



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Implantación Sistema SMED: Optimización de tiempo y coste en cambio de troqueles

Autor

Sergio Coma Figols

Director

Luis Mariano Esteban Escaño

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia
2017



**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

MEMORIA

**Implantación Sistema SMED:
Optimización de tiempo y coste en cambio
de troqueles**

Autor: Sergio Coma Figols

Director: Luis Mariano Esteban Escaño

Fecha: Junio 2017

INDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN	1
1.1. PALABRAS CLAVE	2
2. ABSTRACT	3
2.1. KEY WORDS	4
3. INTRODUCCIÓN	5
3.1. SISTEMA SMED	5
3.2. OBJETIVO	6
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	7
5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	11
5.1. VISUALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE PRENSAS IMPLICADAS	13
5.1.1.1. Prensa E27	19
5.1.1.2. Prensa E102	20
5.1.1.3. Prensa E106	21
5.1.1.4. Prensa E107	22
5.1.1.5. Prensa E108	23
5.1.1.6. Prensa 109	24
5.2. METODOLOGÍA DE CAMBIO ACTUAL	25
5.2.1. <i>Tiempos de cambio</i>	28
6. MEJORAS	37
6.1. MEJORAS DE FASE 1	37
6.1.1. <i>Libro técnico</i>	38
6.1.1.1. Mejora	40
6.1.2. <i>Diseño e implantación de bancada para prensa E27</i>	41
6.1.2.1. Útiles adaptados	44
6.1.2.2. Plano de diseño bancada	47
6.1.2.3. Pedido de compra	49
6.1.2.4. Mejora	50
6.1.3. <i>Diseño e implantación de bancada para prensa E107</i>	51
6.1.3.1. Útiles adaptados	55
6.1.3.2. Plano diseño bancada	59

INDICES

6.1.3.3.	Presupuesto/Pedido de compra	61
6.1.3.4.	Mejora	63
6.1.4.	<i>Diseño de amarres estándar para todas las prensas</i>	64
6.1.4.1.	Plano de diseño	67
6.1.4.2.	Presupuesto/Pedido de compra	69
6.1.4.3.	Mejora	71
6.1.5.	<i>Colocación de un par de ménsulas</i>	74
6.1.5.1.	Características	75
6.1.5.2.	Funcionamiento	76
6.1.5.3.	Mejora	77
6.1.6.	<i>Circuito hidráulico y regletas de bolas para E102</i>	78
6.1.6.1.	Características de las regletas	80
6.1.6.1.1.	Regletas E102	81
6.1.6.2.	Funcionamiento	82
6.1.6.3.	Útiles	84
6.1.6.3.1.	Bancada E102	85
6.1.6.4.	Mejora	86
6.2.	MEJORAS DE FASE 2	87
6.2.1.	<i>Circuitos hidráulicos y regletas de bolas</i>	87
6.2.1.1.	Características de las regletas	88
6.2.1.1.1.	Regletas E107	88
6.2.1.1.2.	Regletas E108	89
6.2.1.2.	Útiles	90
6.2.1.2.1.	E107	91
6.2.1.2.2.	E108	91
6.2.1.3.	Mejora estimada	92
6.2.1.4.	Planificación	92
6.2.2.	<i>Implemento para las palas de la carretilla</i>	95
6.2.2.1.	Características	95
6.2.2.2.	Funcionamiento	97
6.2.2.3.	Presupuesto	102
6.2.2.4.	Mejora estimada	103
6.2.2.5.	Planificación	103
7.	OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS	105
8.	OPTIMIZACIÓN DE COSTES	107
9.	CONCLUSIONES	109
10.	BIBLIOGRAFÍA	112

INDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1: Estampaciones Modernas S.L.....	7
Imagen 2: Prensa E27.....	19
Imagen 3: Prensa E102.....	20
Imagen 4: Prensa E106.....	21
Imagen 5: Prensa E107.....	22
Imagen 6: Prensa E108.....	23
Imagen 7: Prensa E109.....	24
Imagen 8: Matriz en prensa.....	25
Imagen 9: Adaptación de matrices.....	38
Imagen 10: Características básicas de prensa.....	39
Imagen 11: Bancada operativa E27.....	43
Imagen 12: Croquis matriz 378 CMC y 379 CMC.....	44
Imagen 13: Croquis matriz 378 CMC y 379 CMC.....	44
Imagen 14: CAD bancada E27.....	47
Imagen 15: Nueva Bancada E107.....	51
Imagen 16: Montaje nueva bancada E107.....	53
Imagen 17: Nueva Bancada E107 en prensa.....	54
Imagen 18: Croquis Matriz 370 AMR.....	55
Imagen 19: Croquis Matriz 363 AMR.....	56
Imagen 20: Croquis Matriz 369 AMR.....	56
Imagen 21: Croquis Matriz 376 AMR.....	57
Imagen 22: CAD Bancada E107.....	59
Imagen 23: Amarre.....	66
Imagen 24: CAD Amarre.....	67

INDICES

Imagen 25: Ménsulas ESTAMODE	74
Imagen 26: Características Ménsulas	75
Imagen 27: Operatividad Ménsulas	76
Imagen 28: Regletas hidráulicas de bolas para E102	78
Imagen 29: Bomba hidráulica	79
Imagen 30: Enchufes hidráulicos	79
Imagen 31: Circuito Hidráulico E102	80
Imagen 32: Croquis colocación de Regletas	83
Imagen 33: Captura Bancada E102	85
Imagen 34: Captura Bancada E107	91
Imagen 35: Captura Bancada E108	91
Imagen 36: Mejora ESTIMADA Regletas hidráulicas	92
Imagen 37: Implemento	95
Imagen 38: Carretilla con el Implemento	97
Imagen 39: Estanterías	98
Imagen 40: Implemento con la matriz	99
Imagen 41: Amarre Prensa - Implemento	99
Imagen 42: Introducción de matriz con el Implemento	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempos E107	29
Tabla 2: Tiempos E108	30
Tabla 3: Tiempos E109	31
Tabla 4: Tiempos E102	32
Tabla 5: Tiempos E106	33
Tabla 6: Tiempos E27	34



INDICES

Tabla 7: Tiempos Resto de prensas	35
Tabla 8: Mejora bancada E27	50
Tabla 9: Mejora Bancada E107	63
Tabla 10: Mejora Ménsulas	77
Tabla 11: Mejora Regletas hidráulicas de bolas	86
Tabla 12: Mejora ESTIMADA Implemento.....	103
Tabla 13: Optimización de tiempo	105

1. RESUMEN

El proyecto se basa en la mejora continua, y está centrado en el sistema SMED, cambio rápido de troquel.

Se ha llevado a cabo en la empresa Estampaciones Modernas S.L, perteneciente a sector de la estampación de chapa. La empresa dispone de 178 troqueles, y 12 prensas industriales, denominadas internamente: E1, E4, E13, E26, E27, E39, E102, E103, E106, E107, E108 y E109.

El objetivo del proyecto es, reducir el tiempo de cambio de troquel en prensas industriales de alto tonelaje, lo que conlleva una optimización de costes en la empresa.

Con el fin de cumplir el objetivo del proyecto, se han desarrollado un conjunto de mejoras, correlacionadas entre sí, capaces de mejorar y optimizar la situación productiva de la empresa.

Anteriormente, los cambios de matriz se realizaban con la única ayuda de una carretilla elevadora, técnica que hacía muy peligroso el cambio y lo dejaba en manos de las habilidades de los operarios con esta maquinaria.

Tras las mejoras llevadas a cabo, estamos ante un cambio más seguro y moderno, con elementos que facilitan la entrada del troquel en prensa, su manipulación, tanto en prensa como fuera de ella, y una mejor y cómoda salida del producto final, además de a ver comenzado con un proceso de estandarización de elementos.

Las mejoras que se han desarrollado en el proyecto están clasificadas en dos fases temporales, dependiendo de su implementación en la empresa.

Por una lado, encontramos las mejoras de fase 1, las desarrolladas e implementadas hasta la fecha. Estas mejoras son:

- Libro técnico.
- Diseño e implantación de bancada para prensa E27.
- Diseño e implantación de bancada para prensa E107.
- Diseño de amarres estándar para todas las prensas.
- Colocación de un par de ménsulas.
- Circuito hidráulico y regletas de bolas para E102.

Resumen

Y por otro lado, las mejoras de fase 2, validadas por la empresa y en proceso de desarrollo por el proveedor. Estas mejoras son:

- Circuitos hidráulicos y regletas de bolas.
- Implemento para las palas de la carretilla.

Se trata de mejoras dinámicas y de fácil utilidad, que permiten a cualquier trabajador hacer uso de ellas.

Las mejoras de primera fase han generado una optimización de 90 minutos, mientras que con las de segunda fase, se estima conseguir 110 minutos de reducción en el cambio.

Como motivo del cumplimiento de los objetivos se ha generado en la empresa:

- Mayor flexibilidad en la producción. Se pueden atender los pedidos de un mayor número de clientes, ya que al realizarse el cambio de matriz en menor tiempo se pueden introducir más variedad de matrices en las prensas.
- Prevención de riesgos laborales. Durante el cambio y la manipulación de las matrices.
- Aumento de la producción. Al generar dicha reducción de tiempo, se puede utilizar para producir mayor cantidad de productos.

La inversión económica por parte de la empresa ha sido elevada, debido a que la importancia a nivel empresarial del proyecto así lo requiere. Los resultados obtenidos tras la implementación de las mejoras avalan el coste del proyecto.

1.1. PALABRAS CLAVE

Optimización

Tiempo

Coste

Cambio de troquel

Implementación

2. ABSTRACT

The project is based on continuous improvement, and it's focused on the SMED system, quick die replacement.

It has been carried out in Estampaciones Modernas S.L Company, belonging to the sector of the stamping of metal sheet. The firm has 178 dies and 12 presses available, which are referred to as: E1, E4, E13, E26, E27, E39, E102, E103, E106, E107, E108 and E109.

The objective of the project is to reduce the replacement time of dies in high tonnage industrial presses, which causes a cost optimization in the company.

With the purpose of achieving the objective of the project, we have developed a set of improvements, correlated with each other, which can improve and optimize the productive situation of the company.

Previously, the die replacements were made with the only help of a forklift, a technique that made the replacement very dangerous, and left it in the hands of personal skills with this equipment.

After the improvements carried out, we are facing a safe and modern change, with components that make the die insertion in the press, its manipulation, both in the press and outside, and a better and comfortable output of the final product easy also, we have begun with a standardization process of components.

