistema de tensor de la cadena y la posible regulación de la batalla, además de conseguir una rigidez adecuada, con el menor peso posible. Además de todo esto, se han acartelado determinadas zonas con pequeñas cartelas de acero F125, con la intención de reforzar y dar mayor seguridad al conjunto.



*Basculante triangulado y con cartelas*

A la hora de la fabricación tenemos que tener varios aspectos en cuenta:

- El anclaje del basculante al chasis se hace a través de un tubo mecanizado, donde se alojan los rodamientos del basculante (necesario el acabado fino y precisión)- Las pletinas mecanizadas llevan a cabo la unión basculante-eje trasero.
- El eje de la rueda se fija al basculante a través de un coliso con el que podemos modificar la batalla de la motocicleta (distancia entre ejes de ruedas), además de tener la forma determinada para alojar los tensores de cadena diseñados.
- Las orejetas donde anclamos el sistema de suspensión trasero (elemento Rocker), deben estar en la posición adecuada de orientación, y tener el diámetro por donde pasa el eje del rocker perfectamente realizado (posición y tolerancia).

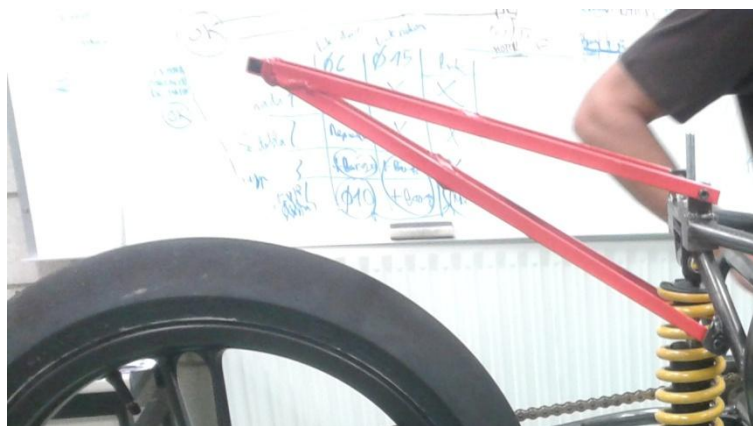




*Interacción Basculante-Sistema de suspensión trasera*

### 2.1.3 Subchasis

El subchasis es una pieza sencilla, de diseño propio, constituida por seis perfiles de sección cuadrada y de acero. Es la pieza en la que se asienta el colín del carenado, y ha sido diseñado teniendo en cuenta la posición del piloto, y las cargas a recibir por parte de los ensayos programados en la normativa de la competición.



*Subchasis*

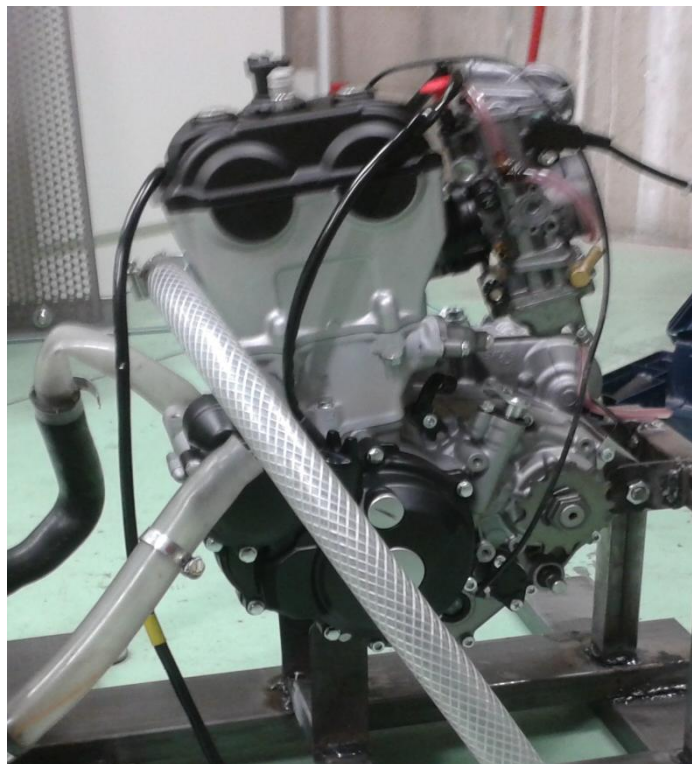
Este elemento va sujetado al chasis de la moto, mediante unas orejetas perfectamente soldadas al chasis, y la unión entre estos es atornillada, mediante cuatro tornillos M6 de resistencia 8.8, con arandelas y tuercas autoblocantes.

## 2.2 CONJUNTO MOTOR

### 2.2.1 Motor

El motor es un motor de 4 tiempos y un solo cilindro. Es de la marca Yamaha y va equipado con una caja de cambios de cinco velocidades. Este motor es una versión del

motor de la Yamaha YZF 250 de cross, pero adaptado mediante la caja de cambios para competición en Karting.



*Motor 250 cc 4 tiempos*

El hecho de que este motor esté adaptado a karting, hace que el comportamiento sea muy diferente al de la versión del cuál desciende, ya que obliga a que el desarrollo a poner en la motocicleta sea muy corto debido a la relación de desmultiplicación entre el eje secundario de la caja de cambios y la rueda, ya que la rueda de la motocicleta tiene un radio mucho mayor que la rueda del kart, y por ello es un aspecto a tener muy en cuenta en la elección del desarrollo, y todo lo que conlleva en aspectos de diseño.

Las características del motor son las siguientes:

Tipo de Motor	Monocilíndrico inclinado, 4 tiempos, SOHC, 5 válvulas
Refrigeración Motor	Refrigeración Líquida
Cilindrada	250 cc
Diámetro x Carrera	77.0 x 53.6 mm
Relación de Compresión	12.5 : 1
Sistema de Lubricación	Carter Seco
Suministro de Carburante	Carburador Keihin FCR-MX39
Tipo de Embrague	Multidisco húmedo
Sistema de Encendido	CDI (digital)
Sistema de Arranque	Eléctrico
Sistema de Transmisión	Toma constante 5 velocidades

### 2.2.2 Carburador

El carburador es la pieza del sistema de alimentación que se encarga de añadir la gasolina al caudal de aire aspirado por el motor.

Tras realizar un previo estudio sobre la incorporación de un sistema de inyección electrónica, y ver sus pros y contras, decidimos montar un carburador, que la propia organización incluyó en el Kit.

El carburador Keihin FCR-MX39:



*Carburador Keihin FCR 39 MX*

Este carburador tiene las siguientes características:

- Compuerta de gases plana.
- Circuito de baja (chiclé de baja).
- Circuito de alta (chiclé de alta).
- Aguja (Regulación de mezcla a medio régimen).
- Bomba de aceleración (mejora la respuesta del motor).
- Tornillo de regulación de ralentí.
- Tornillo de regulación de baja.
- Sensor TPS de posición de gas (Junto con la ECU, da la posibilidad de tener un mapa de encendido tridimensional, en función del grado de carga, y las revoluciones del motor).
- Starter manual.
- Tirador de parada manual.

### 2.2.3 Escape

De diseño propio. El colector de escape fabricado en la empresa ALCAME, y el silencioso es comercial de la marca LEOVINCE modelo SBK.

El silencioso da la posibilidad de montarle un DB-Killer, para la reducción de ruido, aunque dadas las limitaciones en ese aspecto en el reglamento, no se ha creído necesario equiparlo de DB-Killer, obteniendo unos valores de ruido por debajo de los límites.



*Conjunto de escape*

## 2.2.4 Radiador

El radiador que va a utilizar nuestra moto es el de la Cagiva Mito de 125, que nos da la capacidad de disipación de calor necesaria en el motor, manteniendo el motor entre 50 y 60 grados, temperatura adecuada para su funcionamiento.



*Radiador cagiva mito 125cc*

## 2.3 SUSPENSIONES

### 2.3.1 Delantera

#### 2.3.1.1 Horquilla

La horquilla de nuestra moto es la misma que la de la Yamaha yzf de 125cc.



*Horquilla de la Yamaha YZF fabricada por Paioli*

La suspensión funciona mediante aceite y muelles, no permite regulación alguna salvo el cambio del aceite, y la modificación de los hidráulicos.

## **Trasera**

### **Amortiguador**

Se trata de un amortiguador de la marca SACHS, es uno de los más baratos del mercado, no tiene regulación de compresión ni de extensión, tampoco tiene la posibilidad de regular la precarga. Por reglamento se permite el cambio de líquido de este, pero físicamente no es posible, ya que el amortiguador viene precintado de manera especial de fábrica.



*Amortiguador Sachs*

### **Bieletas de suspensión (Rocker y links)**

Otros elementos de la suspensión trasera muy importantes para el correcto funcionamiento de la misma son los links y el rocker. Los vamos a mecanizar en acero F125 ya que las sollicitaciones en el sistema de suspensión son altas.





El rocker es una pieza de acero de forma casi triangular que hace las veces de unión entre el chasis (a través de los links), el amortiguador y el basculante.

Mediante esta configuración, se nos permite ubicar el amortiguador trasero en la posición adecuada para evitar interferencias con otros elementos de la motocicleta, y mediante la distancia entre centros del rocker y la longitud de los links, podemos pre diseñar la curva de progresividad de la suspensión trasera para adaptarla a las necesidades en competición.

También se valora el comportamiento de Squat y antiSquat, todo gracias a un programa informático, que estudia esta cadena cinemática, y nos ofrece unas gráficas de comportamiento.

## 2.4 RUEDAS

### 2.4.1 Neumáticos

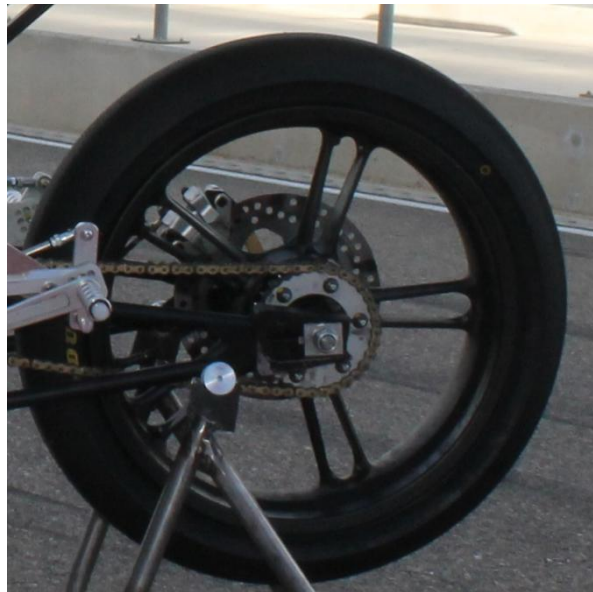
Se trata de neumáticos DUNLOP motorsport, el delantero será un 95/70R17 y el trasero un 115/70R17.



*Neumático Dunlop de competición.*

## 2.4.2 Llantas

Las llantas son las utilizadas por la Yamaha YZF 125 r.



*Llanta Yamaha YZF 125 r*

## 2.5 CARENADO

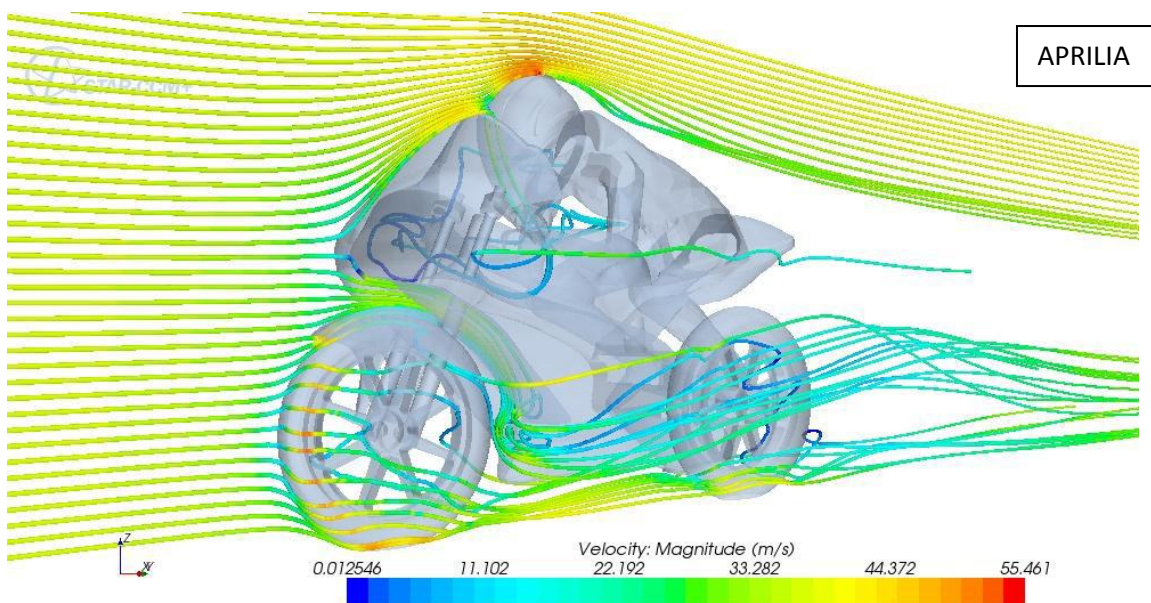
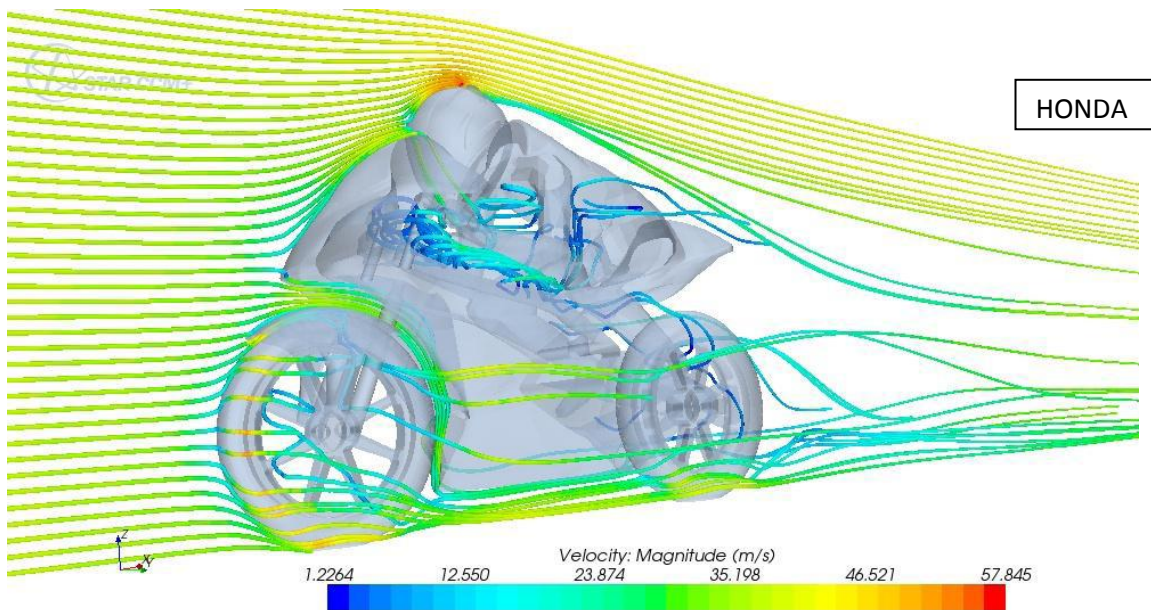
El carenado que va a utilizar nuestra moto está fabricado en fibra de vidrio, debido a la notoria diferencia de precio entre ella y la fibra de carbono.

### 2.5.1 Estudio aerodinámico

Tras analizar aerodinámicamente mediante programas informáticos de CFD, los carenados analizados fueron:

- Honda RS 125 Gp

- Aprilia RS 125 Gp



De estos análisis se obtuvieron varios resultados, de los cuales los más representativos, a la hora de ver la eficiencia aerodinámica:

Se tiene aproximadamente que:

**$C_x \text{ Honda} = 0,41$**

**$C_x \text{ Aprilia} = 0,42$**

Al multiplicar el coeficiente de penetración  $C_x$ , tomado como número adimensional, por la superficie frontal expresada en  $m^2$ , queda un valor de resistencia aerodinámica  $SC_x$  expresado también en  $m^2$ :

**$SC_x \text{ Honda} = 0,17 \text{ m}^2$**

**$SC_x \text{ Aprilia} = 0,18 \text{ m}^2$**

De entre los dos carenados analizados mediante software CFD, la **Honda RS** muestra **mejores resultados** en la mayoría de prestaciones frente al carenado de la Aprilia, aunque la diferencia entre ellas no es muy significativa. A pesar de que la Aprilia parece tener un carenado más elaborado y estudiado aerodinámicamente, la Honda sufre una menor resistencia al avance. Por el contrario, también sufre de una mayor sustentación. Esto se traduce en una mayor velocidad punta pero con la posibilidad de tener menos estabilidad a altas velocidades. De entre estas dos propiedades, en este caso, la velocidad punta se considera más importante y además la diferencia es más acusada que en la estabilidad. A pesar de ello, la diferencia sigue siendo muy reducida, ya que los resultados indican que con el carenado de la Honda RS se llegaría a alcanzar entre 2 y 3 km/h más de velocidad punta, aunque podría aumentar con los datos reales del motor.

Tabla comparativa de los resultados:

	<b>Honda Rs 125</b>	<b>Aprilia Rs 125</b>
<b>Área frontal (S)</b>	0,4043 m <sup>2</sup>	0,4274 m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente aerodinámico (Cx)</b>	0,41	0,41
<b>SCx</b>	0,17 m <sup>2</sup>	0,18 m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente de elevación (Cz)</b>	0,0257	-0,0047
<b>Resistencia aerodinámica (a 140 km/h)</b>	148,8 N	158,4 N
<b>Sustentación (a 140 km/h)</b>	9,3 N	-1,8 N
<b>Velocidad punta (relación corona piñón 23/13)</b>	190,5 km/h	188 km/h

## 2.5.2 Elección del carenado

Tras el estudio aerodinámico realizado de los dos carenados más utilizados en competición, y ver cuál es el que se adapta mejor a nuestras necesidades, el carenado que se va a montar en la fabricación en serie de nuestra motocicleta, con el fin de obtener las mejores prestaciones posibles en la conducción de esta es el carenado de Honda RS 125.

Por otra parte en la fase de construcción de nuestro prototipo, gracias a la colaboración de 2 empresas, ITCA Pro Racing, y Astilleros FONTAN, la configuración aerodinámica del prototipo será:

- Carenado de la Metrakit Pre GP 125
- Colín Honda RS 125 GP
- Tapa del depósito de gasolina artesanal.





Colin Honda RS 125 GP

Carenado Metrakit pre GP

Tapa del depósito

## 2.6 FRENOS

### 2.6.1 Pinzas

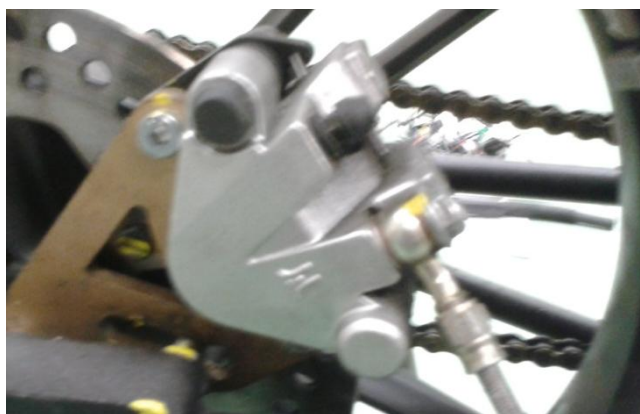
Van a ser de la marca J. Juan:

- Delantera:



Pinza de freno delantera J. Juan montada en la motocicleta

- Trasera:



*Pinza de freno trasera J. Juan*

## 2.6.2 Bombas

Al igual que las pinzas, las bombas las adquirimos en J. Juan:

- Delantera:



*Bomba de freno delantera con maneta J. Juan*

- Trasera:



*Bomba de freno trasera J. Juan*

## 2.6.3 Discos

Los discos de freno que se atornillarán a la llanta son de la marca NG Brakes.

Disco delantero 320x90x4:



*Disco de freno delantero 320mm de NG montado sobre la llanta*

- Diámetro exterior: 320 mm
- Diámetro interior: 90 mm
- Grosor: 4 mm
- N° de agujeros roscados: 6
- Diámetro de los agujeros: 6,5mm

Disco trasero 180x57x4



*Disco de freno trasero de 180mm de NG*

- Diámetro exterior: 180 mm
- Diámetro interior: 57 mm
- Grosor: 4 mm
- N° de agujeros roscados: 6
- Diámetro de los agujeros: 6,5mm

## 2.7 PIECERÍO

Exceptuando estriberas, semimanillares y rodamientos, el resto de piecerío ha sido diseñado en la empresa y fabricado mediante mecanizado.

### 2.7.1 Ejes

Los ejes los vamos a fabricar a partir de acero F125 mediante un mecanizado.

La moto necesita los siguientes ejes:

- El que ensambla la rueda delantera con la Horquilla.
- El que ensambla la rueda trasera con el basculante.
- El que fija el motor al chasis.
- El que fija el basculante al chasis.
- El que fija los links al chasis.
- El que fija el rocker al basculante.
- Los semiejes de la pipa de la dirección.



*Eje Rueda delantera en acero F125*

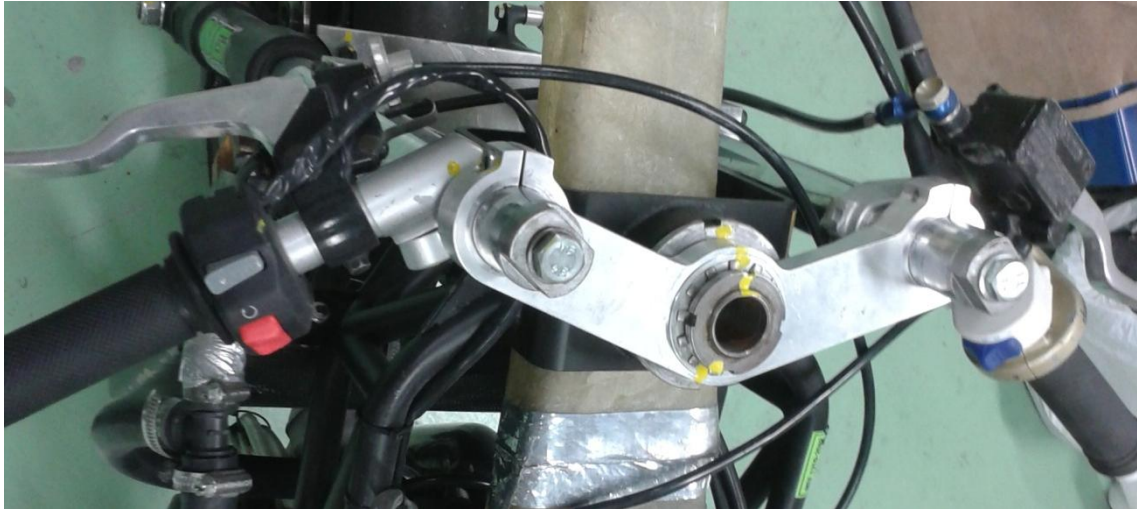


*Semieje pipa de dirección en acero*

### 2.7.2 Semimanillares



Al igual que la horquilla delantera, los semimanillares son los de la Yamaha YZF 125 r.



*Conjunto tija con semimanillares Yamaha YZF 125 r.*

### 2.7.3 Estriberas

Las estriberas proceden de la Metrakit pre gp 125, y están adaptadas a las necesidades de conducción de la motocicleta mediante 2 adaptadores de aluminio hechos en CNC.



*Estriberas metrakit pre gp 125*



### *Adaptador estriberas izquierdo con grabado por laser*

#### **2.7.4 Tijas**

Fabricadas en la empresa subcontratada Codi, mediante un proceso de mecanizado, basándose en nuestro diseño.



*Conjunto tija superior e inferior en montaje sobre el eje de la LMP*

#### **2.7.5 Casquillos**

Los casquillos, al igual que las tijas y los ejes, los vamos a mecanizar en la empresa navarra Codi, vamos a utilizar los siguientes:

- Casquillo centrador basculante (2uds) (Acero inoxidable 304)
- Casquillo centrador trasero (2uds) (Acero inoxidable 304)
- Casquillo centrador delantero (2uds) (Acero inoxidable 304)
- Casquillo tija offset superior (Aluminio 6082)
- Casquillo tija offset inferior (Aluminio 6082)



Casquillo offset superior (Aluminio 6082)

#### **2.7.6 Rodamientos**

Para cada moto se van a emplear los siguientes rodamientos de la marca Fag:

- Agujas y bolas NKIA 5903 (2 unidades/moto): Son los utilizados para el eje del basculante.



*Rodamientos utilizados en el basculante (Agujas y bolas NKIA 5903)*

- Cónico 30206-A (4 unidades/moto): Utilizados en la pipa de la dirección donde se ensamblarán los semiejes donde se colocarán las tijas con sus respectivos casquillos de offset superior e inferior.



*Rodamiento cónico utilizado en la pipa de la dirección*

Para colocarlos es necesario:

- Arandelas de seguridad KM6
- Tuercas KM6



*Tuerca KM6 y arandela de seguridad KM6*

### **2.7.7 Porta corona y cadena**

El porta coronas que va introducido en la llanta trasera, sujetado por unos resaltes y unos silent block, y portando una corona de aluminio sujeta mediante 6 tornillos. La cadena es de acero, y sin retenes (menor pérdida de potencia).



*Porta corona, corona y cadena sin retenes*



## 3. LOCALIZACIÓN

### 3.1 INTRODUCCIÓN

El proceso de ubicación del lugar adecuado para instalar una planta industrial requiere el análisis de diversos factores, desde los puntos de vista económico, social, tecnológico y del mercado entre otros.

La localización industrial, la distribución del equipo o maquinaria, el diseño de la planta y la selección del equipo son algunos de los factores a tener en cuenta como riesgos antes de operar, que si no se llevan a cabo de manera adecuada podrían provocar serios problemas en el futuro y por ende la pérdida de mucho dinero.

En general, las decisiones de localización podrían catalogarse de infrecuentes; de hecho, algunas empresas sólo la toman una vez en su historia. Este suele ser el caso de las empresas pequeñas de ámbito local, pequeños comercios o tiendas, bares o restaurantes, etc. Para otras, en cambio, es mucho más habitual; por ejemplo: bancos, cadenas de tiendas o restaurantes, empresas hoteleras, etc. Vemos, pues, que la decisión de localización no sólo afecta a empresas de nueva creación, sino también a las que ya están en funcionamiento. La frecuencia con que se presenta este tipo de problemas depende de varios factores; entre ellos, podemos citar el tipo de instalaciones (es mucho más común la apertura de tiendas o puntos de venta que la de fábricas) o el tipo de empresa (una firma de servicios suele necesitar más instalaciones que una industrial). En la actualidad, la mayor intensidad con que se vienen produciendo los cambios en el entorno económico está acrecentando la asiduidad con la que las empresas se plantean cuestiones relacionadas con la localización de sus instalaciones.

Los mercados, los gustos y preferencias de los consumidores, la competencia, las tecnologías, las materias primas, etc., están en continuo cambio hoy día y las organizaciones han de adecuarse para dar la respuesta a estos cambios modificando sus operaciones.

Una vez tomada la decisión y realizada la inversión la situación es vinculante para un periodo de tiempo largo. Un error en la localización incide durante largos periodos de tiempo sobre la marcha de la empresa, en su posición competitiva en el mercado. Una mala localización influye en el proceso empresarial y es difícil de compensar y corregir. Entre las diversas causas que originan problemas ligados a la localización, podríamos citar:

- Un mercado en expansión, que requerirá añadir nueva capacidad, la cual habrá que localizar, bien ampliando las instalaciones ya existentes en un emplazamiento determinado, bien creando una nueva en algún otro sitio.
- La introducción de nuevos productos o servicios, que conlleva una problemática análoga.
- Una contracción de la demanda, que puede requerir el cierre de instalaciones y/o la reubicación de las operaciones. Otro tanto sucede cuando se producen cambios en la localización de la demanda.

- El agotamiento de las fuentes de abastecimiento de materias primas también puede ser causa de la reubicación de las operaciones. Este es el caso que se produce en empresas de extracción cuando, al cabo de los años, se agotan los yacimientos que se venían explotando.
- La obsolescencia de una planta de fabricación por el transcurso del tiempo o por la aparición de nuevas tecnologías, que se traduce a menudo en la creación de una nueva planta más moderna en algún otro lugar.
- La presión de la competencia, que, para aumentar el nivel de servicio ofrecido, puede llevar a la creación de más instalaciones o a la reubicación de algunas existentes.
- Cambios en otros recursos, como la mano de obra o los componentes subcontratados, o en las condiciones políticas o económicas de una región son otras posibles causas de reubicación.

Las alternativas de localización pueden ser de tres tipos, las cuales deberán ser evaluadas por la empresa antes de tomar una decisión definitiva:

1. Cerrar instalaciones en algún lugar y abrir otra(s) en otro(s) sitio(s): Esta opción puede generar grandes costes, por lo que la empresa deberá comparar los beneficios de la reubicación con los que se derivarían del hecho de permanecer en el lugar actualmente ocupado.
2. Expandir una instalación existente: Esta opción sólo será posible si existe suficiente espacio para ello. Puede ser una alternativa atractiva cuando la localización en la que se encuentra tiene características muy adecuadas o deseables para la empresa. Generalmente origina menores costes que otras opciones, especialmente si la expansión fue prevista cuando se estableció inicialmente la instalación.
3. Añadir nuevas instalaciones en nuevos lugares: A veces ésta puede resultar una opción más ventajosa que la anterior (por ejemplo si la expansión provoca problemas de sobre dimensionamiento o de pérdida de enfoque sobre los objetivos de las operaciones). Otras veces es simplemente la única opción posible. En todo caso, será necesario considerar el impacto que tendrá sobre el sistema total de instalaciones de la empresa.

La problemática de la localización como fenómeno de ubicar en un determinado espacio la actividad económica, ocupa:

- Por una lado a la Economía Pública, en cuanto a su incidencia sobre el mayor o menor desarrollo regional o global, así como la mejor utilización de recursos.
- Por otro lado a la Economía de la Empresa, como disciplina que investiga la empresa y sus decisiones como unidad económica, se plantea el análisis en torno a la definición de cuál es el emplazamiento más adecuado de una determinada actividad que mejor cumpla los objetivos de la empresa como tal.



Dentro de la Economía de la Empresa tenemos que distinguir dos problemas de localización diferentes:

**1. Localización en el espacio, comarcas, región, país o áreas internacionales:**

Aquí se trata de un análisis técnico-económico definido fundamentalmente por magnitudes que relacionan a la empresa con el medio. Por ejemplo, la facilidad de mano de obra, de acceso a los suministros de materias primas, a las fuentes de energía, a los mercados de ventas.

**2. Localización dentro de la propia empresa:**

Una vez definida la localización de la actividad productiva se plantea en la empresa industrial y comercial la localización de cada máquina, de los equipos, de los puestos de venta...

Se trata de contestar a la pregunta de ¿dónde debe emplazarse tal o cual máquina dentro del conjunto de equipos productivos comerciales de manera que se minimicen costes, maximicen ventas, etc.? Las magnitudes son internas en cuanto que se conocen las distancias, pesos, costes, etc.

La decisión de elegir el lugar de emplazamiento se toma en base a una serie de variables externas. Entre las más significativas aplicables a la empresa en general podemos citar las siguientes:

- Transportes y comunicaciones, infraestructuras de la zona, servicios necesarios.
- El abastecimiento de materias primas.
- La demanda de mercado.
- Suministros: energía eléctrica, agua, gas natural.
- El mercado de trabajo, mano de obra.
- Coste del terreno, construcción y equipo.
- El desarrollo económico de la región.
- Factores de tipo jurídico, fiscal y social.
- Financiación de la empresa, asistencia técnica, etc.
- Factores climáticos y de medio ambiente.

Esta lista de factores no es exhaustiva sin embargo da una idea de la importancia que encierra la decisión de localización de una empresa. Es innegable que cada empresa tiene sus características diferentes, y es de acuerdo con esas características con lo que debe hacerse la lista de factores para la decisión de localización.

Evidentemente, no todos los factores que intervienen en la decisión tienen la misma importancia.

Mediante una buena localización, se intentan minimizar los costes de producción y/o distribución y al tiempo se pretende optimizar el acceso a los mercados, para garantizar la regularidad de los suministros, reducir los costes de almacenamiento y aumentar el volumen de negocio.

## **3.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LOCALIZACIÓN**

Se establecerá un conjunto de localizaciones candidatas para un análisis más profundo, rechazándose aquéllas que claramente no satisfagan los factores dominantes de la empresa (por ejemplo; existencia de recursos, disponibilidad de mano de obra adecuada, mercado potencial, clima político estable, etc.).

Evaluación de alternativas: En esta fase se recoge toda la información acerca de cada localización para medirla en función de cada uno de los factores considerados. Esta evaluación puede consistir en medida cuantitativa, si estamos ante un factor tangible (por ejemplo; el costo del transporte) o en la emisión de un juicio si el factor es cualitativo (por ejemplo; clima político).

A través de análisis cuantitativos y/o cualitativos se compararán entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas, dado que, en general, no habrá una alternativa que sea mejor que todas las demás en todos los aspectos, el objetivo del estudio no debe ser buscar una localización óptima sino una o varias localizaciones aceptables. En última instancia, otros factores más subjetivos, como pueden ser las propias preferencias de la empresa a instalar determinarán la localización definitiva.

### **3.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN**

No existen métodos únicos, son difíciles de optimizar ya que influyen muchos factores y son decisiones a largo plazo. Los métodos cuantitativos que se van a nombrar son:

- Método de los factores ponderados.
- Método del centro de gravedad.
- Método del transporte.
- Método Delfi.

#### **3.3.1 Método de los factores ponderados**

Los pasos a seguir son:

1. Determinar una relación de los factores relevantes.
2. Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa.
3. Fijar una escala a cada factor. Ejemplo: 1-10 o 1-100 puntos.
4. Hacer que los directivos evalúen cada localización para cada factor.
5. Multiplicar la puntuación por los pesos para cada factor y obtener el total para cada localización.
6. Hacer una recomendación basada en la localización que haya obtenido la mayor puntuación, sin dejar de tener en cuenta los resultados obtenidos a través de métodos cuantitativos.

#### ***Ejemplo 1:***

El equipo de estudio creado para la localización de una nueva planta de fabricación ha identificado un conjunto de criterios importantes para el éxito de la decisión; al mismo

tiempo, ha distinguido el grado de importancia de cada una de las alternativas en una escala de 0 a 10. Todo esto se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1: Puntuaciones de las distintas alternativas.

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas		
		A	B	C
Proximidad a Proveedores	30	7	7	10
Costos laborales	30	5	9	7
Transportes	20	9	6	6
Impuestos	15	6	6	7
Costos instalación	5	7	8	2
<b>Puntuación total</b>		<b>6,65</b>	<b>7,3</b>	<b>7,45</b>

La puntuación total para cada alternativa se calcula como la suma de las puntuaciones para cada factor ponderadas según su importancia relativa. Así, por ejemplo, la puntuación total recibida por la alternativa A se obtendría como:

$$PA = 7 \times 0,30 + 5 \times 0,30 + 9 \times 0,20 + 6 \times 0,15 + 7 \times 0,05 = 6,65$$

Las alternativas B y C parecen ser mejores que A, por lo que se podrá rechazar esta última. Entre las dos restantes, hay una pequeña diferencia a favor de C, aunque quizás no definitiva. Vemos que C tiene la ventaja principal de estar muy próxima a la fuente de abastecimiento de materia prima, lo cual es un factor importante, mientras que su punto débil es el costo de instalación, que es bastante elevado.

### **Ejemplo 2:**

Una refinería asignó valores a los principales factores que afectan un conjunto de ubicaciones posibles (ver cuadro) luego clasificó los sitios y escogió el de mayor puntuación.

<b>Factor Relevante</b>	<b>Peso</b>
Mercado	0,16
Poder adquisitivo	0,14
Competencia	0,12
Valor del terreno	0,12
Construcción	0,12
Accesos	0,11
Seguridad	0,10
Energía	0,07
Mano de obra	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>

V. El Salvador		Comas		Ate	
Valor	Pesado	Valor	Pesado	Valor	Pesado
6	0,96	9	1,44	4	0,64
5	0,7	5	0,7	7	0,98
2	0,24	7	0,84	4	0,48
6	0,72	5	0,6	2	0,24
4	0,48	6	0,72	7	0,84
8	0,88	7	0,77	4	0,44
5	0,5	5	0,5	4	0,4
4	0,28	5	0,35	7	0,49
9	0,54	9	0,54	8	0,48
	5,30		6,46		4,99

### 3.3.2 Método del centro de gravedad

Es una técnica de localización de instalaciones individuales en la que se consideran las instalaciones existentes, las distancias que las separan y los volúmenes de artículos que se han de despachar.

Procedimiento: empieza colocando ubicaciones existentes en un sistema de cuadrícula con coordenadas. El objetivo es establecer las distancias relativas entre las ubicaciones. El centro de gravedad se encuentra calculando las coordenadas X e Y que dan por resultado el costo mínimo de transporte.

Fórmulas:

- $C_x$  = Coordenada X del centro de gravedad
- $C_y$  = Coordenada Y del centro de gravedad
- $d_{ix}$  = Coordenada X de la i-ésima ubicación
- $d_{iy}$  = Coordenada Y de la i-ésima ubicación
- $V_i$  = Volumen de artículos movilizados hasta la i-esima ubicación o desde ella

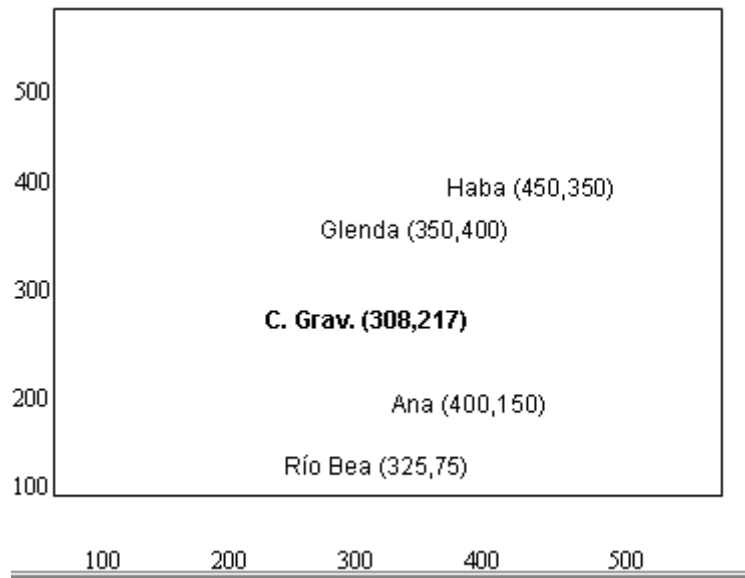
**Ejemplo:**

Una refinería HiOctane necesita ubicar una instalación holding intermedia entre su refinería de La Oroya y sus principales distribuidoras. En el cuadro 1 adjunto aparece el mapa de coordenadas. La cantidad de gasolina despachada hasta y desde la planta y los distribuidores figura en el cuadro 2. Suponer Primera ubicación:  $d_{1x} = 325$ ,  $d_{1y} = 75$ ,  $V_1 = 1500$ .

*Cuadro 1*

Ubicaciones Galones de gasolina / mes (000,000)
Rio Bea 1500
Ana 250
Haba 450
Glenda 350
Thotos 450

Cuadro 2



**Interpretación del problema:** La gerencia tiene como coordenadas X e Y en valores aprox. de 308 y 217 respectivamente. Y proporciona un punto de arranque para buscar un nuevo sitio.

Según el centro de gravedad en el mapa: Podría ser más eficiente en materia de costos despachar directamente entre la planta de "Río Bea" y el distribuidor de "Ana".

La gerencia puede volver a calcular el centro de gravedad, analizando otras situaciones.

### 3.3.3 Método de transporte

El método de transporte de la programación lineal, puede emplearse para someter a prueba el impacto que en materia de costos tienen las diversas ubicaciones posibles.

#### *Ejemplo:*

Encontrar el plan de distribución para satisfacer la demanda con el mínimo costo de transportes entre plantas y almacenes.

El planteamiento es el siguiente:

#### 1-VARIABLES:

$X_{ij}$ : Cantidad a transportar desde i hasta j (km)

#### CONSTANTES (DATOS):

$C_{ij}$ : Costos de transporte desde i a j (\$/ km)
$D_i$ : Disponibilidades en las diferentes plantas
$B_j$ : Demandas en los almacenes

2-RESTRICCIONES:

$$X_{ij} \leq D_i \quad X_{ij} \leq B_j \quad X_{ij} \geq 0$$

$j \quad i$

3- FUNCIÓN OBJETIVO:  $MIN Z = X_{ij} * C_{ij}$

MATRIZ DE TRANSPORTE							
P	ORIGEN \ DESTINO	1	2	3		j	
L	1	$c_{11} X_{11}$					D1
A	2						D2
N	3						D3
T							
A	i					$c_{ij} X_{ij}$	Dj
S		B1	B2	B3		Bj	
ALMACENES							

3.3.4 Modelo Delfi

Abarca mucho más que: ubicaciones de una sola instalación, minimización del tiempo de viaje, distancias entre punto de demanda y oferta, minimización de costos, entre otros.

El Modelo Delfi es aplicado en situaciones más complejas de problemas de ubicación y distribución de Planta.

El modelo es desarrollado por: Un equipo coordinador, el equipo vaticinador, y el equipo estratégico

Se identifica así tendencias, desarrollo y oportunidades; así como los puntos fuertes y débiles de la organización.

Desarrollo del método Delfi:

1. Formar dos grupos Delfi: Un grupo es para vaticinar las tendencias en los ambientes social y físico que afecten a la organización (grupo vaticinador), y el segundo grupo es para identificar las metas y prioridades estratégicas de la organización (el grupo estratégico Delfi).
2. Identificar amenazas y oportunidades: El equipo coordinador, mediante varias tandas de cuestionarios y de retroalimentación, le solicita al equipo vaticinador Delfi que identifique las principales tendencias y oportunidades del mercado, así como las amenazas contra las que se debe prevenir la organización.
3. Determinar la(s) dirección(es) y las metas estratégicas de la organización: El grupo estratégico utiliza las conclusiones de la investigación Delfi del grupo vaticinador.



4. Desarrollar alternativas: Luego de establecida la meta a largo plazo por el grupo estratégico; este debe centrar su atención en el desarrollo de diversas alternativas.
5. Jerarquizar las alternativas: El conjunto de alternativas del paso anterior se presentan al grupo estratégico Delfi para que se le asignen juicios subjetivos de valor.

### 3.4. FACTORES DE LOCALIZACIÓN

#### A) RECURSOS HUMANOS

- **Disponibilidad:** Habrá que tener en cuenta si en las localizaciones elegidas existe suficiente mano de obra para desarrollar nuestra actividad. Una forma de asegurarnos la presencia de mano de obra disponible es situar las instalaciones en zonas con altas tasas de desempleo.
- **Cualificación:** El nivel educativo existente en cada zona también determinará la decisión de localizar una nueva instalación. Así, algunas empresas requieren de personal cualificado que solo estará disponible en las proximidades de las grandes urbes de países desarrollados. Si no está disponible mano de obra cualificada, la empresa deberá adaptar u proceso productivo para que pueda funcionar sin personal especializado, con el coste que ello supone en algunas ocasiones, o bien invertir grandes sumas de cualificación de su personal.
- **Costes laborales:** El coste de la mano de obra es probablemente uno de los factores más relevantes a la hora de elegir la ubicación de una instalación. El coste laboral no solo incluye el sueldo base pagado al trabajador, sino las cargas sociales que lo acompañan (cuotas a la Seguridad Social, impuestos, etc.). Muchas empresas trasladan sus actividades a países en vías de desarrollo (sudeste asiático, Magreb, etc.) buscando bajos costes laborales, dado que los niveles salariales en esos países son muy inferiores a los existentes en países desarrollados.  
Dentro de la Unión Europea también se observan diferencias apreciables, e incluso dentro de España se observan diferencias entre comunidades autónomas.
- **Productividad de la mano de obra:** Se debe también tener en cuenta la productividad de la mano de obra, dado que de nada sirven unos menores costes laborales si la productividad es menor. Por ello, trabajadores poco formados o con malos hábitos de trabajo pueden no ser una buena selección a pesar de cobrar menos, siendo preferible pagar un poco más por trabajadores con mayores niveles de productividad.
- **Legislación laboral:** Incluye normativas referentes a cargas sociales, flexibilidad de mercado laboral, jornada laboral, horas extras, vacaciones, movilidad funcional y geográfica, etc. La legislación más permisiva de determinados países les hace ser más atractivos para la localización de nuevas instalaciones.

- **Grado de sindicación:** El mayor o menor nivel de conflictividad laboral también será tenido en cuenta en esta decisión, ya que las empresas huirán de zonas donde la presión sindical sea mayor. En los países de la Unión Europea, aunque el grado de sindicación ha disminuido de forma notable en los últimos años, el poder social de los sindicatos es todavía muy elevado.
- **Disponibilidad de viviendas:** La empresa deberá analizar si existen viviendas suficientes para alojar a los empleados, especialmente en aquellos casos en que la localización elegida se encuentre alejada de los núcleos urbanos, ya que en caso negativo se tendrá que encargar de construirlas.
- **Calidad de vida:** Influye en la capacidad de atraer y retener a los trabajadores (especialmente a los cualificados), adquiriendo una especial relevancia en el caso de empresas de alta tecnología o dedicadas a la investigación. En el nivel de calidad de vida de una determinada zona influirán la educación (existencia de centros educativos de prestigio), el coste de la vida, las ofertas culturales y de ocio, el índice de criminalidad, la sanidad, el transporte, etc. Por ello, en los últimos años se observa cómo los nuevos puestos de trabajo tienden a crearse en zonas no urbanas, tratando de huir de los elevados costes de vida, de la inseguridad ciudadana y, en general, de la decadencia de la calidad de vida de las grandes urbes.

## B) ENTORNO LOCAL

- **Clima:** Las regiones con condiciones climáticas favorables presentan un atractivo especial para localizar nuevas instalaciones. Las personas prefieren vivir en este tipo de regiones por lo que resulta más fácil reclutar personal de otras zonas para que se instalen en las proximidades de la nueva instalación. Países como España, Grecia, Brasil, etc. Son un polo de atracción por este motivo.
- **Cultura:** En muchas ocasiones resulta difícil adaptarse a las costumbres y tradiciones culturales de determinados países, lo que dificulta el buen funcionamiento de las empresas localizadas en los mismos cuando entre sus trabajadores figuran personas de otras nacionalidades.
- **Idiomas:** Aunque el inglés es el idioma más utilizado en los negocios, en muchos países es necesario hablar otros idiomas para poder tener éxito. Así, por ejemplo, uno de los problemas de la apertura de filiales en los países del este de Europa está en la necesidad de que el personal cualificado domine otros idiomas como el alemán o el ruso.
- **Barreras comerciales:** Si bien en la actualidad, gracias a los acuerdos firmados en el seno de la Organización Mundial del Comercio, las barreras comerciales tienden a desaparecer, todavía dificultan el comercio de determinados productos en algunos mercados. Por ello, la mejor forma para introducirse en esos mercados protegidos es localizando una instalación productiva en dicho país.
- **Estabilidad política:** Algunas regiones presentan un elevado riesgo para las empresas que deciden localizar sus instalaciones en ellas por la fragilidad de sus

gobiernos, los enormes desequilibrios sociales o la hostilidad de sus habitantes respecto a empresas extranjeras. De acuerdo con el ranking publicado periódicamente por Moody's, entre los países con más riesgo se encuentran países iberoamericanos como Argentina, Cuba o Venezuela.

- **Estabilidad del tipo de cambio:** Las oscilaciones de los tipos de cambio repercuten de forma notable sobre la rentabilidad de las empresas, al alterar los costes de las materias primas, salarios, inversiones necesarias, etc. Con la entrada en circulación del euro la estabilidad de la Unión Europea se ha visto reforzada notablemente, por lo que se ha incrementado el atractivo de los países europeos como alternativas de localización para las grandes multinacionales.

### C) INFRASTRUCTURAS

- **Infraestructuras de comunicación:** Incluyen líneas telefónicas, redes informáticas, sistemas de videoconferencia, etc., que implican la necesidad de conexiones de cable y vía satélite. Cuando la empresa decide instalarse en países en vías de desarrollo, la calidad de las líneas de comunicación es uno de los principales aspectos a considerar.
- **Infraestructuras de transporte:** Se buscarán localizaciones con buenas redes de transporte, tanto en lo que respecta a transporte ferroviario, como transporte por carretera, marítimo o aéreo. Una buena red viaria permitirá reducir el coste de transporte de materias primas, productos terminados y personal. En caso de que la red de transporte no sea fiable, será necesario ampliar la capacidad de almacenamiento para prevenir posibles fallos en el suministro de materias primas. Así, por ejemplo, una localización próxima a un gran aeropuerto será preferible en caso en que su personal necesite desplazarse con frecuencia, mientras que las empresas que destinan parte de su producción a la exportación pueden preferir localizarse en las proximidades de un puerto. En función del tipo de material a transportar, será necesario contar con distintos tipos de transporte.

### D) RECURSOS MATERIALES

- **Disponibilidad y coste de las materias primas:** Las empresas tratarán de localizarse cerca de las fuentes de materias primas para evitar su transporte. El precio de la materia prima variará en función de la localización elegida, por lo que una adecuada localización de las instalaciones tiene un impacto directo sobre la rentabilidad. Esta es la razón de que en Extremadura se localicen de forma masiva industrias del tomate, de que las centrales térmicas se sitúen próximas a las zonas mineras de donde se extrae el carbón que utilizan como combustible, o de que las industrias embotelladoras de agua mineral se sitúen próximas a los manantiales de donde se abastecen. Hay que tener presente, además, que existen determinadas materias primas que por su carácter perecedero no son susceptibles de transporte a grandes distancias (p.ej. algunos productos agrícolas o pesqueros) y otras que, al experimentar una notable reducción de volumen durante la producción, recomiendan localizar el proceso productivo próximo a la fuente de materia prima (p.ej. empresas madereras).

- **Proveedores:** La presencia en la zona de un número suficiente y competitivo de proveedores favorece la localización de una empresa en la zona, ya que permite garantizar sus suministros a bajo coste y facilita la implantación de sistemas de gestión justo a tiempo. En algunos sectores como la automoción suele ser habitual la creación de parques de proveedores en las cercanías de la empresa fabricante.
- **Energía:** La empresa tratará de localizarse próxima a las fuentes de suministro energético para evitar su transporte. Además es necesario analizar la fiabilidad de suministro energético, que en algunos países en vías de desarrollo no está totalmente garantizado, ya que en ocasiones las industrias se han visto obligadas a reducir drásticamente su producción por la limitación establecida por el gobierno al consumo de energía eléctrica.
- **Terreno:** El coste del solar variará en función del país elegido (el terreno es más barato en Marruecos que en España), en función de la localidad (el coste del metro cuadrado en Badajoz es menor que en Madrid) e incluso de la zona de la localidad elegida (el terreno es más barato en las afueras que en el centro). Además habrá que tener en cuenta las posibilidades de incentivos que concedan las autoridades nacionales y locales a la instalación de empresas, que pueden abaratar de forma notable e coste. Muchas empresas, a la hora de abrir oficinas en distintos países, optan por localidades próximas a la capital, huyendo de los elevados costes de alquiler de algunas capitales. Además habrá que tener en cuenta las normativas locales, que a menudo establecen polígonos industriales donde deben situarse las empresas que deseen abrir nuevas instalaciones.

## E) CAPITAL O RECURSOS FINANCIEROS

- **Servicios bancarios:** Estos servicios serán de mayor calidad en las cercanías de las grandes aglomeraciones urbanas, y no están disponibles en todos los países. La ausencia de servicios bancarios de calidad en algunos países no desarrollados es uno de los principales problemas a los que se deben enfrentar las empresas que deciden instalarse en países subdesarrollados.
- **Disponibilidad de recursos:** La empresa necesita captar recursos financieros para su funcionamiento y estos también se concentran en los núcleos urbanos de países en desarrollo. Por ello, las empresas buscan zonas en las que existan inversores locales que puedan apoyar sus iniciativas de negocio.
- **Subvenciones, ayudas e incentivos fiscales:** Muchas empresas se localizan en regiones poco desarrolladas buscando las subvenciones, incentivos fiscales y ayudas existentes para la creación de empleo e industria. Así, en las regiones de la Unión Europea menos industrializadas existen programas de incentivos que subvencionan una gran parte de la inversión realizada por empresas del sector industrial y de servicios, con especial atención a las PYMES.

## F) FACTORES RELATIVOS AL PROCESO

- **Fuentes de datos:** Las empresas necesitan información para su funcionamiento y ésta es más accesible en los núcleos urbanos. Aunque este factor pierde en la actualidad parte de su importancia, ya que con el desarrollo de Internet la información está disponible en cualquier lugar del mundo, siempre que exista un punto de conexión a la red.
- **Servicios informáticos y de consultoría:** Si la empresa decide localizarse en países poco desarrollados o lejos de los núcleos urbanos, este tipo de servicios serán más difíciles de obtener y su coste será muy superior.
- **Investigación:** El personal investigador será más fácilmente accesible en zonas desarrolladas y próximas a las grandes ciudades. La investigación puede generar una industria de vanguardia en las regiones en las que existe, lo que hará que muchos capitales estén dispuestos a invertir en este campo. La investigación científica puede convertirse de éste modo en un factor de localización de primer orden.
- **Tecnología:** Las nuevas máquinas y tecnologías pueden aumentar la productividad de la fuerza de trabajo, lo que significa que el valor añadido es mayor. En función de la localización elegida será más o menos viable el acceso a las últimas tecnologías disponibles.
- **Almacenamiento y servicios de mantenimiento:** La empresa deberá contar en los alrededores con una suficiente capacidad de almacenamiento, o en caso de que no exista deberá crearla por sí misma, con la elevada inversión que ello supone. En zonas alejadas de los núcleos urbanos el acceso a servicios de mantenimiento especializados se vuelve más complejo, por lo que este factor debe tenerse muy en cuenta en caso de que dichos servicios de mantenimiento vayan a ser muy utilizados en las instalaciones.

## G) FACTORES RELATIVOS A LOS OUTPUTS

- **Legislación medioambiental:** El endurecimiento de las legislaciones medioambientales en los países desarrollados está provocando que muchas empresas trasladen sus actividades más contaminantes a otros países, buscando legislaciones más permisivas. También habrá que analizar la legislación mercantil, laboral, sanitaria, etc.
- **Eliminación de residuos:** Las empresas que generen residuos tóxicos y peligrosos tratarán de localizarse en las cercanías de vertederos o plantas de tratamiento, para minimizar el coste de su transporte.
- **Proximidad al mercado potencial:** Una localización cercana a nuestros principales clientes favorece la competitividad de la empresa, dado que permite atender debidamente las necesidades del cliente, reduciendo el tiempo de entrega y facilitando la incorporación de los deseos del cliente en los nuevos productos de la empresa. En muchas ocasiones éste es el único factor a considerar, especialmente en el caso de empresas de servicios (restaurantes, comercios minoristas, hospitales, etc.). Pero la proximidad al mercado también es vital para las empresas industriales cuando los costes de transporte son importantes



(productos pesados o voluminosos), cuando se trata de productos perecederos o frágiles o cuando tienen implantados sistemas de suministro “Just In Time” “JIT”.

- **Actitud de la competencia:** La empresa buscará zonas donde la intensidad competitiva sea menor, y donde contemos con un nicho de mercado no cubierto que pueda ser aprovechado por nuestra empresa. Sin embargo, en algunos sectores, como los concesionarios de automóviles o las cadenas de comida rápida, puede resultar muy beneficioso situarse en las proximidades de otros competidores. Se trata de crear una masa crítica de empresas que logren atraer a un mayor volumen de clientes (sería un ejemplo claro de aglomeración). La importancia relativa de cada factor variará para cada caso particular, siendo en algunos casos, decisivo el peso relativo de uno de ellos.

En ocasiones, sin embargo, determinados factores locacionales son especialmente tenidos en cuenta por el empresario por una serie de razones subjetivas u objetivas. Así, en ocasiones una nueva instalación se localiza en la zona elegida anteriormente por empresas similares. —Si el lugar elegido fue el mejor para las empresas ya instaladas, también lo será para mí—. Este razonamiento sin embargo, pierde su validez si se han producido cambios en las condiciones de entorno que motivaron esa decisión de las empresas existentes.

En otras ocasiones aparece el denominado factor preferencial, que provoca que la localización se decida de acuerdo con los intereses personales de la persona que decide, es decir, el empresario, sin tener en cuenta el resto de factores económicos anteriormente comentados. Así, buena parte de las empresas existentes están localizadas en el lugar donde residía su fundador, sin haberse efectuando ningún análisis sobre la conveniencia o no de dicha localización.

Evidentemente se trata de decisiones de localización erróneas, dado que, o no tienen en cuenta el análisis económico de cada posible localización o dicho análisis está condicionado de forma definitiva.

### 3.5 APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO DE LOS FACTORES PONDERADOS

A la hora de decidir la mejor localización para la empresa, hemos optado por utilizar el método de los factores ponderados ya que considero que es el método más sencillo y el que más se adapta a mis necesidades.

En primer lugar se ha realizado una lista con nueve factores que creo necesarios evaluar en nuestra empresa y a cada uno de ellos se le ha asignado un peso en función de su importancia.

El segundo paso ha sido establecer una lista de localizaciones candidatas, rechazando aquellas que no satisfacían los principales factores elegidos con anterioridad.

Finalmente se ha descartado ubicar nuestra fábrica fuera de territorio nacional y nos hemos quedado con cuatro posibles localizaciones.

Madrid y Barcelona han sido elegidas por ser las principales capitales españolas, siendo los principales mercados potenciales de España y contando con las mejores infraestructuras de transporte.

Pamplona ha sido seleccionada por ser la capital navarra, ya que una de las intenciones de la empresa sería permanecer en la Comunidad Foral. Éste motivo, junto con la

creciente demanda aficionados a el circuito de velocidad de navarra han sido las razones para que un pueblo como Los Arcos esté junto con las tres capitales en el póker de candidatas para ubicar la empresa.

Método de los factores ponderados:

Factores	Peso relativo (%)	Alternativas			
		Madrid	Barcelona	Los Arcos	Pamplona
Proximidad Mercado Potencial	17	8	8	8	6
Proximidad a Proveedores	15	9	9	6	6
Competencia	13	2	2	8	7
Subvenciones/ayudas	11	5	5	8	8
Costes Laborales	11	5	5	5	5
Infraestructura de Transporte	11	8	9	6	7
Terreno	10	3	3	8	6
Energía	7	6	6	6	6
Calidad de vida	5	7	7	6	8
<b>Puntuación Total:</b>		<b>6.02</b>	<b>6.13</b>	<b>6.91</b>	<b>6.03</b>

Como se puede observar en el cuadro la diferencia en las puntuaciones finales no es muy alta, hay una pequeña diferencia a favor de Los Arcos, aunque quizás no sea definitiva.

Sin embargo, va a ser la elección ya que considero que la reciente apertura del Circuito de Navarra y la creciente demanda de visitantes al circuito debido a la captación de competiciones nacionales e internacionales.

Todo ello recogido en el estudio de impacto económico previsto para 2010 recogido en el ANEXO III.

Pese a este crecimiento, el circuito de Navarra, presentará pérdidas económicas estimadas durante el periodo 2011-2014, debidas que en el balance se ha tenido en cuenta el pago de la inversión.



*Paddock CEV Los Arcos Abril 2012 (casi 11500 visitante)*

Pese a parecer un dato que entraña peligrosidad a la hora de establecer la localización en este lugar, las cifras de ocupación y asistencia dicen todo lo contrario, y dado que nuestra vinculación al circuito no va a ser económica y este va a seguir en crecimiento en numerosos aspectos como asistencia de visitantes, pilotos y atracción de competiciones nacionales e internacionales, nos parece el sitio correcto.

En esta localidad nos proporciona publicidad, una gran proximidad al mercado del motor, y un circuito de pruebas idóneo para validar las futuras investigaciones y mejoras en nuestra moto de competición.

También hemos tenido en cuenta la existencia de la A-12, conocida como Autovía del Camino (Pamplona-Logroño), que proporciona a Los Arcos de una buena accesibilidad. Otra de las razones por lo que creo que es una buena localización es la reciente construcción de un polígono industrial, que dispone de parcelas y naves industriales libres, con lo que evitamos la búsqueda de suelo en el que levantar la fábrica.

### **3.6 POLÍGONO TIERRA ESTELLA - LOS ARCOS**

Situado en la localidad de Los Arcos, el Área de actividades económicas de Tierra Estella tiene una superficie de 465.455 m<sup>2</sup>, de los que 294.066 m<sup>2</sup> corresponden a parcelas industriales y polivalentes.





*Vista aérea del polígono Tierra Estella - Los Arcos y circuito de velocidad*



*Vista aérea del polígono Tierra Estella - Los Arcos*

El sector industrial arqueño tiene escasa relevancia. Cuenta con pequeñas empresas de carácter familiar, y sobre todo están dirigidas a la construcción y a la agricultura.

Listado de las actividades industriales que se pueden encontrar en Los Arcos:

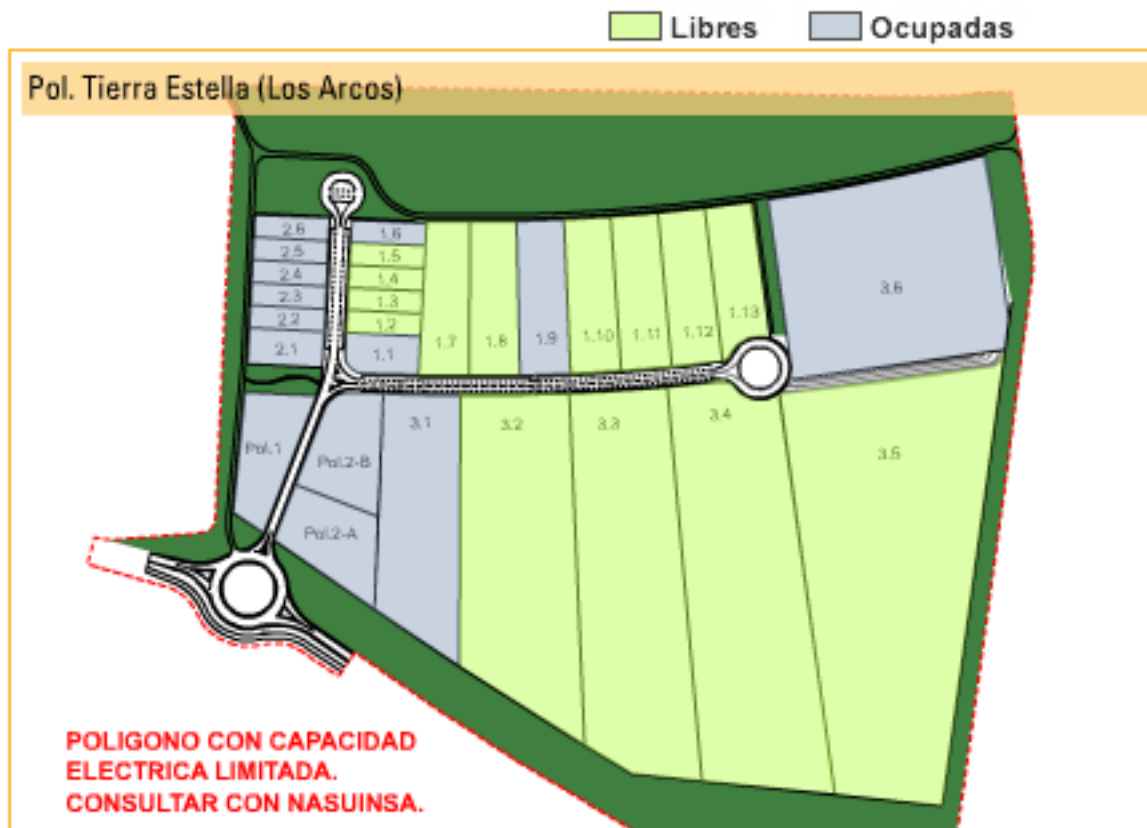
- Almacenes de cereales.
- Artes gráficas (empresa auxiliar).
- Bodegas.
- Carpinterías.
- Conserveras.
- Construcción.
- Cooperativa agrícola.

Observamos que no existe sector de automoción, por tanto aprovechando la construcción del circuito de velocidad y esta ausencia, creo que situarnos en esta localidad aumenta las posibilidades de éxito de la empresa.

Habitualmente la población joven se desplaza diariamente a empresas situadas en localidades próximas como son Viana, Estella, Allo y Pamplona. Situando el negocio en los arcos, se incentiva la actividad industrial y por tanto la creación de nuevos empleos, evitando la migración de jóvenes a otras ciudades.

**Datos técnicos:**

- Red de saneamiento (pluviales y fecales), abastecimiento de agua, red eléctrica, tratamiento de aguas residuales próximo y telefonía
- Canalización de gas más próxima: Viana (18 Km.)
- Superficie Total: 460.023 m<sup>2</sup>
- Superficie Parcelas: 294.160 m<sup>2</sup>

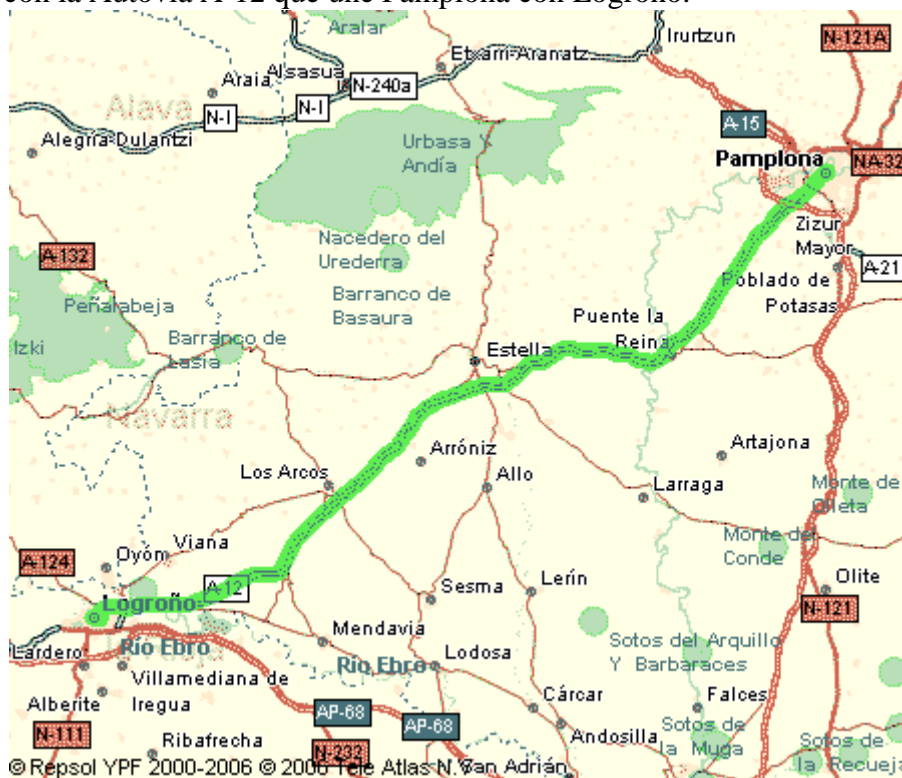


**Situación:**



Su localización separada del núcleo urbano, es debida por una parte al carácter comarcal de la actuación, y debido a razones de ordenación del territorio, para no obstaculizar el desarrollo urbano de Los Arcos, manteniendo el acceso al núcleo urbano independiente del acceso al polígono industrial. La superficie de la actuación es coherente con su carácter comarcal.

El ámbito de la actuación queda limitado por el oeste con la ctra. de Los Arcos a Sesma, al sur y este con límites naturales existentes (caminos y regatas), quedando al norte limitada con la Autovía A-12 que une Pamplona con Logroño.



*Red de carreteras en Los Arcos.*

Situación de Los Arcos respecto de la capital Navarra, Bilbao, Madrid y Barcelona:

CIUDAD	KILOMETROS
Pamplona	60
Bilbao	120
Madrid	350
Barcelona	450



*Localización de Los Arcos en el Norte de España.*

Normativa y planos del polígono en ANEXO IV.

## 4. “HACER O COMPRAR”

“Hacer” significa que la empresa desarrolla una actividad por sí misma. “Comprar” significa que la empresa depende de una empresa independiente para desarrollar esa actividad, posiblemente bajo un contrato.

El Análisis Hacer o Comprar consiste en identificar qué trabajo relacionado al proyecto se realizará con un proveedor externo y qué trabajo se realizará con recursos internos de la organización.

En definitiva éste análisis trata de dar respuesta a la pregunta:

*“¿Qué es mejor para la organización, contratar los servicios externos de un proveedor o hacer el trabajo nosotros mismos?”.*

Mientras algunas empresas han sido exitosas desempeñando sus propios procesos y actividades de soporte, otras compran éstas últimas a especialistas en el mercado, a los que llamamos **firmas de mercado**, por ejemplo, empresas especializadas en mercadotecnia o distribución. Usando estas empresas, un productor puede obtener un mejor plan de mercadotecnia, distribución a bajo costo, mejor uso de inventarios, etc.

*¿Cómo se decide esto?*

Teniendo en cuenta varios factores clave como el costo del trabajo, la capacidad de los recursos y aquellos temas relacionados a la propiedad intelectual de la organización.

- **Costo:** al contratar se debe tener en cuenta los costos directos (el precio de la propuesta o cotización entregada por el proveedor) y los indirectos (las horas de los que coordinarán y controlarán el trabajo del proveedor dentro de la organización, las horas dedicadas al proceso de contratación y a la administración de contratos, aspectos legales y regulatorios).
- **Capacidad de recursos y materiales:** ¿Los recursos internos se encuentran al 100% de su capacidad? ¿Se les puede agregar otro trabajo, es beneficioso? Además se debe analizar el Costo de Oportunidad de los recursos: ¿El trabajo es prioridad uno en la organización o sería mejor contratar un proveedor y usar nuestros propios recursos para otros proyectos de más valor?
- **Propiedad intelectual:** contratar a un proveedor significa en muchos casos tener que revelar secretos de la industria que constituyen una ventaja competitiva de la organización, un factor diferenciador con la competencia. En muchas organizaciones este es el factor más importante en la decisión “Hacer” en vez de “Comprar”: se trata de no revelar el conocimiento clave al mercado y tratar de hacer el trabajo internamente.

Esto puede suceder por ejemplo ante el lanzamiento de un nuevo producto al mercado, ante la adopción de una cierta tecnología que le da a la empresa una ventaja competitiva.

Todo este proceso de análisis debe ser realizado en la fase de planificación del proyecto ante cada posible contratación externa. Todo este proceso debe ser acordado entre los principales involucrados en el proyecto y su patrón debe siempre ser enfocado en el

beneficio de la organización antes que en el beneficio personal de alguno de los involucrados.

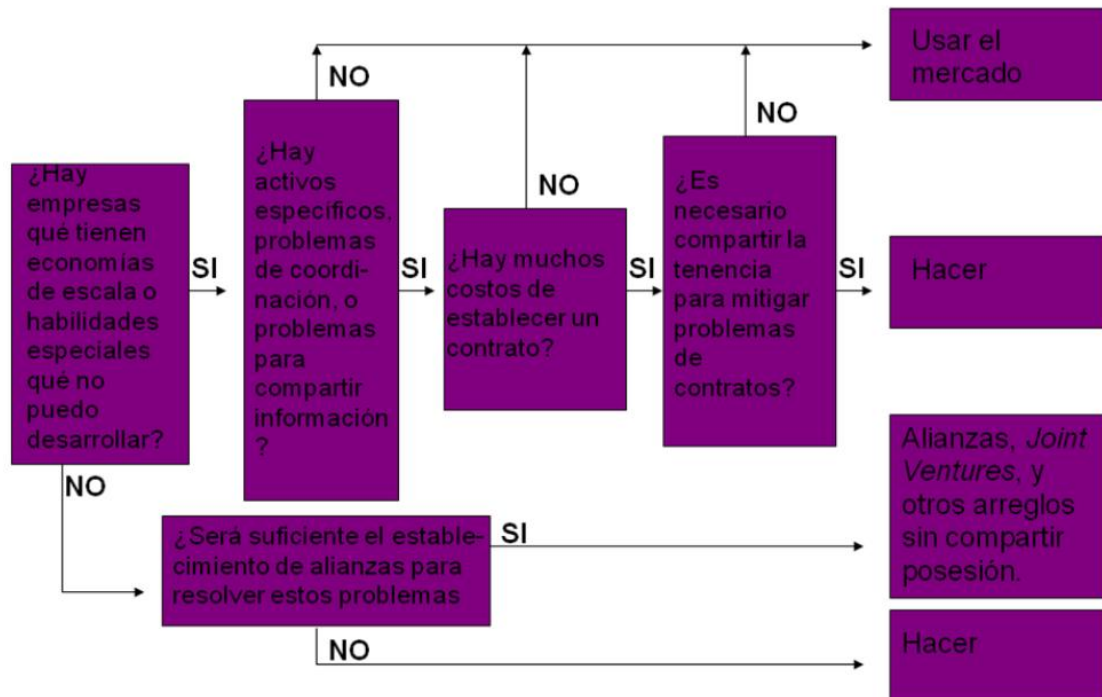
Otro factor que se debe considerar en este análisis de hacer o comprar es el **riesgo**. Por ejemplo: ¿los recursos de mi organización están capacitados para llevar adelante lo que se requiere en el proyecto? Las organizaciones suelen ser demasiado optimistas en este aspecto y muchas veces un mal análisis del riesgo lleva al fracaso dicho proyecto, a veces porque la empresa no tiene suficientes recursos o a veces porque si que tiene suficientes recursos pero a mitad de proyecto se queda sin ellos.

Razones para “Hacer”	Razones para “Comprar”
Bajo coste de producción.	Bajo coste de adquisición.
Proveedores inadecuados.	Mantener los compromisos con el proveedor.
Asegurar un aprovisionamiento adecuado (cantidad o entrega)	Obtener una capacidad técnica o de dirección.
Utilizar mano de obra o instalaciones excedentes y realizar contribuciones marginales.	Capacidad inadecuada. Falta de Capital.
Obtener la calidad deseada.	Reducir los costes de inventario.
Suprimir la colusión* de proveedores.	Asegurar las fuentes alternativas.
Obtener un único artículo que pueda suponer un compromiso prohibitivo para un proveedor.	Fuentes técnicas o directivas inadecuadas.
Conservar a los mejores de la organización y proteger al personal ante reducciones de plantilla.	Los artículos están protegidos por una patente o por una marca.
Proteger el diseño y la calidad propios.	Reciprocidad**
Aumentar o mantener el tamaño de la empresa.	Libera a la dirección para que dirija los negocios principales.
Tener instalaciones sin uso.	Falta de experiencia en la fabricación y tecnología.

*\*Colusión: Las empresas que participan en pactos de esta naturaleza es con el objeto de fijar precios mínimos y ponerse de acuerdo sobre la manera de repartirse entre ellas el mercado. Acuerdos a los que las empresas llegan cuando descubren que los beneficios que cada una de ellas puede obtener cooperando son superiores a los que obtendrían compitiendo. La colusión es una práctica competitiva desleal.*

*\*\*Reciprocidad: Mi empresa compra a un proveedor sus productos y el proveedor compra productos de mi empresa.*

Para resolver las decisiones de HACER o COMPRAR, la empresa debe comparar los beneficios y costos de usar el mercado con los beneficios y costos de llevar a cabo la actividad en casa.



*\*Joint venture es un tipo de alianza estratégica, y supone un acuerdo comercial de inversión conjunta a largo plazo entre dos o más personas (normalmente personas jurídicas o comerciantes).*

*El joint venture también es conocido como "riesgo compartido" donde dos o más empresas se unen para formar una nueva en la cual se usa un producto tomando en cuenta las mejores tácticas de mercadeo.*

## 4.1 HACER O COMPRAR EN LA FABRICA UPNa RACING

La fabricación de una moto de competición aglutina varios procesos, por ello, conviene estudiar, en profundidad antes de poner en funcionamiento la fábrica, si resulta más rentable y/o más cómodo realizar los distintos procesos dentro de nuestra propia empresa o subcontratar a empresas externas especializadas del sector.

A continuación se expone el cuadro en el que se puede ver la solución adoptada.

HACER	COMPRAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadura</li> <li>• Imprimación / Pintura</li> <li>• Montaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte láser</li> <li>• Granallado</li> <li>• Mecanizado</li> <li>• Microfusión</li> </ul>

Como se puede ver en la tabla se llevarán a cabo dentro de la nave tres procesos.



### DENTRO:

- Tanto el chasis como el basculante son las piezas fundamentales que van a hacer que la moto se diferencie del resto de motos del mercado. Por ello, se cree que es necesario realizar la **soldadura** dentro de la propia fábrica, y así, de esta forma proteger su diseño. Además el desembolso de dinero que supone la instalación y los consumibles de soldadura no es muy elevado comparándolo con el costo que supondría el transporte y mano de obra en una empresa externa.
- Para la **imprimación** y la **pintura**, se han contrastado varios presupuestos, y finalmente, se ha optado por realizar este proceso en la fábrica, ya que es más económico invertir en una cabina de pintura, y en un operario con formación (operario polivalente), para realizar este proceso, y además nos dará flexibilidad a la hora de poder realizar cambios y pruebas con nuevas decoraciones y/o pinturas.
- El caso del **montaje** es similar. Se considera inapropiado siendo una fábrica de motos, subcontratar a otra empresa para que se encargue del montaje de nuestra moto.

En lo que respecta a los procesos que vamos a llevar a cabo fuera de la empresa son cuatro.

### FUERA:

El **granallado** se ha decidido exteriorizarlo a una empresa especializada en Estella, ya que, el costo de instalación de un equipo no es muy alto, pero el arenado es uno de los procesos más peligrosos debido al alto índice de exposición de sílice tóxica en el aire durante esta labor. Este sílice puede ser peligroso para la vida si no se establecen las precauciones de seguridad adecuadas para proteger empleados de una exposición peligrosa. Adicionalmente, el equipo defectuoso puede aumentar la probabilidad de exposición o llevar a otras lesiones físicas, además de la posibilidad de “contaminar” ciertas zonas de la fábrica con el polvo, que sería muy dañino en rodamientos y elementos móviles de la motocicleta así como también el control y mantenimiento necesario sobre esta instalación es alto, y no compensa para solo arenar una de las piezas que componen la motocicleta. (**Romero Fidalgo J. Clna Belastegui, 14** – Estella)

El **mecanizado** se ha decidido realizarlo a través de una empresa subcontratada especializada (Mecanizados Navarra (Los arcos)). En esta empresa utilizan máquinas de mecanizado equipadas con sistema de control numérico, que realizan operaciones de torneado, fresado, taladrado, y mandrinado de una forma automatizada con gran precisión, gracias al sistema de control electrónico que incorporan.

