UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Titulación:

Grado en Ingeniería Mecánica

Alumno:

Albert Infante Alvarez

Enunciado TFG:

Reubicación y optimización de 3 secciones industriales

Directora del TFG:

Teresa Pàmies Gómez

Convocatoria de entrega del TFG:

Junio de 2019

Contenido de este volumen:

Memoria

Reubicación y optimización de 3 secciones industriales

ÍNDICE DOCUMENTAL

Índice de ilustraciones 4
Índice de tablas 4

Memoria

***1. Introducción* 5**
1.1. Abstract 6
1.2. Declaración de honor 7
1.3. Objetivo del trabajo 8
1.4. Alcance del trabajo 9
1.5. Justificación del trabajo 10

***2. Desarrollo* 11**
2.1. Antecedentes 12
2.2. Vibrado 14
2.2.1. Elementos necesarios 14
2.2.2. Proceso de fabricación 15
2.2.3. Producto final 19
2.3. Desbastado 20
2.3.1. Elementos necesarios 20
2.3.2. Proceso de fabricación 21
2.3.3. Producto final 22
2.4. Pintura 24
2.4.1. Elementos necesarios 24
2.4.2. Proceso de fabricación 25
2.4.3. Producto final 27
2.5. Distribución 28
2.6. Instalación eléctrica 32
2.7. Gestión de residuos 33
2.7.1. Vibrado 33
2.7.2. Desbastado 35
2.7.3. Pintura 35
2.8. Mantenimiento 37
2.8.1. Vibrado 37
2.8.2. Desbastado 39
2.8.3. Pintura 41

***3. Resultados* 43**
3.1. Plan de ejecución 44
3.2. Conclusiones 45

***4.* Bibliografía 46**

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tren de baño de la sección Tratamiento de Cadenas 12
Ilustración 2. Acabado Envejecido 13
Ilustración 3. Máquina de la sección de Acuñado 13
Ilustración 4. Ejemplo de piezas de la sección de Acuñado 13
Ilustración 5. Ejemplo de productos de la sección de Vibrado 14
Ilustración 6. Máquina nº 1577 16
Ilustración 7. Pantalla de trabajo de la máquina nº 1577 17
Ilustración 8. Máquina nº 1655 17
Ilustración 9. Máquina nº 5095 18
Ilustración 10. Diagrama de flujo de proceso (Vibrado) 18
Ilustración 11. Máquina Desbastado 21
Ilustración 12. Diagrama de flujo de proceso (Desbastado) 22
Ilustración 13. Esquema de las dimensiones de un cuerpo 23
Ilustración 14. Ejemplo de la realización del color 290 25
Ilustración 15. Máquina de pintura 26
Ilustración 16. Diagrama de flujo de proceso (Pintura) 27
Ilustración 17. Ejemplo de deslizador tras el proceso de Pintura 27
Ilustración 18. Símbolo de atmósfera explosiva 30
Ilustración 19. Equipo de captación y filtrado de polvo Dustmaster 31
Ilustración 20. Brazo articulado tipo IBE-200160-SS Atex 31
Ilustración 21. Esquema de una canalización eléctrica de tipo Blindosbarra ... 32
Ilustración 22. Residuos generados por la máquina 1655 33
Ilustración 23. Residuos generados por la máquina 1577 34
Ilustración 24. Ejemplo de máquina destiladora de disolvente 35
Ilustración 25. Interior del bombo de pintura 36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos necesarios (Vibrado) 15
Tabla 2. Elementos necesarios (Desbastado) 20
Tabla 3. Número de máquina-Cuerpo capaz de desbastar 22
Tabla 4. Galgas pasa-no pasa 23
Tabla 5. Elementos necesarios (Pintura) 25
Tabla 6. Plan de ejecución 44

INTRODUCCIÓN

1.1. Abstract

En este proyecto se plantea la reubicación de tres secciones industriales –vibrado, desbastado y pintura- de la empresa *Rubí Industria de Cremalleras*.

Hay dos motivos principales por los cuáles se desea realizar este proyecto:

- Optimización del espacio disponible en la empresa.
- Reducción del personal necesario en las secciones de vibrado y desbastado.

Para cumplir con dichos objetivos se realizará primero un estudio del proceso de fabricación de cada una de las secciones, para seguir con unas propuestas de distribución de las cuáles se escogerá la que se consideré más oportuna para una correcto proceso y, una vez elegida la distribución final, se planteará la instalación eléctrica necesaria, la gestión de residuos correcta cumpliendo la normativa vigente, las acciones de mantenimiento necesarias para dichas secciones y finalmente el presupuesto y el plan de ejecución del proyecto.

In this project is planned the relocation of three industrial sections - vibration, roughing and painting - of the *Rubí Industria de Cremalleras* company.

There are two main reasons why we want to make this project:

- Optimization of the space available in the company.
- Reduction of the necessary personnel in the vibration and roughing sections.

In order to achieve these objectives, a study of the manufacturing process of each of the sections will be carried out first, in order to continue with some distribution proposals, from which the one that was considered most opportune for a correct process will be chosen and, once the distribution has been chosen final, the necessary electrical installation will be considered, the correct waste management complying with the current regulations, the necessary maintenance actions for said sections and finally the budget and the project execution plan.

1.3. Objetivo del trabajo

El objetivo de este trabajo es la reubicación de tres secciones industriales –vibrado, desbastado y pintura– en la empresa *Rubí Industria de Cremalleras*, una empresa fundada en el año 1926 y dedicada a la fabricación de cremalleras para todos los sectores de la moda.

Para llevar a cabo correctamente el proyecto se tendrán que tener en cuenta los siguientes factores:

- Estudio del proceso de fabricación de cada una de las secciones.
- Correcta distribución de toda la maquinaria y elementos necesarios para un adecuado flujo de trabajo.
- Nueva instalación eléctrica.
- Correcta gestión de residuos.
- Cumplimiento de la normativa requerida en cada caso.
- Mínimo presupuesto posible.
- Mínimo tiempo de ejecución del proyecto.

1.4. Alcance del trabajo

Con la realización de éste trabajo se esperan llevar a cabo las siguientes operaciones:

- Estudio de las condiciones previas.
- Explicación del proceso de las tres secciones industriales.
- Planos de distribución.
- Planos de instalación eléctrica.
- Gestión de residuos.
- Mantenimiento.
- Posible normativa requerida y aplicación.
- Presupuesto.

Además, en la realización de este proyecto no entran los siguientes factores:

- Estudio de los residuos no generados durante el proceso de producción.
- No se realizarán cálculos de la instalación eléctrica, sólo se definirán los parámetros a utilizar.
- Instalación eléctrica de iluminación.
- Instalación neumática.

1.5. Justificación del trabajo

Las razones principales por las cuales se decide hacer este proyecto son la optimización del espacio y la reducción del personal necesario.

Tras quedar un espacio inutilizado de aproximadamente 200 m^2 (*ver plano Ps-001)* en una de las zonas de la empresa, se decide reubicar tres secciones –vibrado, desbastado y pintura– a ese espacio para así poder seguir utilizándolo para el proceso productivo y reutilizar el espacio ocupado anteriormente por las secciones reubicadas para almacenaje u otros fines.

También cabe destacar que, de las tres secciones que se decidirán reubicar, los procesos de vibrado y desbastado son procesos lentos en los cuáles no se necesita forzosamente un trabajador dedicado únicamente a ello durante toda la jornada laboral y por ello, tras una correcta formación, un único operario será el encargado de ocuparse de las dos secciones.

DESARROLLO

2.1. Antecedentes

Antes de tomar la decisión de realizar el proyecto de la reubicación de las secciones de vibrado, desbastado y pintura, éstas estaban ubicadas totalmente separadas en la empresa. La sección de vibrado estaba ubicada en la planta 0 y las secciones de desbastado y pintura en la planta 1.

Como ya se ha dicho anteriormente, se buscaba reducir el personal en las secciones de vibrado y desbastado ya que una misma persona podría ser capaz de encargarse de ambas y además, utilizar el espacio ocupado por las secciones de desbastado y pintura para almacenaje u otros fines. Para conseguir estos dos objetivos se necesitaba reubicar las tres secciones y para ello se disponía de un espacio de aproximadamente 200 m^2 en la planta -1 de la empresa en el cuál estaban ubicadas dos secciones –tratamiento de cadenas y acuñado– que iban a desaparecer (*ver plano Pd-001*).

En la sección de Tratamiento de cadenas se realizaba mediante unos trenes de baño, los diferentes acabados posibles – envejecido, envejecido claro, latón blanco, latón negro y cobre envejecido – de los dientes de cremalleras de metal pero tras la creación en el año 2016 de la sección *Glow* y la compra, a su vez, de máquinas en las que se han conseguido obtener los mismos acabados, la sección de Tratamiento de cadenas ha desaparecido.