The improvements that I have been developed in the project are classified in two time phases, depending on their implementation in the company.

On the one hand, we find the first phase. In this part, we deal with the improvements developed and implemented to date. These improvements are:

- Technical book.
- Design and implementation of table for the E27 press.
- Design and implementation of table for the E107 press.
- Design of standard components to fasten.
- Placing a pair of brackets.
- Hydraulic circuit and ball bars for E102.

On the other hand, the improvements of the second phase, validated by the company and in the process of development by the supplier. These improvements are:

Abstract

- Hydraulic circuits and ball bars.
- Implement for the forklift blades.

These are dynamic improvements and easy to use, which allow any workers to make use of them.

The first phase improvements have generated an optimization of 90 minutes, while with the second phase improvements, a reduction of 110 minutes in the die replacement is estimated.

Thanks to the achievement of the objectives, we have generated:

- More flexibility in production. In this way, more customers can be taken care of, since as we make the die replacement in less time, we can introduce more variety of dies in the presses.

- Workplace hazard prevention. During the the die replacement and manipulation.

- Production increase. As the replacement time has been reduced, it can be used to produce more products.

The economic investment from the company for this project has been very high, due to its importance corporate level. The results guarantee the cost of the project.

2.1. KEY WORDS

- Optimization
- Time
- Cost
- Die Replacement
- Implementation

3. INTRODUCCIÓN

El Trabajo fin de Grado que se va a desarrollar radica fundamentalmente en un proyecto para reducir el tiempo de cambio de troqueles para prensas industriales, lo que conlleva una optimización de tiempo y costes en operaciones de mantenimiento, además de un aumento de producción. Este trabajo se va a realizar en la empresa Estampaciones Modernas S.L.

El proyecto nace en la empresa por la necesidad de evolucionar e intentar abrirse más al mercado. Para ello ha sido necesario comenzar un proyecto de mejora continua.

3.1. SISTEMA SMED

Este proyecto se centra en el cambio rápido de troquel, también denominado Sistema SMED (Single-Minute Exchange of Die). Su significado es cambio de matriz en un solo dígito.

El padre del SMED fue el Dr. Shigeo Shingo, ingeniero industrial japonés perteneciente a la empresa Toyota, que en 1969 consiguió reducir el tiempo de cambio de una prensa de 1000 toneladas, de 4 horas a 3 minutos.

Aunque se hable de reducción de tiempo de preparación a un dígito, esto no siempre será posible.

Hoy en día el sistema SMED es utilizado para optimizar cualquier cambio de utillaje en toda clase de máquinas. En este caso, la implantación del SMED es para su fin inicial, el cambio rápido de troquel.

Dicho sistema es un elemento de mejora continua que nace de la necesidad de reducir el tamaño de los lotes que pasaban por las prensas de estampación, optimizando para ello, el tiempo de cambio de un troquel a otro.

Según el Dr. Shigeo Shingo hay que distinguir entre dos tipos de ajustes o tiempos dentro de dicho sistema:

- Tiempos internos: se corresponden a las operaciones que se realizan con la máquina parada.
- Tiempos externos: se corresponden con las operaciones que se realizan con la máquina en marcha.

Introducción

Estos tiempos deberían unificarse en tiempos externos, de forma que no se perdiera tiempo cuando la prensa esta parada. En este caso, los operarios ya realizan el mayor número de operaciones con la máquina en marcha.

Hay dos formas de utilizar el tiempo reducido por el SMED:

- Aumentar la capacidad de producción
- Mejorar la flexibilidad del proceso de fabricación y reducir el stock.

En dicho proyecto, la finalidad es tanto mejorar la flexibilidad en las prensas, para poder atender a varios pedidos y clientes, como aumentar la capacidad de producción.

3.2. OBJETIVO

Los elementos principales del proyecto son las presas y las matrices, útiles donde se van a centrar todas las mejoras.

El objetivo es diseñar, desarrollar, aprobar e implantar distintas mejoras para que el tiempo de cambio de matriz en prensa se reduzca lo máximo posible y se realice de la manera más segura posible, tanto para las personas como para los bienes materiales.

Todas las mejoras que aparecen en el proyecto están aprobadas por la empresa, y se implantan según el plazo de entrega del proveedor.

Por otro lado, también se tiene en cuenta el factor de prioridad de la empresa, la producción, es decir, las mejoras se implantan en las prensas o en las matrices en el momento que surge una parada de utilización del útil, bien por cambio o bien por proceso de mantenimiento.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Empresa Estampaciones Modernas S.L. (Estamode) fue fundada en 1945, y se dedica a la estampación de chapa por prensado. Comenzó con la fabricación de pequeñas piezas para la industria del transformador eléctrico. Poco a poco fue creciendo hasta convertirse en una de las compañías más grandes del sector nacional.

En 2003 la empresa fue adquirida por el grupo SAMCA, grupo aragonés que impulsó su crecimiento y permitió su entrada en sectores de automoción, aerogeneración, elevación, transformación y otros ámbitos que requerían núcleos magnéticos, como los electrodomésticos. Su producción se basa en la estampación y empaquetado de núcleos magnéticos.

Hoy en día, Estamode es una empresa joven, fuerte y creativa, donde se trabaja con personas, para personas.

Está situada en Zaragoza (España). Debido a su rápido crecimiento en los últimos años, la empresa está sufriendo un cambio situacional, trasladándose del polígono El Portazgo a Empresarium, donde dispone de unas instalaciones nuevas, más amplias y con una capacidad de desarrollo mucho mayor para la empresa.



Imagen 1: Estampaciones Modernas S.L

La empresa cuenta con los siguientes equipos de trabajo y tecnologías, que le permiten tener la capacidad de crear prototipos, realizar pre-series e industrializar un producto para el cliente:

- Corte por Láser
- Fabricación de troqueles de pre-serie

DESCRIPCIÓN de la EMPRESA

- Equipos de ranurado de baja cadencia
- Utillajes de montaje
- Soldadura MIG, TIG
- Remachado
- Inyección de aluminio
- Rectificado de alta precisión
- Asesoramiento sobre materias primas
- Estampación
- Empaquetado
- Medios de transporte, tanto internos como externos
- Prensas industriales

La fabricación de Estampaciones Modernas se desarrolla mediante técnicas de línea de producción y fabricación en serie.

Con respecto a sus proveedores, la empresa cuenta con entidades de confianza, fácil accesibilidad, disposición y acuerdos económicamente a su capacidad.

Tanto los proveedores como los clientes son una figura importante en el ámbito empresarial, por ello, el trato desprendido por Estampaciones Modernas es como un trabajador propio de la empresa.

Su filosofía de trabajo es caminar con las personas que la rodean, por ello colaboran con sus clientes desde el principio, poniendo a su disposición su dilatada experiencia. El departamento de ingeniería está preparado para asesorar al cliente en todo momento.

El organigrama de la empresa cuenta con 3 departamentos principales:

- Dpto. Financiero y Administrativo
- Dpto. Comercial
- Dpto. Producción
 - Calidad
 - Ingeniería
 - Mantenimiento
 - Fabricación

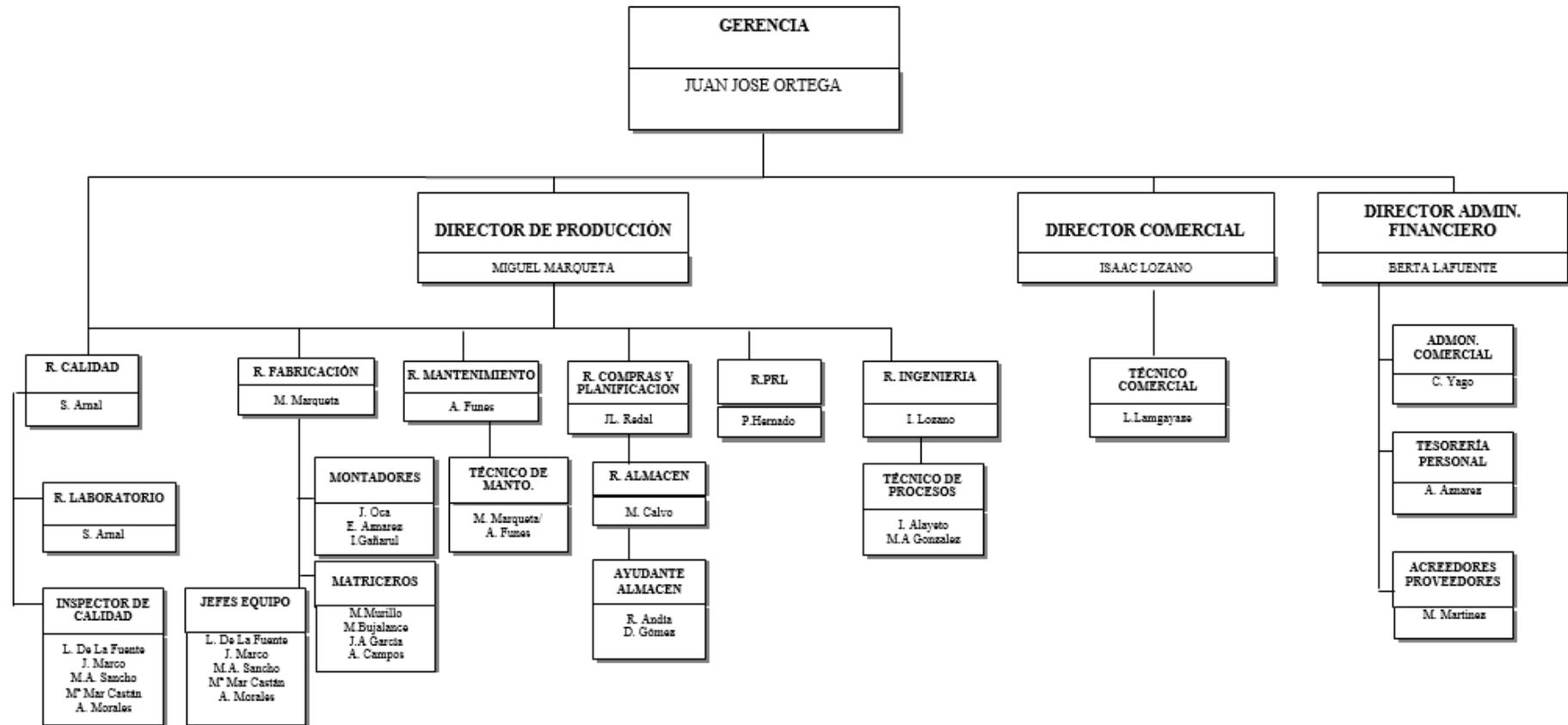
- Planificación
- Prevención de Riesgos Laborales

Dentro del departamento de producción se encuentra ingeniería, departamento al que estoy adjunto en mis prácticas en empresa y posteriormente como trabajador de dicha empresa.