Son comunes las fresadoras o tornos de control numérico, pero también existen centros de mecanizado que son polivalentes y que pueden realizar varios tipos de operaciones sobre una misma pieza. No sería un proceso difícil para desarrollar en nuestra empresa, ya que el operario únicamente interviene en el reglaje de la máquina. Además de la colocación de las herramientas, el amarre de la pieza si es necesario, etc. Una vez realizadas estas operaciones el operario selecciona un programa establecido que puede estar realizado por él, o por otro técnico.



Sin embargo, para disponer de éste tipo de máquinas es necesaria una gran inversión, ya que se trata de maquinas muy precisas y de gran tamaño, por lo que para una producción a baja escala como esta no es rentable realizarla.

Al igual que las anteriores la microfusión se realizará fuera de la planta. Este proceso es una solución adoptada para la fabricación de piezas que supone un ahorro considerable en los gastos, en comparación a la realización de las mismas a través del mecanizado, ya que son piezas que no necesitan una precisión demasiado alta, y esto abarata bastante el coste. Además, esta actividad comprende varias fases imposibles de integrarlas en una fábrica de motos, ya que se necesita maquinaria específica, y un gran espacio de operación, además de un gasto energético considerable.

Las piezas a realizar por microfusión y sus materiales son las siguientes:

<b>ACERO F125</b>	<b>AL 6083</b>
Conjunto pipa-moyús	Tija superior
Rocker	Tija inferior
Lincks	Conjunto separadores y estriberas (Izda. y Dcha.)
Puntas del basculante	Soporte pinza de freno delantera
Soporte amortiguador trasero	Soporte pinza de freno trasera
	Tensores traseros cadena

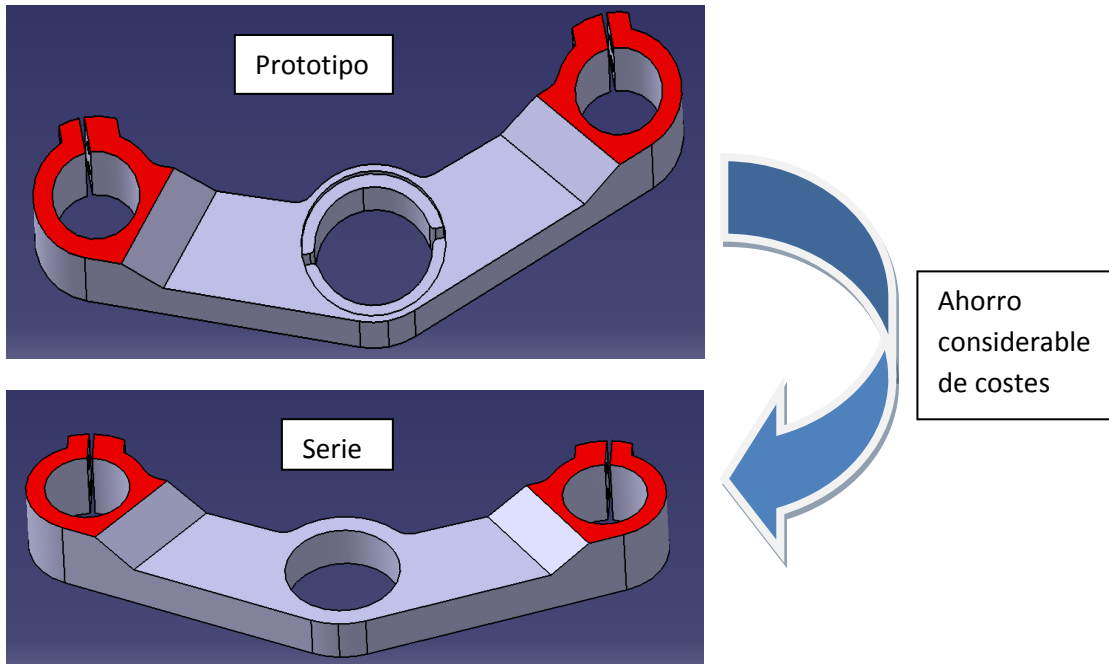
A algunas de estas piezas, posteriormente se les dará un mecanizado para dejarlas con la tolerancia adecuada para el montaje. Este mecanizado es realizado en el propio proveedor de microfusión, ya que ofrece este servicio a un precio económico.

Una de las grandes ventajas de este proceso es que en vez de tener que mecanizar el lingote o rebanada de aluminio que incrementa el coste ya que hay una generación excesiva de viruta (desaprovechamiento del material), y un incremento considerable de la hora/máquina, ya que mecanizar una pieza de estas características conlleva muchas pasadas con la herramienta, avances pequeños, y varios cambios de herramienta.

De esta otra manera, podemos generar la pieza por microfusión, crearíamos un programa específico para la máquina de control numérico, calibraríamos el cero máquina con el cero pieza. (del orden de 2-3 minutos), ejecutaríamos el programa, y en cuestión de 3 minutos tendríamos la pieza terminada.

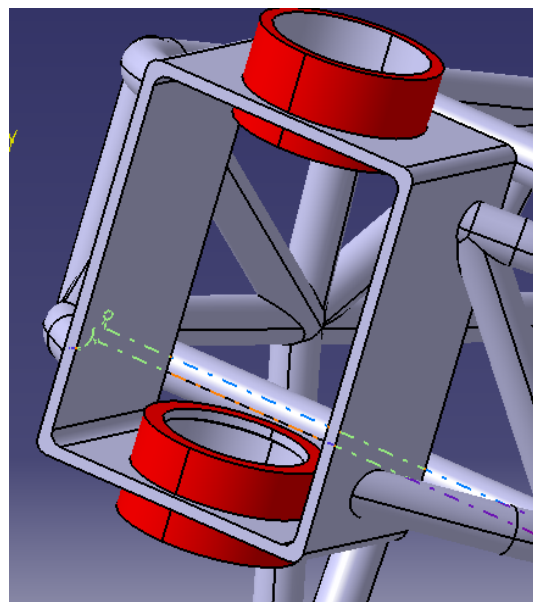
Se conseguiría, abaratar aún más el coste si ordenamos realizar las 1000 piezas de una vez (tija superior, tija inferior, lincks, rocker...), pudiéndonos beneficiar de descuentos por volumen o rappels, ya que no son piezas voluminosas que ocupen demasiado espacio en el almacén, ni tienen un valor excesivo.

Por supuesto, estas piezas serán adaptadas a la producción en serie, con el objetivo de minimizar el coste. Este es el caso de las tijas, que no van a incorporar alojamiento para el casquillo offset, sino que la propia tija será con offset neutro, ya que el comportamiento de la motocicleta verificado en el prototipo es el adecuado con esta medida.



Además, en lo que respecta al perfil de la pipa con los moyús, de una sola vez podemos realizar la pieza, con unos buenos acabados y tolerancia aceptable.

Ya que el hacerlo de otro modo conllevaría el tener que cortar el perfil a medida, fresar los agujeros, mecanizar los moyús, introducirlos en la correspondiente posición, y tener que soldar, dejando tensiones residuales, que distorsionarían la geometría final del conjunto.



*Pipa de dirección prototipo*

## 5. PROVEEDORES

Los proveedores que posea una empresa determinarán en gran medida el éxito de ésta. El contar con buenos proveedores no sólo significa contar con insumos de calidad y, por tanto, poder ofrecer productos de calidad, sino también la posibilidad de tener bajos costos, o la seguridad de contar siempre con los mismos productos cada vez que se requieran.

Por lo que cada vez que tengamos que elegir a nuestros proveedores, debemos tomarnos nuestro tiempo y evaluar bien las diferentes alternativas que existan.

### 5.1 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

Algunas de las fuentes de información que se pueden utilizar para localizar proveedores son las siguientes:

- Internet.
- Páginas amarillas.
- Prensa de información general.
- Radio y televisión.
- Publicaciones especializadas en la actividad de la empresa.
- Publicaciones e informes de bancos y cajas de ahorro.
- Ferias y exposiciones comerciales especializadas en el sector.
- Asociaciones empresariales y profesionales.
- Cámaras de comercio.
- Bases de datos de organismos públicos (ministerios, comunidades autónomas, ayuntamientos, universidades, organismos oficiales, etc.)
- Información obtenida de empresas especializadas en gestión de bases de datos.
- Fuentes internas de la propia empresa, como especialistas y técnicos en los productos

### 5.2 SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Además de la información que podamos conseguir recabar a través de los medios mencionados anteriormente, debemos realizar una solicitud de información. Esta acción es muy útil para establecer el primer contacto con los potenciales proveedores. Las formas más frecuentes para desarrollar esta fase son 3:

- **Visitas** de representantes comerciales. Las entrevistas con los vendedores y representantes de los fabricantes pueden constituir una de las fuentes más valiosas de información. Se debe recibir a tantos representantes de ventas como sea posible. Es indispensable el desarrollo de buenas relaciones con los proveedores, las cuales se inician con una actitud amistosa, cortés, y franca hacia la persona del agente de ventas.

Ésta es la fuente más productiva, pues permite hablar directamente, escuchar, preguntar características como precio, calidad, a qué otras empresas surten, etc.

- **Visitas a las empresas de los proveedores.** En algunos casos, un representante del departamento de compras podrá visitar a un proveedor potencial con el fin de formarse una opinión mediante la observación directa, respecto al equipo y al personal del proveedor. Se considera una práctica sana que tales visitas sean

realizadas en equipo, junto con los expertos técnicos y financieros, cuando se desee efectuar una evaluación más completa de una empresa y sus productos.

- **Cartas de solicitud de información.** Es conveniente que en las cartas que se envíen o en la negociación los proveedores conozcan los criterios que se van a utilizar para evaluar sus ofertas.

## 5.3 EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS

Para desarrollar una buena política de compras es necesario analizar, valorar y comparar las ofertas solicitadas una vez que las hayamos recibido.

Es importante evaluar factores como la calidad del producto, el precio, los descuentos, el plazo de entrega, los gastos de transporte, el embalaje, la forma de pago y otros parámetros como la reputación del proveedor, el servicio que ofrece en caso de reposición, el servicio postventa, etc.

Los pasos a seguir para evaluar y comparar la información recibida son los siguientes:

- Preseleccionar las ofertas recibidas. Para sintetizar el trabajo eliminaremos la oferta del proveedor que no se ajusta a nuestras condiciones principales.
- Completar una ficha para cada proveedor. La ficha debe contener los datos de identificación de la empresa, los productos que puede suministrar y las condiciones comerciales que ofrece.
- Elaborar un cuadro comparativo de ofertas. Este cuadro resumen debe reflejar información sobre aspectos principales como el precio o la calidad.

### Los factores de selección

Los elementos de selección que se valoran en las ofertas se agrupan en factores económicos, de calidad y de servicio.

- **Los factores económicos** son precio unitario, descuentos comerciales y rappels (Descuento obtenido por la empresa de sus proveedores por haber alcanzado un determinado volumen de pedido, en el año u otro período previamente fijado), gastos de transporte, embalaje, carga y descarga, etc.
- **Los factores de calidad** son evaluables cuando la prioridad principal es la calidad del producto, haciendo un estudio sobre las muestras recibidas, las características técnicas, las pruebas de funcionamiento, etc.
- **Los factores de servicio comprenden** otros aspectos comerciales relacionados directa o indirectamente con el artículo, como el plazo de entrega, el servicio postventa, asistencia técnica y atención al cliente, período de garantía, prestigio del proveedor, aceptación del producto en el mercado, etc. Otras veces recopilando informes financieros y comerciales nos informamos mejor y evitamos una posible suspensión de pagos o una quiebra de la empresa.

## 5.4 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Este proceso consiste en asignar un total de puntos que se reparten entre los tres factores (el factor económico, el factor servicio y el factor de calidad) en función de la importancia que tenga cada uno de ellos, para ello tenemos que establecer un baremo o

criterio de evaluación, según el peso específico que sobre el total representa cada una de las variables consideradas.

El paso siguiente es calcular la puntuación que, sobre la base del baremo, ha obtenido cada una de las ofertas preseleccionadas. La puntuación total indica el proveedor o proveedores más idóneos.

## 5.5 SELECCIÓN DEL PROVEEDOR

El análisis y valoración de ofertas indican el proveedor o proveedores que más se ajustan a nuestras condiciones. Pero, a veces, este estudio es insuficiente para tomar una decisión y solicitar el pedido.

El proceso de valoración de ofertas permite hacer una preselección entre los proveedores que transmiten a través de su oferta una imagen de empresa garante, con solidez financiera y productos de calidad. No obstante, debemos asegurarnos de que lo avalado en la oferta es cierto.

Los factores del producto y el proveedor están relacionados con:

- Las características técnicas y la facilidad de uso.
- La formación ofrecida por el suministrador y el tiempo requerido para ello.
- La flexibilidad del proveedor para adaptarse a las necesidades del cliente.
- La confianza y entendimiento entre comprador y vendedor, que aseguran la comodidad en el suministro del pedido.

Los factores de la empresa compradora se relacionan con el tipo de compra, el riesgo percibido y el tiempo disponible. Estos factores derivan directamente de la organización del proceso de compra.

Una vez elegido el proveedor o proveedores, debemos enviar una carta o mensaje a cada uno de los proveedores que nos han enviado sus ofertas. A los proveedores no seleccionados pondremos la causa, y al proveedor seleccionado el porqué le hemos seleccionado.

### 5.5.1 Ficheros de proveedores

Para muchas empresas las fuentes de aprovisionamiento suelen cambiar de temporada en temporada, como es obvio, esta variedad de artículos se obtiene de distintos fabricantes. Por eso, es conveniente llevar, al menos, una copia de las operaciones que realiza el personal de sus distintas secciones, y también es imprescindible que el comprador tenga a su disposición toda la información posible sobre las empresas. Por eso, las condiciones que debe reunir un buen fichero:

- Que las fichas estén ordenadas, bajo un sistema de fácil localización.
- Que exista un duplicado en lugar seguro, para los casos de extravío o hurto.
- Que contenga todos los datos necesarios y rigurosamente actualizados.

La ficha de proveedor es un documento que usa todo el personal de compras, sin ella su trabajo sería poco menos que imposible. El contenido de una ficha de modelo estándar es el siguiente:

- Datos de identificación del proveedor: CIF, dirección completa....
- Artículos que fabrica o comercializa: modelos, tallas....

- Condiciones comerciales: precio, descuentos,....
- Observaciones: aquí se suele anotar el resultado de las pruebas realizadas a las muestras o los informes recibidos.

También hay fichas de productos, que tienen:

- Nombre y código del artículo para el cual se han solicitado ofertas y presupuestos.
- Nombre y código de los proveedores preseleccionados, por orden de prioridad.
- Observaciones sobre las características que más han destacado al estudiar las ofertas recibidas.

### 5.5.2 Clasificación de las fichas

Las fichas de proveedores deben estar debidamente ordenadas y clasificadas, para agilizar la localización y consulta de datos. Los sistemas de clasificación que más se utiliza son:

- El orden alfabético.
- El orden numérico o alfanumérico.
- El sistema mixto.

## 5.6 NEGOCIACIÓN DE LAS CONDICIONES

La negociación es una práctica muy habitual en las operaciones de compraventa entre empresas. Los comerciantes mayoristas y detallistas comprar los productos que demandan sus clientes, pero al coste que les permitan obtener un margen de beneficio razonable.

Durante la negociación, además de ajustar los precios, también se establecen acuerdos sobre los descuentos, el plazo de entrega, las condiciones del transporte, los envases, embalajes y otros servicios.

### 5.6.1 Los descuentos

Los descuentos forman parte de la práctica habitual del comercio. Cuando los fabricantes ofertan sus productos a un precio fijo, el comerciante trata de aminorar el importe de la compra a través de los descuentos.

Hay varios tipos de descuentos:

- **Descuentos comerciales:** es un porcentaje que se aplica sobre la lista de precios del proveedor. Generalmente, el fabricante se lo concede al mayorista que realiza las funciones de almacenaje y distribución, en estos casos se conoce como descuento funcional.
- **Descuentos por pronto pago:** Se concede por realizar el pago al contado o dentro de un periodo determinado. El proveedor utiliza estos descuentos para estimular el pronto pago, mientras que para el comprador supone adquirir el producto a un coste más bajo.



- **Descuentos por volumen o rappels:** Se conceden por parte del proveedor para que la compra sea de mayor volumen o para que el comprador adquiriera mayor número de artículos durante un período de tiempo. Los descuentos por volumen pueden ser de dos tipos:
  - Rappels acumulativo: se calcula sobre el importe total de las compras o en base al número de unidades adquiridas durante un período.
  - Rappels no acumulativos: el descuento se aplica a la cantidad que adquiere el comprador en un solo pedido.
- **Descuentos de temporada:** Se conceden cuando el comprador adquiere los productos con bastante antelación a la temporada de ventas. Las compras anticipadas permiten que el fabricante pueda planificar mejor la producción. El comprador, por su parte, además de beneficiarse con los descuentos obtiene productos de mejor calidad que los fabricados bajo presiones para cubrir la demanda.
- **Descuentos de promociones:** Es una reducción en el precio para que el comprador promociione los productos del suministrador.

### 5.6.2 El plazo de pago

Es el tiempo que transcurre desde que se realiza la compra hasta que se cancela la deuda contraída.

El comprador, siempre que pueda, negociará la fecha de pago o vencimiento por dos razones: para conocer el día que debe liquidar la deuda y porque los proveedores suelen ofertar descuentos por pago al contado.

Hay varios tipos de plazos de pago:

- **Pago a plazo ordinario:** es cuando la fecha de pago coincide con la fecha de la factura, que generalmente, suele ser la fecha de entrega de la mercancía.
- **Pago con plazo posfechado:** es cuando el vencimiento se fija en una fecha posterior a la de la factura.
- **Pago con plazo extra:** consiste en otorgar al comprador unos días extra antes de que se haga efectivo el plazo de crédito.
- **Pago a partir de FDM (fin de mes):** el plazo de crédito se inicia a finales del mes en el cual tuvo lugar la compra, y no a partir de la fecha de la factura.
- **Pago con plazo a partir de RDP (recepción del producto):** el plazo de pago se inicia el día que el comprador recibe la mercancía y no con la fecha de la factura.
- **Pago bajo la condición COD (cóbrese o devuélvase):** el pago tiene lugar en el mismo momento que se recibe la mercancía.
- **Pago anticipado:** para aprovechar el descuento, el importe de la factura se paga antes de la fecha establecida por el proveedor.

### 5.6.3 Los gastos de transporte

Los gastos de transporte se originan por trasladar la mercancía desde el almacén del vendedor hasta el punto de venta o almacén del comprador. Según el medio de transporte utilizado, se denominan portes o fletes.

- **Portes:** cuando el recorrido se realiza por carretera o ferrocarril.
- **Fletes:** cuando el trayecto se hace en barco o avión.

Respecto a la entrega de la mercancía, las condiciones establecidas por el proveedor pueden ser: entrega en el punto de venta o entrega a domicilio. Las razones de esta negociación son:

- Los gastos de transporte incrementan el coste del producto.
- El coste del transporte siempre va unido al del seguro.
- El proveedor puede conseguir el transporte a menor coste, aprovechando el mismo viaje para la entrega a varios clientes.

#### **5.6.4 Envases, embalajes y otros servicios**

Los envases y embalajes son elementos que incrementan el coste del producto. El envase es el envoltorio primario que está en contacto directo con la mercancía y sirve como continente de la misma. Por el contrario, el embalaje es un envoltorio secundario que otorga al producto protección y presentación para su distribución comercial.

Normalmente, los artículos destinados al consumidor final los envasa el fabricante y el coste del envase se incluye en el precio del producto.

Otros factores o servicios que pueden suponer un coste para el comprador son los gastos de instalación y montaje de ciertos aparatos y máquinas.

### **5.7 CONTROL DE PROVEEDORES EN UPNa Racing**

Para llevar un control de los proveedores en nuestra empresa hemos realizado unas fichas de control en Microsoft Access. Las fichas ofrecerán información acerca de: nombre la empresa, producto que ofrecen, localización, números y mails de contacto, secuencia cronológica de los contactos establecidos, precios y plazos de entrega. Anexo VI.

**FORMULARIO DE PROVEEDORES**

Agregar nuevo registro Registro anterior Registro siguiente Buscar registro Imprimir registro

Empresa: NG BRAKE DISC

Dirección: Calle Camp Número: 83 Piso: Letra:

Localidad: Cerdanyola del Vallés Provincia: BARCELONA CP: 8290

CIF:

Observaciones:  
 Distribuidor de discos de freno

Contactos Historial Pedidos

Listado de Contactos

Nombre	Apellido	Departamento	Cargo	Email	Telefono
Vicens	Torras	VENTAS	GERENTE	recambios@ngbrakedisc.c	936920635
*					

Contactos Historial Pedidos

Historial de Conversacione

Fecha	Tipo	Observaciones
01/10/2012	mail	Respuesta con presupuesto
08/10/2012	mail	Mail pidiendo presupuesto
*		

Registro: 2 de 2 Sin filtro Buscar

Contactos Historial Pedidos

Historial de Pedidos


Fecha Recepci	Descripcion	Cantidad Pedido	Cantidad Recibido	Verificación	Coste
	ref 801	500		<input type="checkbox"/>	7.099,00 €
	ref 802	500		<input type="checkbox"/>	2.714,00 €
*		1000		<input type="checkbox"/>	9.813,00 €

Registro: 1 de 2 Sin filtro Buscar

A parte de las fichas, para tener más control acerca de los proveedores, hemos diseñado unos informes de evaluación de los mismos, en él someteremos a examen los siguientes puntos:

- Capacidad para cumplir los requisitos de los pedidos: plazos de entrega, el producto cumple con las expectativas ofrecidas por el proveedor...
- Primer pedido suministrado satisfactoriamente

**INFORME DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES**

	<b>UPNaRacing</b>
	<b>INFORME DE EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>

**PROVEEDOR:** ..... **CÓDIGO:** .....

Fecha de apertura del informe: .....

**EVALUACIÓN**

Capacidad para cumplir los requisitos de los pedidos Sí  No

.....

.....

Primer pedido suministrado satisfactoriamente Sí  No

.....

.....

**DICTAMEN**

¿Proveedor aceptable? Sí  No

.....

.....


.....

Aprobado:  
  
Firma Secretario

Fecha:

Para la toma de decisiones de ofertas de un mismo producto, he elaborado un informe, de manera que comparemos los pros y los contras de cada oferta ofrecida por las diferentes empresas. Para la valoración de ofertas, dado que la mayor restricción de la competición es en el coste, el mayor peso a la hora de la decisión se lo daremos al factor económico, en un principio. Conforme avanzasen los años de vida de la empresa, iremos cogiendo experiencia en el mercado del motor, y por tanto, seremos capaces de valorar mejor a los proveedores por lo que a parte del peso económico, irán creciendo y tomando importancia factores como durabilidad de producto, mejores prestaciones.

**INFORME DE VALORACIÓN DE OFERTAS**

	<b>UPNaRacing</b>
	<b>INFORME DE VALORACIÓN DE OFERTAS</b>

Nº de Oferta	Solicitante	Fecha autorización
Concepto		Especificaciones / Descripción / Cantidad

PROVEEDOR 1	Código
<b>VALORACIÓN DE LA OFERTA (1)</b>	
+	-

PROVEEDOR 2	Código
<b>VALORACIÓN DE LA OFERTA (1)</b>	
+	-

PROVEEDOR 3	Código
<b>VALORACIÓN DE LA OFERTA (1)</b>	
+	-

**DECISIÓN:**

Aprobado (Secretario)   Fecha, firma y sello
---

## 6. DISTRIBUCIÓN Y DIMENSIONADO DE LA PLANTA

### 6.1 OBJETIVO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

*“La misión del diseñador es encontrar la mejor ordenación de las áreas de trabajo y del equipo en aras a conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores.”*

Podemos definir la distribución en planta como la ubicación de las distintas máquinas, puestos de trabajo, áreas de servicio al cliente, almacenes, oficinas, zonas de descanso, pasillos, flujos de materiales y personas, etc. dentro de los edificios de la empresa de forma que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones.

Entre los objetivos básicos a alcanzar mediante la distribución en planta podemos señalar:

- Optimizar la capacidad productiva
- Reducir los costes de movimiento de materiales
- Proporcionar espacio suficiente para los distintos procesos
- Optimizar el aprovechamiento de la mano de obra, la maquinaria y el espacio
- Incrementar el grado de flexibilidad
- Garantizar la salud y seguridad de los trabajadores
- Facilitar la supervisión de las tareas y las actividades de mantenimiento
- Mejorar el aspecto de las instalaciones de trabajo de cara al público.
- Mejorar la satisfacción del personal.

### 6.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

#### 1. Principio de la satisfacción y de la seguridad

A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.

#### 2. Principio de la integración de conjunto

La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

#### 3. Principio de la mínima distancia recorrida

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.

#### 4. Principio de la circulación o flujo de materiales

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.

#### 5. Principio del espacio cúbico



La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.

## **6. Principio de la flexibilidad**

A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

## **6.3 FACTORES QUE AFECTAN A LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

1. Materiales (materias primas, productos en curso, productos terminados). Incluyendo variedad, cantidad, operaciones necesarias, secuencias, etc.
2. Maquinaria.
3. Trabajadores.
4. Movimientos (de personas y materiales).
5. Espera (almacenes temporales, permanentes, salas de espera).
6. Servicios (mantenimiento, inspección, control, programación, etc.).
7. Edificio (elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, instalaciones existentes, etc.).
8. Versatilidad, flexibilidad, expansión.

## **6.4 DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS**

La distribución por procesos, también conocida como distribución funcional o tipo job-shop, se emplea cuando se trata de fabricar pequeños lotes de productos, escasamente estandarizados. El personal y las máquinas se agrupan según la función que realizan, de modo que en un taller mecánico los tornos se colocaran en un área, las fresadoras en otra, los taladros en una zona separada, las esmeriladoras en otra, y así sucesivamente. Se suele emplear maquinaria genérica, poco especializada, que puede ser rápidamente adaptada para fabricar distintos tipos de producto.

Cada producto a fabricar realiza un recorrido distinto por la planta según las operaciones que requiera para su fabricación, por lo que se generan diferentes flujos de materiales entre los diferentes talleres. El transporte de materiales se realiza utilizando traspaleas y otros vehículos. Los trabajadores, altamente cualificados, deben trasladarse para realizar las distintas actividades que requiere la fabricación de cada lote de producto, que suele permanecer en la planta un periodo de tiempo más o menos largo, siendo habitual, por tanto, la presencia de un elevado inventario en curso.

Como ventajas de este tipo de distribución podemos señalar las siguientes:

- Menor inversión en maquinaria debido a que es menor la duplicidad.
- Elevada flexibilidad, al ser posible asignar tareas a cualquier máquina de la misma clase que esté disponible en ese momento.

- Mayor motivación de los trabajadores, que deben ser más hábiles porque tienen que saber manejar cualquier máquina del grupo, así como controlar su propio trabajo, lo que proporciona mayores incentivos individuales.
- Mejora del proceso de control.
- Reducidos costes de fabricación. Es posible que los costes de la mano de obra sean más altos por unidad cuando la carga sea máxima, pero serán menores que en una disposición por producto cuando la producción sea baja.
- Las averías en la maquinaria no interrumpen toda una serie de operaciones, ya que basta con trasladar el trabajo a otra máquina, si está disponible, o alterar ligeramente el programa, si la tarea en cuestión es urgente y no hay ninguna máquina ociosa en ese momento.

Como inconvenientes debemos señalar los siguientes:

- Dificultad a la hora de fijar las rutas y los programas de trabajo.
- Mayor manipulación de materiales y costes más elevados.
- Dificultad de coordinación de los flujos de materiales y ausencia de un control visual.
- El tiempo total de fabricación es mayor debido a la necesidad de los transportes entre centros.
- El inventario en curso es mayor para evitar paradas en el proceso productivo.
- Requiere una mayor superficie.
- Necesidad de mayor cualificación de la mano de obra.

Ejemplos de este tipo de distribución son algunas plantas industriales de productos de pequeño tamaño con proceso de fabricación intermitente (talleres de carpintería, talleres mecánicos, fábricas de tejidos) o los servicios de apoyo de un hospital (radiología, cardiología, traumatología, etc.).



*Figura: ejemplo de distribución por proceso, zona de los centros de mecanizado.*

## 6.5 DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTOS

Se emplea cuando se trata de fabricar un reducido número de productos diferentes, altamente estandarizados y, habitualmente, en grandes lotes. El ejemplo más claro lo encontramos en la fabricación de automóviles.

Este tipo de distribución se caracteriza por agrupar en un departamento todas las operaciones necesarias para fabricar un producto o servicio, colocando cada operación lo más cerca posible de su predecesora. El producto sigue una secuencia establecida, recorriendo la línea de producción de un puesto a otro, a medida que se realizan las operaciones necesarias.

Las formas más habituales de este tipo de distribución son: en línea, en L, en U, en O y en S. En todas ellas se utiliza maquinaria altamente especializada, que requiere habitualmente un largo tiempo de adaptación para pasar a fabricar un producto diferente.

Como ventajas de esta distribución podemos señalar:

- Menores retrasos en la fabricación al seguirse rutas mecánicas directas.
- Tiempo total de fabricación menor, al evitarse los retrasos entre máquinas.
- Menores cantidades de trabajo en curso.
- Menor manipulación de materiales debido a que el recorrido es más corto, ya que los puestos de trabajo son adyacentes.
- Estrecha coordinación de la fabricación debido al orden definido de las operaciones sobre máquinas contiguas.
- Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto debido a la concentración de la fabricación.
- Los trabajadores realizan un reducido número de tareas especializadas de forma repetida, requiriendo, por tanto, un escaso grado de cualificación, formación y supervisión.

Como inconvenientes podemos destacar:

- Elevada inversión en maquinaria, debido a sus duplicidades en diversas líneas de producción.
- Menos flexibilidad en la ejecución del trabajo, ya que las tareas no pueden asignarse a otras máquinas similares, como en la distribución por procesos.
- Menor nivel de cualificación en los operarios, al estar el proceso altamente automatizado.
- Los costes de fabricación pueden mostrar tendencia a ser más altos, especialmente cuando las líneas trabajan con poca carga o están ocasionalmente ociosas.
- Peligro de que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería.



*Figura ejemplo de distribución por producto, donde se ensamblan motores en una línea de producción*

## 6.6 DISTRIBUCIÓN CELULAR

La fabricación celular es un subconjunto de un concepto más amplio denominado tecnología de grupo. La tecnología de grupo supone desarrollar un sistema de codificación de los distintos componentes que forman parte de los productos fabricados por la organización. Una vez realizada esta codificación es posible:

- Simplificar la determinación de la ruta de cada parte a lo largo del proceso productivo.
- Reducir el número de componentes a diseñar, dado que los diseños existentes estarán fácilmente disponibles a través de cualquier terminal, lo cual va a suponer importantes ahorros de tiempo en el proceso de diseño, ya que a veces se repiten diseños de piezas por no conocer su existencia.
- Agrupar las partes con características similares en familias, lo que facilita el diseño de procesos de fabricación estándares más eficientes.
- Asignar cada familia de piezas a distintas células de fabricación.

Las máquinas se agrupan en células que funcionan como islas de distribución por productos en medio de una distribución por procesos de toda la planta. Cada célula se encarga de la fabricación de una única familia de componentes que requiere operaciones similares. Se utiliza la expresión célula o celda de fabricación, debido a que generalmente se procura que estos agrupamientos de máquinas tengan formas cerradas (normalmente, U, C, o L) con el fin de minimizar los recorridos y movimientos.

Entre las principales ventajas de la distribución celular podemos destacar:

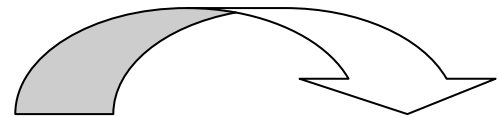
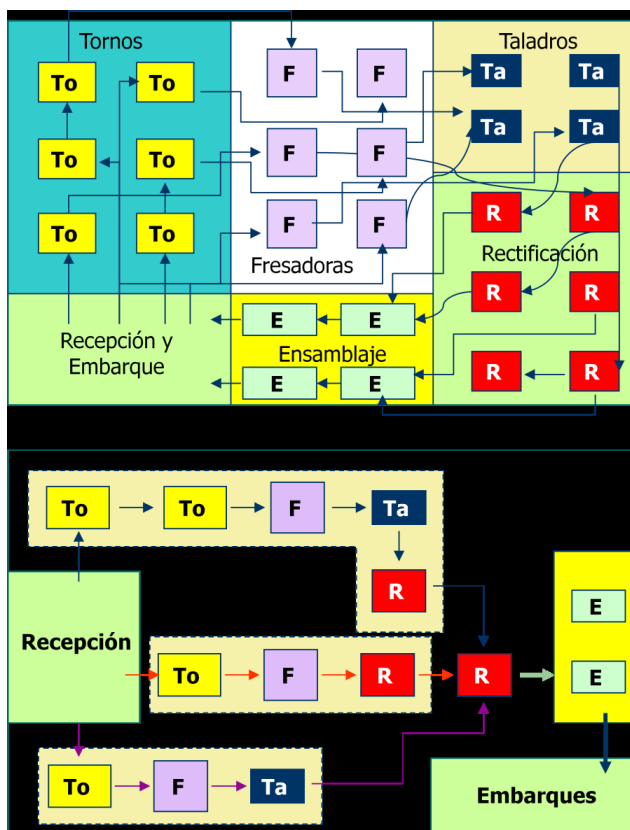
- Reducción de los tiempos de cambio de la maquinaria.
- Reducción del tiempo y coste de formación.



- Reducción de los costes asociados al flujo de materiales.
- Reducción de los tiempos de fabricación.
- Reducción del nivel de inventario.
- Mayor facilidad a la hora de automatizar la producción.
- Mejora de las relaciones entre los trabajadores que componen la célula, lo que se traduce en la creación de un espíritu de trabajo en equipo que mejora de forma notable la motivación y con ello la productividad de la célula.

Como principales inconvenientes podemos señalar:

- Duplicidad de equipamientos.
- Dificultad para establecer células de fabricación en determinados tipos de procesos.
- Mayor inversión en maquinaria, equipamiento y superficie.
- Necesidad de contar con trabajadores polivalentes.



La distribución por proceso, en determinadas condiciones, de espacio, número de trabajadores y volumen de producción, es posible evolucionarla a una distribución celular ya que puede aportar mejoras en el proceso productivo y viceversa.

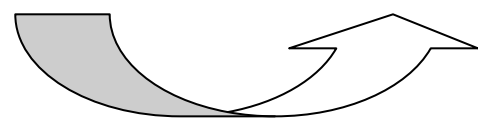


Figura ejemplo distribución celular versus por proceso

## 6.7 DISTRIBUCIÓN DE PUNTO FIJO

En algunos sectores, las características del producto (elevado tamaño o peso) recomiendan localizar el producto en una posición fija, siendo los trabajadores, máquinas, herramientas y materiales se mueven alrededor del producto. La fabricación de aviones, los astilleros o la construcción de grandes infraestructuras o edificios son ejemplos de este tipo de distribución.

La distribución de la maquinaria, materiales y herramientas se realiza en función de la frecuencia de uso, de tal forma que en las proximidades del producto se localizarán aquellas máquinas, materiales y herramientas empleados de forma más habitual en su fabricación o construcción.

Como ventajas de este tipo de distribución podemos señalar:

- Reducción en el manejo de piezas grandes (aunque se aumenta el de piezas pequeñas).
- Elevada flexibilidad, ya que permite cambios frecuentes en el diseño y secuencia de los productos y una demanda intermitente.

Como inconvenientes se puede destacar:

- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, ya que el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta.
- Necesidad de una inversión elevada en equipos específicos.
- Elevada monotonía de los trabajos, que puede afectar a la moral del personal.



Figura ejemplo del montaje de un Airbus A380

## 6.8 METODOLOGÍA DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta supone un proceso iterativo como el de la siguiente figura:





1. **Planear el todo y después los detalles:** Se comienza determinando las necesidades generales de cada una de las áreas en relación con las demás y se hace una distribución general de conjunto. Una vez aprobada esta distribución general se procederá al ordenamiento detallado de cada área.
2. **Plantear primero la disposición lineal y luego la disposición práctica:** En primer lugar se realiza una distribución teórica ideal sin tener en cuenta ningún condicionante. Después se realizan ajustes de adaptación a las limitaciones que tenemos: espacios, costes, construcciones existentes, etc.
3. **Planear el proceso y la maquinaria a partir de las necesidades de la producción:** El diseño del producto y las especificaciones de fabricación determinan el tipo de proceso a emplear. Hemos de determinar las cantidades o ritmo de producción de los diversos productos antes de que podamos calcular qué procesos necesitamos. Después de “dimensionar” estos procesos elegiremos la maquinaria adecuada.
4. **Planear la distribución basándose en el proceso y la maquinaria:** Antes de comenzar con la distribución debemos conocer con detalle el proceso y la maquinaria a emplear, así como sus condicionantes (dimensiones, pesos, necesidades de espacio en los alrededores, etc.).
5. **Proyectar el edificio a partir de la distribución:** La distribución se realiza sin tener en cuenta el factor edificio. Una vez conseguida una distribución óptima le encajaremos el edificio necesario. No deben hacerse más concesiones al factor edificio que las estrictamente necesarias. Pero debemos tener en cuenta que el edificio debe ser flexible, y poder albergar distintas distribuciones de maquinaria. Hay ocasiones en que el edificio es más duradero que las distribuciones de líneas que puede albergar.
6. **Planear con la ayuda de una clara visualización:** Los planos, gráficos, esquemas, etc., son fundamentales para poder realizar una buena distribución.
7. **Planear con la ayuda de otros:** La distribución es un trabajo de cooperación, entre los miembros del equipo, y también con los interesados (cliente, gerente, encargados, jefe taller, etc.).  
Es más sencillo conseguir la aceptación de un diseño cuando se ha contado con todos los interesados en la generación del mismo.
8. **Comprobación de la distribución:** Todos los implicados deben revisar la distribución y aceptarla. Después pueden seguirse definiendo otros detalles.
9. **Vender la distribución**

### 6.8.1 Métodos para la resolución de problemas

### 6.8.1.1. Introducción

Los intentos por establecer una metodología que permitiera afrontar el problema de la distribución en planta de manera ordenada comienzan en la década de los 50 del siglo pasado. Sin embargo, es Muther en 1961, el primero en desarrollar un procedimiento verdaderamente sistemático, el Systematic Layout Planning (en lo adelante SLP) que establece una metodología aplicable a la resolución del problema independientemente de su naturaleza.

Los métodos precedentes al SLP son simples e incompletos y los desarrollados con posterioridad son en muchos casos variantes de éste, más o menos ampliadas, siendo el método de Muther el más difundido entre la bibliografía consultada. De tal forma, es posible afirmar que el SLP ha sentado precedentes y ha marcado un antes y un después en el diseño de instalaciones de producción y servicios como área del conocimiento de la investigación de operaciones.

### 6.8.1.2. Primeras aproximaciones metodológicas al problema de la distribución en planta

#### Método de Immer

Diversos autores coinciden en señalar a Immer como el primero en crear (en 1950) una metodología común para la resolución del problema de distribución en planta

La técnica de Immer es simple en extremo, estableciendo tres etapas o pasos en el proceso de resolución del problema:

- Etapa 1: Plantear correctamente el problema a resolver.
- Etapa 2: Detallar las líneas de flujo.
- Etapa 3: Convertir las líneas de flujo en líneas de materiales.

El método atiende únicamente al principio de circulación o flujo de materiales, y es aplicable solamente a los problemas de reordenación o ajuste menor de una distribución ya existente.

#### Método de análisis de secuencia (*sequence analysis*) de Buffa

El método desarrollado por Buffa (1955) puede considerarse un precursor del SLP, pudiendo establecerse con éste muchas similitudes. El procedimiento es el siguiente:

- Etapa 1: Estudio del proceso, recopilación de datos referente a actividades, piezas y recorridos de éstas. Organización de estos datos en forma de Hojas de Ruta y análisis de los requerimientos del sistema productivo.
- Etapa 2: Determinación de la secuencia de operaciones de cada pieza y elaboración de una tabla con dicha información ("*Sequence summary*").
- Etapa 3: Determinación de las cargas de transporte mensuales entre los diferentes departamentos que conforman el proceso. Esta información se recoge en una tabla denominada "Tabla de cargas de transporte" ("*Load summary*").
- Etapa 4: Búsqueda de la posición relativa ideal de los diferentes centros de trabajo. Para ello se emplea el "Diagrama Esquemático Ideal".
- Etapa 5: Desarrollo del *Diagrama esquemático ideal* en un *Diagrama de bloques* en el que los diferentes departamentos ocupan sus áreas correspondientes y en el que se muestran las relaciones interdepartamentales.

- Etapa 6: Desarrollo del *layout* de detalle, en el que se especifican los sistemas de mantenimiento, sistemas de almacenaje, sistemas auxiliares de producción y en definitiva, se establece la distribución que finalmente se implementará.

Como ha podido apreciarse el método de Buffa de manera similar al método de Immer utiliza para establecer la disposición de las actividades el flujo de materiales entre actividades como criterio único. Sin embargo, ya en 1952, Cameron había realizado las primeras referencias al uso de criterios cualitativos en el diseño de las distribuciones de las actividades, que sí consideraría posteriormente Muther en su SLP.

### Metodología de Reed

En 1961, Reed propone que el diseño de las instalaciones se realice siguiendo un planteamiento sistemático en 10 pasos:

1. Estudiar el producto a fabricar.
2. Determinar el proceso necesario para fabricar dicho producto y sus requerimientos.
3. Preparar esquemas de planificación del *layout*: en los que se especifique información como las operaciones a realizar, los transportes y almacenajes necesarios, inspecciones requeridas, tiempos estándar de cada operación, selección y balance de maquinaria, requerimiento de mano de obra, etc.
4. Determinación de las estaciones de trabajo.
5. Determinar los requerimientos de áreas para almacenamiento.
6. Determinación de la anchura mínima de los pasillos.
7. Establecimiento de las necesidades de área para actividades de oficina.
8. Consideración de instalaciones para personal y servicios.
9. Planificar los servicios de la planta.
10. Prever posibles futuras expansiones.

### Metodología del enfoque de sistemas ideales (*ideal systems approach*) de Nadler

La metodología propuesta por Nadler en 1965, se concibió en principio para el diseño de sistemas de trabajo, pero es aplicable, además, al diseño de la distribución en planta de instalaciones. Esta es una aproximación jerárquica al diseño; es más una filosofía de trabajo que un procedimiento.

Dicha aproximación se realiza partiendo del sistema ideal teórico que resuelve el problema planteado, para ir descendiendo en el grado de idealidad/idoneidad hasta alcanzar una solución factible al problema. El planteamiento se esquematiza en la Figura:



Esquema del "ideal systems approach" de Nadler.

El Sistema teórico ideal es un sistema perfecto de costo cero, calidad absoluta, sin riesgos, sin producción de deshechos y absolutamente eficiente. El Sistema ideal último representa una solución que la tecnología no permite implementar en el momento actual, pero que previsiblemente lo será en el futuro. El Sistema ideal tecnológicamente viable representa una solución para la que la tecnología actual puede dar respuesta, pero cuya implementación en la actualidad no es recomendable debido a algún motivo, por ejemplo, a su elevado coste. El Sistema recomendado o recomendable, es una solución válida al problema con una aceptable eficiencia y costo, y cuya implementación es posible sin problemas. El sistema real o presente, es la implementación efectiva o existente de la solución.

Los sistemas convencionales de diseño realizan una aproximación contraria al problema. Comienzan con la solución existente y buscan mejoras a dicha solución. El método de Nadler parte de una solución ideal no factible, para aproximarse hacia la zona de factibilidad del espacio de soluciones del problema.

### **Metodología de Apple**

Apple establece una secuencia muy detallada de pasos a realizar en el diseño del layout de la planta industrial. Esta propuesta es más específica y concreta que las anteriores, concretándose en los siguientes puntos:

1. Obtener los datos básicos del problema.
2. Analizar dichos datos.
3. Diseñar el proceso productivo
4. Proyectar los patrones de flujo de materiales
5. Determinar el plan general de manejo de materiales.
6. Calcular los requerimientos de equipamiento
7. Planificar los puestos de trabajo de manera individualizada
8. Seleccionar equipos de mantenimiento específicos
9. Establecer grupos de operaciones relacionadas
10. Diseñar las relaciones entre actividades
11. Determinar los requerimientos de almacenamiento
12. Planificar los servicios y actividades auxiliares
13. Determinar los requerimientos de espacio
14. Localizar las actividades en el espacio total disponible
15. Escoger el tipo de edificio
16. Construir una distribución en planta maestra
17. Evaluar y ajustar la distribución en planta
18. Obtener las aprobaciones necesarias
19. Instalar la distribución obtenida
20. Hacer un seguimiento del funcionamiento de la instalación

### **6.8.1.3. Metodología de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (Systematic Layout Planning) de Muther**

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza. Fue desarrollada por Richard Muther en 1961 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método (resumido en la Figura 2) reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

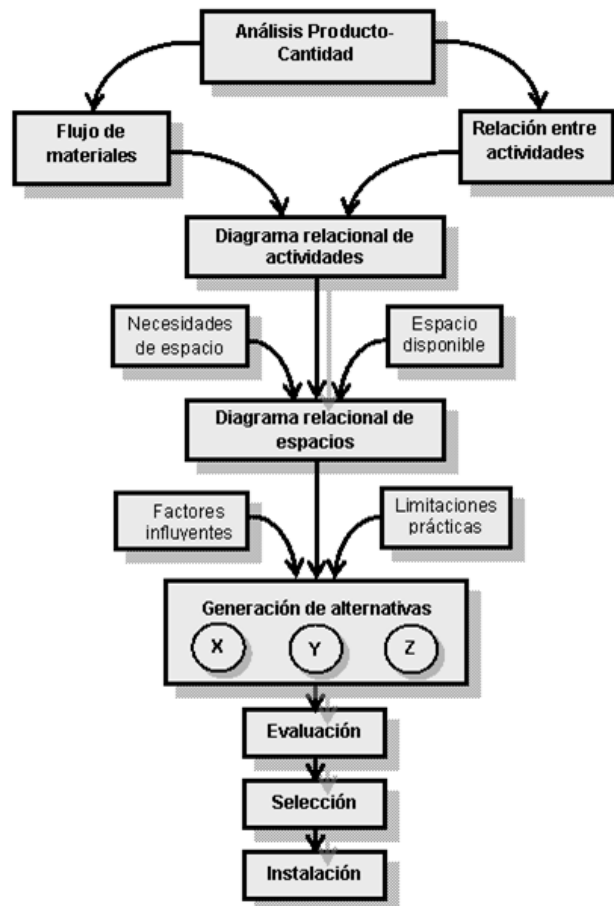
Como puede apreciarse en la figura, el diagrama brinda una visión general del SLP, aunque no refleja una característica importante del método: su carácter jerárquico, lo que indica que este debe aplicarse en fases jerarquizadas en cada una de las cuales el nivel de detalle es mayor que en la anterior.

#### **Fases de Desarrollo**

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son según Muther:

- **Fase I: Localización.** Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el emplazamiento actual o si se trasladará hacia un edificio recién adquirido, o hacia un área similar potencialmente disponible.
- **Fase II: Distribución General del Conjunto.** Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle. El resultado de esta fase es un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.
- **Fase III: Plan de Distribución Detallada.** Es la preparación en detalle del plan de distribución e incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos.
- **Fase IV: Instalación.** Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle que fue planeada.

Estas fases se producen en secuencia, y según el autor del método para obtener los mejores resultados deben solaparse unas con otras.



**Esquema del Systematic Layout Planning.** Fuente: En aproximación a Muther (1968).

A continuación se describe de forma general los pasos del procedimiento.

### **Paso 1: Análisis producto-cantidad**

Lo primero que se debe conocer para realizar una distribución en planta es qué se va a producir y en qué cantidades, y estas previsiones deben disponer para cierto horizonte temporal. A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio. En cuanto al volumen de información, pueden presentarse situaciones variadas, porque el número de productos puede ir de uno a varios miles. Si la gama de productos es muy amplia, convendrá formar grupos de productos similares, para facilitar el tratamiento de la información, la formulación de previsiones, y compensar que la formulación de previsiones para un solo producto puede ser poco significativa. Posteriormente se organizarán los grupos según su importancia, de acuerdo con las previsiones efectuadas. Muther recomienda la elaboración de un gráfico en el que se representen en abscisas los diferentes productos a elaborar y en ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos deben ser representados en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida. En función del gráfico resultante es recomendable la implantación de uno u otro tipo de distribución.

### **Paso 2: Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)**

Se trata en este paso de determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesado. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elaboran gráficas y diagramas descriptivos del flujo de materiales.



Tales instrumentos no son exclusivos de los estudios de distribución en planta; son o pueden ser los mismos empleados en los estudios de métodos.

Entre estos se cuenta con:

A. **GRAFICOS** que indican la SUCESION de los hechos

- Cursograma sinóptico del proceso
- Cursograma analítico del operario
- Cursograma analítico del material
- Cursograma analítico del equipo o maquinaria
- Diagrama bimanual

B. **GRAFICOS** con ESCALA DE TIEMPO

- Diagrama de actividades múltiples
- Simograma

C. **DIAGRAMAS** que indican MOVIMIENTO

- Diagrama de recorrido o de circuito
- Diagrama de hilos
- Ciclograma
- Cronociclograma
- Gráfico de trayectoria

Los gráficos y diagramas indicados en la parte C sirven para indicar el movimiento más claramente de lo que es posible hacerlo en los que figuran en las partes A y B. Por lo general no llevan tantas indicaciones como éstos y sirven más bien para completarlos que para reemplazarlos.

De estos diagramas no se desprende una distribución en planta pero sin dudas proporcionan un punto de partida para su planteamiento. No resulta difícil a partir de ellos establecer puestos de trabajo, líneas de montaje principales y secundarias, áreas de almacenamiento, etc.

### **Símbolos empleados en los cursogramas**

Para hacer constar en un cursograma todo lo referente a un trabajo u operación, resulta mucho más fácil emplear una serie de 5 símbolos uniformes, que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina. Constituyen pues, una clave muy cómoda, inteligible en casi todas partes, que ahorra mucha escritura y permite indicar con claridad exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analiza.

#### OPERACIÓN

*Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica durante la operación.*

También se emplea el símbolo de operación cuando se consigna un procedimiento, por ejemplo, un trámite corriente de oficina. Se dice que hay «operación» cuando se da o se recibe información o cuando se hacen planes o cálculos.

#### INSPECCIÓN

*Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.*

La distinción entre esas dos actividades es evidente:

La *operación* hace avanzar al material, elemento o servicio un paso más hacia el final, bien sea al modificar su forma, como en el caso de una pieza que se labra, o su composición, tratándose de un proceso químico, o bien al añadir o quitar elementos, si se hace un montaje. La operación también puede consistir en preparar cualquier actividad que favorezca la terminación del producto.

La *inspección* no contribuye a la conversión del material en producto acabado. Sólo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente, en lo que se refiere a calidad y cantidad. Si los seres humanos fueran infalibles, la mayoría de las inspecciones serían innecesarias.

Con frecuencia se precisa mayor detalle gráfico del que pueden dar esos dos símbolos, y entonces se utilizan estos otros tres:



### TRANSPORTE

*Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo, de un lugar a otro.*

Hay transporte, pues, cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o sea efectuado, por un operario en su lugar de trabajo al realizar una operación o inspección. Aparecerá el símbolo del transporte siempre que se manipulen materiales para ponerlos o quitarlos de camiones, bancos, depósitos, etc.



### DEPÓSITO PROVISIONAL O ESPERA

*Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo no registrado de cualquier objeto hasta que se necesite.*

Es el caso del trabajo amontonado en el suelo del taller entre dos operaciones, de los cajones por abrir, de las piezas por colocar en sus casilleros o de las cartas por firmar.



### ALMACENAMIENTO PERMANENTE

*Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.*

Hay, pues, almacenamiento permanente cuando se guarda un objeto y se cuida de que no sea trasladado sin autorización. La diferencia entre «almacenamiento permanente» y «depósito provisional o espera» es que, generalmente, se necesita un pedido de entrega, vale u otra prueba de autorización para sacar los objetos dejados en almacenamiento permanente, pero no para los depositados en forma provisional.

Para abreviar, diremos sencillamente espera y almacenamiento al hablar de los respectivos casos.

## EL CURSOGRAMA SINOPTICO DEL PROCESO

Con frecuencia es útil ver de una sola ojeada la totalidad del proceso o actividad antes de emprender su estudio detallado, y para eso, precisamente, sirve el cursograma sinóptico.

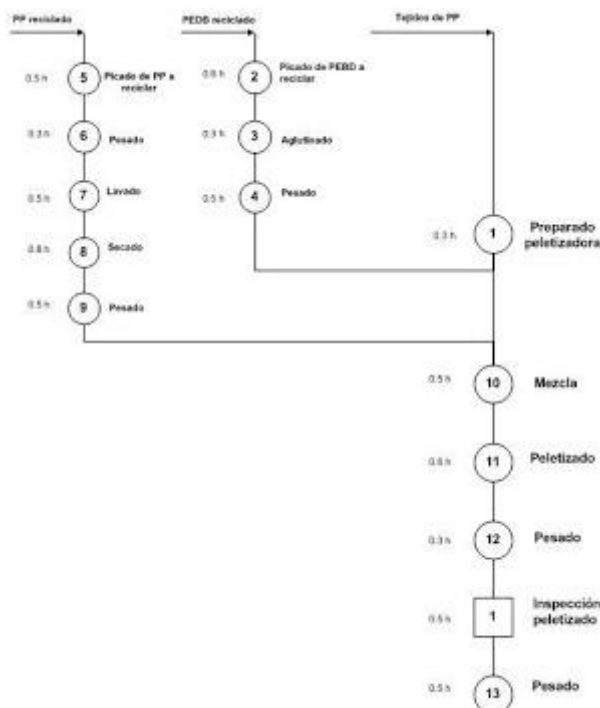
El cursograma sinóptico es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan solo, las principales operaciones e inspecciones.

Solo se anotan, pues, las operaciones principales, así como las inspecciones efectuadas para comprobar el resultado, sin tener en cuenta quién las ejecuta ni donde se llevan a

cabos. Para preparar ese cursograma se necesitan solamente los dos símbolos correspondientes a operación y a inspección.

A la información que dan de por sí los símbolos y su sucesión se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y, cuando se conoce, el tiempo que se le fija.

Al hacer un cursograma sinóptico suele ser práctico comenzar trazando una línea vertical a la derecha de la página para anotar las operaciones e inspecciones de que sea objeto la unidad o componente principal del montaje (o compuesto, si se trata de un proceso químico), que en este caso es el eje. El tiempo fijado por pieza se indica, en horas, a la izquierda de cada operación.



*Cursograma sinóptico*

La ensambladura de cualquier elemento al componente o montaje principal se indica con una línea horizontal que va de la línea vertical de ese elemento secundario al lugar que corresponde en la sucesión de operaciones de la línea principal. (Por supuesto, es posible efectuar montajes parciales con cualquier número de componentes antes de unirlos al componente principal; en tal caso, la línea horizontal se une a la vertical adecuada, que estará a la derecha.)

El cursograma sinóptico, éste sirve para ver de la primera ojeada las actividades de que se trata, con objeto de eliminar las innecesarias o de combinar las que puedan hacerse juntas. Por lo general no basta el grado de detalle que da esa sinopsis y hay que recurrir a lo que llamaremos cursograma analítico.

### EL CURSOGRAMA ANALÍTICO

Una vez trazado el cuadro general de un proceso se puede entrar en mayores detalles. La primera etapa consiste en hacer el cursograma analítico.

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen, mediante el símbolo que corresponda.

Tiene tres bases posibles:

- El operario: Diagrama de lo que hace la persona que trabaja.
- El material: Diagrama de cómo se manipula o trata el material.
- El equipo o maquinaria: Diagrama de cómo se emplean el equipo disponible.

El cursograma analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando, además de los símbolos de «operación» e «inspección», los de «transporte», «espera» y «almacenamiento».

Sea cual sea la base del cursograma que se establezca, siempre se utilizan los mismos símbolos y se aplican procedimientos similares. (Es preferible acostumbrarse a emplear los verbos en la voz activa cuando la base del cursograma es el operario, y en la voz pasiva cuando la base es el material o las máquinas y herramientas.) En realidad sólo suele haber un formulario impreso único para los tres tipos, con un encabezamiento donde figuran las tres posibilidades, y se tachan las dos que no corresponden.

Como es mucho más detallado, el cursograma analítico no abarca por lo general tantas operaciones por hoja como puede hacerlo el sinóptico, de modo que se acostumbra establecer un cursograma aparte para cada pieza importante de un ensamblado, a fin de poder estudiar por separado las manipulaciones, esperas y almacenamientos de que es objeto cada una. Por eso, el cursograma analítico suele consistir en una sola línea.

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
Operario / Material / Equipo		Diagrama #1		Hoja 1 de 1			
Objeto: Identificar detalladamente todas las actividades en el proceso de reciclado de PERO		RESUMEN					
Actividad: Reciclado de PERO		ACTIVIDAD	Actual	Preparata	Economia		
Método: Actual		Operación	6				
Composita por:		Inspección	2				
		Transporte	4				
		Espera	1				
		Almacenamiento	1				
		Distancia (m.)	40				
		Tiempo (min.)	208				
DESCRIPCIÓN	Cantidad (kg.)	Distancia (m.)	Tiempo (min.)	SÍMBOLOS			OBSERVACIONES
				Operación	Inspección	Transporte	
Recogido y almacenamiento de PERO a reciclar	40	40					
Espejo de material a reciclar	40	50					Manual
Lavado de material a reciclar	40	40					Manual
Secado de material a reciclar	40	60					Manual
Traslado de material a reciclar	40	35	4				Manual
Inspección de material	40	40					Visual
Picado	40	35	5				Manual
Espera hasta obtener una certificación			15				
Transporte a aglutinador	40	1					Manual
Aglutinado	40	200					Controlado por un operario
Inspección de material aglutinado	40	5	5				Visual
Traslado a pesado	40	5	4				Manual
Pesado	40	2					
Traslado a prelitado	40	3					Manual

Cursograma analítico

Antes de examinar todas las aplicaciones posibles del cursograma analítico como medio de mirar con ojos críticos el trabajo e idear después métodos más adecuados, vale la pena señalar ciertos aspectos que nunca se deben olvidar durante la preparación de los diagramas. Son importantes porque se trata del instrumento más eficaz para perfeccionar los métodos: sea cual fuere la técnica que se utilice más adelante, la preparación del diagrama es siempre el primer paso.

1. Con la representación gráfica de los hechos se obtiene una visión panorámica de lo que sucede y se entienden más fácilmente tanto los hechos en sí como su relación mutua.

2. Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa. Una vez inscritos, puede uno despreocuparse de recordarlos, pero ahí quedan para consultarlos, o para utilizarlos como ejemplo al dar explicaciones a terceros. Los cursogramas no deberán hacerse de memoria, sino a medida que se observa el trabajo, salvo — evidentemente — cuando se trate de ilustrar un proyecto para el futuro.

3. Los cursogramas basados en observaciones directas deberán pasarse en limpio con el mayor cuidado y exactitud, puesto que las copias se utilizarán para explicar los proyectos de normalización del trabajo o de mejora de los métodos, y un diagrama chapuceado siempre hace mala impresión y puede causar errores.

4. Para que siempre sigan sirviendo de referencia y den el máximo posible de información, todos los diagramas deberían llevar como encabezamiento espacios donde apuntar:

- a) El nombre del producto, material o equipo representado, con el número del dibujo o número de clave.
- b) El trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida y de término y si el método es el utilizado o el proyectado.
- c) El lugar en que se efectúa la operación (departamento, fábrica, local, etc.).
- d) El número de referencia del diagrama y de la hoja y el número de hojas.
- e) El nombre del observador y, en caso oportuno, el de la persona que aprueba el diagrama.
- f) La fecha del estudio.
- g) La clave de los símbolos empleados, por si acaso utilizan el diagrama posteriormente personas habituadas a símbolos distintos. Resulta práctico exponerlos como parte de un cuadro que resuma las actividades según los métodos actuales y según los propuestos.
- h) Un resumen de la distancia, tiempo y, si se juzga conveniente, costo de la mano de obra y de los materiales, para poder comparar los métodos antiguos con los nuevos.

### **Paso 3: Análisis de las relaciones entre actividades**

Conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta. Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser ésta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo material entre dos actividades no implica que no puedan existir otro tipo de relaciones que determinen, por ejemplo, la necesidad de proximidad entre ellas; o que las características de determinado proceso requieran una determinada posición en relación a determinado servicio auxiliar. El flujo de materiales es solamente una razón para la proximidad de ciertas operaciones unas con otras.

Entre otros aspectos, el proyectista debe considerar en esta etapa las exigencias constructivas, ambientales, de seguridad e higiene, los sistemas de manipulación necesarios, el abastecimiento de energía y la evacuación de residuos, la organización de la mano de obra, los sistemas de control del proceso, los sistemas de información, etc.

Esta información resulta de vital importancia para poder integrar los medios auxiliares de producción en la distribución de una manera racional. Para poder representar las relaciones encontradas de una manera lógica y que permita clasificar la intensidad de dichas relaciones, se emplea la tabla relacional de actividades (Figura), consistente en un diagrama de doble entrada, en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes según los factores de proximidad definidos a tal efecto. Es habitual expresar estas necesidades mediante un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: A (absolutamente necesaria), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria) y U (no importante); la indeseabilidad se representa por la letra X.

En la práctica, el análisis de recorridos expuesto en el apartado anterior se emplea para relacionar las actividades directamente implicadas en el sistema productivo, mientras que la tabla relacional permite integrar los medios auxiliares de producción.

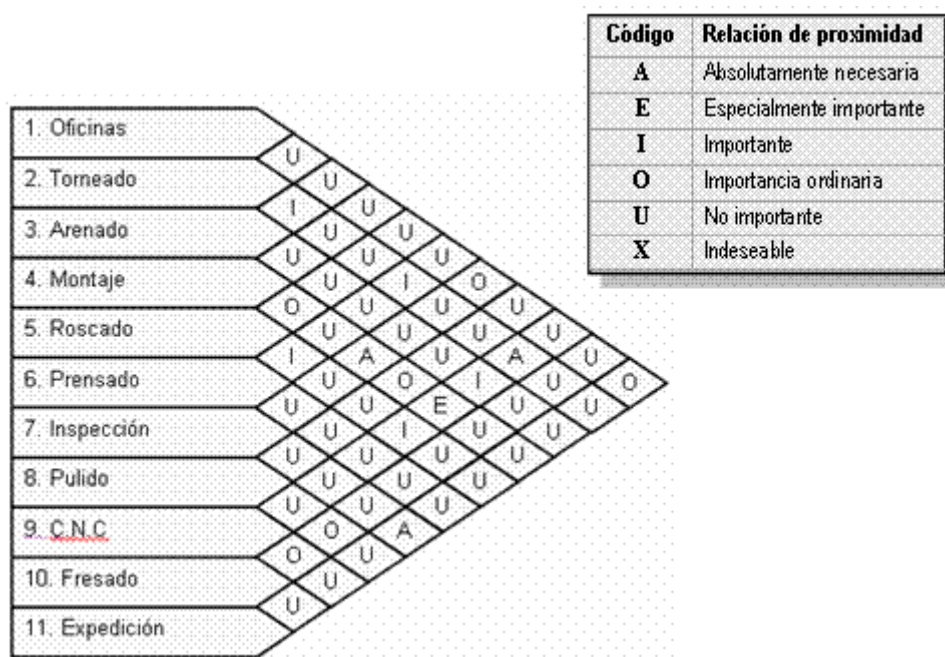


Tabla relacional de actividades (Ejemplo de su aplicación en una empresa de la industria sideromecánica).

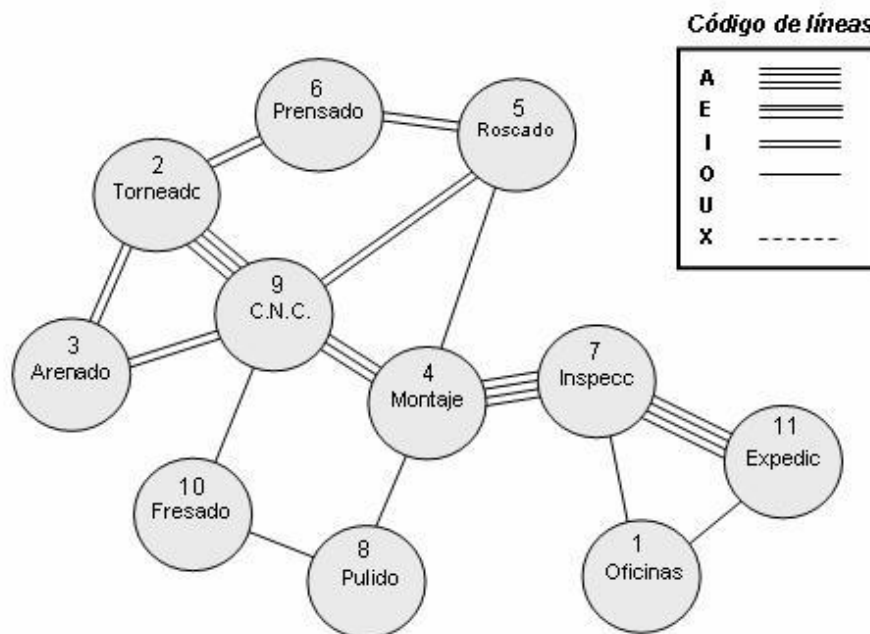
#### Paso 4: Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

La información recogida hasta el momento, referente tanto a las relaciones entre las actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, es recogida en el Diagrama Relacional de Actividades. Éste pretende recoger la ordenación topológica de las actividades en base a la información de la que se dispone. De tal forma, en dicho grafo los departamentos que deben acoger las actividades son adimensionales y no poseen una forma definida.



El diagrama es un grafo en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Estas últimas representan la intensidad de la relación (A, E, I, O, U, X) entre las actividades unidas a partir del código de líneas que se muestra en la Figura.

A continuación este diagrama se va ajustando a prueba y error, lo cual debe realizarse de manera tal que se minimice el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades, o por lo menos entre aquellas que representen una mayor intensidad relacional. De esta forma, se trata de conseguir distribuciones en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posible (cumpliendo el principio de la mínima distancia recorrida, y en las que la secuencia de las actividades sea similar a aquella con la que se tratan, elaboran o montan los materiales (principio de la circulación o flujo de materiales).



**Figura 4. Diagrama relacional de actividades. (Ejemplo de su aplicación en una empresa de la industria sideromecánica).** Fuente: Elaboración propia.

### Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas factibles de distribución es la introducción en el proceso de diseño, de información referida al área requerida por cada actividad para su normal desempeño. El planificador debe hacer una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad.

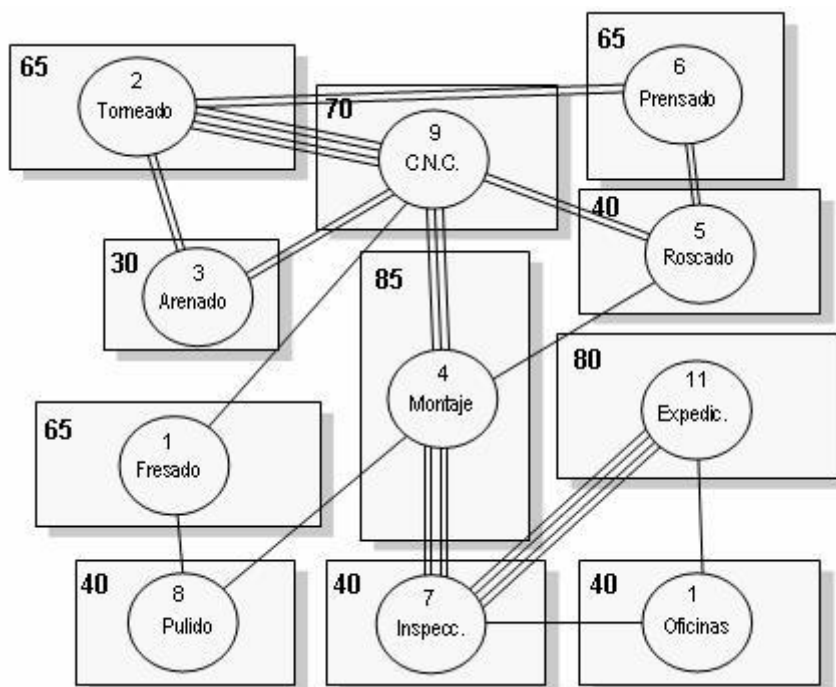
No existe un procedimiento general ideal para el cálculo de las necesidades de espacio. El proyectista debe emplear el método más adecuado al nivel de detalle con el que se está trabajando, a la cantidad y exactitud de la información que se posee y a su propia experiencia previa. El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, si no que puede verse condicionado por las características del proceso productivo global, de la gestión de dicho proceso o del mercado. Por ejemplo, el volumen de producción estimado, la variabilidad de la demanda o el tipo de gestión de almacenes previsto pueden afectar al área necesaria para el desarrollo de una actividad. En cualquier caso, hay que considerar que los

resultados obtenidos son siempre previsiones, con base más o menos sólida, pero en general con cierto margen de error.

El planificador puede hacer uso de los diversos procedimientos de cálculo de espacios existentes para lograr una estimación del área requerida por cada actividad. Los datos obtenidos deben confrontarse con la disponibilidad real de espacio. Si la necesidad de espacio es mayor que la disponibilidad, deben realizarse los reajustes necesarios; bien disminuir la previsión de requerimiento de superficie de las actividades, o bien, aumentar la superficie total disponible modificando el proyecto de edificación (o el propio edificio si éste ya existe). El ajuste de las necesidades y disponibilidades de espacio suele ser un proceso iterativo de continuos acuerdos, correcciones y reajustes, que desemboca finalmente en una solución que se representa en el llamado Diagrama Relacional de Espacios.

### Paso 6: Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios

El Diagrama Relacional de Espacios es similar al Diagrama Relacional de Actividades presentado previamente, con la particularidad de que en este caso los símbolos distintivos de cada actividad son representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad (Figura).



*Diagrama relacional de espacios con indicación del área requerida por cada actividad. (Ejemplo de su aplicación en una empresa de la industria sideromecánica).*

En estos símbolos es frecuente añadir, además, otro tipo de información referente a la actividad como, por ejemplo, el número de equipos o la planta en la que debe situarse. Con la información incluida en este diagrama se está en disposición de construir un conjunto de distribuciones alternativas que den solución al problema. Se trata pues de transformar el diagrama ideal en una serie de distribuciones reales, considerando todos los factores condicionantes y limitaciones prácticas que afectan al problema.

Entre estos elementos se pueden citar características constructivas de los edificios, orientación de los mismos, usos del suelo en las áreas colindantes a la que es objeto de

estudio, equipos de manipulación de materiales, disponibilidad insuficiente de recursos financieros, vigilancia, seguridad del personal y los equipos, turnos de trabajo con una distribución que necesite instalaciones extras para su implantación.

A pesar de la aplicación de las más novedosas técnicas de distribución, la solución final requiere normalmente de ajustes imprescindibles basados en el sentido común y en el juicio del distribuidor, de acuerdo a las características específicas del proceso productivo o servicio que tendrá lugar en la planta que se proyecta. No es extraño que a pesar del apoyo encontrado en el software disponible en la actualidad, se sigan utilizando las técnicas tradicionales y propias de la distribución en la mayoría de las ocasiones. De tal forma, sigue siendo un procedimiento ampliamente utilizado la realización de maquetas de la planta y los equipos bi o tridimensionales, de forma que estos puedan ir colocándose de distintas formas en aquella hasta obtener una distribución aceptable.

La obtención de soluciones es un proceso que exige creatividad y que debe desembocar en un cierto número de propuestas (Muther aconseja de dos a cinco) elaboradas de forma suficientemente precisa, que resultarán de haber estudiado y filtrado un número mayor de alternativas desarrolladas solo esquemáticamente.

Como se indica en el Systematic Layout Planning finaliza con la implantación de la mejor alternativa tras un proceso de evaluación y selección. El planificador puede optar por diversas formas de generación de layouts y de evaluación de los mismos.

### **Paso 7: Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución**

Una vez desarrolladas las soluciones, hay que proceder a seleccionar una de ellas, para lo que es necesario realizar una evaluación de las propuestas, lo que nos pone en presencia de un problema de decisión multicriterio. La evaluación de los planes alternativos determinará que propuestas ofrecen la mejor distribución en planta. Los métodos más referenciados entre la literatura consultada con este fin se relacionan a continuación:

- a) Comparación de ventajas y desventajas
- b) Análisis de factores ponderados
- c) Comparación de costos

Probablemente el método más fácil de evaluación de los mencionados anteriormente es el de enlistar las ventajas y desventajas que presenten las alternativas de distribución, o sea un sistema de "pros" y "contras". Sin embargo, este método es el menos exacto, por lo que es aplicado en las evaluaciones preliminares o en las fases (I y II) donde los datos no son tan específicos.

Por su parte, el segundo método consiste en la evaluación de las alternativas de distribución con respecto a cierto número de factores previamente definidos y ponderados según la importancia relativa de cada uno sobre el resto, siguiendo para ello una escala que puede variar entre 1-10 o 1-100 puntos. De tal forma se seleccionará la alternativa que tenga la mayor puntuación total. Esto aumenta la objetividad de lo que pudiera ser un proceso muy subjetivo de toma de decisión. Además, ofrece una manera excelente de implicar a la dirección en la selección y ponderación de los factores, y a los supervisores de producción y servicios en la clasificación de las alternativas de cada factor.

El método más substancial para evaluar las Distribuciones de Planta es el de comparar costos. En la mayoría de los casos, si el análisis de costos no es la base principal para

tomar una decisión, se usa para complementar otros métodos de evaluación. Las dos razones principales para efectuar un análisis de costos son: justificar un proyecto en particular y comparar las alternativas propuestas. El preparar un análisis de costos implica considerar los costos totales involucrados o solo aquellos costos que se afectarán por el proyecto.

#### 6.8.1.4. Investigaciones posteriores al S.L.P

La amplia aceptación de la metodología SLP, y la extensión que los tres modelos de distribuciones básicas han tenido, ha sido la causa de que no haya habido posteriores investigaciones de relieve en este contexto.

Sin embargo, esto no es indicativo de que el problema de la distribución en planta haya perdido interés en el ámbito de la ingeniería, sino todo lo contrario; alcanzado un acuerdo prácticamente unánime sobre la metodología a utilizar, los numerosos estudios posteriores en esta área del conocimiento de la gestión de operaciones se han centrado en los dos pasos fundamentales del procedimiento: **la generación y síntesis de alternativas**, a través de los métodos de generación de layouts, y la evaluación y selección de las mismas, por medio del estudio de **las técnicas para la optimización de las soluciones**.

Los métodos de generación de *layouts*, no sólo persiguen la enumeración exhaustiva de todas las soluciones acordes con los requerimientos, sino que cumplen una labor de filtro inicial de las mismas. Muchos son los métodos propuestos y sólo la enumeración de los mismos abarcaría el contenido de una tesis. Por esto, sólo se va a establecer una taxonomía genérica, destacando los autores originales de cada uno de los procedimientos.

Se han establecido tres clasificaciones diferentes:

- Primero, por el carácter de la función objetivo. Destacando, en particular, las técnicas multicriterio, hoy unánimemente aceptadas, pero con formulaciones muy diversas según los autores.
- En segundo lugar, atendiendo a la forma de generar la solución: partiendo de una anterior (métodos de mejora) o creando una posible (métodos de construcción).
- El tercer criterio utilizado para clasificar las metodologías ha sido la manera de ubicar las actividades.

Tres categorías fundamentales se han fijado: los métodos basados en técnicas discretas, los que utilizan una formulación analítica del problema y por último, aquellos que recurren a particionar un dominio inicial, a través de algoritmos de corte.

En la Tabla, se representan dichas clasificaciones, se indican las características diferenciadoras de los métodos y sus autores originales así como la fecha de publicación de los trabajos.

**Tabla 1. Clasificación de los métodos de generación de layouts.** Fuente: En aproximación a Del Río Cidoncha (2003).

Criterios de clasificación	Método	Autor(es) y Año de publicación
SEGÚN EL CARÁCTER DE LA	Tipo Cuantitativo	Armour & Buffa (1963)

FUNCIÓN OBJETIVO			[CRAFT]
	Tipo cualitativo		Muther (1961) [SLP]
	Multicriterio	Aditivo	Rosenblatt, 1979
		No Aditivo	Cano, 1987
SEGÚN LA FORMA DE GENERAR LA SOLUCION	Métodos de construcción		Seehof & Evans (1967) [ALDEP]
	Métodos de mejora		Armour & Buffa (1963) [CRAFT]
	Métodos híbridos		Donaghey & Pire (1990) [BLOCPLAN]
SEGÚN LA TÉCNICA EMPLEADA EN UBICAR LAS ACTIVIDADES	Técnicas discretas		Gilmore (1962)
	Técnicas analíticas		Heragu & Kusiak (1990)
	Técnicas de corte		Stockmeyer (1983)

No menos numerosas que los métodos de generación de *layouts* son las técnicas de selección de soluciones disponibles en la actualidad. Una clasificación de estas técnicas se refleja en la Tabla 1.2, en la que se incluye el origen de la misma y el primero de los autores que la utilizó en la solución de problemas de distribución en planta.

**Tabla 2. Técnicas para la optimización de soluciones.** Fuente: En aproximación a Del Río Cidoncha (2003).

Clasificación	Descripción	Autor(es) y Año de publicación
MÉTODOS EXACTOS	Formulación Matemática	Gilmore (1962)
MÉTODOS GENERALES	Técnicas asistidas por ordenador	Armour & Buffa (1963)
TEORÍA GRAFOS DE	Utiliza grafos planares y duales	Buffa (1955)
SIMULATED ANNEALING	Búsqueda aleatoria dirigida simulando el proceso de enfriamiento del metal	Kirpatrick, Gelatt & Vecchi (1983)
TABU SEARCH	Evaluación de soluciones utilizando condiciones tabú y memoria de operaciones previas	Glover (1989)
ALGORITMOS GENÉTICOS	Teoría de la evolución de Darwin	Tam (1992)

FUZZY LOGIC	Teoría de conjuntos borrosos	Grobelny (1987)
INTELIGENCIA ARTIFICIAL	Emulación por el ordenador del racionamiento humano	Akin (1979)

### Conclusiones

1. Los intentos por establecer una metodología que permitiera afrontar el problema de la distribución en planta de manera ordenada comienzan en la década de los 50 del siglo pasado. Sin embargo, es Muther en 1961, el primero en desarrollar un procedimiento verdaderamente sistemático, el *Systematic Layout Planning* (SLP).
2. El SLP ha sido la metodología más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza.
3. Las propuestas metodológicas precedentes al SLP son simples e incompletas y las desarrolladas con posterioridad son en muchos casos variantes más o menos detalladas de dicho método y no han logrado el grado de aceptación de la de Muther.
4. El SLP reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.
5. La amplia aceptación del SLP, y la extensión que los tres modelos de distribuciones básicas han tenido, ha sido la causa de que no haya habido posteriores investigaciones de relieve en este contexto. Los estudios posteriores, se han centrado en los dos pasos fundamentales del procedimiento: la generación de alternativas de distribución y la evaluación y selección de las mismas.