Ilustración 1. Tren de baño de la sección Tratamiento de Cadenas

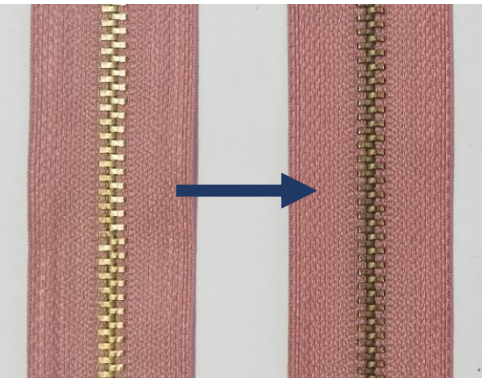

Ilustración 2. Acabado Envejecido

La sección de Acuñado consiste en la obtención de diferentes piezas mediante una prensa hidráulica y un troquel con el cual conseguiremos la forma deseada. Las piezas que se pueden obtener a partir de este proceso son: terminal superior canaleta, medallones 6NY, corchetes, seguros y coberturas pero dada la baja demanda productiva de estas piezas y los bajos precios de compra de proveedores externos, se decide eliminar ésta sección.

Ilustración 3. Máquina de la sección de Acuñado

Ilustración 4. Ejemplo de piezas de la sección de Acuñado

2.2. Vibrado

En esta sección se realiza una mejora superficial de las piezas deseadas mediante unos bombos vibradores.

Esta operación es válida para productos formados por Zamak (aleación de zinc, aluminio, magnesio y cobre) o Latón (aleación de cobre y zinc). Los productos que pueden ser vibrados son los siguientes: cuerpos, medallones, terminales superiores, terminales inferiores, dientes, cajas y tubos.

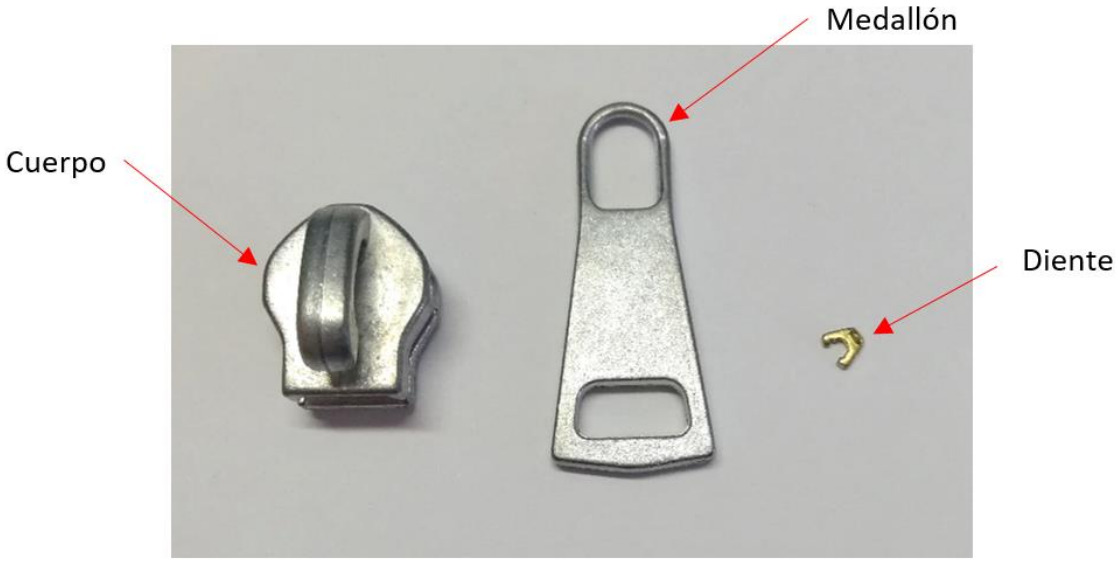

Ilustración 5. Ejemplo de productos de la sección de Vibrado

2.2.1. *Elementos necesarios*

Para poder completar un correcto proceso de fabricación necesitaremos los siguientes elementos, los cuales estarán mencionados en la siguiente tabla en el orden en el cuál se van necesitando durante el proceso de vibrado:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
Zona de recepción	Zona donde se almacenarán todas las cajas que se deban vibrar.	1,00 x 0,50 m
Máquina nº 1577	Máquina centrifuga de plato con tres contenedores de trabajo.	1,90 x 1,30 m
Máquina nº 1655	Máquina centrífuga de plato con un contenedor de trabajo.	1,35 x 1,30 m

Cuadro de mandos	Permite controlar el proceso de la máquina nº 1655.	0,60 x 0,25 m
Máquina nº 5095	Secadora centrifugadora.	1,20 x 1,30 m
Criba	Elemento para separar los cuerpos de desbaste[1] de las piezas tras el proceso de secado.	1,30 x 0,70 m
Zona de verificación	Zona donde se colocarán las cajas ya vibradas para que control de calidad realice las verificaciones necesarias	1,50 x 0,50 m
Mesa	Se colocarán las piezas para enfriar tras el proceso de secador.	0,80 x 0,40 m
Estantería (x2)	Se colocarán elementos necesarios como los recipientes de jabón o los cuerpos de desbaste	1,35 x 0,40 m
Mesa de trabajo	Servirá de apoyo al operario para realizar diferentes operaciones	0,80 x 0,70 m
Zona de residuos	Habrá situado un bidón donde se reciclaran los residuos de la sección	0,50 x 0,50 m
Zona de salida	Zona donde control de calidad, tras verificar el acabado y solo en caso de que sea correcto, colocará las cajas para seguir con el proceso	1,50 x 0,50 m

Tabla 1. Elementos necesarios (Vibrado)

2.2.2. *Proceso de fabricación*

El proceso de fabricación dependerá de si el producto a vibrar está formado por Zamak o Latón y se dispondrá de tres máquinas para realizar el proceso.

Las piezas de Zamak podrán ser realizadas en la máquina nº 1577 o nº 1655 (únicamente cuerpos) y finalmente en la máquina nº 5095, en cambio, las piezas

[1] Elementos abrasivos de pequeño tamaño (6-15 mm de altura) los cuales al friccionar con las piezas a vibrar proporcionan el acabado deseado.

de Latón únicamente podrán ser realizadas en la máquina nº 1577 y seguidamente en la máquina nº 5095.

La máquina nº 1577 es una máquina centrífuga de plato con tres contenedores de trabajo en la cual se podrá realizar cualquiera de los dos tipos de producto pero nunca mezclando ambos en un mismo contenedor de trabajo, ya que para cada uno de ellos se aplican aditivos distintos:

- Zamak: Compuesto jabonoso SC3 y cuerpos de desbaste de plástico o porcelana.
- Latón: Compuesto jabonoso SC4, sin cuerpos de desbaste y, en caso de que se indique, aditivos como el compuesto jabonoso FC430 o FC120.

Ilustración 6. Máquina nº 1577

Además, dispone de una pantalla en la cual se podrá controlar el tipo de programa deseado –lavado, aclarado, pulido, entre otros–, el porcentaje de jabón añadido, el tiempo del proceso y el caudal de agua aportado. Cabe destacar que dichos programas son, la mayoría, de larga duración (algunos pueden tener una duración de cinco horas).