Este sub-departamento es el encargado del diseño y compra de utillajes para la empresa, control de prensas, matrices y demás tecnologías, asesoramiento al cliente, innovación de la empresa y creación e implantación de proyectos. Por todo esto se puede decir que la producción de la empresa es dependiente de este departamento.

Con vistas a futuro, Estamode es una empresa con elevado crecimiento empresarial y personal, cuyo objetivo es aumentar al máximo su cuota de mercado.

A continuación se muestra una captura del organigrama de la empresa. El documento original se encuentra en la página 13 de los Anexos, anexo 11.



5. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El problema en el que se centra el proyecto es en el elevado tiempo que se utiliza para realizar el cambio de troquel. El tiempo de cambio se considera desde que el montador comienza a manipular la prensa hasta el momento que se puede fabricar la primera pieza con la nueva matriz.

Los principales puntos donde se centra el proyecto de optimización son la extracción e introducción de la matriz en prensa y su manipulación dentro de la misma.

Realizar mejoras en el cambio de los troqueles es una necesidad real dentro de la empresa. La presión de los clientes obliga a reducir tiempos en el cambio del troquel, de manera que se consiga ganar tiempo de funcionamiento de la prensa, que permita cumplir con los plazos y pedidos de los clientes actuales, y de nuevos, en un futuro.

El objetivo del proyecto es optimizar el tiempo de cambio y disminuir su dificultad a través de ayudas mecánicas, de forma que en un futuro cercano los operarios tengan la capacidad y facilidad para ayudar a los montadores o incluso realizar el cambio ellos mismo, dependiendo de la dificultad de los mismos.

La empresa cuenta con 12 prensas industriales en activo, además de 178 matrices, de las cuales unas 35 están en uso actualmente. El proyecto se va a llevar a cabo en las prensas de tamaño medio (E102 y E106) y tamaño superior (E107, E109 y E108 cuando se acabe de instalar en la empresa), ya que en estas se introducen las matrices con mayores dimensiones y peso, lo que conlleva una dificultosa manipulación de las mismas. También se llevan a cabo mejoras para la prensa E27, evitando así cambios de matrices.

Actualmente, estas prensas son las más utilizadas y a las que mayor rendimiento se saca en la empresa, ya que son ocupadas por los principales clientes de la entidad.

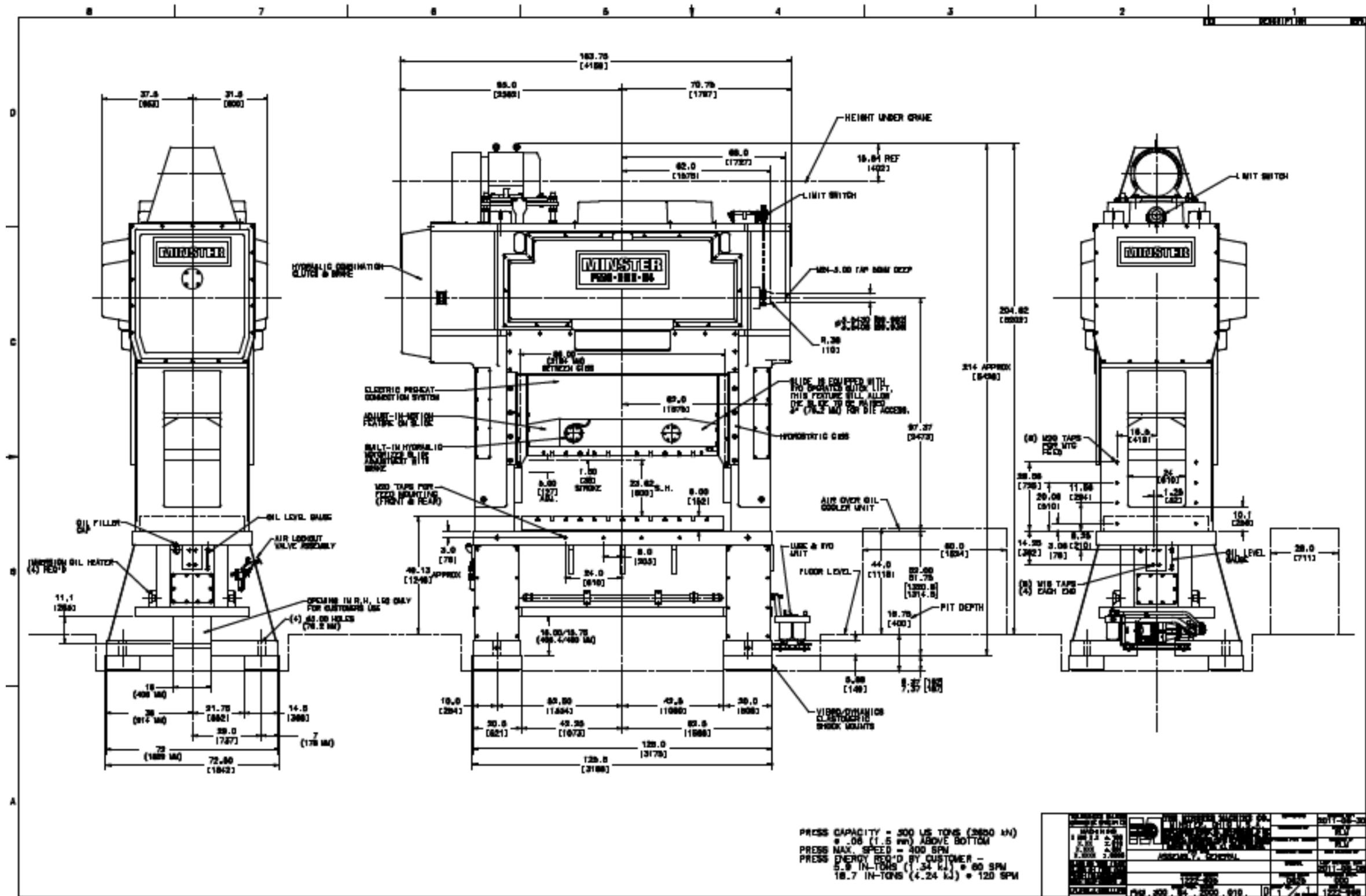
De las prensas nombradas, la E27 es la de menor tamaño, por lo que es la que menor tiempo de cambio necesita, debido a que las matrices que se utilizan son menores. Las prensas E102 y E106 son de dimensión mayor a la anterior, y por último la E107, E108 y E109, que son las más grandes con las que cuenta Estampaciones Modernas S.L.

Todas las acciones que se llevan a cabo en el proyecto se implantarán a lo largo del tiempo en todas las prensas. Debido al elevado coste económico que supone para la empresa, se implantarán con rapidez las acciones de mayor necesidad para la empresa.

ANTECEDENTES del PROYECTO

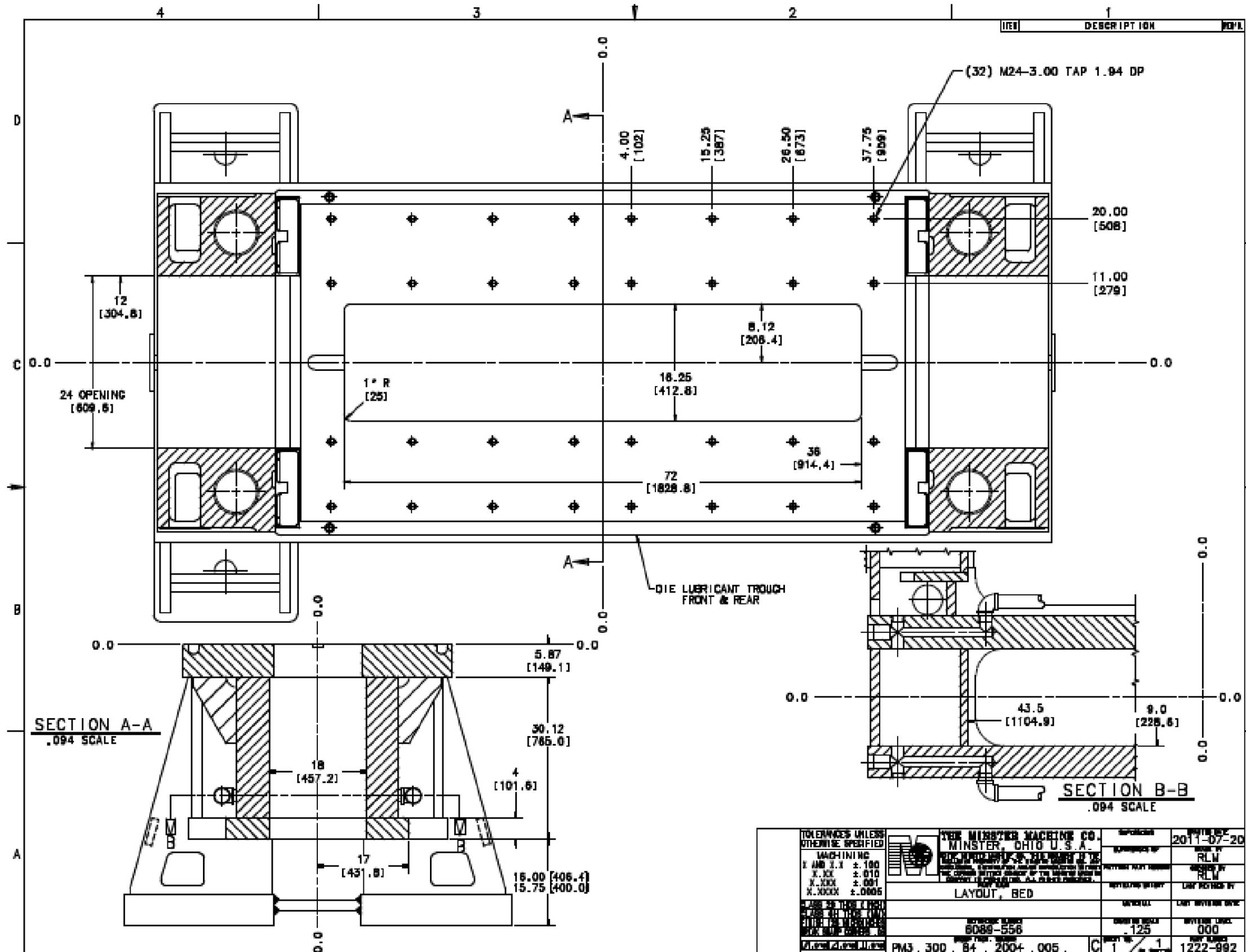
Las acciones de mejora se diferencian en dos fases: fase 1, las realizadas en una primera instancia; y fase 2, mejoras aprobadas y en proceso, pero aun no implantadas en la empresa.