## 6.9 APLICACIÓN PRÁCTICA

Una vez tomada la decisión de la zona geográfica en la que tras varios estudios se considera adecuada, nos introducimos más a fondo en las posibilidades de esa zona, viendo donde podemos instaurar la fábrica físicamente.

Es algo muy importante, ya que una disponibilidad física no adecuada, podría echar por tierra todo el layout programado.

Por ello se va a hacer de manera lógica, el ver las disponibilidades del polígono, y en función de estas, dimensionar el layout y ver si realmente la ubicación final es la correcta.

En el polígono Tierra Estella los arcos tenemos la siguiente disponibilidad de parcelas:





De las parcelas libres, las de tamaño más grande las descartaremos ya que el precio de compra o alquiler es desproporcionado.

Las parcelas que se acercan a nuestro propósito son las parcelas 1.2, 1.3, 1.4 y la 1.5, que están desocupadas y son superficies de unos 1400 metros cuadrados con dimensiones de 56 metros de largo por 25 metros de ancho, y que se pueden aproximar al propósito del presente proyecto tanto por dimensiones, como por precio de venta o alquiler.

Una vez acotado el termino anterior, para llevar a cabo la distribución en planta de nuestra fábrica vamos a utilizar el método de Muther, el SLP (Systematic Layout Planning).

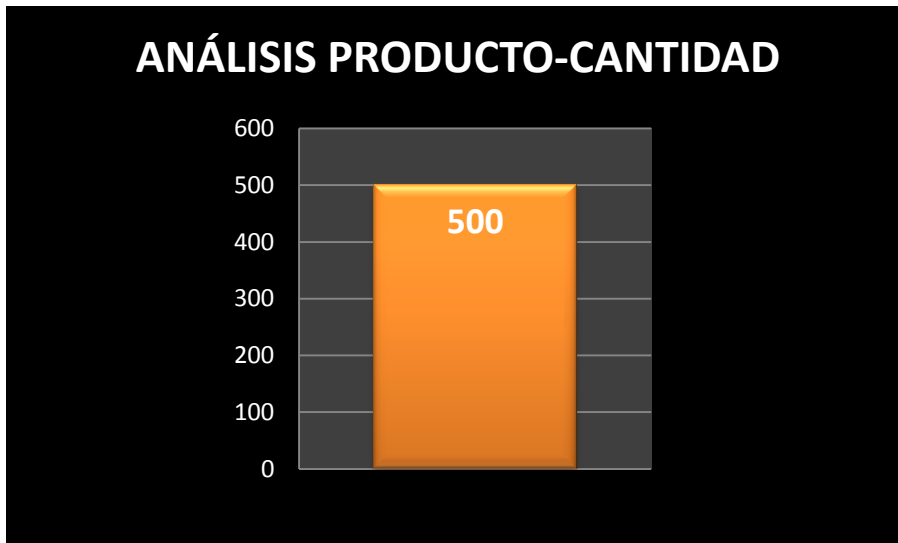
El SLP, que ha sido descrito en profundidad en la teoría, es la metodología más aceptada y la más utilizada para resolver problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos.

### Paso 1: Análisis producto-cantidad

El primer paso para realizar la distribución en planta es conocer que se va a producir y en qué cantidades, para partir de éste análisis determinar el tipo de distribución adecuado.

Muther aconseja elaborar un gráfico que represente en abscisas los diferentes productos a elaborar y en ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos deben ser representados en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida.

En nuestro caso éste paso va a resultar sencillo ya que únicamente vamos a fabricar un producto (moto) a 500 unidades al año, por lo que el gráfico se va a reducir a una sola columna.



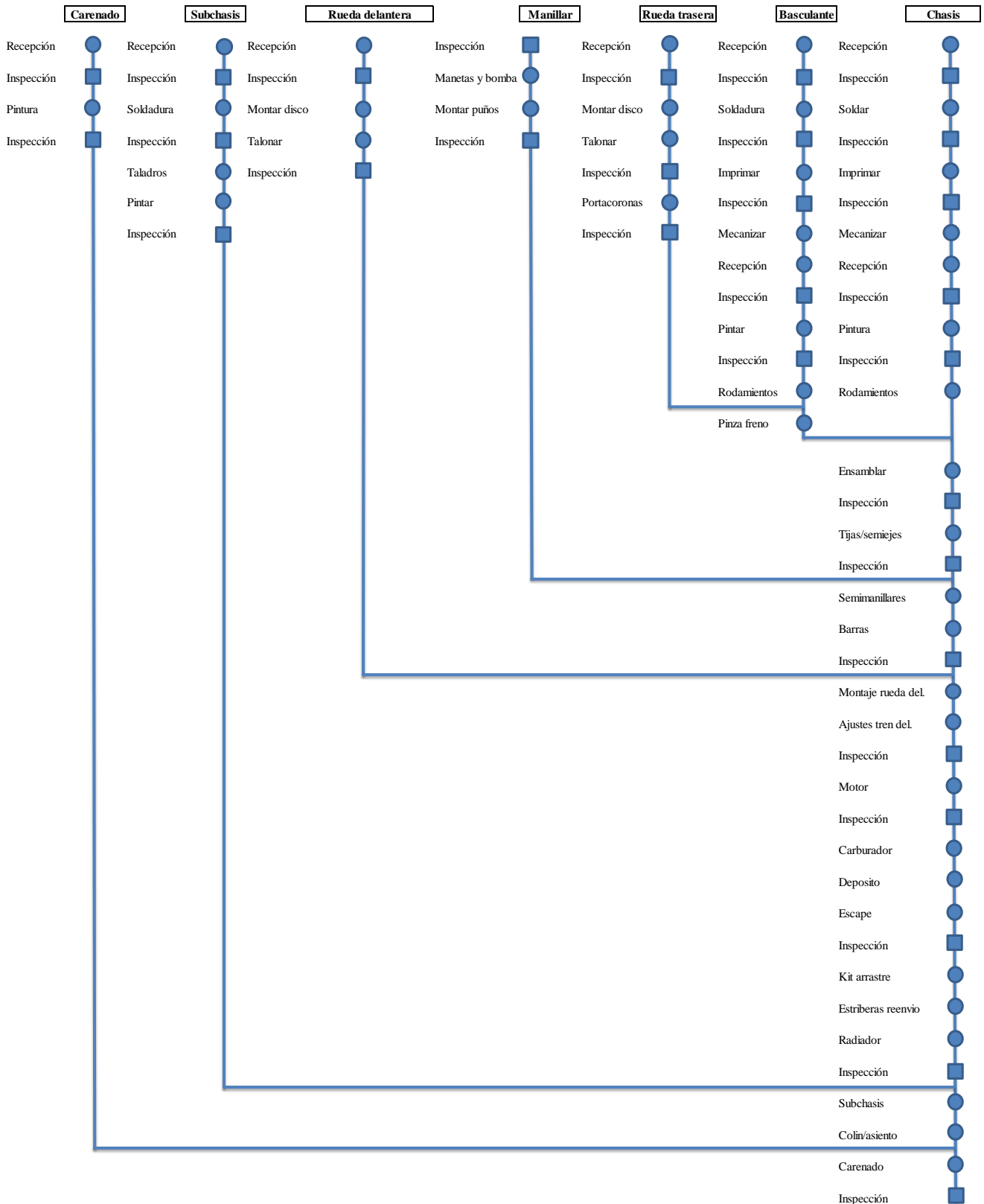
### **Paso 2: Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)**

El objetivo que buscamos en este paso es determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los componentes que formarán la moto por las diferentes operaciones durante su procesado. Para llevar a cabo éste objetivo se ha realizado un cursograma sinóptico y varios analíticos.

No resulta difícil a partir de ellos establecer puestos de trabajo, líneas de montaje principales y secundarias, áreas de almacenamiento, etc.

### **Cursograma sinóptico**

Nos da una idea general de todo el proceso, pero solo teniendo en cuenta las principales operaciones e inspecciones que previsiblemente llevaremos a cabo durante el proceso de fabricación.



Cursograma sinóptico del proceso de montaje

**Cursogramas analíticos**

Tras obtener una visión global, utilizamos los cursogramas analíticos para entrar en mayores detalles analizando cada uno de los procesos por separado. De tal forma que

podamos estudiar además de las operaciones e inspecciones, las esperas, almacenamientos, y transportes.

Los procesos más importantes en la fabricación de la moto a analizar son:

- Soldadura de chasis.
- Soldadura de basculante.
- Soldadura de subchasis.
- Proceso de pintado.
- Montaje de ruedas.
- Montaje de motor.
- Recepción de tubos.

Fecha:
Diagrama hecho por:
Aprobado por:
Proceso:
Inicio diagrama:
Terminación diagrama:



SUMARIO	Actual			Propuesto		
	NVA	SVA	VA	NVA	SVA	VA
Operaciones						
Transporte						
Inspección						
Espera						
Almacenaje						
Distancia (m)						
Tiempo (min/100)						

Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min/100)	VA	SVA	NVA				
				●	●	●	→	■	■	
Coger tubos del almacén	Ir al almacén									
	Coger tubos y pletinas de las estanterías e introducirlos en el contenedor atendiendo a la									
	Trasladar al puesto de soldadura									
Puesto de soldadura	Inspección visual de los tubos y mediante patrón de longitud									
	Colocar tubos en el utillaje									
	Ajustar máquina de soldar, coger herramienta y material necesario y ajustar caudal de gases									
	Puntar chasis									
	Soldar									
Almacenar	Cepillar soldadura									
	Revisión									
	Colocar chasis en carro									
	Trasladar carro al almacén de salida de productos									
	Colocar chasis en el palet									

Cursograma analítico del proceso de soldadura

### Paso 3: Análisis de las relaciones entre actividades

Mediante este paso vamos a plantear el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas.

Tras los estudios realizados hasta el momento decidimos que las principales zonas en las que se a dividir nuestra empresa son:

- Oficinas
- Soldadura
- Montaje
- Pintura
- Talonadora

- Zona de paletizado
- Inspección

Son éstas las que aparecen en la tabla relacional de actividades, donde quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre ellas.

	OFICINAS	PINTURA	SOLDADURA	MONTAJE	TALONADORA	ZONA DE PALETIZADO	ALMACÉN	INSPECCIÓN
OFICINAS		U	U	U	U	O	O	O
PINTURA			U	E	U	A	U	U
SOLDADURA				U	U	E	E	U
MONTAJE					E	U	A	A
TALONADORA						U	I	U
ZONA DE PALETIZADO							U	A
ALMACÉN								A
INSPECCIÓN								

CÓDIGO	RELACIÓN DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

#### Paso 4: Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

Con este grafo intentamos que las zonas con mayor flujo de materiales estén lo más cerca posible y que estén ordenadas de forma similar a como se va fabricando la moto.

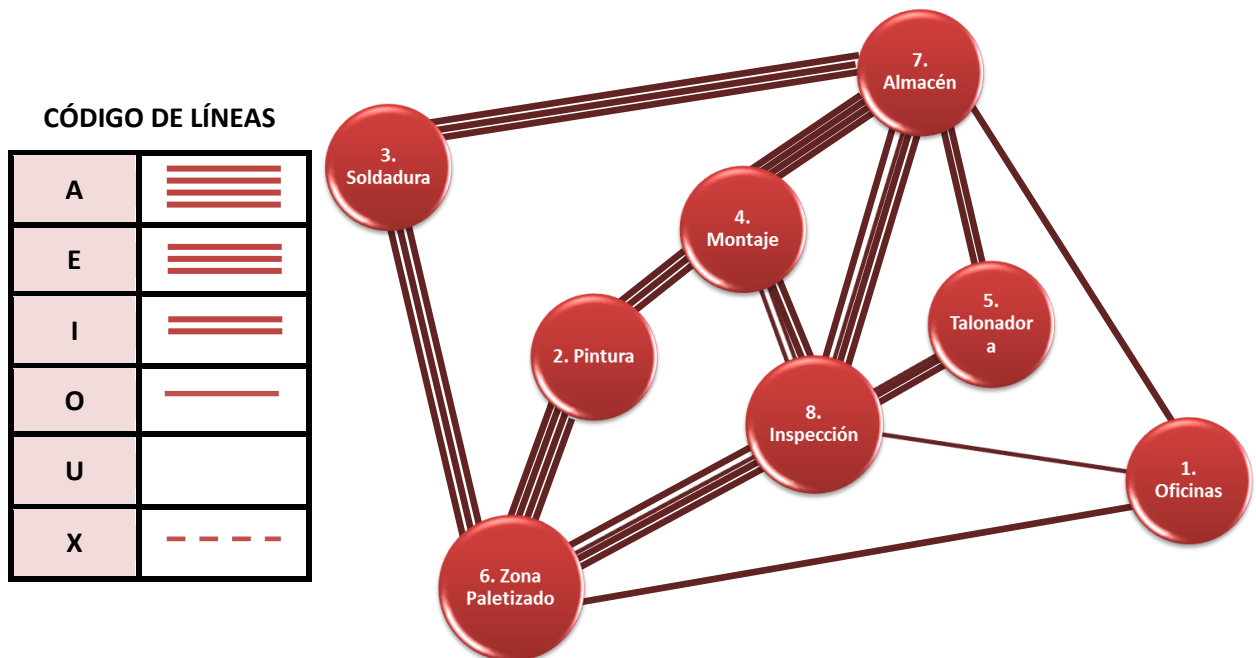


Diagrama relacional de actividades de la empresa



### **Paso 5: Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios**

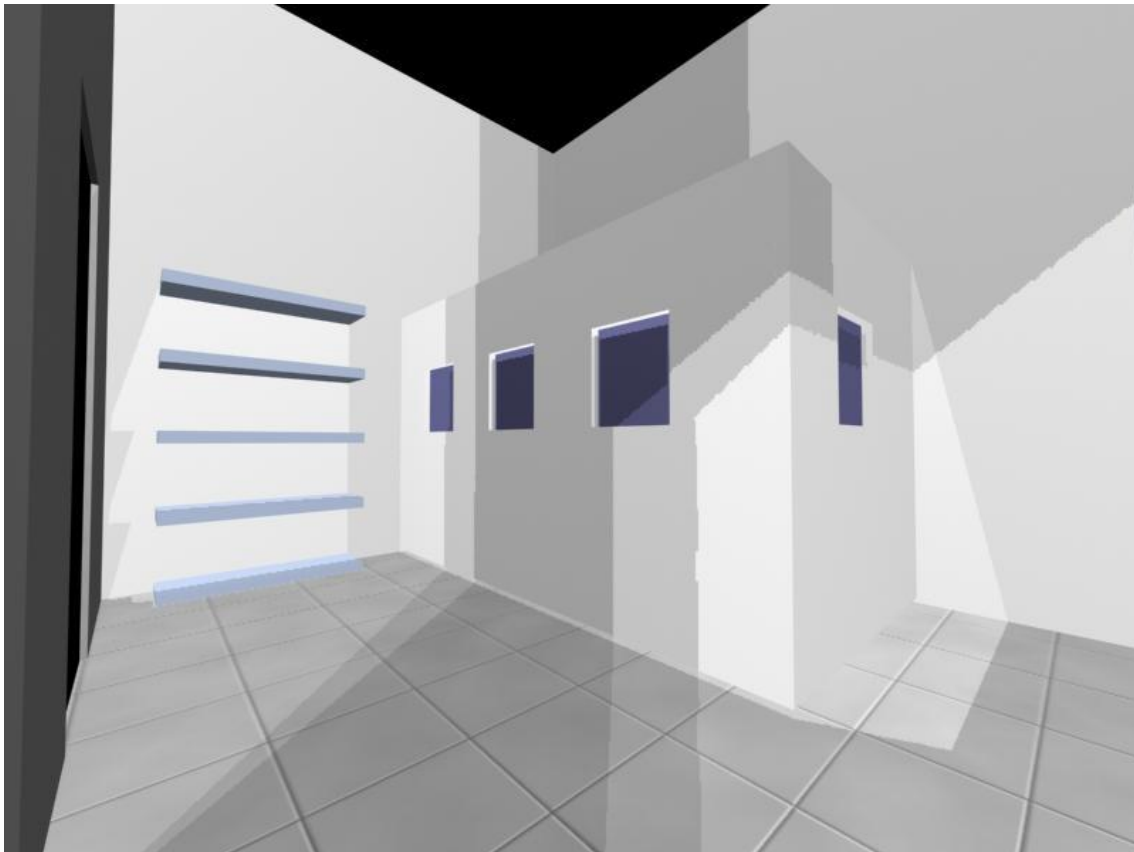
A la hora de dimensionar la planta debemos tener en cuenta que la producción de la fábrica no está supeditada a satisfacer una demanda, sino que, la producción siempre es constante y únicamente de dos motos al día. Es decir, no existe variabilidad en la demanda, por tanto no es necesario aumentar el espacio para ganar flexibilidad en la producción.

#### *Zona de pintura:*

El espacio que va a disponer esta zona está en gran medida al tamaño de la cabina de pintura. Las medidas exteriores totales de la cabina presurizada que vamos a utilizar son de 4.000 mm de largo, 2.080 mm de ancho y 3.500mm de alto.

También es necesario montar una estantería donde almacenar botes de pintura, barniz y catalizador, además de los utensilios indispensables para pintar. Se estima que con una estantería de aproximadamente 2-3 m<sup>2</sup> es suficiente.

Teniendo en cuenta esto, y teniendo la nave construida, se ha decidido tener entre 50 y 55 m<sup>2</sup> de espacio. Nos permitirán tener piezas almacenadas cercanas a la zona y evitar tantos viajes al almacén.



#### *Zona de soldadura:*

Para calcular el área de esta zona vamos a tener en cuenta los siguientes factores:

- El volumen de producción no es elevado, ya que solo se sueldan 3 chasis, 3 basculantes y 3 subchasis diarios.
- No es un proceso automatizado, es más bien artesanal, por tanto la maquinaria utilizada no es de grandes dimensiones. Utilizaremos: 2 fuentes de alimentación, 2 extractores de humos, bombonas de gas y también tendremos en cuenta el espacio ocupado por los utillajes.

Tras estas reflexiones se considera que el área a utilizar por ésta zona se encuentra cerca de los 50 o 55 m<sup>2</sup>.

#### *Zona de talonar:*

En esta zona vamos a necesitar una desmontadora, para el montaje de ruedas, y una estantería para almacenar neumáticos y llantas. Por lo que estimamos que las dimensiones de esta área serán de unos 10 o 12 m<sup>2</sup>.

#### *Zona de montaje:*

Es la zona donde se va a llevar a cabo el montaje final de la moto. En ella se van a montar tres motos al día y para ello debe albergar:

- Un raíl de montaje, en donde se irán montando los componentes a la motocicleta, este se podrá girar 360° para poder poner la motocicleta en la posición deseada. El montaje será realizado por los dos operarios en fases puntuales, como la colocación del motor y componentes pesados o voluminosos.
- Habrá alrededor del raíl de montaje, unas estanterías en donde se almacenarán las componentes necesarias e intercaladas algunas pequeñas mesas para el montaje de rodamientos, y pequeño piccerío añadido.
- Dos carros móviles con las herramientas indispensables para el montaje.
- Una pequeña máquina para soldar.

Teniendo en cuenta esto, y que el número de operarios va a ser dos, se estima un área de 100- 110 m<sup>2</sup> aproximadamente, que será posible configurar a nuestro antojo, y además permitir añadir una línea de montaje paralela en caso de aumentar la producción.

#### *Oficinas:*

Las oficinas van ocupar un espacio de unos 170 o 180 m<sup>2</sup>.

La planta baja, a la misma altura que el resto de la fábrica, va albergar una zona en la que una persona se encargará de labores de secretaría y compras (recepción de pedidos, pago de facturas, organización de calendarios...).

La zona dispondrá de mesas, sillas, ordenadores, y demás mobiliario necesario para albergar un espacio dedicado a labores propias de ingeniería (mejora de prestaciones de la moto, aprovechamiento del espacio y tiempo de la fábrica...).

Tendremos varios departamentos, que estarán interconectados, además de unos vestuarios y una zona de descanso para los trabajadores.

#### *Vestuarios:*

Los vestuarios serán utilizados por los aproximadamente cinco operarios de la fábrica. Los vestuarios están compuestos por dos zonas, departamentos, apartados...en una se situarán los servicios, y en la otra las duchas y taquillas. El espacio del que va a disponer esta zona alcanza unos 25 m<sup>2</sup>.

#### *Zona de Inspección:*

Las inspecciones de los componentes comerciales se realizarán en una zona específica en el almacén.

Tendremos también una zona de inspección entre la zona de paletizado y la de soldadura y pintura para realizar las verificaciones correspondientes después de realizar nuestros procesos. Se estiman de dimensiones en torno a 30 – 35 m<sup>2</sup>.

Finalmente tendremos una última zona al final de la zona de montaje en donde se realizará la puesta a punto de la moto en el banco de pruebas, y las últimas verificaciones de la motocicleta ya terminada.

Por tanto tendremos en estas 3 zonas lo siguiente:

En la zona de inspección del almacén:

- Mesa plana en la que se harán las comprobaciones visuales y geométricas de los componentes. Se estiman que las dimensiones que debe tener es de 2000x600 mm.

En la zona de inspección de soldadura:

- Mesa plana en la que se harán las comprobaciones visuales y geométricas de los tubos, así como las verificaciones después del proceso de soldadura. Se estiman que las dimensiones que debe tener es de 2000x600 mm.

En la zona de inspección de pintura:

- Mesa plana en la que se harán las comprobaciones visuales y geométricas de los chasis, basculantes, así como las verificaciones después del proceso de pintura. Se estiman que las dimensiones que debe tener es de 2000x600 mm.
- Banco de ensayo para la comprobación de rigideces del chasis, de 1000x400 mm aproximadamente.

En la zona de inspección final:

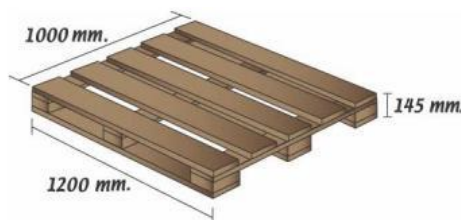
- Banco de pruebas de potencia, de unos 2000x1400 mm.

*Almacén:*

Para dimensionar el almacén se ha tenido en cuenta:

- Los pallets normalizados en los que se transportan las piezas.
- Largo: 1.200 mm Tolerancia: +/- 3mm
- Ancho: 1.000 mm Tolerancia: +/- 3mm
- Altura: 145 mm Tolerancia: +/- 7mm
- 4 Entradas
- Movimientos posibles de materiales
- Zona de paletizado de material en proceso

Las dimensiones rondan entre 140 y 150 m<sup>2</sup>



En una primera aproximación, y a modo de arranque de la fábrica para obtener el menor coste de aprovisionamiento posible se ha realizado un estudio para obtener el lote óptimo de pedido.

Este lote será el máximo stock posible de componentes que podamos tener en la fábrica, y a partir de ahí, comenzaremos a trabajar en función de nuestras necesidades, para tratar de optimizar el montaje y la menor cantidad de material en stock posible para evitar costes de oportunidad o desembolsos económicos grandes.

En la siguiente tabla podemos ver el lote económico de pedido para cada componente:

	DESCRIPCION	POROCESO DE FABRICACION	EMPRESA	DEMANDA ANUAL	COSTES DE PEDIDO	COSTE DE ALMACENAJE (ANUAL)	PRECIO POR UNIDAD	LOTE ECONOMICO DE PEDIDO
CHASIS	TUBOS	CORTE LASER Y PLEGADO	LASER EBRO	500	85,05	30	360,48	53
	PIPA+MOYUS	MICROFUSION	ALFA	500	32,5	12	92,33	52
	CARTELAS+CHAPAS	CORTE LASER Y PLEGADO	LASER EBRO	500	21,5	8,32	63,05	50
MATERIAL								
BASCULANTE	TUBOS	CORTE LASER Y PLEGADO	LASER EBRO	500	62,12	21,5	130,56	53
	COLISOS	MICROFUSION	ALFA	500	21,02	11,21	111,36	43
	CARTELAS+CHAPAS	CORTE LASER Y PLEGADO	LASER EBRO	500	10,52	6,23	16,5	41
MATERIAL								
MOTOR	MOTOR	VARIOS	YAMAHA	500	211,52	52,62	1147,49	63
	INST. ELECTRICA	VARIOS	YAMAHA	500	96,38	21,32	163,25	67
	CARBURADOR	VARIOS	KEHIN	500	120,34	6,38	230,59	137
MATERIAL								
SUSP DELANTERA	BARRAS HORQUILLA	VARIOS	PAIOLI	500	185,02	22,03	137,06	91
	TIJAS (SUP E INF)	MICROFUSION + MECANIZ	ALFA	1000	33,5	14,52	81,5	67
MATERIAL								
SUSP TRASERA	AMORTIGUADOR	VARIOS	SACH	500	32,15	18,5	84	41
	ROKER	MICROFUSION + MECANIZ	ALFA	500	21,02	12,3	96,05	41
	LINKS	MICROFUSION + MECANIZ	ALFA	1000	17,05	9,26	68,56	60
MATERIAL								
FRENOS	DISCO DELANTERO	VARIOS	NG	500	22,5	9,56	69,5	48
	DISCO TRASERO	VARIOS	NG	500	22,5	9,56	47,6	48
	PINZA+ BOMBA DEL	VARIOS	J.JUAN	500	49,5	14,6	132,61	58
	PINZA + BOMBA TRAS	VARIOS	J.JUAN	500	49,5	14,6	123,92	58
MATERIAL								
LLANTAS	DELANTERA	VARIOS	BCN WHEELS	500	116,32	42,32	91,79	52
	TRASERA	VARIOS	BCN WHEELS	500	116,32	42,32	103,6	52
MATERIAL								
RODAMIENTOS	PIPA	VARIOS	FAG	2000	45,32	2,5	37,37	269
	ROKER	VARIOS	FAG	1500	16,63	1,5	18,51	182
	LINKS	VARIOS	FAG	1000	14,21	0,9	12,62	177
MATERIAL								
SUBCHASIS	CORTE CUADRADO	CORTE LASER Y	LASER EBRO	500	11,6	12	26,85	31

		PLEGADO						
	OREJETAS	CORTE LASER Y PLEGADO	LASER EBRO	500	6,32	0,5	6,36	<b>112</b>
<b>MATERIAL</b>								
CARENADO	FRONTAL	VARIOS	FONTAN	500	99,36	62,6	121,3	<b>39</b>
	COLIN	VARIOS	FONTAN	500	63,5	56,3	87,5	<b>33</b>
	FUNDA DEPOSITO	VARIOS	FONTAN	500	58,3	54,21	63,5	<b>32</b>
<b>MATERIAL</b>								
DEPOSITO GASOLINA	CHAPA	CORTE LASER Y PLEGADO	LASER EBRO	500	30	25,3	52,32	<b>34</b>
	VALVULAS+TAPON	VARIOS	OLEA	500	12,36	11,32	11,05	<b>33</b>
<b>MATERIAL</b>								
TORNILLERIA	TODOS	VARIOS	ERRAZKIN ESTELLA	0	0	0	0	<b>0,00</b>
<b>MATERIAL</b>								
EJES	DELANTERO	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	19,21	<b>96</b>
	TRASERO	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	19,21	<b>96</b>
	MOTOR DELANTERO	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	13,63	<b>96</b>
	MOTOR TRASERO	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	14,36	<b>96</b>
	BASCULANTE	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	13,63	<b>96</b>
	ROKER	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	0,2	7,95	<b>216</b>
	LINKS	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	0,2	14,66	<b>216</b>
	SEMIEJE SUP	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	32,62	<b>96</b>
	SEMIEJE INF	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	32,62	<b>96</b>
	TAPA SUP	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	52,36	<b>96</b>
	TAPA INF	MECANIZADO	MEC. NAVARRA	500	9,36	1	52,36	<b>96</b>
<b>MATERIAL</b>								
VARIOS	SEMIMANILLARES	COMERCIAL	YAMAHA	1000	36,5	3,26	22,36	<b>149</b>
	AIRBOX	VARIOS	FONTAN	500	44,62	56,32	99,23	<b>28</b>
	DISPLAY	COMERCIAL	MRD	500	36,3	4,36	79,5	<b>91</b>
	PUÑO GAS	COMERCIAL	DOMINO	500	14,26	2,36	12,37	<b>77</b>
	PUÑOS	COMERCIAL	PROGRIP	500	15,32	3,5	8,68	<b>66</b>
	KIT ARRASTRE	COMERCIAL	IRIS	500	36,3	4,96	63,5	<b>85</b>
	ESTRIBERAS	COMERCIAL	SCM	500	65,3	5,21	96,32	<b>111</b>
	ESCAPE	COMERCIAL	LEOVINCE	500	89,36	22,36	111,75	<b>63</b>
	COLECTOR ESCAPE	CORTE Y PLEGADO	ALCAME	500	32,3	22,36	49,99	<b>38</b>
	RADIADOR	COMERCIAL	CAGIVA	500	98,5	48,76	123,65	<b>44</b>
<b>MATERIAL</b>								

En un estudio general de las piezas más voluminosas, y teniendo en cuenta sus dimensiones y las necesidades brutas de cada pieza a pedir para el primer pedido se han podido estimar las dimensiones del almacén.

Se ha creído oportuno un almacén de 150 m<sup>2</sup> ya que la cantidad de piezas a pedir y llegar en días similares ocupan una gran cantidad de espacio.

**Motores:**

Vamos a realizar un pedido inicial de motores de 63.

Se estima que vendrán en dos pallets, y se colocarán en el almacén para poder ir examinándolos uno a uno según las fichas técnicas del test plan componentes.

**Escapes:**

El pedido de tubos de escape es de 63 al mes. Nos llegarán 63 silenciosos y los colectores vendrán 38.

**Neumáticos/Llantas:**

El número de llantas y neumáticos a pedir será de 52, y por tanto para los neumáticos y las llantas vamos a utilizar un tipo de estantería muy comúnmente utilizada en talleres de vulcanizados, de fabricación muy sencilla construida con perfiles y baldas metálicas.



*Estantería para colocar llantas y neumáticos*

**Tubos del Chasis y del Basculante:**

El número de conjuntos de tubos que serán pedidos tanto para chasis como para basculantes serán de 53.

Para almacenar dichos tubos, será necesario colocarlos en las estanterías de la zona de inspección, en un lado los del chasis y en otro los del basculante, quedando así únicamente en las estanterías tubos revisados y garantizados. El material restante si no ha sido posible revisar se guardará en el almacén.

**Amortiguador trasero:**



Se va a realizar un pedido de 41, se revisarán los componentes y se dejarán en el almacén para ir suministrando paulatinamente a las estanterías de montaje.

**Radiador:**

Se van a pedir 44 radiadores de cagiva mito 125, cada uno de ellos vendrá en su respectiva caja, con sus accesorios como tapón, sobrante...

**Suspensión delantera:**

Se van a pedir 91 suspensiones delanteras, que vendrán almacenadas en cajas

**Piecerío:**

El piecerío será almacenado en estanterías de fondo plano, de las que se servirán componentes a la línea de montaje una vez revisados.

El piecerío se compone de elementos como el kit de arrastre, tornillería, casquillos, semimanillares, etc.

**Microfusión:**

Dentro del almacén va a existir una estantería dedicada a almacenar las piezas que se van a mandar a fabricar por microfusión. Éstas son:

ACERO F125	AL 6083
Conjunto pipa-moyús	Tija superior
Rocker	Tija inferior
Lincks	Soporte pinza de freno delantera
Puntas del basculante	Soporte pinza de freno trasera
Soporte amortiguador trasero	Tensores traseros cadena

Además de las estanterías en las que almacenamos los componentes anteriores, habilitaremos una zona dentro del almacén donde el encargado de recepción de pedidos realice las inspecciones pertinentes, y así asegurar que las piezas son aptas para el proceso de montaje.

Con el fin de realizar estas comprobaciones se ha habilitado una zona a la entrada del almacén.



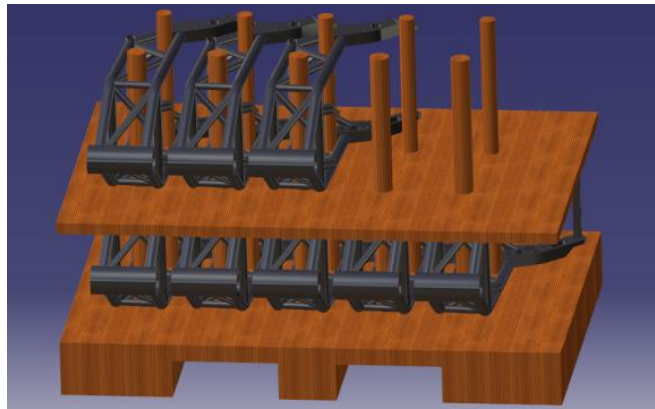
*Fotografía ejemplo de almacén y su distribución*

En la zona de paletizado vamos a encontrar los carenados, los chasis, y los basculantes. Estos dos últimos componentes los vamos a encontrar en dos fases de su proceso de fabricación, soldados esperando salir a mecanizar, y mecanizados preparados para pintar.

Los carenados se van a almacenar en dos estanterías, una para los pintados, y la otra será para los ya terminados en la zona del montaje. Se van a pedir 39 carenados inicialmente.

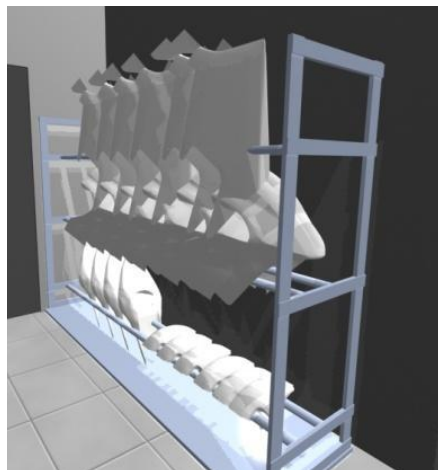


A parte de estas dos estanterías vamos a colocar dos tipos de pallets específicos. Uno específico para 15 chasis (de 1400x1400 mm), y otro para diez basculantes (1400x1400 mm).



Tendremos una zona de piezas soldadas y otra de mecanizadas, con un pallet de cada tipo en cada una de ellas.

Tras éstas consideraciones obtenemos una zona de paletizado de unos 25 metros aproximadamente.



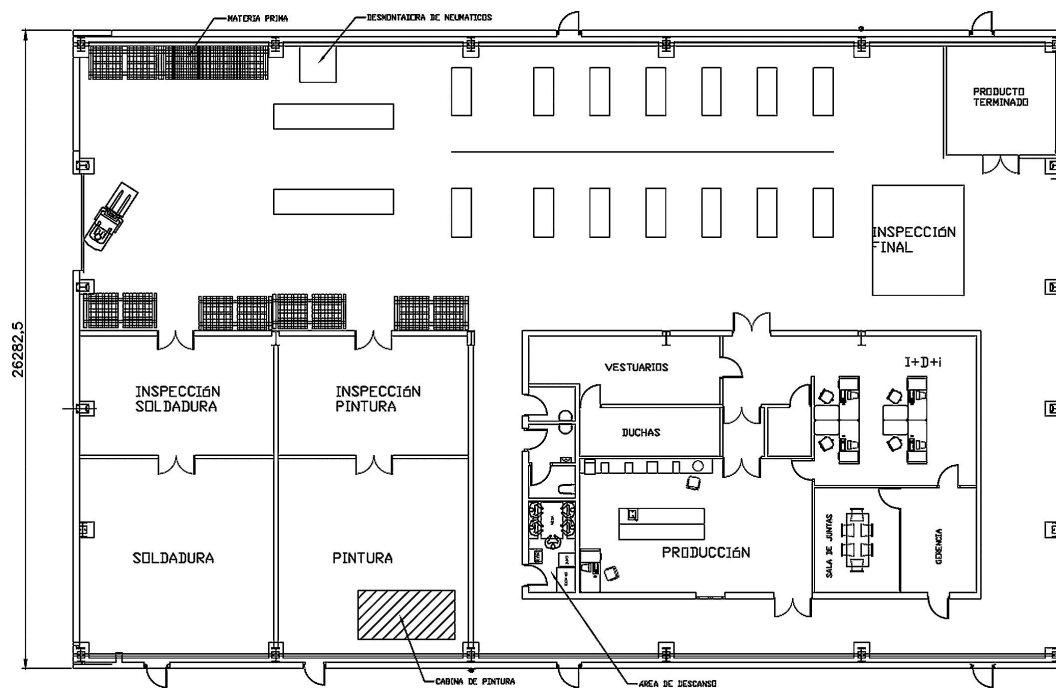
*Estanterías carenados*



Vista ejemplo de los tipos de pallets

### Paso 6: Solución adoptada

Tras el estudio realizado a lo largo de estos 6 pasos se ha realizado la siguiente solución para la distribución en planta. Ver el apartado de planos para consultar planos de la nave.



## 7. GESTIÓN Y PROCESOS DE FABRICACIÓN

### 7.1 LA GESTIÓN POR PROCESOS

El enfoque basado en los procesos es un principio básico para la obtención de resultados en las organizaciones y como tal se recoge tanto en la serie de normas ISO 9000 del 2000, como en el modelo EFQM. La normativa ISO 9000 al presentar los principios de Gestión de la Calidad, establece como uno de ellos el enfoque basado en procesos. Dicho principio indica que un resultado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso. Por su parte el modelo EFQM tiene el criterio Procesos como uno de sus cinco criterios agentes o facilitadores (criterio 5). En el mismo se considera aquello que una organización hace para diseñar, gestionar y mejorar sus procesos para apoyar su política y estrategia, y para satisfacer plenamente, generando cada vez mayor valor, a sus clientes y otros grupos de interés. El hecho de que las actuaciones necesarias para dotar de un enfoque basado en los procesos a un Sistema de Gestión de la Calidad conforme requiere la norma ISO 9000:2000 encajen en el marco de los criterios y subcriterios propuestos por el modelo EFQM permite llevar a cabo un planteamiento común para implantar este enfoque en el contexto de ambas referencias.

*¿Qué debemos conseguir con la Gestión por Procesos?*

El objetivo es que los procesos:

- Estén bajo control
- Sean competitivos (en calidad y eficiencia)
- Sean capaces de reaccionar rápidamente ante los cambios
- Sean capaces de mejorar continuamente

Tradicionalmente las organizaciones se han estructurado sobre la base de departamentos funcionales que dificultan la orientación hacia el cliente. La Gestión por Procesos percibe la organización como un sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente. Supone una visión alternativa a la tradicional, caracterizada por estructuras organizativas de corte jerárquico-funcional que en buena medida dificulta la orientación de las empresas hacia el cliente. No obstante, la Gestión por Procesos coexiste con la administración funcional, asignando propietarios a los procesos clave, haciendo posible una gestión interfuncional generadora de valor para el cliente y que, por tanto, procura su satisfacción. Determina qué procesos necesitan ser mejorados o rediseñados, establece prioridades y provee de un contexto para iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar objetivos establecidos. Hace posible la comprensión del modo en que están configurados los procesos de negocio, de sus fortalezas y debilidades.

#### 7.1.1. ¿Qué es un proceso?

Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de uno o más inputs (entradas) los transforma, generando un output (resultado).

Las actividades de cualquier organización pueden ser concebidas como integrantes de un proceso determinado. Los procesos tradicionalmente más analizados son los industriales, pero la actividad diaria de cualquier organización está basada en los procesos que allí se realizan. De esta manera, cuando un cliente entra en un comercio para efectuar una compra, cuando se solicita una licencia de obras en un ayuntamiento, cuando un alumno se matricula en una Universidad, o cuando se inscribe a un recién nacido en el registro civil, se están activando procesos cuyos resultados deberán ir encaminados a satisfacer a los clientes. Desde este punto de vista, una organización cualquiera puede ser considerada como un sistema de procesos, más o menos relacionados entre sí, en los que buena parte de los inputs serán generados por proveedores internos, y cuyos resultados irán frecuentemente dirigidos hacia clientes también internos.

### 7.1.2. La gestión por procesos: ¿cómo abordarla?

Las fases para implantar la gestión por procesos en cualquier organización son tres:

1. La identificación y secuenciación de los procesos.
2. La descripción de cada uno de los procesos.
3. El seguimiento, la medición de los resultados y la mejora.

#### 7.1.2.1. Identificación de procesos: el mapa de procesos

El primer paso para adoptar un enfoque basado en procesos es precisamente reflexionar acerca de los procesos que estamos llevando a cabo en la organización.

No existe una norma estándar para realizar esta identificación, sino que cada organización debe efectuar un análisis propio y diferenciado. Hay que tener en cuenta que normalmente los procesos ya existen en una organización, se trata por tanto de analizar qué procesos son lo suficientemente significativos como para que deban formar parte de la estructura de procesos, y en qué nivel de detalle.

El mapa de procesos es la representación gráfica de la estructura de los procesos que conforman el sistema de gestión. Es la forma más representativa de reflejar los procesos identificados y sus interrelaciones. Para realizar el mapa de procesos se clasifican los procesos según algún criterio predeterminado. La clasificación o tipología más utilizada distingue tres tipos de proceso:

- *Procesos estratégicos* son los que están vinculados al ámbito de las responsabilidades de la dirección y más a largo plazo (procesos de planificación y otros ligados a factores estratégicos).
- *Procesos operativos o clave* son los ligados directamente con la realización del producto o prestación del servicio (procesos de línea). Los resultados de estos procesos están orientados directamente al cliente.
- *Procesos de apoyo* son aquellos que dan soporte a los procesos operativos.

Para establecer adecuadamente las interrelaciones entre los procesos es fundamental reflexionar acerca de qué salidas produce cada proceso y hacia quién van; qué entradas necesita el proceso y de donde vienen, y qué recursos consume el proceso y de dónde proceden.

En función del tamaño de la organización y/o de la complejidad de las actividades se podrían plantear mapas de procesos en cascada. De todas formas, debe tenerse cuidado



de no complicar excesivamente la representación y hay que buscar el equilibrio entre la facilidad de interpretación y el contenido de la información. Hay que tener siempre muy en cuenta que el mapa de procesos es un medio, nunca un fin en sí mismo.

### 7.1.2.2 La descripción de los procesos

La descripción de un proceso se centra en las actividades que se realizan en el mismo así como en todas aquellas características relevantes que permitan su control y gestión. Dos son las herramientas que se utilizan para una mejor descripción de los procesos: el diagrama de proceso y la ficha de proceso.

El *diagrama de proceso o diagrama de flujo* tiene como fin la representación de las actividades que conforman un proceso de manera gráfica e interrelacionada. Mediante el diagrama se facilita la interpretación del proceso ya que se permite una percepción visual del flujo, la secuencia de actividades, las entradas y salidas y, por tanto, los límites del proceso. También debería recogerse la vinculación de las actividades con los responsables de ejecución, por lo que normalmente se crea una columna en la que aparecen los responsables mientras que en otra columna aparecen las actividades. Para representar procesos no existe una norma general aunque sí existe normativa que regula la representación de procesos específicos (por ejemplo, para los procesos industriales se regula en la norma UNE-EN-ISO 10628:2001). No obstante existen unos símbolos que están siendo adaptados por la mayor parte de las organizaciones para representar sus procesos.

La *ficha de proceso* es un soporte de información adicional al diagrama de proceso que pretende recoger toda la información relevante para la gestión del mismo. La información que puede ser incluida en una ficha de proceso se detalla a continuación:

- *Misión u objeto:* Hay que preguntarse, ¿cuál es la razón de ser del proceso?, ¿para qué existe el proceso?
- *Propietario del proceso:* Es la persona formalmente identificada para asumir la responsabilidad global de un proceso. Es el máximo responsable de la consecución de los objetivos del proceso. Debe tener capacidad de actuar y de liderar el proceso para implicar y movilizar a los actores del mismo.
- *Límites del proceso:* Están marcados por las entradas y las salidas así como por los proveedores (quienes dan las entradas) y clientes (quienes reciben las salidas).
- *Alcance del proceso:* Debe establecerse la primera actividad (desde) y la última actividad del proceso (hasta).
- *Actividades:* Se trata de describir las actividades que componen el proceso.
- *Indicadores:* Valores de diferentes resultados que permiten hacer una medición y control de cómo el proceso se orienta hacia la consecución de los objetivos y evaluar así la eficacia del proceso.
- *Funciones:* Se deben incluir en esta parte las funciones implicadas.
- *Documentación y/o registros:* Se puede hacer referencia en la ficha a aquellos documentos o registros vinculados al proceso.

### 7.1.2.3 El seguimiento, la medición de resultados y la mejora



Resulta obvio que realizar una buena identificación y descripción de los procesos que se llevan a cabo en la organización no es suficiente para gestionar los mismos. Es preciso conocer cómo van evolucionando los procesos, es decir establecer un adecuado seguimiento y control. Para ello es importante disponer de indicadores que nos van a permitir medir dicha evolución y tras su análisis establecer las acciones de mejora pertinentes.

Los indicadores constituyen por tanto un elemento clave para una adecuada gestión por procesos. Para que los indicadores resulten eficaces han de tener una serie de características:

- *Orientados hacia los resultados:* Los indicadores han de determinarse una vez estén claros los tipos de resultados que se quieren medir.
- *Medibles:* Los indicadores cuantitativos permiten establecer las comparaciones para seguir la evolución de los resultados de un proceso.
- *Sencillos:* Han de ser concretos, comprensibles y además deben resultar fáciles de calcular. El esfuerzo para obtener la información necesaria para su cálculo ha de ser mínimo.
- *Pocos:* Cuanto menor sea el número de indicadores establecidos para controlar un proceso el esfuerzo se reduce considerablemente, eso sí, deben ser capaces de mostrar los resultados de interés.
- *Fiabiles:* Debe asegurarse periódicamente que los indicadores miden realmente lo que queremos medir.

Para el control de los procesos podemos apoyarnos en alguna herramienta. Así, para el caso de procesos repetitivos, puede utilizarse el control estadístico de procesos que nos permite el seguimiento sobre la variabilidad del mismo. Cuando se trata de procesos singulares (por ejemplo proyectos de construcción) el diagrama de Gantt resulta muy útil para controlar el cumplimiento de los plazos e hitos marcados en el proyecto.

Del seguimiento de los procesos obtendremos datos que nos van a permitir determinar cuáles son los resultados que no se alcanzan así como oportunidades de mejora existentes aunque los resultados se hayan alcanzado. Existen múltiples metodologías, todas ellas muy parecidas, que pueden utilizarse para abordar la mejora de un proceso. Entre ellas cabe destacar la metodología de Juran; el ciclo PDCA para la mejora continua o la metodología Sd utilizada en Ford. Básicamente, el esquema que se plantea en todas ellas para acometer una mejora es el siguiente:

1. Identificar los problemas u oportunidades de mejora, para lo cual el análisis de los indicadores establecidos resulta crucial.
2. Establecer los recursos necesarios para abordar la mejora. Esto significa asignar a una persona o grupo de personas para que lleven a cabo la mejora, aportando los recursos suficientes (tiempo, dinero etc.).
3. Analizar el problema, determinar las causas, plantear posibles soluciones alternativas y escoger una de ellas, planificando su implantación.
4. Implantar la solución adoptada.
5. Comprobar los resultados obtenidos y sistematizar la solución.

Para que en una organización se pueda implantar correctamente la gestión por procesos, se precisa, en primer lugar y como siempre que se plantea un cambio, la implicación del equipo directivo. Además deben establecerse mecanismos para potenciar la implicación de los empleados, para lo cual es importante adoptar algún sistema de reconocimiento. Asimismo, resulta fundamental la labor de formación en temas de funcionamiento de equipos, gestión por procesos y utilización de herramientas y técnicas para la mejora.

### 7.1.3 La gestión por procesos en nuestra fábrica

#### *Identificación de procesos*

Como ya hemos explicado en la teoría vamos a utilizar un mapa de procesos, que se expone a continuación.

#### *Descripción de los procesos*

Hemos utilizado dos herramientas para la descripción de los procesos, ambas han sido explicadas con anterioridad.

Los diagramas de flujo o cursogramas analíticos expuestos con anterioridad, han sido utilizados para definir la distribución en planta. Por otro lado, las fichas de proceso, que han sido desarrolladas para las actividades más importantes de la empresa, se pueden ver después del mapa de procesos y se refieren a:

- Soldadura Chasis
- Soldadura Basculante
- Pintado chasis, basculante, y carenado
- Montaje basculante
- Montaje ruedas

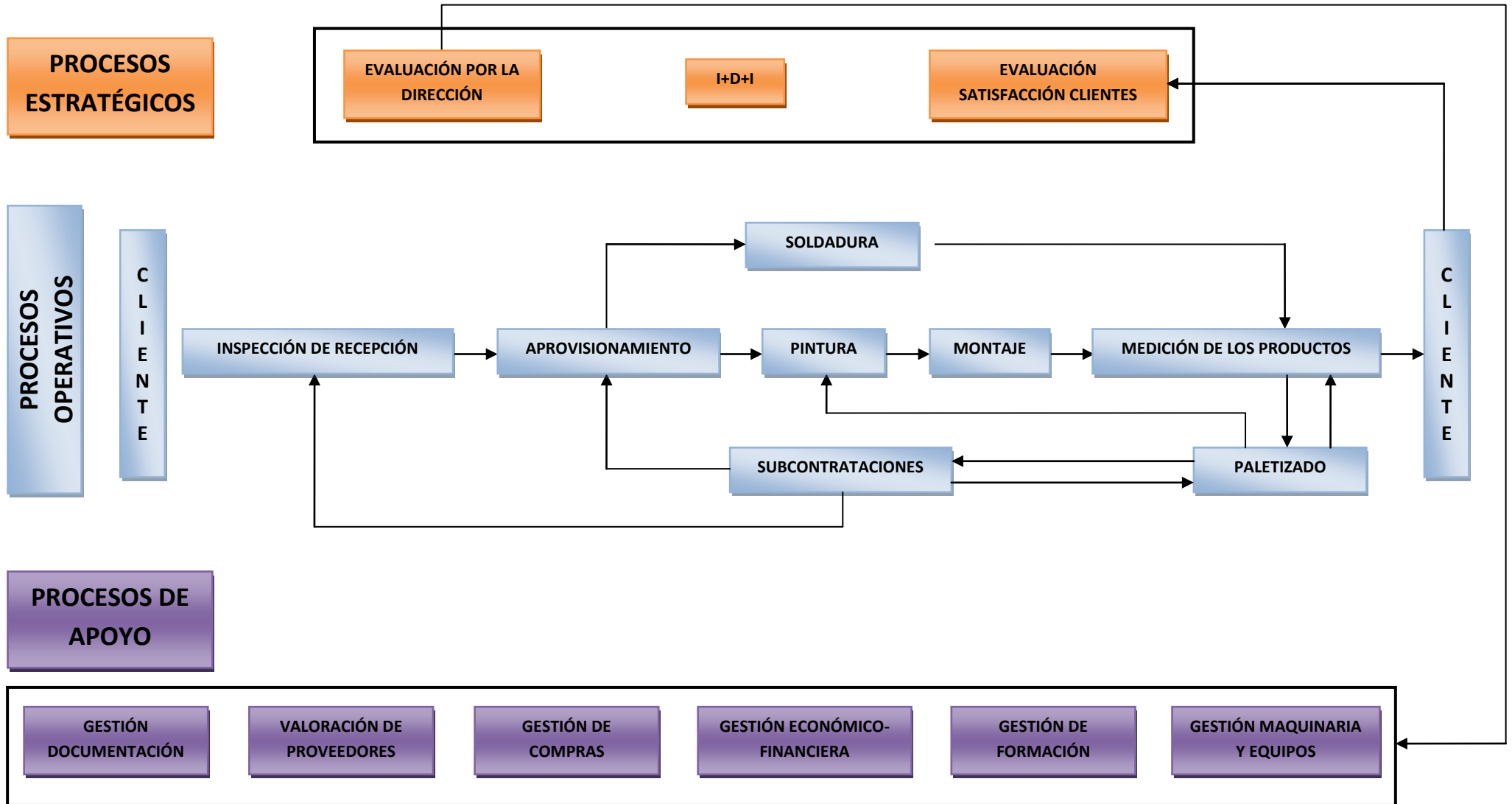
#### *El seguimiento, la medición de resultados y la mejora*

La última fase para implantar la gestión por procesos, no es posible realizarla, ya que la empresa aún no está en funcionamiento.

Solamente podemos realizar unas tablas, para poder ver nuestros indicadores, y ver de qué manera evoluciona nuestro proceso, poniendo así unos límites al defectivo que generemos durante este.

INDICADOR	FORMA DE CALCULO	FRECUENCIA DE SEGUIMIENTO Y/O DIRECCIÓN	OBJETIVO
%DEFECTOS	(DEFECTUOSAS/FABRICADAS)*100	SEMANAL	3%
RELACIÓN DE AVERÍAS	Nº AVERIAS/MES	SEMANAL	0
PARADAS MENSUALES POR AVERÍAS	PARADAS/MES	SEMANAL	0
MATERIAL APORTACIÓN MES	Nº VARILLAS MES	SEMANAL	0
ARGÓN EMPLEADO MES		MENSUAL	

**MAPA DE PROCESOS**



## HOJAS DE PROCESO

### SOLDADURA CHASIS

PROCESO		SUBPROCESO
<b>SOLDADURA CHASIS</b>		
<b>PROPIETARIO</b>	<b>TIPO PROCESO</b>	<b>CÓDIGO</b>
SOLDADOR CHASIS	CLAVE	
<b>DESDE</b>		<b>HASTA</b>
COGER TUBOS		TRANSPORTE CHASIS HASTA ZONA DE PALETIZADO
<b>MISIÓN</b>		
Unión de los tubos del chasis con aporte de material		
<b>ENTRADAS / INICIO</b>		<b>SALIDAS / FIN</b>
INS- Instrucciones soldadura INS- Cursograma sinóptico Tubos cortados y plegados correctamente Utillaje OK		Chasis soldado Notificación de trabajo realizado Parte de trabajo
<b>PROVEEDORES</b>		<b>CLIENTES</b>
-Laser Ebro -Plan de control		-Empresa de mecanizado -Calidad -Producción
<b>FUNCIONES QUE PARTICIPAN</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PUESTA APUNTO DEL UTILLAJE</li> <li>- VERIFICACIÓN DE TUBOS CON PATRONES Y COTAS</li> <li>- VERIFICACIÓN DE COTAS CRITICAS</li> <li>- REALIZACIÓN DEL CHASIS Y PALETIZADO</li> <li>- CONTEO DE LOS CHASIS QUE SE REALIZAN</li> <li>- RELLENAR PARTE DE TRABAJO</li> </ul>		
<b>ACTIVIDADES</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toma de tubos</li> <li>-Puesta a punto maquinaria</li> <li>-Notificación averías e incidencias</li> <li>-Identificación de producto en proceso y verificaciones realizadas</li> <li>- Paletizar</li> <li>- Rellenar parte de trabajo</li> </ul>		
<b>SUBPROCESOS / PROCEDIMIENTOS</b>		
INST-CURSOGRAMA ANALÍTICO INS-HOJAS INSTRUCCIÓN SOLDADURA PRO-PRODUCTO NO CONFORME INS-PUESTA APUNTO		

## SOLDADURA BASCULANTE

PROCESO		SUBPROCESO
<b>SOLDADURA BASCULANTE</b>		
PROPIETARIO	TIPO PROCESO	CÓDIGO
SOLDADOR BASCULANTE	CLAVE	
DESDE		HASTA
COGER TUBOS		TRANSPORTE BASCULANTE A LA ZONA DE PALETIZADO
MISIÓN		
<b>Unión de los tubos del basculante con aporte de material</b>		
ENTRADAS / INICIO		SALIDAS / FIN
INS- Instrucciones soldadura INS- Cursograma sinóptico Tubos cortados y plegados correctamente Utillaje OK		-Basculante soldado -Notificación de trabajo realizado -Parte de trabajo
PROVEEDORES		CLIENTES
-Laser Ebro -Plan de control		-Empresa de mecanizado -Calidad -Producción
FUNCIONES QUE PARTICIPAN		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- PUESTA APUNTO DEL UTILLAJE</li> <li>- VERIFICACIÓN DE TUBOS CON PATRONES Y COTAS</li> <li>- VERIFICACIÓN DE COTAS CRITICAS</li> <li>- REALIZACIÓN DEL CHASIS Y PALETIZADO</li> <li>- CONTEO DE LOS CHASIS QUE SE REALIZAN</li> <li>- RELLENAR PARTE DE TRABAJO</li> </ul>		
ACTIVIDADES		
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Toma de tubos</li> <li>-Puesta a punto maquinaria</li> <li>-Notificación averías e incidencias</li> <li>-Identificación de producto en proceso y verificaciones realizadas</li> <li>- Paletizar</li> <li>- Rellenar parte de trabajo</li> </ul>		
SUBPROCESOS / PROCEDIMIENTOS		
INST-CURSOGRAMA ANALÍTICO INS-HOJAS INSTRUCCIÓN SOLDADURA PRO-PRODUCTO NO CONFORME INS-PUESTA APUNTO		

**PINTADO DE CHASIS, BASCULANTE, SUBCHASIS**

PROCESO		SUBPROCESO
<b>PINTADO DE CHASIS, BASCULANTE, SUBCHASIS</b>		
<b>PROPIETARIO</b>	<b>TIPO PROCESO</b>	<b>CÓDIGO</b>
PINTOR	CLAVE	
<b>DESDE</b>		<b>HASTA</b>
COGER EL CHASIS, BASCULANTE O SUBCHASIS MECANIZADOS DE LA ZONA DE PALETIZADO		COLOCAR CHASIS, BASCULANTE Y SUBCHASIS EN LAS ESTANTERÍAS DE LA ZONA DE MONTAJE
<b>MISIÓN</b>		
<b>Proceso de pintado de chasis, basculante y subchasis, en cabina de pintura mediante pulverizado de pintura.</b>		
<b>ENTRADAS / INICIO</b>		<b>SALIDAS / FIN</b>
INS- Instrucciones test plan chasis-basculante INS- Cursograma sinóptico Componente verificado en perfecto estado		-Chasis, basculante, subchasis pintado -Notificación de trabajo realizado -Parte de trabajo
<b>PROVEEDORES</b>		<b>CLIENTES</b>
-Empresa de productos de pintura y accesorios -Mecanizador		Cliente interno PRODUCCIÓN (Montaje)
<b>FUNCIONES QUE PARTICIPAN</b>		
-VERIFICAR ESTADO COMPONENTE MECANIZADO - PUESTA APUNTO DE LOS PARÁMETROS DE PINTADO DE LA CABINA - MANTENIMIENTO DE LA CABINA		
<b>ACTIVIDADES</b>		
-Coger componente y verificarlo según test plan chasis basculante -Colocar tapones zonas mecanizadas - Preparación de la pintura y sus catalizadores - Realizar pruebas de pulverizado - Proceder al pintado y secado -Proceder al barnizado -Verificar pintado - Colocar en montaje -Rellenar parte de trabajo		
<b>SUBPROCESOS / PROCEDIMIENTOS</b>		
INST-CURSOGRAMA ANALÍTICO INS-HOJAS INSTRUCCIÓN SOLDADURA PRO-PRODUCTO NO CONFORME INS-PUESTA APUNTO		



**MONTAJE DE BASCULANTE**

PROCESO		SUBPROCESO
<b>MONTAJE BASCULANTE</b>		
<b>PROPIETARIO</b>	<b>TIPO PROCESO</b>	<b>CÓDIGO</b>
MONTADOR	CLAVE	
<b>DESDE</b>		<b>HASTA</b>
COGER BASCULANTE DE LA ESTANTERÍA		MONTAJE COMPONENTE SIGUIENTE
<b>MISIÓN</b>		
<b>Proceso de montaje del basculante en el chasis</b>		
<b>ENTRADAS / INICIO</b>		<b>SALIDAS / FIN</b>
INS- Instrucciones test plan chasis-basculante. INS- Cursograma sinóptico Componente verificado en perfecto estado		-Basculante integrado en la motocicleta
<b>PROVEEDORES</b>		<b>CLIENTES</b>
-Pintura		-Inspección final -Clientes pilotos
<b>FUNCIONES QUE PARTICIPAN</b>		
-VERIFICAR ESTADO COMPONENTE -MONTAJE COMPONENTE -INSPECCIÓN DE MONTAJE -RELLENAR PARTE DE TRABAJO		
<b>ACTIVIDADES</b>		
-Coger basculante de la estantería -Coger piecerío necesario ( eje, arandelas nylon, tuercas, rodamientos) - Montaje de piecerío en mesa de línea -Montaje en la motocicleta. -Inspección para verificado de montaje -Rellenar parte de trabajo		
<b>SUBPROCESOS / PROCEDIMIENTOS</b>		
INST-CURSOGRAMA ANALÍTICO INS-HOJAS INSTRUCCIÓN SOLDADURA PRO-PRODUCTO NO CONFORME INS-PUESTA APUNTO		

## MONTAJE DE NEUMÁTICOS

PROCESO		SUBPROCESO
<b>MONTAJE DE NEUMATICOS</b>		
PROPIETARIO	TIPO PROCESO	CÓDIGO
MONTADOR	CLAVE	
DESDE		HASTA
COGER LLANTAS Y NEUMATICOS DEL ALMACÉN		DEJAR LA RUEDA CON EL NEUMATICO, EL DISCO DE FRENO MONTADOS Y A PRESION DE 1.6 BAR EN LA ESTANTERÍA DE LA ZONA DE MONTAJE
MISIÓN		
<b>COLOCACIÓN DEL NEUMÁTICO EN LA LLANTA Y EL DISCO DE FRENO.</b>		
ENTRADAS / INICIO		SALIDAS / FIN
INS- Instrucciones test plan chasis-basculante. INS- Cursograma sinóptico Componente verificado en perfecto estado		-Llanta montada con neumático y disco de freno
PROVEEDORES		CLIENTES
-Dunlop -BCN Wheels, -NG Brake Disc		Interno UPNA RACING
FUNCIONES QUE PARTICIPAN		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- MÁQUINA DESMONTADORA</li> <li>- VERIFICADO DE MONTAJE OK</li> <li>- PRODUCCIÓN</li> </ul>		
ACTIVIDADES		
-COGER EL NEUMÁTICO DE LA ESTANTERÍA DEL ALMACÉN LA LLANTA Y EL DISCO (DEPENDIENDO DE SI ES DELANTERO O TRASERO). - DIRIGIRSE A LA MESA DE ALMACÉN, COGER LA HERRAMIENTA Y TONILLERÍA Y PROCEDER AL MONTAJE DEL DISCO DE FRENO - DIRIGIRSE A LA MÁQUINA DESMONTADORA, APOLLAR LA LLANTA EN LA BANCADA, Y METER MEDIO NEUMÁTICO CON EL DESMONTABLE. - DAR JABÓN CON LA BROCHA AL FLANCO DEL NEUMÁTICO, Y PROCEDER CON EL PEDAL DE LA MAQUINA AL GIRO Y ACOUPLE DE ESTE. - COGER EL MANÓMETRO Y DAR UN GOLPE DE PRESIÓN. - HINCHAR EL NEUMÁTICO A 1.6 BAR. -LLEVAR EL CONJUNTO A LA ESTANTERÍA DE LA ZONA DE MONTAJE.		
SUBPROCESOS / PROCEDIMIENTOS		
INST-CURSOGRAMA ANALÍTICO INS-HOJAS INSTRUCCIÓN SOLDADURA PRO-PRODUCTO NO CONFORME INS-PUESTA APUNTO		

## 7.2 PROCESOS DE FABRICACIÓN

### 7.2.1 Proceso de soldadura

#### 7.2.1.1 Introducción

En la mayoría de los procesos de soldadura, se requiere la generación de altas temperaturas, para así poder fundir los metales a unir. El tipo de fuente calorífica se utiliza habitualmente como descripción básica del tipo de procedimiento, por ejemplo: **soldadura por gas, soldadura al arco.**

Uno de los problemas más importantes en soldadura, es que los metales reaccionan muy rápidamente con la atmósfera cuando sus temperaturas aumentan. El método de proteger el metal fundido del ataque de la atmósfera es la segunda característica más importante que diferencia un proceso de otro. Las diferentes técnicas comportan desde fluxes de recubrimiento, los cuales forman una escoria protectora, hasta una protección de gas inerte. En algunas ocasiones se elimina la atmósfera mediante vacío.

Algunos procedimientos han sido desarrollados para aplicaciones muy específicas, mientras que otros permanecen flexibles y cubren una amplia gama de actividades de soldadura. A pesar de que la soldadura básicamente se utiliza para unir metales similares e incluso disimilares, se utiliza cada vez más para reparar y reconstruir componentes desgastados ó deteriorados.

Cada día aumenta el número de aplicaciones para —recargue duro— de piezas nuevas, el cual aporta una superficie resistente a la corrosión, abrasión, impacto y al desgaste. En estas aplicaciones, el proceso de soldadura se utiliza para depositar una capa de material apropiado sobre una base de material más barato o más resistente.

Introducido por primera vez a finales del siglo XIX, el proceso de soldadura al arco aún permanece como el más ampliamente conocido y utilizado en las técnicas de soldaduras. Como su propio nombre indica, la fuente de calor es un arco eléctrico establecido entre las partes a soldar y un electrodo metálico. La energía eléctrica, transformada en calor, genera una temperatura en el arco de unos 7.000° C, haciendo que los metales se fundan y se unan.

El equipamiento puede variar en tamaño y complejidad, distinguiéndose entre los distintos tipos de protección del arco y los tipos de consumibles o materiales de aportación utilizados. Los procedimientos de soldadura al arco incluyen: Soldadura manual con electrodo -MMA-, Soldadura semiautomática con gas de protección -GMAW-, Soldadura TIG con gas de protección -GTAW-, Soldadura por arco sumergido -SAW-.

#### 7.2.1.2 Tipos de soldadura

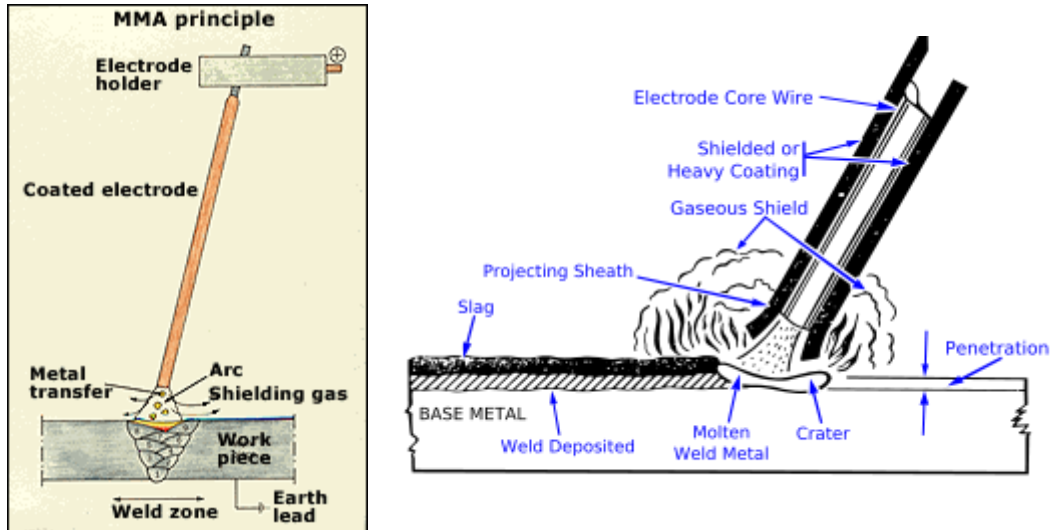
##### Soldadura por arco

##### Soldadura manual (MMA/SMAW)

La Soldadura Manual con Electrodo revestido es los más antiguos y versátiles de los distintos procesos de soldadura por arco.

El arco eléctrico se mantiene entre el final del electrodo revestido y la pieza a soldar. Cuando el metal se funde, las gotas del electrodo se transfieren a través del arco al baño del metal fundido, protegiéndose de la atmósfera por los gases producidos en la descomposición del revestimiento. La escoria fundida flota en la parte superior del baño

de soldadura, desde donde protege al metal depositado de la atmósfera durante el proceso de solidificación. La escoria debe eliminarse después de cada pasada de soldadura. Se fabrican cientos de tipos diferentes de electrodos, a menudo conteniendo aleaciones que proporcionan resistencia, dureza y ductilidad a la soldadura. El proceso, se utiliza principalmente para aleaciones ferrosas para unir estructuras de acero, en construcción naval y en general en trabajos de fabricación metálica. A pesar de ser un proceso relativamente lento, debido a los cambios del electrodo y a tener que eliminar la escoria, aún sigue siendo una de las técnicas más flexibles y se utiliza con ventaja en zonas de difícil acceso.



### **Soldadura (MIG/MAG ó GMAW)**

El soldeo por arco eléctrico con protección de gas, es un proceso de soldeo en el cual el calor necesario es generado por un arco que se establece entre un electrodo consumible y el metal que se va a soldar.

Un alambre macizo, desnudo, que se alimenta de forma continua automáticamente y se convierte en el metal depositado según se consume, realiza la función de electrodo.

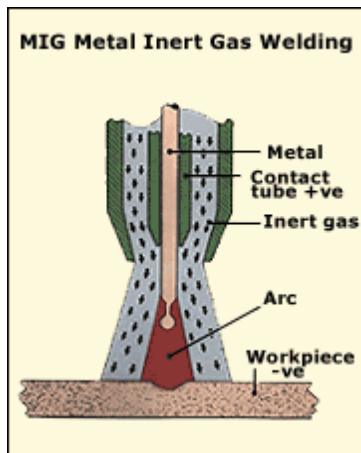
El electrodo, arco, metal fundido y zonas adyacentes del metal base, quedan protegidas de la contaminación de los gases atmosféricos mediante una corriente de gas que se aporta por la tobera de la pistola, concéntricamente al alambre / electrodo.

El proceso MIG / MAG se puede utilizar para el soldeo de todos los materiales (Aceros al carbono, Inoxidables, Aluminio.....)

El electrodo es continuo, lo que aumenta la productividad por no tener que cambiar de electrodo y la tasa de deposición es elevada. Se pueden conseguir velocidades de soldeo mucho más elevadas que con electrodos revestidos.

Se trata un proceso de fácil aplicación que nos permite el soldeo en cualquier posición. Se pueden realizar soldaduras largas sin empalmes entre cordones. No se requiere eliminar ninguna escoria, puesto que no existe.

Por otro lado, se trata de un equipo más costoso, de mayores dimensiones y que requiere instalación de gas lo que hace que se restrinja su uso a espacios industriales interiores.

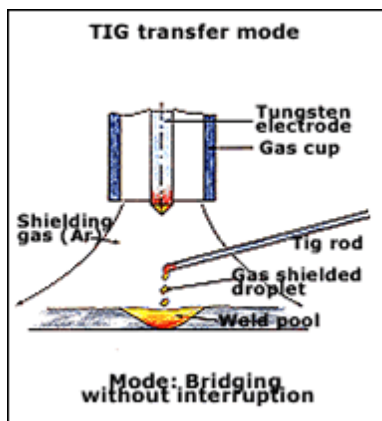


### Soldadura GTAW/TIG

La soldadura TIG, es un proceso en el que se utiliza un electrodo de tungsteno, no consumible.

El electrodo, el arco y el área que rodea al baño de fusión, están protegidos de la atmósfera por un gas inerte. Si es necesario aportar material de relleno, debe de hacerse desde un lado del baño de fusión.

La soldadura TIG, proporciona unas soldaduras excepcionalmente limpias y de gran calidad, debido a que no produce escoria. De este modo, se elimina la posibilidad de inclusiones en el metal depositado y no necesita limpieza final. La soldadura TIG puede ser utilizada para soldar casi todo tipo de metales y puede hacerse tanto de forma manual como automática. La soldadura TIG, se utiliza principalmente para soldar aluminio, y aceros inoxidable, donde lo más importante es una buena calidad de soldadura. Principalmente, es utilizada en unión de juntas de alta calidad en centrales nucleares, químicas, construcción aeronáutica e industrias de alimentación.



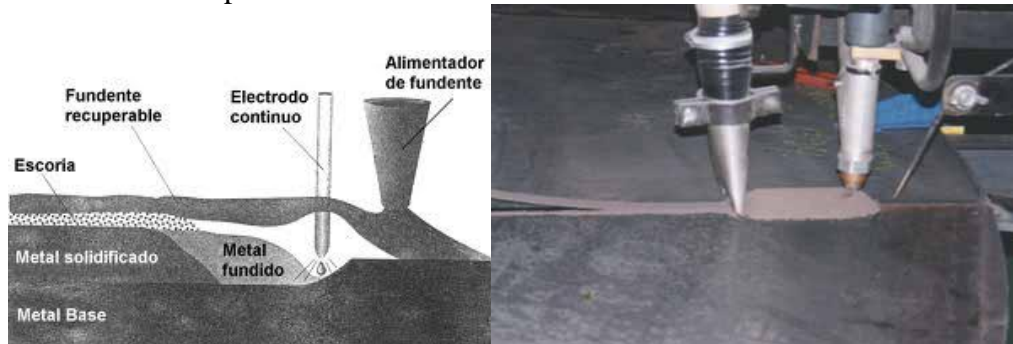
### Soldadura por Arco Sumergido

En la soldadura por arco sumergido, el arco se establece entre la pieza a soldar y el electrodo, estando ambos cubiertos por una capa de flux granular (de ahí su denominación arco sumergido). Por esta razón el arco está oculto. Algunos fluxes se funden para proporcionar una capa de escoria protectora sobre el baño de soldadura. El flux sobrante vuelve a ser de nuevo reutilizado.

El arco sumergido, principalmente se utiliza en instalaciones de soldadura que están totalmente automatizadas, aunque también puede ser utilizado para realizar soldaduras



manuales. Para aumentar la productividad es posible introducir técnicas utilizando varios electrodos. Dada su alta tasa de aportación, el procedimiento es apropiado para unir juntas rectas con buena preparación en posición horizontal. Principalmente, se utiliza con profusión en construcción y reparación naval, industrias químicas y estructuras metálicas pesadas.

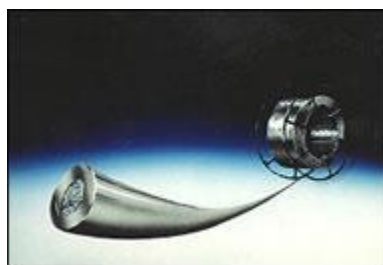


### 7.2.1.3 Otros tipos de soldadura

#### **Soldadura con Hilos Tubulares (FCAW)**

La soldadura con hilos tubulares, es muy parecida a la soldadura MIG/MAG en cuanto al manejo y equipamiento se refiere. Sin embargo, el electrodo continuo no es sólido sino que está constituido por un tubo metálico hueco que rodea al núcleo, relleno de flux. El electrodo se forma, a partir de una banda metálica que es conformada en forma de U en una primera fase, en cuyo interior se deposita a continuación el flux y los elementos aleantes, cerrándose después mediante una serie de rodillos de conformado.

Como en la soldadura MIG/MAG, el proceso de soldadura con hilos tubulares depende de un gas de protección, para proteger la zona soldada de la contaminación atmosférica. El gas puede ser aplicado ó bien de forma separada, en cuyo caso el hilo tubular se denomina de protección gaseosa, o bien, se genera por la descomposición de los elementos contenidos en el flux, en cuyo caso hablaremos de hilos tubulares autoprottegidos. Además del gas de protección, el núcleo de flux produce una escoria que protege al metal depositado en el enfriamiento. Posteriormente se elimina la escoria.



#### **Soldadura de Aluminio por fricción (FSW)**

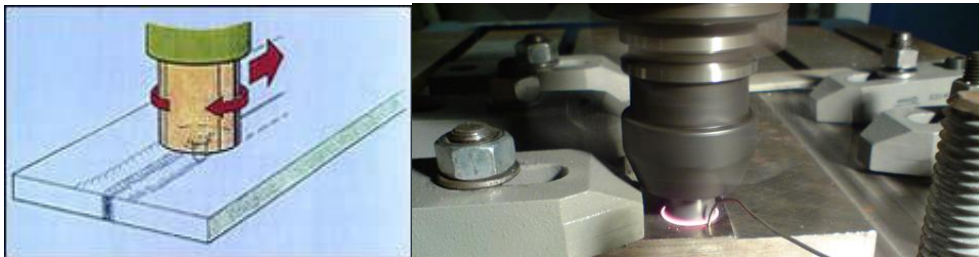
La soldadura mediante batido por fricción es un proceso de penetración completa en fase sólida, que se utiliza para unir chapas de metal – actualmente, principalmente de aluminio, sin alcanzar su punto de fusión.

El procedimiento FSW ha sido inventado, patentado y perfeccionado para su uso en aplicaciones industriales por el Instituto de Soldadura (TWI) en Cambridge, Reino Unido. El método FSW está basado en el principio de obtener temperaturas suficientemente altas para forjar dos componentes de aluminio, utilizando una herramienta giratoria que se desplaza a lo largo de una unión a tope. Las piezas han de



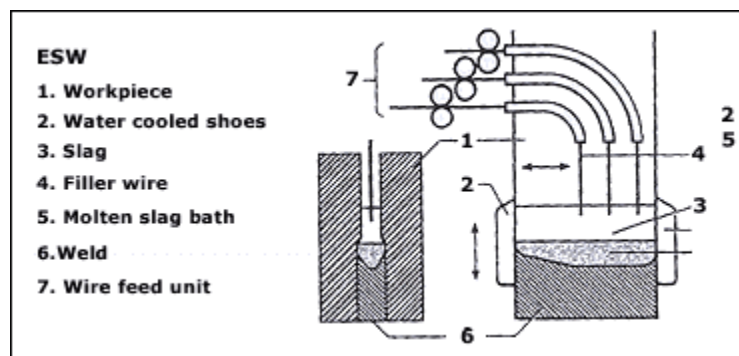
ser amarradas a un soporte de respaldo de manera que se prevenga que el calor producido separe las partes a soldar. El calor generado por la fricción entre la herramienta y las piezas a unir, provoca el ablandamiento del material base sin llegar a alcanzar el punto de fusión y permite el desplazamiento de la herramienta a lo largo de la línea de soldadura. El material en estado plástico se transfiere a la parte posterior de la herramienta y se forja por el contacto íntimo de la zapata de la herramienta y el perfil del tetón de la misma. Al enfriarse deja una unión en fase sólida entre las dos piezas. La soldadura por fricción, puede ser utilizada para unir chapas de aluminio sin material de aportación o gas de protección. El espesor del material varía desde 1‘6 mm. hasta 30 mm., pudiendo ser soldados con penetración total y sin porosidad ni cavidades internas. Se consiguen soldaduras de alta calidad e integridad con una muy baja distorsión, en muchos tipos de aleaciones de aluminio, incluso aquellas consideradas de difícil soldadura por métodos de fusión convencionales.