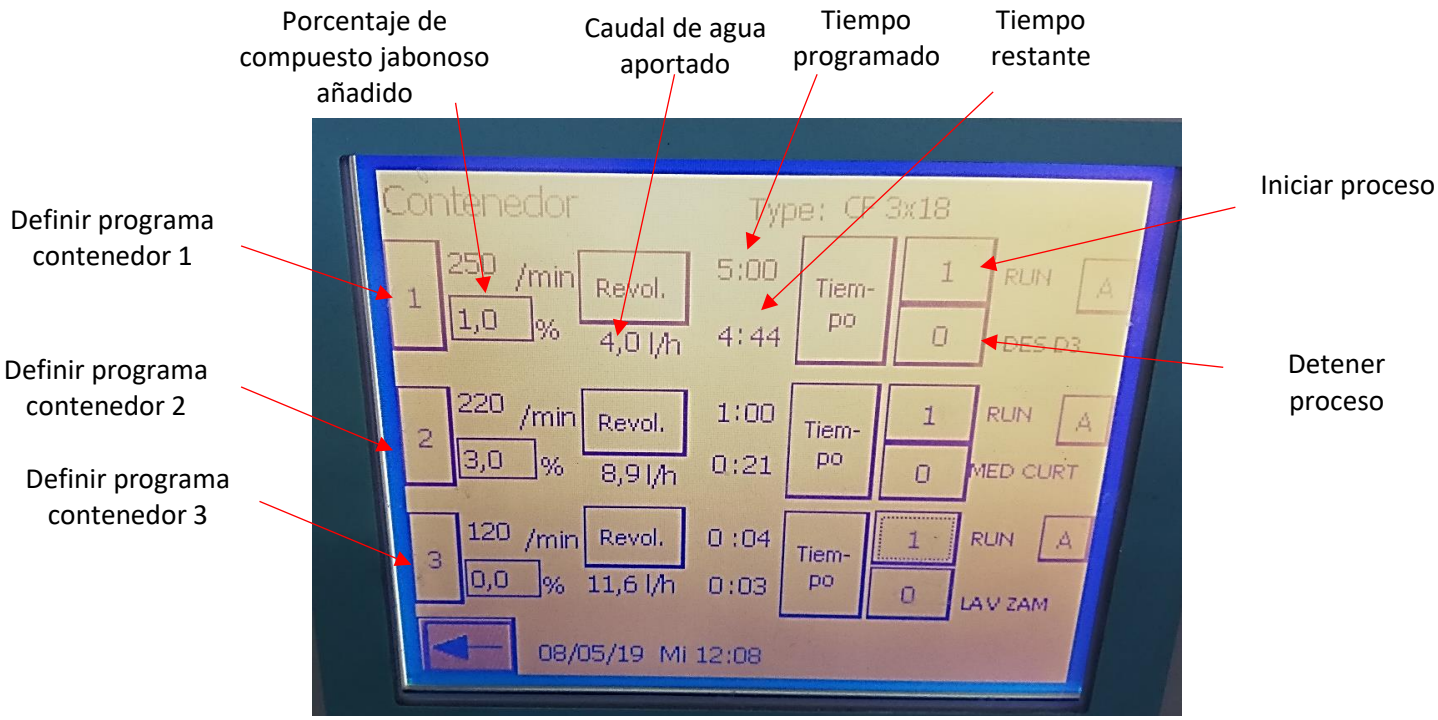

Ilustración 7. Pantalla de trabajo de la máquina nº 1577

Otra máquina utilizada durante el proceso es una con un único contenedor de trabajo *(nº 1655)* en la cual únicamente se podrán vibrar cuerpos de Zamak. En dicho proceso se utilizará exclusivamente el compuesto jabonoso F230 y agua.

Dicha máquina, a diferencia de la anterior, dispondrá de un cuadro de mandos desde donde se controlará el proceso, el cual también será de larga duración (3-4 horas).

Ilustración 8. Máquina nº 1655

Finalmente, se requiere de una secadora centrifugadora *(nº 5095)* en la cual, tras realizar el proceso de vibrado, se introducen los componentes para secarlos

durante aproximadamente una hora y una vez finalizado el proceso de secado, se dejan los componentes enfriando. Posteriormente, en caso de haber utilizado cuerpos de desbaste, se introduce todo en una criba para separar las piezas de dichos cuerpos.

Ilustración 9. Máquina nº 5095

La duración total del proceso de vibrado puede alcanzar, en algunos casos, las 6 horas, en las cuáles el operario deberá únicamente introducir los parámetros necesarios al inicio de dicho proceso y esperar el resto del tiempo. Es por ello que se buscará una distribución óptima para que un mismo operario sea el encargado de las secciones de vibrado y desbastado.

Tras acabar todo el proceso, se verificará por parte de control de calidad que la mejora superficial de las piezas es correcta. En caso de ser así, se almacenarán para ser utilizados posteriormente. En caso de ser incorrecto, se volverá a realizar el proceso con un programa de vibrado de menor tiempo.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de vibrado.

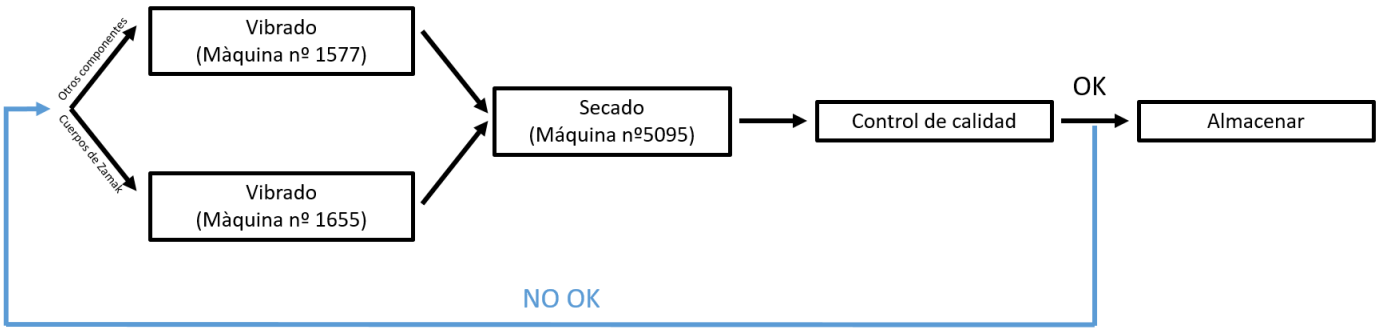

Ilustración 10. Diagrama de flujo de proceso (Vibrado)

2.2.3. Producto final

Tras finalizar el proceso de vibrado y dependiendo de la tipología de las piezas se debe observar en el acabado final:

Piezas de Latón

- Aspecto brillante.
- Los cantos tienen que estar redondeados y se deben percibir visualmente y al tacto.
- Superficies totalmente lisas y sin porosidades.

Piezas de Zamak

- Los cantos tienen que estar redondeados y se deben percibir visualmente y al tacto.
- Superficies totalmente lisas y sin porosidades.
- En caso de utilizar cuerpos de desbaste de porcelana, se debe apreciar un aspecto brillante.

2.3. Desbastado

En esta sección se realiza la eliminación de defectos interiores de los cuerpos que puedan ocasionar problemas en su correcto funcionamiento.

Se dispondrá de 10 máquinas para realizar este proceso y los diferentes tipos de cuerpos que están sujetos al procedimiento de desbastado son:

- 3ME PUENTE
- 3ME CM
- 3RS CM
- 5ME PUENTE
- 5ME CM
- 5RS CM
- 5RS PUENTE
- 3INJ CM
- 5INJ CM
- 9INJ CM
- 8ME CM
- 2NY PUENTE
- 7NY CM
- 7NY PUENTE
- 7NY "R" CM

2.3.1. Elementos necesarios

Para poder completar un correcto proceso de fabricación necesitaremos los siguientes elementos, los cuales estarán mencionados en la siguiente tabla en el orden en el cuál se van necesitando durante el proceso de desbastado:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
Zona de recepción (x10)	Zona donde se colocaran los cuerpos que se deban desbastar. Cada máquina tendrá su propia zona de recepción del trabajo.	0,50 x 0,50 m
Máquina de desbastado (x10)	Se realizara el proceso de desbastado.	0,90 x 0,50 m
Mesa de trabajo	Servirá de apoyo al operario para realizar diferentes operaciones.	1,00 x 0,60 m
Zona de residuos	Habrá situado un bidón para reciclar los residuos surgidos durante el proceso.	0,50 x 0,50

Tabla 2. Elementos necesarios (Desbastado)

2.3.2. Proceso de fabricación

Para realizar este proceso se requiere de 10 máquinas donde los cuerpos, mediante un *bowl feeder*[2] y una guía, son empujados hacía una cuchilla –específica para cada tipo de cuerpo–. Esta cuchilla estará acoplada a un cilindro hidráulico que mediante un movimiento ascendente y descendente eliminará los defectos interiores de los cuerpos.

Tras realizar el proceso, se almacenarán los cuerpos en cajas de aproximadamente 2500 unidades y se tamizarán[3] para acabar de eliminar los restos de material.

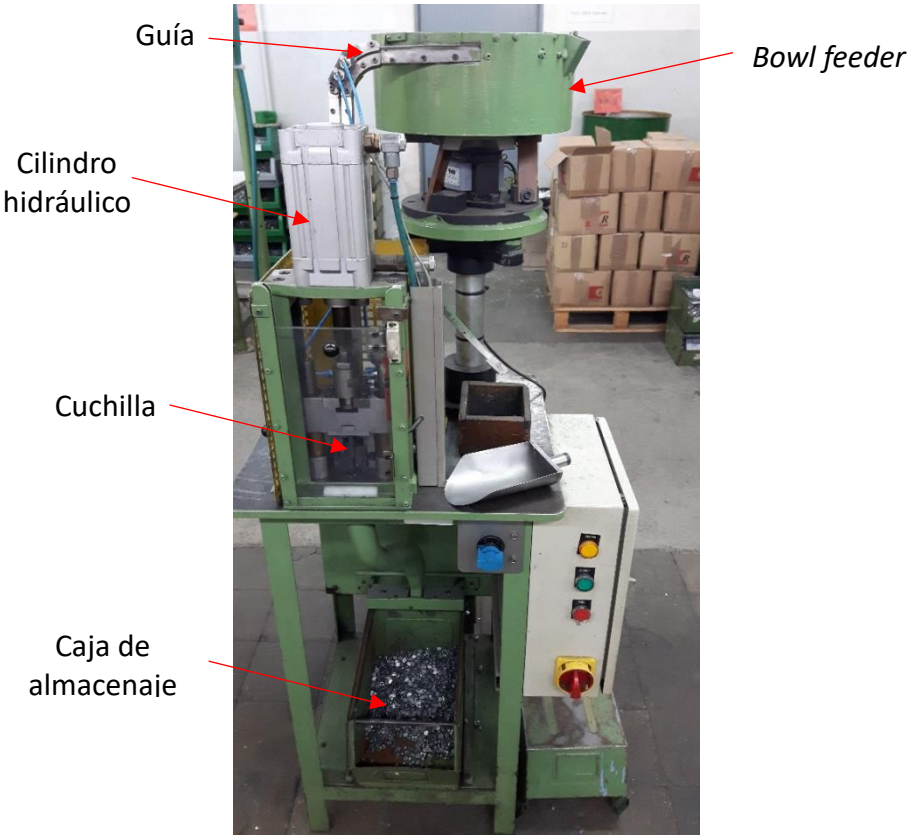

Ilustración 11. Máquina Desbastado

Este proceso tendrá una duración de aproximadamente 3 horas por cada caja de 5000 unidades, en las cuáles el operario únicamente deberá vigilar que el proceso se desarrolla de manera correcta y realizar las comprobaciones pertinentes.