5.1. VISUALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE PRENSAS IMPLICADAS



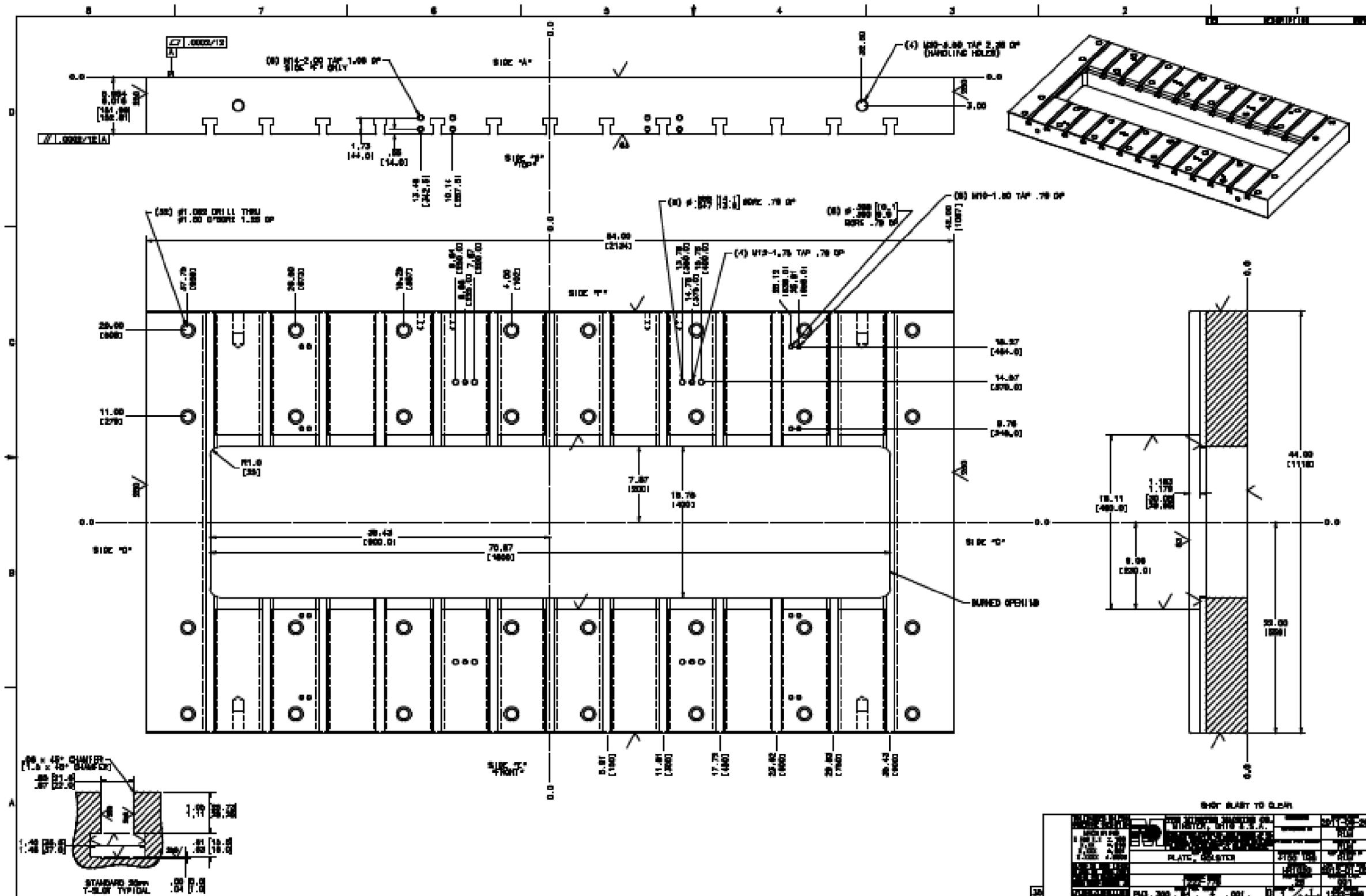
Esta página está en blanco intencionadamente





Esta página está en blanco intencionadamente





Esta página está en blanco intencionadamente



Los planos anteriores se corresponden a la prensa E107. Todos los planos de prensa, independientemente de la marca presentan gran similitud, por lo que solo adjunto un plano modelo.

En dichos planos se pueden observar todas las cotas de prensa, tanto de su exterior como de su hueco de prensa. Para este proyecto será necesario conocer cotas como:

- Cotas de la bancada original de prensa, parte fundamental para la adaptación de una matriz a prensa. Es necesario conocer su altura y la posición de los amarres en T.
- Cotas del mazo, se necesitan saber la posición de los amarres para situar la prensa.
- Altura de alimentación.
- Carrera del pisón, que es el recorrido que tiene la prensa para dar un golpe.
- Abertura de cierre sobre la mesa, que es la medida máxima que podrá tener una matriz para introducirse en esa presa. Es necesario comentar, que no todas las matrices pueden introducirse en todas las prensas, ya que los dimensionamientos son una restricción.

5.1.1.1. Prensa E27



Imagen 2: Prensa E27

ANTECEDENTES del PROYECTO

Características de prensa:

- Longitud máxima de matriz: 1000 mm
- Tonelaje máximo: 125 Tn
- Altura más pequeña de hueco: 490 mm
- Altura más grande de hueco: 550 mm
- Altura alimentación mínima: 280 mm
- Altura alimentación máxima: 330 mm

5.1.1.2. Prensa E102



Imagen 3: Prensa E102

Características de prensa:

- Longitud máxima de matriz: 1230 mm
- Tonelaje máximo: 125 Tn
- Altura más pequeña de hueco: 457,2 mm
- Altura más grande de hueco: 508 mm
- Altura alimentación mínima: 266,7 mm
- Altura alimentación máxima: 342,9 mm

Adjunto plano original de la Bancada E102 de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 7, anexo 5.

5.1.1.3. Prensa E106



Imagen 4: Prensa E106

Características de prensa:

- Longitud máxima de matriz: 1575 mm
- Tonelaje máximo: 200 Tn
- Altura más pequeña de hueco: 631,8 mm
- Altura más grande de hueco: 708 mm
- Altura alimentación mínima: 450 mm
- Altura alimentación máxima: 526 mm

ANTECEDENTES del PROYECTO

5.1.1.4. Prensa E107



Imagen 5: Prensa E107

Características de prensa:

- Longitud máxima de matriz: 2150 mm
- Tonelaje máximo: 300 Tn
- Altura más pequeña de hueco: 625 mm
- Altura más grande de hueco: 752 mm
- Altura alimentación mínima: 400 mm
- Altura alimentación máxima: 600 mm

Adjunto plano original de la bancada y el mazo de la prensa E107 de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 4 y 9 respectivamente, anexos 2 y 7.

5.1.1.5. Prensa E108

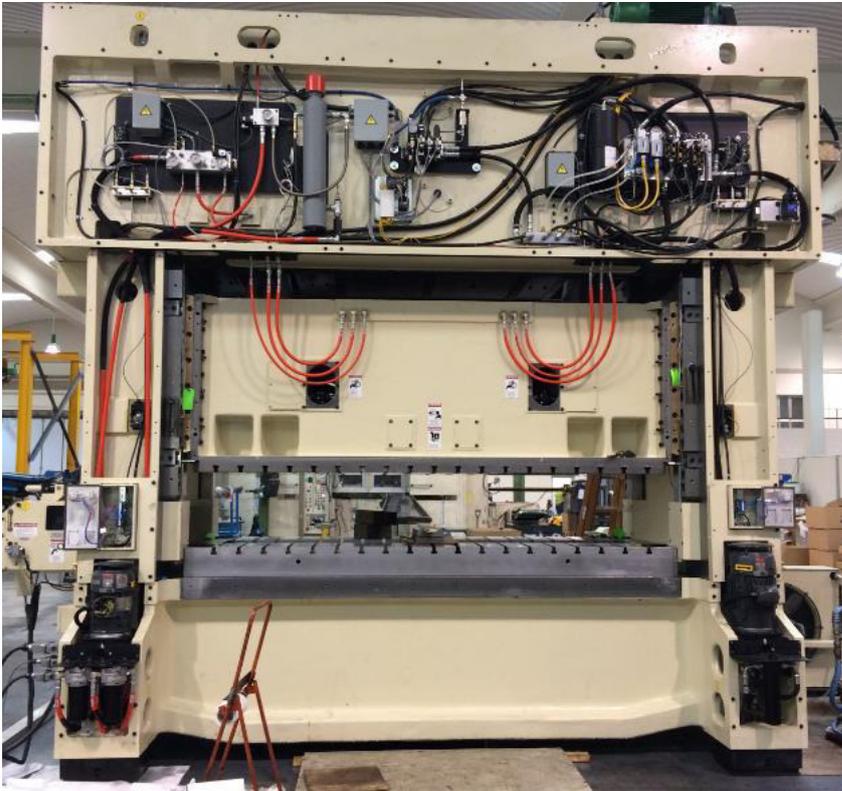


Imagen 6: Prensa E108

Características de prensa:

- Longitud máxima de matriz: 3048 mm
- Tonelaje máximo: 315 Tn
- Altura más pequeña de hueco: 600 mm
- Altura más grande de hueco: 630 mm
- Altura alimentación mínima: 380 mm
- Altura alimentación máxima: 510 mm

Adjunto plano original de la bancada y el mazo de la prensa E108 de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 5 y 10 respectivamente, anexos 3 y 8.