Entre los materiales que han sido soldados con éxito mediante soldadura por fricción se incluyen una amplia variedad de aleaciones de aluminio (series 2xxx, 5xxx, 6xxx, 7xxx y 8xxx) y aleaciones Al-Li. Últimamente se han conseguido mediante éste método uniones en plomo, cobre, magnesio e incluso aleaciones de titanio.



### Soldadura por Electroescoria (ESW)

Cuando comienza el proceso de soldadura, se crea un arco entre el electrodo y la pieza a soldar. Cuando el flux de soldadura que se coloca en la junta se funde, se produce un baño de escoria que aumenta en profundidad. Cuando la temperatura de la escoria y por tanto su conductividad aumentan, el arco se extingue y la corriente de soldadura es conducida mediante la escoria fundida, donde la energía necesaria se produce por resistencia.



La soldadura se forma entre una parte fija, zapatas de cobre refrigerada por agua o zapatas móviles y la junta a soldar. El cabezal de soldadura se mueve hacia arriba según va avanzando el proceso de soldadura. Como consumibles se utilizan uno o más electrodos, dependiendo del espesor de la chapa. Si el material base es de fuerte espesor, puede utilizarse oscilación del electrodo.

Las **ventajas** de este método son las siguientes:

- Alta productividad.
- Bajos costes en la preparación de las juntas.
- La posibilidad de que pueda realizarse en una sola pasada independientemente del espesor de la chapa.
- No se forman deformaciones angulares con la soldadura a tope.
- Mínima tensión transversal.
- Bajo riesgo de fisuración de hidrógeno.

La **desventaja** de este método, es el hecho de que la gran cantidad de energía utilizada produce un enfriamiento lento, que crea un crecimiento del grano en la zona térmicamente afectada (HAZ). La resiliencia o resistencia al impacto en la zona afectada por el calor del material base no es lo suficientemente alta, como para poder ajustarse a las exigencias que requieren las estructuras a soldar con garantía de protección al agrietamiento a bajas temperaturas, conocido también como protección contra la fractura frágil.

### **Soldadura por Plasma (PAW)**

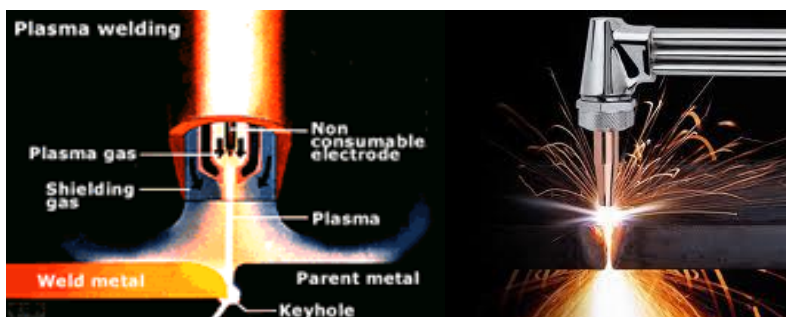
La soldadura por plasma es un proceso muy similar al de soldadura TIG. Es un sistema más desarrollado que el método de soldadura TIG, que proporciona un aumento de la productividad.

En el sistema de soldadura por plasma hay dos flujos independientes de gas, el gas plasmágeno que fluye alrededor del electrodo de tungsteno, formando el núcleo del arco plasma y el gas de protección el cual proporciona la protección al baño de fusión.

La soldadura por plasma – PAW – se presenta en tres modalidades:

1. Soldadura microplasma, con corrientes de soldadura desde 0.1 Amp. hasta 20 Amp.
2. Soldadura medioplasma, con corrientes de soldadura desde 20 Amp. hasta 100 Amp.
3. Soldadura Keyhole, por encima de los 100 Amp. en el cual el arco plasma penetra todo el espesor del material a soldar.

Principalmente, se utiliza en uniones de alta calidad tales como en construcción aeroespacial, plantas de procesos químicos e industrias petroleras.



#### **7.2.1.4 La soldadura elegida, soldadura tig**

Tras una breve descripción de los tipos de soldadura más conocidos y alguno un poco curioso, y basándonos en la experiencia, hemos decidido que para la fabricación de chasis, basculante y subchasis vamos a utilizar en nuestra fábrica la soldadura TIG, cuyas características principales son las siguientes:

- No se requiere de fundente y no hay necesidad de limpieza posterior en la soldadura
- No hay salpicadura, chispas ni emanaciones, al no circular metal de aporte a través del arco
- Brinda soldaduras de alta calidad en todas las posiciones, casi sin distorsión
- Al igual que todos los sistemas de soldadura con protección gaseosa, el área de soldadura es claramente visible
- El sistema puede ser automatizado, controlando mecánicamente la pistola y/o el metal de aporte
- para soldar metales de espesores delgados debido al control preciso del calor del arco y la facilidad de aplicación con o sin metal de aporte.
- soldaduras homogéneas, de buena apariencia y con un acabado completamente liso.
- Las soldaduras hechas con sistema TIG son más fuertes, más resistentes a la corrosión y más dúctiles que las realizadas con electrodos convencionales.

## **SOLDADURA TIG**

### **1. Descripción del proceso**

El proceso de soldadura por arco eléctrico bajo un gas protector con electrodo no consumible, es conocido como soldadura TIG (Tungsten Inert Gas). Utiliza un arco eléctrico como fuente de energía y es establecido por el electrodo no consumible y la parte de la pieza que va a ser soldada, mientras que el gas inerte protege el —charcol fundido. Cuando es utilizado material de aportación, es suministrado en forma de varillas.

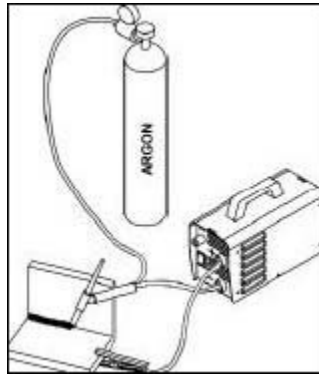
Durante este proceso, la antorcha debe estar conectada al polo negativo (-) y la pinza de masa deberá estar conectada al polo positivo (+).

### **2. Aplicaciones**

El proceso TIG se puede utilizar para el soldeo de todos los materiales, incluidos el aluminio el magnesio y los materiales sensibles a la oxidación como el titanio.

Se trata de un proceso mayoritariamente manual con tasa de deposición menor comparado con otros procesos por lo que es utilizado para aplicaciones donde se precisa un acabado visualmente perfecto.

La posibilidad de soldar un material u otro, dependerá de las características del equipo de que dispongamos. El proceso TIG puede utilizarse tanto con corriente continua (DC) como con corriente alterna (AC). La elección de la clase de corriente y polaridad se hará en función del material a soldar.



### 3. Selección del tipo de corriente (DC / AC):

- 1) **TIG corriente continua (DC):** Estos equipos se utilizan mayoritariamente para el soldeo de los materiales ACERO y ACERO INOXIDABLE. Utilizando equipos INVERTER convencionales el cebado del arco será mediante contacto con la pieza a soldar y la apertura del gas será manual. Existen también equipos de TIG profesionales en los que el cebado del arco se realiza sin contacto y mediante alta frecuencia (HF) y el gas se abre automáticamente mediante electro-válvula.
- 2) **TIG corriente alterna (AC):** Suministran corriente alterna (AC) para soldadura TIG equipos INVERTER específicos ya que además es preciso que estos mantengan la alta frecuencia (HF) en continuo funcionamiento para evitar la extinción de arco durante el proceso. Estos equipos suministran normalmente los dos tipos de corriente; AC y DC; por lo que es posible soldar los materiales ALUMINIO, TITANIO... con AC, además de los anteriormente descritos en DC.

### 4. Equipo de soldadura

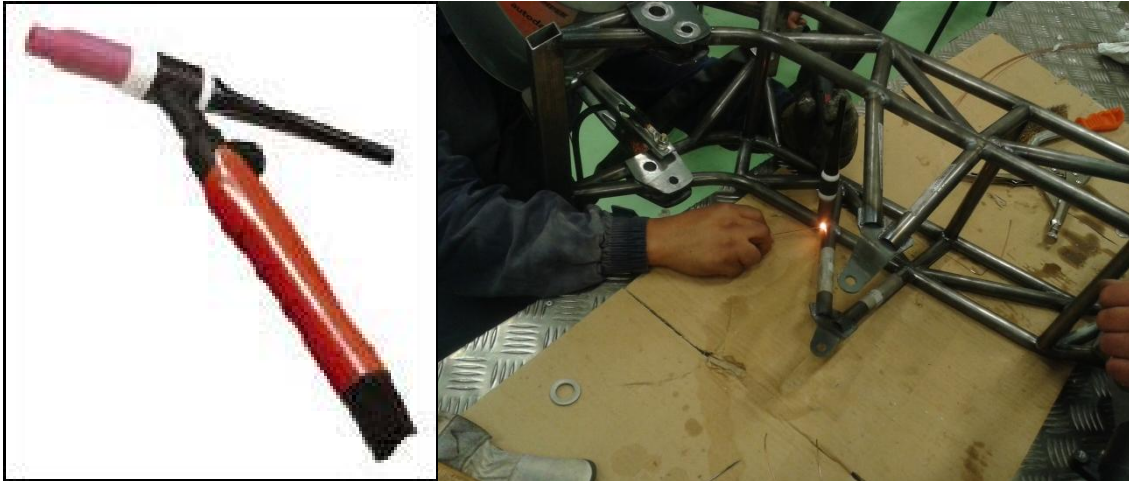
El equipo básico para el soldeo TIG consiste en una fuente de energía o de alimentación, una antorcha TIG equipada con un electrodo de Tungsteno no consumible, una pinza de masa y una botella de gas inerte (mayoritariamente ARGON 100%).



- A) **Antorcha TIG:** Tiene la misión de conducir la corriente y el gas de protección hasta la zona de soldeo. El electrodo de tungsteno que transporta y mantiene la corriente hasta la zona de soldeo se sujeta rígidamente mediante una pinza



alojada en el cuerpo porta-electrodos. El gas de aportación llega hasta la zona de soldeo a través de una tobera de material cerámico, sujeta en la cabeza del porta-electrodos. La tobera tiene la misión de dirigir y distribuir el gas protector sobre la zona de soldeo.



**B) Pinza de masa:** La conexión correcta de la pinza de masa es una consideración de importancia. La situación del cable es de especial relevancia en el soldeo. Un cable mal sujeto no proporcionará un contacto eléctrico consistente y la conexión se calentará, pudiendo producirse una interrupción en el circuito y la desaparición del arco. La zona de contacto de la pinza de masa debe estar totalmente limpia sin sustancias que puedan dificultar su correcto contacto como pinturas, barnices, aceites....



## 5. Dispositivos:

En los equipos con los cuales se puede soldar mediante el proceso TIG, el cebado del arco se puede realizar de 3 formas distintas:

- **Cebado por roce (Scratch):** El arco se establece rozando con el electrodo de tungsteno sobre la pieza a soldar.
- **Cebado por LIFT-ARC:** El arco se establece cuando tocamos la pieza a soldar con el electrodo de tungsteno y lo separamos. No hay necesidad de roce sobre la pieza lo que evita la posible contaminación del electrodo de tungsteno.
- **Cebado por Alta Frecuencia (HF):** Este dispositivo establece el arco automáticamente sin necesidad que el electrodo de tungsteno entre en contacto con la pieza. Evita por completo los efectos de la contaminación del electrodo.
- **Electro-válvula:** Los equipos TIG equipados con este dispositivo, suministran gas sobre el baño de fusión una vez se aprieta de gatillo de la antorcha. Este gas se corta automáticamente en el momento que se deja de apretar dicho gatillo.

- **Rampa de bajada:** Nos permite regular el tiempo durante el cual la corriente de soldadura irá disminuyendo al final de proceso. Este dispositivo elimina la aparición el cráter al final del cordón.
- **Post-gas:** Nos permite regular también el tiempo que continuará saliendo gas una vez terminado el cordón. Este dispositivo se utiliza para proteger el baño de fusión una vez extinguido el arco.

## 6. Seguridad y humos de soldadura

Las normas de seguridad para soldadura de aceros inoxidables son esencialmente las mismas que para todos los metales, y se refieren a áreas tales como equipamiento eléctrico, de gases, protección de ojos y cara, protección contra incendios, etiquetado de materiales peligrosos, etc. Una buena guía de referencia sobre seguridad en soldadura es la norma ANSI/ASC, Z49.1-88, "Safety in Welding and Cutting", publicada por la *American Welding Society*.

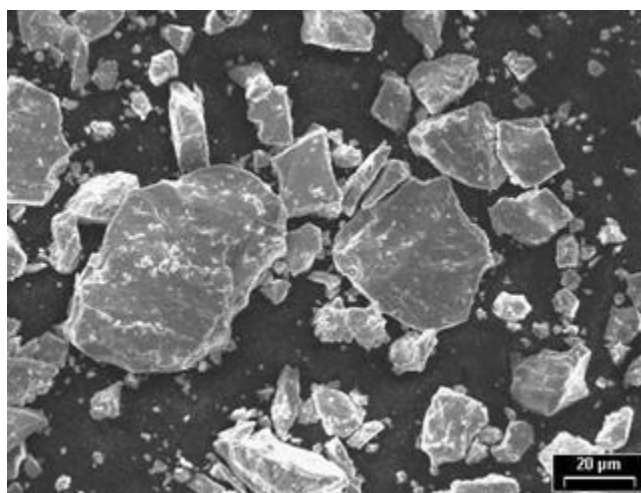
La adecuada ventilación es importante para minimizarla exposición de los soldadores a los humos, en la soldadura, incluyendo al acero inoxidable. Además de una buena ventilación, los soldadores deben evitar aspirar los humos que se desprenden del trabajo, posicionándolo de tal manera que su cabeza se encuentre fuera de la columna de humo. Las soldaduras por arco también producen gases como ozono y óxidos de nitrógeno.

### 7.2.1.5 Problemas de la soldadura

#### Materiales

Los metales están compuestos de granos individuales muy pequeños. En función de una serie de factores, el tamaño de los granos se puede alterar, y cuanto menores sean estos granos, más resistente será la pieza. Salta a la vista que es importante tener en cuenta el efecto que puede causar el calentamiento inevitable que se produce en la soldadura.

Es posible reforzar algunos materiales con la adición de ciertos elementos intermetálicos dentro del metal y reforzarlos formando una estructura de granos más finos que la que se aprecia en un trozo equivalente, no aleado, del mismo metal.



*Vista al microscopio de un compuesto intermetálico dentro de un metal*

Por razones prácticas o de coste, algunos metales no están aleados y por tanto las piezas que se hacen con estos metales tienen que cobrar resistencia con otros factores. Por



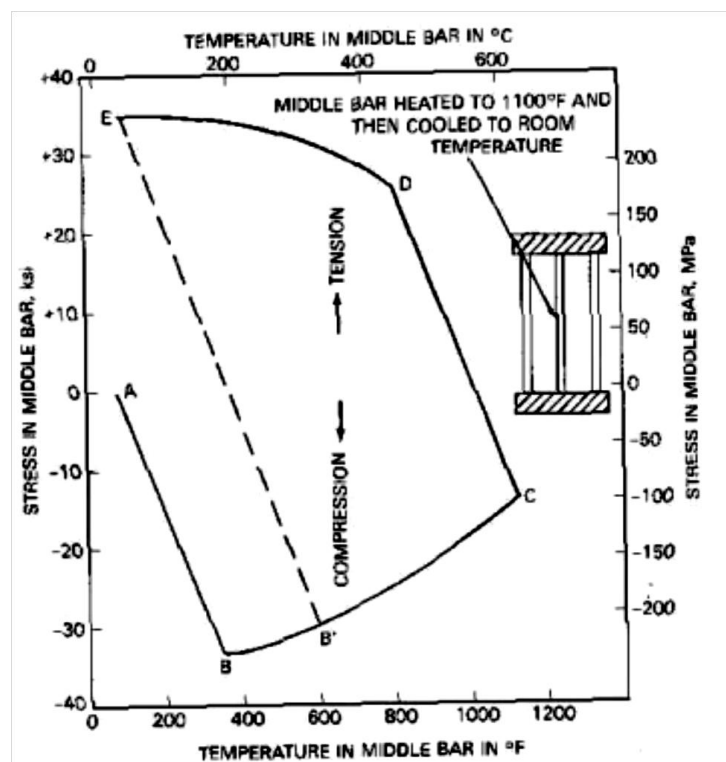
ejemplo, es posible mejorar la resistencia de las piezas de acero con un tratamiento al calor para lo cual tiene que existir en el acero una proporción exacta de carbono. Calentando el acero a una temperatura elevada y determinada y enfriándolo a una velocidad controlada, es posible alterar significativamente su resistencia, su dureza y su tamaño de grano. Por supuesto, toda soldadura que se aplicase a tal pieza afectaría a los resultados del tratamiento al calor.

Las piezas de aluminio se pueden reforzar por un procedimiento mecánico, como el forjado o el embutido, se someten al calor de un proceso de soldadura, entonces, en la zona local de la soldadura, se perderá resistencia ya que al calentarse el metal los granos vuelven a adquirir su tamaño original. De este modo, la soldadura tiende a recocer localmente la pieza, lo que puede ser poco deseable.

### Distorsión en la soldadura

Entendemos por distorsión en soldadura a las deformaciones que se producen en las piezas durante la soldadura, es decir, modificaciones en la geometría de las partes que son unidas por soldadura que sufren cambios dimensionales que es necesario en general controlar para que no excedan límites aceptables.

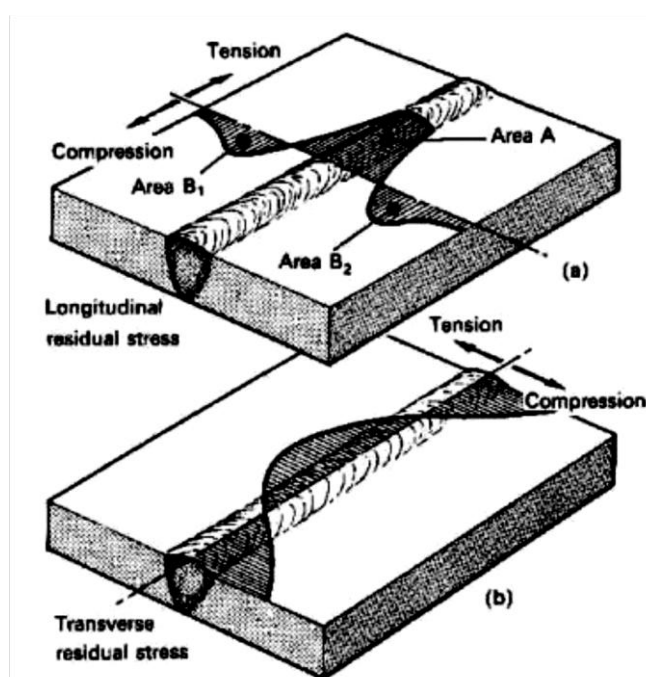
Es la consecuencia de las tensiones mecánicas que se generan en las piezas como resultado de las deformaciones plásticas localizadas producidas por expansiones y contracciones no uniformes del metal de soldadura y metal base adyacente.



*Generación de tensiones residuales en una barra restringida luego de un ciclo térmico de calentamiento y enfriamiento.*

La barra central representa el cordón de soldadura y el material inmediatamente adyacente y las dos barras laterales el material base un poco más lejos del cordón. La curva representa la evolución de las tensiones en la barra central como consecuencia de un ciclo de calentamiento de la misma hasta una temperatura de 593°C (1100°F) y posterior enfriamiento hasta temperatura ambiente. La curva entre los puntos A y B

representa la generación de tensiones (elásticas) de compresión debido a que la barra central al calentarse tiende a dilatar pero esta dilatación es impedida por las dos barras laterales cuya temperatura no se modifica. Al llegar a la temperatura correspondiente al punto B, un calentamiento ulterior de la barra produce una disminución de las tensiones de compresión porque a esta temperatura se produce el ablandamiento del material que por lo tanto se deforma plásticamente relajando las tensiones. Alcanzada la temperatura pico en el punto C, comienza el enfriamiento y la barra central experimenta ahora una contracción, que al ser impedida por las barras laterales genera una tensión de tracción (elástica) que aumenta linealmente como lo muestra la parte CD de la curva. Finalmente al alcanzarse el punto D, la tensión de tracción es lo suficientemente alta para producir la deformación plástica en tracción del material, que fluye plásticamente hasta alcanzar el punto E que culmina el ciclo. Puede verse que como consecuencia del ciclo térmico experimentado por la barra central, se generó una tensión residual de tracción en la misma y por lo tanto tensiones residuales de compresión equilibrantes en las barras laterales.



*Distribución de tensiones residuales de soldadura.*

### Formas comunes de distorsión

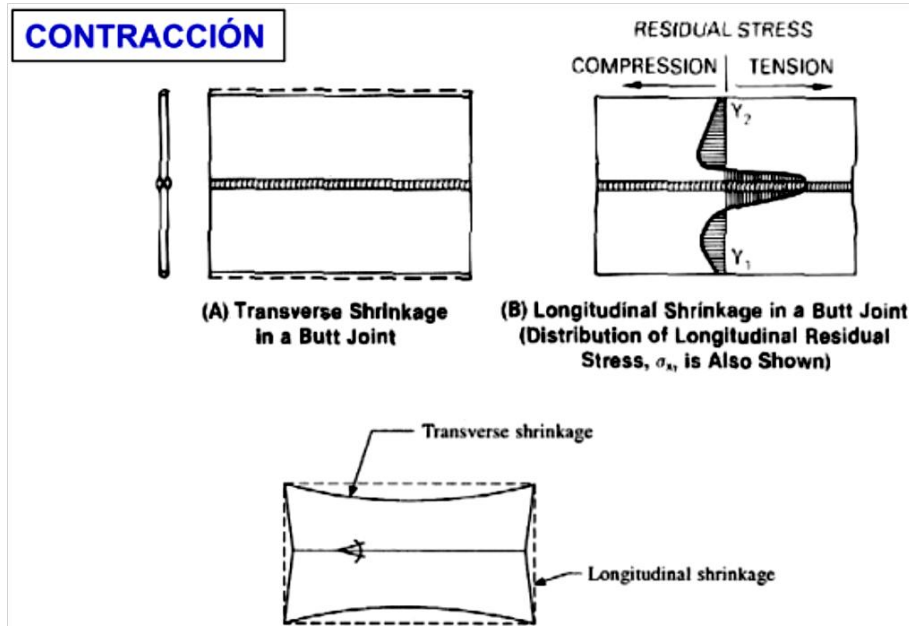


Fig. 3.5 Transverse and longitudinal shrinkage of a butt welded panel  
 Shrinkage (contracción)

### DEFORMACIÓN ANGULAR

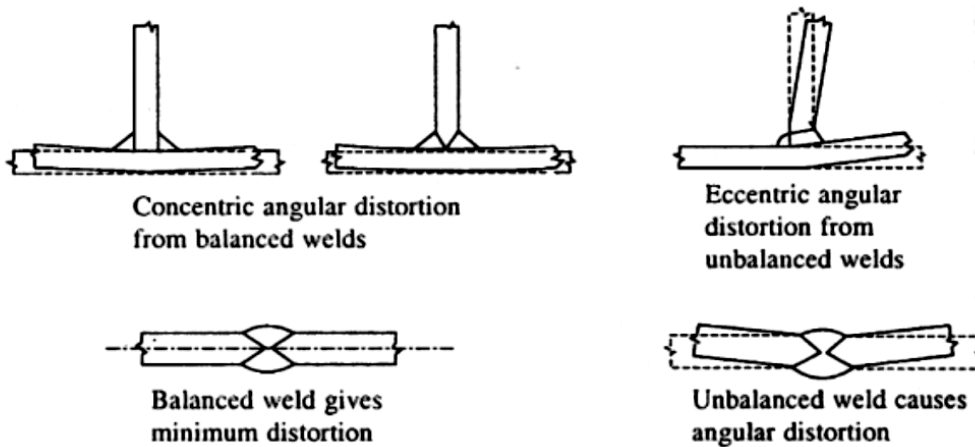


Fig. 3.4 Typical distortions of welded joints

Balanced welds (soldadura equilibrada)

### Reglas básicas para disminuir la distorsión

1. Utilizar el mínimo volumen de junta posible para reducir la cantidad de material depositado.
2. Depositar material en forma simétrica el material de soldadura con respecto al eje neutro de la junta, recurriendo a una preparación asimétrica y repelado de raíz de ser necesario.
3. Utilizar una progresión general de soldadura desde la zona más restringida hacia la menos restringida.
4. Simetrizar todo lo posible la deposición de las soldaduras. Por ejemplo, utilizando dos soldadores simultáneamente en lados opuestos de la pieza.

5. En las soldaduras de filete, utilizar el tamaño mínimo necesario para satisfacer los requerimientos de diseño, es decir no utilizar filetes sobre medida.
6. Preposicionar las piezas para compensar la distorsión que se producirá durante la soldadura.
7. Si es necesario, utilizar dispositivos de sujeción para facilitar la presentación de las partes a soldar y para limitar la deformación.

### 7.2.1.6 Equipo a utilizar

#### Fuente de energía o de alimentación

Elegimos una fuente de alimentación fijándonos:

- Que sea una fuente de TIG.
- Como los espesores con los que vamos a trabajar son de 1,2 mm entonces la intensidad de soldadura no hace falta que sea muy elevada, por tanto elegimos una fuente que permita trabajar al 100% de rendimiento con una intensidad de unos 125 A, es decir, sin necesidad de hacer paradas de la máquina para que refrigere de esta manera no perdemos tiempo durante el ejercicio de la soldadura.
- Que el precio sea lo más ajustado posible.

<b>Modelo</b>	<b>ICON Pro 1950</b>
<b>Tensión de entrada (V)</b>	<b>230 V 1PH</b>
<b>Potencia absorbida (Kva)</b>	<b>6,9 KVA</b>
<b>Intensidad max. Entrada (A)</b>	<b>28 A</b>
<b>Tensión en vacío (min.-max. V)</b>	<b>62 Vdc</b>
<b>Intensidad soldadura max (A)</b>	<b>180 A</b>
<b>Rango regulación (min.-max.)</b>	<b>10-180 A</b>
<b>Electrodo max Recom. (mm)</b>	<b>4</b>
<b>Rendimiento MMA 40°C (20°C)</b>	<b>60(70)%</b>
<b>Intensidad al 60%</b>	<b>180 A</b>
<b>Intensidad al 100%</b>	<b>130 A</b>
<b>Rendimiento TIG 40°C (20°C)</b>	<b>65(75)%</b>
<b>Intensidad al 60%</b>	<b>190 A</b>
<b>Intensidad al 100%</b>	<b>140 A</b>
<b>Dimensiones L/An/Al (mm)</b>	<b>430x175x325</b>
<b>Precio</b>	<b>720€</b>
<b>Peso (Kg.)</b>	<b>7,2</b>

#### Electrodo

Elegiremos un electrodo que nos permita soldar utilizando corriente DC, ya que vamos a soldar aceros y a poder ser no radioactivo, por eso elegimos:

*Electrodo 1,5% Lanthano-Amarillo- Dorado*

En este caso el Tungsteno se combina con un 1,5% de Lanthano material también no-radioactivo con grandes propiedades anti-desgaste, estabilidad del arco y ignición reignición excelentes sobretodo en corriente DC.

## Electrodos de Tungsteno



MATERIALES	APLICACIONES	AMP.	SIZE	CODE	PVP
<b>TUNGSTENO PURO VERDE / TUNGSTEN PURE GREEN</b>					
AC	AL Mg	10-50	1,0mm	06207	4,80 €
		40-80	1,6mm	06150	9,70 €
		60-110	2,0mm	06151	14,70 €
		70-120	2,4mm	06152	18,80 €
		90-180	3,2mm	06153	35,60 €
		160-240	4,0mm	06208	63,40 €
<b>2% TORIO ROJO / 2% THORIUM RED</b>					
DC	FE SS ALLOYS Ti Cu Al	10-80	1,0mm	06205	5,00 €
AC		50-120	1,6mm	06065	9,80 €
		90-190	2,0mm	06066	15,20 €
		100-230	2,4mm	06067	20,00 €
		170-300	3,2mm	06149	36,00 €
		260-450	4,0mm	06206	64,80 €
<b>2% CERIO GRIS / 2% CERIUM GREY</b>					
DC	FE SS ALLOYS Ti Cu Al	10-80	1,0mm	06209	5,40 €
AC		50-120	1,6mm	06177	10,00 €
		90-190	2,0mm	06210	14,50 €
		100-230	2,4mm	06211	18,90 €
		170-300	3,2mm	06212	36,80 €
		260-450	4,0mm	06213	64,00 €
<b>1,5% LANTHANO - DORADO / 1,5% LANTHANA GOLD</b>					
DC	FE SS ALLOYS Ti Cu	10-80	1,0mm	06214	5,60 €
		50-120	1,6mm	06215	9,70 €
		90-190	2,0mm	06216	15,90 €
		100-230	2,4mm	06217	20,90 €
		170-300	3,2mm	06218	40,70 €
		260-450	4,0mm	06219	68,10 €

Se sirve en cajas de 10 unidades / 10 units set.

### Material de aportación

Para elegir el material de aportación hay que tener en cuenta:

- Composición química del metal base o metales base que vamos a soldar. En nuestro caso son acero Reynolds 631 y acero F125.
- El tipo de soldadura, en nuestro caso TIG.
- Esfuerzos a los que va a estar sometida la soldadura.

Teniendo en cuenta estos dos factores y la experiencia del fabricante, vamos a utilizar unas varillas **ER 80SG CARBOROD CrMo**.

Para la antorcha se va a utilizar una **Antorcha 4m TIG SR-17V D35-50**

Para el electrodo y la masa:

- **Conjunto 3m.CU 25mm D 35-50 masa 200A**
- **Conjunto 3m.CU 25mm D 35-50 portaelectrodo 200A**

Para evitar las radiaciones exteriores se va a utilizar una cortina verde oscura, que no deja pasar la radiación.

Para tener recambios y limpieza utilizaremos:

- Cepillo de púas y martillo de acero
- Tobera cerámica GR 4 diámetro 6.5 mm
- Difusor de GAS diámetro 2.4 mm

### **Equipos para aspiración localizada y filtrado de humos de soldadura y corte**

Según el sistema de filtración los filtros disponibles se agrupan en:

#### 1. Filtros mecánicos

Con dos etapas de filtración, la primera mediante prefiltros que retienen las partículas más gruesas y la segunda por filtro principal mecánico para las partículas finas, ambos desechables. Modelos de Aspiración por Baja Presión: MEC y MGC.

#### 2. Filtros electrostáticos

Con dos etapas de filtración, la primera mediante prefiltros desechables que retienen las partículas más gruesas y la segunda por sistema de ionización de las partículas finas; estas se depositan en células captadoras permanentes que deben lavarse con agua. Ideal para humos de Aluminio y en Automoción. Modelos de Aspiración por Baja Presión: EGC

#### 3. Filtros mecánicos por cartuchos con membrana de teflón.

Una sola etapa de filtración de alta eficiencia por medio de cartuchos permanentes que se limpian por aire comprimido manual o automáticamente según modelos.

- Filtros de Aspiración por Alto Vacío: Minifiltro PTFE y AHV-600
- Filtros de Aspiración por Baja Presión: AMC y AGC móviles, AGC fijos y Centrales de Aspiración y Filtración



La elección es **filtros mecánicos industriales MEC y MGC, móviles con un brazo.**

Equipo básico industrial de precio reducido y gran eficacia para la captación localizada y filtración de humos de soldadura y corte. La filtración de partículas se realiza por prefiltro y filtro principal mecánico ambos desechables.

Esta unidad móvil se suministra con un brazo de 3 ó 4 m., indicador de saturación del filtro, interruptor de puesta en marcha, enchufe a red con 5 m. de cable, y portacable. El acceso a prefiltros y filtro principal se hace por la tapa superior abatible. El aire purificado se integra nuevamente a la nave una vez ha sido purificado.



### **Características Técnicas MEC-2200:**

- Caudal aspirador: 2.200 m<sup>3</sup> /h.
- Aspiración efectiva: 1.200 m<sup>3</sup> /h.
- Motor: 1,1 kW.
- Nivel de ruido: 68 dB (A).
- Filtro principal: mecánico desechable.
- Eficiencia del filtro: > 99,9 %.
- Desplazamiento por: cuatro ruedas (dos de ellas con freno).
- Diámetro del brazo: 150 mm.
- Peso sin brazo: 80 Kg.
- Dimensiones: 655 X 655 X 1.020 mm.



También se facilitarán repuestos de filtros y prefiltros para la gestión de residuos.

### **Equipamiento de protección del personal**

- Pantalón de trabajo
- Camisa Manga Larga
- Polo Manga Corta
- Camiseta Manga Corta
- Sudadera



### **Guantes Soldadura**

Con certificado CE, EN-388, 407, 12477,420.

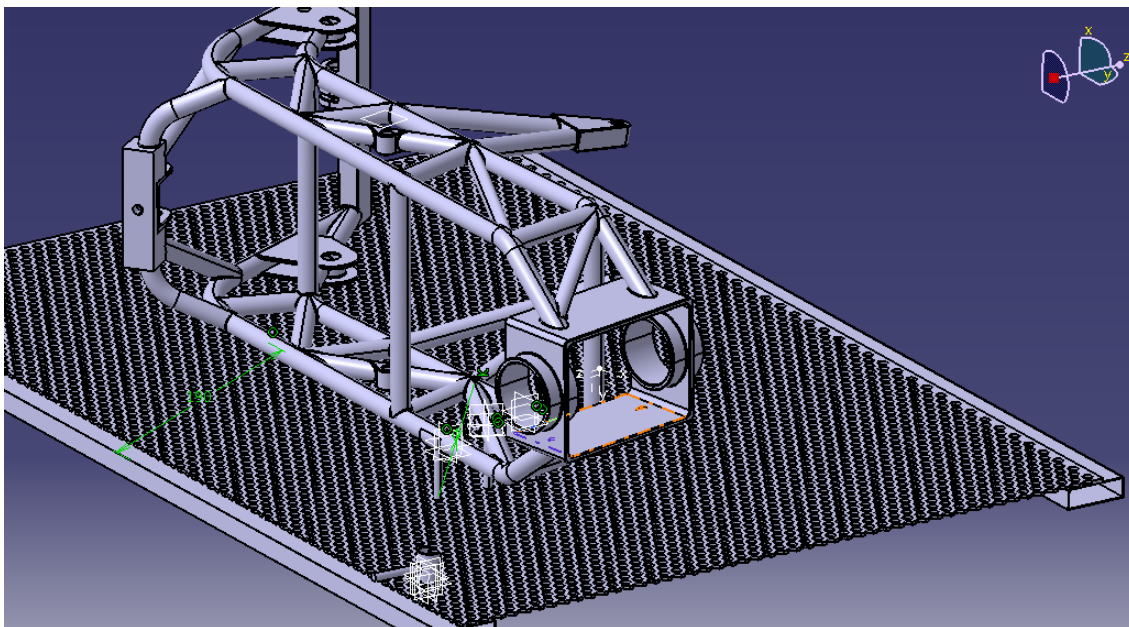


#### **7.2.1.7 Utillaje**

Como el chasis y el basculante son piezas fundamentales en nuestro proyecto es necesario diseñar un utillaje para su soldadura. Este utillaje es un sistema poka-yoke que facilitará la labor del soldador en la colocación de los tubos, además, se evitarán errores ya que el propio utillaje respeta las cotas críticas, reduciendo de esta forma el porcentaje de fallos. Por otro lado, la actividad se desarrollará con mayor rapidez y se reducirá el personal, pudiendo hacer el trabajo una sola persona.

### Diseño del utillaje

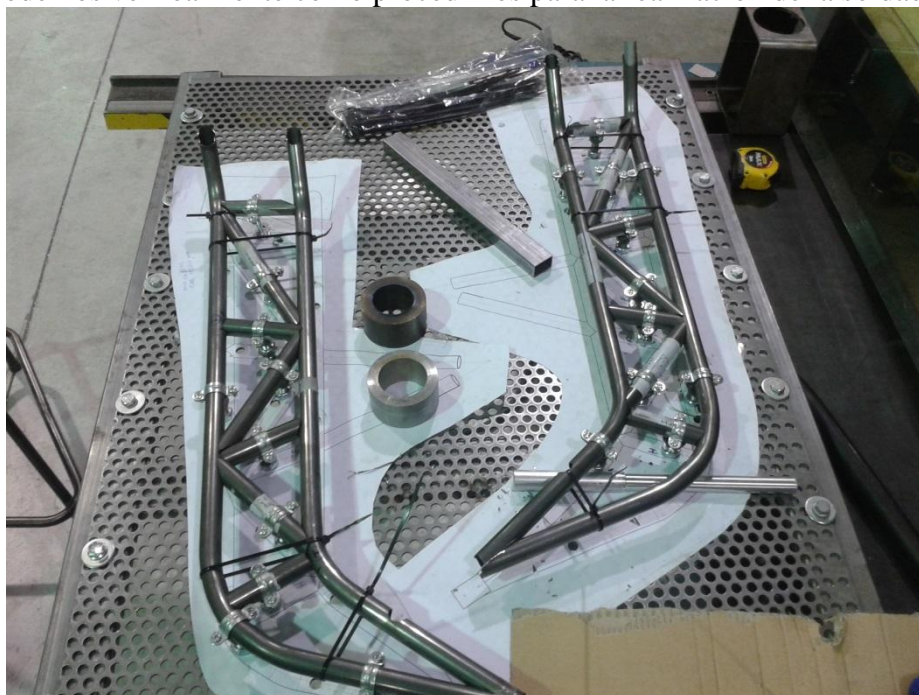
Para la realización de nuestro utillaje, es importantísimo tener en cuenta la fase de diseño del prototipo de chasis, ya que necesitamos un que no sea un utillaje destructivo para cada chasis, sino que nos sirva para la realización de los 500 chasis y basculantes. Por ello, una forma sencilla, y que nos permitía flexibilidad es la solución propuesta a continuación:



El utillaje consiste en una mesa perforada, y en una serie de patas para sujetar y orientar perfectamente los tubos.

Es un concepto sencillo, pero que aporta flexibilidad, y rapidez en la soldadura.

La forma de utilización real, o la aplicación real podemos verla en la figura siguiente, donde podemos ver realmente como procedimos para la realización de la soldadura.



Podemos ver el primer paso a realizar para soldar las partes simétricas del chasis de la motocicleta en el utillaje específico, junto a sus abrazaderas para sujetarlo.

A continuación podemos ver el siguiente proceso, que es juntar ambas partes con los largueros transversales y la pipa de la dirección.



El tipo de soldadura es TIG, en la aplicación práctica, sabemos que esta soldadura apenas produce deformaciones y distorsiones en la estructura a soldar.

En la aplicación práctica de soldadura del prototipo en las instalaciones de ELKARTE, pudimos comprobar que las deformaciones ocasionadas y las distorsiones angulares eran casi inapreciables.

### **7.2.1.8 Descripción del proceso**

Esta actividad es desarrollada por dos trabajadores. Uno soldará tres chasis por día y su compañero tres basculantes, realizando ambos el mismo proceso:

En primer lugar el soldador se dirige al almacén con un carro específico que contiene casillas para albergar los tubos del chasis y del basculante. Las casillas están numeradas, esto ayuda a que los errores de soldadura disminuyan y a que la velocidad del montaje sobre el utillaje aumente.

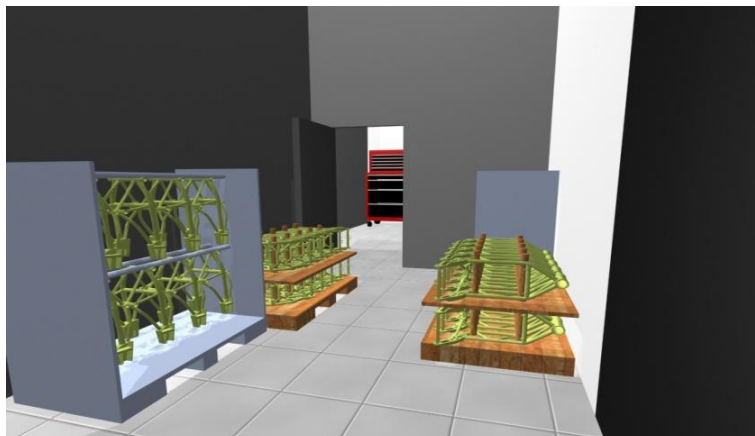
Acto seguido, una vez en el puesto de soldadura, el operario comienza con el ensamblaje de los tubos en el utillaje previamente revisados por el operario de aprovisionamientos con los patrones específicos (revisa visualmente, comprueba dimensiones y ángulos).

Suelda las dos mitades, y procede a juntarlas con la pipa de la dirección.

Una vez terminada la soldadura, el operario transporta la pieza hasta la zona del almacén donde tenemos una zona de paletizado para mandar los chasis a mecanizar, y el cuál,



llevará una tarjeta donde se especificará la fecha, el lugar al que tienen que ir, y la fase del proceso productivo en la que se encuentra.



*Palets para chasis y basculantes*

## 7.2.2 Proceso de pintura

### 7.2.2.1 Introducción

A la hora de llevar a cabo el proceso de pintura en nuestra empresa hemos decidido realizar una inversión en una cabina de pintura.

Las cabinas para la aplicación de pintura son equipos fundamentales en el mejoramiento de los procesos productivos al interior de las empresas. Sus aportes van desde ahorros en la materia prima, mayor calidad en la fase de acabados, piezas de mejor calidad, hasta procesos más limpios y seguros dentro y fuera de la planta.

Aunque en un proceso de pintura la calidad de ésta sea la mejor del mercado, todas sus cualidades se pierden si se aplica en un ambiente adverso cargado de residuos de polvo (que se adhieran a la pieza), o que estimule el fogoneo, la piel de naranja o el ojo de pez, detalles que acaban irremediablemente con lo que hubiera podido ser un excelente producto final.

Precisamente para evitar estos problemas tan costosos existen las cabinas de pintura, unidades restringidas y delimitadas por paredes, que funcionan casi como un cuarto de cirujal; adaptadas tecnológicamente para crear una atmósfera artificial en la que se adelante este importante estadio de la fabricación, con un cien por ciento de calidad.

Con ellas se garantiza el control de las variables que afectan las propiedades y fines para los que fue creada la pintura así como las consecuencias colaterales de aplicarla sobre una superficie, durante el proceso.



*Imagen cabina de pintura*

### **Función**

Aprovechar las propiedades de la pintura para proteger o embellecer una pieza es la base del trabajo de recubrimiento y en este sentido, son las cabinas de pintura las que posibilitan, a través de un proceso controlado, que esas cualidades y propiedades se revelen y materialicen en las piezas pintadas sin verse alteradas por agentes externos.

Para este fin las cabinas controlan las diferentes variables que intervienen en el proceso de pintura como el flujo, la temperatura, la humedad, la presión, la velocidad y la distribución del aire, a través del uso de ventiladores que generan las corrientes del aire, mientras que los filtros separan las impurezas ambiente, asegurando un mejor acabado.

De igual forma se logra con ellas optimizar los tiempos de proceso por cuanto acelera, sin afectar la calidad, el secado y curado de la pintura a razón que el equipo cuenta por lo general, con sistemas de calefacción muy útiles para el propósito, y controla las variables de humedad y temperatura del sustrato para que se adhiera adecuadamente al objeto pintado.

Estos equipos, que favorecen el ahorro de pintura, ofrecen también una mayor garantía en cuanto a la calidad del trabajo se refiere, pues cuentan con potentes sistemas de iluminación para que el operario detecte, fácil y rápidamente, problemas relacionados con la nivelación superficial de la pintura, la profundidad del color, el tono, la distinción de imagen (DOI) y la presencia de impurezas que afectan la apariencia de la superficie.

Por todo esto, cuando el empresario instala una cabina en su planta debe considerar que está realizando una gran inversión pues según se ha estimado, los costos que asumen las empresas por re-procesos asociados a la aplicación de pintura pueden alcanzar entre 1.7 y 2.5 veces el total del proceso original, éstos sin contar los problemas por insatisfacción del cliente, las reparaciones, devoluciones y entregas fuera de tiempo, que también son pérdidas de dinero y credibilidad.

La cabina de aplicación de pintura es una herramienta al servicio de la competitividad y la producción; una herramienta que permite controlar, estandarizar y mejorar esta fase elevando la calidad de los productos, la demanda del mercado, la rentabilidad del

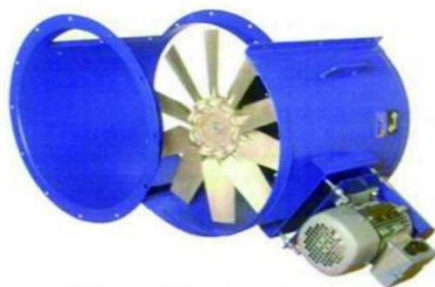
negocio, mientras disminuye los niveles de contaminación asociados con los procesos de fabricación industrial, dentro y fuera de la empresa.

### **Partes y Sistemas Básicos**

Las cabinas, como buena parte de la maquinaria desarrollada actualmente para la industria, ofrecen diferentes configuraciones –con múltiples accesorios– de acuerdo al trabajo y los resultados esperados, aunque existen unidades de funcionamiento comunes para todas. A continuación señalaremos los básicos:

- *Unidades de Movimiento de Aire:*

Son las encargadas de la ventilación en la cabina, es decir de controlar ya sea por extracción o inducción, el flujo de aire y su velocidad; la función, proporcionar aire en las cantidades ideales y evitar los problemas asociados con los excesos o deficiencias de éste y que se revelan en las piezas trabajadas.



#### *Extracción*

Por ejemplo, un defecto común al pintar es el fogueo (overspray) que se forma precisamente cuando no se controla el flujo, la velocidad del aire y la presión de la pintura. Se trata específicamente de las partículas que quedan en el aire, luego de cada aplicación de pintura, y que forman una —nubel que al acumularse, cae sobre la pieza trabajada, sin fundirse, formando una capa irregular, no homogénea.

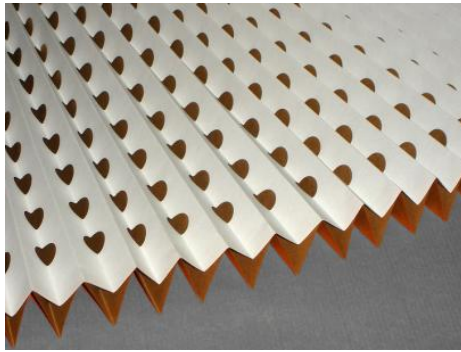
Estas unidades de movimiento se valen de ventiladores axiales, centrífugos o turboventilador para generar las corrientes, en particular, los últimos generan mayor cantidad de aire demandando menos energía para su funcionamiento, ya que al tener conexión directa con el motor se reduce la necesidad de usar sistemas de transmisión como poleas, ejes y correas.

- *Sistema de Filtración:*

Este sistema depura el aire suministrado dentro de la cabina, evitando las partículas que flotan y dañan el acabado de la pintura. Para esto, el sistema realiza el eficiente trabajo de filtrado en dos etapas básicas: la primera con un prefiltro que retiene entre el 60 y el 70 por ciento de las partículas y la segunda, más minuciosa, que elimina hasta un 99 por ciento de ellas. De hecho, las partículas restantes no sobrepasan las 10 micras siendo imperceptibles al ojo humano.

Pero el sistema de filtración no se limita a la purificación dentro de la cabina, de igual forma el aire que sale de ella cuenta también con un sistema de separación de residuos de pintura –a través de una cortina de agua o filtro seco– que impide la contaminación dentro y fuera de la fábrica.

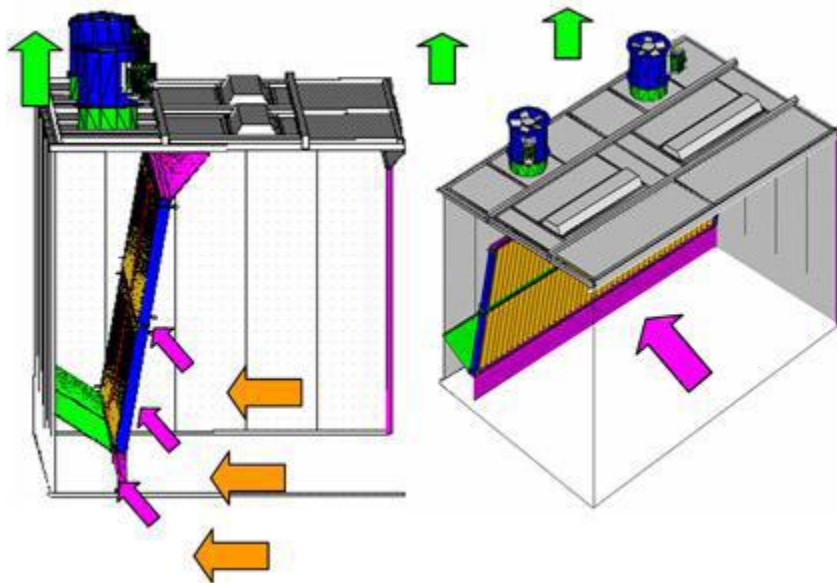




*Sistema de filtrado*

La cortina de agua se utiliza particularmente, cuando las cantidades de pintura aplicada son excesivas y el proceso se realiza diariamente. Este es un sistema muy recomendado aunque su uso tiende a disminuir dado los altos costos de instalación, mantenimiento y control regular que demanda para asegurar su buen funcionamiento (tanto en aspectos operativos como en los ambientales, por el tratamiento de aguas residuales).

Otras opciones son los filtros secos que, al sumar los tiempos de mantenimiento y costos pueden resultar más económicos que otros sistemas, y el cartucho de Carbón Activado, tal vez el más efectivo, que garantiza un 100 por ciento de purificación, incluso de los residuos gaseosos.



*Flujo de la extracción*

Sin duda estos sistemas de filtración aportan grandes beneficios durante el proceso de pintura, pero también generan importantes ahorros económicos para las empresas cuando ganan en ecoeficiencia al establecer procesos limpios, sin residuos perjudiciales para el medio ambiente; de hecho no hay que olvidar que muchas compañías pagan caro el no tener control de sus residuos.

- *La Iluminación:*

Una de las unidades importantes de las cabinas de pintura es la iluminación. Dado que se trata de un cuarto aislado, casi hermético, éstas cuentan por lo general con una fuente de luz artificial potente que asegura por parte del

operario, un excelente control visual del proceso y de la pieza pintada, disminuyendo el agotamiento visual y aumentando la productividad laboral. Vale señalar que dicho agotamiento visual –que en últimas compromete la calidad de la pieza– se produce ante el esfuerzo que hace el ojo, como órgano de control, a medida que se extiende la capa de pintura.



*Iluminación cabina*

Se entiende entonces que la calidad de este control visual está directamente relacionada con la forma como la luz se refleja sobre la película de pintura y se dirige luego, hacia el ojo. Así, una escasa luminosidad o excesiva reflexión de luz, demandará un esfuerzo adicional del órgano que se incrementará con el cansancio durante los tiempos de la jornada laboral.

Por esta razón la iluminación dentro de la cabina debe ser con luz blanca, superior a 1.000 lux y sin sombras, además se recomienda que las paredes interiores del cuarto sean también blancas para que se aproveche la reflexión de la luz.

Esta unidad es muy importante si se tiene en cuenta que estudios realizados sobre el agotamiento visual demuestran cómo, a medida que transcurre la jornada laboral, los defectos de pintura se incrementan a causa del cansancio visual. Un sistema de luz bien regulado protegerá, no sólo la calidad de las piezas sino la salud del operario.

- **Tablero de Control Eléctrico:**

Con la función de controlar y minimizar las operaciones, las posibilidades de errores en el proceso y de ofrecer con un sistema que anuncie a través de alarmas, fallas, paradas, saturaciones de filtros, además de accionar o apagar los elementos eléctricos, es que las cabinas incluyen el tablero de control eléctrico.

Este funciona como un sistema de información que reporta el estado de las operaciones efectuadas por la cabina, según los indicadores que interesan en un momento del proceso: reportes de parada de línea, curvas de secado, tiempo de operación de motores, indicadores de presión, además de otros indicadores como la velocidad, temperatura y calidad del aire y de la iluminación.

Vale señalar en este sentido que entre más variable sea el proceso, mayor control demandará y en el caso de la aplicación de pintura existen al menos 15 variables distintas a supervisar y si cualquiera de ellas se altera, los resultados serán adversos.



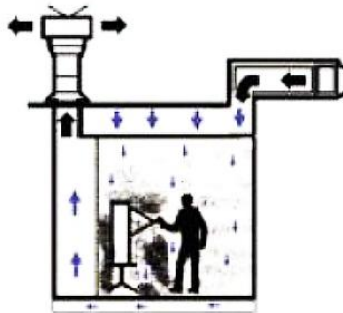
*Tablero de control eléctrico*

- **Sistema de Calefacción:**  
Se utiliza para elevar artificialmente la temperatura en la cabina, especialmente cuando el proceso de pintado se realiza en zonas de climas fríos o variables y cuando se necesita una mayor rapidez en el secado.  
Para esto en la cabina se interpone un intercambiador de calor y una fuente de energía calorífica que pueden ser de vapor, resistencias eléctricas, querosene, de gas propano y, la opción más utilizada por su bajo costo y buena calidad de combustión, la de gas natural.  
Otra opción de combustible, que utilizan algunas empresas de la industria del mueble y la madera por el bajo o nulo costo, son los residuos de aserrín y madera, aunque para su manipulación éste exige un sistema muy confiable de seguridad a causa del manejo paralelo de solventes inflamables de la pintura que pueden provocar explosiones e incendios, si no se usan con precaución.

### **Clases de Cabinas**

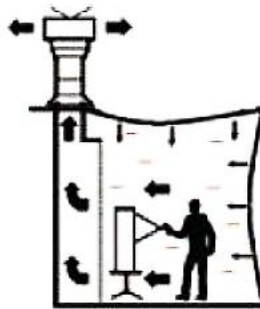
Así como para la mayoría de equipos industriales, los fabricantes de cabinas de aplicación de pintura, han desarrollado diferentes tipos de acuerdo a las necesidades de producción de las empresas. La variedad es muy amplia, pero se dividen en cinco grupos básicos según: el movimiento del aire, la presión del aire, el sistema de filtración, la forma de producción y el tipo de pintura.

- **Según el movimiento del aire:** Son aquellas que dirigen el aire en una dirección determinada según las condiciones de aplicación, de seguridad y los resultados deseados. Éstas se dividen en tres tipos:
  1. **Descendente:** Son aquellas que dirigen el aire de arriba hacia abajo ofreciendo como beneficios un mejor aprovechamiento de la gravedad, una circulación de aire homogénea, un mejor control de la filtración del aire y menor contaminación para el operario durante el proceso.



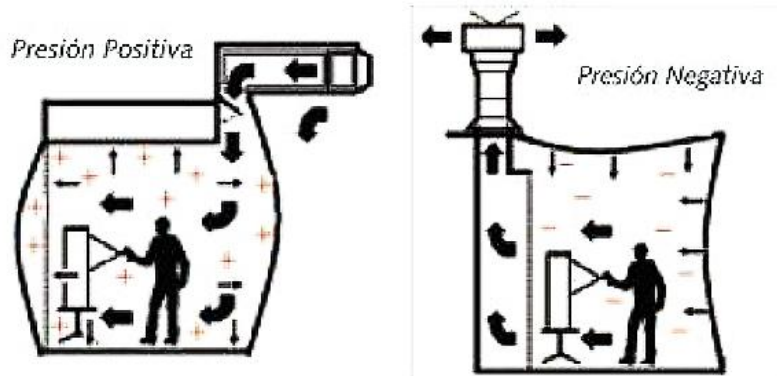
Presión Descendente

2. Ascendente: Estas conducen el aire de abajo hasta arriba, movimiento que genera los siguientes problemas: contamina el ambiente y produce en la pieza trabajada fogueo, pérdida de brillo y —piel naranjal.
3. Transversal: Son aquellas que dirigen el aire diagonalmente y cuyo movimiento aporta como beneficios que no contamina al operario y puede trabajar con una sola unidad o dos, pero tiene igualmente como desventaja que no permite un control eficiente del aire y produce un contacto heterogéneo de la superficie con el aire.

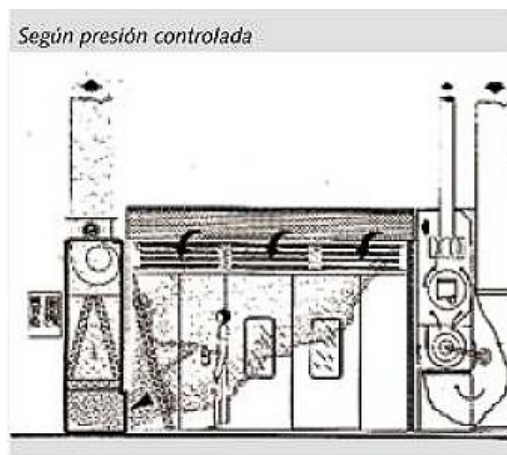


Presión Transversal

- **Según la presión del aire:** Son las cabinas que tienen por principio la inyección o la extracción del aire y se dividen en tres:
  1. Con presión positiva y negativa: La primera se crea al inyectar aire en la cabina sin que éste pueda escapar. De hecho, en el caso de que se abra la puerta de acceso a la cabina durante el proceso, el aire del cuarto que hace una presión hacia fuera saldrá con fuerza, escapando con él gran parte de la pintura. En el caso de la segunda, con presión negativa, se crea extrayendo el aire que está dentro de la cabina.



2. Con presión controlada: Es una combinación de los dos casos anteriores, tiene un sistema de inyección y de extracción que controla el fluido del aire que circula en el interior evitando que se produzcan presiones positivas o negativas y favoreciendo un ambiente totalmente limpio y de temperatura controlada para el trabajo. Es un tipo de cabina muy equilibrado que incluso da la opción de aplicar mayor cantidad de aire del que se extrae en el caso de detectar la entrada de impurezas, es una especie de sello invisible que se genera con una leve corriente positiva.



- **Según el sistema de filtración:** Estas cabinas se distinguen según el filtro que posean dadas las necesidades del refinamiento y purificación del aire. Pueden ser cabinas con filtro de cortina de agua o con filtro seco.
  - **Según la forma de producción:** Son aquellas que se definen según las necesidades de productividad del proceso.
1. Por Batches: Se utiliza generalmente cuando la cantidad de piezas procesadas baja, o cuando la producción tiene un carácter más artesanal o especializado. Se denomina por batches por que el lote se pinta por turnos: primero unas piezas específicas (ejemplo sillas de un comedor), que luego se ubican en el área de secado y, mientras se secan, se pinta otro bache o grupo de piezas. El sistema ofrece la ventaja que los operarios pueden realizar varias oficios (lijan, alistan, pintan, etc.).



Aplicación por Baches

2. De túnel continuo: En el proceso continuo o en serie, mucho más especializado y tecnificado que el anterior, el operario no se desplaza para trabajar las piezas, pues éstas pasan frente a él gracias a una banda transportadora que las desplaza con velocidad controlada. En realidad estas cabinas son túneles que reciben por una boca la pieza y la entregan lista por la otra.
  3. Industriales y especiales: Este tipo de cabinas se emplean básicamente cuando la empresa enfrenta proceso complejos de pintura, necesita aplicar grandes cantidad de recubrimiento o debe pintar productos de gran tamaño. Se trata de equipos diseñados para resolver situaciones especiales que demandan de la cabina un esfuerzo mayor del habitual: un mayor número de motores y ventiladores, más energía y elementos eléctricos más robustos.
- **Según el tipo de pintura:** En esta división pueden señalarse dos clases: las cabinas para pintura líquida y las cabinas para pintura en polvo, considerando que las primeras son las más comunes y sencillas, mientras que las últimas demanda adecuaciones especiales para su funcionamiento, como equipos de aplicación electrostática, sistema de recuperación de polvo y horno de termocurado o polimerizado que las hacen también más costosas. Paralelamente, dentro de esta clase de cabinas se puede realizar una subdivisión a partir del tipo de productos para acabados empleados, con sus respectivas consideraciones.
    1. Para tintado: Dado que la mayoría de las tintillas para madera tienen un bajo poder de relleno (mojan y colorean la superficie, pero no rellenan los poros) y secan por oxidación –al contacto con el aire– no demandan el control exhaustivo de partículas sólidas que ofrece por ejemplo, una cabina de aire controlado. En estos casos se utilizan cabinas abiertas de presión negativa que controlan los residuos de pintura evitando que vayan al medio ambiente y genera una corriente de aire horizontal.
    2. Para selladores: Algo parecido sucede con los selladores que, aunque no tienen color si tienen un buen porcentaje de sólidos que rellenan el poro. Sin embargo, la aplicación de este producto tampoco exige perfecto control de partículas, pudiendo utilizarse también una cabina abierta de presión negativa.



3. Para acabado: En los procesos finales de pintura los cuidados deben ser especiales y más controlados, por eso se recomienda para esta fase una cabina cerrada, con presión controlada y filtros de renovación de aire que garantice repeler la entrada de partículas sólidas que dañen el mueble. Esta recomendación también aplica para la fase de lacado.

En general las empresas deben considerar que, según el tipo de pintura usada, las características de la producción y el resultado esperado, deben escoger su cabina ideal. Por lo general instalar las de presión controlada con sistemas de filtración especializados en dos o tres etapas, velocidades de aire reguladas y control de temperatura no siempre son las correctas para lo que demanda el proceso de pintura.

### 7.2.2.2 Defectos en la pintura

Lo normal en un proceso de pintado es que se obtenga un acabado de calidad. Sin embargo, y por muy diversas causas, aparecen defectos que puede afear el aspecto final y arruinar un trabajo tan meticuloso. Los defectos de pintado son muy variados, pueden influir únicamente en el aspecto visual de la capa de pintura y no suponer defectos apreciables en la calidad de la misma (variación de color, descolgados, etc.) o, por el contrario, repercutir en las funciones y propiedades de la pintura, conduciendo a un deterioro importante del sistema o del propio soporte, si no se eliminan con prontitud (cráteres, poros, desconchados, etc.). Cabe señalar que un defecto puede ser provocado por distintas causas y, viceversa, una misma causa puede provocar diferentes defectos. A continuación se recogen diferentes defectos de pintura que pueden aparecer debidos a factores externos que se agreguen a la capa de pintura o producidos por anomalías de aplicación del producto. No solo analizaremos las causas, sino también su prevención y posible reparación.

#### 1. Defectos y daños de la pintura por inadecuada técnica de aplicación

Entre los defectos y daños de la pintura ocasionados en la aplicación figuran los debidos a los errores del pintor al preparar y aplicar las mezclas de pintura, a materiales defectuosos, al mal estado de las instalaciones o al sacado deficiente.

- **Falta de adherencia**

Se hace presente cuando, una vez seca la película de pintura, ésta puede desprenderse con facilidad del sustrato sobre el que fue aplicada. Puede manifestarse de formas diferentes debido a la presencia de grasas, ceras, barros de lijado, siliconas, etc.

Causas:

- Preparación defectuosa de la superficie, con restos de grasa, humedad o suciedad.
- Lijado deficiente de la capa precedente.
- Elección incorrecta del sistema de pintado, como el uso de una imprimación inadecuada.

Prevención:

- Limpiar y desengrasar la superficie a pintar para eliminar todo tipo de impurezas.
- Preparar correcta y mesuradamente la superficie.

- Consultar con el fabricante el sistema de pintado más apropiado y respetar las indicaciones del manual de reparación.

Corrección:

- Eliminar las capas defectuosas mediante lijado y pintar de nuevo.

- **Ampollas**

Las ampollas son casi siempre elevaciones circulares y uniformes cuya ubicación y frecuencia es muy diversa. Estas ampollas se pueden formar tanto entre las diferentes capas del sistema de pintura como por debajo del mismo, es decir, entre la chapa y la pintura.

Causas:

- Ensuciamientos o sales solubles en el agua, especialmente en agua sucia del lijado, sudor de manos o restos de humedad del secado mal realizado.
- Penetración de humedad en la pintura debida a:
  - Humedad del aire demasiada alta durante la pulverización.
  - El aire de la pistola contiene agua de condensación.
  - Lijado de la masilla de la resina al agua.

Prevención:

- Lavar cuidadosamente con agua limpia las partes de la carrocería tratadas previamente.
- Disponer de un recogedor de humedad eficaz en la instalación de aire comprimido, purgando frecuentemente las líneas de aire.
- No tocar con las manos las superficies preparadas para pintar.
- Lijar la masilla de la resina en seco.

Corrección:

- Eliminar las capas de pintura que estén por encima de la que ha ocasionado el daño y estructurar de nuevo la pintura.

- **Arrugas**

El defecto consiste en la formación de ondulaciones o arrugas en la superficie del esmalte.

Causas:

- La pintura nueva no ha endurecido lo suficiente (sobre todo en sintéticos recién pintados).
- Utilización de esmalte de secado rápido aplicado sobre un fondo de secado lento. Las capas de pintura no son compatibles.
- No se ha utilizado el diluyente apropiado.

Prevención:

- Aplicar los esmaltes en espesores según las recomendaciones del fabricante. Si es preciso el empleo de grandes espesores, aplicar el producto en varias manos dejando el tiempo necesario entre capa y capa.
- Utilizar diluyentes apropiados.

Corrección:

- Si se trata de defectos de poca importancia, dejar secar bien la superficie, lijarse hasta llegar a la capa endurecida y, seguidamente, pintar de nuevo.

- En el caso de defectos de gran importancia, hay que decapar todo el pintado, procediendo seguidamente a la aplicación de una nueva capa.

- **Burbujas**

Son protuberancias huecas, producidas por oclusión de aire dentro de la película; debido a un rápido secado, se cierra la superficie lo que no permite la salida de aire o gases de reacción que quedan atrapados en la burbuja. Disminuyendo la adherencia y la función de protección.

Causas:

- Excesivo calor ambiente que favorece la evaporación.
- Tiempo de secado insuficiente entre capa y capa.
- Presencia de pequeñas burbujas de aire atrapadas que se escapan por las superficies porosas o particularmente la secas (masilla de poliéster).
- Utilización de disolventes inadecuados que evaporan rápidamente la superficie.

Prevención:

- Eliminar las capas de pintura que haya por encima de la que ha ocasionado el daño y estructurar de nuevo la pintura.

- **Cráteres o siliconas**

Los cráteres o siliconas consisten en la formación de unas depresiones o cavidades circulares semejantes a cráteres, que se encuentran en la capa de acabado o en las capas intermedias y cuyos bordes sobresalen ligeramente.

Causas:

- Falta de limpieza en la superficie pintada, en la que han quedado restos de aceite, grasas, ceras, o siliconas procedentes de productos de pulimento.
- Restos de aceite procedentes del circuito de aire comprimido.
- Presencia de gases de combustión de todo tipo, provenientes del medio ambiente o productos contaminantes procedentes de emanaciones de otras industrias próximas.

Prevención:

- Limpiar concienzudamente la superficie de la carrocería antes de lijado y hasta el momento de aplicar la pintura de acabado.
- Revisar regularmente los separadores de agua y aceite en el sistema de aire comprimido, realizando el mantenimiento de la instalación.
- Utilizar filtro de aire eficaz.

Corrección:

- Lijar y pulimentar los cráteres más pequeños. Lijar los cráteres grandes y pintar de nuevo.

- **Cuarteados**

La forma en que se manifiesta este defecto consiste en la aparición de un determinado número de grietas de diferente longitud y anchura, en todas las direcciones, que se hacen visibles en la película de pintura.

Causas:

- Secado insuficiente de la superficie inferior antes de aplicar la siguiente mano.

- Empleo de materiales de pintado sin concordancia entre ellos, en cuanto a la dureza y elasticidad.
- Diferencia de tensión como resultado de grandes diferencias de temperatura entre la capa inferior y el material aplicado.
- Capas demasiado gruesas.

**Prevención:**

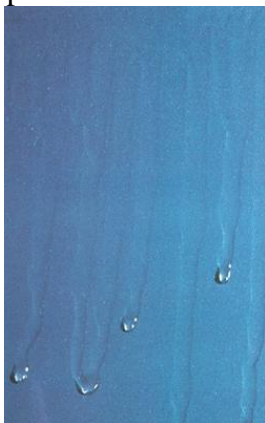
- Observar los tiempos de secado apropiados.
- Utilizar únicamente materias compatibles y dentro de un mismo sistema de pintado.
- Conseguir el espesor correcto de película seca.

**Corrección:**

- Dependiendo de la profundidad de las grietas, lijar o decapar las superficies afectadas y pintarlas de nuevo.

- **Descolgados**

Se forman en superficies verticales y consisten en unas cortinas de pintura y goteos. Está provocado por un exceso de fluidez, el cual puede ser debido a:



*Descolgados*

**Causas:**

- Distancia entre la pistola y el soporte menor de la correcta.
- Movimientos de la pistola demasiado lentos.
- Temperatura ambiente baja.
- Viscosidad baja de la pintura.
- Espesores de película demasiado altos.
- Tiempo de ventilación entre cada pasada demasiado corto.
- Disolventes empleados demasiado lentos.
- Empleo de una pistola de pulverización con una boquilla demasiado grande.

**Prevención:**

- Procurar que la pistola aerográfica, la técnica de aplicación y los materiales de pintura resulten adecuados y ajustados a las condiciones de aplicación.
- Pintar a mayor distancia del objeto.
- Aumentar la presión de aplicación.
- Utilizar disolventes más cortos o rápidos de evaporación.

- Aumentar la viscosidad de aplicación.
- Aplicar cargas normales o dejar tiempo suficiente para que el disolvente se evapore entre mano y mano.

Corrección:

- Los descolgados de dimensiones reducidas se pueden corregir pasando la cuchilla de raspar, lijando con P1000, P1200, y puliendo.
- En caso contrario será necesario el lijado y repintado.

- **Falta de opacidad o bajo poder cubriente**

Se dice que una pintura no tiene poder cubriente cuando no es capaz de enmascarar o tapar la tonalidad de la capa inmediatamente inferior con su propia tonalidad, de forma que presenta una película de diferentes tonalidades por zonas.

Causas:

- Pigmentos de bajo poder cubriente; se da sobre todo colores rojos orgánicos y amarillos.
- Excesiva dilución de la pintura, que disminuye el poder cubriente por unidad de volumen.
- Espesor demasiado bajo de la capa o capas de acabado.

Prevención:

- Aplicar sucesivas manos de pintura, dejando un tiempo prudencial entre mano y mano.
- Aumentar la viscosidad para obtener el poder cubriente por unidad de volumen más correcto, o aumentar el número de manos.
- Agitar bien la pintura antes de su dilución.

Corrección:

- Una vez seca la pintura, puede lijarse en seco con P400 P500 o al agua con P800 P1000 y pintar de nuevo.

- **Falta o lentitud de secado**

Se dice que una pintura tiene falta de secado cuando el tiempo que transcurre desde su aplicación hasta que puede manipularse es excesivamente largo con relación al tiempo especificado por el fabricante.

Causas:

- Temperatura de ambiente baja.
- Humedad relativa del aire muy alta.
- Utilización de disolventes lentos.
- Aplicación de espesor excesivo.
- Errónea dosificación de endurecedor o catalizador en productos de dos componentes.

Prevención:

- Conseguir condiciones ambientales óptimas en el taller.
- Emplear disolventes adecuados según el fabricante.
- Respetar las proporciones de mezcla de endurecedores y catalizadores recomendadas en los productos de dos componentes.

- **Hervidos**

Denominados también burbujas de ebullición, los hervidos se producen cuando una película de pintura ha secado superficialmente, pero sin hacerlo en profundidad, por oclusión de disolventes, que al evaporarse atraviesan la película de pintura ya seca rompiéndola y dando lugar a la aparición de microporos y ampollas. Cuando se lija aparece un espacio hueco de mayor superficie, debajo del cual se puede ver a menudo la capa de fondo.

Causas:

- Elevada temperatura que favorece la evaporación rápida de los disolventes.
- Utilización de disolventes muy volátiles que se evaporan fraccionadamente.
- Aplicación de la capa de pintura demasiado espesa.
- Tiempos de aireación demasiado cortos entre cada una de las operaciones de pintado o antes del secado en el horno.

Prevención:

- Utilizar una mezcla de disolventes pesados, medios y ligeros en proporción adecuada para lograr un secado gradual de la película.
- Ajustar el equipo y mejorar la técnica de aplicación para reducir la cantidad de pintura aplicada.
- Controlar los tiempos de evaporación y temperaturas de aplicación y secado.

Corrección:

- Si los hervidos son de poca intensidad, se puede lijar con P1200 y pulimentar. Si, por el contrario, se trata de grandes superficies, o los hervidos son de gran intensidad, se pueden eliminar lijando hasta su punto de origen, repintando de nuevo las zonas afectadas.

- **Suciedad y polvo**

Este defecto se produce por las inclusiones de suciedad, cuerpos extraños y polvo con desigualdades pequeñas y granuladas, existentes casi siempre en gran cantidad y repartidas con mayor o menor regularidad. Una partícula de tamaño 0.1mm puede ser apreciada por el ojo humano.

Causas:

- Limpieza defectuosa de la superficie sobre la que hay que pintar.
- Falta de limpieza o suciedad en: instalación de pintura, filtro del techo, etc.
- Presencia de polvo arremolinado y cargas estáticas.
- Suciedad y polvo en la ropa de trabajo del pintor.
- Utilización de pintura sin tamizar.

Prevención:

- Tener en cuenta la limpieza desde el principio hasta el final del proceso de pintado
- Conservar la instalación de pintura limpia y cuidada y mantenerla lejos de las fuentes de contaminación, tales como zonas de lijado, botes de basura, etc.

Corrección:



- Las pequeñas oclusiones de suciedad se pueden reparar mediante un lijado suave con papel 1200, seguido de un pulimentado. Las áreas con daños de mayor importancia se lijarán de nuevo y se reconstituirá el esquema de pintado.

- **Pérdida de brillo**

La pintura puede tomar un aspecto deslustrado o mateado en toda la superficie o en zonas aisladas. El brillo de un sistema de pintado se puede apreciar por el reflejo de un objeto en la superficie.

Causas:

- Existencia de superficies completamente secas y demasiado porosas.
- Aplicación de pintura demasiado diluida en una capa fina.
- Utilización de disolventes y catalizadores inadecuados para el trabajo que hay que realizar.
- Pigmentación excesiva por no haber agitado la pintura debidamente.
- Aplicación de la mano final en aire humedecido o corriente de aire.
- Humedad elevada del aire y falta de oxígeno o aire fresco en el proceso de secado.
- Exposición muy larga o excesivamente próxima de los elementos de secado, cuando éste se efectúa por rayos infrarrojos.

Prevención:

- Un cuidado regular de la pintura para conservar su resistencia y mantener su brillo.
- Seguir las instrucciones de aplicación de materiales.
- Usar sistemas de materiales amonizados.
- Conseguir una pulverización y condiciones de secado buenas, procurando la entrada de aire fresco.
- Prepara con cuidado las superficies inferiores.

Corrección:

- La corrección prudente consiste en reparar al principio con un ligero pulido. En casos más resistentes, un pulido con crema especial puede ser suficiente. Si vuelve a reaparecer el mateado o no se consigue eliminar, es necesario volver a pintar el vehículo.

- **Piel de naranja**

La capa de acabado presenta una superficie irregular de aspecto granuloso similar a la piel de naranja.



*Piel de naranja*

**Causas:**

Es el efecto contrario a los descolgados, y por lo tanto está provocado por:

- Distancia entre la pistola y el soporte mayor de la correcta.
- Movimientos de la pistola demasiado rápidos.
- Temperatura ambiente alta.
- Viscosidad alta de la pintura.
- Espesores de película demasiado bajos.
- Tiempo de ventilación entre cada pasada demasiado largo.
- Disolventes empleados demasiado rápidos.
- Empleo de una pistola de pulverización con una boquilla demasiado pequeña.

**Prevención:**

- Para evitar este defecto, solo deben utilizarse las técnicas de aplicación recomendadas por el fabricante para los materiales que se estén usando. Deben seleccionarse los disolventes en función de la temperatura a la que se está efectuando la aplicación, y ajustarse la viscosidad de acuerdo con los valores prescritos por el fabricante. La piel de naranja se produce por fallos debidos a la técnica de preparación y aplicación, raras veces por defectos del material.

**Corrección:**

- En ocasiones puede subsanarse mediante un pulido, pero por lo general es necesario el lijado de la zona afectada y posterior repintado.

- **Pulverizados**

Son pequeñas partículas de pintura seca que quedan sobre la superficie de la película ya formada, produciendo acabados de mal calidad. Este fenómeno es contrario al descolgado.

**Causas:**

- Empleo de diluyentes muy volátiles, cuya rápida evaporación hace que la pintura se seque excesivamente en el trayecto pistola-soporte.
- Colocación de la pistola a gran distancia de la superficie.
- Aplicación a alta presión, que favorece la evaporación rápida del disolvente.
- Utilización de una boquilla excesivamente pequeña.

**Prevención:**

- Añadir pequeñas proporciones de disolventes más pesados.
- Bajar la presión de aplicación.
- Aumentar el diámetro de la boquilla.
- Ajustar la técnica de aplicación.
- Comprobar las condiciones de la cabina.
- Reducir la viscosidad de aplicación.

Corrección:

- El exceso de pulverización se puede eliminar, a menudo, simplemente con un pulido: si con éste no se consigue el resultado deseado deberemos pintar.

- **Rechupados, mermados**

En este caso, la superficie de la película de esmalte parece sin uniformidad, alterada e hinchada. Debido a esta microestructura de la superficie, eventualmente puede producirse una disminución de brillo. Los cercos, rayas, etc., se hacen visibles después de haberse secado las capas superiores.

Causas:

- Diferencia de capacidad de absorción de la superficie inferior debido a la falta e imprimación o sellado en las zonas enmasilladas.
- Aplicación de la capa de acabado antes de que la pieza estuviera completamente seca.
- Espesor demasiado alto de la capa de los esmaltes de terminación. Los restos de disolvente se evaporan sólo después del secado, por lo cual se hunde la película de esmalte.
- El fondo es reversible o no ha endurecido suficientemente.

Prevención:

Para evitar este efecto producido por el hinchamiento-hundimiento, debe aplicarse el material del esmalte base y barniz de terminación sólo en los espesores de capa prescritos por el fabricante, dando suficiente tiempo de ventilación y oreo de cada una de las capas por separado

- Sellar siempre el masillado con aparejo.
- Asegurarse de que los aparejos están bien endurecidos.
- Test del disolvente para descubrir fondos dudosos y aislados.