[2] Bombo vibratorio con la finalidad de alimentar el proceso productivo de piezas individuales.
[3] Proceso de separación de piezas de pequeño y gran grosor.

No todas las máquinas pueden realizar el proceso de desbastado de todos los cuerpos existentes debido a que la estructura de la guía de cada máquina es diferente y sólo aceptará cuerpos de dimensiones similares.

NÚMERO DE MÁQUINA	CUERPOS CAPAZ DE DESBASTAR
0349	8ME CM , 9INJ CM
0351	5INJ CM
0352	3ME PUENTE
0353	5ME PUENTE , 5RS PUENTE , 7NY PUENTE
0355	2NY PUENTE
1022	3ME CM , 3INJ CM
1023	7NY "R" CM , 7NY CM
1354	5ME CM , 5RS CM
1355	5ME CM , 5RS CM
1356	3ME CM , 3RS CM

Tabla 3. Número de máquina-Cuerpo capaz de desbastar

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de desbastado.

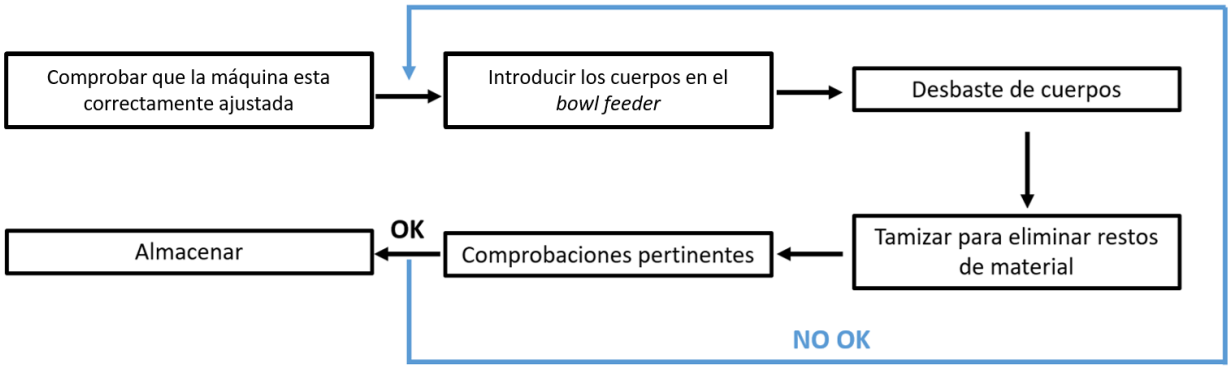

Ilustración 12. Diagrama de flujo de proceso (Desbastado)

2.3.3. Producto final

Tras realizar el proceso de desbastado se deberá comprobar, cogiendo un muestreo de 20 unidades por cada caja de 2500, que:

- Utilizando una lupa con luz, no se aprecian imperfecciones en el interior de los cuerpos.
- Las dimensiones son correctas. Para ello se utilizarán galgas pasa-no pasa.

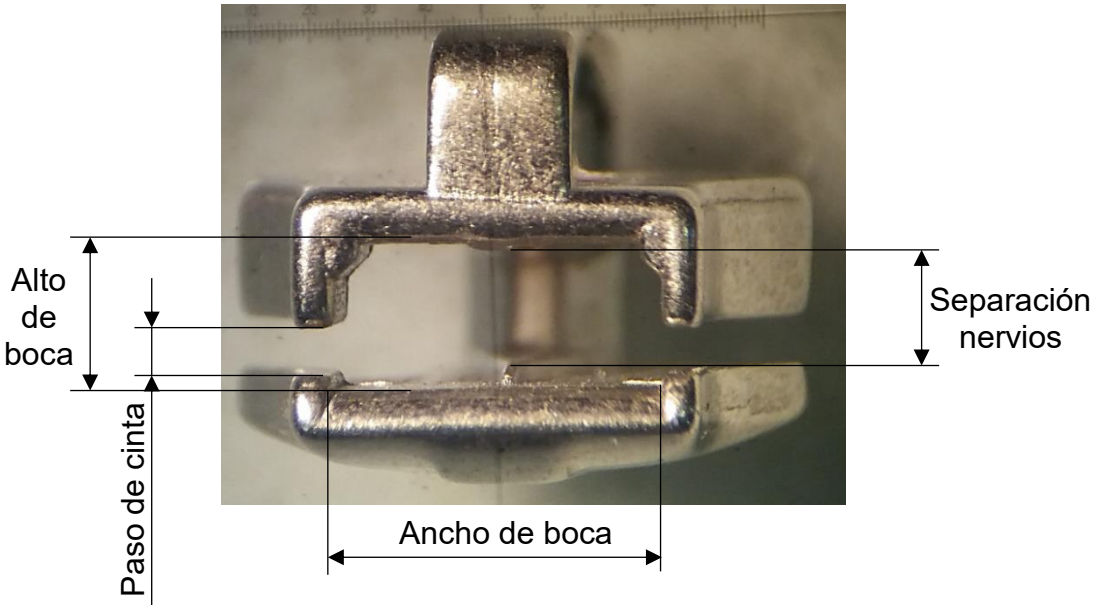

Ilustración 13. Esquema de las dimensiones de un cuerpo

	ALTO DE BOCA [mm] (Pasa-No pasa)	ANCHO DE BOCA [mm] (Pasa-No pasa)	PASO DE CINTA [mm] (Pasa-No pasa)	SEPARACIÓN NERVIOS [mm] (Pasa-No pasa)
3ME PUENTE	2,20 - 2,30	4,38 – 4,48	0,84 – 0,94	No tiene nervios
3ME CM	2,20 – 2,30	4,52 – 4,62	0,84 – 0,94	No tiene nervios
3RS CM	2,24 – 2,30	4,42 – 4,45	0,82 – 0,87	No tiene nervios
5ME PUENTE	2,70 – 2,80	6,07 – 6,12	1,04 – 1,14	No tiene nervios
5ME CM	2,75 – 2,80	6,07 – 6,12	1,09 – 1,14	No tiene nervios
5RS CM	2,71 – 2,80	6,03 – 6,12	0,93 – 1,02	No tiene nervios
5RS PUENTE	2,71 – 2,80	6,03 – 6,12	0,93 – 1,02	No tiene nervios
3INJ CM	2,45 – 2,50	4,43 – 4,48	0,73 – 0,78	No tiene nervios
5INJ CM	3,07 – 3,17	6,02 – 6,12	1,07 – 1,17	No tiene nervios
9INJ CM	4,20 – 4,27	9,04 – 9,12	1,55 – 1,62	No tiene nervios
8ME CM	3,33 – 3,42	8,05 – 8,13	1,33 – 1,42	No tiene nervios
2NY PUENTE	2,47 – 2,52	4,13 – 4,18	0,67 – 0,72	1,55 – 1,60
7NY CM	2,82 – 2,87	6,62 – 6,67	1,02 – 1,07	2,20 – 2,25
7NY PUENTE	2,92 – 2,97	6,62 – 6,67	1,02 – 1,07	2,30 – 2,35
7NY "R" CM	2,92 – 2,97	6,62 – 6,67	1,02 – 1,07	2,30 – 2,35

Tabla 4. Galgas pasa-no pasa

2.4. Pintura

En esta sección se realiza el recubrimiento de las piezas deseadas con una película de pintura, dependiendo de la demanda de color.

Se podrán pintar cuerpos y medallones individuales en caso de que la demanda lo requiera pero, lo más frecuente, es pintar deslizadores (unión cuerpo-medallón).