ANTECEDENTES del PROYECTO

5.1.1.6. Prensa 109



Imagen 7: Prensa E109

Características de prensa:

- Longitud máxima de matriz: 2400 mm
- Tonelaje máximo: 400 Tn
- Altura más pequeña de hueco: 490 mm
- Altura más grande de hueco: 590 mm
- Altura alimentación mínima: 210 mm
- Altura alimentación máxima: 250 mm

Adjunto plano original de la bancada y el mazo de la prensa E109 de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 6 y 11 respectivamente, anexos 4 y 9.

5.2. METODOLOGÍA DE CAMBIO ACTUAL

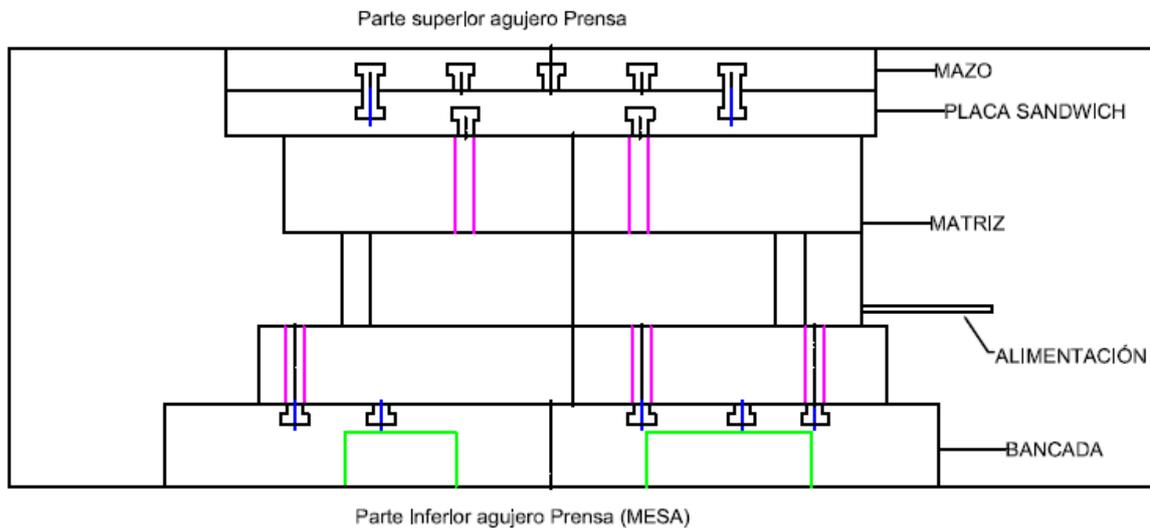


Imagen 8: Matriz en prensa

La metodología actual de cambio de troquel comienza con una orden de cambio a los matriceros, por parte de su correspondiente jefe de turno, siempre delegada desde el director de producción. En dicha orden se comunica la prensa en la que se va a producir el cambio, la matriz que debe de retirar y la nueva matriz que ha de introducir en la prensa.

El montador procede a coger su carro de herramientas y se desplazada a la prensa para empezar el cambio. En primer lugar, procede a la desconexión de los amarres prensa-troquel, de carácter mecánico en la mayor parte de las prensas de la empresa. Para ello requiere ayuda de llaves Allen o inglesas.

Seguidamente desconecta tanto los servos como las pequeñas conexiones eléctricas y electrónicas, que proporcionan y ayudan al movimiento de la matriz con la prensa.

Una vez está la matriz desvestida, es decir, desunida de la prensa, se procede a la desconexión tanto de la bandeja de entrada de material como de los elementos que facilitan la salida de piezas (cintas transportadoras). Todo este proceso requiere un costo de tiempo en torno a unos 20 minutos, con dos operarios trabajando.

La función de la bandeja de entrada es guiar el rollo de chapa hacia la matriz, de forma que se introduzca de la manera correcta. Antes de entrar en la prensa, el rollo de chapa se aplana pasando por unos rodillos, es empujado por un motor que se encuentra

ANTECEDENTES del PROYECTO

conectado a la prensa, y que tiene la capacidad para ir introduciendo la cantidad de chapa necesaria según la alimentación requerida.

La función de las cintas transportadoras es transportar las piezas desde la bancada o la matriz, dependiendo donde este el agujero de salida, y llevarlas hasta el operario, que realizará la tarea pertinente.

Seguidamente se procede a levantar el mazo superior de la prensa para generar hueco de manipulación en el interior de la misma. De esta forma el montador ya puede sacar la matriz del interior de la prensa. Para ello se ayuda de una carretilla elevadora.

Estas carretillas elevadoras soportan un peso máximo de 5500kg y permiten al operario manipular la matriz.

Se trata de un proceso costoso en la mayoría de las ocasiones, en el que la integridad de las tecnologías recae en las habilidades del montador. Dependiendo de la adaptación de la matriz y de la bancada, este proceso puede alargarse hasta un 50% más del tiempo mínimo, es decir, si los utillajes cuentan con orificios para la entrada de las palas de la carretilla, o no. En el caso de no contar con estos orificios el tiempo de extracción se multiplica.

Bien se quita solo la matriz o la matriz y la bancada juntas. Esto depende si la bancada actual se utiliza para la matriz que se va a introducir o se necesita introducir una nueva bancada para la nueva matriz.

El caso de tener que quitar matriz y bancada conlleva poner la nueva bancada antes que la matriz, por lo que el tiempo de cambio aumenta, ya que esta debe ser centrada y amarrada a la prensa.

La actividad de quitar la matriz, almacenarla y traer la nueva tiene un costo de tiempo de unos 7 minutos en caso de contar con orificios para las uñas del toro. En el caso contrario el tiempo asciende hasta los 14 minutos.

En el caso de tener que poner la nueva bancada el tiempo de cambio puede aumentar desde 20 minutos, para las bancadas bien adaptadas, hasta 50 minutos para las bancadas con problemas de manipulación y amarre.

Una vez la prensa está vacía el proceso a seguir es el contrario al descrito anteriormente.

El montador procede a coger con la carretilla elevadora la matriz a conectar y se desplaza hasta la prensa. Una vez allí, centra de manera visual la carretilla frente al agujero de la prensa para meter la nueva matriz y se asegura de que la altura entre el mazo y la mesa de la presa es suficiente para introducir el nuevo troquel. Este proceso

puede requerir de indicaciones cuando el tamaño de la matriz es similar al del hueco de prensa. Se trata de acto con grave peligro material, ya que se puede caer la matriz, se pueden producir toques del troquel con la prensa o causar cualquier desperfecto con la carretilla. En el caso de suceder cualquier accidente material, la probabilidad de accidente humano se eleva peligrosamente.

Cuando ya se tiene el hueco regulado y la carretilla centrada se procede a introducir la matriz al interior de la prensa. Este es el proceso donde mayor pérdida de tiempo se produce.

Como he comentado anteriormente, la introducción de la matriz deriva a regular la altura necesaria entre mazo y mesa, interior de la prensa, meter la matriz de forma cuidadosa y sin golpes, y dejarla de forma centrada, ya que puede romperse en caso de no encontrarse centrada respecto a la prensa. Esto se debe a que la distribución de la fuerza de la prensa debe ser similar en todos los puntos de la matriz.

En los casos en los cuales la matriz va muy ajustada en al agujero de la prensa, tanto vertical como horizontalmente, el tiempo necesario es mayor, ya que es necesario contar con dos operarios de apoyo para evitar toques con la matriz a la prensa y causar desperfectos en ambos elementos.

Para centrar la matriz se requiere de la ayuda de una cinta métrica, de forma que quede centrada tanto a lo largo del hueco de la prensa como a lo ancho.

Este proceso de introducción y centrado presenta un costo de tiempo en torno a los 40 minutos.

Una vez se encuentra la matriz centrada el siguiente paso es amarrarla a la prensa a través de los calzos. Seguidamente se procede a conectar, los servos si es necesario, y las conexiones electrónicas y eléctricas de troquel a prensa. Una vez conectada la matriz, el montador pone las cintas o tecnologías necesarias para la salida de piezas y regula la entrada de la materia prima.

Este proceso es una acción sencilla, cuya mayor pérdida de tiempo se produce en la búsqueda de los amarres necesarios. La acción de amarre de la matriz a la prensa con las bridas y calzos lleva alrededor de 35 minutos realizarla, mientras que las conexiones y las cintas una media de 30 minutos, causándose la mayor pérdida de tiempo cuando las conexiones electrónicas no han sido modificadas correctamente para la nueva matriz.

Para terminar con el cambio de matriz, el siguiente paso es regular el golpe de la prensa. Con ayuda de un matricero, el encargado de poner apunto los troqueles, el

ANTECEDENTES del PROYECTO

montador regula la altura a la que debe situarse el mazo superior de la prensa para que la marca que se produzca en la chapa sea la correcta. De esta forma se cercioran de que la huella de la matriz corta correctamente y a la altura necesaria.

Por último, el paso final es sacar varias piezas para ver si la matriz funciona correctamente. En caso de ser correctas se procede a la puesta en marcha general de la prensa y a la fabricación de piezas. En caso de ser incorrectas, serán los matriceros quienes intenten solucionar el problema de la matriz en ese mismo lugar si es posible, y si no es posible, se procede a desconectar toda la matriz y sacarla de la prensa para poder abrirla y corregirla.

Una vez se dé el visto bueno a la pieza, la prensa esta lista para fabricar, por lo que el cambio habrá finalizado.

El proceso de regulación de la huella perdura un tiempo medio de unos 10 minutos, mientras que la obtención de las pruebas presenta un tiempo medio de unos 25 minutos. En este proceso es necesario comprobar con los elementos de medida la calidad de las piezas y comprobar que están en los intervalos predeterminados.

5.2.1. Tiempos de cambio

El proceso de toma de datos ha perdurado en torno a tres meses. Todos los datos han sido medidos manualmente por mí, presenciando todos los cambios que justifico posteriormente. Ha sido necesaria la ayuda de un cronometro y una hoja de cambio para especificar el tiempo de duración de cada etapa. Todos los datos referidos a tiempos, han sido tomados personalmente en la empresa.

Dicha hoja de cambio, la he realizado para facilitar mi toma de datos y su posterior manipulación.

En cada hoja de cambio se incluyen 6 cambios de matriz, los cuales están resumidos en 8 puntualizaciones generales que ayudan a visualizarlo más fácilmente. Las prensas de principal actividad en el proyecto cuentan con una hoja de cambio individual, donde se describen estos 6 cambios y se realiza una media de cada una de sus etapas, y una media de cambio final.

Por otro lado se puede observar una hoja de cambio auxiliar donde se describen los tiempos de cambio de las prensas que no intervienen directamente en dicho proyecto.