Corrección:

- Dejar que el sistema aplicado endurezca totalmente, empleando para ello, si fuera preciso, calor en la cabina o infrarrojos. A continuación, lijar hasta la capa que ha originado el defecto y pintar de nuevo.

- **Sangrado**

Consiste en una alteración del color en la capa de acabado.



*Sangrados*

**Causas:**

- Excesiva cantidad de catalizador añadido a la masilla de poliéster, este exceso reacciona con la pintura de acabado y altera los pigmentos, provocando una coloración que tiende hacia tonos amarillos o pardos.
- Presencia en las capas de fondo de pigmentos solubles en la pintura de acabado, originando una mezcla de colores no deseada.
- Las pinturas aplicadas afectan a las pinturas preexistentes, alterándolas y mezclándose con las nuevas.

**Prevención:**

- Preparar la masilla de poliéster con la cantidad adecuada de catalizador, no añadiendo una cantidad superior a la cantidad recomendada por el fabricante. Antes de aplicar los acabados hay que asegurarse de que las superficies a repintar están en buen estado y son aptas para el repintado con pinturas acrílicas de dos componentes, en caso contrario, se debe emplear un aparejo como aislante.

**Corrección:**

- Lijar hasta la pintura de fondo que haya originado el problema, aislar con aparejo sellador de naturaleza epoxi, y repintar.

- **Velado**

Son opalescencias en la película cuando, al evaporarse rápidamente el disolvente, provoca la condensación de la humedad y precipita la resina. La evaporación es un cambio de estado que precisa absorción de calor. Cuanto más rápido es un diluyente, mayor es la cantidad de energía absorbida en el momento de su evaporación. Esta energía es cedida por el soporte que se enfría provocando la condensación de la humedad ambiente sobre la película de pintura.

**Causas:**

- Utilización de disolventes volátiles.
- Índice de humedad relativa alta.

- Condensación de humedad en época de frío.

Prevención:

- Utilizar disolventes pesados de evaporación más lenta que el agua.
- Mantener la pintura a temperatura ambiente.
- Controlar la humedad relativa sobre todo en el secado.

Corrección:

- Dejar secar la capa de pintura el tiempo previsto y proceder al lijado, aplicando de nuevo la capa de esmalte.

## 2. Defectos de pintura debidos a otras causas

Además de los analizados hasta ahora, ocasionados básicamente en la aplicación de las mezclas, materiales defectuosos, mal estado de las instalaciones o simplemente por errores del pintor, existen otro defectos que pueden ser originados por el mal estado de las superficies que se pretenden pintar.

- **Arañazos y marcas de lijado**

Las marcas de lijado consisten en unos surcos que aparecen en la superficie de la pintura de acabado.



*Marcas en el lijado*

Causas:

- Las pinturas de preparación, aparejo y masillas, se han lijado con abrasivos excesivamente gruesos, por lo que las estrías de lijado no se cubren con las siguientes capas de pintura.
- No se ha realizado un correcto escalonado de las etapas de lijado. No se ha respetado los tiempos de secado de los materiales de preparación.
- Las pinturas de acabado se han aplicado con espesores demasiado finos que no cubren el lijado.

Prevención:

- Se ha de respetar el tiempo de secado del aparejo y llevar a cabo un lijado del mismo de forma escalonada y con la granulometría correcta. Además debe aplicarse un espesor de pintura de acabado suficiente.

Corrección:

- En el caso de acabado monocapa se puede intentar eliminar mediante un pulido una vez seca la pintura, pero si el acabado es bicapa significa que las marcas además de estar en el barniz están en la base, por lo que no basta con pulir el barniz. En el caso de que las marcas fueran muy acusadas será necesario lijar y repintar.

- **Corrosión**

La corrosión es una reacción electroquímica del metal con el oxígeno en combinación con la humedad. El producto de la corrosión es el óxido.

Causas:

- La conservación de los espacios huecos de la carrocería se ha realizado deficientemente.
- Exposición a ambientes particularmente corrosivos.
- Estructura de la pintura dañada por golpes de gravilla.
- Conservación deficiente del vehículo
- Sellado deficiente.

Prevención:

- Conservar y mantener regularmente la capa de pintura.
- Eliminar el óxido en cuanto aparezca.
- Ejecutar cuidadosamente todos los trabajos de reparación.
- Limpiar escrupulosamente la chapa con un desengrasante eficaz.
- Aplicar una capa de imprimación fosfatante.

Corrección:

- Eliminar concienzudamente las capas oxidantes y las capas de pintura contiguas y a continuación realizar un proceso completo de pintado.

- **Grietas**

Cuartheados en la capa superior de pintura que puede, en algunos casos, llegar a atravesar todo el sistema de pintado.

Causas:

- La capa exterior de pintura puede ser destruida a causa de tensiones internas provocadas por cambios bruscos de temperatura.
- En relación con la capa de barniz de los bicapas, la formación de grietas se debe, generalmente, a la radiación ultravioleta junto con una elevada humedad de aire.

Prevención:

- La formación de grietas debida a influencias atmosféricas se puede evitar mediante la conservación regular de la pintura.

Corrección:

- Decapar la superficie afectada, de acuerdo con la profundidad de las grietas, y pintar de nuevo.

### 3.- Defectos por factores externos que pueden agredir a la pintura

- **Factores climáticos**



Entre los factores climáticos que pueden agredir la pintura cabe mencionar la humedad y la salinidad del aire, la radiación ultravioleta, el calor, el frío, así como las consecuencias derivadas de estos factores.

El deterioro de la pintura puede traducirse en un metalizado de la superficie. Este deterioro puede evitarse mediante un cuidado regular mediante lavados frecuentes y aplicación de ceras de protección. Los productos de conservación previenen el deterioro a la intemperie, actúan como repelentes de la suciedad y conservan elástica la capa de pintura incrementando el brillo.

- **Factores mecánicos**

Entre los factores mecánicos se encuentran el efecto abrasivo del polvo y la arena junto a la fricción del viento durante la marcha, los impactos de gravilla contra la pintura así como las marcas dejadas por los túneles de lavado o los equipos utilizados en la aplicación de abrillantadores.

Los puntos menos dañados se pueden resanar fácilmente. Donde los daños tengan una mayor magnitud se hace necesario lijar hasta la capa dañada y reconstruir el sistema de pintado.

- **Factores biológicos**

Entre los factores agresivos de tipo biológico que con más frecuencia ocasionan daños en la pintura figuran los excrementos de aves, los insectos se han estrellado, las flores, las hojas...

La cauterización de los excrementos de aves que no fueron eliminados oportunamente, pueden ocasionar manchas locales en la pintura, que pueden llegar incluso a la capa de aparejo.

Las manchas producidas por resinas de árboles se deben fundamentalmente al pino y la acacia. Su eliminación debe realizarse con agua, si fracasa la prueba, deben lijarse las capas que se encuentren dañadas.

### 7.2.2.3 Equipo a utilizar

En un primer momento nuestra decisión era la de adquirir una cabina abierta de filtro secos. Desde el punto de vista económico son las más baratas y teniendo en cuenta que nuestra producción no es muy elevada consideramos que era la conveniente.

Sin embargo, el hecho de estar abierta a un ambiente adverso cargado de residuos de polvo (que se adhieran a la pieza), o que estimule el —fogueo, la piel de naranja o el ojo de pez, defectos que acaban irremediablemente con lo que hubiera podido ser un excelente producto final.

Finalmente, nos hemos decidido por una cabina presurizada horizontal de filtro seco que al tratarse de una cabina cerrada evita la exposición a las posibles impurezas presentes en nuestro taller. Además, presenta un generador de calor de gran utilidad. Como en nuestra localización en invierno hace bastante frío, será necesario un aporte de calor para pintar en condiciones óptimas y así al mismo tiempo nos podrá servir para secar las piezas en el interior de la cabina una vez pintadas, lo cual reduce los tiempos de fabricación.

Entre los distintos modelos de cabinas presurizadas hemos elegido la cabina con las siguientes características:

- Las medidas exteriores totales de la cabina presurizada son:
  - Largo.....4.000mm.

- Ancho.....2.080 mm.
- Alto.....3.500 mm.
- Las medidas útiles totales de la cabina presurizada son:
  - Largo.....2.000 mm.
  - Ancho.....2.000 mm.
  - Alto.....2.460 mm.

## 1. Funcionamiento Cabina Presurizada

### A. Fase de pintado

Gracias a la ventilación de la cabina con más de 13.000 m<sup>3</sup>/h se consigue crear un flujo laminar a través de los filtros del Plenum (pared posterior) que permite un flujo de aire en horizontal a una velocidad de 0,5 m/s, asegurando un perfecto barrido del overspray (facilitando la calidad y la comodidad del pintado para el trabajador) además de mantener los niveles de concentración de productos tóxicos por debajo de los límites tolerables (según Norma UNE 30-322-86).

La evacuación del aire de la cabina durante la aplicación se hará a través de un filtro de cartón mediante la aspiración de 1 ventilador centrífugo en la pared frontal de aplicación.

El aporte del caudal necesario será aportado por el grupo de aporte situado en el techo de la cabina montado con varios prefiltros para asegurar la calidad necesaria del aire impulsado en la cabina.

### B. Fase de secado

Con el accionamiento automático desde el cuadro de mandos se produce una recirculación del 90% del aire en el generador y la extracción del 10% para la renovación del aire y evaporación de disolventes.

### C. Fluidos y sistemas necesarios

A la hora de poner en funcionamiento la cabina debemos tener en cuenta los siguientes fluidos y sistemas:

<b>Electricidad: Distribuida en 1 punto (armario de maniobras)</b>	
Tensión de trabajo	380 V- 50 Hz
Potencia eléctrica	8 Kw

<b>Aire comprimido: deshidratado (punto de rocío (-) 24°C) y exento de aceites.</b>	
Presión	7 bar
Distribuida en 2 puntos: puestos de aplicación de pintura.	

<b>Combustible: distribuida en 1 punto: Generador cabina</b>	
Combustible	Gasóleo

## 2. Descriptivo

### A. Cuerpo cabina

Construida en panel tipo sándwich lacado color blanco liso por ambas caras, con aislamiento de poliuretano adecuado a normativa europea contraincendios de 40 mm de espesor y sistema de montaje de unión macho – hembra.

### B. Grupo de aporte de aire

El grupo tomará el aire del interior de la nave.

Opcionalmente se podría realizar la toma de aire del exterior, evitando así la posible contaminación de la cabina con polución procedente del resto del proceso.

El grupo se situará en el techo de la cabina, en posición horizontal y apoyado sobre una estructura metálica.

Características técnicas	
Ventilador	Centrífugo a transmisión
Nº de ventiladores	1 ud.
Caudal unitario máximo	13.000 m <sup>3</sup> /h
Potencia nominal	5,5 Kw
Prefiltración aire entrada	EU3

### C. Plenum

Prefiltrado del aire de entrada a la cabina a través de un recinto con manta filtrante de alta eficacia para un perfecto barrido por toda la cabina.

Situado en la pared posterior a la zona de aplicación.

Medidas plenum	
Largo	2.000 mm ±
Alto	2.000 mm



*Fotografía de un plenum*

El plenum está constituido por:

- Largueros tubulares en acero galvanizado capaces de soportar la presión dinámica ejercida por el flujo de aire procedente del cajón de inyección y de rigidez adecuada para evitar vibraciones.
- Marcos porta-filtros construido en perfil galvanizado que ejerce como apoyo de la manta filtrante
- Manta filtrante de alta eficacia tipo PA-560-G compuesta por tela sin tejer de alto rendimiento de construcción progresiva de fibras sintéticas, ligadas con resina sintética, con tratamiento adhesivo, lado de aire limpio con acabado especial alisado y reforzado con malla protectora. Grado de separación 97% DIN-24185.
- Presostato con señal luminosa en el cuadro eléctrico para el control del estado de la manta filtrante.

#### ***D. Puertas acceso y visores verticales***

En la parte lateral de la cabina se situarán:

- 1 Puerta corredera para acceso de carros porta-piezas.
- 1 puerta para personal con apertura anti-pánico en el interior y visor vertical.
- Adicionalmente se incluirán 2 visores verticales en todo el perímetro de la cabina.



*Fotografía de la instalación*

#### ***E. Muro de pintura***

En el fondo, opuesto al plenum, se sitúa el muro de pintura previsto para la aplicación manual o automática.

Opcionalmente, se podría situar una tarima con rejillas de 1 m de ancho debajo del muro de pintura para la aspiración del overspray.

Gracias a la extracción del aire a través de la pared de filtros, a una velocidad de 0,50 m/s, conseguiremos un perfecto barrido del overspray además de mantener los niveles de concentración de productos tóxicos por debajo de los límites tolerables.

Superficie aspirante: 4 m<sup>2</sup>



*Muro de pintura*

#### ***F. Ventilador de extracción centrífugo***

Ventilador centrífugo de media presión, carcasa en acero laminado, turbina en acero laminado con alabes a reacción y trampilla de inspección con Certificado ATEX, categoría 2, para atmósferas explosivas:

Nº de aspiradores	1 uds.
Caudal máximo	12.000 m <sup>3</sup> /h
Régimen de giro	1.410 r.p.m.
Potencia instalada	1,5 Kw
Nivel sonoro	76 dB (A)
Temperatura máxima del aire a transportar	120°C

### G. Filtros

Prefiltrado grupo de aporte	EU3
Filtros de Plenum	EU5
Filtros de Cabina	1ª etapa: cartón plegado + poliéster
	2ª etapa: filtro sintético

### H. Iluminación

Luminarias de superficie posición horizontal ATEX 2x58 w	4 uds.
--	--------

### I. Conductos de extracción

- Extracción aire cabina
- Conducto de extracción del aire de la cabina construido en chapa de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor y constituido por 3 metros + sombrero.
- Extracción humos quemador
- Conducto de extracción de los humos procedentes del quemador construido en chapa de acero inoxidable de 0,8 mm de espesor y constituido por 3 metros + sombrero.

### J. Cuadro de maniobras

Comprende cuadro de maniobras centralizado para la puesta en funcionamiento de todos los elementos de mando, para la puesta en marcha y sus protecciones de los motores y demás elementos que formen parte de la instalación.

Estructura del armario:

El cableado interior del armario está realizado según normas en vigor.

Todos los hilos, cables y bornes al interior del armario serán referenciados según el esquema eléctrico que se nos facilita.

Todos los esquemas eléctricos serán realizados con EPLAN 5.40.

El armario dispone de una reserva de espacio libre para la posibilidad de ampliación del 20%.

Comprende:

- Control del total de la instalación desde 1 único cuadro.
- Armario metálico, RAL 7035 con protección IP 66 IK10.
- Interruptor general de corte de carga con mando a puerta.
- Transformador de mando 220/24 Vca.
- Guardamotors, disyuntors, contactores y protecciones de todos los elementos de la instalación, incluyendo diferenciales para el circuito de alumbrado.

- Indicación luminosa de armario en tensión.
- Indicador luminoso del estado de los elementos de la instalación, nos indica si está en funcionamiento o si tenemos algún fallo en cualquiera de los motores.
- Indicador por mal funcionamiento del quemador del grupo de aporte o por temperatura excesiva.
- Circuito de protección y mando EV corte de aire pistola.
- Presostato para el control electrónico de la presión de los filtros en la impulsión y extracción de la cabina de pintura.

Instalación eléctrica:

La instalación eléctrica se realizará conforme a las normas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El cableado al exterior del armario será realizado con cables de sección adaptadas a las intensidades de los dispositivos alimentados. (Aislamiento de 1 KV)

El sistema de distribución de las mangueras será bajo canaleta metálica de tipo rejiforma, tubo de acero y accesorios de montaje, fijación e identificación.

#### **7.2.2.4 Descripción del proceso**

En un primer momento, en la zona de paletizado adyacente al almacén, el operario coge un chasis y un basculante mecanizados, mediante un carro, los traslada hasta la zona de inspección para realizar las oportunas comprobaciones geométricas siguiendo el plan de inspección. Terminada las verificaciones lleva el chasis, basculante y carenado (que se encuentra en el almacén de entrada y salida) a la cabina de pintura. Una vez ahí, los pinta con la pistola aerográfica y espera a que se sequen en el interior de la cabina.

Una vez transcurrido el tiempo de secado, almacena las piezas en las estanterías adyacentes a la zona de montaje, donde los operarios de montaje podrán coger el material para ensamblar la moto.

### **7.2.3 Proceso de inspección**

La actividad de inspección se desarrolla en dos zonas distintas de la nave. Por un lado, en el almacén, se inspecciona los componentes comerciales (motores, amortiguadores...) según el plan de control. Por otro lado en la zona habilitada entre almacén y soldadura-pintura se realizarán las pruebas pertinentes de rigideces de chasis y basculante. Por otro lado, en la zona final del raíl de montaje se inspeccionará el producto acabado, realizando pruebas a la moto terminada, tanto de inspección visual, como en el banco de pruebas de potencia.

La descripción de la inspección se desarrollará en profundidad en el apartado de Calidad que continua más adelante.

#### **7.2.3.1 Equipo a utilizar**

##### **Banco de pruebas de potencia**

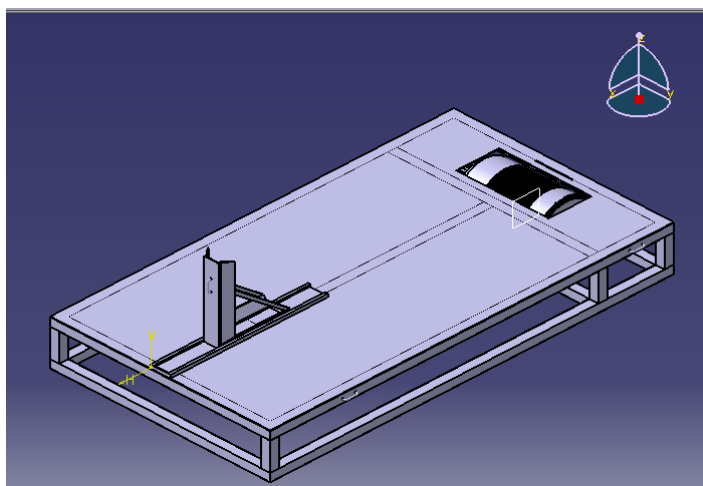
Es un banco de potencia de tipo inercial, capaz de medir la potencia, el par, la aceleración y la velocidad en el propio taller, eliminando el peligro de salir a probar a la carretera. Todo esto mediante una operación rápida y sencilla.



Se compone de una bancada que incorpora un cabezal para fijar la rueda delantera, dos rodillos encima de los cuales se coloca la rueda motriz y un ordenador que recibe y almacena la información que el motor de la moto a través de la rueda y los rodillos le hace llegar.

El funcionamiento es muy sencillo, sólo necesita una aceleración con la relación de cambio más larga, para ofrecer al instante en el monitor, y gráficamente en la impresora, la gráfica de potencia y par en relación con las R.P.M. También la gráfica de potencia y velocidad en relación al tiempo expresado en segundos.

Este banco de potencia ha sido diseñado por un compañero de la universidad.



*Vista general del banco de potencia inercial*

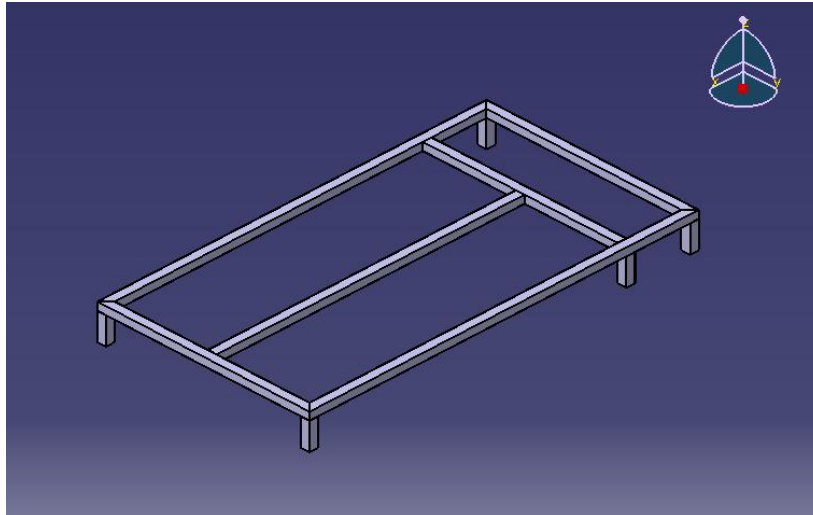
Las ventajas que nos ofrece este banco son muchas, ya que podemos ser capaces tanto de inspeccionar como de mejorar.

Al poder efectuar pruebas fiables dentro de nuestro propio taller, nuestro trabajo mejorará en dos aspectos:

- Aspecto técnico, comprobando con exactitud:
  - Potencia motor /Par motor
  - Régimen de r.p.m.
  - Velocidad
  - Aceleración
  - Avance encendido
  - Carburación
  - Sistema de escape
  - Posibles fugas
  - Vibraciones
  - Averías latentes
  
- Aspecto económico:
  - Eliminando:
    - Pérdida de tiempo en salir a probar la moto.
    - Riesgo del mecánico probador
    - Riesgo de accidentar la moto
    - Riesgo de sanciones
  
  - Y ganando:

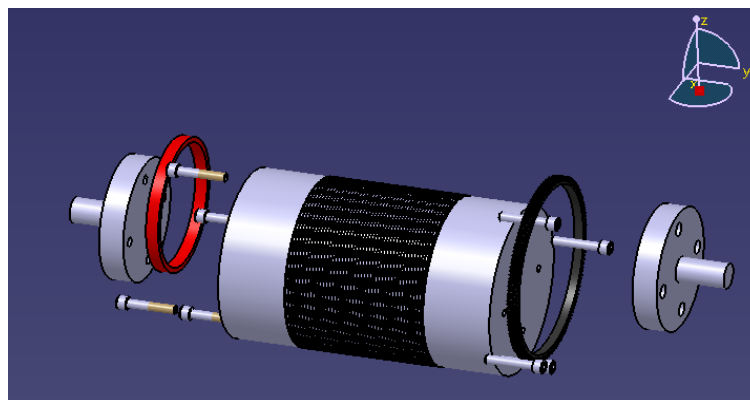
- Garantía ante los clientes
- Comprobación en las mejoras de la moto

El banco es de tipo inercial, y está diseñado y calculado para potencias inferiores a 200 CV, la estructura es metálica, de perfil laminado, y cortado por láser.

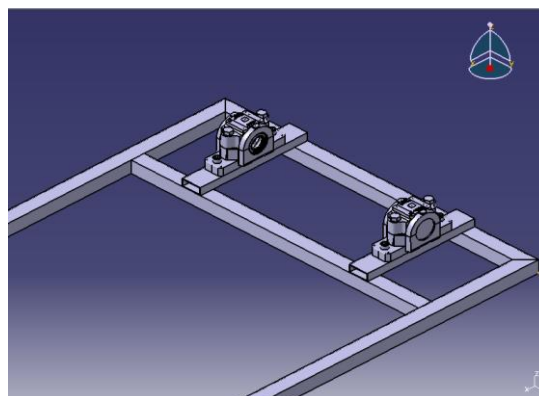


*Bancada metálica*

Podemos ver el conjunto del rodillo con la zona central moleteada para facilitar el agarre del neumático y sus periféricos, con sus semiejes que apoyan en las pistas interiores de los rodamientos.

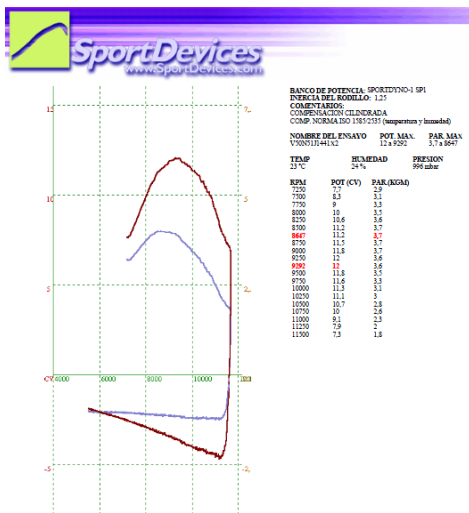


*Rodillo y corona con sus respectivos ejes para los rodamientos*



*Bancada con los módulos porta-rodamientos.*

El banco está equipado con una electrónica específica, que nos permitirá obtener gráficas de este tipo:

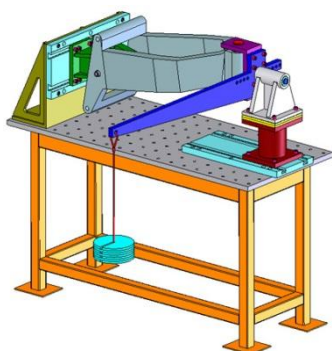


En la gráfica de potencia podremos observar si hay discontinuidades en la entrega de potencia, y da las cifras esperadas, e incluso realizar puesta a punto diferentes para favorecer el comportamiento de la moto en los diferentes circuitos, afinación de la carburación etc....

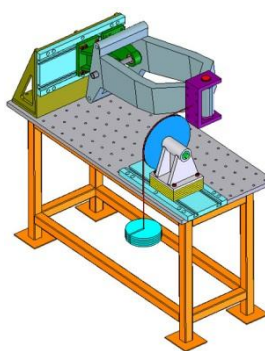
**Banco de ensayo de rigideces**

Para la medición de las rigideces serán necesarios tres ensayos, uno para cada uno de los parámetros a medir, rigidez de frenada, rigidez a torsión y rigidez a flexión. Para ello sería interesante disponer de un banco de ensayo en el que mediante la aplicación de peso se puedan medir las diferentes rigideces. Un boceto de este banco en disposición de medir cada una de las rigideces sería el siguiente:

Rigidez a torsión



Rigidez lateral a flexión



**7.2.4 Proceso de talonado**

Contando con que la producción diaria es de tres motos, lo primero que tiene que hacer el operario es desplazarse hasta el almacén y coger los neumáticos y sus respectivas llantas. A continuación, se dirige a la zona de montaje de ruedas, donde coloca la rueda y el neumático en la desmontadora. Una vez ajustado el neumático sobre la llanta, el trabajador atornilla el disco y la corona si se trata de la rueda trasera.

### 7.2.4.1 Equipo a utilizar

<b>CORGHI modelo BC-200</b>	
<b>Rango de dimensiones rueda</b>	
Diámetro llanta - Bloqueo central	–
Capacidad de Bloqueo: Interno	de 8" a 23"
Capacidad de Bloqueo: Externo	–
Diámetro máximo neumático	900 mm/37"
Anchura máxima del neumático	220 mm/12"
Operatividad sobre tipo de neumáticos Convencionales	NO
Perfil Bajo	NO
Run Flat	NO
Pax	NO
Moto	SI
<b>Autocentrante</b>	
Posicionamiento de las herramientas	–
Centraje de la rueda	4 garras
Bloqueo	Neumático
Par de rotación	1000 Nm
Velocidad de rotación Versión Standar	8,5 rpm
Versión DV	–
Altura respecto al suelo	–
<b>Destalonadora</b>	
Tipo de destalonador	Paleta vertical
Posicionamiento respecto a la llanta	Manual
Penetración del destalonador	Fijo
Carrera inferior destalonadora	–
Carrera superior destalonadora	–
Apertura máxima destalonador	220 mm
Fuerza inferior destalonadora	–
Fuerza superior destalonadora	–
Fuerza Pala destalonador	9.500 N
<b>Herramienta de montaje/desmontaje</b>	
Tipo	Torreta
Posicionamiento respecto de la llanta	Manual
Cambio herramienta	–
Operación de desmontaje	Manual con desmontable
Operación de montaje	Manual con desmontable
<b>Función alza-talón</b>	
<b>Elevador de rueda</b>	
Suministrado de	–
Funcionamiento	–
Accionamiento	–
Peso máx. rueda	–
<b>Alimentación</b>	
Eléctrica 3 Ph 220/400-0,75 kW	De serie
Eléctrica 1 Ph 230 V/0,55 kW	Bajo Pedido
Eléctrica 1 Ph versión 2 V 230 V/0,55 kW	–
Neumática	10 bar
<b>Peso</b>	
Peso máximo aproximado (versión más pesada)	170 kg



## 7.2.5 Proceso de montaje

Como ya se ha comentado, la fabricación diaria es de 3 motos. Teniendo en cuenta esto, se ha considerado que la realización del montaje corra a cargo de dos operarios. Ambos trabajarán sobre la misma motocicleta, a fin de poder ayudarse mutuamente con el ensamblaje de los elementos pesados y complejos de montaje.

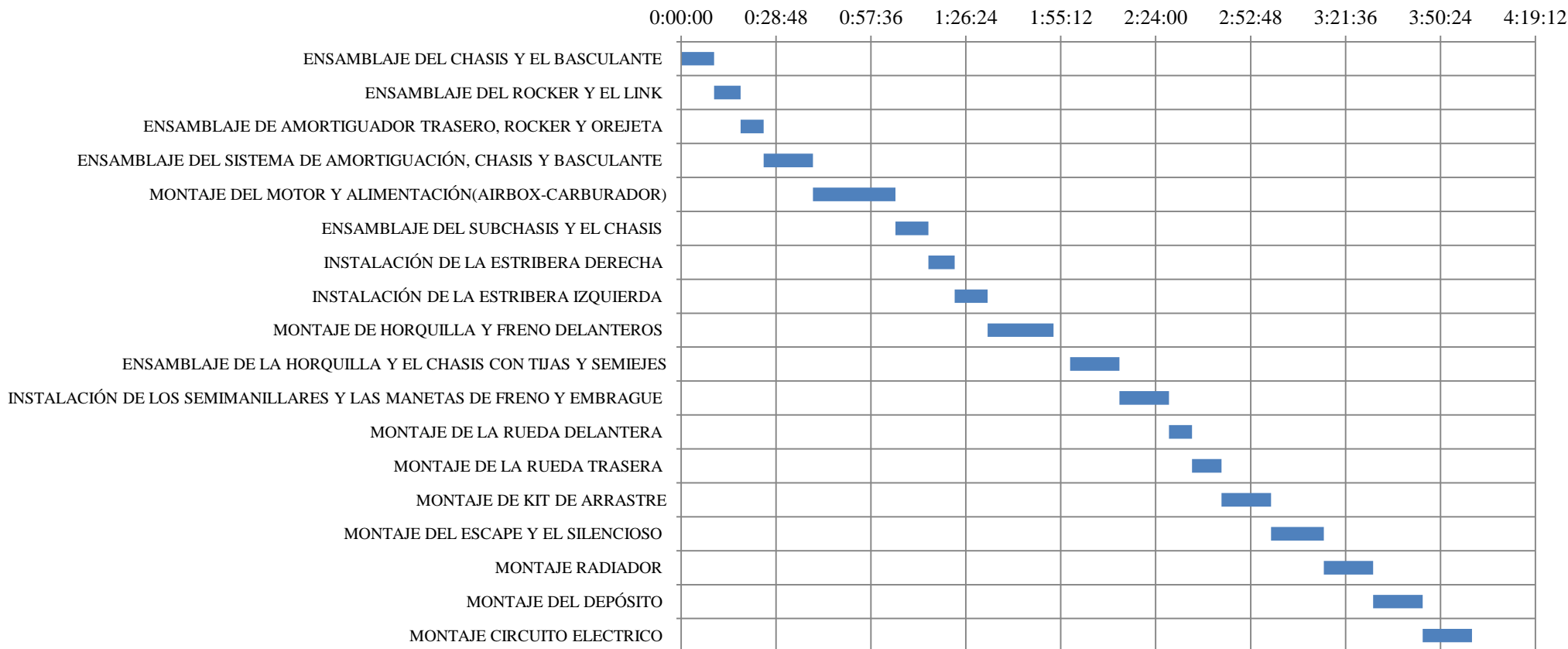
Realmente agiliza el montaje.

Al ser un proceso complejo, contarán con el apoyo de un tercer operario, el cual, se encargará del aprovisionamiento de los diferentes componentes comerciales del almacén y en caso de ser necesario, ayudar en las diferentes etapas del montaje.

### Secuencia de montaje

Operación	Comienzo	Duración (minutos)	Final
ENSAMBLAJE DEL CHASIS Y EL BASCULANTE	0:00:00	0:10:00	0:10:00
ENSAMBLAJE DEL ROCKER Y EL LINK	0:10:00	0:08:00	0:18:00
ENSAMBLAJE DE AMORTIGUADOR TRASERO, ROCKER Y OREJETA	0:18:00	0:07:00	0:25:00
ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE AMORTIGUACIÓN, CHASIS Y BASCULANTE	0:25:00	0:15:00	0:40:00
MONTAJE DEL MOTOR Y ALIMENTACIÓN(AIRBOX-CARBURADOR)	0:40:00	0:25:00	1:05:00
ENSAMBLAJE DEL SUBCHASIS Y EL CHASIS	1:05:00	0:10:00	1:15:00
INSTALACIÓN DE LA ESTRIBERA DERECHA	1:15:00	0:08:00	1:23:00
INSTALACIÓN DE LA ESTRIBERA IZQUIERDA	1:23:00	0:10:00	1:33:00
MONTAJE DE HORQUILLA Y FRENO DELANTEROS	1:33:00	0:20:00	1:58:00
ENSAMBLAJE DE LA HORQUILLA Y EL CHASIS CON TIJAS Y SEMIEJES	1:58:00	0:15:00	2:13:00
INSTALACIÓN DE LOS SEMIMANILLARES Y LAS MANETAS DE FRENO Y EMBRAGUE	2:13:00	0:15:00	2:28:00
MONTAJE DE LA RUEDA DELANTERA	2:28:00	0:07:00	2:35:00
MONTAJE DE LA RUEDA TRASERA	2:35:00	0:09:00	2:44:00
MONTAJE DE KIT DE ARRASTRE	2:44:00	0:15:00	2:59:00
MONTAJE DEL ESCAPE Y EL SILENCIOSO	2:59:00	0:16:00	3:15:00
MONTAJE RADIADOR	3:15:00	0:15:00	3:30:00
MONTAJE DEL DEPÓSITO	3:30:00	0:15:00	3:45:00
MONTAJE CIRCUITO ELECTRICO	3:45:00	0:15:00	4:00:00


## DIAGRAMA DE GANTT DEL MONTAJE





**Ejemplo de procedimiento**

Toda la secuencia de montaje estará archivada en hojas de instrucción de la operación u hojas de proceso. Aquí se introduce un ejemplo:

<p><b>HOJA DE INSTRUCCIÓN DE LA OPERACIÓN</b></p>	
<p><b>ENSAMBLAJE DEL CHASIS Y EL BASCULANTE</b></p>	
<p><b>PIEZAS NECESARIAS:</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chasis</li> <li>• Basculante</li> <li>• Casquillo del eje</li> <li>• Rodamiento x2</li> <li>• Arandela de teflón x2</li> <li>• Casquillo centrador de eje x2</li> <li>• Eje basculante</li> <li>• Tuerca M14 x2</li> </ul>	
<p><b>PROCEDIMIENTO</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir por apriete el anillo exterior de un rodamiento en un extremo del tubo del basculante.</li> <li>• Introducir casquillo en el tubo del basculante.</li> <li>• Introducir por apriete el otro anillo exterior del rodamiento en el otro extremo del tubo del basculante.</li> <li>• Colocar en su posición los dos anillos interiores de ambos rodamientos.</li> <li>• Aplicar grasa en la cara lateral visible de ambos rodamientos.</li> <li>• Alinear el tubo del basculante con los agujeros pasantes del chasis, las arandelas de teflón e introducir los casquillos centradores en su posición.</li> <li>• Introducir el eje por uno de los extremos. Aplicar ligeros golpes de martillo si fuese necesario. Sujetar el casquillo centrador del extremo opuesto con ayuda de un casquillo auxiliar de al menos 1cm de longitud y diámetro interior de 15 mm como mínimo y exterior de 32 mm como máximo.</li> </ul>	
<p><b>HERRAMIENTAS A UTILIZAR</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Martillo de goma.</li> <li>• Casquillo auxiliar de al menos 1cm de longitud y diámetro interior de 15 mm como mínimo y exterior de 32 mm como máximo.</li> </ul>	

### 7.2.5.1 Equipos a utilizar

- Raíl de montaje para la integración de los componentes y montaje final de la motocicleta.



*Raíl de montaje fábrica*

- Estanterías móviles con ruedas, para los componentes a integrar a la motocicleta. Estas estanterías, irán adaptadas con bandejas o ganchos, dependiendo de los componentes a colocar, y serán personalizadas, permitiendo así optimizar el proceso de montaje o adaptar la línea de producción al modelo siguiente desarrollado en la empresa.  
Las habrá de dos tipos y a ambos lados del raíl de montaje, el primer tipo será para almacenar un stock pequeño de componentes diario, o de dos días como mucho, y el segundo tipo para almacenar tornillería y piezas pequeñas que integran la moto.

TIPO 1:



*Estantería Tipo 1 donde almacenamos suspensiones delanteras y basculantes*

TIPO 2:



*Estantería tipo 2, con balda inferior para colines y balda superior para tornillería*

- Armarios de herramientas móvil



*Carro de herramienta móvil*

En el conjunto del carrito podremos encontrar las siguientes herramientas y útiles:

Capítulo	Categoría	Ref Catalogo	Nº	Pág
HTA DE CORTE	Juego de brocas	1012662	1	48
HTA ELECTROPORT	Taladro con percusión	2010010	1	152
HTA ELECTROPORT	Amoladora	2010070	1	156
MAQ.AUXILIAR	Electro-esmeriladora con soporte	3070001	1	196
HTA DE MANO	Juego de llaves de 2 bocas	6010050	1	310
HTA DE MANO	Juego de llaves de estrella acodadas	6010278	1	315
HTA DE MANO	Juego de llaves allen	6010546	1	322
HTA DE MANO	Juego de vasos hexagonal con puntas.	6020063	1	326
HTA DE MANO	Llave Dinamométrica de disparo (FACOM)	6040002	1	345
HTA DE MANO	Juego destornilladores planos y Philips(cruz)		1	349
HTA DE MANO	Alicate universal plano	6060001	1	354
HTA DE MANO	Alicate cortante diagonal	6060015	1	355
HTA DE MANO	Alicate de manipulación boca plana	6060027	1	357
HTA DE MANO	Tenacillas de abertura múltiple de	6070009	1	362

	cremallera			
HTA DE MANO	Tenazas Grip de bocas curvas	6070018	1	363
HTA DE MANO	Lima	6080105	1	366
HTA DE MANO	Martillo uso industrial	6090027	1	367
HTA DE MANO	Martillo de goma	6090041	1	368
HTA DE MANO	Cortafíos (cincel)	6100079	1	370
HTA DE MANO	Granete	6100017	1	372
HTA DE MANO	Botador cilíndrico octogonal	6100045	1	373
HTA DE MANO	Tornillos de banco de taller	6130003	1	378
HTA DE MANO	Aprietes de émbolo (sargentos)	6140004	8	379
HTA DE MANO	Tijeras	6170001	1	381
HTA DE MANO	Cutter	6180002	1	382
HTA DE MANO	Arco de sierra 170	6230042	1	400
ABRASIVOS		Discos de corte para la rota Flex	1	416
ABRASIVOS		Discos de desbaste para la rota Flex	4	420
SOLDADURA		Máquina para soldar	1	462
METROLOGÍA	Calibre digital	10010007	1	520
METROLOGÍA	Regla	10010066	1	525
METROLOGÍA	Transportador de ángulos	10010087	1	526
METROLOGÍA	Patrón de roscas	10010130	1	530
METROLOGÍA	Flexómetro	10060001	2	536
CONSTR. ELECTRIC	Alargadera con protección térmica	11020031	1	563
CONSTR. ELECTRIC	Polímetro	11020041	1	563
TORNILLERÍA		Tornillería		642
REMACHES		Remachadora manual	1	670

*Catálogo ferretería Irigaray*





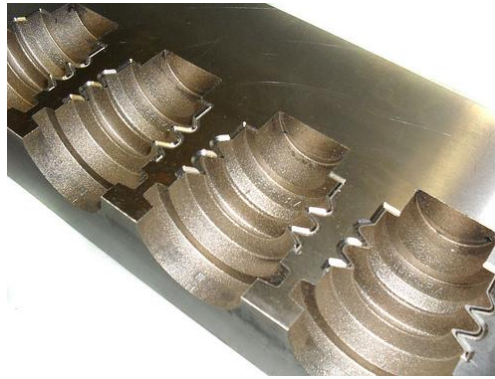
*Vista de una cadena de montaje similar, fábrica KTM Austria*

## 7.2.6 Microfusión

El proceso de microfusión a la cera perdida es una tecnología de vanguardia en continua evolución. El proceso consta de muchas fases, y se caracteriza por una cáscara cerámica refractaria monolítica llamada racimo, derivado de una forma especial central compuesta de uno o más modelos de cera obtenidos de la inyección de piezas en los oportunos moldes. La posibilidad de producción de pequeñas y grandes series ofrece al cliente una serie de ventajas técnicas y económicas, entre las cuales hay:

- Realización de piezas complejas difícilmente construibles mediante el mecanizado si no es con gastos elevados.
- Realización de piezas que de otra manera sólo sería posible hacerlas con partes diferentes, unidas mediante procesos diversos como: Soldadura, clavado, etc.
- Realización de piezas sin mecanizado posterior de acabado, o bien con limitación del mecanizado a algunas cotas funcionales.
- Realización de fundiciones de acero o aleaciones de difícil mecanizado como aleaciones con base de níquel y cobalto.
- Realización de las mismas piezas en aleaciones diversas, adecuadas para diferentes aplicaciones.

La fase inicial para la realización de una pieza de microfusión consiste en la construcción de un molde generalmente de aluminio, dimensionado de manera que compense las contracciones de la cera y la fundición.



*Ejemplo de molde*

Mediante máquinas especiales, la cera se inyecta en el molde y de esta manera se hacen tantos modelos de cera como piezas se haya previsto producir. Para algunas piezas dotadas de cavidades internas complejas o escuadras, la realización en un sólo molde no resulta suficiente, hay que hacer núcleos especiales de cera soluble o bien de cerámica, que después se introducirán en el molde principal para la sucesiva inyección de los modelos de cera. Estos núcleos tienen formas y contornos particulares y se estudian para cada caso específico. Los núcleos de cera soluble se derretirán sumergiendo los modelos de cera en agua, mientras que los núcleos de cerámica se quedaran dentro de los modelos, y se sacarán las piezas mediante operaciones sucesivas.



Todas las piezas de cera se unen a los canales de alimentación (también de cera) hasta formar los racimos. Los racimos de cera se sumergen en una pasta cerámica y rápidamente se cubren de material refractario de granulometría controlada.

Los racimos que se obtienen de esta manera se introducen después dentro de un autoclave, donde el calor que se desarrolla hace evacuar la cera; las piezas pasan sucesivamente por hornos especiales a una temperatura alta para la operación de cocción. La cáscara cerámica obtiene así la resistencia mecánica necesaria y se eliminan a la vez los residuos de la cera.

Entonces sigue la colada del metal líquido dentro de los racimos vacíos y candentes, el metal líquido pasa a través de todos los canales de alimentación y va llenando todos los vacíos que antes han estado ocupados por los modelos de cera. En frío, se romperá la cáscara cerámica mediante diversas operaciones y así se obtiene el racimo de metal.





Cada una de las piezas se separará del resto del racimo mediante rotura en correspondencia con las entradas de colada; después de eso se procederá a la eliminación de las entradas de colada mediante el rebarbado. Las piezas ya están preparadas para las sucesivas fases de acabado y control.

### **Tratamientos térmicos**

Generalmente las piezas de microfusión pasan por tratamientos particulares de recarburación, normalización y recocido, en hornos especiales de atmósfera controlada. Cuando se pide, se hacen tratamientos térmicos o termoquímicos finales, para dar a las piezas las características de resistencia y de dureza deseadas. Después del tratamiento térmico las piezas se granallan, se enderezan, y ya pasan al control final.

### **Calidad**

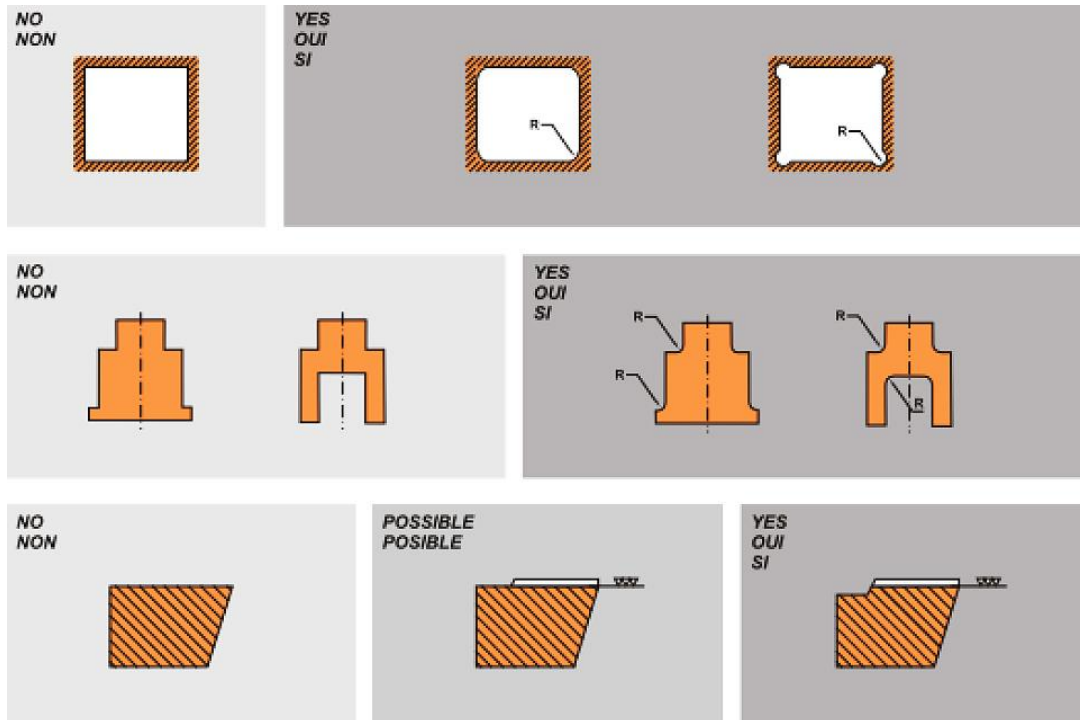
La calidad de las piezas mediante una serie de controles durante las fases de producción finales. Se efectúan controles dimensionales, metalúrgicos, analíticos y no destructivos, efectuando las certificaciones oportunas en el caso adecuado.

### **Características**

- Mecánicas: Control de dureza (escalas Rockwell, Brinell, Vickers) efectuado mediante durómetros.
- Controles metalográficos: Exámenes metalográficos y micrográficos para el control de las estructuras.
- Controles dimensionales: Verificación de las cotas con instrumentos tradicionales (calibres, micrómetros, comparadores), o bien con máquinas de control tridimensional.
- Análisis químicos Instrumentales: Control de los elementos de la aleación de los materiales con un espectrómetro. La fiabilidad de los controles realizados está garantizada por el grado elevado de receptibilidad y de precisión de los valores obtenidos.

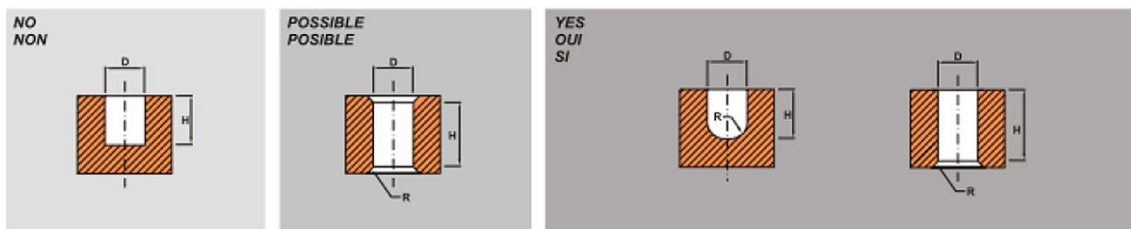
### **Aristas vivas**

A ser posible, se deben evitar las aristas vivas internas y externas. Las piezas deben estar comunicadas por radios amplios y provistas de excedentes de metal.



**Agujeros y cavidades**

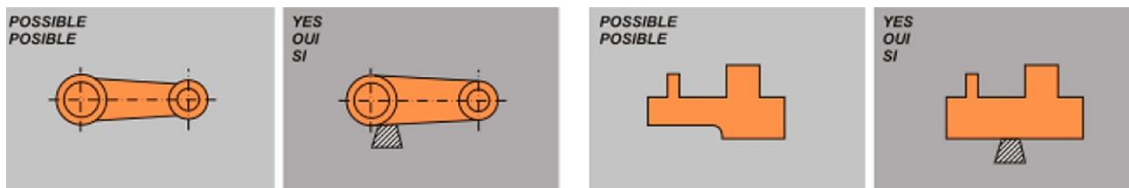
La realización de agujeros y cavidades es ventajosa ateniéndose a las indicaciones de la tabla adjunta.



Ø - ε	Maximum advisable length or depth	
	Through holes	Blind holes
2 ÷ 4	d x 1	d x 0,6
4 ÷ 6	d x 2	d x 1
6 ÷ 10	d x 3	d x 1,6
> 10	d x 4	d x 2

**Entradas de colada**

La entrada de colada va posicionada y dimensionada de manera que haya una solidificación direccional. La superficie interesada deberá ser preferiblemente plana para facilitar el rebarbado.



### Tolerancias generales

Para contener los costes de producción es una buena norma el evitar adoptar campos de tolerancias más estrechos de lo que sea necesario para la utilización funcional real de la pieza. Particularmente no se deben adoptar indicaciones generalizadas de utilización de campos estrechos y fijos para todas las cotas de un dibujo; eventualmente se indica el grado de precisión o de calidad de tolerancia y se refiere a las cotas a las cuales se aplica. Resumiendo, el mejor campo de tolerancia que se puede conseguir en piezas de microfundición es de  $\pm 0,7$  de la medida nominal, con un mínimo de  $\pm 0,10\%$  mm para las cotas inferiores a 15 mm. En la tabla se indican las tolerancias lineales en función de los grados de precisión requeridos. Tener en cuenta que se adoptan los grados siguientes:

- Grados de precisión D1: Para todas las cotas libres donde no se necesita ninguna indicación de tolerancia.
- Grados de precisión D2: Para todas las cotas funcionales de la pieza donde se necesita una tolerancia definida.
- Grados de precisión D3: Para todas las cotas que piden tolerancias más estrechas, se aplica sólo en casos particulares y sólo vale para cotas individuales escogidas en base a acuerdos con el cliente. *Tolerancias lineales (dimensiones en mm.)*.

Rango de dimensiones nominal	D1 Campo	D2 Campo	D3 Campo
hasta 6	0,3	0,24	0,2
Más de 6 hasta 10	0,36	0,28	0,22
Más de 10 hasta 18	0,44	0,34	0,28
Más de 18 hasta 30	0,52	0,4	0,34
Más de 30 hasta 50	0,8	0,62	0,5
Más de 50 hasta 80	0,9	0,74	0,6
Más de 80 hasta 120	1,1	0,88	0,7
Más de 120 hasta 180	1,6	1,3	1,0
Más de 180 hasta 250	2,4	1,9	1,5
Más de 250 hasta 315	2,6	2,2	1,6
Más de 315 hasta 400	3,6	2,8	
Más de 400 hasta 500	4,0	3,2	
Más de 500 hasta 630	5,4	4,4	
Más de 630 hasta 800	6,2	5,0	
Más de 800 hasta 1000	7,2		

### Descripción del proceso

Se ha decidido utilizar la microfundición para la realización de piezas complejas difícilmente construibles mediante el mecanizado si no es con gastos elevados, o bien para la realización de piezas que de otra manera sólo sería posible hacerlas con partes diferentes, unidas mediante procesos diversos como: Soldadura, clavado, etc. o para la

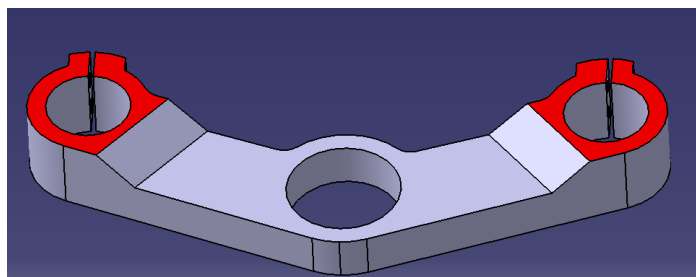
realización de piezas sin mecanizado posterior de acabado, o bien con limitación del mecanizado a algunas cotas funcionales.

Para la fabricación de componentes por este método, hemos contactado con una empresa externa a nuestra fábrica, **MICROFUSION ALFA, S.L**, situada en Éibar, a la cuál le suministraremos los diferentes planos de fabricación y ellos rectificaran los mismos para poder diseñar los moldes donde verter el acero líquido.

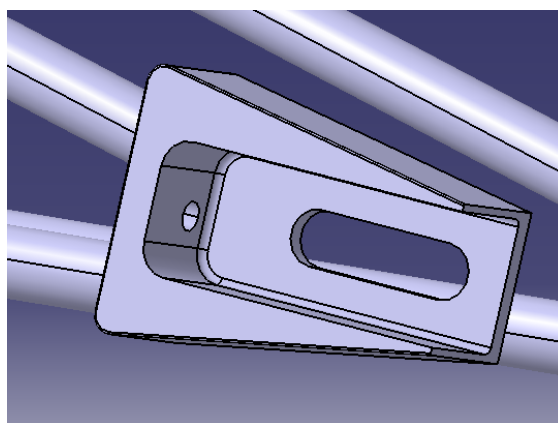
Las piezas que vamos a fabricar por microfusión son:

ACERO F125	AL 6083
Conjunto pipa-moyús	Tija superior
Rocker	Tija inferior
Lincks	Soporte pinza de freno delantera
Puntas del basculante	Soporte pinza de freno trasera
Soporte amortiguador trasero	Tensores traseros cadena

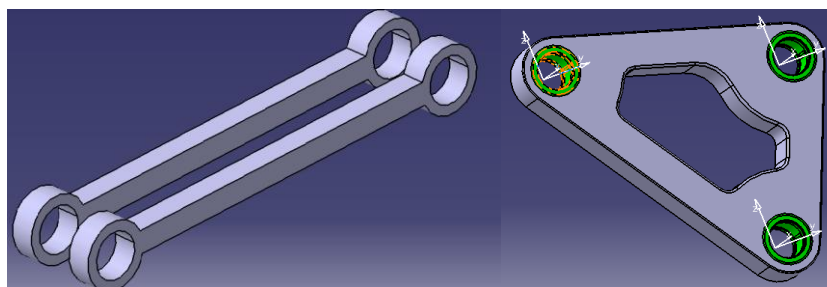
Aquí podemos ver algunos componentes:



*Tija superior e inferior para la serie*



*Pletinas derecha e izquierda del basculante*



*Links y rocker*

## 7.2.7 Proceso de mecanizado

En este proceso se llevan a cabo todos los mecanizados que podían verse distorsionados por la soldadura, y que es conveniente realizar a posteriori. Vamos a realizarlo a través de la empresa navarra *Mecanizados Navarra*, que también se encarga de los tratamientos anteriormente desarrollados (granallado, imprimación).

Mecanizados Navarra dispone en sus instalaciones de un utillaje para amarrar este tipo de estructuras, de forma que con un centro de mecanizado de 4 ejes se puede acceder a la pieza y mecanizar sobre las superficies requeridas. Señalar que se trata de una única pieza de aluminio mecanizado con una serie de resaltes móviles donde se sujetan los mecanismos importantes.

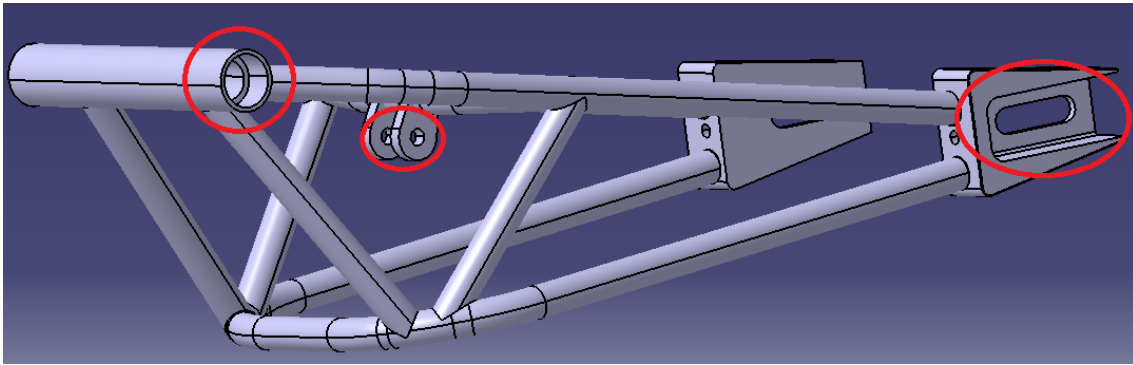
En la siguiente foto se puede ver el centro de mecanizado de 4 ejes con el que trabaja Mecanizados Estella.



Para el caso del chasis, los mecanizados post-soldadura que se van a llevar a cabo son el mecanizado del eje del basculante, eje del motor, los anclajes para las estriberas, el eje del anclaje del amortiguador, y la pipa de la dirección.

En el caso del basculante, después de soldar, vamos a mecanizar tanto el coliso para el eje trasero como los asientos para los rodamientos del tubo del basculante, además de los anclajes del rocker a este.





*Mecanizados a realizar sobre el basculante*

En ambos casos el objetivo más importante es garantizar la geometría principal y que haya material suficiente para el apoyo y correcto ensamblaje de los demás componentes.

### 7.2.8 Procesos de granallado e imprimación

Una vez que el chasis y el basculante están soldados es necesario someterlos a un tratamiento para tratar de eliminar las porosidades, aristas e impurezas que puedan resultar del proceso de soldadura, así el posterior acabado de la pintura será óptimo, y no tendremos tantos problemas en el proceso de fabricación.

Posteriormente a este tratamiento de granallado, nuestro granallador comprobará el estado de las soldaduras, para verificar que están en correcto estado, y a posteriori aplicará una imprimación para que en el trayecto o en el tiempo que el material esté fuera de la empresa, no se pueda deteriorar.

El granallado es un proceso en el que una máquina automática proyecta granalla a gran velocidad, con el objetivo de limpiar de impurezas la superficie de las piezas, de tal forma que quede limpia y fina.



*Cabina de granallado*

La imprimación es un pintado o recubrimiento que puede ser de diversos tipos: epoxi, sintética, etc.

Ambos tratamientos son una preparación de la superficie para una mejor aplicación de la pintura.

### 7.2.9 Ingeniería. i+d+i (Investigación, desarrollo, innovación).



En la zona de oficinas de la fábrica, tendremos un departamento conjunto de calidad e ingeniería i+d+i donde se llevará a cabo el continuo desarrollo de la moto, continuando investigando y descubriendo nuevos conocimientos y diseños que permitan que la moto siga siendo innovadora en el mercado, de manera que de esta forma consigamos conservar nuestra cuota de mercado, incluso aumentarla.

Además todas las nuevas investigaciones podrán ser optimizadas en circuito, debido a la situación de la fábrica, próxima al circuito de Navarra.

La innovación no solo irá orientada hacia el producto, sino que también vamos a tener que orientarla a la ingeniería de proceso, ya que es importantísimo obtener mejoras en los procesos y tratar de buscar la máxima eficiencia y eficacia en la fabricación de nuestro producto.

Por otra parte, aumentaremos nuestra calidad en el producto y una disminución de costes que permitirá generar un mayor beneficio en la empresa.

También hay que tener en cuenta que se trata de actividades que todos los países tratan de potenciar a través de Subvenciones, Deducciones, Préstamos Bonificados y otras políticas de apoyo, debido a que un alto nivel de I+D+i implica una mayor fortaleza de las empresas, dado que sus productos o procesos se diferencian positivamente de los de su competencia.

Para el avance en investigación contaremos en un principio con 2 ingenieros, pero siempre la empresa estará abierta a la contratación de más personal en el caso de que la empresa funcione y lo estime necesario.

Contarán con una serie de programas informáticos, para el diseño contarán con la potente herramienta de diseño como es CATIA.

## **8. CALIDAD PRÁCTICA**

### **8.1 LA INSPECCIÓN.**

#### **CONCEPTO, PLANIFICACIÓN Y EVOLUCIÓN**

Desde un punto de vista de calidad como conformidad con las especificaciones, la inspección se constituye en la herramienta fundamental con que cuentan las empresas para evaluar la calidad del producto. La calidad entendida, como conformidad nos permite de manera objetiva conocer lo que es bueno (cumple con las especificaciones) de lo que no lo es y por tanto nos posibilita tomar decisiones en relación con la pertinencia de la entrega de producto a los clientes o el paso de los mismos a la siguiente fase de un proceso productivo. Para ello es ineludible recurrir a la inspección. Ésta es una actividad que no genera valor añadido al producto y por tanto, desde una óptica de eficiencia de procesos, constituye un despilfarro, algo que hay que intentar eliminar, o minimizar. El estado ideal sería aquel en el que no fuera necesario efectuar inspecciones. Siendo esto cierto, lamentablemente, la realidad demuestra que en todas las empresas, con más o menos intensidad, se necesita realizar inspecciones para garantizar la calidad del producto que se suministra a los clientes es la adecuada.

#### **8.1.1. ¿Qué es la inspección?**

La inspección consiste en la evaluación de la calidad de alguna característica en relación con un patrón o referencia. Consta de las fases siguientes:

1. Interpretación de la especificación.
2. Medición de la característica.
3. Comparación de (1) con (2).
4. Enjuiciamiento de la conformidad.
5. Destino de los casos conformes y no conformes.
6. Registro de los datos obtenidos.

El objetivo principal de la inspección es determinar si los productos son conformes con las especificaciones. Pueden existir otros objetivos secundarios aunque siempre ligados al objetivo principal. Entre éstos pueden mencionarse la aceptación o rechazo de lotes; el control de los procesos; la medición de la precisión de los instrumentos de medida, etc.

#### **8.1.2. La planificación de la inspección: el Plan de Control**

La inspección como actividad rutinaria integrada en los procesos debe ser objeto de planificación. Normalmente es el departamento de Calidad con la colaboración del departamento de Producción quien establece el Plan de Inspección también denominado en muchas ocasiones “Plan de Control”. Antes de producirse el lanzamiento de un nuevo producto para fabricar, debería estar desarrollado el Plan de control del mismo. Esto supone desarrollar las siguientes fases:

1. Analizar el diagrama de proceso y determinar aquellos puntos en los que se han de realizar inspecciones (de producto o de proceso).

2. Analizar las gamas de trabajo u hojas de fabricación, definiendo los puntos de inspección y quién debe efectuarla (el operario o un inspector).
3. Facilitar para cada uno de los puntos de inspección establecidos los conocimientos que le puedan hacer falta a la persona que va a realizar la inspección (por ejemplo, como realizar la inspección; hacer con los productos conformes y no conformes, y cómo registrar los resultados obtenidos).

#### 8.1.2.1. Documentación para la inspección

La documentación que utilizan las empresas para la inspección puede ser variada aunque hay tres documentos fundamentales:

- *El Plan de Inspección o de Control*: Para una determinada referencia de producto se detallan las características a inspeccionar, tamaño de la muestra, frecuencia, método de análisis, responsables y reacciones, ante las no-conformidades.
- *La Pauta de Inspección o de Control*: Describe instrucciones específicas de inspección; documento necesario para aquellos casos en los que existe una cierta complejidad.
- *Procedimiento para el tratamiento de las no-conformidades*: Sirve para describir qué es lo que debe hacerse cuando tras una inspección se descubre una no conformidad.

#### 8.1.2.2. Instalaciones para la inspección

La labor de inspección suele necesitar de tres zonas o espacios diferenciados:

- *Zonas de inspección*: Normalmente existe un lugar fijo para el control de los productos que se reciben (control de recepción); la inspección de los procesos y del producto en curso se realiza normalmente in situ aunque suele haber zonas en la planta dedicadas a Control de Calidad y la inspección del producto terminado en ocasiones cuenta con una zona específica aunque no siempre.
- *Zona de laboratorio*: En muchos casos se precisa la realización de ensayos para los que se requieren unos instrumentos y equipos que han de estar centralizados en un laboratorio donde se trasladan las muestras de producto a ensayar.
- *Zona de almacenamiento*: Debe pensarse en que es necesario disponer de una zona para archivar muestras de producto, documentación, etc. En unas condiciones adecuadas.

### 8.1.3 ¿Cuánto inspeccionar?

La inspección es una actividad que no genera valor añadido y que supone un coste para la empresa, fundamentalmente de mano de obra aunque también se incurre en un coste de amortización de los equipos de medición y ensayos en su caso, así como en coste de materiales cuando se trata de ensayos destructivos. Por ello es necesario inspeccionar sólo lo estrictamente necesario aunque a nadie escapa que la dificultad está precisamente en determinarlo.

En primer lugar, debe recurrirse a la experiencia para cuantificar la inspección, es decir, debe analizarse el comportamiento previo del producto o proceso basándose en el

histórico existente y en los productos o procesos análogos o también en los resultados de la preserie y los estudios de capacidad efectuados cuando se trata de un nuevo producto. Una vez efectuado el análisis, el abanico de posibilidades es amplio aunque normalmente puede optarse por una de las cuatro siguientes:

- No inspeccionar: Cuando existe la confianza absoluta de que el producto cumple con las especificaciones
- Muestreo aleatorio Tras la definición de un nivel de calidad aceptable (NCA) se recurre al empleo de tablas estadísticas para definir la magnitud de la inspección (tamaño de la muestra a inspeccionar de un lote de producto) con un determinado riesgo de error.
- Inspección intuitiva. Basándose en la experiencia e intuición de los expertos se determina el número de piezas a inspeccionar (o frecuencia de la inspección), normalmente por debajo de lo que un muestreo aleatorio indicaría.
- Inspección al 100%: Cuando la capacidad del proceso es claramente insuficiente para garantizar el cumplimiento de las especificaciones. En el caso de los productos acabados cuando se quiere garantizar con certeza absoluta que el cliente no recibirá productos defectuosos o se trata de productos de riesgo para el consumidor, debe hacerse un control unitario.

#### *Calidad concertada*

En muchos casos no se requiere inspeccionar porque el cliente tiene firmado un acuerdo de calidad concertada con el proveedor, según el cual se atribuye al proveedor la responsabilidad de suministrar productos que satisfagan los niveles establecidos de calidad previamente convenidos.

Para formalizar la calidad concertada en el suministro del proveedor se reflejarán por escrito todas las condiciones con que debe realizarse. El proveedor suele entregar un certificado de calidad de cada uno de los envíos con el cual atestigua que sus productos cumplen las especificaciones requeridas por el cliente.

Éste podría introducir las piezas en su proceso directamente eliminando así las inspecciones en la recepción.

En nuestro caso, para el motor vamos a elegir este procedimiento, ya que entraña dificultad su revisión, y útiles muy específicos de un coste considerable.

Además contaremos con el banco de pruebas en la inspección final, para ver si puede haber cualquier tipo de problema, y asegurar que el funcionamiento y la puesta a punto de este es la correcta.

#### **8.1.4 La inspección en nuestra empresa**

La inspección en nuestra empresa va a estar marcada por proceso productivo. Vamos a realizar inspecciones en los puntos que consideramos cruciales:

- Allí donde hay movimientos de una empresa a otra (recepción de materiales).
- Antes de iniciar una operación costosa (ejemplo: antes del mecanizado de chasis y basculante).
- Producto terminado.

Estas inspecciones se van a llevar a cabo en dos zonas de la empresa. En el almacén, donde se establecerá el control de recepción de productos comerciales, en la

denominada zona de inspección, y en las zonas de inspección de soldadura y pintura, donde se realizarán los ensayos pertinentes a chasis, basculante y elementos pintados. También la zona de inspección de la moto terminada (situada al final de la zona de montaje), donde se pondrá apunto la motocicleta y se revisara todo lo necesario para que esta salga en perfectas condiciones.

Para definir estos ensayos y comprobaciones se han redactado cuatro Planes de Control. Cada uno de ellos está referido a una fase, y a uno o varios componentes del proceso. Se trata de documentos en los que se detalla al operario las características a inspeccionar, el tamaño de la muestra, la frecuencia, el instrumental y material necesario, y el método de inspección.

Además de ser una guía para el operario, cada plan contiene tablas y planos sin acotar que el encargado de cada inspección deberá rellenar. Esto, junto con las observaciones que se consideren de relevancia será archivado en la base de datos de la empresa a fin de ser capaces de controlar todo nuestro proceso y tendencia de estos.

Los planes que se van a utilizar en nuestra fábrica son:

- *Plan de Control Primera Moto de la Serie:* Determina las comprobaciones necesarias para verificar que el montaje ha sido correcto, y las comprobaciones funcionales. Por otro lado, define las pruebas que han de efectuarse para la puesta a punto de la moto.

Esta inspección se desarrollará tanto en la zona de inspección como en el circuito, por parte del operario de montaje y de los ingenieros.

Consultar Test Plan Primera Moto de la serie en el ANEXO IX.

- *Plan de Control de la Serie:* Define las mismas comprobaciones que el anterior, excluyendo todo lo relativo a las pruebas en el circuito, y basándose en los reglajes establecidos en el anterior plan.

La inspección se llevará a cabo por parte del operario de montaje en la zona de inspección.

Consultar Test Plan Control de la serie ANEXO X.

Estos cuatro documentos van a ser los fundamentales, pero además, hemos definido unas pautas de control para los componentes cuyo proceso de fabricación entraña cierta dificultad.

- *Plan de Control de Chasis y Basculante:* Define todo lo relativo a los ensayos de rigidez y a las comprobaciones visuales a los que se va a someter el chasis y basculante antes de mecanizar. Ésta inspección la llevarán a cabo los operarios de soldadura.

También define las comprobaciones geométricas y visuales a las que se someten ambos componentes, y que se llevarán a cabo por parte del operario de pintura después del mecanizado.

Todas estas inspecciones se desarrollarán en la zona de inspección.

Consultar Test Plan Chasis y Basculante ANEXO XI.

- *Plan de Control de Recepción:* Se refiere a todos los productos que se reciben y van a ser almacenados. Por tanto éste documento será empleado por el encargado del almacén, y será aquí donde realizará las comprobaciones indicadas en el plan. Una vez superadas éstas, deberá marcar la casilla de componente válido, pegará una pegatina verde al componente y colocará éste en el lugar que le corresponde en el almacén. Se presenta una lista de los

componentes de la moto y el código de ficha que deberá introducir el operario en el ordenador según el elemento para obtener la ficha a rellenar.

Para realizar estos controles, se utilizarán diferentes instrumentos de medida y utillajes específicos, como calibres para espesores y pasa-no pasa.

En la siguiente tabla podemos ver cómo están numeradas las fichas de la operación para la realización de comprobaciones del test plan de los componentes.



Componente	Comercial	Muestreo	Ficha técnica
MOTOR	Comercial	Todos	F.T. 1
CARBURADOR	Comercial	Todos	F.T. 2
ESCAPE	Comercial	Todos	F.T. 3
RADIADOR	Comercial	Todos	F.T. 4
HORQUILLA	Comercial	Una por pedido	F.T. 5
AMORTIGUADOR TRASERO	Comercial	Uno por pedido	F.T. 6
BIELETAS DE SUSPENSIÓN (ROCKER Y LINK)	Mecanizado	Todos	F.T. 7
NEUMÁTICOS	Comercial	Todos	F.T. 8
LLANTAS	Comercial	Todos	F.T. 9
CARENADO	Comercial	Todos	F.T. 10
FRENOS	Comercial	Todos	F.T. 11
DISCOS	Comercial	Todos	F.T. 12
PINZAS	Comercial	Todos	F.T. 13
BOMBAS DE FRENO	Comercial	Todos	F.T. 14
LATIGUILLOS	Comercial	Todos	F.T. 15
EJES	Mecanizado	Todos	F.T. 16
SEMI-MANILLARES	Comercial	Todos	F.T. 17
ESTRIBERAS	Comercial	Todos	F.T. 18
TIJAS	Mecanizado	Todos	F.T. 19
CASQUILLOS	Mecanizado	Todos	F.T. 20
RODAMIENTOS	Comercial	Todos	F.T. 21
TORNILLERÍA	Comercial	Todos	F.T. 22
ELECTRÓNICA	Comercial	Todos	F.T. 23
Air BOX	Comercial	Todos	F.T.24



En estas fichas técnicas se alude a las operaciones de comprobación a realizar, y los útiles necesarios para comprobar el perfecto estado de las piezas, además de los planos a consultar.

En el ANEXO XII, se pueden encontrar las 5 primeras fichas técnicas realizadas para los componentes.

Consultar fichas técnicas ANEXO XII.

## **8.2 ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)**

El AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) es una de las herramientas más utilizadas en la planificación de Calidad.

### **1. OBJETIVO Y ALCANCE**

Se definirán las reglas básicas a seguir para la realización e interpretación del Análisis Modal de Fallos y Efectos, resaltando las situaciones en que puede o debe ser utilizado.

Se aplica a todas aquellas situaciones en las que es necesario planificar o replanificar productos, servicios o procesos. Su utilización será beneficiosa para el desarrollo de los proyectos abordados por los Equipos de Mejora y por todos aquellos individuos u organismos que estén implicados en proyectos de mejora de la calidad en las que concurran estas circunstancias.

Además se recomienda su uso como herramienta de trabajo dentro de las actividades de planificación incluidas en las tareas de diseño, ingeniería y gestión.

### **2.- RESPONSABILIDADES**

*a) Grupo de trabajo o persona responsable del estudio:*

- Seleccionar o comprobar que el grupo es adecuado para la realización del AMFE.
- Elegir un coordinador.
- Seguir las reglas que se señalan en el procedimiento para su correcta realización, interpretación y utilización.
- Proponer acciones correctoras, evaluar la eficacia de su adopción y efectuar su seguimiento.

*b) Coordinador:*

- Guiar al grupo de trabajo desde el punto de vista metodológico y proporcionarle la formación necesaria para la realización del AMFE.
- Coordinar el grupo de trabajo desde el punto de vista organizativo.

*c) Dirección de Calidad:*

- Asesorar a aquellos que así lo soliciten, en las bases para la realización, interpretación y utilización del AMFE.

### **3.- RESPONSABILIDADES**

*a) Grupo de trabajo o persona responsable del estudio:*

- Seleccionar o comprobar que el grupo es adecuado para la realización del AMFE.
- Elegir un coordinador.
- Seguir las reglas que se señalan en el procedimiento para su correcta realización, interpretación y utilización.
- Proponer acciones correctoras, evaluar la eficacia de su adopción y efectuar su seguimiento.

*b) Coordinador:*

- Guiar al grupo de trabajo desde el punto de vista metodológico y proporcionarle la formación necesaria para la realización del AMFE.
- Coordinar el grupo de trabajo desde el punto de vista organizativo.

*c) Dirección de Calidad:*

- Asesorar a aquellos que así lo soliciten, en las bases para la realización, interpretación y utilización del AMFE.

## 8.2.1 Análisis modal de fallos y efectos (amfe)

### *Definición:*

Es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos que pueden aparecer en un producto/servicio o en un proceso.

### *Características principales*

A continuación se citan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

- *Carácter preventivo*  
El anticiparse a la ocurrencia del fallo en los productos/servicios o en los procesos permite actuar con carácter preventivo ante los posibles problemas.
- *Sistematización*  
El enfoque estructurado que se sigue para la realización de un AMFE asegura, prácticamente, que todas las posibilidades de fallo han sido consideradas.
- *Participación*  
La realización de un AMFE es un trabajo en equipo, que requiere la puesta en común de los conocimientos de todas las áreas afectadas.

## 8.2.2 Tipos de Amfe

Existen dos tipos de AMFE:

- Un producto o servicio (AMFE de producto). Sirve como herramienta de optimización para su diseño.
- El proceso que permite la obtención del producto o la prestación del servicio (AMFE de proceso). Sirve como herramienta de optimización antes de su traspaso a operaciones.

En general, los dos tipos de AMFE deben ser utilizados, en una secuencia lógica, durante el proceso global de planificación.

Una vez realizado el AMFE de producto/servicio, este pondrá de manifiesto el impacto que puede tener el proceso en la ocurrencia de fallos en aquel.

Esto será el punto de partida para el análisis del proceso mediante un nuevo AMFE (AMFE de proceso).

A veces no se puede modificar el producto/servicio ya que nos viene impuesto. En este caso, nuestro proceso de planificación sólo requeriría un AMFE del proceso productivo o de prestación.

El proceso de realización es idéntico para los dos tipos mencionados.

### 8.2.3 Cliente

*Definición:*

Se considera cliente tanto el usuario final (cliente externo) como la siguiente operación o fase del proceso (cliente interno).

### 8.2.4 Fallo

*Definición:*

Se dice que un producto/servicio o un proceso falla, cuando no lleva a cabo, de forma satisfactoria, la prestación que de él se espera (su función).

### 8.2.5 Modo potencial de fallo

*Definición:*

Es la forma en que es posible que un producto/servicio o un proceso falle (Ej.: rotura, deformación, dilación, etc.).

### 8.2.6 Efecto potencial de fallo

*Definición:*

Es la consecuencia que pueda traer consigo la ocurrencia de un Modo de Fallo, tal y como las experimentaría el cliente (Ej.: deformación - no funciona).