2.4.1. Elementos necesarios

Para poder completar un correcto proceso de fabricación necesitaremos los siguientes elementos, los cuales estarán mencionados en la siguiente tabla en el orden en el cuál se van necesitando durante el proceso de pintura:

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
Zona de recepción	Zona donde se colocarán las cajas que se deban pintar.	1,20 x 1,60 m
Mesa para la realización de mezclas	Servirá de apoyo para realizar todas las mezclas de pintura necesarias.	0,80 x 0,80 m
Estantería (x4)	En ellas se almacenarán todas las pinturas a utilizar y las mezclas realizadas anteriormente.	1,35 x 0,40 m
Bidón de disolvente	En él se almacena el disolvente utilizable.	0,50 x 0,50 m
Cabina de colores	Se comprobará, con la ayuda de 2 fluorescentes de luz blanca, que el color de la mezcla coincide con el deseado.	2,10 x 0,50 m
Horno	Se calientan las piezas antes del proceso de pintura.	1,90 x 1,30 m
Máquina de pintura (x5)	En ellas se realiza el pintado de los componentes.	1,50 x 1,20 m
Zona de enfriamiento	Tras el proceso de pintura, se dejan en esta zona las piezas durante 20 minutos para que se enfríen.	1,20 x 1,60 m

Zona de verificación	Zona donde se colocarán las cajas ya vibradas para que control de calidad realice las verificaciones necesarias.	1,20 x 1,60 m
Mesa de trabajo	Servirá de apoyo al operario para realizar diferentes operaciones.	0,80 x 0,40 m
Máquina destiladora de disolvente	Separa el disolvente de los restos de pintura. Posteriormente, ese disolvente puede ser reutilizado.	1,00x 0,50 m
Zona de salida	Zona donde control de calidad, tras verificar el acabado y solo en caso de que sea correcto, colocará las cajas para seguir con el proceso.	1,20 x 1,60 m

Tabla 5. Elementos necesarios (Pintura)

2.4.2. *Proceso de fabricación*

El proceso de pintado se origina con la preparación de la mezcla de pintura deseada siguiendo las instrucciones y cantidades que cada color tenga establecido. Tras realizar dicha mezcla, se deberá comprobar con la ayuda de una cabina de colores que el acabado de la mezcla corresponde con el deseado.

COLOR 290

- De 3 kg de pintura previamente preparada únicamente se utilizarán 200 gr
  - Blanco → 655 gramos
  - Amarillo → 1500 gramos
  - Rojo → 780 gramos
  - Negro → 65 gramos
- 100 gr de endurecedor
- 100 gr de disolvente

Ilustración 14. Ejemplo de la realización del color 290

Paralelamente, se calientan los componentes que se desean pintar en un horno a una temperatura de 160ºC durante 40-45 minutos con la finalidad de conseguir un correcto acabado.

Una vez se hayan realizado los procesos explicados anteriormente, se introducirán los componentes a pintar en los bombos de pintura –deberán estar

a una temperatura de 150 ºC aproximadamente– y la mezcla de pintura en el recipiente acoplado a la pistola de proyección. En el momento que esté todo correctamente preparado, se iniciará el pintado de los componentes.

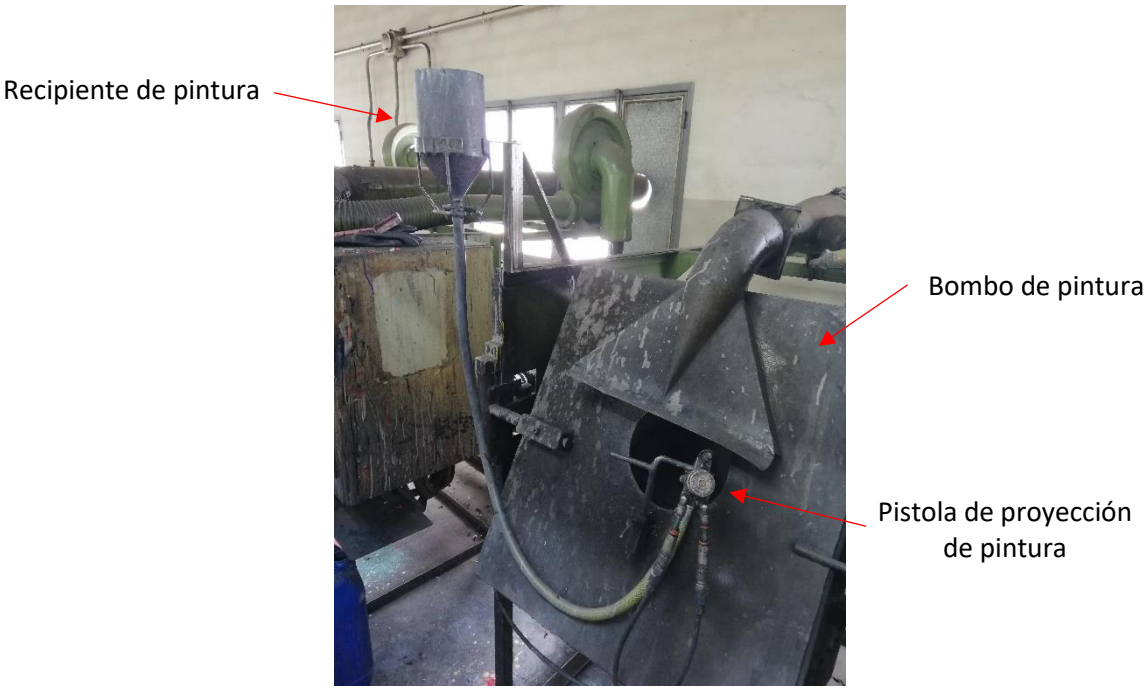

Ilustración 15. Máquina de pintura

Este proceso tendrá una duración de 40-50 minutos aproximadamente. El operario, durante el proceso, deberá de hacer comprobaciones periódicas de la adherencia de la película de pintura y de la uniformidad del color para así ajustar, de manera precisa, el caudal de pintura proyectado por la pistola en cada momento.

Una vez trascurrido el tiempo especificado y el acabado de los componentes es el apropiado, se aplicará una solución deslizante que mejorará el comportamiento del producto en su uso diario.

Cuando finalice el proceso, se sacarán los componentes del bombo de pintura y se dejarán enfriar como mínimo 20 minutos para que posteriormente, control de calidad realice las verificaciones pertinentes y juzgue si el acabado es correcto o no.

En caso de ser el adecuado, los componentes serán llevados al siguiente paso del proceso y en caso de ser incorrecto, se realizará un proceso de decapado –eliminar la capa de pintura mediante un proceso químico– y se volverán a pintar.

Una parte muy importante tras acabar el proceso será la limpieza de la pistola y del bombo vibrador. Esta limpieza, se realizará con disolvente y permitirá evitar el acumulamiento de pintura dentro de los bombos y la posible deposición de restos de ésta en futuras pintadas. Tras acabar la limpieza, el disolvente será introducido en una máquina destiladora de disolvente para separarlo de los restos de pintura y reutilizarlo posteriormente.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de pintura.

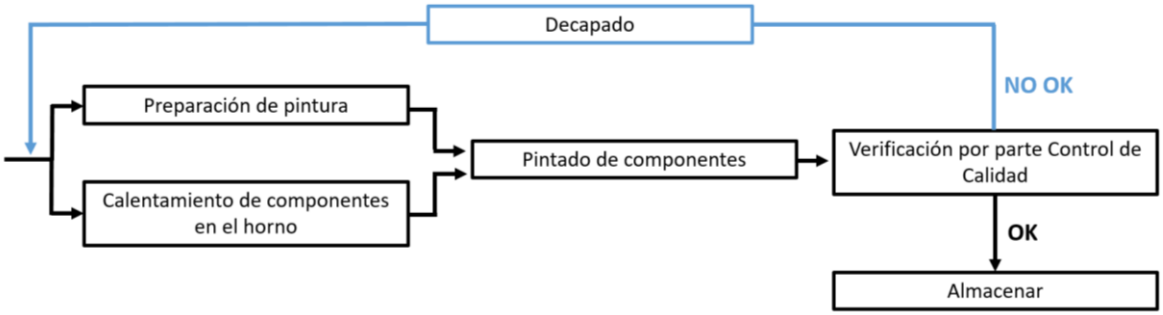

Ilustración 16. Diagrama de flujo de proceso (Pintura)

2.4.3. Producto final

Tras finalizar todo el proceso de pintura, control de calidad, cogiendo un muestreo de 80 piezas por cada caja de 5000, verificará que:

- La película de pintura recubre toda la superficie de la pieza.
- La película de pintura está bien adherida a la superficie de la pieza.
- El color es el correcto, mediante la cabina de colores.
- Las piezas no están enganchadas unas con las otras.

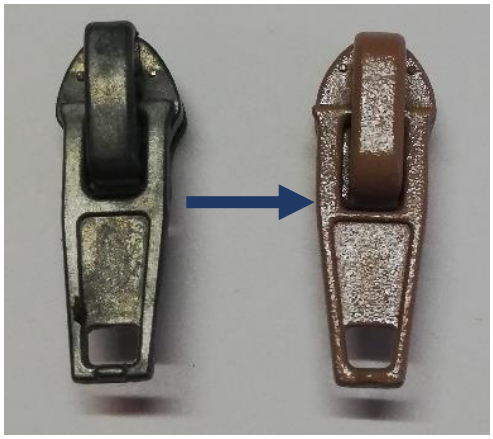

Ilustración 17. Ejemplo de deslizador tras el proceso de Pintura

2.5. Distribución

Para explicar de manera clara la nueva distribución aplicada en las secciones de vibrado, desbastado y pintura, se ha separado el espacio disponible de aproximadamente 200 m^2 en dos zonas: Zona A y Zona B.