GRANDES	E 107	E 107	E107	E107	E 107	E 107	Tiempo Medio
	Se pone Se quita						
Quitar cintas y desvestir matriz	14 min	17 min	20 min	35 min	16 min	18 min	20 min
Almacenar actual y traer Nueva Matriz	7 min	8 min	9 min	7 min	7 min	8 min	8 min
Poner bancada	42 min	0 min	0 min	60 min	50 min	0 min	25 min
Meter Matriz en Prensa	35 min	33 min	40 min	60 min	35 min	40 min	41 min
Amarrarla (calzos y bridas)	45 min	30 min	25 min	30 min	40 min	25 min	33 min
Conexiones, cintas etc.	26 min	29 min	30 min	30 min	27 min	25 min	28 min
Ajuste del Corte	10 min	10 min	10 min	10 min	9 min	12 min	10 min
Pruebas	25 min	25 min	20 min	25 min	25 min	20 min	23 min
TOTAL CAMBIO	204 min	152 min	154 min	257 min	209 min	148 min	187 min

Tabla 1: Tiempos E107

ANTECEDENTES del PROYECTO

	E 108	Tiempo Medio					
	Se pone Se quita						
Quitar cintas y desvestir matriz		20 min	22 min	-	-	-	21 min
Almacenar actual y traer Nueva Matriz		8 min	9 min	-	-	-	9 min
Poner bancada	0 min	0 min	0 min	-	-	-	0 min
Meter Matriz en Prensa	45 min	33 min	35 min	-	-	-	38 min
Amarrarla (calzos y bridas)	45 min	30 min	30 min	-	-	-	35 min
Conexiones, cintas etc.	30 min	29 min	26 min	-	-	-	28 min
Ajuste del Corte	15 min	15 min	12 min	-	-	-	14 min
Pruebas	40 min	15 min	20 min	-	-	-	25 min
TOTAL CAMBIO	175 min	150 min	154 min	-	-	-	160 min

Tabla 2: Tiempos E108

	E 109	Tiempo Medio					
	Se pone Se quita						
Quitar cintas y desvestir matriz	22 min	25 min	24 min	30 min	25 min	28 min	26 min
Almacenar actual y traer Nueva Matriz	8 min	9 min	10 min	7 min	9 min	10 min	9 min
Poner bancada	0 min						
Meter Matriz en Prensa	36 min	30 min	40 min	35 min	40 min	36 min	36 min
Amarrarla (calzos y bridas)	15 min	20 min	15 min	18 min	18 min	20 min	18 min
Conexiones, cintas etc.	30 min	25 min	24 min	32 min	27 min	33 min	29 min
Ajuste del Corte	12 min	16 min	20 min	14 min	15 min	16 min	16 min
Pruebas	25 min	20 min	22 min	25 min	25 min	10 min	21 min
TOTAL CAMBIO	148 min	145 min	155 min	161 min	159 min	153 min	154 min

Tabla 3: Tiempos E109

ANTECEDENTES del PROYECTO

MEDIANAS	E102	E102	E102	E102	E102	E102	Tiempo Medio
	Se pone Se quita						
Quitar cintas y desvestir matriz	30 min	32 min	28 min	26 min	24 min	22 min	27 min
Almacenar actual y traer Nueva Matriz	7 min	7 min	7 min	7 min	8 min	10 min	8 min
Poner bancada	0 min	0 min					
Meter Matriz en Prensa	25 min	30 min	28 min	24 min	29 min	31 min	28 min
Amarrarla (calzos y bridas)	15 min	20 min	18 min	22 min	28 min	25 min	21 min
Conexiones, cintas etc.	15 min	20 min	18 min	21 min	25 min	23 min	20 min
Ajuste del Corte	15 min	10 min	17 min	15 min	20 min	25 min	17 min
Pruebas	15 min	20 min	22 min	18 min	30 min	22 min	21 min
TOTAL CAMBIO	122 min	139 min	138 min	133 min	164 min	158 min	142 min

Tabla 4: Tiempos E102

	E106	E106	E106	E106	E106	E106	Tiempo Medio
	Se pone Se quita						
Quitar cintas y desvestir matriz	30 min	27 min	25 min	25 min	32 min	28 min	28 min
Almacenar actual y traer Nueva Matriz	7 min	8 min	9 min	9 min	8 min	11 min	9 min
Poner bancada	0 min						
Meter Matriz en Prensa	35 min	33 min	38 min	39 min	40 min	34 min	37 min
Amarrarla (calzos y bridas)	16 min	20 min	22 min	22 min	28 min	22 min	22 min
Conexiones, cintas etc.	18 min	19 min	20 min	20 min	26 min	21 min	21 min
Ajuste del Corte	17 min	10 min	16 min	16 min	19 min	20 min	16 min
Pruebas	20 min	20 min	18 min	18 min	18 min	25 min	20 min
TOTAL CAMBIO	143 min	137 min	148 min	149 min	171 min	161 min	152 min

Tabla 5: Tiempos E106

ANTECEDENTES del PROYECTO

PEQUEÑAS	E27	E27	E27	E27	E27	E27	Tiempo Medio
	Se pone Se quita						
Quitar cintas y desvestir matriz	30 min	25 min	28 min	27 min	25 min	33 min	28 min
Almacenar actual y traer Nueva Matriz	8 min	9 min	7 min	8 min	10 min	9 min	9 min
Poner bancada							
Meter Matriz en Prensa	12 min	10 min	10 min	7 min	10 min	11 min	10 min
Amarrarla (calzos y bridas)	17 min	15 min	15 min	16 min	20 min	25 min	18 min
Conexiones, cintas etc.	35 min	32 min	30 min	31 min	34 min	31 min	32 min
Ajuste del Corte	36 min	15 min	20 min	24 min	22 min	15 min	22 min
Pruebas	15 min	22 min	20 min	16 min	17 min	25 min	19 min
TOTAL CAMBIO	153 min	128 min	130 min	129 min	138 min	149 min	138 min

Tabla 6: Tiempos E27

Resto de Prensas	E1	E4	E13	E26	E39	E103
	Se pone Se quita					
Quitar cintas y desvestir matriz	15 min	18 min	20 min	15 min	37 min	30 min
Almacenar actual y traer Nueva Matriz	8 min	8 min	9 min	15 min	10 min	7 min
Meter Matriz en Prensa	10 min	10 min	15 min	10 min	10 min	25 min
Amarrarla (calzos y bridas)	15 min	16 min	20 min	15 min	20 min	25 min
Conexiones, cintas etc.	20 min	18 min	15 min	25 min	25 min	50 min
Ajuste del Corte	15 min	12 min	15 min	12 min	15 min	10 min
Pruebas	20 min	20 min	15 min	20 min	22 min	25 min
TOTAL CAMBIO	103 min	102 min	109 min	112 min	139 min	172 min

Tabla 7: Tiempos Resto de prensas

ANTECEDENTES del PROYECTO

En la tabla anterior se pueden observar todos los tiempos medios de cambio de cada una de las prensas con las que cuenta la empresa.

Teniendo en cuenta la distribución por fases de las mejoras, para cada prensa se describe el tiempo de antecedente de cambio, que es el tiempo antes de comenzar el proyecto de mejora; el tiempo tras las mejoras, se corresponde al tiempo de cambio una vez implantadas las mejoras, es decir, la optimización real; y el tiempo estimado de mejora, correspondiente a la optimización prevista en el lanzamiento de la mejora.

La mejora bien se traduce en tiempo, o bien, en algunos casos, en polivalencia, es decir, capacidad para introducir varias matrices en distintas prensas. Con este aspecto no se consigue reducción de tiempo, sino servicio a clientes. Esta mejora tiene una repercusión directa en la producción de la empresa, favoreciendo la versatilidad a la hora de fabricar.

Esta será una de mis responsabilidades en la empresa como ingeniero.

Se puede observar que hay prensas afectadas por las optimizaciones de la fase 1, de la fase 2 o de ambas, dependiendo de la necesidad de la empresa.

6. MEJORAS

Con el fin de optimizar el proceso se han llevado a cabo acciones de mejora tanto de reducción de tiempo, como de polivalencia de algunas presas.

Este conjunto de mejoras se distribuyen en dos fases:

- Fase 1: donde se incluyen aquellas medidas que ya se han implantado en la empresa.
- Fase 2: aquellas mejoras validadas y aprobadas por la empresa, pero que por motivo de su fabricación el proveedor aun no las ha entregado.

6.1. MEJORAS DE FASE 1

Estas mejoras de optimización ya se han implantado en la cadena de producción y son un beneficio actual en la empresa.

Las mejoras que se han llevado a cabo son:

- Libro técnico.
- Diseño e implantación de bancada para prensa E27.
- Diseño e implantación de bancada para prensa E107.
- Diseño de amarres estándar para todas las prensas.
- Colocación de un par de ménsulas.
- Circuito hidráulico y regletas de bolas para E102.

MEJORAS

6.1.1. Libro técnico

Dentro del departamento de Ingeniería se utilizan bases de datos y hojas de cálculo donde se encuentra toda la información de prensas y matrices con la que cuenta la entidad.

Con el fin de mejorar su manejabilidad y utilidad, he recopilado toda la información sobre las prensas y matrices con las que cuenta la empresa, y he creado un libro técnico.

En este libro aparece cada una de las prensas con sus respectivas características y todas las matrices con sus características físicas y de operatividad. Esta información ya estaba en la empresa, mi función ha sido ir más allá, creando y mejorando hojas imprimibles que se rellenan automáticamente nombrando matriz y prensa.

Estas hojas te permiten combinar las matrices y las prensas, y mostrar una solución sobre si son compatibles para producir o no.

A continuación muestro las hojas de impresión donde se resume la implementación matriz – prensa.

Adjunto PDF del Libro Técnico original de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 25, 26 y 27 respectivamente, anexos 15 y 16.