### 8.2.7. Criterios para amfe de proceso en producción gravedad

CRITERIO	CLASSIFICACIÓN
<b>Nula.</b> No hay efecto	<b>1</b>
<b>Casi imperceptible.</b> Un porcentaje muy bajo del producto deberá ser retocado en la misma cadena de producción y en el mismo puesto de trabajo. Algún cliente astuto percibiría el defecto. El defecto no afecta al desempeño del producto.	<b>2</b>
<b>Muy baja, pero perceptible.</b> Un porcentaje menor del producto deberá ser retocado en la misma cadena de producción pero en un lugar de trabajo diferente. Algunos clientes percibirían el defecto. Error de naturaleza poco importante que puede causar una ligera inconveniencia al cliente, aunque él no se dé cuenta.	<b>3</b>
<b>Bastante baja:</b> un porcentaje menor del producto está afectado. Todos los clientes percibirán el defecto aunque podrán continuar utilizando el producto con normalidad, aunque ligeramente insatisfechos.	<b>4</b>
<b>Baja.</b> Un porcentaje significativo del producto está afectado. El problema se puede solucionar reoperando el producto. El producto puede ser utilizado por el cliente, pero los más exigentes llamarían por teléfono para quejarse.	<b>5</b>
<b>Moderada.</b> Incidencia de gravedad baja pero que, o bien afecta casi a la totalidad de los productos o no puede ser reoperado. La mayoría de los clientes se irritan por el defecto, y muchos se quejan, aunque pueden utilizarlo.	<b>6</b>
<b>Alta.</b> Un porcentaje menor del producto está afectado, y es inservible para su uso. Para retirarlo hay que realizar una inspección al 100%. El cliente llama para quejarse en cuanto detecta el problema. El defecto no involucra funciones de seguridad ni el incumplimiento de la reglamentación.	<b>7</b>

<b>Muy alta.</b> Gran parte de la producción está afectada y es inservible para su uso, aunque no comporta peligro para la seguridad El cliente se da cuenta con facilidad y llama alarmado para quejarse porque trastoca sus planes.	<b>8</b>
<b>Extrema.</b> Toda o parte de la producción está afectada. El defecto es difícil de detectar por el cliente aunque no comporta peligro para la seguridad, o bien afecta a la seguridad pero será detectado con facilidad. El cliente sufrirá sin remedio las consecuencias del defecto y le perjudicará gravemente.	<b>9</b>
<b>Muy extrema.</b> El defecto afecta a la seguridad y puede ser utilizado sin ser advertido por el cliente.	<b>10</b>

## OCURRENCIA

CRITERIO	CLASSIFICACIÓN	PROBABILIDAD
<b>Remota.</b> Es muy improbable que suceda este fallo. Nunca ha ocurrido con anterioridad en procesos idénticos. Los resultados se sitúan en un entorno $\pm 5\sigma$ dentro de la especificación (la tolerancia especificada). $Cpk > 1.67$	<b>1</b>	<b>&lt; 1/1.500.000</b>
<b>Muy baja.</b> Sólo algunos fallos puntuales han sido verificados en procesos idénticos. La capacidad es: $Cpk > 1.5$	<b>2</b>	<b>&lt; 1/150.000</b>
<b>Baja.</b> Fallos puntuales asociados a procesos idénticos, $\pm 4 \sigma$ dentro de la especificación. $Cpk > 1.33$	<b>3</b>	<b>1/ 15.000</b>
<b>Moderada.</b> Algunos procesos similares han experimentado fallos esporádicos pero no en grandes proporciones. Capacidades $Cpk > 1.17$ , $Cpk > 1.00$ , y $Cpk > 0.83$ respectivamente.	<b>4</b>	<b>1/2.000</b>
	<b>5</b>	<b>1/400</b>
	<b>6</b>	<b>1/80</b>
<b>Alta.</b> Procesos similares han tenido este fallo con bastante regularidad. Capacidades $Cpk > 0.67$ , $Cpk > 0.51$ , respectivamente.	<b>7</b>	<b>1/20</b>
	<b>8</b>	<b>1/4</b>
<b>Muy alta.</b> Con toda certeza aparecerá el error y de forma reiterada: $Cpk > 0.33$ i $Cpk > 0.17$ , respectivamente	<b>9</b>	<b>1/3</b>
	<b>10</b>	<b>1/2</b>

## DETECCIÓN

CRITERIO	CLASSIFICACIÓN
<b>Muy alta.</b> Probabilidad remota de que el producto sea liberado con el defecto. El defecto es una característica funcionalmente obvia y detectada inmediatamente por el operador. La fiabilidad de la detección es, como mínimo, del 99.99%.	<b>1,2</b>
<b>Alta.</b> Los controles actuales tienen una gran probabilidad de detectar este fallo antes de que llegue al cliente. El defecto es una característica fácilmente detectable porque se observa sin manipular demasiado el producto. La fiabilidad en la detección es como mínimo de 99.8%.	<b>3,4</b>
<b>Moderada.</b> El programa de controles puede detectar el defecto, aunque no es detectable a simple vista. Fiabilidad mínima del 98%	<b>5,6</b>
<b>Baja.</b> Es posible que algunos defectos de este tipo no sean detectados. La fiabilidad en la detección es del 90%.	<b>7,8</b>
<b>Muy baja.</b> Los controles actuales son claramente ineficaces para detectar una parte significativa de los defectos. Se detectarían bastantes, pero muchos otros acabarían siendo enviados al cliente.	<b>9</b>
<b>Certidumbre total.</b> Si el defecto se produce no será detectado y acabará en manos del cliente con toda certeza.	<b>10</b>

Aplicado en la gestión de la calidad, la realización de un AMFE pretende valorar los efectos que producen ciertas no conformidades asignándoles un índice numérico conocido como Índice de Prioridad de Riesgo. Se trata de valorar lo que puede ir mal con objeto de actuar sobre las causas que provocan los efectos más importantes.

El objetivo de hacer un AMFE es disponer de una lista valorada de los problemas que nos podemos encontrar, y así poder centrar nuestro esfuerzo en actuar sobre lo que más daño nos puede hacer. Se puede establecer una analogía entre AMFE y los diagramas de Pareto en cuanto a la búsqueda de lo más importante. En este caso se trataría de identificar los mayores riesgos, y eliminarlos.

Esta importancia se cuantifica considerando la intervención de 3 variables:

- **Gravedad:** se cuantifica el riesgo asociado a la no conformidad por el nivel de afectación a la calidad del producto. Por ejemplo, si nuestro ordenador tiene la chapa exterior rayada nos causará insatisfacción, pero podremos utilizarlo. Sin embargo, si el defecto está en uno de sus componentes, el ordenador no funcionará bien, y habrá algo más que insatisfacción.
- **Ocurrencia:** un defecto puede ser muy grave, pero la probabilidad de que aparezca muy remota. La valoración final del riesgo asociado debe contemplar esta variable: la posibilidad de que ocurra el problema. Por ejemplo, que nos caiga un rayo encima es muy grave, pero bastante improbable. Si fuera muy probable habría que sembrar la tierra de pararrayos para protegernos.
- **Detección:** aun siendo algo muy grave y muy frecuente, hay otra variable que nos puede librar de la desgracia, nuestra capacidad para detectar el problema a tiempo para poner remedio. Por ejemplo, es muy grave y bastante probable que olvidemos poner el freno de mano a nuestro coche y que comience a moverse solo. Esto es fácil de detectar y no suele provocar mayores consecuencias.

En un AMFE cada riesgo (también denominado: modo de fallo) se valora multiplicando el nivel del efecto en cada uno de los componentes anteriores: Gravedad, Ocurrencia y Detección. La pauta habitual es asignar un valor entre 1 y 10 a cada componente, con lo cual se obtiene un Índice de Prioridad de Riesgo entre 1 y 1000 para cada posible modo de fallo.

El problema entonces es asignar un valor numérico a cada componente, hay que disponer de un criterio que nos permita asignar una nota entre 1 y 10 de la forma más objetiva posible. Cuanto más objetiva sea la interpretación de los criterios, mayor valor tendrá la clasificación final obtenida.

Los criterios que se aportan son un ejemplo para el diseño de planes de control en procesos de producción. Estos criterios deben ser reconstruidos o modificados para adaptarlos a la naturaleza de lo que se está analizando.

AMFE se puede utilizar en el diseño de planes de prevención de riesgos laborales, en el diseño de productos, en el diseño de medios productivos y de control, y en cualquier otro contexto en el que tratamos de evitar riesgos asociados a la calidad, la seguridad, riesgos ambientales, etc.

A continuación se incluyen una serie de AMFE del proceso de fabricación de la moto, con el objetivo primordial de anticiparnos a los posibles fallos que se puedan producir y de esta forma reducir los riesgos de obtener una moto defectuosa.

Hemos realizado el AMFE de los principales procesos que se llevan a cabo en nuestra fábrica:

- Soldadura basculante
- Soldadura chasis
- Aplicación pintura a chasis, basculante, y carenado



ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E) DEL PROCESO DE SOLDADURA DEL BASCULANTE														
Descripción de la fase	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Gravedad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Área(s) / persona(s) responsable(s) y fecha de realización	Resultado de las acciones				
										Acciones realizadas	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Diseño del utillaje necesario para la soldadura	Errores en diseño o ejecución del utillaje	Soldadura incorrecta del basculante.	8	Utillaje muy complicado, difícil de ejecutar o mal diseñado por el operario.	2	2	32	Supervisar el diseño del utillaje antes de construirlo.	D.SOTÉS					
Coger tubos del almacén	Incorrecta selección del número o tipo de tubos.	Imposibilidad de colocar correctamente los tubos en el utillaje.	1	Despiste del operario, colocación incorrecta de los tubos en la estantería.	5	1	5	Supervisar el orden de los tubos en la estantería. Inspección de tubos mediante patrón por parte del operario.	D.SOTÉS					
Montaje de piezas en utillaje.	Los tubos y piezas no encajan, o no se sitúan de forma correcta.	Basculante no respeta cotas críticas. Imposibilidad para soldar.	3	Deterioro de utillaje.	2	5	30	Mantenimiento de utillaje.	D.SOTÉS					
Material de aportación en la soldadura del basculante.	Varillas no apropiadas al material y/o excesiva aportación de material.	Endeblez del basculante.	9	Error en la selección de las varillas o fallos en el proceso de soldadura.	2	2	36	Preguntar especificaciones de las varillas de aportación apropiadas para el material. Operario con formación adecuada.	D.SOTÉS					
Secuencia de soldadura	Distorsión del basculante. Cambio en la estructura del material.	Pérdida de rigidez y cambio en las propiedades del material.	9	Diseño del utillaje sin tener en cuenta las deformaciones angulares. Calentamiento en exceso del tubo o pieza.	2	5	90	Utilizar el mínimo volumen de junta posible. Diseño del utillaje teniendo en cuenta el fenómeno de la distorsión.	D.SOTÉS					
Transporte del bastidor al almacén de entrada/salida	Aparición de muescas en los tubos.	Inutilidad del basculante.	9	Caída al suelo o golpeo contra algún objeto durante el transporte.	1	1	9	Embalar el basculante tras la soldadura.	D.SOTÉS					

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E) DEL PROCESO DE SOLDADURA DEL CHASIS														
Descripción de la fase	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Gravedad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Área(s) / persona(s) responsable(s) y fecha de realización	Resultado de las acciones				
										Acciones realizadas	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Diseño del utillaje necesario para la soldadura	Errores en diseño o ejecución del utillaje	Soldadura incorrecta del bastidor.	8	Utillaje muy complicado, difícil de ejecutar o mal diseñado por el operario.	2	2	32	Supervisar el diseño del utillaje antes de construirlo.	D.SOTÉS					
Coger tubos del almacén	Incorrecta selección del número o tipo de tubos.	Imposibilidad de colocar correctamente los tubos en el utillaje.	1	Despiste del operario, colocación incorrecta de los tubos en la estantería.	5	1	5	Supervisar el orden de los tubos en la estantería. Inspección de tubos mediante patrón por parte del operario.	D.SOTÉS					
Montaje de piezas en utillaje.	Los tubos y piezas no encajan, o no se sitúan de forma correcta.	Chasis asimétrico, no respeta cotas críticas. Imposibilidad para soldar.	3	Deterioro de utillaje.	2	5	30	Mantenimiento de utillaje.	D.SOTÉS					
Material de aportación en la soldadura del bastidor.	Varillas no apropiadas al material y/o excesiva aportación de material.	Endeblez del bastidor.	9	Error en la selección de las varillas o fallos en el proceso de soldadura.	2	2	36	Preguntar especificaciones de las varillas de aportación apropiadas para el material. Operario con formación adecuada.	D.SOTÉS					
Secuencia de soldadura	Distorsión del chasis. Cambio en la estructura del material.	Asimetrías en el chasis perdiendo rigidez y cambio en las propiedades del material.	9	Diseño del utillaje sin tener en cuenta las deformaciones angulares. Calentamiento en exceso del tubo o pieza.	2	5	90	Utilizar el mínimo volumen de junta posible. Diseño del utillaje teniendo en cuenta el fenómeno de la distorsión.	D.SOTÉS					
Transporte del chasis al almacén de entrada/salida	Aparición de muescas en los tubos.	Inutilidad del chasis.	9	Caída al suelo o golpeo contra algún objeto durante el transporte.	1	1	9	Emballar el chasis tras la soldadura.	D.SOTÉS					

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E) DEL PROCESO DE PINTADO DE CHASIS, CARENADO, Y BASCULANTE.														
Descripción de la fase	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Gravedad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Área(s) / persona(s) responsable(s) y fecha de realización	Resultado de las acciones				
										Acciones realizadas	Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Preparación de pallet con chasis, subchasis, ya mecanizados, y traslado hasta la zona de pintado.	Caída de piezas o golpeo entre ellas.	Aparición de muescas, ralladuras y demás desperfectos en la superficie de la pieza golpeada.	7	Error humano del operario, incorrecta colocación de piezas en el pallet.	2	1	14	Utilización de guantes por parte del operario, precaución a la hora de mover las piezas.	D.SOTÉS					
Limpieza y lijado.	Aparición de ampollas.	Capas de pintura por encima de las ampollas inservibles.	5	-Lijado de la masilla de la resina al agua. -Contaminación de la superficie debido al sudor o a la utilización de agua sucia.	3	3	45	-Lavar cuidadosamente con agua limpia. - No tocar con las manos las superficies preparadas para pintar. - Lijar la masilla de la resina en seco.	D.SOTÉS					
	Aparición de cráteres y siliconas.	Formación de depresiones o cavidades en las capas de pintura.	5	-Falta de limpieza. -Restos de aceites, grasas, etc. -Presencia de gases de combustión.	2	3	30	-Limpiar la superficie antes del lijado y hasta el momento de aplicar la pintura de acabado.	D.SOTÉS					
	Huellas de lijado.	Aparición de surcos en la superficie de la pintura de acabado	8	-Lijado con abrasivos excesivamente gruesos, por lo que las estrías de lijado no se cubren con las siguientes capas de pintura. -No se ha realizado un correcto escalonado de las etapas de lijado. -Las pinturas de acabado se han aplicado con espesores demasiado finos que no cubren el lijado.	4	1	32	-Debe aplicarse un espesor de pintura de acabado suficiente. -Selección adecuada del equipo de lijado teniendo en cuenta el material a tratar.	D.SOTÉS					
Introducción de las piezas en cabina presurizada.	Suciedad y polvo en cabina.	Inclusiones de cuerpos extraños y polvo en las superficies.	7	-Falta de limpieza o suciedad en la instalación. -Presencia de polvo y cargas estáticas.	1	1	7	-Conservar la instalación de pintura limpia y cuidada y mantenerla lejos de las	D.SOTÉS					

				-Suciedad y polvo en la ropa de trabajo del pintor.				fuentes de contaminación. -Limpieza desde el principio hasta el final.						
Secuencia de pintado.	Falta de opacidad	La pintura no tiene capacidad para tapar la tonalidad de la capa inferior→Película de diferentes tonalidades por zonas.	2	-Excesiva dilución de la pintura. -Espesor demasiado bajo de la capa de acabado. -Pigmentos de bajo poder cubriente.	1	2	4	-Aplicar sucesivas manos de pintura, dejando un tiempo entre mano y mano. -Aumentar la viscosidad para obtener el poder cubriente por unidad de volumen más correcto. -Agitar bien la pintura antes de su dilución.	D.SOTÉS					
	Sangrado	Alteración del color en la capa de acabado.	9	-Excesiva cantidad de catalizador añadido. - Las pinturas aplicadas afectan a las pinturas preexistentes. - Presencia en las capas de fondo de pigmentos solubles en la pintura de acabado.	3	1	27	-Añadir la cantidad de catalizador recomendada por el fabricante. - Asegurarse de que las superficies a repintar están en buen estado.	D.SOTÉS					
	Piel de naranja	La capa de acabado presenta una superficie irregular de aspecto granuloso.	4	-Gran distancia entre la pistola y el soporte. -Movimientos de la pistola demasiado rápidos. -Temperatura ambiente alta. -Viscosidad alta de la pintura. -Demasiado tiempo de ventilación entre cada pasada. -Disolventes empleados demasiado rápidos. -Pistola de pulverización con una boquilla demasiado pequeña.	5	2	40	-Utilizar técnicas de aplicación recomendadas por fabricante. -Ajustar la viscosidad de acuerdo a los valores prescritos por el fabricante. -Seleccionar los disolventes en función de la temperatura de aplicación.	D.SOTÉS					
	Pulverizados	Aparición de partículas de pintura seca sobre la superficie de la película produciendo acabados de mala	4	-Empleo de diluyentes muy volátiles. - Pistola a gran distancia de la superficie. -Boquilla excesivamente pequeña. -Aplicación a alta presión.	5	2	40	-Añadir pequeñas proporciones de disolventes más pesados. -Bajar la presión de aplicación. -Aumentar el diámetro	D.SOTÉS					

		calidad.						de la boquilla. -Ajustar la técnica de aplicación. -Reducir la viscosidad de aplicación.						
	Descolgados	Exceso de fluidez, aparición de cortinas de pintura y goteos.	4	-Poca distancia entre pistola y soporte. -Movimientos lentos de la pistola. -Tempera ambiente baja. -Viscosidad pintura baja. -Boquilla grande. -Demasiado tiempo de ventilación entre cada pasada. -Disolventes lentos.	2	2	16	-Pintar a mayor distancia del. -Aumentar la presión de aplicación. -Utilizar disolventes más cortos o rápidos de evaporación. -Aumentar la viscosidad de aplicación. -Dejar tiempo suficiente para que el disolvente se evapore entre mano y mano.	D.SOTÉS					
Secado de las piezas	Falta de adherencia	La película de pintura puede desprenderse con facilidad del sustrato sobre el que fue aplicada.	7	-Preparación defectuosa de la superficie (restos de grasa, humedad o suciedad). -Lijado deficiente de la capa precedente. -Elección incorrecta del sistema de pintado.	2	1	14	-Preparar correcta y mesuradamente la superficie, limpiándola y desengrasándola, para eliminar las impurezas. -Consultar con el fabricante el sistema de pintado más apropiado.	D.SOTÉS					
	Arrugas	Formación de ondulaciones o arrugas en la superficie del esmalte.	6	-La pintura nueva no ha endurecido lo suficiente. -Las capas de pintura no son compatibles. -No se ha utilizado el diluyente apropiado.	3	2	36	-Aplicar los esmaltes en espesores según las recomendaciones del fabricante. -Utilizar diluyentes apropiados	D.SOTÉS					
	Burbujas	Disminución de la adherencia y de la función de protección, por la aparición de protuberancias huecas, producidas por oclusión de aire dentro de la película.	6	-Excesivo calor ambiente que favorece la evaporación. -Tiempo de secado insuficiente entre capa y capa. -Utilización de disolventes inadecuados	4	2	48	-Aumentar el tiempo de secado entre capas. -Consultar con el fabricante los disolventes adecuados. -Tratar de que la temperatura de secado sea la adecuada.	D.SOTÉS					
	Cuarteados	Aparición de un determinado	9	-Secado insuficiente de la superficie inferior antes de	4	1	36	-Utilizar los tiempos de secado apropiados.	D.SOTÉS					

		número de grietas de diferente longitud y anchura, en todas las direcciones.		aplicar la siguiente mano. -Distinta dureza y elasticidad de los materiales de pintar... -Diferencias de temperatura entre la capa inferior y el material aplicado que crean tensiones. material aplicado. -Capas demasiado gruesas.				-Utilizar únicamente materias compatibles -Conseguir el espesor correcto de película seca.						
Preparación del pallet con las piezas pintadas y traslado hacia la zona de montaje.	Caída de piezas o golpeo entre ellas.	Aparición de muescas, ralladuras y demás desperfectos. Descascarillado de la pintura de acabado.	9	-Error humano del operario. -Incorrecta colocación en el pallet.	2	1	18	-Emballar las piezas una vez están secas, antes de depositarlas en el pallet. -Utilizar guantes para mover las piezas y siempre con máxima precaución.	D.SOTÉS					
Moto acabada en almacén.	Grietas	Cuartheados en la capa superior de pintura que puede, en algunos casos, llegar a atravesar todo el sistema de pintado.	9	-Tensiones internas provocadas por cambios bruscos de temperatura. -Radiación ultravioleta junto con una alta humedad del aire.	2	2	36	-Aplicación de productos de conservación. -Almacenar en lugar en el que los factores climatológicos no puedan agredir a la pintura.	D.SOTÉS					
	Corrosión	Aparición de óxido debido a la reacción electroquímica del metal con el oxígeno en combinación con la humedad.	9	-Exposición a ambientes corrosivos. -Estructura de la pintura dañada por golpes de gravilla. -Conservación y sellado deficiente...	2	2	36	-Conservar regularmente la capa de pintura. -Eliminar el óxido en cuanto aparezca. -Aplicar una capa de imprimación fosfatante.	D.SOTÉS					



## **8.3. INCORPORACIÓN DE LA FILOSOFÍA “5S” EN LA FÁBRICA**

La presentación del movimiento de las "5S" como una filosofía de trabajo vinculada con una filosofía de vida, está siendo un concepto revolucionario en el mundo industrial actual. Las "5S" se refieren a las iniciales de otras tantas palabras japonesas y resumen un enfoque integral hacia el orden y la limpieza, que deben respetarse en todos los lugares y, en particular, en las plantas industriales, para lograr trabajar con eficiencia y seguridad.

Si bien las "5S" se aplican en muchos países de todo el mundo, el origen de este movimiento se encuentra en las prácticas gerenciales japonesas que, como tales, reflejan aspectos de la cultura de este país. Así es que el trabajo se inicia con algunas consideraciones sobre los valores de la sociedad japonesa, para poner el tema en su contexto cultural e histórico. A continuación, se presenta en detalle el significado de las "5S": Seiri (diferenciar entre los elementos necesarios y los innecesarios, y descartar estos últimos); Seiton (poner las cosas en orden); Seiso (limpieza permanente del entorno de trabajo); Seiketsu (extender hacia nosotros mismos el concepto de pulcritud, y practicar continuamente los tres pasos anteriores); y, finalmente, Shitsuke (con autodisciplina formar el hábito de comprometerse en las "5S", mediante el establecimiento de estándares).

### **8.3.1. Algunos valores que apuntalan el movimiento de las "5S"**

A riesgo de caer en una generalización excesiva, podemos afirmar que, en gran medida, el Japón, como sociedad culta y civilizada, está conformado por personas con autodisciplina y respetuosas de sus semejantes, que hacen un culto a la pulcritud, al orden y limpieza, al deseo de superación permanente, al respeto por las normas de higiene, seguridad y preservación del medio ambiente, y a muchos valores relacionados con la ética y la estética.

Tanto en el seno de las familias como en las escuelas del Japón no es casual que una de las primeras herramientas que se transmite para educar a los niños y jóvenes es el "Programa de las Cinco S", muy simple y a la vez muy poderoso, que ayuda a eliminar las causas de gran cantidad de problemas y que contribuye a mejorar la calidad de vida de las personas. El contenido de este programa es muy sencillo y es muy fácil de entender, pero su implementación representa un gran desafío ya que requiere disciplina y constancia en nuestro compromiso por ser mejores. El espíritu de este programa está descrito en las siguientes máximas:

- Respetemos a los seres humanos que nos rodean. Este es uno de los principios fundamentales para tener todos una mejor calidad de vida.
- Ninguna cosa está tan en nuestro poder como la voluntad misma.
- La confianza en nosotros mismos es el primer secreto del éxito.
- Para que el hombre sea realmente feliz, es necesario que se respete a sí mismo.
- Debemos preguntarnos siempre cómo podemos hacer mejor las cosas mañana, de lo que las estamos haciendo hoy, y aplicar el sentido común para trabajar en forma más inteligente.
- Debemos fijar permanentemente metas más altas para ser cumplidas, y una vez alcanzadas, fijar nuevas metas. Esta es una práctica valiosa para hacer de ella un hábito, una filosofía de vida.

- Debemos pensar en cómo hacer lo que nos hemos propuesto, y no por qué no se puede hacer.
- Las mejores soluciones son las soluciones simples.
- No importa lo que hagamos, debemos hacerlo bien; no nos llevará más tiempo que hacerlo mal.
- Las cosas grandes se hacen de cosas pequeñas.
- Debemos considerar la forma en que desarrollamos nuestro trabajo en la actualidad como la peor manera de hacerlo.
- El proceso de mejorar no es una inversión por una sola vez; debe ser un modo de vida, debe convertirse en un asunto para las veinticuatro horas del día.
- Es bueno recordar que para recorrer grandes distancias, es necesario dar un primer paso, pero siempre con un objetivo como meta.
- A lo largo del camino en búsqueda de la excelencia, debemos establecer metas intermedias a modo de hitos. Procurar alcanzar el hito siguiente nos acerca un poco más hacia la meta final.
- El proceso y los esfuerzos de las personas para solucionar y mejorar una situación problemática, son considerados de tanta importancia como el resultado mismo.
- Es necesario mantener el impulso sobre los cambios, y es importante saber por dónde empezar la tarea.
- Los problemas son las llaves de un tesoro oculto. Reconocerlos es el punto de partida para encontrar ese tesoro.
- Reconocer un problema no equivale a confesar una debilidad o un fracaso. Ignorar o tapar un problema nos conduce a un problema mayor.
- Debemos dejar de estar interesados por resolver los problemas crónicos para pasar a estar comprometidos en lograr el objetivo propuesto.
- Lo maravilloso de proponerse una meta no es en sí cumplirla, sino ver que se va cumpliendo.
- Para solucionar los problemas diarios, muchas veces alcanza con poner el sentido común en práctica, y olvidarnos del hábito de ensayar tecnologías cada vez más complejas.
- Es necesario poner énfasis en la enseñanza del conocimiento, pero sin olvidarnos del aprendizaje en grupo de valores fundamentales derivados del sentido común, la autodisciplina y el orden.

En consonancia con el respeto hacia el prójimo, la sociedad japonesa valora en general el orden, la pulcritud, la responsabilidad, la calidad, la solidaridad, y el respeto por las normas y estándares establecidos. La educación juega un papel primordial en el desarrollo de estos valores, que impregnan la vida en familia, en las aldeas y en las empresas. Cuando el espíritu de mejora, por la educación y el ejemplo, se contagia a todos los integrantes de la organización, entonces todos trabajan juntos para seguir tres reglas de procedimientos:

1. El mantenimiento del orden y la limpieza.
2. La eliminación de los desperdicios, que no agregan valor.
3. La estandarización.

Ya sea en una empresa manufacturera o de servicios, en nuestros hogares, en las universidades, en cualquier lugar y tiempo, el mantenimiento del orden y la limpieza se fundamenta en un programa de actividades llamado "5S". Este programa, aplicado en el ámbito de las empresas, tiene como objetivo fundamental elevar la calidad de vida en el

trabajo, para lo cual utiliza como estrategia fundamental una metodología muy sencilla para crear un entorno de trabajo ordenado, limpio y seguro, en el que se facilita la realización de las tareas cotidianas, y se generan productos y servicios con calidad y bajos costos. Requiere que las personas se concentren en realizar las tareas que generan valor, eliminando de plano las que no lo agregan, como buscar las cosas que no están en su sitio, repetir un trabajo, hacer lo que no se tiene que hacer, etc. La adecuada implementación requerirá voluntad, constancia y convencimiento de que es posible abandonar una situación caótica y crear un lugar de trabajo del que estemos orgullosos. Debemos estar convencidos de que podemos lograrlo, ya que por más sencilla que parezca esta técnica, seguramente nos pondrá frente a la difícil situación de vencer costumbres muy arraigadas en nosotros. La recompensa es muy grande, sin ninguna duda.

### 8.3.2. El programa "5S"

El programa de las "5S" enfatiza aspectos básicos como los siguientes: utilizar la herramienta adecuada, el lubricante indicado, la información correcta, el lugar asignado, el respeto por la hora señalada y el orden establecido, detalles que muchas veces nos parecen poco relevantes para los graves problemas que debemos afrontar a diario. Sin embargo, si descuidamos esos "pequeños detalles básicos", estamos desatendiendo las causas de muchos problemas graves que requerirán nuestra atención urgente. Por lo general, este tipo de problemas tienen las siguientes características:

- Nadie considera que le corresponda la responsabilidad total de su ocurrencia.
- La forma en que pudo evitarse es obvia y sencilla, si hubiéramos actuado a tiempo.
- Consume enormes cantidades de energía y recursos, varias veces los necesarios para evitarlos.
- Vivimos resolviéndolos continua y reiteradamente, sin darnos cuenta de que somos nosotros mismos los que los estamos ocasionando por nuestra manera de actuar.

El Programa "5S" toma su nombre de cinco palabras japonesas: **Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu** y **Shitsuke**. Veamos qué nos indica cada uno de esos vocablos:

- **Seiri:** Significa que debemos diferenciar entre los elementos necesarios y los innecesarios, y descartar estos últimos. Una mirada minuciosa revela que sólo necesitamos un pequeño número de objetos, ya que muchos de ellos no los utilizaremos nunca o solo serán necesarios en un futuro lejano. Herramientas inservibles, máquinas obsoletas, piezas rotas sobrantes, recipientes vacíos y rotos, bancales de madera, materias primas, productos discontinuados y defectuosos, contenedores, estantes, tarimas, revistas, libros y catálogos obsoletos, basura, artículos que no se requieren en el proceso, oficinas y construcciones inservibles, entre muchos otros. Es aconsejable retirar los elementos que no utilizaremos en los próximos treinta días, pues generan gastos innecesarios de gestión, de personal, de transporte, de falta de espacio. Con base en el conocimiento del proceso, debemos clasificar los elementos y agruparlos según un común denominador: su utilidad para desarrollar el trabajo, y cuál es el tiempo de uso.

Para eliminar lo innecesario nos enfrentamos a dos grandes obstáculos: el apego a las cosas y el temor que muchas personas sienten cuando corren el riesgo de perderlas. Deshacerse de lo innecesario es el secreto de una buena organización. Sin embargo, es mucho más complicado de lo que parece, ya que no tenemos un método que nos permita liberarnos de lo que no necesitamos; consideramos que el tiempo para discernir si algo es o no necesario es tiempo perdido; a lo innecesario le asociamos un valor sentimental y por ello nos resistimos a tirarlo. Para eliminar los objetos innecesarios, se pone en práctica una campaña de grandes etiquetas rojas, que debemos colocar sobre todos los elementos que retiraremos del sector que hemos delimitado. Ante la menor duda, debemos colocar una tarjeta roja, con un espíritu crítico y de acuerdo con estándares preestablecidos. Seguramente, al final de la campaña el área estará cubierta con centenares de etiquetas. La tarjeta roja indica que los elementos deben ser trasladados a un depósito lejano implementado para tal fin, o bien, si son materiales en proceso, deberán devolverse al proceso precedente que originó este excedente. Las tarjetas rojas deben contener los datos de la tabla.

<b>Fecha de inicio.</b>
<b>Nombre y apellido del emisor.</b>
<b>Categoría del insumo a retirar del lugar, como por ejemplo:</b>
1. Materia Prima.
2. Material en Proceso.
3. Repuestos para Mantenimiento.
4. Herramientas y accesorios de Equipos de Producción.
5. Productos terminados.
6. Otros.
<b>Nombre del insumo.</b>
<b>Cantidad.</b>
<b>Razones por la que debe ser retirado del lugar:</b>
a. No necesario.
b. Defectuoso.
c. Obsoleto (Tecnología vieja; Modelo anticuado).
d. Excedente.
e. Destino desconocido.
f. Material de desecho.
g. Otros.
<b>Fecha de cierre de la tarjeta.</b>
<b>Responsable del cierre.</b>
<b>Firma.</b>
<b>Observaciones.</b>

Esta campaña de etiquetas rojas deja como resultado una montaña de materiales innecesarios de un elevado costo. Al contemplar estos materiales, es lógico que nos preguntemos: ¿Por qué el personal continúa generando materiales en proceso, cuando no tenemos una necesidad inmediata de ellos? ¿A partir de qué información comienzan la producción? ¿Qué tipo de sistema tenemos para hacer pedidos a los proveedores? ¿Qué tipo de información manejamos para realizar los pedidos de compras? ¿Qué tipo de comunicación mantenemos entre el sector de programación de la producción y el dueño del proceso productivo? ¿El staff

responsable de las compras hace los pedidos automáticamente, cuando piensa que ha llegado el momento de hacerlo? Esta situación indica deficiencias fundamentales en el sistema, como el hecho de tener mala comunicación entre el departamento de compras y el dueño del proceso productivo. Al finalizar la campaña de las etiquetas rojas, deben reunirse el directorio junto con el gerente de planta y los mandos intermedios, para contemplar "en vivo y en directo" la pila de elementos y materiales en proceso innecesarios, y comenzar a diseñar un plan de acción para corregir el sistema que dio origen a semejante despilfarro.

Al retirar esta montaña de cosas innecesarias, quedará un mayor espacio libre, lo que incrementa la flexibilidad en el uso del área de trabajo. Se debe dar seguimiento a los objetos identificados: así, si a los tres meses no se han utilizado se deben trasladar a un lugar apartado dentro de la empresa, pero si a los seis meses siguen sin ser utilizados, deben venderse o regalarse. Imaginemos que aplicamos esta práctica a nuestro guardarropa: seguramente nos daríamos cuenta de la gran cantidad de prendas que no utilizamos según pasan los años, y que siguen ocupando un lugar vital en nuestros espacios aparentemente pequeños.

- **Seiton:** Significa poner las cosas en orden, es decir, disponer en forma ordenada todos los elementos que quedan después del Seiri. En Occidente, la segunda S corresponde al vocablo inglés Straighten, que significa poner en orden los elementos esenciales para tener fácil acceso a los mismos. Hemos dejado el número mínimo necesario de elementos, que ahora debemos clasificar según su uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y optimizar el esfuerzo. En pocas palabras, debemos organizar lo necesario, lo que es sinónimo de estandarizar el almacenamiento de los objetos, lo que permitirá que cualquier persona pueda localizar cualquier elemento en forma rápida, tomarlo, utilizarlo y devolverlo fácilmente a su lugar. Para que todo esto se lleve a cabo con todo éxito, se requieren tres definiciones clave, a saber:
  - Qué artículo vamos a almacenar.
  - Dónde se ubicará el artículo.
  - Cuánto podemos almacenar.

Para concretar esto, cada ítem debe tener un nombre, un espacio y un volumen designados.

Debemos especificar no solo la ubicación, sino que también el número máximo de unidades que dejaremos. Es aconsejable, demarcar un área en el piso con pintura para almacenar una determinada cantidad de unidades, así como colgar del techo un objeto que limite la cantidad de pilas que podemos concretar. Si nos referimos a materiales en proceso que alimentan al proceso siguiente, de esta forma hemos limitado el número de unidades fabricadas; todo exceso por sobre este número es innecesario, ya que no hay necesidad de producir más de lo que puede consumir el proceso siguiente. Debemos recordar que cuanto más duro trabajemos amontonando materiales que no son absorbidos por el proceso siguiente, mayor será la cantidad de dinero que pierda la empresa. Cada ítem debe tener su propia ubicación, así como cada espacio en la planta debe tener su destino señalado. Algunos criterios útiles que ayudan a localizar más fácilmente los objetos, son los siguientes:

- Ordenar los artículos en estanterías, mediante claves numéricas o alfanuméricas.

- Determinar los lugares de almacenamiento según el tiempo de utilización: dejar a mano lo que se utiliza diariamente, un poco más lejos lo semanal, mensual, anual...
- Otro ordenamiento podría ser por tamaño, por peso, por proveedor, etc.
- Cada pared debe estar codificada, utilizando nombres como Pared A; Pared B. Luego, la ubicación de los elementos como bidones, tomas de agua, herramientas, moldes, etc. se referirán según estos nombres.
- Para que las herramientas estén al alcance de la mano, sean fáciles de recoger y de regresar a su sitio, es aconsejable pintar las siluetas sobre la superficie donde deben guardarse, lo que facilita saber cuándo están en uso.
- Los pasadizos también deben pintarse claramente: su destino es el tránsito por lo que deben estar siempre despejados, y no dejar nada allí.

Estos criterios nos ayudan a que los objetos sean fáciles de guardar, encontrar, retirar y reponer; se deben retirar primero los más antiguos.

- **Seiso:** Es sinónimo de limpieza permanente del entorno de trabajo, incluidas las máquinas y las herramientas, pisos y paredes, erradicando fuentes de suciedad. En Occidente, la tercera S está asociada al término Scrub (limpiar). Hay un axioma japonés que dice: "Seiso significa verificar".

Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento. Cuando la máquina está cubierta de aceite, y polvo, es difícil identificar cualquier problema que se está originando. Al limpiarla, podemos detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta, tornillos flojos, y solucionar estas situaciones con facilidad. El Seiso contribuye a mejorar el mantenimiento preventivo de las instalaciones. En las fábricas japonesas es habitual observar al presidente de la empresa, el directorio y los gerentes y jefes vestidos con ropa de trabajo adecuada, con trapos y cepillos realizando las tareas de limpieza. Cada diez metros, aproximadamente, hay un conjunto de elementos de limpieza que está disponible para todos. Hay que predicar con el ejemplo, y aprender a limpiar con diligencia y humildad de manera cotidiana y esmerada. La limpieza en la empresa es toda una filosofía de mejoramiento que está estrechamente ligada a los resultados. Un lugar de trabajo limpio origina:

- Un ambiente agradable que influye en la motivación de todo el personal.
- Máquinas y equipos bien mantenidos, lo que se corresponde con costos bajos de mantenimiento correctivo y bajos porcentajes de materiales defectuosos.
- La reducción de las fuentes de contaminación de materiales, lo que influye en los bajos costos por desperdicios.
- Buena visibilidad, para detectar fallas antes de que se tornen graves, lo cual influye en la buena calidad y en menores costos.
- Que el avance logrado con las dos primeras "S" se consolide y mantenga.

La limpieza es un factor común de los procesos altamente productivos, y es una tarea que exige constancia y participación de todos. No es aconsejable subcontratar las tareas de limpieza en los procesos clave de la organización, debiendo recaer la responsabilidad en las mismas personas que trabajan en el sector. Está demostrado que cuando existen grupos de personas contratadas para las actividades de ordenamiento y limpieza, es altamente probable que el personal estable se desentienda de esas tareas. Entonces, es conveniente rotar las



responsabilidades y ser equitativo con la carga de trabajo de limpieza en todos los integrantes de la organización.

En muchas empresas japonesas, en su calendario de actividades figura "El Día dedicado al "SEIRI". Es un día especial indicado en el almanaque en el que todos van a su empresa a trabajar en tareas de eliminación de objetos innecesarios, limpieza y ordenamiento. Habitualmente, es un día no laborable donde todos concurren voluntariamente a su empresa para mejorarla y hermosearla, sin cobrar horas extras por ello. La mayoría de las personas reaccionan de manera muy positiva a este evento tan especial, que siempre culmina con una reunión de camaradería, incluida la familia. Ese día especial, es una buena oportunidad para mejorar la integración del equipo de trabajo, por lo que debe hacerse una adecuada planificación de las actividades de esa jornada, con una fuerte promoción del evento, resaltando los beneficios que traerá para todos.

Una persona es la encargada de administrar los elementos que han sido descartados de los diferentes sectores, los que son rematados entre los empleados a precios muy atractivos, o bien son vendidos, donados o tirados como descarte. También en esa jornada especial se realiza la limpieza de techos, paredes y pisos, maquinarias, muebles, herramientas, etc., así como el mejoramiento de los jardines y de la sala de refrigerios y esparcimientos. Seguramente, después de este evento anual, será muy fácil mantener con pequeños esfuerzos diarios el estado de pulcritud del lugar de trabajo, donde las personas pasan muchas horas de su vida.

- **Seiketsu:** Es extender hacia nosotros mismos el concepto de pulcritud, y practicar continuamente los tres pasos anteriores. En Occidente, la cuarta S proviene del vocablo Systematize (Sistematizar), es decir, llevar a cabo una rutina de limpieza y verificación. Las personas mantienen su aspecto adecuado, utilizando ropa de trabajo limpia, lentes, guantes, barbijos y zapatos de seguridad, y hacen de la ejecución de las tres primeras S un hábito. En las fábricas japonesas es muy común observar una gran cantidad de espejos sobre las paredes, con el fin de devolver continuamente la imagen de las personas para ayudarlas a mantenerse pulcras y presentables. Cada persona tiene otro equipo de trabajo disponible para ser utilizado de inmediato, en caso de necesidad. En las empresas existe un lavadero donde todos lavan y planchan los equipos de trabajo que se han ensuciado. Es muy común en las empresas ejecutar Seiri, Seiton y Seiso por primera vez, pero si no existe el convencimiento del esfuerzo diario, la situación volverá rápidamente a su situación original. La gerencia de planta debe diseñar sistemas y procedimientos que aseguren la continuidad del programa "5S", con su permanente apoyo, compromiso, respaldo e involucramiento. No es saludable prepararse especialmente para las ocasiones en que se recibirán visitas de clientes importantes, gastando cientos de litros de pintura, miles de litros de agua y detergente. Estos impulsos para limpiar y ordenar todo lo que está a la vista, no solo es cosmetología barata, sino que es un autoengaño para quien lo practica, a la vez que genera desconfianza entre los integrantes del grupo de trabajo. No solo es necesario parecer limpios y ordenados, sino que debemos serlo realmente. Es aconsejable que las visitas no se anuncien con antelación, para evitar las "actuaciones" y los "despliegues teatrales".

El concepto del Ciclo "Deming" o PDCA (Planificar, Hacer, Comparar y Ajustar), se incorpora a las "5S" a través del Seiketsu, que indica las tareas de evaluación y retroalimentación del proceso, paso indispensable para la mejora continua de nuestro entorno.

Existen varias maneras de evaluar el nivel de cada etapa de las 5S:

- Autoevaluación.
- Evaluación por parte de un consultor experto.
- Evaluación por parte de un superior.
- Una combinación de los tres puntos anteriores.
- Competencia entre diferentes grupos de Mejora Continua.

Se debe determinar dónde, cómo, qué y cuándo evaluar y se debe explicar a todos la necesidad de realizar la evaluación con el fin de que cada persona vaya controlando por sí misma su área, hasta llegar al autocontrol. Para realizar las evaluaciones se utilizan planillas del tipo "Hoja de verificación", confeccionada en base a los “tres principios SIN”.

- Sin objetos innecesarios.
  - Sin desorganización.
  - Sin suciedad.
- **Shitsuke:** Construir la autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las Cinco S, mediante el establecimiento de estándares. Para Occidente, la última de las S proviene de Standardize (estandarizar). La autodisciplina consiste en respetar las reglas de juego, nuestros acuerdos y compromisos, a partir del natural autoconvencimiento. Sin disciplina, toda actividad de mejora a partir del trabajo en equipo estará destinada al fracaso. La disciplina es fundamental para potenciar el trabajo grupal, la armonía entre las personas y la sinergia del equipo. La disciplina nos marca el camino que nos conduce a la formación de los hábitos, es decir, que podamos ejecutar de manera natural ciertas tareas que antes presentaban dificultad. La clave está en la sucesiva repetición de esas tareas, hasta que las ejecutemos de manera inconsciente.

La disciplina es algo indispensable, que aprendemos para hacer nuestras vidas más tranquilas y efectivas, sin obstáculos ni problemas. La disciplina es la base de las sociedades civilizadas y es lo mínimo que se requiere para que una organización sea productiva. Las personas que continuamente practican las Cuatro primeras S, deben adquirir el hábito de hacer estas actividades como parte de su trabajo diario, con autodisciplina, en conformidad con las reglas que se han acordado. Al implementar el programa de las "5S", la gerencia establece los estándares para cada uno de los cinco pasos, los que deben abarcar las formas de evaluación del progreso en cada una de las etapas. La autodisciplina es fundamental para todo proceso de Mejora Continua, ya que podremos confiar en que las personas con autodisciplina se presentarán puntualmente a trabajar, mantendrán ambientes de trabajo limpios, ordenados y seguros, en que se respeten los estándares existentes. Un lugar de trabajo disciplinado se caracteriza porque todas las personas, comenzando por su líder, cumplen habitualmente con los aspectos siguientes:

- Respetan la puntualidad y la asistencia.
- Limpian cotidianamente lo que ensucian.
- Cumplen lo que prometen.
- Utilizan el uniforme y equipos de seguridad según las normas establecidas.

- Realizan las actividades rutinarias conforme a los estándares.
- Devuelven a su lugar los objetos que han utilizado.
- Ejecutan las auditorías del Programa "5S" conforme a lo programado.

En un grupo de trabajo es importante tener a todo el mundo en cuenta y por ello una de las maneras en las que se puede contribuir a la autodisciplina es realizar una “tormenta de ideas” con todos los empleados de la empresa. Unas de las ideas principales que surgen de manera genérica podrían ser:

- Predicar con el buen ejemplo.
- Sorprenderlos y felicitarlos mientras están haciendo las cosas correctamente.
- Tener una actitud abierta hacia sus preguntas.
- Desarrollar una cultura de reconocimiento hacia las tareas bien hechas, recompensando cada paso hacia el crecimiento.
- Dar capacitación en el proceso para mejorar los estándares.
- Comunicar con claridad las expectativas.
- Realizar con frecuencia revisiones del proceso.
- Fomentar un clima de cooperación.
- Enseñar el cómo y el porqué.
- Hacer visibles los progresos, a través de gráficos.
- Eliminar las barreras.
- Estimular la motivación grupal.
- Crear un ambiente libre de amenazas.
- Confeccionar boletines periódicos para la educación en las "5S", y difusión de las actividades realizadas, destinados a los trabajadores y a sus familias.

Cuando los miembros de la empresa participan activamente y comienzan a percibir los múltiples beneficios que se originan con los mejoramientos alcanzados, son los primeros en dar la bienvenida a tales cambios. La ausencia de un programa de las "5S", está relacionada con ineficiencia, desperdicios, autodisciplina insuficiente, baja moral, bajo estado anímico, mala calidad, costos altos. Los proveedores que no aplican las "5S" tienen una alta probabilidad de no ser tenidos en cuenta por sus potenciales clientes. Por el contrario, la aplicación de las "5S" representan un punto de partida para cualquier organización que busca ser reconocida como un fabricante responsable y reconocido en su país y en el exterior. Muchos negocios no se han concretado cuando los potenciales clientes detectan en su visita inicial a la planta del proveedor un bajo nivel de ordenamiento y limpieza, así como el no respetarse las normas de seguridad e higiene en el trabajo. En las empresas japonesas donde se implementan las "5S", es habitual organizar un concurso entre las distintas secciones de la planta; al mejor sector se le otorga un reconocimiento económico simbólico, mientras que al peor se le entrega un "premio" de una escoba y un balde. Ellos comienzan por Seiri, y una vez que están totalmente convencidos de que han realizado todas las tareas de eliminación de materiales, recién comienzan con la Segunda S, y así sucesivamente. Este proceso les proporciona un sentimiento de logro, muy saludable. Todas las actividades realizadas quedan documentadas con fotografías expuestas en un pizarrón ubicado en la recepción de la empresa. Dado que la apariencia del lugar de trabajo se transforma rápidamente, es necesario documentar el punto de partida y los logros parciales alcanzados para no perder valiosa información. Por ello, la técnica fotográfica resulta ser muy efectiva,

pues nos permite seguir con facilidad los avances en la implementación del plan de acción. Es aconsejable que la documentación contenga:

- Fotografías de los detalles más importantes, obtenidas siempre en el mismo lugar, con la misma máquina y enfocadas en la misma dirección, para que sean comparables en el tiempo.
- Filmación de todo el proceso y de las rutinas de los trabajadores.
- Inventario completo de todos los insumos, maquinarias, etc.
- Estadísticas de volúmenes de producción, costos, indicadores de calidad, etc.
- Diagrama de flujo del proceso productivo.
- Indicación de los sectores de almacenaje de materias primas, herramientas, maquinarias, etc.

Es conveniente informar a todo el personal cuál es el objetivo de las fotografías y del plan "5S" para asegurar su involucramiento, y evitar malos entendidos. Si las filmaciones y las fotografías se toman sin explicaciones, pueden generar malestar en las personas pues consideran que se está registrando sus desempeños no correctos.

### **8.3.3. Reflexiones sobre la implementación de un plan "5S":**

- Es tan importante el proceso como el resultado.
- Las "Cinco S" no son una moda, ni un "programa del mes", sino una forma de conducta de nuestra vida diaria.
- La gerencia debe planificar, organizar y ejecutar con mucho cuidado el proyecto, con el fin de que las personas se involucren en la continuación permanente de su esfuerzo de mejora.
- Tan viejo como la raza humana, la implementación inicial de un programa "5S" tiene como reacción la resistencia al cambio, sobre todo si la idea no nació de los trabajadores, y provino de la jefatura. Es muy importante manejarse con cautela e inteligencia para que ellos se vayan preparando mentalmente, y acepten con naturalidad y beneplácito el comienzo de la campaña.
- Seguramente todos estarán convencidos de que el esfuerzo asociado a la campaña, aportará grandes beneficios.
- Los ambientes de trabajo se mantendrán limpios, ordenados, agradables y seguros.
- Los estados de ánimo, la moral, y la motivación de las personas, se verán fuertemente mejorados.
- Se eliminarán diversas clases de desperdicios, minimizando los tiempos de búsqueda de herramientas, reduciendo esfuerzos agotadores asociados al desorden, y liberando espacios.
- Se pondrán en evidencia ciertas anomalías como productos defectuosos, excedentes de inventario, averías en máquinas, líneas desbalanceadas, demoras en las entregas. Esto será el punto de partida para trabajar en solucionar estos problemas.
- Se conseguirán importantes mejoras en la calidad de vida en el trabajo, y reducción en los costos de operación.
- Se reducirán los accidentes de trabajo, por la eliminación de pisos aceitosos y resbalosos, ambientes sucios, ropa inadecuada, y operaciones inseguras.

- Se incrementará la confiabilidad de las máquinas, dejando mayor tiempo libre al personal de mantenimiento para ejecutar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Se acentuará el intercambio de impresiones entre los participantes del Programa. Cada individuo dentro del proceso, lo percibe de forma diferente. No existe una verdad absoluta, ya que todos opinamos de acuerdo con nuestras experiencias y paradigmas, según la forma como interpretamos la realidad.

## 8.4. TARJETAS UTILIZADAS EN LA EMPRESA

Las tarjetas utilizadas en la empresa para el movimiento de materiales y control rutinario son como esta.

**MATERIAL:** .....

**FECHA DE ENTRADA:** .....

**PROVEEDOR:** .....

**VERIFICADO POR PLAN DE CONTROL:** .....

**FECHA DE VERIFICACIÓN:** .....

**DESTINO:** .....

Nos permite saber los datos de proveniencia, fecha de entrega, si está revisado, y en qué fecha, y el destino o lugar en el que tiene que dejarse para tenerlo siempre localizado.

## 9. FLUJO DEL CHASIS

### Recepción de tubos

Una vez al mes, procedente de la empresa Láser-Ebro, llega a nuestro almacén los tubos necesarios para la fabricación de 53 chasis.

Láser-Ebro se encarga de adquirir el material en bruto, tubos de acero reynolds 631. Para cortarlos, las máquinas de láser trabajan con un sistema CAD/CAM, por lo que no será necesario enviar planos de fabricación. Es suficiente con enviar el archivo de extensión “.igs” de cada tubo y su numeración.

La recepción de tubos corre a cargo del operario de almacén, que se encarga de colocarlos en la estantería específica atendiendo a la numeración.



*Tubos de acero Reynolds 631*

### Soldadura del chasis.

Al inicio de la jornada laboral, el soldador se dirige a la estantería con un carro donde transportará los tubos necesarios para la realización del chasis. Esta tarea es rápida y sencilla, debido a la numeración de la estantería y del propio carro, además de prevenir errores.

Ya en la zona de soldadura el soldador realizará una comprobación visual rápida de los tubos ya que previamente el operario de recepción los ha comprobado.

Tras esta verificación colocará los tubos en el utillaje diseñado para facilitar la labor del soldador. Una vez terminado el proceso soldadura, realizará una comprobación visual de los cordones.

A continuación trasladará el chasis a la zona de inspección donde lo someterá a un test de rigideces en un banco de ensayo. Si considera apta la estructura, la coloca en el pallet específico para chasis, que se encuentra en la zona de paletizado.

El soldador realiza 3 chasis diarios.



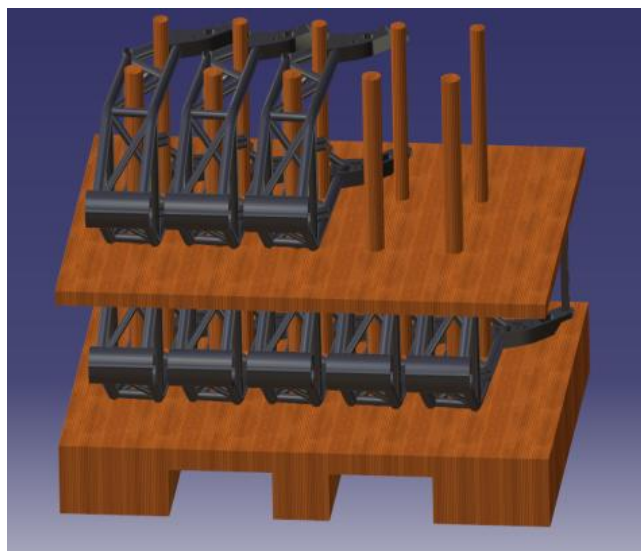


*Chasis soldado, a punto de ser mecanizado.*

**Tratamiento de granallado, imprimado y mecanizado.**

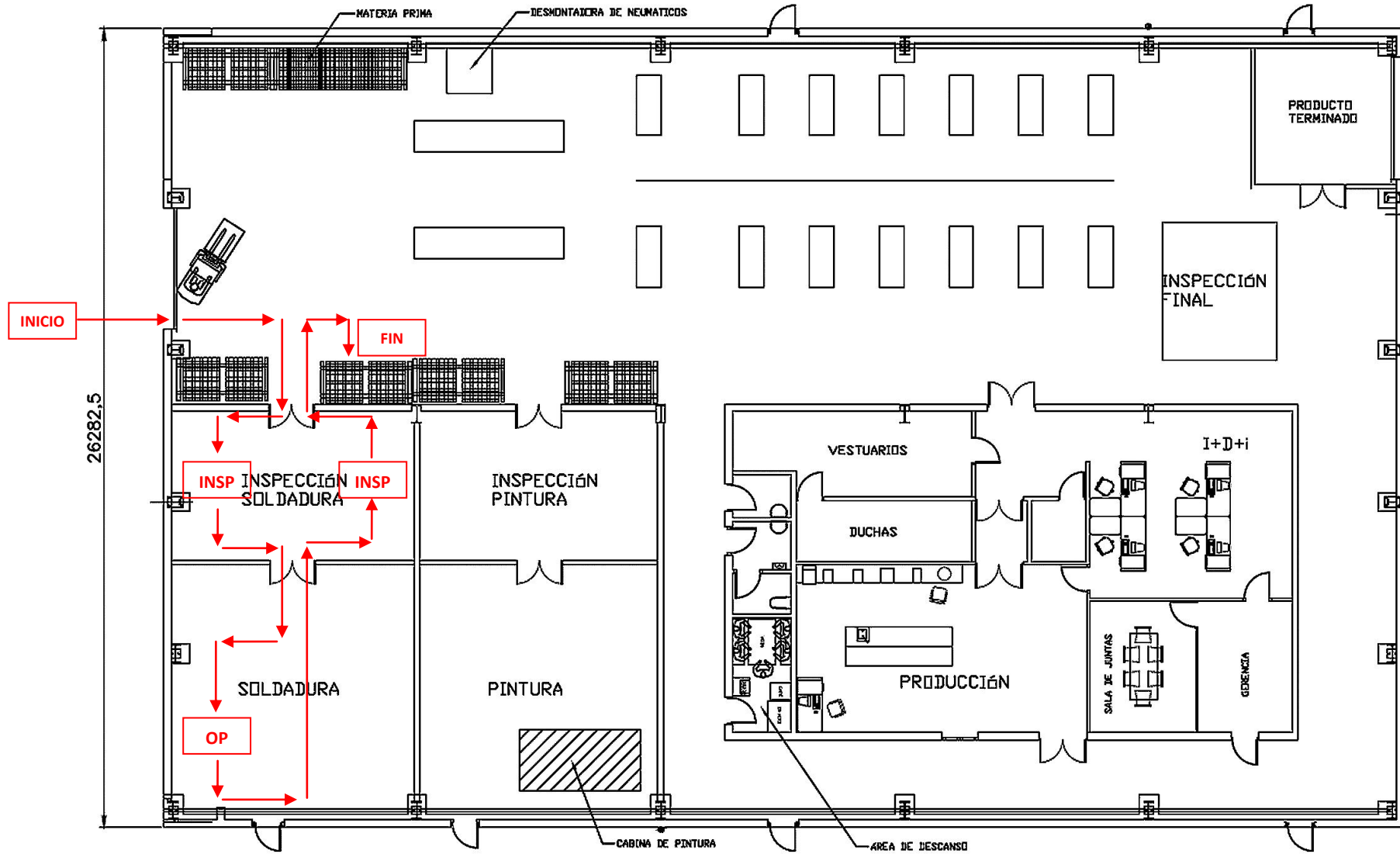
El pallet con los chasis soldados, con 15 unidades de capacidad, será transportado el jueves de cada semana por la empresa mecanizados Navarra, hasta una empresa con la que tienen un acuerdo, la cual, se encargará de someter al chasis a un tratamiento de granallado, tras este proceso, se mecanizará e imprimirá en la empresa de mecanizados Navarra.

Cada martes, el pallet con los 15 chasis ya mecanizados se almacenará en el almacén, y de ahí el operario de pintura ira sirviéndose, para realizar las comprobaciones geométricas establecidas en el plan de control, y darle la pintura necesaria.



*Palett ejemplo de la aplicación*

A continuación podemos ver el flujo del chasis, en el layout propuesto para la fábrica.

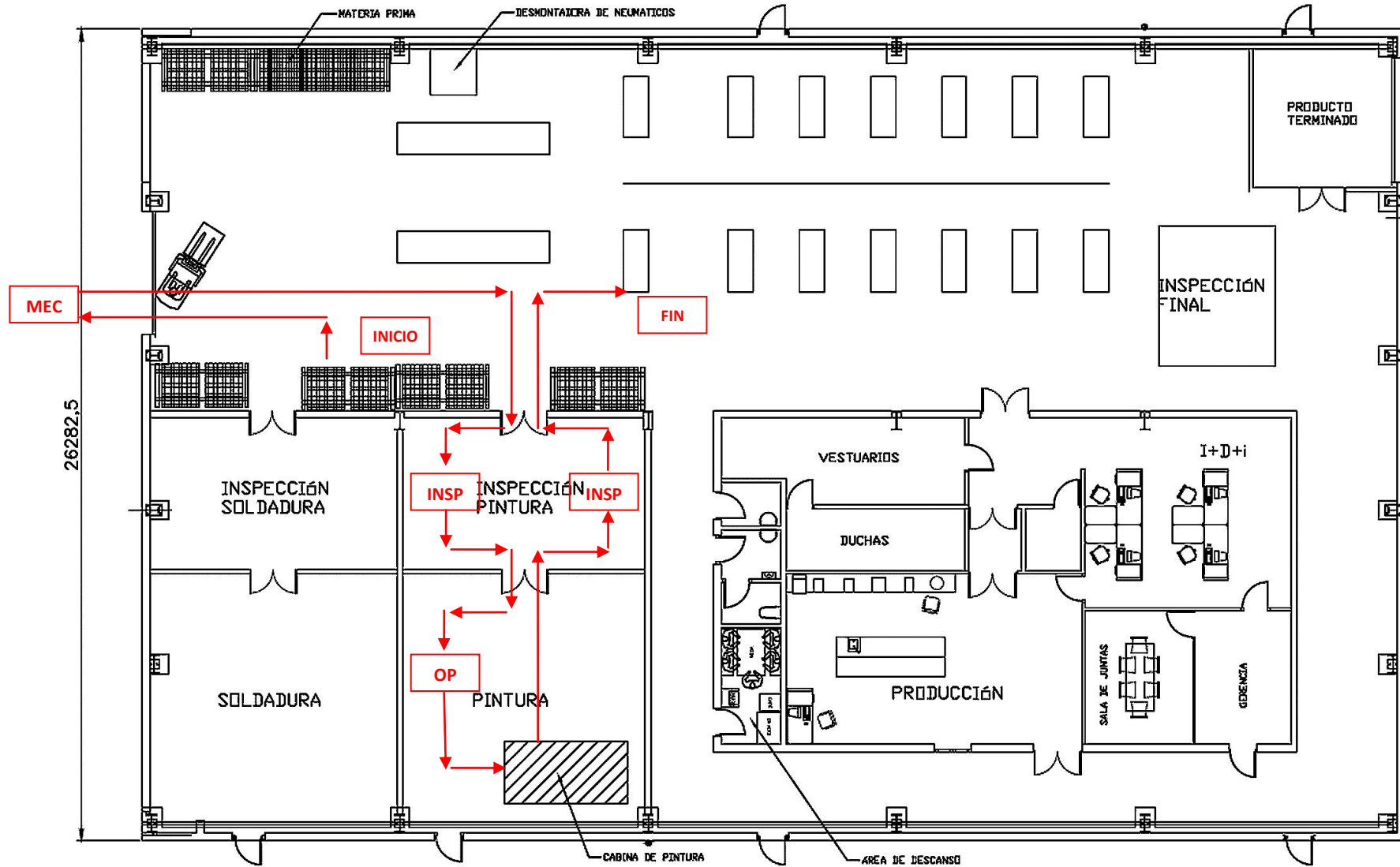


Flujo del chasis desde la compra de los tubos hasta el almacenaje en el pallet.

### **Pintura del chasis.**

El encargado de pintura, coge el chasis mecanizado y lo traslada a la zona de inspección para realizarle las comprobaciones geométricas según especificado en el plan de inspección. Una vez pasadas las verificaciones lo llevará a la cabina de pintura donde aplicará la misma.

Tras pasar el tiempo de secado, colocará el chasis en la estantería de la zona de montaje donde el chasis ya estará listo para poder formar parte de la motocicleta.



Flujo del chasis desde que es mecanizado hasta el almacenaje de la línea de montaje.

## 10. PRESUPUESTOS Y FINANCIACIÓN.

Se ha realizado una hoja Excel donde se reflejan todos los costes anuales de producción, la cuenta de pérdidas y ganancias y el balance de situación al inicio y al final del primer año de vida de la empresa. Estos datos se podrán ver en el anexo XIII. Para ello se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- Se van a producir 500 motocicletas de competición anuales cuyo precio unitario de venta al público de **7.325 euros**.
- El coste de aprovisionamiento, procesos, exteriores y consumibles anual para la serie de 500 unidades es de **2.941.387 euros**. Estos costes de provienen de:
  - Componentes (motores, estriberas, carenados...)
  - Mecanizados
  - Micro fusión
  - Corte laser y plegado
  - Pintura
  - Consumibles de soldadura
  - Consumibles de pintura
  - Otros
- Coste de procesos exteriores y consumibles:
- Los gastos generales a asumir son:
  - Sueldos y salarios
    - 1 Gerente: sueldo bruto anual de **60.000 euros**.
    - 2 ingenieros: cada uno **2.000 euros** mensuales en 14 pagas.
    - 2 soldadores: sueldo bruto de **1.500 euros** mensuales en 14 pagas.
    - 2 operarios de montaje: sueldo bruto de **1.500 euros** mensuales en 14 pagas.
    - 1 operario en control de recepción: sueldo bruto de **1.500 euros** mensuales en 14 pagas.
    - 1 operario de pintura: sueldo bruto de **1.500 euros** mensuales en 14 pagas.
    - 1 empleado de administración y compras: sueldo bruto de **1.300 euros** mensuales en 14 pagas.

La suma total de sueldos y salarios anuales asciende a **260.200 euros**.

- El coste empresarial de la Seguridad Social es un 30% de los sueldos y salarios, por lo que va a suponer a nuestra empresa **78.060 euros** anuales.
- La limpieza y mantenimiento de las instalaciones de la nave será realizado por una empresa subcontratada, y supondrá un coste de **8.000 euros** anuales.
- El alquiler de la nave, que incluye los gastos de electricidad y agua, va a ser de **31.500 euros** anuales.
- El gasto en teléfono, fax e internet se ha estimado en **6.000 euros** anuales.
- Los gastos de mantenimiento y actualización de software van a suponer un coste anual de **12.000 euros**.

- El I.A.E. (Impuesto sobre Actividades Económicas) se descarta como gasto ya que están exentos los sujetos pasivos que inicien el ejercicio de su actividad en territorio español, durante los dos primeros períodos impositivos de este impuesto en que se desarrolle aquella (artículo 82.1 b) del Texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales).
- Costes de amortización: en la tabla siguiente podemos ver las amortizaciones a realizar:

AMORTIZACIONES					
INMOVILIZADO	AÑOS DE VIDA UTIL	%ANUAL	COSTE (€)	COSTE AMORTIZACION (€)	REPERCUSIÓN POR MOTO (€)
CABINA DE PINTURA	10	10	16.852	1.685,2	3,3704
MAQUINA SOLDAR 1	10	10	1.800	180	0,36
MAQUINA SOLDAR 2	10	10	1.800	180	0,36
INSTALACION SOLDADURA	10	10	4.104	410,4	0,8208
DESMONTADORA	10	10	1.406	140,6	0,2812
BANCADA + RAIL	10	10	2.358	235,8	0,4716
MOBILIARIO	20	5	10.500	525	1,05
EQUIPOS INFORMATICOS	4	25	4.000	1.000	2
BANCO POTENCIA	10	10	6.000	600	1,2
BANCO RIGIDECES	10	10	5.000	500	1
HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	10	10	3.500	350	0,7
ELEMENTOS DE TRANSPORTE INTERNO	10	10	1.200	120	0,24
<b>TOTALES</b>			<b>58.520</b>	<b>5.927</b>	<b>11,854</b>



## BALANCE DE SITUACIÓN AL INICIO DE LA ACTIVIDAD

Conceptos	ÚLTIMO EJERCICIO
	(2013)
<b>ACTIVO</b>	
<b>a) Activo no corriente</b>	<b>82.520,00</b>
I. Inmovilizado intangible	12.000,00
II. Inmovilizado material	70.520,00
III. Inversiones inmobiliarias	0,00
IV. Inversiones en empresas del grupo y asociadas a largo plazo	0,00
V. Inversiones financieras a largo plazo	0,00
VI. Activos por impuesto diferido	0,00
<b>b) Activo corriente</b>	<b>321.963,00</b>
I. Activos no corrientes mantenidos para la venta	0,00
II. Existencias	321.963,00
III. Deudores	0,00
IV. Inversiones en empresas del grupo y asociadas a corto plazo	0,00
V., VI., y VII. Otro activo corriente	0,00
<b>TOTAL GENERAL (a + b)</b>	<b>404.483,00 €</b>
<b>PATRIMONIO NETO Y PASIVO</b>	
<b>A) PATRIMONIO NETO</b>	<b>100.000,00</b>
<b>a) Fondos propios</b>	<b>100.000,00</b>
I. Capital suscrito	100.000,00
II. Prima de emisión	0,00
III., y IV. Otras reservas	0,00
V. Resultados ejercicios anteriores	0,00
VI. Otras aportaciones de socios	0,00
VII. Resultado del ejercicio	0,00
VIII., y IX. Otro patrimonio neto	0,00
<b>b) Ajustes por cambio de valor</b>	<b>0,00</b>
<b>c) Subv., donaciones y legados recibidos</b>	<b>0,00</b>
<b>B) PASIVO NO CORRIENTE</b>	<b>202.988,66</b>
I. Provisiones a largo plazo	0,00
II. Deudas a largo plazo	202.988,66
III. Deudas con empresas del grupo y asociadas a largo plazo	0,00
IV., y V. Otro pasivo no corriente	0,00
<b>C) PASIVO CORRIENTE</b>	<b>101.494,34 €</b>
<b>TOTAL PATR. NETO Y PASIVO (A + B + C)</b>	<b>404.483,00 €</b>

### Activo Fijo

- La inversión en activo fijo neto va a ser de **70.520 euros** que se divide en inmovilizado tangible:
  - Cabina de pintura: **16.852 euros**.
  - Maquina de soldar: **1.800 euros**.

- Instalación de soldadura: **4.104 euros.**
- Desmontadora: **1.406 euros.**
- Bancadas de montaje y raíl: **2358 euros.**
- Mobiliario: **10.500 euros.**
- Equipo Informáticos: **4.000 euros.**
- Elementos de transporte interno: **3500 euros.**
- Banco de pruebas de potencia: **6000 euros.**
- Banco de rigideces chasis y basculante: **5.000 euros.**
- Herramientas: **3.000 euros.**

Y en inmovilizado intangible:

- Licencia anual de software y su mantenimiento (Catia, Office...): **12.000 euros.**
- La financiación del inmovilizado se efectuará mediante la aportación de:
  - 100.000 euros de capital propio.
  - El resto se efectuará mediante un préstamo a través de la línea ICO para la financiación del lote óptimo de pedido y parte del inmovilizado. El préstamo ascenderá a un total de 304.483 euros a 3 años sin carencia para el pago del principal y a un tipo de interés fijo del 6,497%.

#### *Activo Circulante*

- Para la partida de Existencias vamos a considerar un stock de del lote económico de pedido para iniciar la actividad. Se obtiene de multiplicar el número de componentes por su precio unitario añadiéndole los costes de pedido ya que se cuentan como mayor coste de las existencias.
- Vamos a suponer que las motos se venden todas una vez están fabricadas, y que los clientes nos pagan mediante transferencia bancaria anticipada. Por tanto, la partida de deudores será 0.
- La partida de Bancos se obtendrá al final del ejercicio teniendo en cuenta los flujos de caja.

#### *Patrimonio neto*

- Capital suscrito **100.000 euros.**
- La partida de Subvenciones es 0.

#### *Pasivo no Corriente*

- Contempla la deuda a largo plazo, es decir superior a 12 meses. Dado que el préstamo es a 3 años figura en esta partida únicamente la parte del préstamo cuyo vencimiento es superior al año.

#### *Pasivo Corriente*

- Partida de proveedores: para el primer pedido se ha pagado en efectivo a todos los proveedores por lo que esta partida está a cero.
- Deudas a corto plazo: la parte del préstamo a la que haremos frente durante los próximos 12 meses.

**DATOS A CONSIDERAR EN LA CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS**

Conceptos	ÚLTIMO EJERCICIO	EJERCICIOS POSTERIORES
	(2012)	(2013)
<b>A) APORTACIONES CONTINUADAS</b>		
1. Importe neto de la cifra de negocios	0,00	3.662.500,00
2. Variac. de exist. de P.T. y en curso de fabricación	0,00	0,00
3. Trab. realizados por la empresa para su activo	0,00	0,00
4. Aprovisionamientos	0,00	-2.941.387,00
5. Otros ingresos de explotación	0,00	0,00
6. Gastos del personal	0,00	-338.260,00
7. Otros gastos de explotación	0,00	-58.000,00
8. Amortización del inmovilizado	0,00	-5.927,00
9. Imputación de subv. de inmov. no financiero y otras	0,00	0,00
10. Excesos de provisiones	0,00	0,00
11. Deterioro y resultado por enajenac. del inmov.	0,00	0,00
a) Deterioros y pérdidas	0,00	0,00
b) Resultados por enajenaciones y otras	0,00	0,00
<b>A. 1) RESULTADO DE EXPLOTACION (1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11)</b>	<b>0,00 €</b>	<b>318.926,00 €</b>
12. Ingresos financieros	0,00	0,00
13. Gastos financieros	0,00	-6.594,09
14. Variación de valor razonable en instr. financ.	0,00	0,00
15. Diferencias de cambio	0,00	0,00
16. Deterioro y resultado por enajenac. de instr. financ.	0,00	0,00
<b>A. 2) RESULTADO FINANCIERO (12+13+14+15+16)</b>	<b>0,00 €</b>	<b>-6.594,09 €</b>
<b>A. 3) RESULTADO ANTES IMPUESTOS (A.1 + A.2)</b>	<b>0,00 €</b>	<b>312.331,91 €</b>
17. Impuesto sobre beneficios	0,00	-84.329,62
<b>A. 4) RESULTADO TOTAL DEL EJERCICIO PROCEDENTE DE OPERAC. CONTINUADAS (A. 3 + 17)</b>	<b>0,00 €</b>	<b>228.002,29 €</b>

El importe neto de la cifra de negocios es 500 motos por 7.325 euros, que es su precio de venta, **3.662.500 euros**. A esta cifra le deducimos los aprovisionamientos, procesos exteriores, consumibles, gastos de personal, otros gastos de explotación y las amortizaciones reflejadas en los costos anuales de producción.

Durante el año 2013 no se ha abierto ningún proceso para solicitar ayudas o subvenciones al Gobierno de Navarra para la inversión empresarial por lo que no podremos optar a ninguna por el momento.

El resultado de explotación que resulta de todo esto será de 318.926 euros.

Al resultado de explotación le restamos los gastos financieros del primer año. Estos son el 6,497% que nos impone **la línea ICO de inversión**, que hemos negociado a 3 años sin carencia para el pago de principal, obteniendo el resultado financiero.

Al resultado financiero le aplicamos el Impuesto de Sociedades con una tipo de gravamen del 27% por ser **PYME**, resultando un beneficio del ejercicio de **228.002,29 euros**.

### CONCLUSIÓN DEL EJERCICIO:

Coste total de producción de 500 motos = **3.343.573,51 euros**

Coste unitario de producción= **6.687,15 euros**

P.V.P= **7325 euros/moto**

Margen = 7325-6687,15= **637,85 euros**

% beneficio sobre ventas= **8,7%**

COSTE TOTAL DE LA MOTO		
	TOTAL	POR MOTOCICLETA
COSTE APROVISIONAMIENTO	2523176,75	5046,35
COSTE PROCESOS EXTERIORES Y CONSUMIBLES	418209,77	836,42
COSTE POR GASTOS GENERALES	396260,00	792,52
COSTE POR AMORTIZACIONES	5927,00	11,85
TOTAL COSTE PRODUCCION	3343573,51	6687,15
BENEFICIO INDUSTRIAL	8,71	
PVP	7325,00	
IVA(21%)	1538,25	
PRECIO CLIENTE	8863,25	

## 11. CONCLUSIONES

Como conclusiones finales al presente proyecto, en calidad de autor, me gustaría realizar algunas reflexiones constructivas e interesantes que complementan todo el trabajo en el proyecto MotoStudent 2011-2012 durante 3 semestres en el equipo UPNA Racing.

Para tratar de comprender lo importante que resulta tener todo bien pensado en la construcción de una nueva empresa, y sus inicios, es necesario entender, que el éxito de la empresa, irá directamente relacionado con el producto que se fabrica, además de otros factores importantes. Se hace necesario que el producto que fabricamos tenga determinadas características como ser novedoso, innovador, y económico, buscando una ventaja competitiva frente a los demás.

Otro de los puntos importantes a tener en cuenta en el diseño debe ser la factibilidad a la hora de la fabricación, elección de los procesos y su control, por supuesto, tener una serie de aspectos, que nos diferencien con nuestros competidores.

En nuestro caso el KNOW HOW, juega un papel importantísimo en la geometría de la moto, diseño del chasis y del basculante, dándonos una ventaja competitiva, frente a las demás marcas.

Por otra parte, la localización de la empresa es una decisión muy comprometida, ya que si no se lleva a cabo de una manera adecuada, podría provocar serios problemas en el futuro, y por ende la pérdida de una gran cantidad de dinero.

Por ello es necesario realizar un estudio exhaustivo de la localización, estudiando todos los factores necesarios como recursos, mano de obra, procesos subcontratados, condiciones políticas y económicas, cercanía con los proveedores, calidad ofrecida, precios...

Muchas pequeñas y medianas empresas solo toman esta decisión una vez en la vida, y por ello es de vital importancia realizarla bien y ser capaces de tener una idea muy buena del estado del mercado al que va a lanzarse el producto en el presente y en el futuro.

En lo referente a las decisiones tomadas en el proyecto sobre los procesos de fabricación, y las compras exteriores, se ha realizado un pequeño estudio de que es lo mejor para la empresa, atendiendo a que el volumen de producción anual no es elevado. De esta manera podemos ver que a mayor nivel de producción, más superficie necesitamos en la fábrica, y más procesos de fabricación podemos llevar a cabo dentro de ella, abaratando así costes de producción.

En la definición del layout se ha tenido en cuenta la proyección a futuro de la empresa, pudiéndose incorporar otra línea de montaje, generar mayor volumen de producción de chasis, basculantes y pintura, y aportando flexibilidad en el montaje, que es uno de los procesos más importantes en nuestra fábrica.

Importante señalar, que a la hora de realizar los aprovisionamientos, se ha tenido en cuenta el lote óptimo de pedido, para minimizar los costes al máximo.

Los primeros años de creación y funcionamiento de la empresa, realmente no “somos nadie”, y nuestras exigencias a la hora de pedir precios más económicos, están limitadas

por nuestra reciente incorporación al mercado, y el bajo volumen de pedido. Con el paso del tiempo, adquiriremos una reputación, quizá un volumen más elevado de producción que permitirá realizar el aprovisionamiento de material por otros métodos.

Desde el punto de vista organizativo los aspectos fundamentales para el éxito son:

- La capacidad de mantener una relación fluida entre departamentos de la empresa buscando la colaboración entre las distintas áreas de la empresa, desde el gerente hasta el operario.
- La disponibilidad y no duplicidad de la información. Todas las personas de la empresa tener la misma información y ordenada. Por ello se ha realizado una base de datos con una recopilación de planos, planes de control, fichas de procesos...
- Uso de técnicas para el desarrollo. Uso de AMFE'S para analizar los diferentes modos de fallo, de manera que se puede predecir tipos de fallo y posible solución antes de que se produzcan estando preparados para poder solventar dicho problema en caso de que ocurran.
- Otro de los aspectos decisivos para el éxito de una empresa radica en los proveedores. El contar con buenos proveedores no sólo significa contar con insumos de calidad y, por tanto, poder ofrecer productos de calidad, sino también la posibilidad de tener bajos costos, o la seguridad de contar siempre con los mismos productos cada vez que se requieran. Por tanto, es importante llevar un buen control de proveedores, rellenando fichas de control, sometiéndolos a continuas evaluaciones y buscando siempre de nuevos proveedores.
- El contacto con la realidad de fabricación, realizar un seguimiento de las incidencias de fabricación para asegurar que el sistema de control de calidad que se ha implantado se aplica y es realmente efectivo.

En cuanto a mi experiencia personal con el proyecto cabe destacar:

El principal reto del proyecto era partir desde cero, aunque teniendo como precursora a la LMP 1, de la primera edición de MotoStudent. Nuestra manera de trabajar y diseñar siguió líneas parecidas, aunque la motorización era distinta, y las características de la motocicleta también.

Con todo esto, los 8 integrantes del equipo fuimos capaces de diseñar y fabricar nuestro prototipo. La motivación y el esfuerzo personal, fueron unos grandes compañeros a la hora de realizar el proyecto. Fue algo fundamental el tener unos tutores magníficos, y unos compañeros con ganas de trabajar e ingeniar.

Nos ha tocado estar muy cerca del mundo industrial y del mundo del motociclismo, consulta de mucha bibliografía, comparación de informaciones y su estudio.

Los contactos con los proveedores han sido cruciales a la hora de poder trabajar con precios reales, ya que el objeto de este proyecto es el de ser capaz de producir y fabricar una motocicleta de competición bajo unos condicionantes de diseño y presupuesto.