- ***ZONA A***

  En esta zona de aproximadamente 80 m^2 se decide ubicar las secciones de vibrado y desbastado para facilitar la finalidad de que un mismo operario sea el encargado de ambas.

  Para decidir cuál es la distribución más adecuada en este espacio se han realizado dos propuestas: propuesta 1 (*ver plano Pd.A-001*) y propuesta 2 (*ver plano Pd.A-002*).

  En la propuesta 1 se dispone a colocar las máquinas de desbastado de forma paralela a la pared del fondo de la zona, con un espacio muy ancho entre las máquinas, lo que facilitará la movilidad del operario, pero sin poder tener una zona de recepción para cada una de ellas. Las zonas de recepción de ambas secciones se ubicarán junto a las zonas de residuos y estarán a cierta distancia de las máquinas de trabajo. Finalmente, las máquinas de vibrado se colocarán muy próximas entre si lo que facilitará un rápido proceso productivo pero se dispondrá en ciertos puntos de poco espacio para que el operario trabaje.

  En propuesta 2 se colocarán las máquinas de desbastado de la misma manera que en la propuesta 1 pero reduciendo ligeramente el espacio entre ellas (se dispondrá de 80 cm de separación) para poder tener una zona de recepción para cada una, lo que facilitará un rápido proceso productivo y reducirá posibles equivocaciones. Además, se colocarán las máquinas nº 1577 y nº 1655 junto a la zona de recepción para acelerar el proceso, pero por el contrario la máquina nº 5095 estará situada a cierta distancia.

  Finalmente, se elige la **propuesta 2** por los siguientes motivos:

- Cada máquina de desbastado tiene su propia zona de recepción lo que acelerará el proceso ya que el operario tendrá cada tipo de cuerpo con su máquina correspondiente y además, reducirá posibles equivocaciones.

- La zona de recepción del vibrado está situada al lado de las máquinas.
- El cuadro de mandos de la máquina nº 1655 está situado al lado de esta, lo cual requerirá una instalación menor.
- El espacio es adecuado para la movilidad del operario.
- Ambas secciones disponen de una mesa de trabajo.
- Las zonas de residuos están situadas cerca de la salida, lo que ayudará en el momento de su retirada.
- El acceso a todas las máquinas es bueno, lo que ayudará en el mantenimiento de éstas.

- ***ZONA B***

  En esta zona de aproximadamente 120 m^2 se decide ubicar la sección de pintura.

  Para decidir cuál es la distribución correcta en este espacio se han realizado dos propuestas: propuesta 1 (*ver plano Pd.B*-001) y propuesta 2 (*ver plano Pd.B-002*).

  En la propuesta 1 todas las máquinas de pintura estarán colocadas linealmente y muy próximas al conducto de extracción de dicha zona, con todos los elementos necesarios (horno, zona de recepción, zona de enfriamiento, etc.) muy próximos a ellas. La zona de preparación de pintura estará colocada en la esquina superior izquierda de la zona y tendrá todos los elementos necesarios muy próximos entre si.

  La propuesta 2 es muy similar a la propuesta 1 pero con la diferencia de que las máquinas de pintura estarán situadas en forma de "U" lo cual disminuirá el espacio ocupado pero dificultará la movilidad durante el proceso en caso de ser 2 o más operarios. La zona de preparación de pintura estará situada en el mismo espacio que en la propuesta 1.

  Finalmente, se elige la **propuesta 1** por los siguientes motivos:

- Todos los elementos necesarios para la preparación de la mezcla de pintura están situados muy próximos entre ellos.
- La zona de recepción está situada al lado del horno donde se deben calentar todas las piezas antes pintarlas.

- La disposición en forma lineal de las máquinas permite una fácil movilidad de los operarios durante el proceso.
- Las zonas de enfriamientos, verificación y salida están situadas muy próximas entre ellas, lo que facilitará un rápido flujo productivo.
- Las máquinas están situadas muy próximas al conducto de extracción de gases de la zona, lo que abaratará los costes de instalación.
- El acceso a todas las máquinas es bueno, lo que ayudará en el mantenimiento de éstas.

Otro aspecto muy importante en la reubicación de la sección de pintura es la ventilación de dicha sala.

Debido a que durante el proceso de pintura se emiten gases y vapores propios del disolvente que pueden resultar inflamables, se considera la sección de pintura una atmósfera explosiva o atmósfera ATEX que se entiende como "toda mezcla, en condiciones atmosféricas, de aire y sustancias inflamables en forma de gas, vapor o polvo en la que, tras la ignición, se propaga la mezcla no quemada" (ATEX).

Ilustración 18. Símbolo de atmósfera explosiva

Para cumplir con el Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo y con la NTP 370: Atmósferas potencialmente explosivas: clasificación de emplazamientos de clase I, página 3, se realizará una instalación de ventilación mediante la empresa Iberclean S.A. que es "una empresa dedicada a aportar soluciones en el control de

contaminantes en la industria mediante el diseño, fabricación y montaje de sistemas de aspiración y filtración" (Iberclean, 2019).

Dicha instalación constará de:

- Equipo de captación y filtrado de polvo Dustmaster modelo DM 5551/22.
- Brazo articulado tipo IBE-200160-SS Atex, con consola de fijación (4 uds.).

Ilustración 19. Equipo de captación y filtrado de polvo Dustmaster

Ilustración 20. Brazo articulado tipo IBE-200160-SS Atex

Para concluir este apartado, la distribución final de las secciones de vibrado, desbastado y pintura se puede observar en el *plano Pd-002.*

2.6. Instalación eléctrica

Una vez decidida toda la distribución final de las secciones de vibrado, desbastado y pintura (ver *plano Pd-002*), se debe realizar toda la instalación eléctrica que conecte cada uno de los elementos necesarios de electricidad al sistema general eléctrico de la empresa.

Para realizar dicha instalación, además de todo el cableado y las tomas de corriente necesarias, se utilizarán unas canalizaciones eléctricas de tipo Blindosbarra de 150 amperios (A) de intensidad nominal general con cajas de derivación de 30 amperios (A) cada una ancladas al techo mediante sus respectivos soportes. Estas canalizaciones eléctricas permitirán distribuir la potencia de la manera más oportuna para el correcto rendimiento de las máquinas.

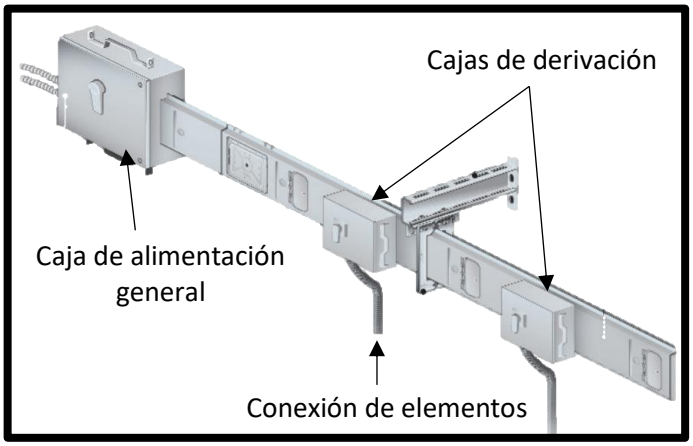

Ilustración 21. Esquema de una canalización eléctrica de tipo Blindosbarra

Además, puesto que la sección de pintura se considera una atmósfera explosiva o atmósfera ATEX, la instalación eléctrica de dicha sección deberá cumplir el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, Anexo VI, y la NTP 369: Atmósferas potencialmente explosivas: instalaciones eléctricas.

Para ello, todos los elementos eléctricos – cables, tomas de corriente, arrancadores de motor, iluminación, etc.- deberán estar especialmente diseñados para entornos ATEX.

Para ver el diseño final de la instalación eléctrica realizada, ver plano *Pd-003*.

2.7. Gestión de residuos

En los siguientes puntos se detallarán todos los aspectos a tener en cuenta en el ámbito de la gestión de los residuos, obviando los residuos generados por el operario durante la jornada laboral.

2.7.1. Vibrado

En el proceso de vibrado se generaran dos tipos de residuos que habrá que gestionar correctamente:

- La máquina nº 1655 (máquina centrífuga de plato con un contenedor de trabajo) generará un residuo pastoso debido a la interacción del agua, el compuesto jabonoso F230 y los restos de Zamak desprendidos de los cuerpos que han sido vibrados.