ADAPTACIÓN DE MATRICES								
MATRIZ	360-AMN	PRENSA:	E107	DESCRIPCIÓN	Matriz ABB 112-2 AWEBA	FECHA:	09-feb-17	
1.- RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LA MATRIZ								
LARGO	ANCHO	ALTO MATRIZ CERRADA	ALTURA ALIMENTACIÓN	ANCHO BANDA	PASO	EMBRIDAJE PARTE SUPERIOR	EMBRIDAJE PARTE INFERIOR	TONELAJE REQUERIDO
1290	600	395	195	180	180	0	0	0
ALTURA BANCADA	ALTURA PLACA INFERIOR	ALTURA PLACA SANDWICH						
180	110	0						
2.- PRENSA Y COMPROBACIÓN DE ALTURAS								
			ALTURAS PERMITIDAS EN PRENSA		ALTURAS DE ALIMENTACIÓN			
PRENSA SELECCIONADA	LONGITUD MÁX. MATRIZ	TONELAJE MÁX.	ALTURA MÁS PEQUEÑA	ALTURA MÁS GRANDE	ALT ALIMENTACIÓN MÍNIMA	ALT ALIMENTACIÓN MÁXIMA	ANCHO MÁXIMO BANDA	AVANCE POSIBLE DE BANDA
E107	2150	300	625	752	400	600	0	0
OK/NOK	OK	OK	OK		OK		NOK	COMPROBAR
Bancada 1	Largo	Ancho	Alto	Placa 1	Largo	Ancho	Alto	
UBAN-A107-01	2134	1120	153	0	0	0	0	
Bancada 2	Largo	Ancho	Alto	Placa 2	Largo	Ancho	Alto	
0	0	0	0	0	0	0	0	
Bancada 3	Largo	Ancho	Alto	Placa 3	Largo	Ancho	Alto	
0	0	0	0	0	0	0	0	
Bancada 4	Largo	Ancho	Alto	Placa 4	Largo	Ancho	Alto	
0	0	0	0	0	0	0	0	

Imagen 9: Adaptación de matrices

En esta primera imagen se muestra parte de la hoja imprimible, donde se describen las características de la matriz y las características de la prensa, además de los utillajes con los que cuenta cada una de las prensas.

En las casillas de MATRIZ y PRENSA, se puede seleccionar cualquier matriz y cualquier prensa de la empresa. Su validez de adaptación se detecta en el punto número dos, en la casilla OK/NOK, donde los puntos principales son las alturas, la longitud de matriz y las alturas de alimentación. Si estas delimitaciones se cumplen, en una primera valoración, la matriz podría incluirse en la prensa.

Esta primera hoja fue creada por mi tutor Isaac Lozano, y mi labor ha sido vincularla dentro del libro técnico creado.

CARACTERISTICAS BASICAS PRENSA

DESCRIPCIÓN MÁQUINA				
Máquina:	E1			
Marca:	Minster	Potencia:	60	Tn
Modelo:	P2-60-32	Sentido avance:	Izquierda-Derecha	
Velocidad:	100 - 800	Peso Máquina:	0	

RANGOS				
Longitud máxima matriz (L):	810 mm	Carrera:	25,4 mm	
Altura Carrera abajo regulación arriba (A):	431,8 mm	Regulación:	25,4 mm	
Altura Carrera abajo regulación abajo (B):	406,4 mm			
Altura de alimentación óptima (C):	200 mm	Espiga de centraje:	76 h7	
Altura de alimentación máxima (D):	227 mm	Ancho chaveta:	25,1	
Altura de alimentación mínima (E):	173 mm	Topes de centraje:	ND	

PLANOS					
Plano Mazo:	Em0026	Plano Prensa:	Em0728	Plano Colectores:	Em0271

Otros Planos:					
Descripción	Nº Plano	Descripción	Nº Plano	Descripción	Nº Plano

EMPAQUETADO				
Sistema de Empaquetado:	SI	Medidor de espesores fleje	NO	
Marca empaquetado	OMRON	Sistema de Giro	NO	

UTILLAJES

BANCADAS (mm)							
Código	Plano	Largo (G)	Ancho (H)	Alto (I)	Largo Placa (J)	Ancho Placa (K)	Profundidad Placa (L)
UBAN-A01	Em0024	805	635	120	600	180	44
UBAN-B01	Em0490	805	635	60	660	250	19
UBAN-C01	Em0729	805	735	44	600	180	34
0	0	0	0	0	0	0	0

PLACA SANDWICH (mm)				
Código	Plano	Largo(mm)	Ancho(mm)	Alto(mm)
UPSU-001-01	0	790	380	47
UPSU-001-02	0	790	380	70
UPSU-001-03	0	790	380	35
UPSU-001-04	Em0730	805	735	30

ALIMENTADOR		ENDEREZADOR		DEVANADORA	
Marca	Zehnder&Sommer	Marca	LARA	Marca	Litell
Tipo	Electrónico	Nº de rodillos	10 Abajo/9 Arriba	Tipo (simple / Doble)	Doble
Modelo	Tipo EV 122 TM	Diámetro rodillos	0	Modelo	0
Ancho de banda máximo (mm)	220	Modelo	EM 250V	Peso bobina MAX (kg)	1136,36
Espesor de banda (mm)	0,05 - 6,5	Ancho máximo fleje (mm)	250	Ancho máximo fleje (mm)	304,8
Precisión (mm)	0,02/-0,02	Ancho mínimo fleje (mm)	0	Ancho mínimo fleje (mm)	0
Largo de avance (mm)	0,1 - 10000	Velocidad máxima (m/min)	0	Diámetro exterior máximo (mm)	1016
Velocidad (GPM)	máx. 160 (m/min)	Espesor mínimo fleje (mm)	0	Diámetro Interior mínimo (mm)	340
		Espesor máximo fleje (mm)	0	Diámetro Interior máximo (mm)	520,7

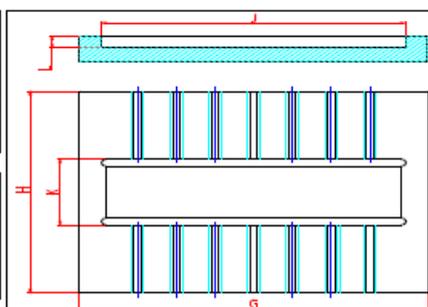
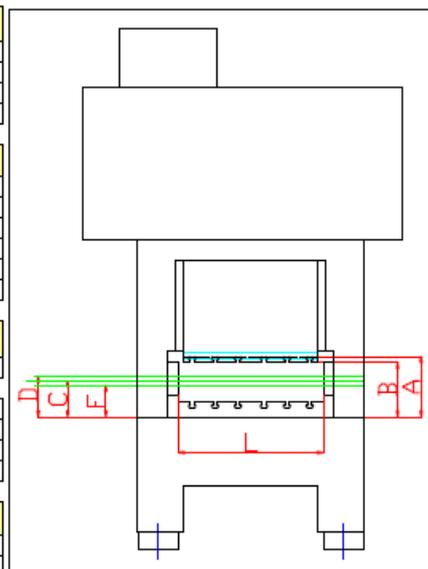


Imagen 10: Características básicas de prensa

MEJORAS

En esta segunda imagen se observa la hoja de características de prensa, donde se muestran detalladamente todas las peculiaridades de la prensa.

Están detallados los números de plano de prensa, correspondientes al archivo interno de ingeniería.

También se detallan todos los utillajes con los que cuenta la prensa, tanto bancadas como placa sándwich, así como sus medidas principales.

Externo a la prensa, se muestran las características del alimentador, encargo de introducir la chapa a la prensa con un paso determinado, el enderezador, encargado de que la chapa entre de forma horizontal a la matriz, y la devanadora, máquina donde se monta la bobina de chapa.

En este caso, esta hoja imprimible la he realizado yo mismo, con el objetivo de tener en un mismo papel todos los factores y características que intervienen en prensa.

6.1.1.1. Mejora

El objetivo de este libro técnico era facilitar el trabajo de adaptación matriz – prensa al departamento de ingeniería de la empresa, y por lo tanto, a mí mismo en un futuro.

Este objetivo se ha conseguido, y con creces, ya que la consulta de si una matriz puede trabajar en una prensa se ha reducido a poner en una Excel, el nombre de la matriz y de la prensa. Anteriormente, estos datos se hallaban tomando las medidas necesarias cada vez que se quería hacer una combinación no común.

Esta hoja se complementa con los croquis de cada matriz, que voy realizando poco a poco en la empresa, y los planos de bancadas y placas sándwich, observando así los puntos de amarre y la salida de piezas de la matriz.

6.1.2. Diseño e implantación de bancada para prensa E27

El diseño de esta bancada nace con el objetivo de poder introducir 2 matrices, con un alto grado de necesidad de producción en la empresa, en la prensa E27.

De este modo, la mejora que se ha conseguido es tener la capacidad de producir más piezas para este cliente, o tener la versatilidad de poder utilizar estas dos matrices en otra prensa más. También, aunque con menor importancia, se ha producido una reducción de 5 min en el cambio, respecto al tiempo de cambio medio de la prensa E27.

En cuanto a la bancada, cuenta con amarres a medida para estas dos matrices, medidas que facilitan el amarre matriz-prensa. Estos amarres están diseñados conforme a la norma DIN 650.

La bancada está diseñada para sacar las piezas por la parte delantera y realizar el cambio por la parte trasera, de forma que no se tengan que quitar las cintas cuando se realiza el cambio. Por problemas de espacio, hasta que esta prensa no esté en las nuevas instalaciones no se podrá aprovechar esta mejora, ya que se sacan las piezas y se cambia la matriz por la misma parte de la prensa.

Otras de las medidas tomadas en la bancada es la posibilidad de ser retirada a partir de las uñas de la carretilla. Los agujeros de salida de piezas están diseñados de manera que permitan introducir las palas de la carretilla para sacar y poner la bancada de una forma más rápida.

La nueva bancada se coloca sobre la mesa de prensa, y su forma de sujeción es a través de 6 tornillos que atraviesan los dos útiles hasta la prensa. La nueva bancada cuenta con los 6 agujeros pasantes para los tornillos.

Otra característica de las bancadas, en general, es su hueco central. Este hueco central puede servir para la salida de chatarra o bien, para la salida de piezas. Normalmente, como en este caso, se crea un agujero interior de menor medida y altura de forma que si se quiere tapar, se pueda colocar una superficie de dicha medida.

Para llevar a cabo el diseño del plano y la fabricación de la bancada ha sido preciso hablar e interactuar constantemente con los montadores. La validez y los detalles de la bancada los determina el propio operario, ya que será el quien la tenga que utilizar y manipular.

No obstante, para realizar el proceso de diseño, fabricación y puesta en marcha he seguido los siguientes pasos:

MEJORAS

1.- Apuntar y registrar las características de las matrices. En este proceso he medido ambas matrices y he comprobado que tenían las mismas dimensiones. Sabido esto he realizado un croquis de la matriz para posicionar las ranuras de amarre en la bancada. Importante poner la matriz en la bancada respecto al centro de esfuerzos de la prensa, de forma que no se deforme la matriz durante la estampación.