Al ser un proyecto integrado por 8 personas hemos aprendido la necesidad del trabajo en equipo, es vital una comunicación fluida y clara entre todos los miembros para evitar errores y solventar problemas los problemas que aparecen lo más rápida y eficazmente posible.

También en el diseño, debe de haber mucha comunicación ya que la elección de los materiales, sus características y costes son algo importante para tratar de realizar un



producto que cumpla con las expectativas del cliente, pero a la vez no encarezca mucho el precio final.

Todas las labores realizadas en el proyecto pueden resumirse como:

Trabajo en equipo, en competencia, bajo un presupuesto y en conexión con las empresas e instituciones.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- INGENIERÍA DE MOTOCICLETAS. Cesar Díaz de Cerio y José Sancho. Apuntes formativos 2011.
- INGENIERÍA DE AUTOMOCIÓN. José Sancho. Apuntes formativos 2013.
- GESTION DE LA PRODUCCIÓN Y LOS RECURSOS HUMANOS Pedro Gravalos.
- REGLAMENTO FUNCIONAL. MotoStudent. 2011-2012.
- REGLAMENTO TÉCNICO. MotoStudent. 2011-2012.
- CALIDAD PRÁCTICA. Martí Casadesús Fa, Iñaki Heras Saizarbitoria, y Javier Merino Díaz de Cerio.
- CREACION Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS. Francisco J. Maqueda Lafuente
- COMO CREAR Y HACER FUNCIONAR UNA EMPRESA. María de los Ángeles Gil Estallo con la colaboración de Fernando Giner de la Fuente.
- DISTRIBUCIÓN EN PLANTA. Muther, R.
- ECONOMIA, ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA EMPRESA. Paul Milgrom y John Roberts.
- FACTORES EN EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN. Manuel Martinez del Campo.
- ASPECTOS SOCIALES DE LA INDUSTRIALIZACIÓN. Oficina Internacional del Trabajo.
- MANUAL DE DIRECCIÓN DE OPERACIONES. Francisco Javier Miranda Gonzalez, Sergio Rubio Lacoba, Antonio Chamorro Mera, Tomás Manuel Bañegil Palacios-THOMSON.
- MANUAL CATIA, Dassault Systemes.
- LOCALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD EMPRESARIAL. Juan Manuel Cepeda Pérez, Antonio Pizarro Gómez.

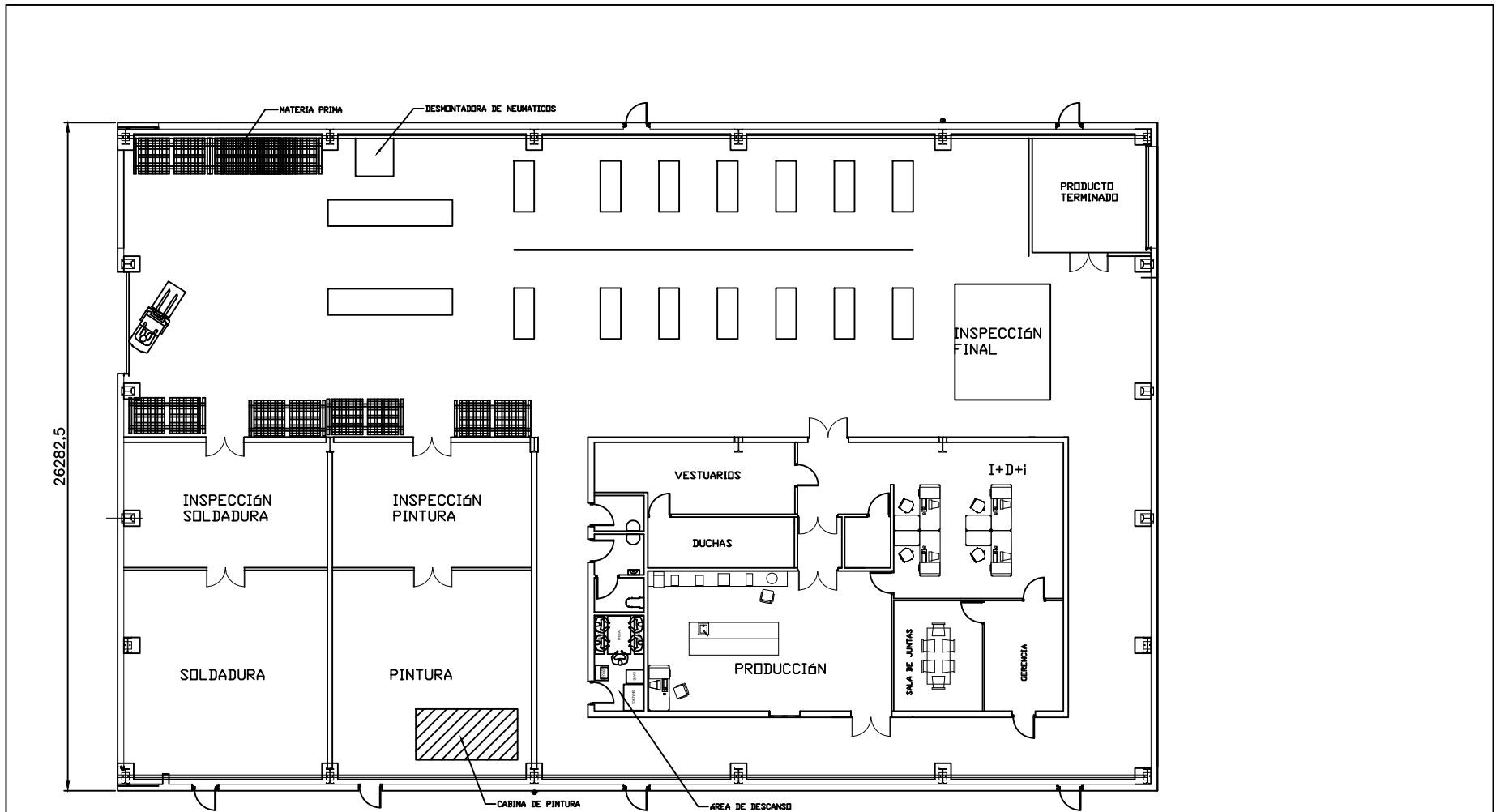
**Referencias en internet:**

- <http://www.catia5.es/>
- [www.autocity.com](http://www.autocity.com)
- [www.motolab.net](http://www.motolab.net)
- [www.corujox.com](http://www.corujox.com)
- [www.solter.com](http://www.solter.com)
- [www.bikebandit.com](http://www.bikebandit.com)
- [www.google.es](http://www.google.es)
- [www.microfusalpa.com](http://www.microfusalpa.com)
- [www.microfusio.com](http://www.microfusio.com)
- [www.navarra.es](http://www.navarra.es)
- [www.ico.es](http://www.ico.es)
- [www.paioli.com](http://www.paioli.com)
- [http://fain.uncoma.edu.ar/materias/Metalurgica\\_de\\_la\\_soldadura/Archivos%20de%20Metsold/tensiones\\_residuales\\_y\\_distorsion.pdf](http://fain.uncoma.edu.ar/materias/Metalurgica_de_la_soldadura/Archivos%20de%20Metsold/tensiones_residuales_y_distorsion.pdf)
- [www.2y4t.com](http://www.2y4t.com)
- [www.gasgasmotos.es](http://www.gasgasmotos.es)
- [www.yamaha.com](http://www.yamaha.com)
- [www.usapolo.es](http://www.usapolo.es)
- [www.ossafactory.es](http://www.ossafactory.es)
- <http://www.mallabi.com/mallabi.htm>
- <http://www.nasuinsa.es/poligonos.asp?id=87>
- <http://www.bikepics.com/>
- <http://www.50soffroad.net/>
- <http://www.arkanasant.co/>
- <http://blog.ktm.com/bikes/deutsch-fertigung-des-moto3-renners-in-kleinserie/>
- <http://www.motogp.com/es>

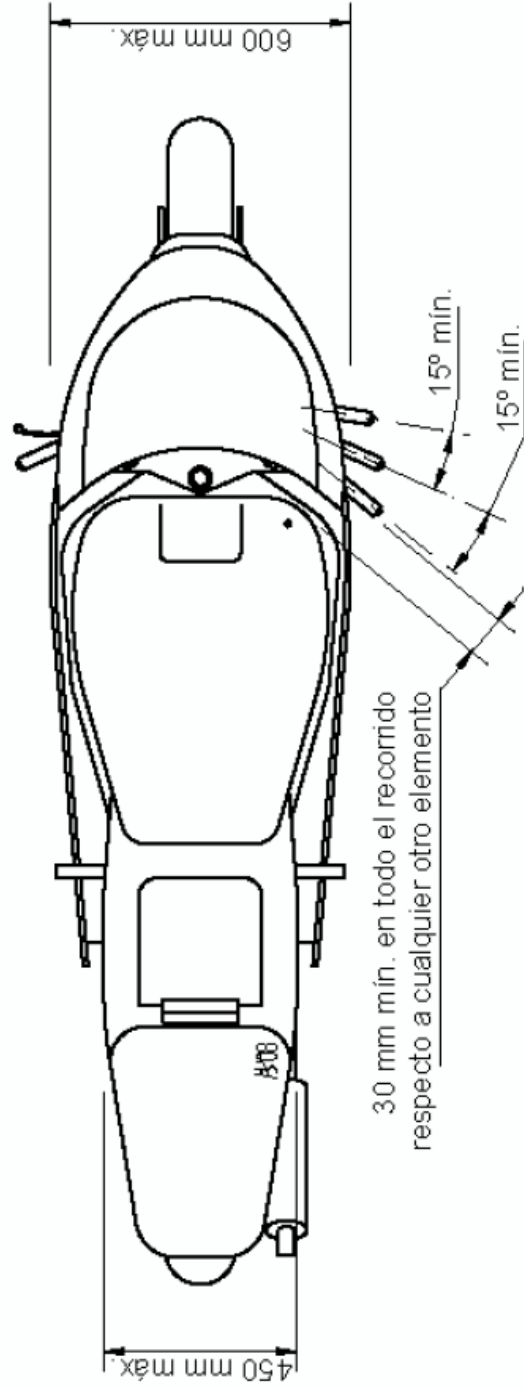
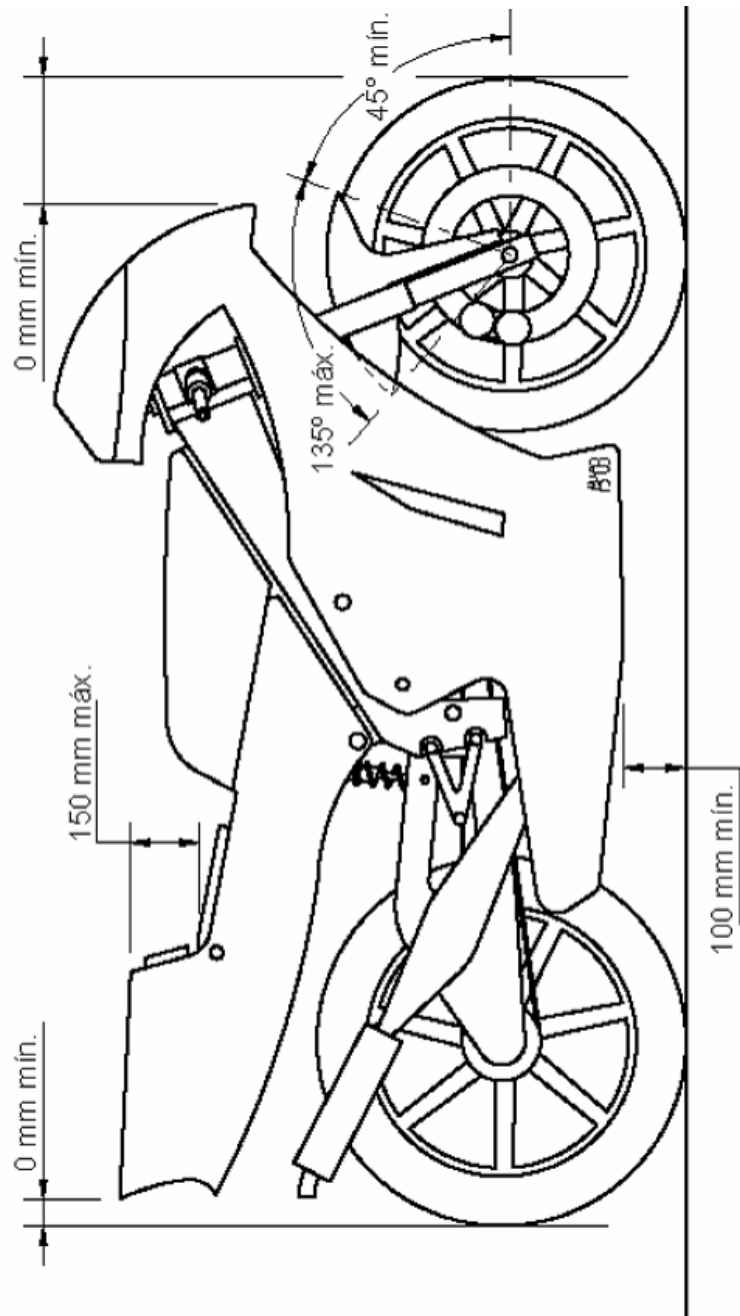
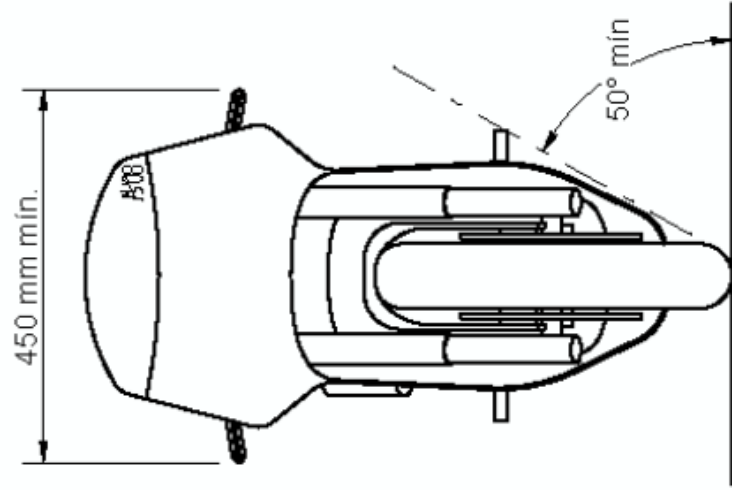


David Sotés Díaz.

Pamplona a 23 de Julio de 2013

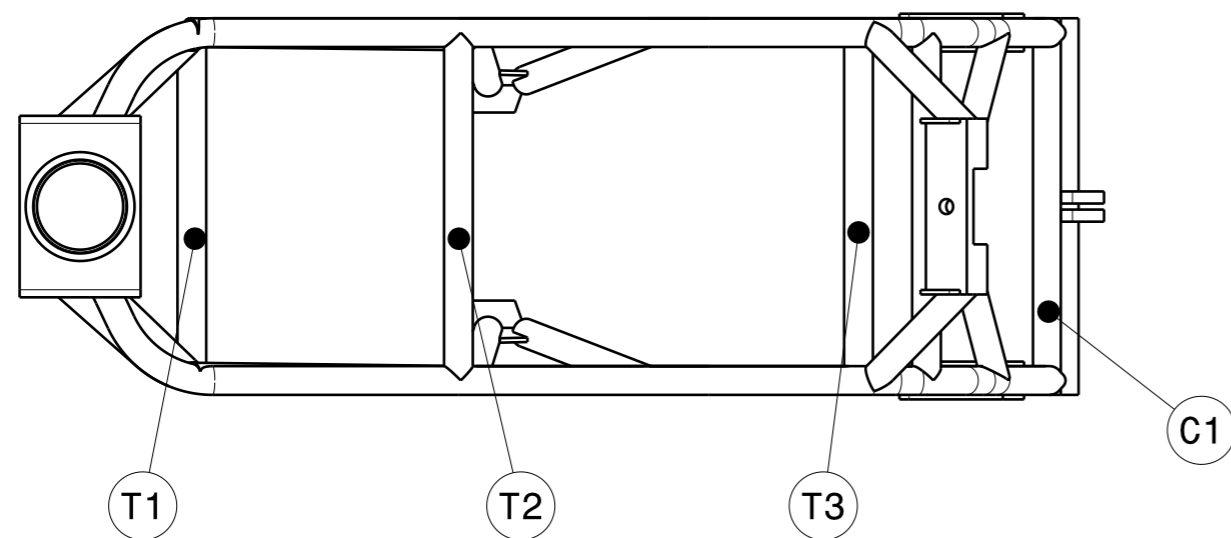
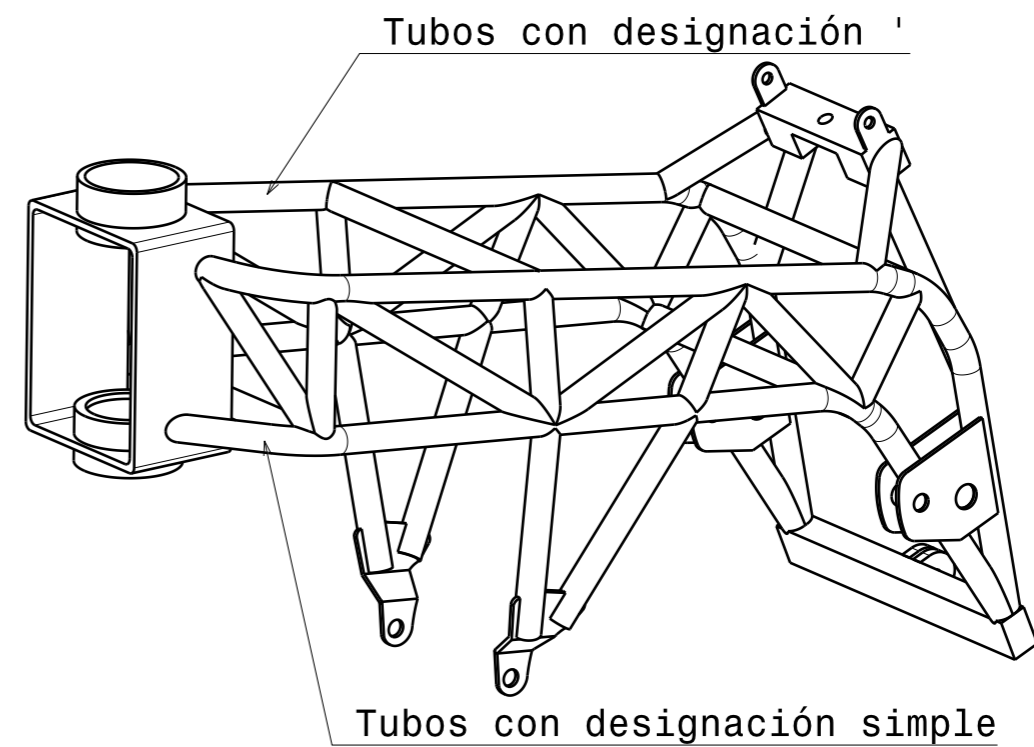
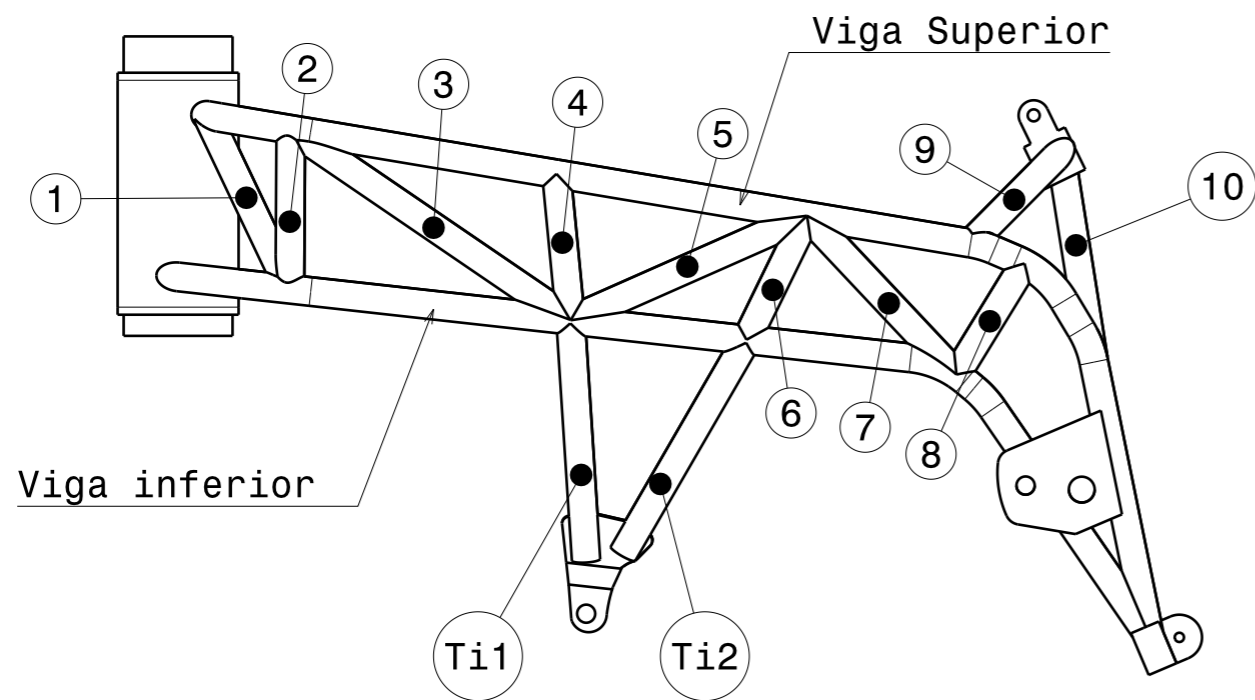


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES</b>		
	PROYECTO: <b>INDUSTRIALIZACIÓN DE UNA MOTOCICLETA DE COMPETICIÓN</b>			REALIZADO: <b>DAVID SOTÉS</b>	
PLANO: <b>LAY-OUT PLANTA DE LA FABRICA</b>			FECHA: <b>17.07.2013</b>	ESCALA: <b>1:150</b>	Nº PLANO: <b>01</b>
FIRMA:					



<b>UPNA</b>	Ingeniero Industrial	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones	
	<b>PROYECTO</b>	Apellidos, Nombre Álvarez de Eulate Zayas, Claudia	
	<b>MOTOSTUDENT</b>	Escala	Nº Plano
<b>PLANO</b>	Datos de partida	Fecha	1
		14/01/2013	

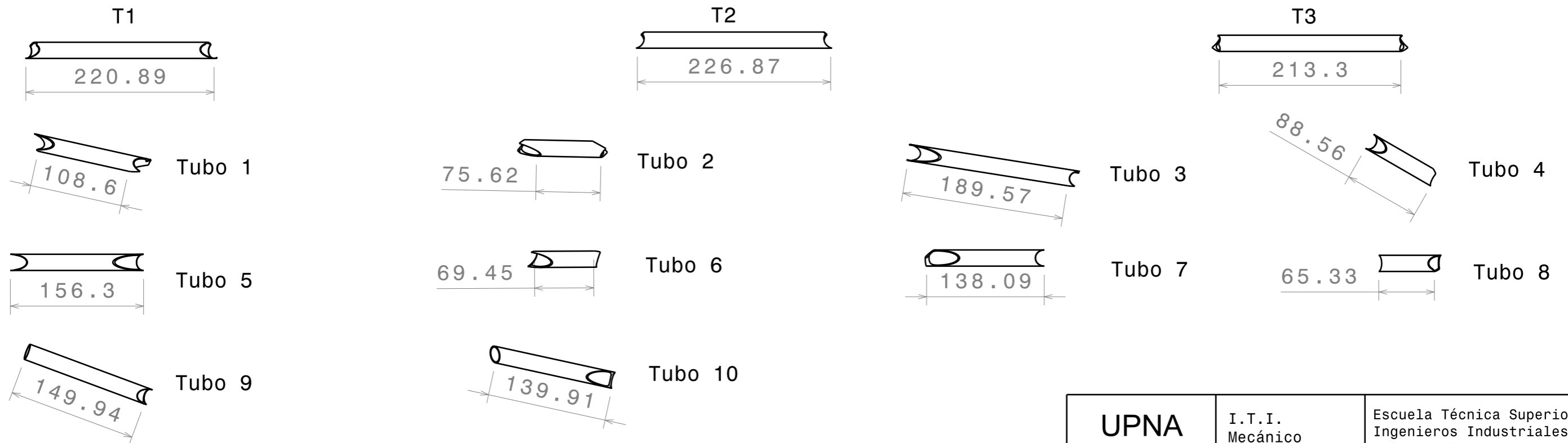
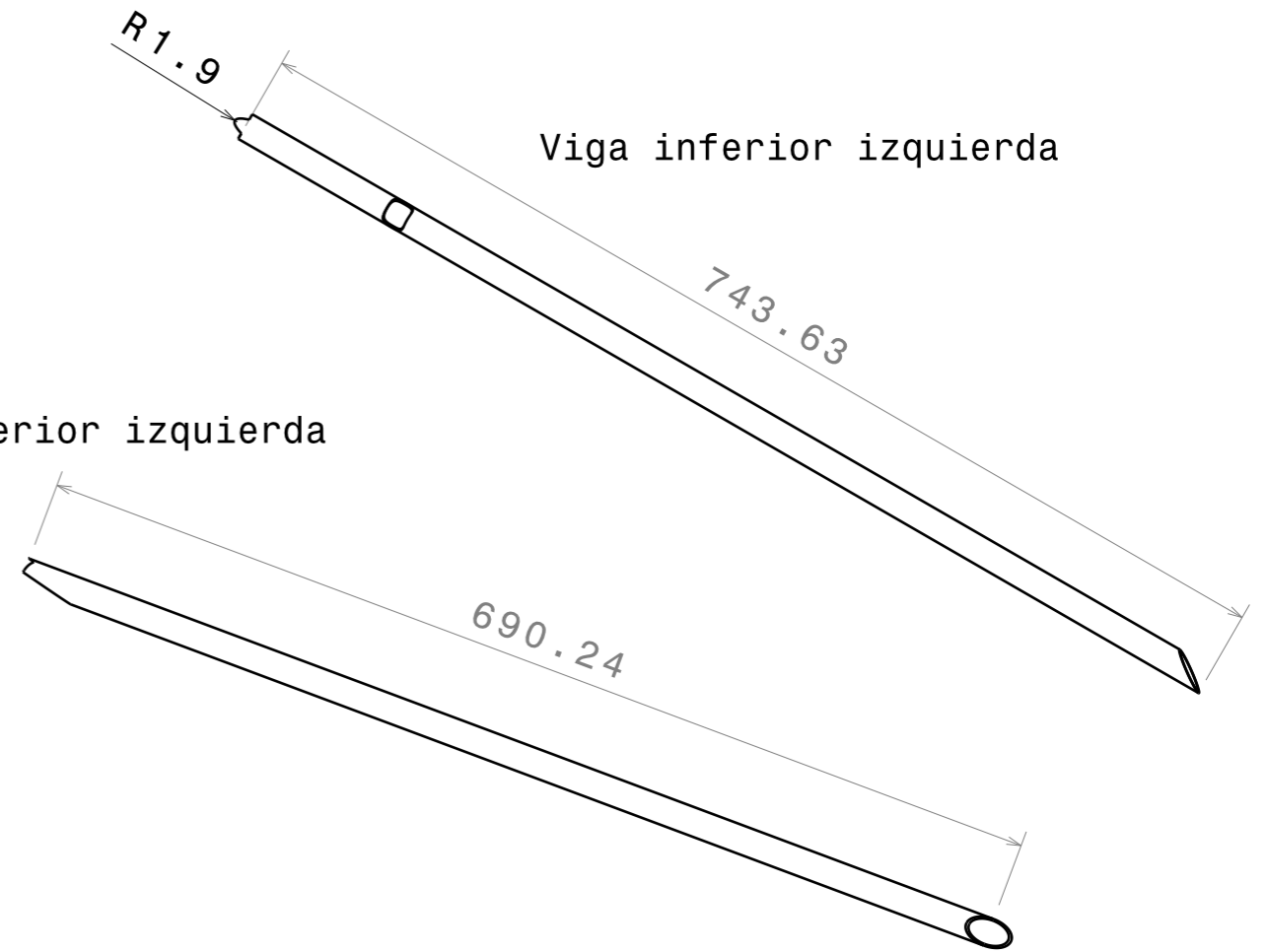
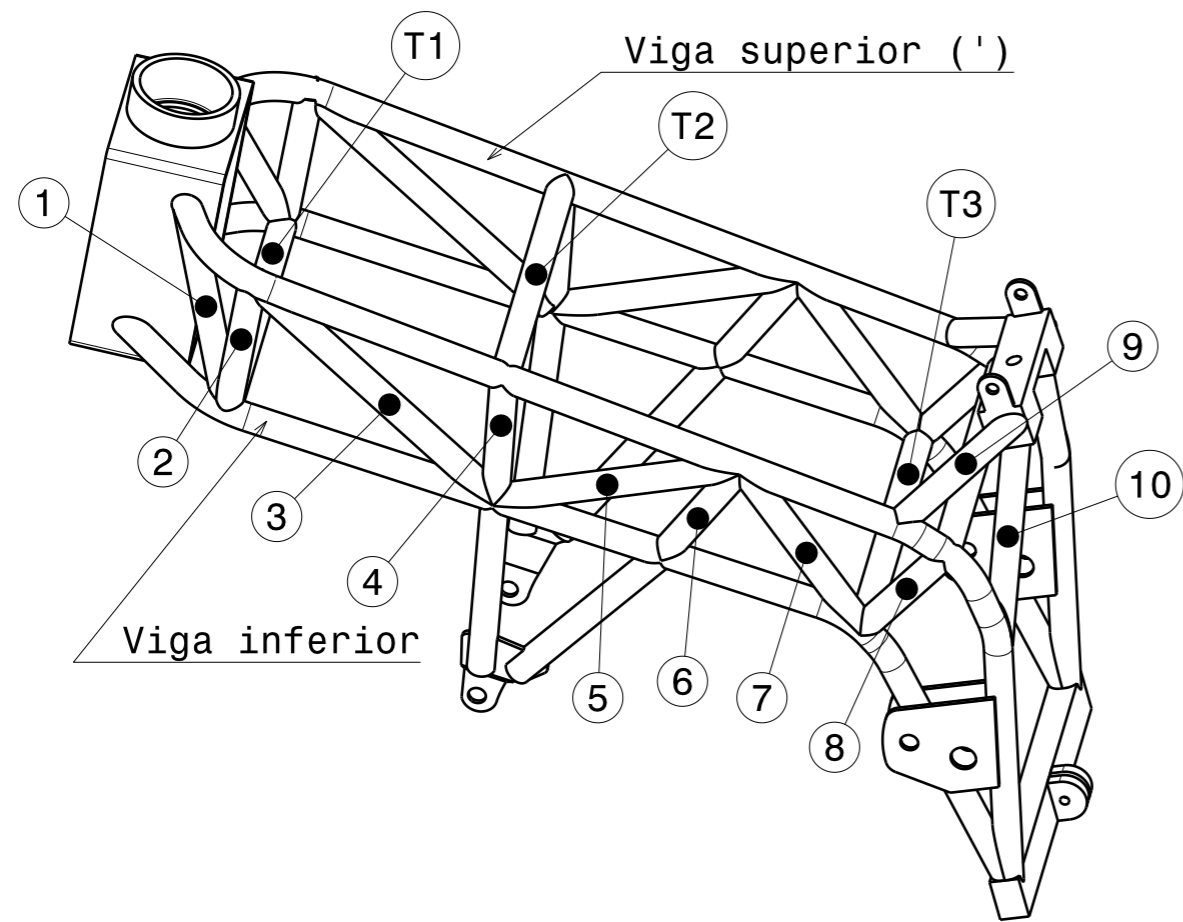




- Los tubos 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 tienen sus tubos simétricos que se designarán con una  $\prime$

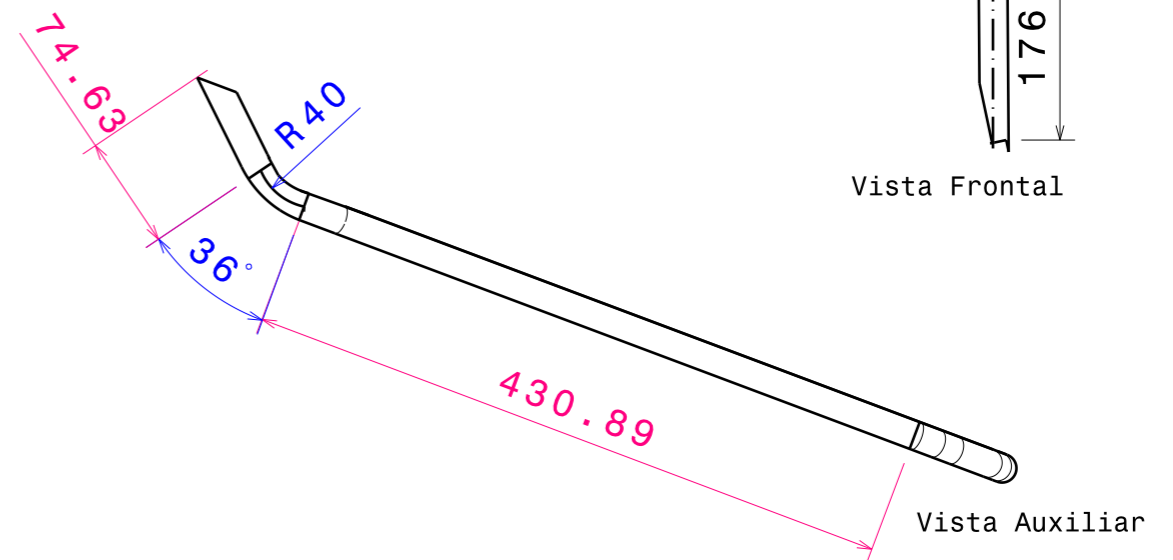
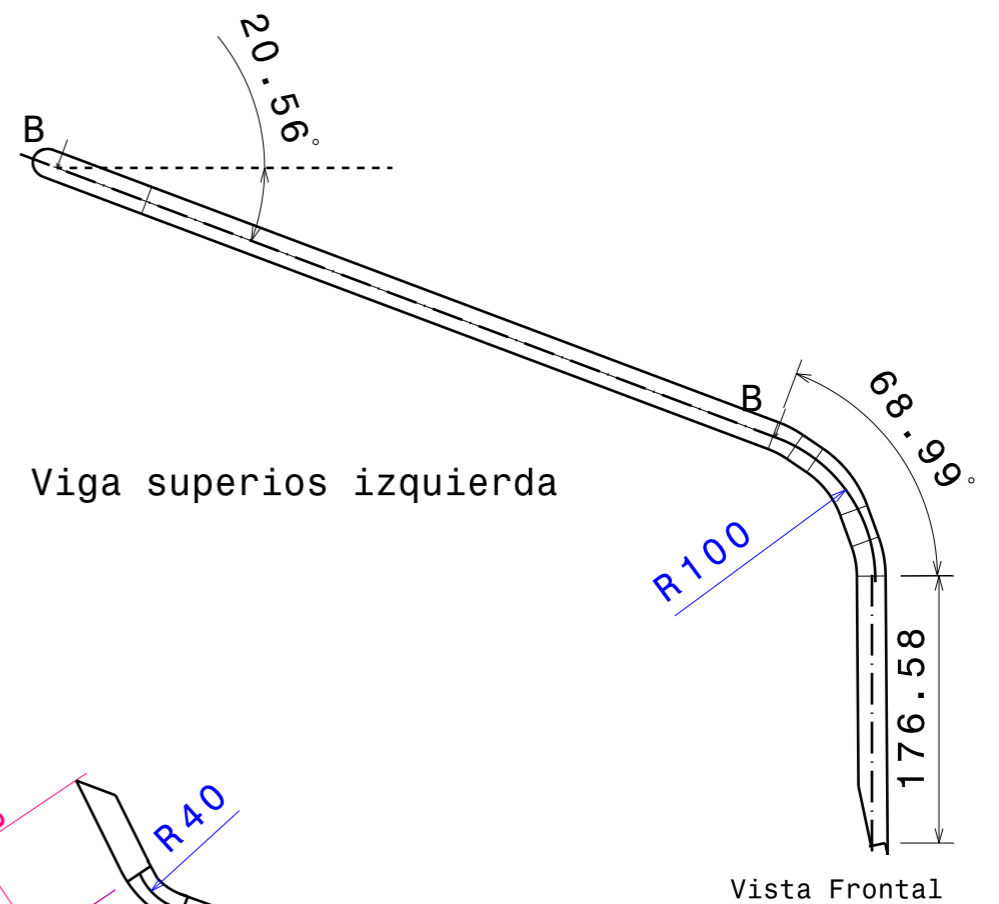
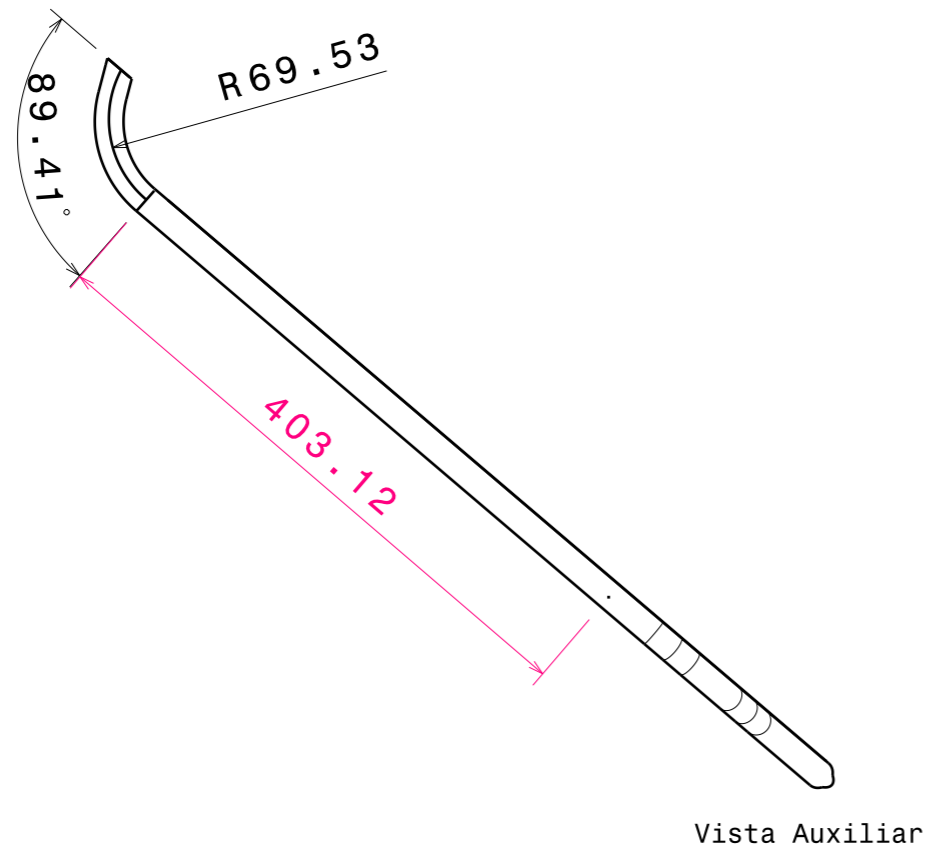
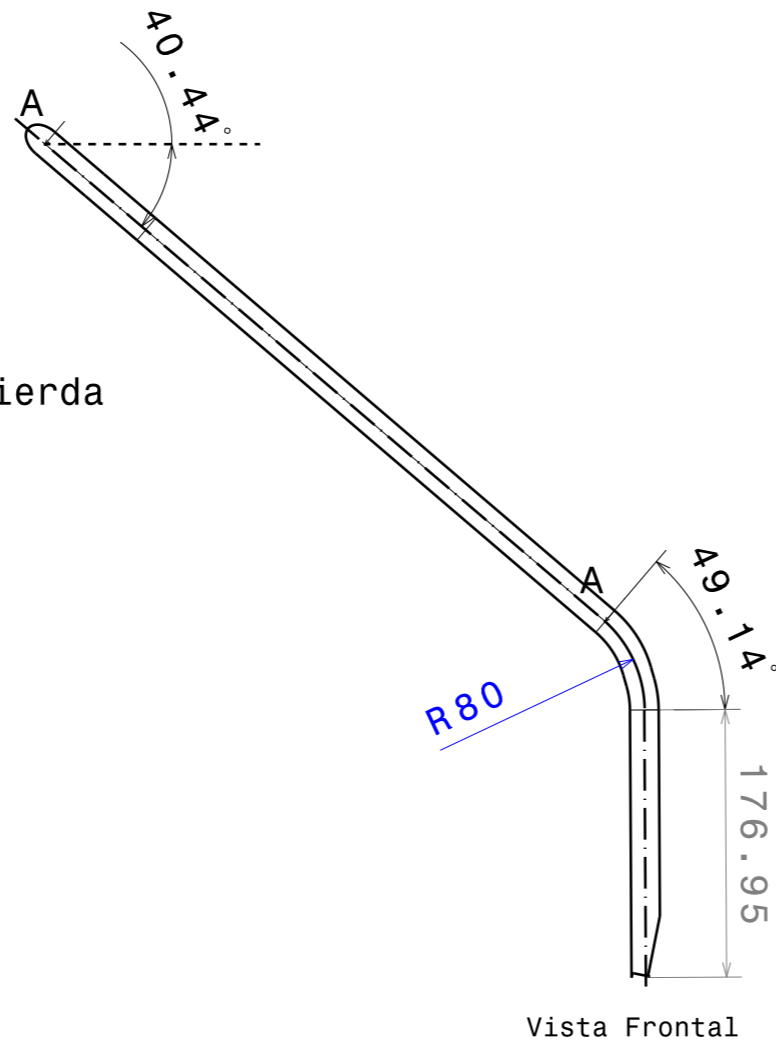
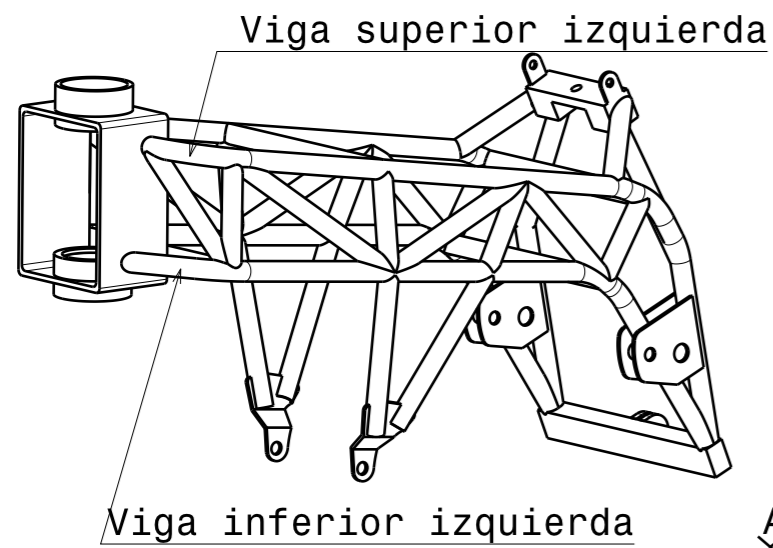
- Los tubos 5 y 6 son iguales para ambos lados: 2 unidades

<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Designación Tubos Chasis		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:5	14/05/2013	2

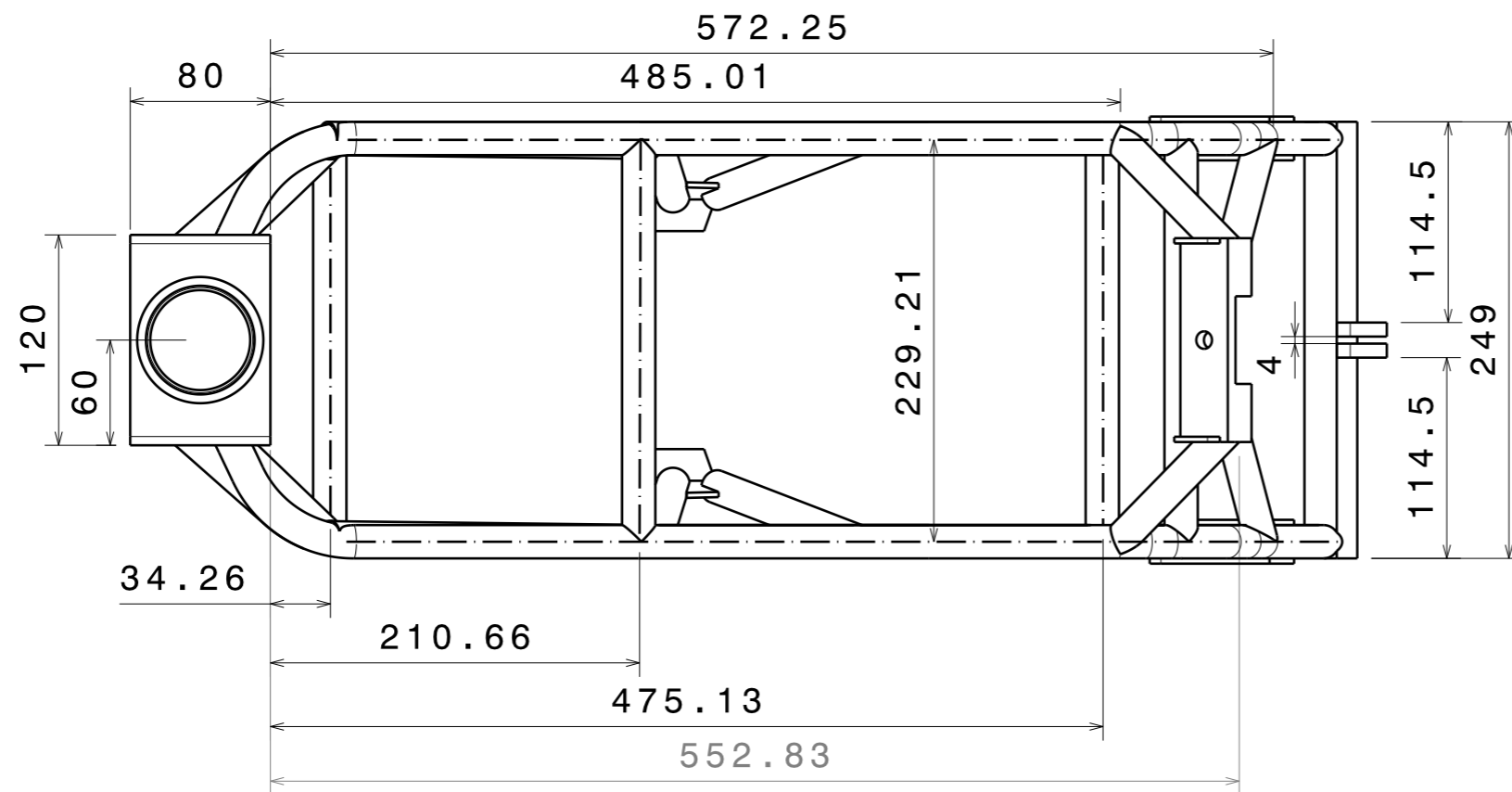
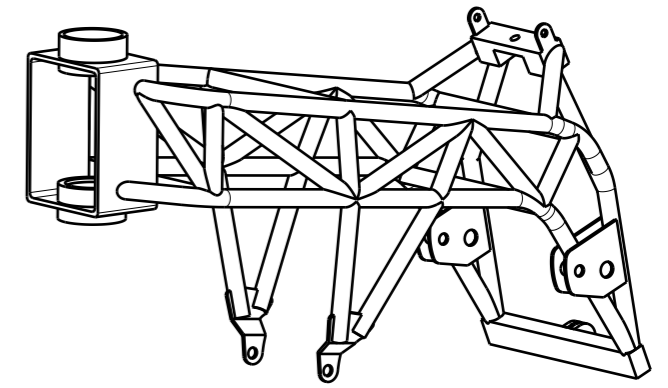
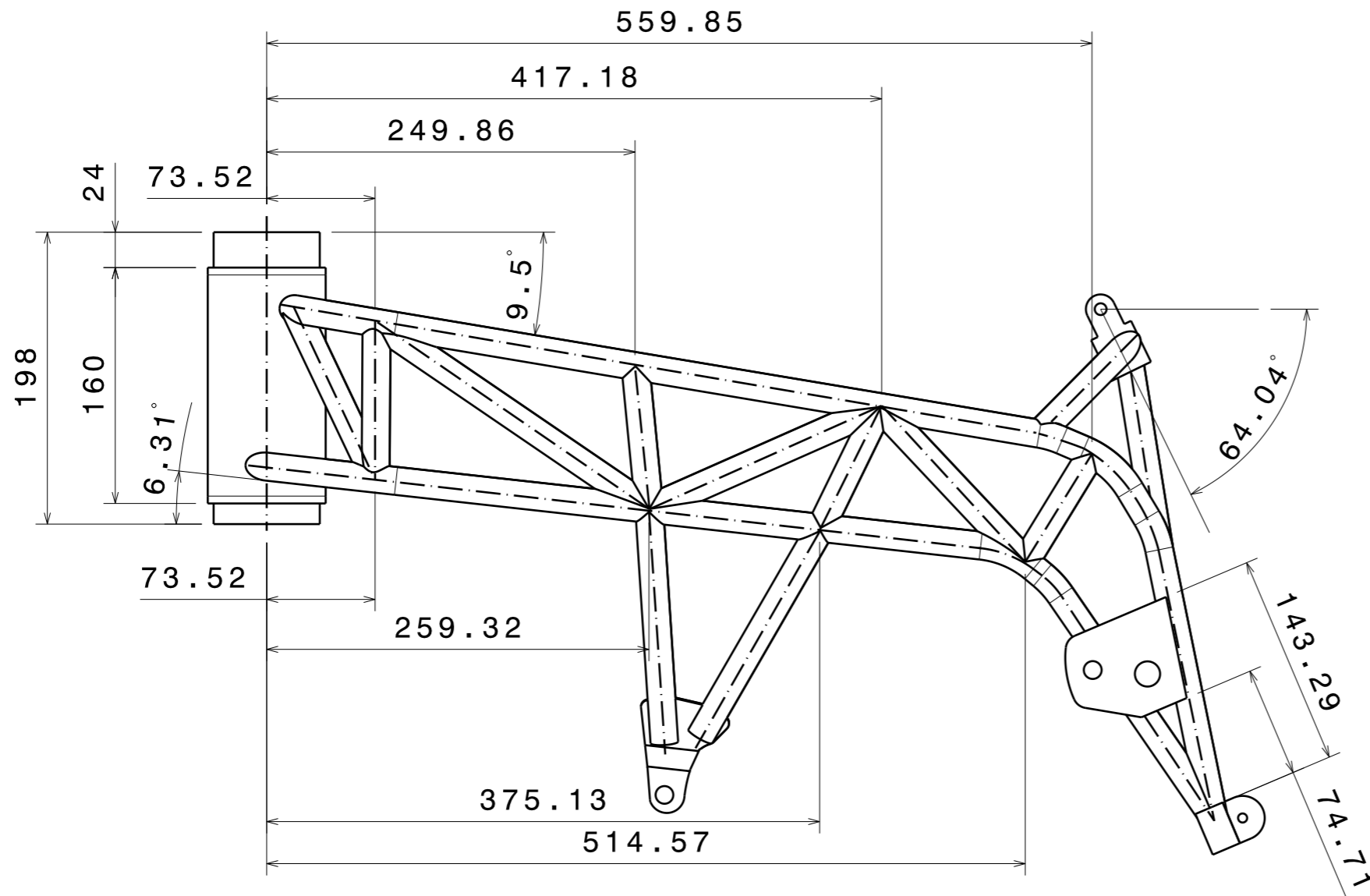


- Todos los tubos tienen su simétrico, excepto los tubos 5 y 6
- 2 unidades de los tubos 5 y 6
- 1 unidad de los tubos transversales T1, T2 y T3
- Todos los tubos son de diámetro 19mm

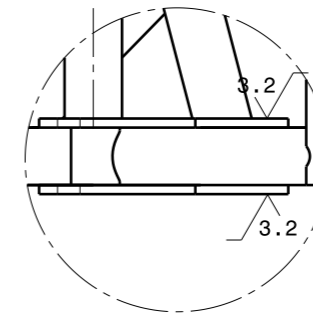
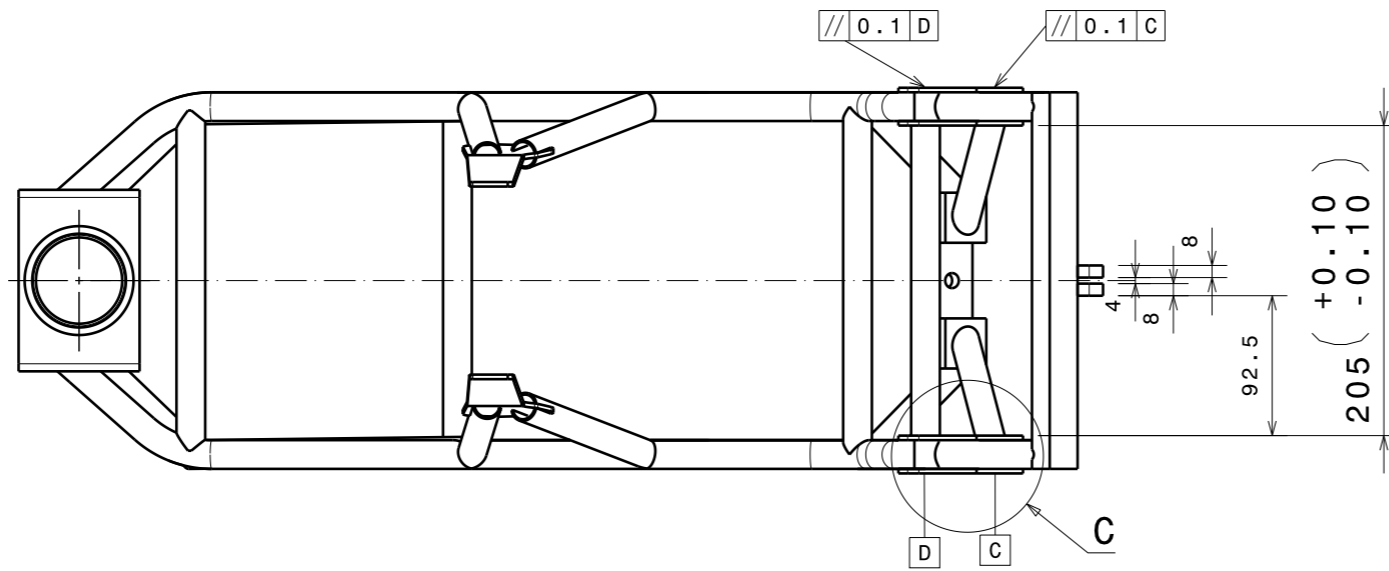
<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Corte de tubos del chasis por laser		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:5	16/01/2013	3



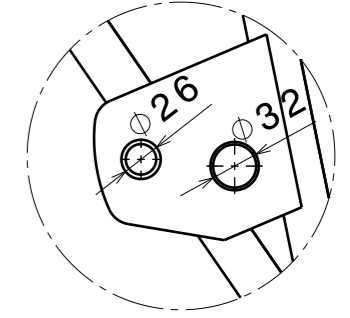
<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Doblado de tubos del chasis	Escala	Fecha	Nº Plano	
	1:5	17/01/2013	4	



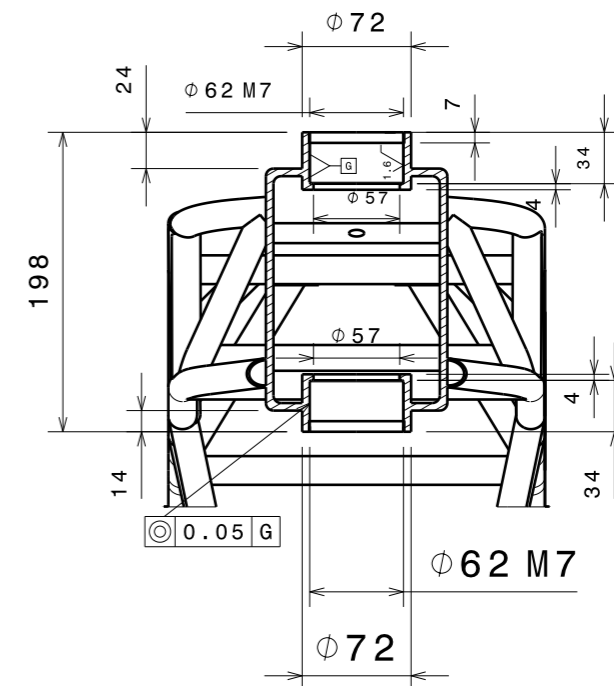
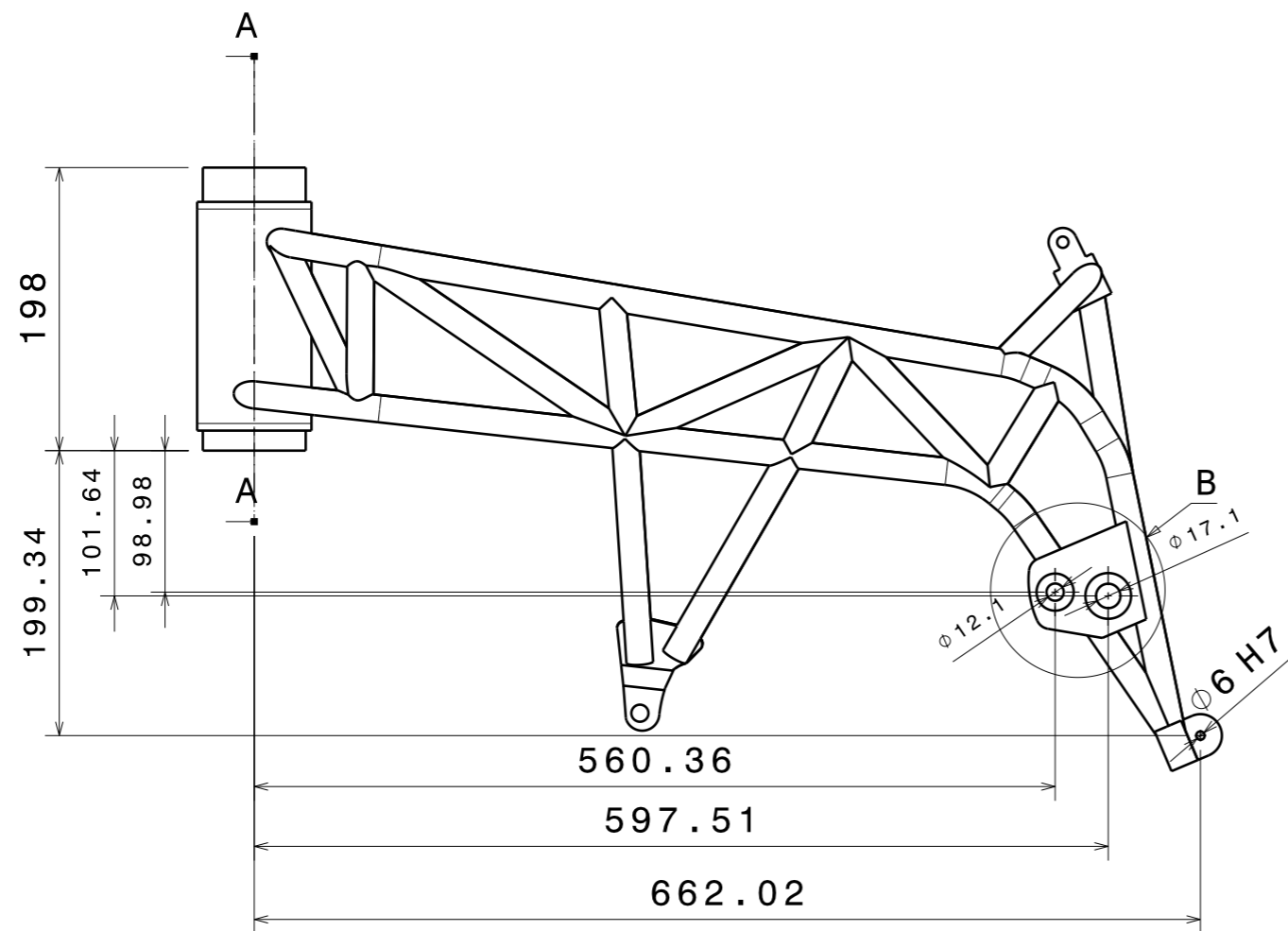
<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Soldadura del Chasis		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:4	14/01/2013	5



Detalle C

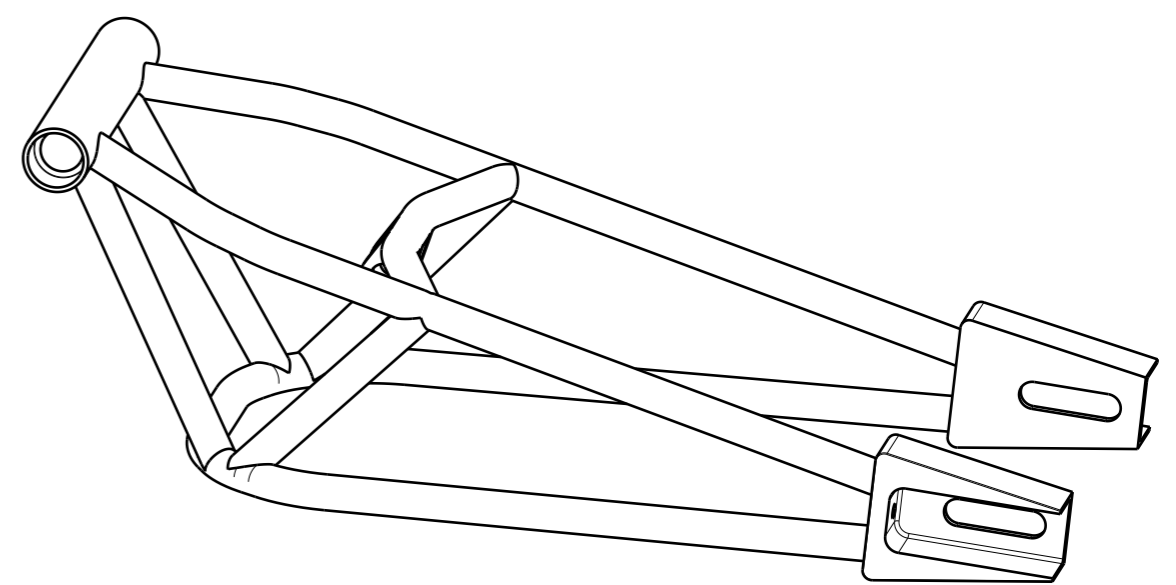
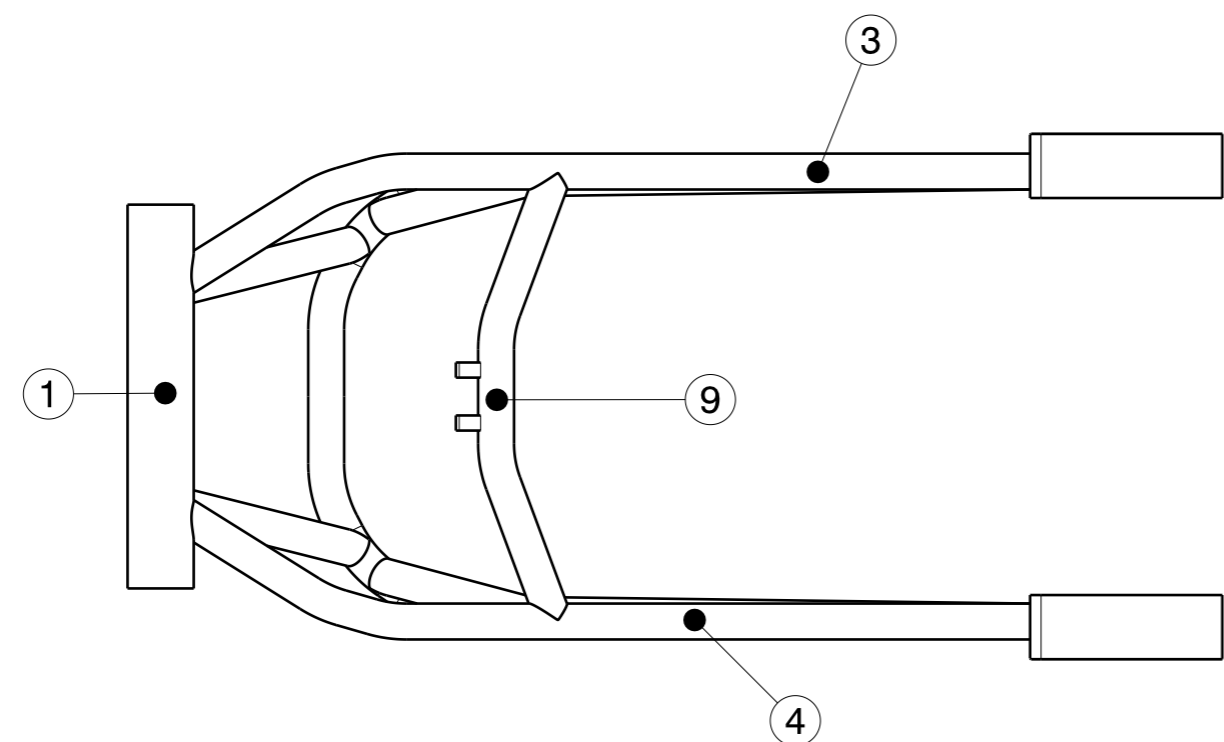
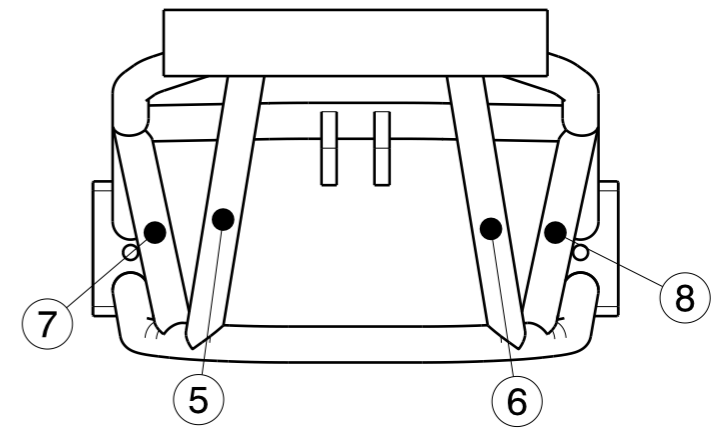
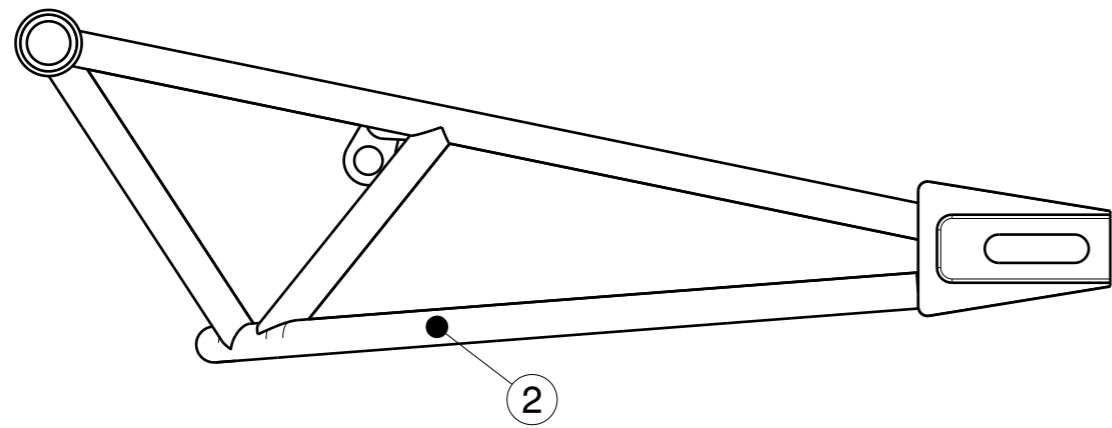


Detalle B



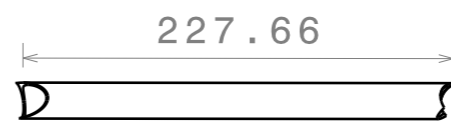
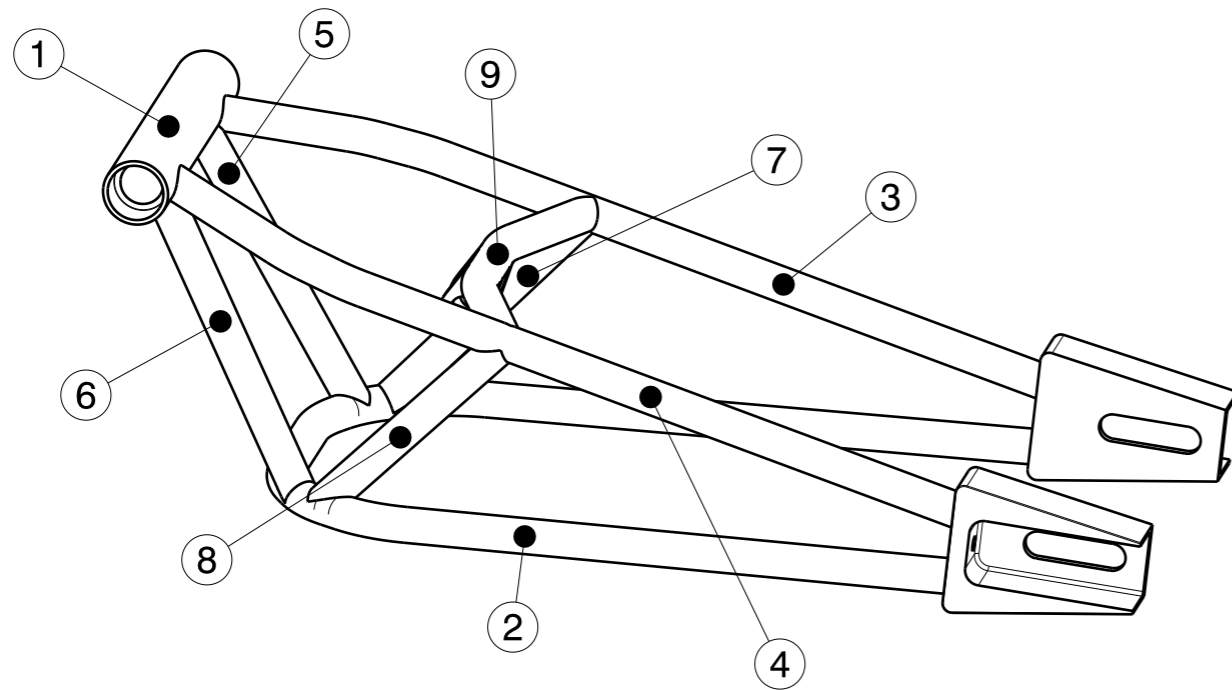
Sección A-A'

UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Postmecanizado Chasis	Escala	Fecha	Nº Plano	
	1:4	18/01/2013	6	

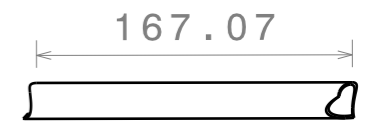


<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Designación tubos Basculante		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:4	17/01/2013	7

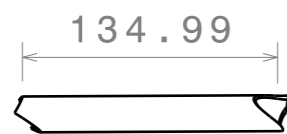




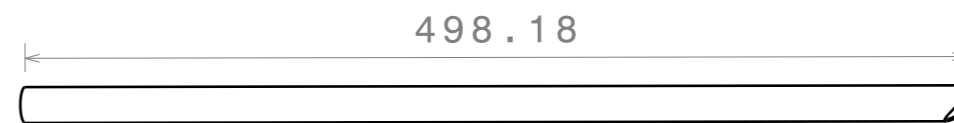
Tubo 9



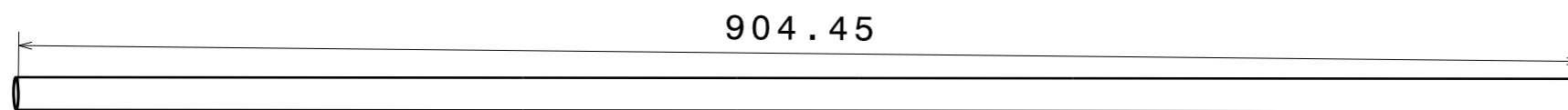
Tubo 8



Tubo 6



Tubo 4

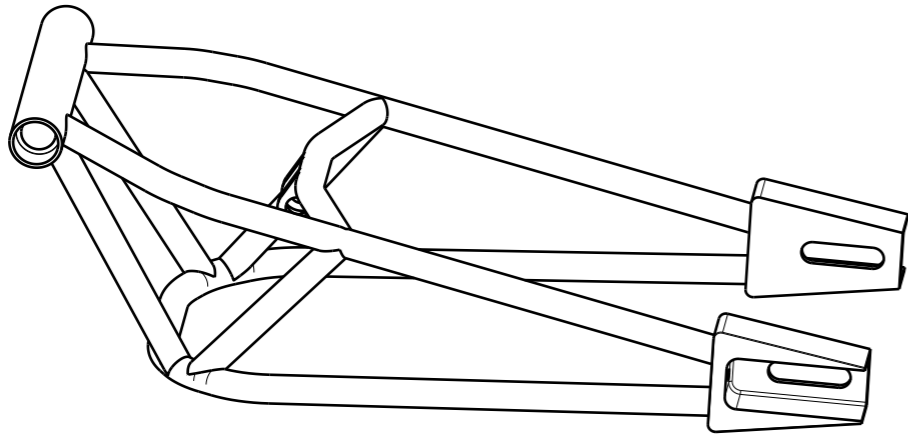


Tubo 2

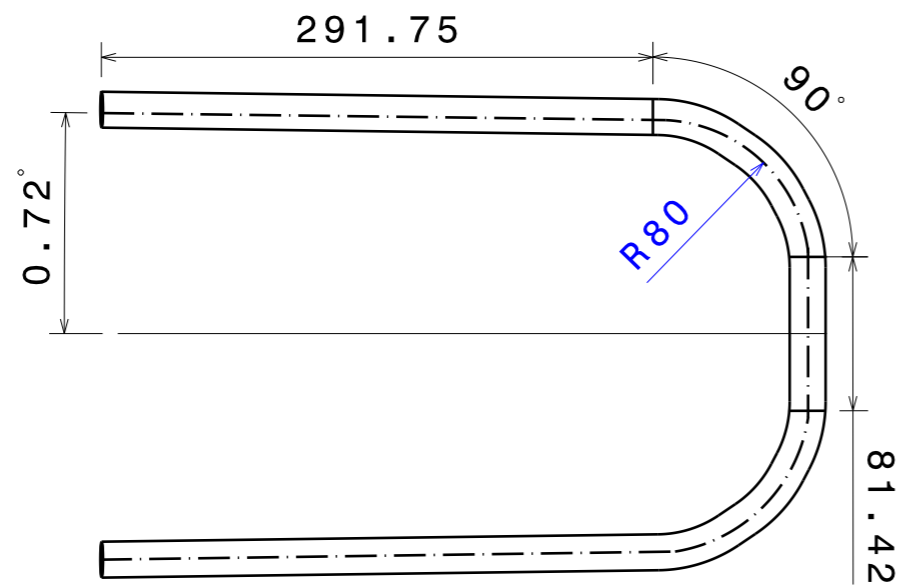
- Los tubos 6 y 8 son simétricos de los tubos 5 y 7

- Todos los tubos son de diámetro 19mm, excepto el tubo 1 ( 35mm)

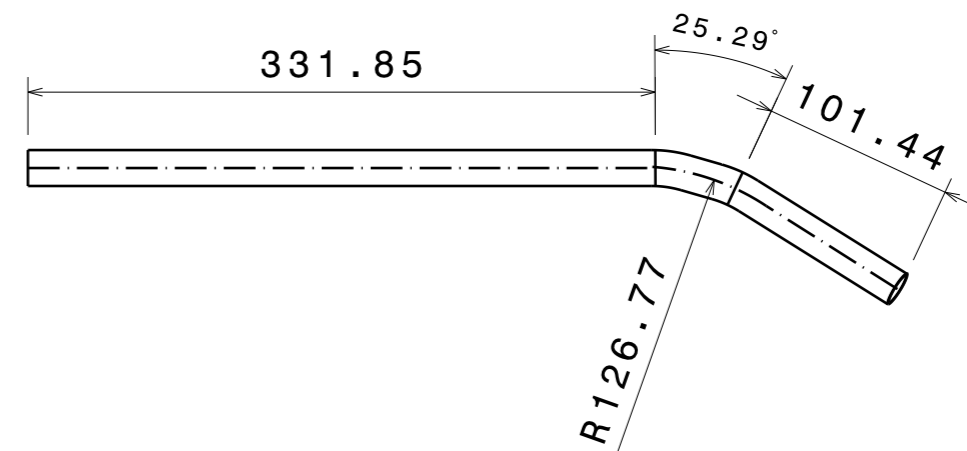
<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Corte laser de tubos del basculante		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:4	17/01/2013	8