  Según la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, Anexo III*, el residuo generado durante éste proceso es un residuo industrial peligroso debido a que puede ser irritante para la piel y nocivo para la salud. Por ello y debido a que no se va a realizar una valorización[4] del residuo, se procederá a realizar una operación de eliminación mediante un tratamiento fisicoquímico en la depuradora de la empresa. Para ello, se realizará una instalación con tubos de PVC que conduzcan los residuos desde la salida de la máquina hasta la depuradora.

Ilustración 22. Residuos generados por la máquina 1655

[4] "Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales" (BOE, 28 de julio de 2011, página 10)

- El último residuo a tratar de la sección del vibrado es el generado por la máquina número 1577 (máquina centrífuga de plato con tres contenedores de trabajo). Este residuo aparecerá debido a la interacción del agua, el compuesto jabonoso aplicado y los restos de material tras el proceso de vibrado y, a diferencia del generado por la máquina nº 1655, es mucho más sólido.

  Para gestionarlo de manera correcta se realizará una instalación exactamente igual que con el residuo generado por la máquina número 1655 pero, al ser mucho más sólido que éste, se fabricará una bandeja de acero inoxidable con una rejilla con agujeros de 5 mm en la parte superior para que todo aquel residuo que no sea capaz de absorber la instalación, el operario lo pueda retirar manualmente para almacenarlo en el bidón de residuos y que posteriormente una empresa externa lo recoja para realizar la gestión adecuada.

Ilustración 23. Residuos generados por la máquina 1577

2.7.2. Desbastado

El único residuo generado en ésta sección son cuerpos no aptos para el desbaste. Los cuerpos dejan de ser aptos para el desbastado cuando caen al suelo, están sucios, quedan atrapados en la guía, etc.

Dichos cuerpos se acumularán en un bidón hasta que una empresa externa los recoja para fundirlos y así reutilizar el Zamak de los cuerpos en otras aplicaciones.

2.7.3. Pintura

En el proceso de pintura se generarán dos residuos que habrá que gestionar:

- Tal y como se explica en el *apartado 2.4.2. Proceso de fabricación*, tras terminar el proceso de pintura se deberá hacer una limpieza de la pistola proyectora de pintura y del bombo vibrador. Está limpieza se realizará mediante disolvente y dicho proceso generará un residuo que según la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, Anexo III*, será un residuo industrial peligroso por lo cual habrá que gestionar correctamente.

  La gestión de este residuo comenzará con una acción de valorización que consistirá en una recuperación del disolvente mediante una máquina destiladora del mismo. Está máquina separará el disolvente, que se podrá reutilizar posteriormente, de los restos de pintura. Dichos restos de pintura serán almacenados para que una empresa externa los recoja y proceda a su oportuno proceso de eliminación.

Ilustración 24. Ejemplo de máquina destiladora de disolvente

- Cada dos o tres procesos de pintura, las paletas interiores del bombo vibrador tendrán adheridos restos de pintura que podrán provocar piezas no aceptables. Para evitar eso, se deberán desmontar las paletas y sumergirlas durante 24 horas en líquido decapante para limpiarlas correctamente. El líquido decapante junto con los restos de pintura serán considerados un residuo industrial peligroso según la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, Anexo III,* por lo que se almacenarán hasta que una empresa externa los recoja y realice su correcta gestión.

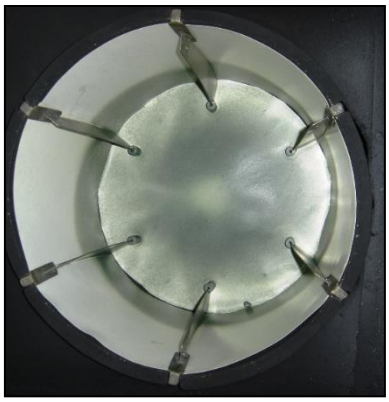

Ilustración 25. Interior del bombo de pintura

2.8. Mantenimiento

A continuación, se detallará el mantenimiento necesario para cada una de las tres secciones reubicadas.

El mantenimiento estará divido en:

- **Mantenimiento preventivo:** Diferentes intervenciones programadas en el tiempo para asegurar la buena fiabilidad del equipo.
- **Mantenimiento correctivo:** Intervenciones para corregir los diferentes problemas que surjan.

Para explicar cada una de las intervenciones se realizará una tabla donde se explicará que hacer y cómo hacerlo, además del tiempo aproximado necesario, la frecuencia con la cual se debe realizar y el nivel de dificultad.

2.8.1. Vibrado

A continuación se detallan las intervenciones de mantenimiento que se deben realizar en la sección de vibrado.

- **Mantenimiento preventivo**

<table>
<tr><td>¿Qué hacer?
Comprobar que no existen pérdidas de agua en tuberías, tubos de jabón, bombos vibradores, etc.</td><td rowspan="2">¿Cómo hacerlo?
Al iniciar y al finalizar la jornada laboral comprobar visualmente que no existen pérdidas de agua en ninguno de los elementos de la sección.</td><td>Frecuencia
Diario</td></tr>
<tr><td>Tiempo aproximado
5 minutos</td><td>Nivel de dificultad
Baja</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>¿Qué hacer?
Cambiar los tubos de jabón de la máquina 1577 y 1655</td><td rowspan="2">¿Cómo hacerlo?
Aflojar la tuerca en sentido anti horario para liberar al tubo de la presión ejercida por la misma. Retirar el tubo y medir su longitud. Coger un tubo nuevo del mismo tipo y montarlo realizando el proceso inverso.</td><td>Frecuencia
Mensual</td></tr>
<tr><td>Tiempo aproximado
10 minutos</td><td>Nivel de dificultad
Baja</td></tr>
</table>

¿Qué hacer? Limpieza de los tubos de desagüe de la máquina 1655	**¿Cómo hacerlo?** Desmontar el sistema de tuberías. Limpiarlo por dentro con abundante agua caliente y volver a montarlo. Comprobar que no existen escapes de agua.	**Frecuencia** Trimestral
Tiempo aproximado 30 minutos		**Nivel de dificultad** Media

¿Qué hacer? Cambiar la instalación que conduce los residuos generados por hasta la depuradora	**¿Cómo hacerlo?** Debido a la solidez de los residuos generados, desmontar las tuberías de PVC y cambiarlas por otras nuevas para evitar la formación de atascos.	**Frecuencia** Anual
Tiempo aproximado 2 horas		**Nivel de dificultad** Media

¿Qué hacer? Limpieza de la bandeja de residuos de la máquina 1577	**¿Cómo hacerlo?** Manualmente, retirar el residuo solido depositado encima de la rejilla situada en la bandeja de la máquina 1577 y almacenarlo en su bidón correspondiente.	**Frecuencia** Semanal
Tiempo aproximado 10 minutos horas		**Nivel de dificultad** Baja

¿Qué hacer? Limpieza de los tubos de desagüe de la máquina 1577	**¿Cómo hacerlo?** Retirar los tubos desmontando la brida metálica que los sujeta al bombo vibrador. Limpiarlos con abundante agua caliente y volver a montarlos. Comprobar que no existen escapes de agua.	**Frecuencia** Trimestral
Tiempo aproximado 30 minutos		**Nivel de dificultad** Media

- **Mantenimiento correctivo**

¿Qué hacer? Cambiar el caudalímetro	**¿Cómo hacerlo?** Cuando se observe que el caudal aportado no es el adecuado, retirar el caudalímetro aflojando las tuercas que lo sujetan y cambiarlo por uno nuevo.	**Frecuencia** -
Tiempo aproximado 30 minutos		**Nivel de dificultad** Media

¿Qué hacer? Cambiar el contenedor de trabajo	**¿Cómo hacerlo?** Aflojar los tornillos Allen M5 para retirar el contenedor de trabajo y cambiarlo por uno nuevo. Una vez montado de nuevo, comprobar que no existen pérdidas de agua.	**Frecuencia** -
Tiempo aproximado 2 horas		**Nivel de dificultad** Alta

¿Qué hacer? Cambiar el rodamiento principal	**¿Cómo hacerlo?** El rodamiento estará situado debajo del contenedor de trabajo, por lo tanto, deberemos desmontar primero el contenedor para poder manipular el rodamiento. Una vez podamos manipular el rodamiento, retirar los cuatro tornillos Allen M4 que lo sujetan para retirar el rodamiento y cambiarlo por otro nuevo.	**Frecuencia** -
Tiempo aproximado 3 horas		**Nivel de dificultad** Alta

2.8.2. *Desbastado*

A continuación se detallan las intervenciones de mantenimiento que se deben realizar en la sección de desbastado.