Tubo 2

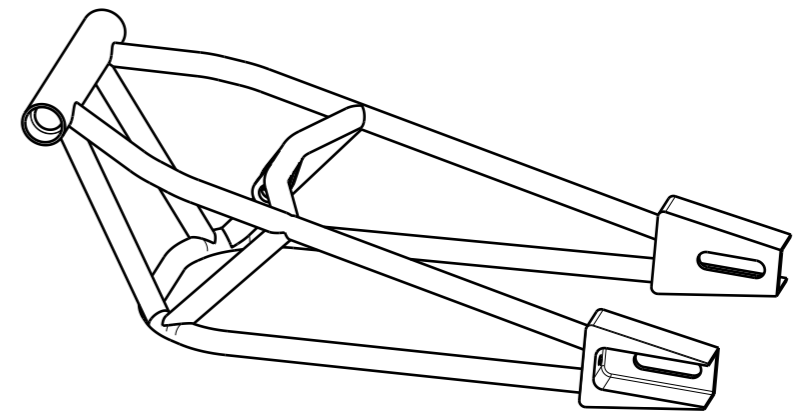
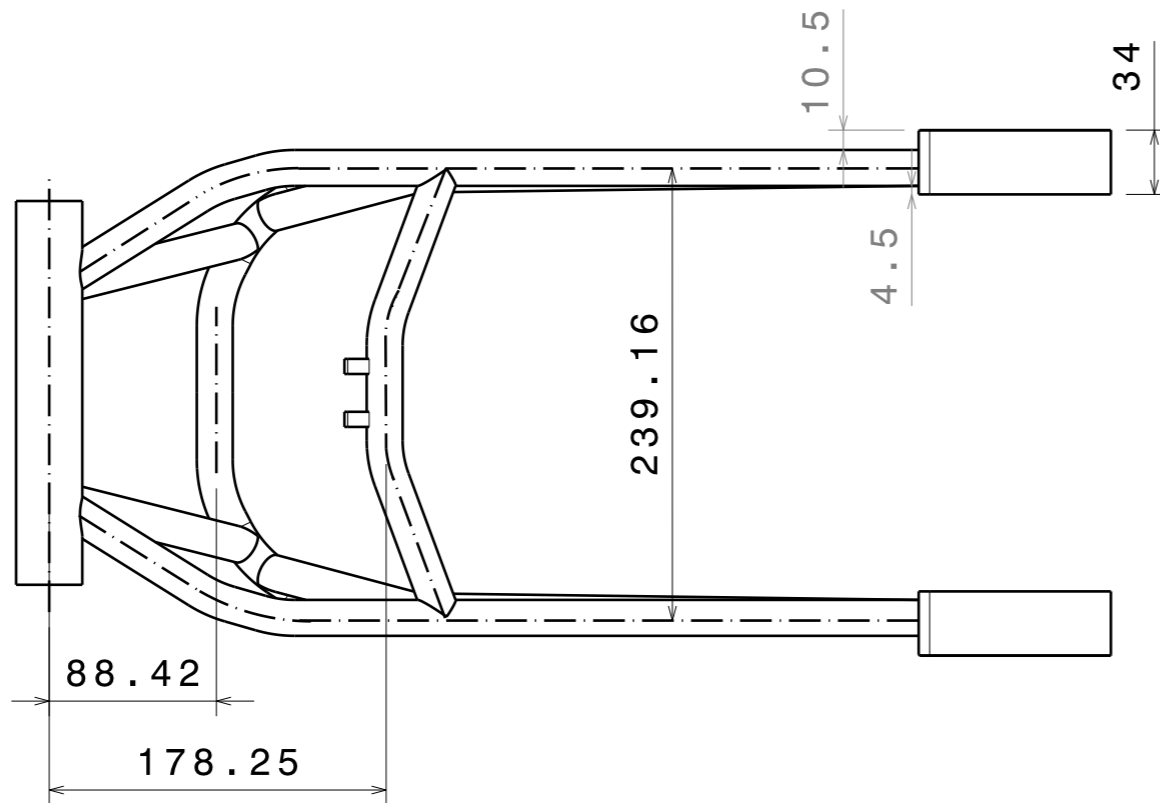
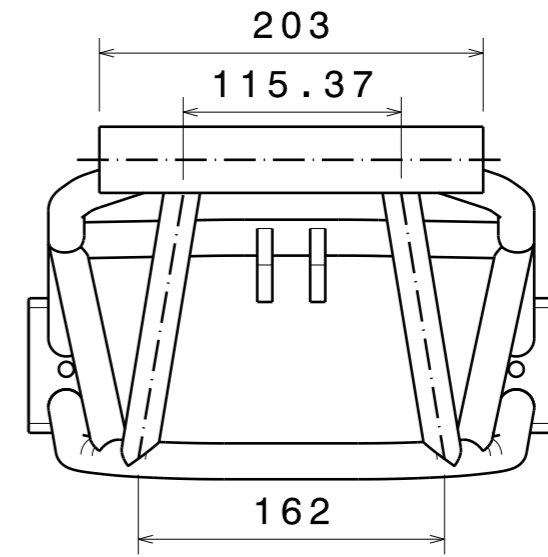
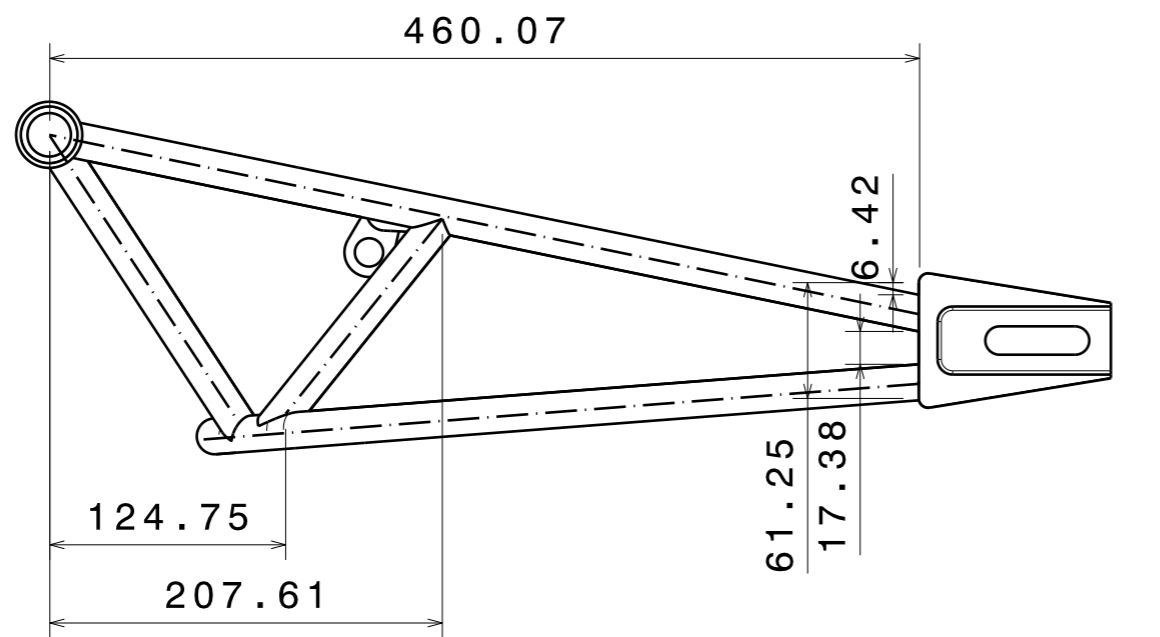


Tubo 4

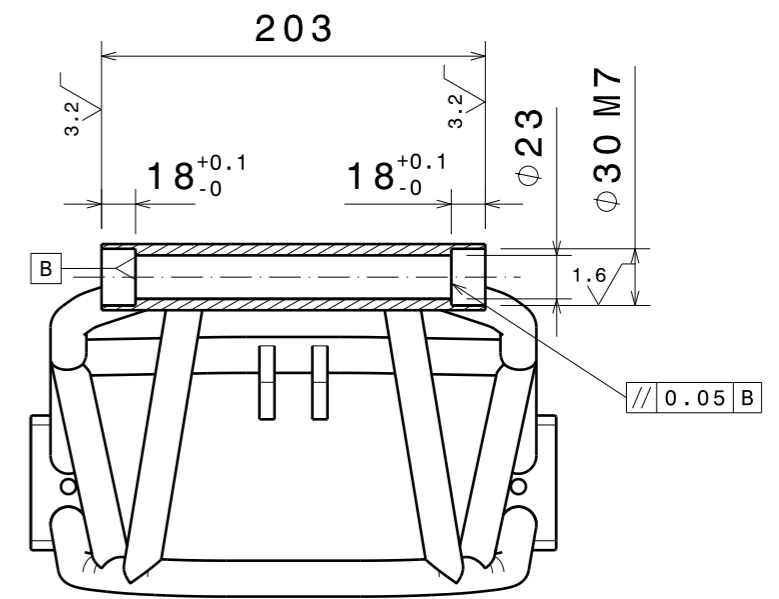
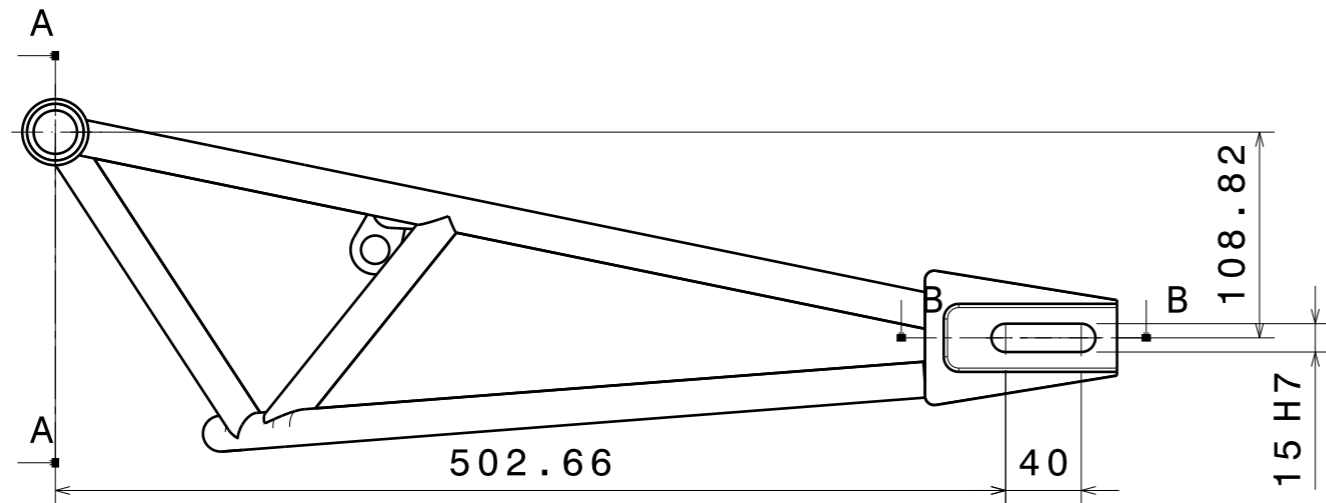
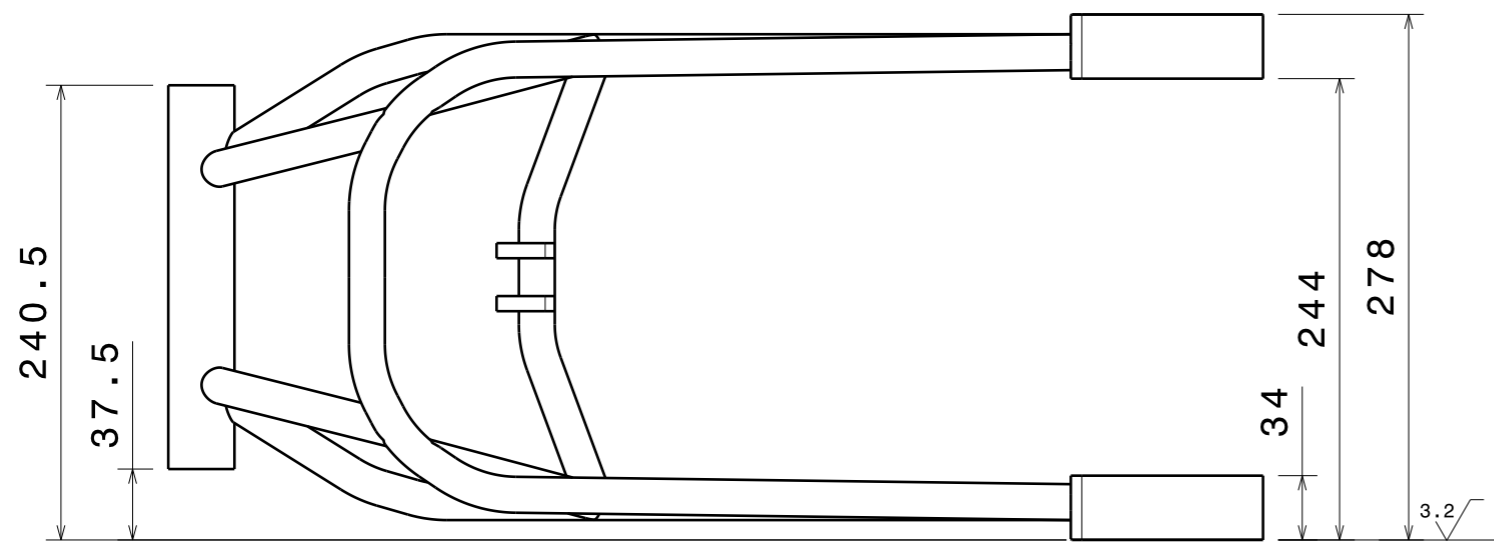


- El tubo 4 tiene su tubo simétrico (tubo 3)

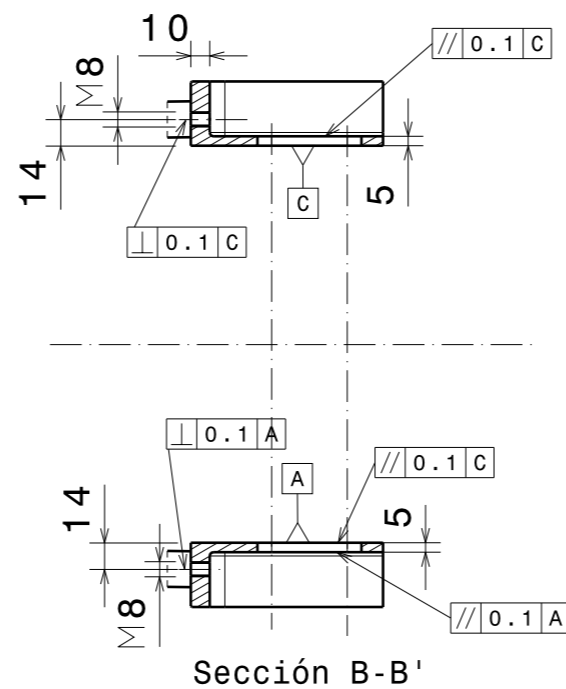
<b>UPNA</b>	I.T.I Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Doblado de tubos del Basculante		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:4	17/01/2013	9



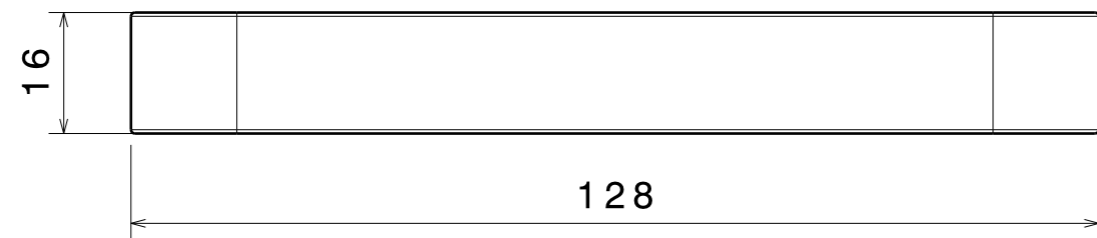
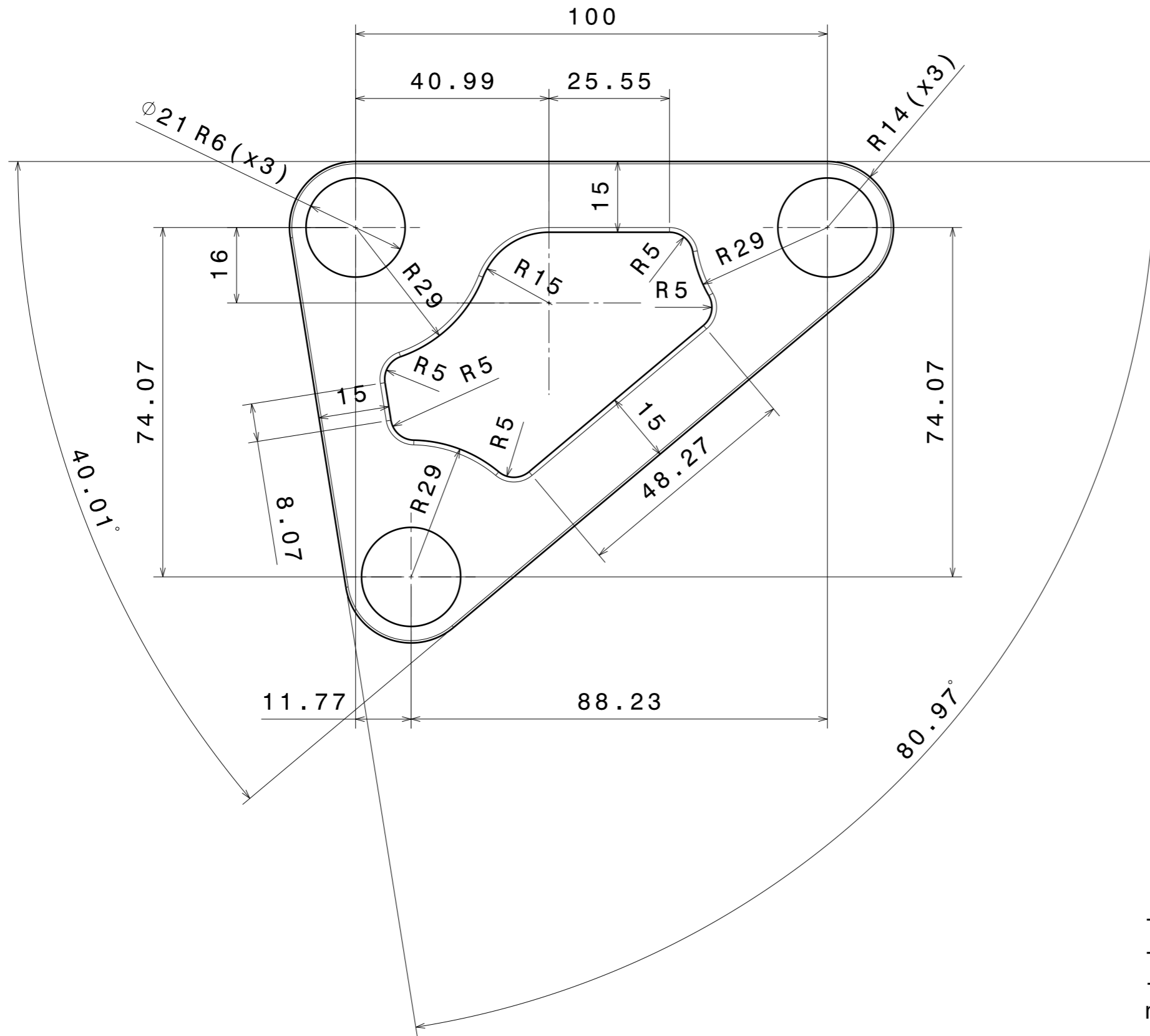
<b>UPNA</b>	I.T.I Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Soldadura Basculante		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:4	17/01/2013	10



Sección A-A'

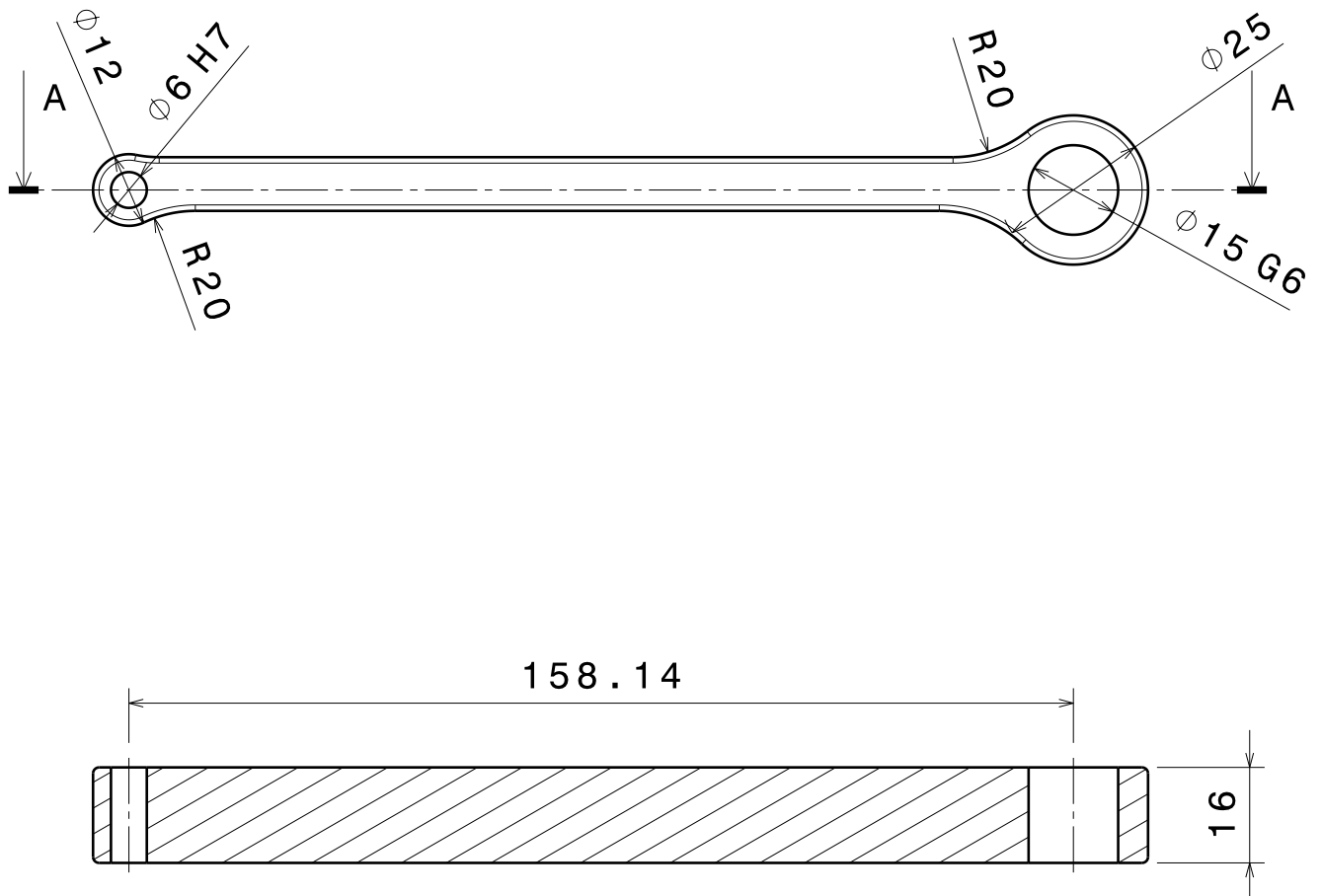


UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Postmecanizado Basculante	Escala	Fecha	Nº Plano	
	1:4	18/01/2013	11	



- Material: Acero
- 1 Unidad
- Matar aristas vivas con herramienta de radio 1 mm

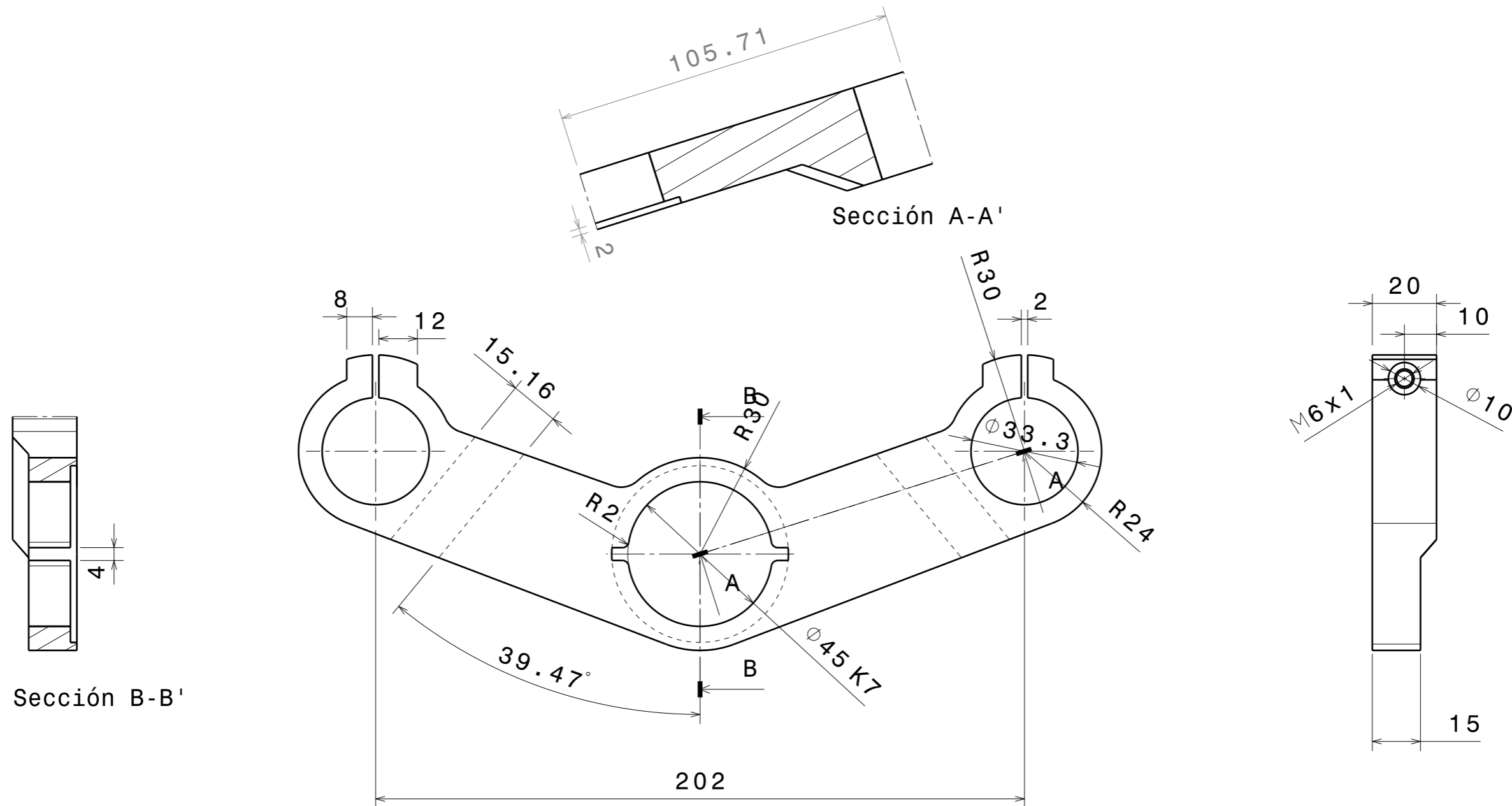
<b>UPNA</b>	I.T.I Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b>	Rocker	Escala	Fecha	Nº Plano
		1:1	19/01/2013	12



- Material: Acero
- 2 Unidades
- Matar aristas vivas con herramienta de radio 1 mm

UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Link		Escala	Fecha	Nº Plano
		4:5	9/01/2013	13

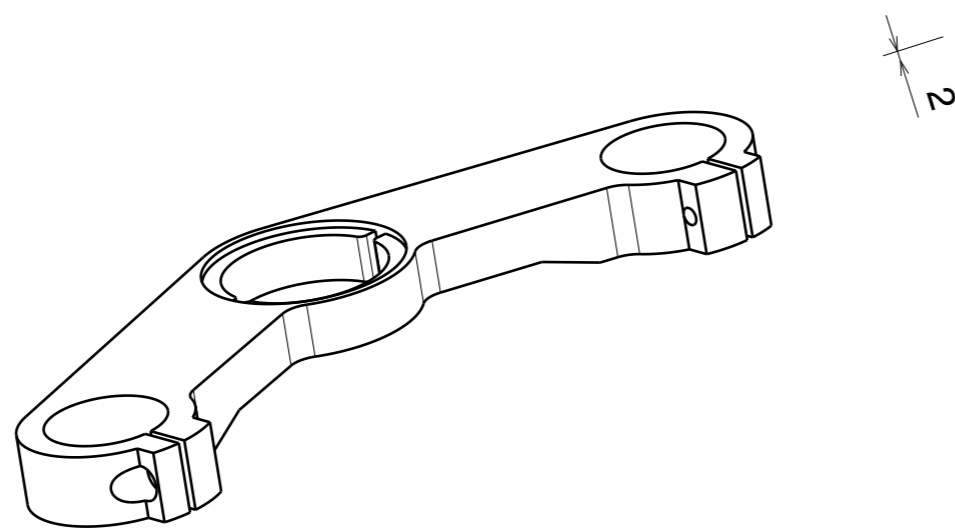




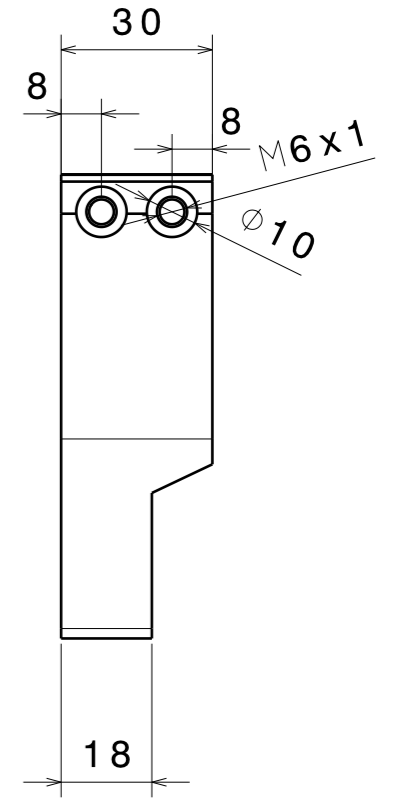
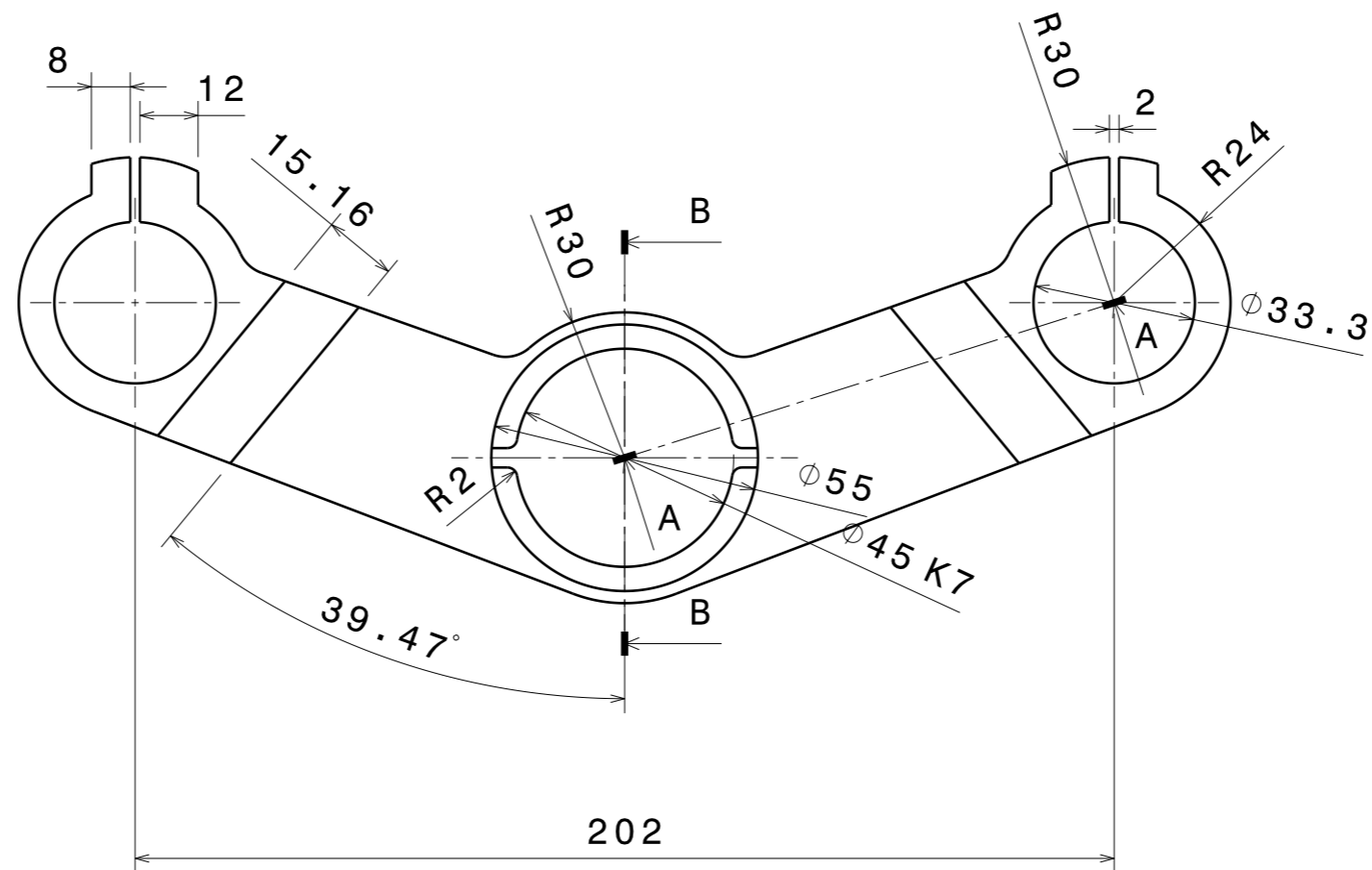
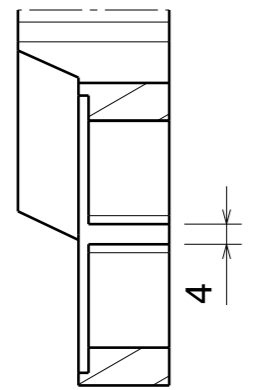
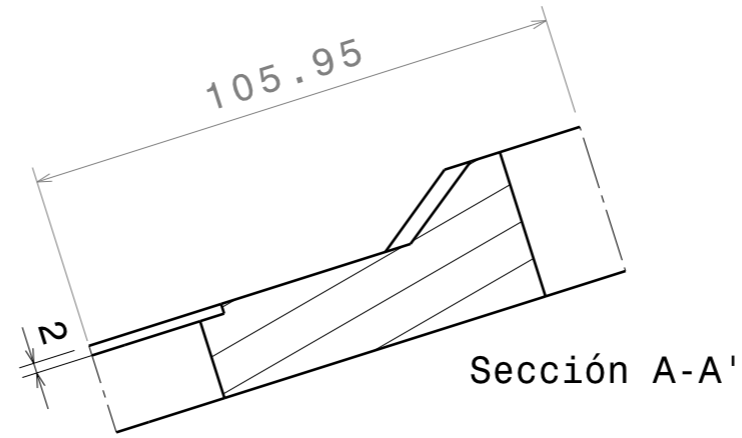
Sección B-B'

Sección A-A'

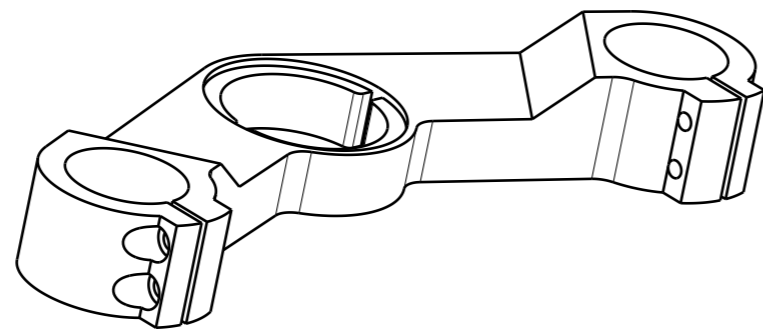
- Material: Aluminio 6082
- Rugosidad superficial interior Ra=0.8



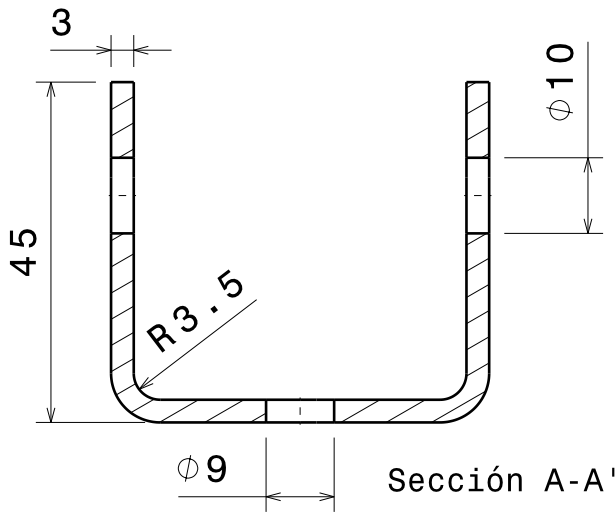
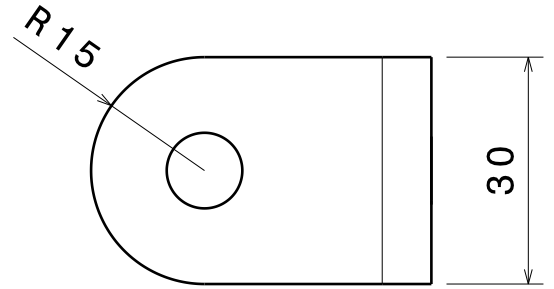
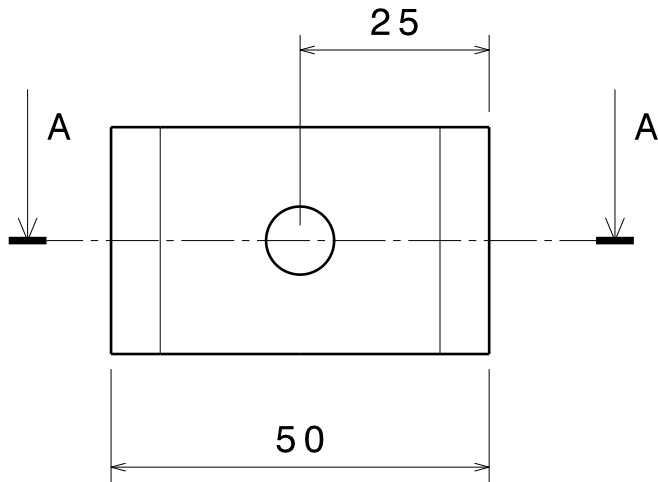
<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Tija superior		Escala	Fecha	Nº Plano
		2:3	19/01/2013	14



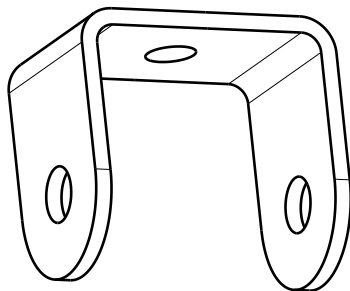
- Material: Aluminio 6082
- Rugosida superficial interior Ra=0.8



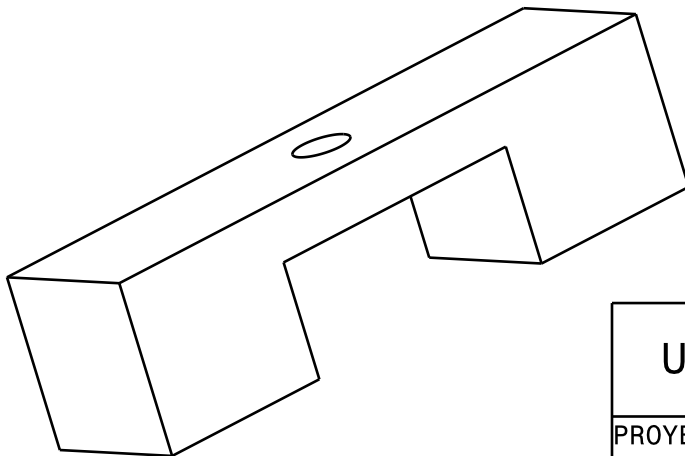
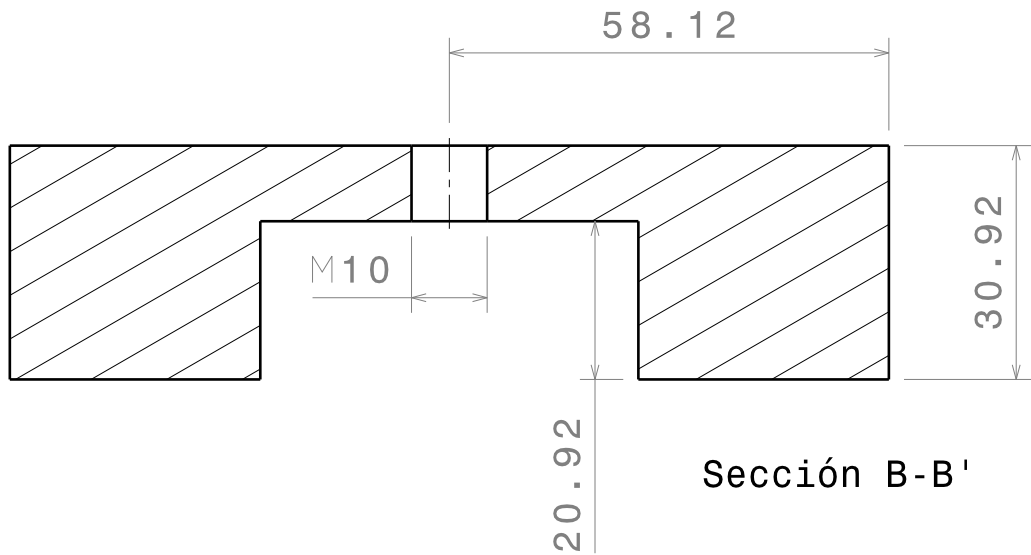
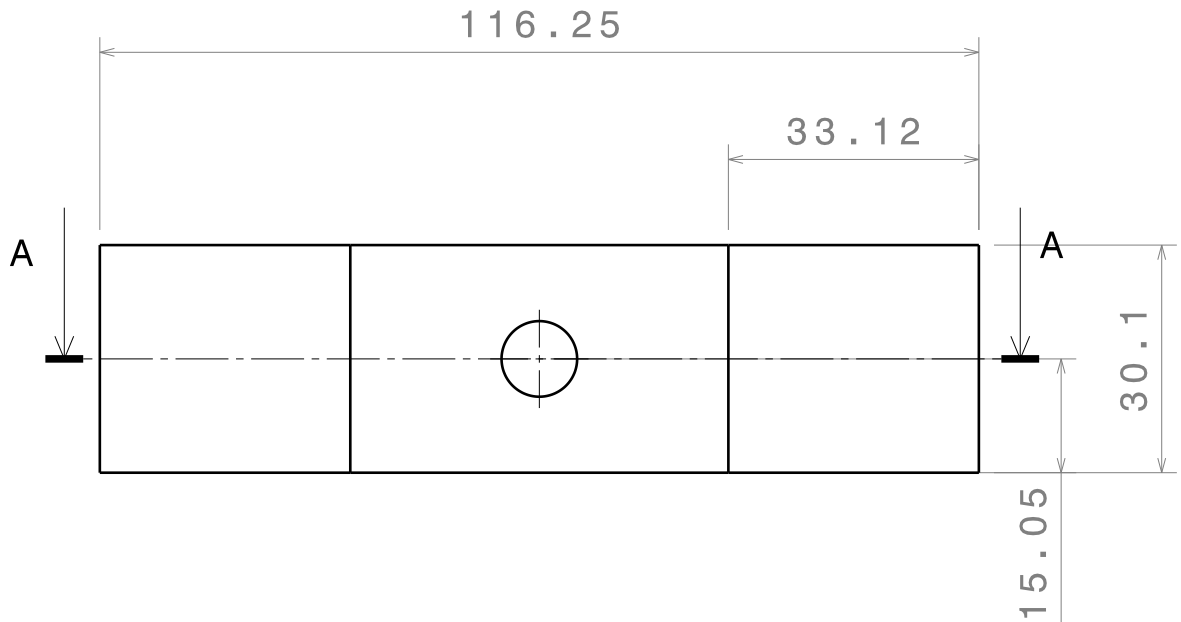
<b>UPNA</b>	I.T.I Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Tija inferior		Escala	Fecha	Nº Plano
		2:3	19/01/2013	15



- Material: acero

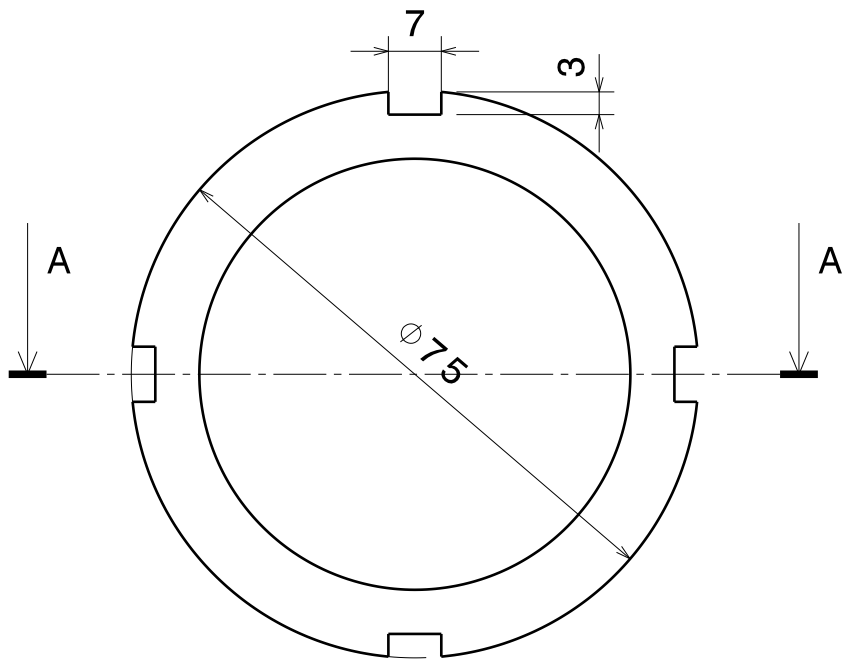


UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO "U" Regulador altura amortiguador		Escala 1:1	Fecha 19/01/2013	Nº Plano 16

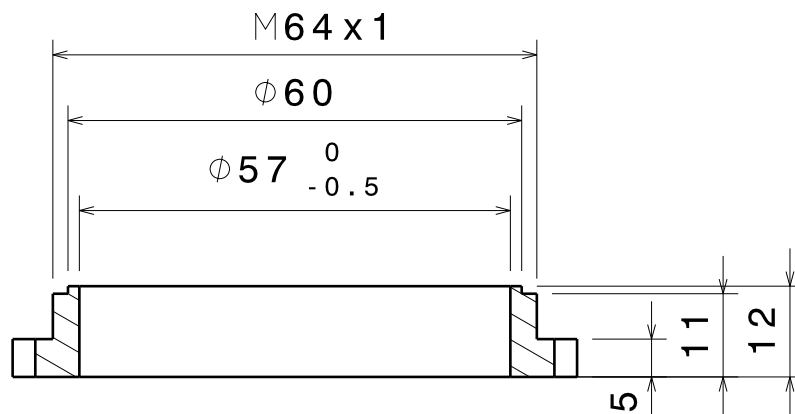


- Material: Acero

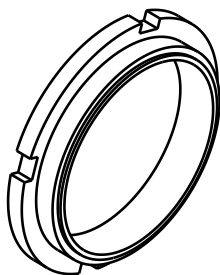
UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Anclaje amortiguador chasis		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:1	19/01/2013	17



Sección A-A'

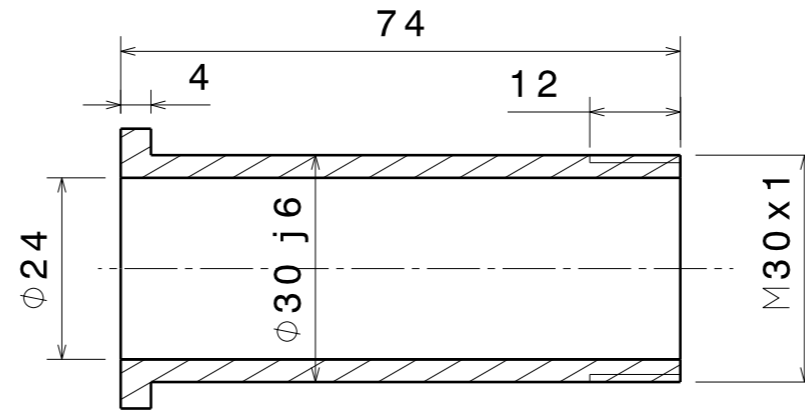
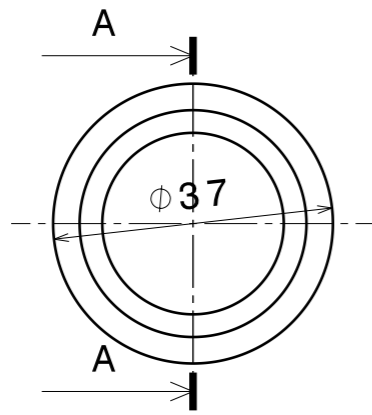


- 2 unidades



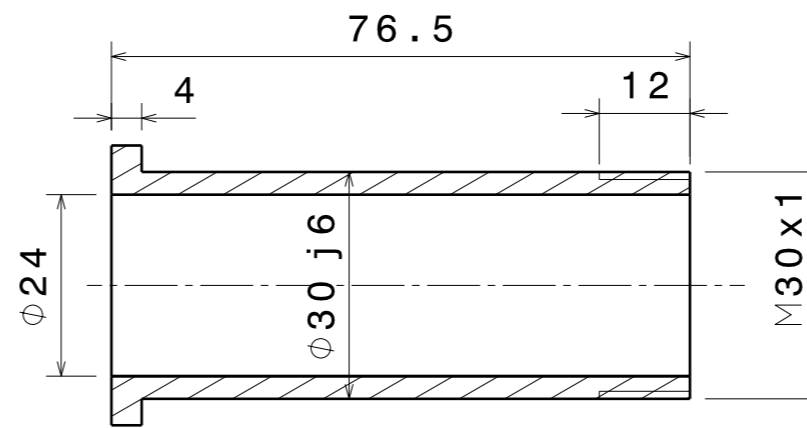
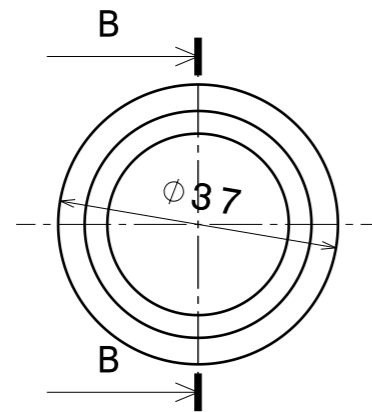
UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Tapa rodamiento dirección		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:1	19/01/2013	18

Semi eje superior



Sección A-A'

Semi eje inferior

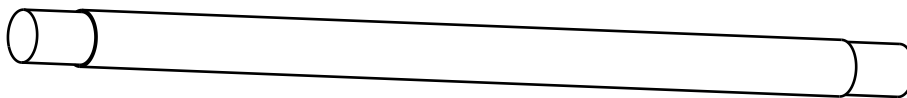
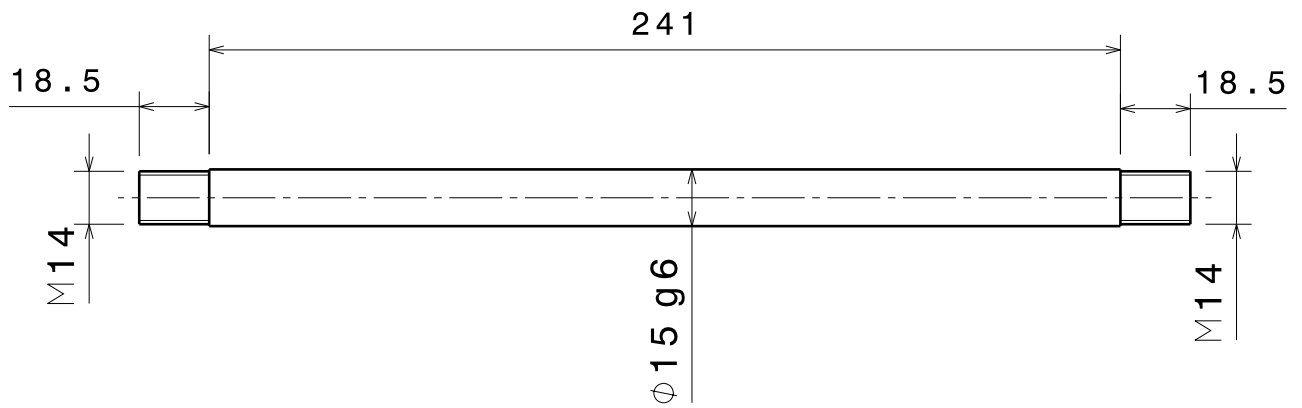


Sección B-B'

- Material : acero F 125

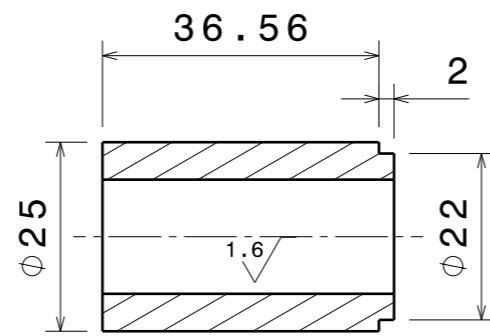
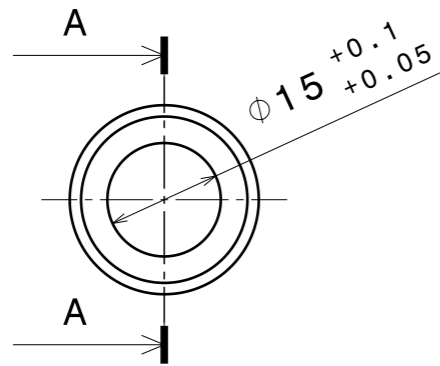
<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Semi ejes de dirección	Escala	Fecha	Nº Plano	
	1:1	22/01/2013	19	



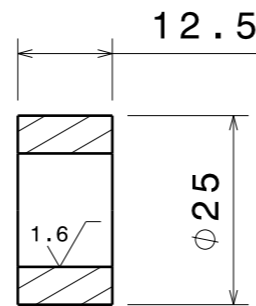
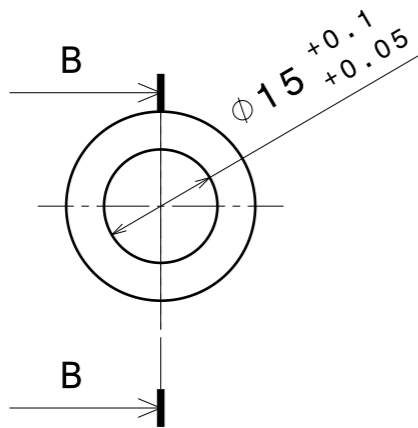
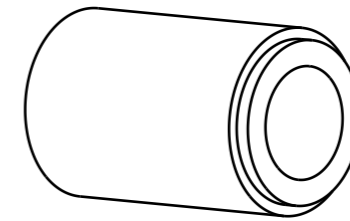


- Material: Acero F-125

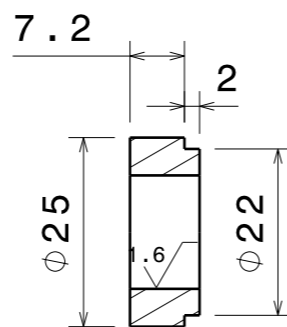
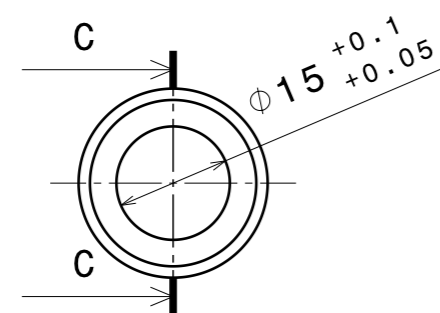
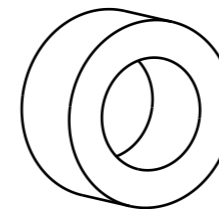
UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Eje rueda delantera	Escala	Fecha	Nº Plano	
	1:2	21/01/2013	20	



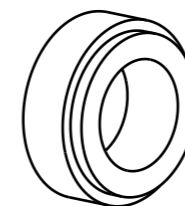
Sección A-A'



Sección B-B'

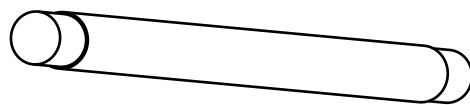
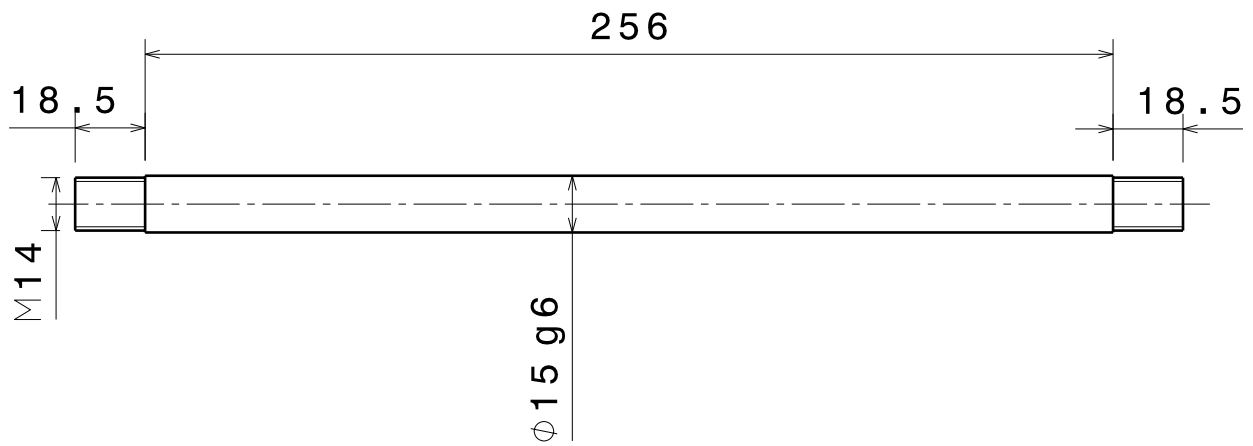


Sección C-C'



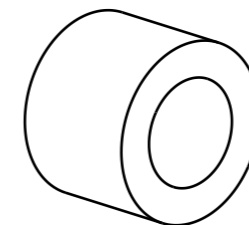
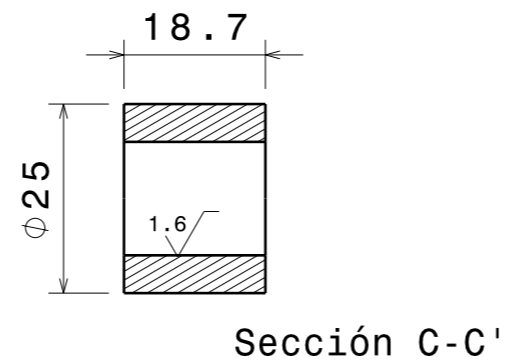
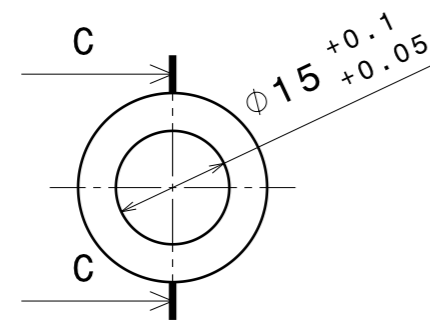
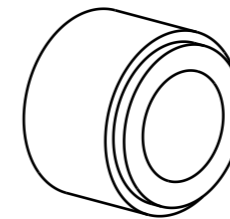
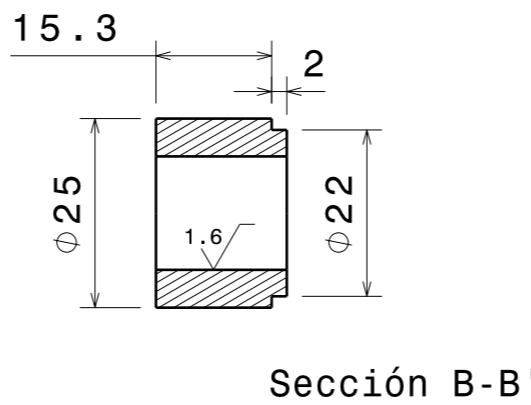
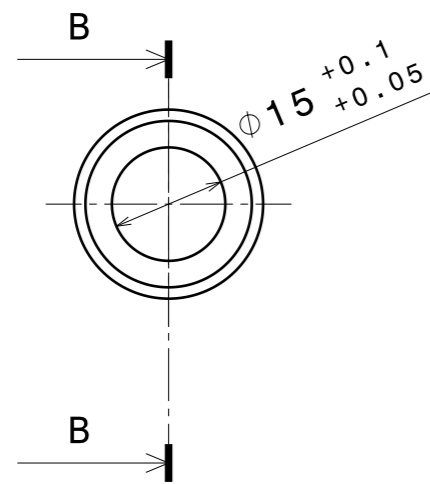
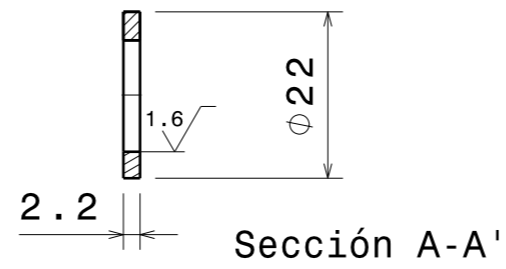
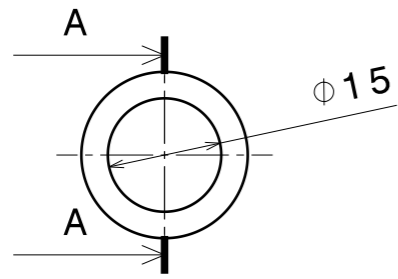
- Material: Acero
- 1 unidad de cada casquillo

<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO <b>MOTOSTUDENT</b>		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Casquillos rueda delantera		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:1	21/01/2013	21



- Material: acero F-125
- 1 unidad

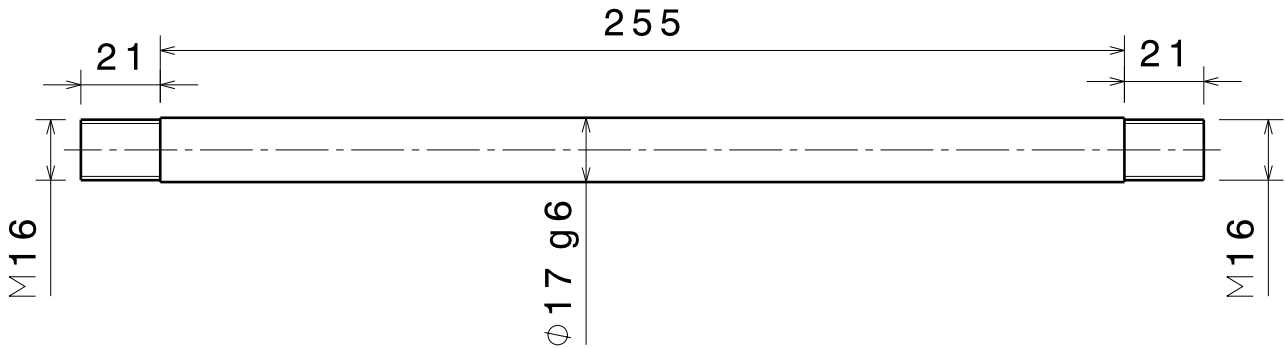
UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Eje rueda trasera		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:2	21/01/2013	22



-Material: Acero  
 - 1 unidad de cada casquillo

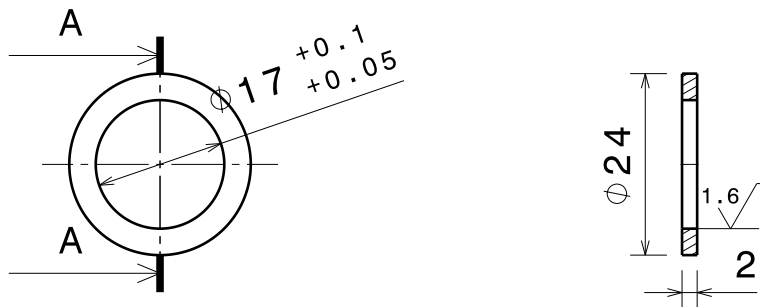
<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO <b>MOTOSTUDENT</b>		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Casquillos rueda trasera		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:2	21/01/2013	23

### Eje del basculante



Escala 1:2

### Casquillo del basculante

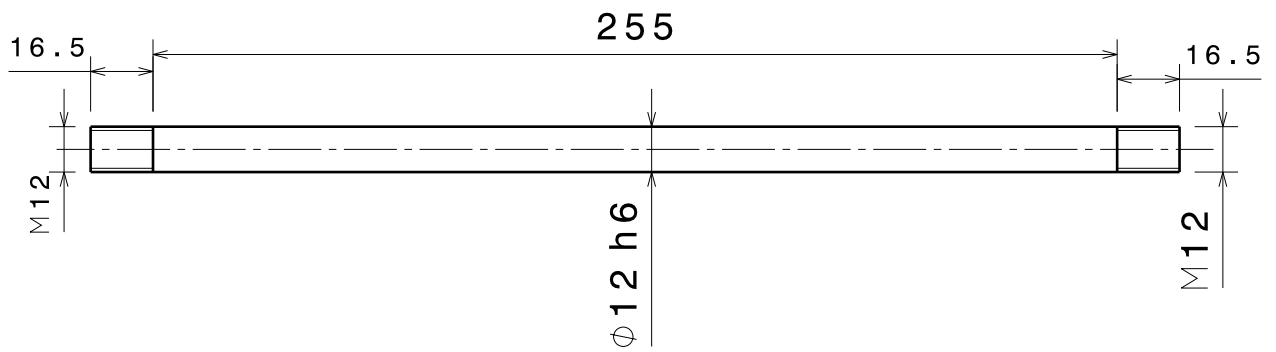


Escala 1:1

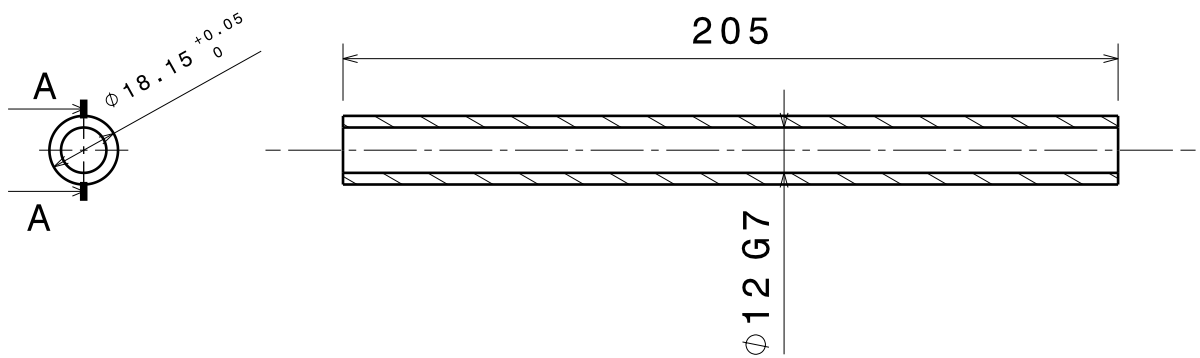
- Material: Acero F125
- 2 unidades del casquillo
- 1 unidad del eje

UPNA	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Eje y casquillo del basculante		Escala 1:2	Fecha 21/01/2013	Nº Plano 24

### Eje del anclaje del motor



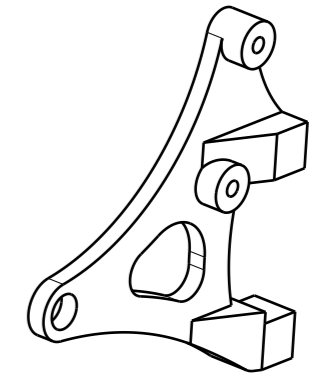
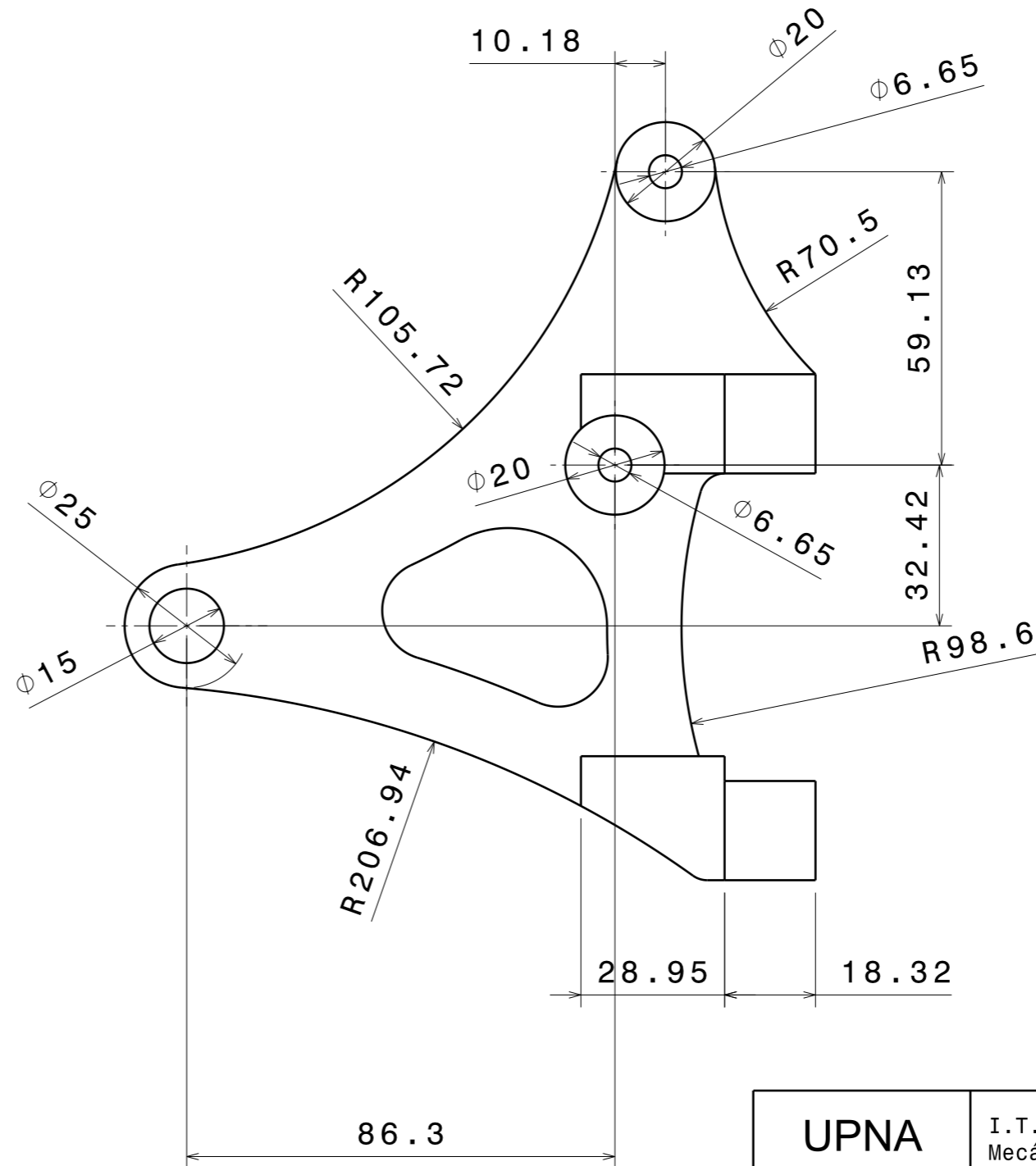
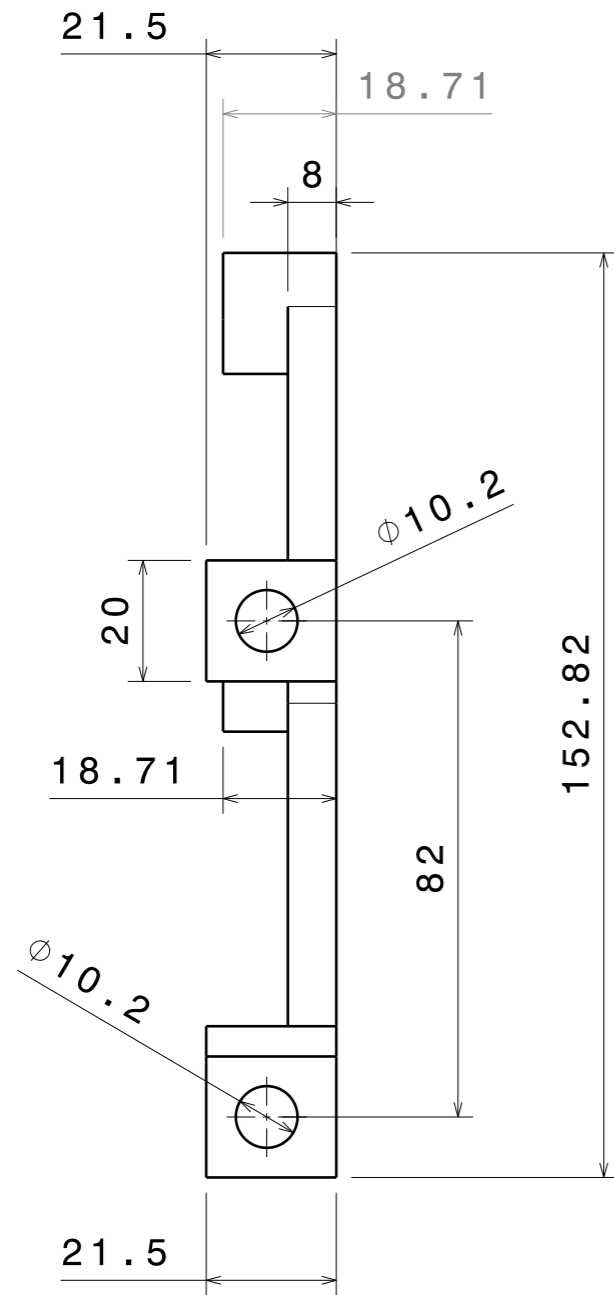
### Casquillo del anclaje del motor



- Material: Acero F-125
- 1 unidad de cada pieza

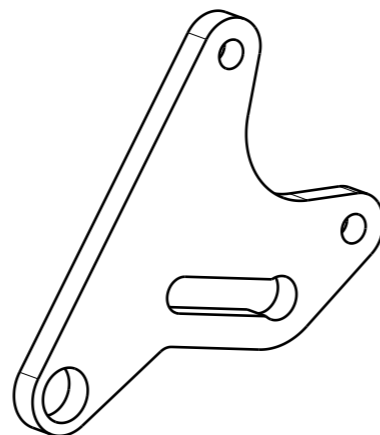
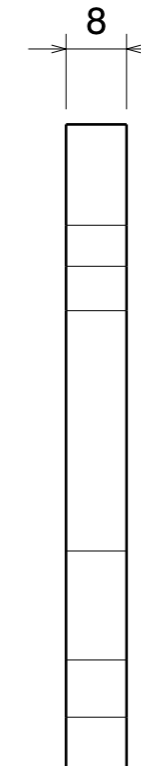
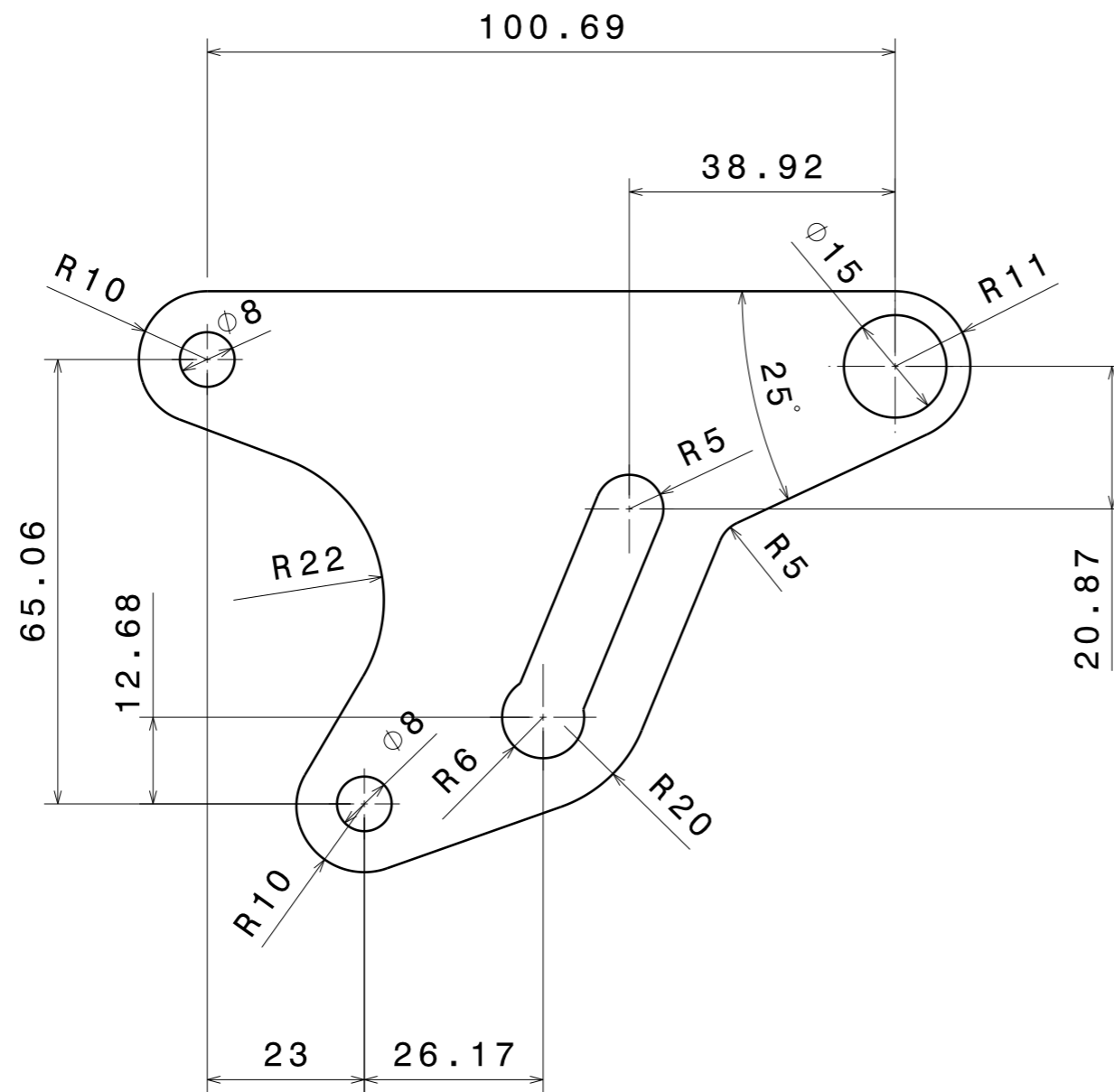
UPNA	I.T.I Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
PROYECTO MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
PLANO Eje y casquillo del anclaje del motor		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:2	21/01/2013	25





- Material: acero  
- 1 unidad

<b>UPNA</b>	I.T.I Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Soporte pinza freno delantero		Escala	Fecha	Nº Plano
		4:5	19/01/2013	26



- Material: acero
- 1 unidad

<b>UPNA</b>	I.T.I. Mecánico	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones		
<b>PROYECTO</b> MOTOSTUDENT		Apellidos, Nombre Sotés Díaz David		
<b>PLANO</b> Soporte pinza de freno trasero		Escala	Fecha	Nº Plano
		1:1	22/01/2013	27