- **Mantenimiento preventivo**

¿Qué hacer? Limpieza del *bowl feeder*	**¿Cómo hacerlo?** Al finalizar la jornada laboral, retirar todos los cuerpos del bowl feeder y limpiarlo interiormente con un trapo húmedo para eliminar restos de suciedad.	**Frecuencia** Diario
Tiempo aproximado 5 minutos		**Nivel de dificultad** Baja

¿Qué hacer?	**¿Cómo hacerlo?**	**Frecuencia**
Cambiar la cuchilla	Retirar los tornillos y los pasadores de centrado para poder así retirar la cuchilla. Realizar el proceso inverso para montar la cuchilla deseada. Se deberá comprobar que la cuchilla está correctamente centrada para realizar un correcto proceso de desbastado.	Cada cambio de cuerpo a desbastar en una misma máquina
Tiempo aproximado		**Nivel de dificultad**
30 minutos		Alta

- **Mantenimiento correctivo**

¿Qué hacer?	**¿Cómo hacerlo?**	**Frecuencia**
Cambiar el *bowl feeder*	Retirar los tornillos y los pasadores de centrado que lo sujetan a la bancada para poder así retirar el bowl feeder y cambiarlo por otro.	-
Tiempo aproximado		**Nivel de dificultad**
1 hora		Media

¿Qué hacer?	**¿Cómo hacerlo?**	**Frecuencia**
Cambiar la guía	Retirar los tornillos que la sujetan al bowl feeder y a la bancada para retirar la guía y cambiarla así por otra.	-
Tiempo aproximado		**Nivel de dificultad**
1 hora		Media

¿Qué hacer?	**¿Cómo hacerlo?**	**Frecuencia**
Cambiar el cilindro hidráulico	Retirar los tornillos y los pasadores de centrado que lo sujetan a la bancada para retirarlo y cambiarlo por otro. Comprobar que está correctamente centrado para asegurar un correcto proceso de desbastado.	-
Tiempo aproximado		**Nivel de dificultad**
1 hora		Alta

2.8.3. Pintura

A continuación se detallan las intervenciones de mantenimiento que se deben realizar en la sección de pintura.

- **Mantenimiento preventivo**

¿Qué hacer?	**¿Cómo hacerlo?**	**Frecuencia**
Comprobar correcto estado de la pistola y el bombo vibrador antes de iniciar la jornada laboral	Comprobar que no existen restos de pintura dentro del bombo vibrado o en la pistola que puedan contaminar futuras piezas.	Diario
Tiempo aproximado		**Nivel de dificultad**
10 minutos		Media

¿Qué hacer?	**¿Cómo hacerlo?**	**Frecuencia**
Limpieza del bombo vibrador y de la pistola proyectora de pintura	Introducir disolvente en el recipiente de pintura conectado a la pistola proyectora y realizar una limpieza de esta y del bombo vibrador para no contaminar futuras piezas.	Después de cada proceso de pintura
Tiempo aproximado		**Nivel de dificultad**
10 minutos		Media

¿Qué hacer?	**¿Cómo hacerlo?**	**Frecuencia**
Limpiar las paletas del bombo vibrador	Retirar las paletas interiores del bombo vibrador en introducirlas en líquido decapante durante 24 horas para eliminar los restos de pintura. Transcurridas las 24 horas, volver a montarlas.	Después de 2 o 3 procesos de pintura
Tiempo aproximado		**Nivel de dificultad**
24 horas		Baja

- **Mantenimiento correctivo**

¿Qué hacer?	**¿Cómo hacerlo?**	**Frecuencia**
Cambiar las luces blancas de la cabina de colores	Retirar los fluorescentes de luz blanca de la cabina de colores para cambiarlos por unos nuevos.	-
Tiempo aproximado		**Nivel de dificultad**
10 minutos		Media

<table>
<tr><td>¿Qué hacer?
Cambiar la pistola proyectora de pintura</td><td rowspan="2">¿Cómo hacerlo?
Aflojar la tuerca que une la pistola con el cable del recipiente de pintura, para retirar la pistola y cambiarla por otra.
Comprobar que no existe un tapón de pintura que impide el correcto funcionamiento de la pistola para evitar así cambiarla.</td><td>Frecuencia
-</td></tr>
<tr><td>Tiempo aproximado
20 minutos</td><td>Nivel de dificultad
Media</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>¿Qué hacer?
Cambiar el bombo vibrador</td><td rowspan="2">¿Cómo hacerlo?
Aflojar los tornillos Allen M6 que sujetan al bombo vibrador para poder así retirarlo y cambiarlo por otro.</td><td>Frecuencia
-</td></tr>
<tr><td>Tiempo aproximado
2 horas</td><td>Nivel de dificultad
Alta</td></tr>
</table>

RESULTADOS

3.1. Plan de ejecución

Seguidamente, y una vez establecidos todos los parámetros que se deben aplicar en este proyecto, se presenta el plan de ejecución del mismo donde se especifican todas las tareas a realizar junto con la duración de cada una.

Id.	TAREA	INICIO	FINAL	DURACIÓN
1	Retirada de la maquinaria de la sección Tratamiento de cadenas y Acuñado	Viernes 15/02/2019	Viernes 22/02/2019	5 días
2	Reparación del suelo con hormigón	Lunes 25/02/2019	Miércoles 27/02/2019	3 días
3	Pintado de paredes con objetivo estético de la Zona A	Lunes 04/03/2019	Miércoles 06/03/2019	3 días
4	Colocación de las secciones de vibrado y desbastado	Jueves 07/03/2019	Viernes 08/03/2019	2 días
5	Pintado de las señalizaciones necesarias en el suelo de la Zona A	Viernes 08/03/2019	Viernes 08/03/2019	1 día
6	Instalación eléctrica Zona A	Sábado 09/03/2019	Sábado 09/03/2019	1 día
7	Instalación para gestión de residuos de vibrado	Sábado 09/03/2019	Sábado 09/03/2019	1 día
8	Pintado de paredes con objetivo estético de la Zona B	Lunes 18/03/2019	Miércoles 20/03/2019	3 días
9	Colocación de la sección de pintura	Jueves 21/03/2019	Viernes 22/03/2019	2 días
10	Pintado de las señalizaciones necesarias en el suelo de la Zona B	Viernes 22/03/2019	Viernes 22/03/2019	1 día
11	Instalación eléctrica Zona B	Sábado 23/03/2019	Sábado 23/02/2019	1 día
12	Instalación del equipo de filtración y extracción	Lunes 25/03/2019	Miércoles 27/03/2019	3 días

Tabla 6. Plan de ejecución

Como se puede observar en la tabla, el proyecto comienza a realizarse el día 15 de febrero de 2019 con la retirada de las secciones de Tratamiento de Cadenas y Acuñado y finaliza con la instalación del equipo de filtración y extracción por parte de la empresa Iberclean S.A el día 27 de marzo de 2019, es decir, el proyecto en condiciones normales dura exactamente seis semanas.

Puede parecer un tiempo demasiado elevado pero si se analiza la tabla se puede observar que las secciones de vibrado y desbastado estuvieron no operativas únicamente dos días – Jueves 07/03/2019 y Viernes 08/03/2019- puesto que durante el fin de semana los operarios no trabajan y se utiliza el Sábado 09/03/2019 para realizar la instalación eléctrica y de gestión de residuos.

El caso de la sección de pintura es parecido, puesto que también se realiza la reubicación en jueves y viernes y las instalaciones necesarias en sábado, pero en este caso la sección se mantiene no operativa durante cinco días debido a los tres días que necesita la empresa Iberclean S.A. para realizar la instalación de filtración y extracción.

3.2. Conclusiones

Una vez terminado el proyecto y observando los objetivos y el alcance del trabajo explicados al inicio de éste, se puede valorar el proyecto como satisfactorio.

Con la nueva distribución realizada se ha conseguido un buen flujo de trabajo, además de reducir el personal necesario en las secciones de vibrado y desbastado, ya que con la ubicación anterior de éstas se necesitaba un operario para cada una y actualmente un único operario puede ser el encargado de las dos.

En los aspectos de instalación eléctrica y gestión de residuos también se puede considerar un proyecto satisfactorio ya que en todos los casos se ha respetado la normativa vigente, reutilizando al máximo los componentes ya pertenecientes a la empresa lo que ha reducido mucho los costes finales.

Finalmente, los objetivos de tiempo de ejecución mínimo y presupuesto mínimo también se ven cumplidos. Éste presupuesto es el mínimo posible, pero el deber de cumplir la normativa para atmósferas explosivas incrementa demasiado dicho presupuesto, motivo por el cual, el proyecto de reubicar la sección de pintura se decide aplazar temporalmente.

4. Bibliografía

ATEX atmosferas explosivas. *¿Qué es una ATMOSFERA ATEX?* Recuperado de: http://www.atmosferasexplosivas.com/index.php/que-es-una-atmosfera-atex

Iberclean S.A. (2019). *Sobre nosotros*. Recuperado de: https://iberclean.com/

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, Boletín Oficial del Estado, 181 (2011)

NTP 369: Atmósferas potencialmente explosivas: instalaciones eléctricas, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1995).

NTP 370: Atmósferas potencialmente explosivas: clasificación de emplazamientos de clase I, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1995).

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, Boletín Oficial del Estado, 148 (2001).

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, Boletín Oficial del Estado, 145 (2003).

Rubi Zippers. *About us.* Recuperado de: https://rubizippers.com/about_us/