2.- Estudiar las características de la prensa para determinar la altura de la nueva bancada, ya que la prensa tiene un hueco útil determinado.

3.- Estudiar, recopilar y decidir la utilización de una placa sándwich. En este caso por problemas de sujeción en prensa y altura mínima del hueco de prensa ha sido necesario utilizar una placa sándwich ya fabricada, que casualmente ha servido para estas matrices.

4.- Diseñar la bancada. En el diseño de la bancada se ha tenido en cuenta una posible conexión de regletas de bolas, para ello ha sido necesario realizar una ranuras en forma de T de acuerdo con la norma DIN 650 T-slots. También se han tenido en cuenta factores como el hueco de caída de chatarra y piezas, tamaño de alojamientos para tornillos, chaflanes y material de construcción.

5.- Estudiar el mercado de proveedores y pedir presupuestos. He contactado con dos proveedores actuales de la empresa, cuyos trabajos son acordes a las especificaciones requeridas.

6.- Seleccionar proveedor. He seleccionado el proveedor cuya precisión de medidas es mayor y mejores acabados proporciona, ya que la diferencia económica no era notable. Las condiciones de pago y de entrega son las proporcionadas por el Grupo de empresas.

7.- Solicitud de pedido interna y pedido de compra.

8.- Recepción del producto. Verificación de las medidas y el cumplimiento del plazo de entrega.

9.- Rectificación. Una vez el producto esta verificado, internamente, en el departamento de matricería, se rectifica la bancada. El fin de este proceso es quitarle unas centésimas por ambas caras de la bancada de forma que quede lo más plana posible. La máquina encargada de este proceso es la rectificadora.

10.- Puesta en prensa. Una vez rectificada, la bancada esta lista para poner en prensa según orden de producción.

El resultado final es la utilización de la nueva bancada en la prensa E27 con las matrices previamente dichas. La siguiente fotografía muestra cómo se representa en prensa la nueva mejora:

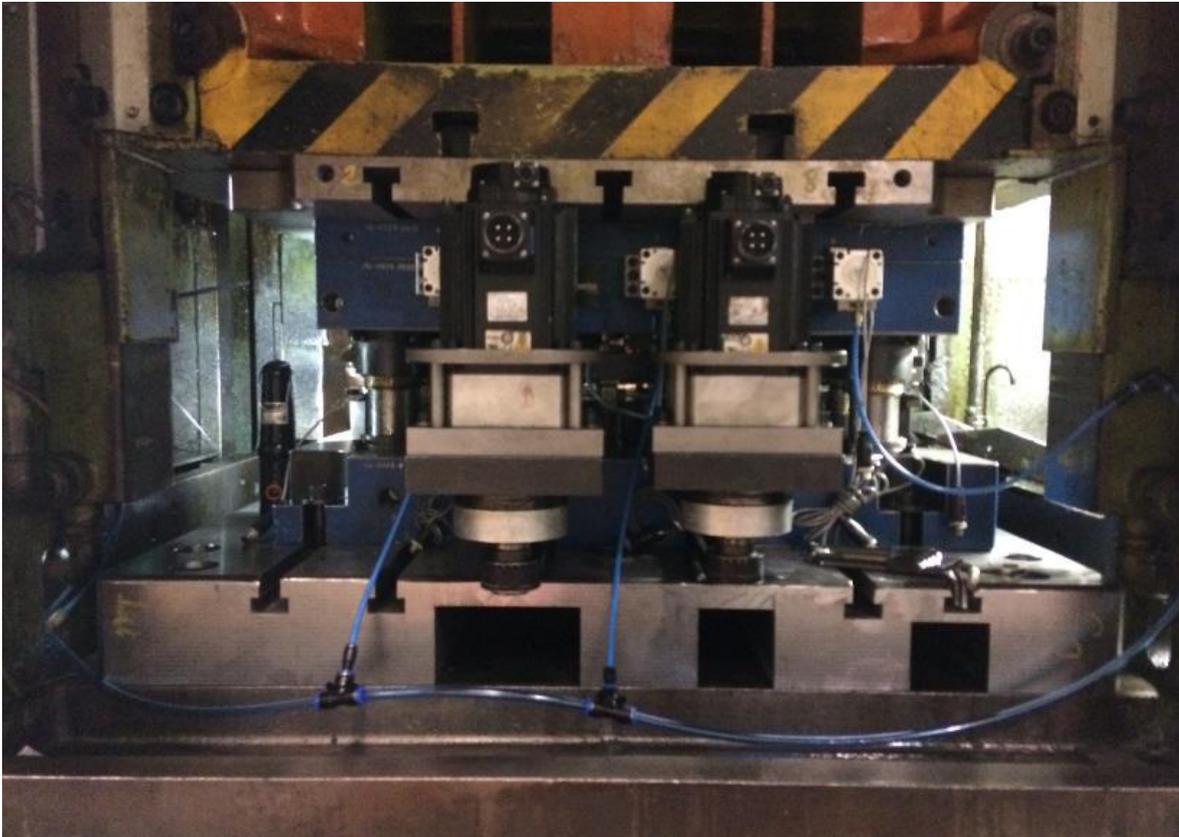


Imagen 11: Bancada operativa E27

El proceso de fabricación del proveedor fueron 3 semanas, y la nueva bancada se introdujo en prensa una semana después de su llegada a la empresa.

A continuación, adjunto el plano (em-0986) que he diseñado para la fabricación de la bancada. Dicho plano ha sido enviado al proveedor para llevar a cabo la fabricación.

Seguidamente adjunto el pedido de compra al proveedor. El pedido de compra sigue el formato de la empresa, su función es validar la oferta del suministrador para que empiece la fabricación del pedido.

MEJORAS

6.1.2.1. Útiles adaptados

Las dos matrices presentan características similares y producen el mismo producto.

Internamente en la empresa, estas matrices se denominan 378 CMC Y 379 CMC. Anteriormente estas 2 matrices eran solamente introducidas en la prensa E102.

Como se puede observar en las descripciones de prensa anteriores, la E27 y la E102 presentan características de trabajo similares.

Las principales características de las matrices 378 CMC y 379 CMC son:

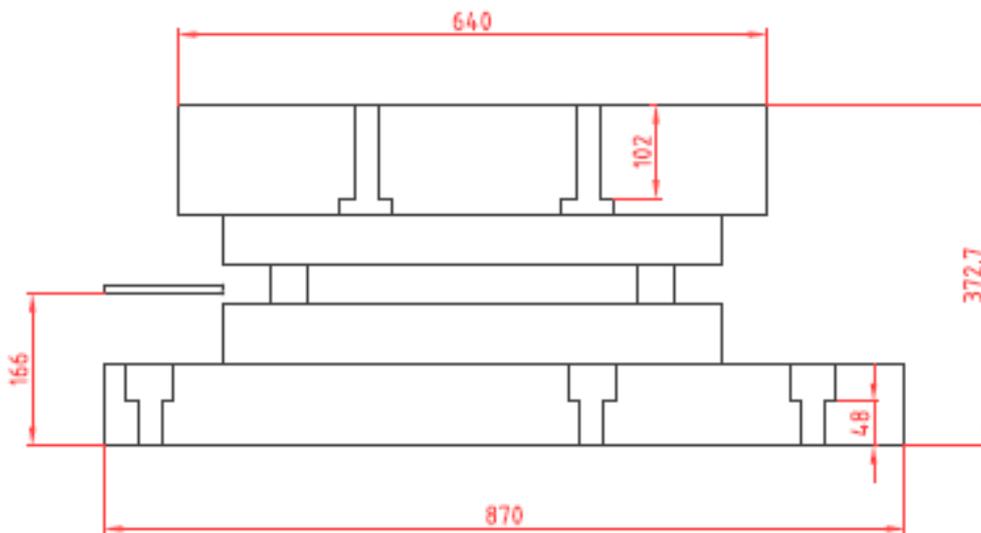


Imagen 12: Croquis matriz 378 CMC y 379 CMC

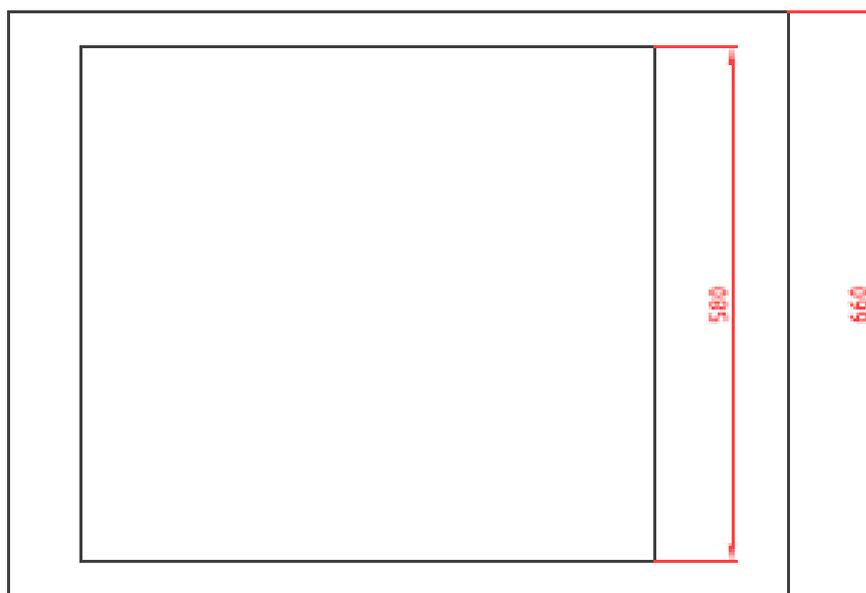


Imagen 13: Croquis matriz 378 CMC y 379 CMC

- Largo: 640 mm la parte de arriba y 870 mm la parte de abajo.
- Ancho: 580 mm la parte de arriba y 660 mm la parte de abajo.
- Altura de matriz cerrada: 372.7 mm
- Altura de alimentación: 166 mm
- Amarre superior: 102 mm
- Amarre inferior: 48 mm

Cabe destacar la complejidad a la hora de poner estas matrices en presa, ya que cuentan con un gran número de conexiones electrónicas y eléctricas, y con 2 servos, que transmiten el movimiento en grados a las huellas de la matriz.



MEJORAS

Esta página está en blanco intencionadamente

6.1.2.2. Plano de diseño bancada

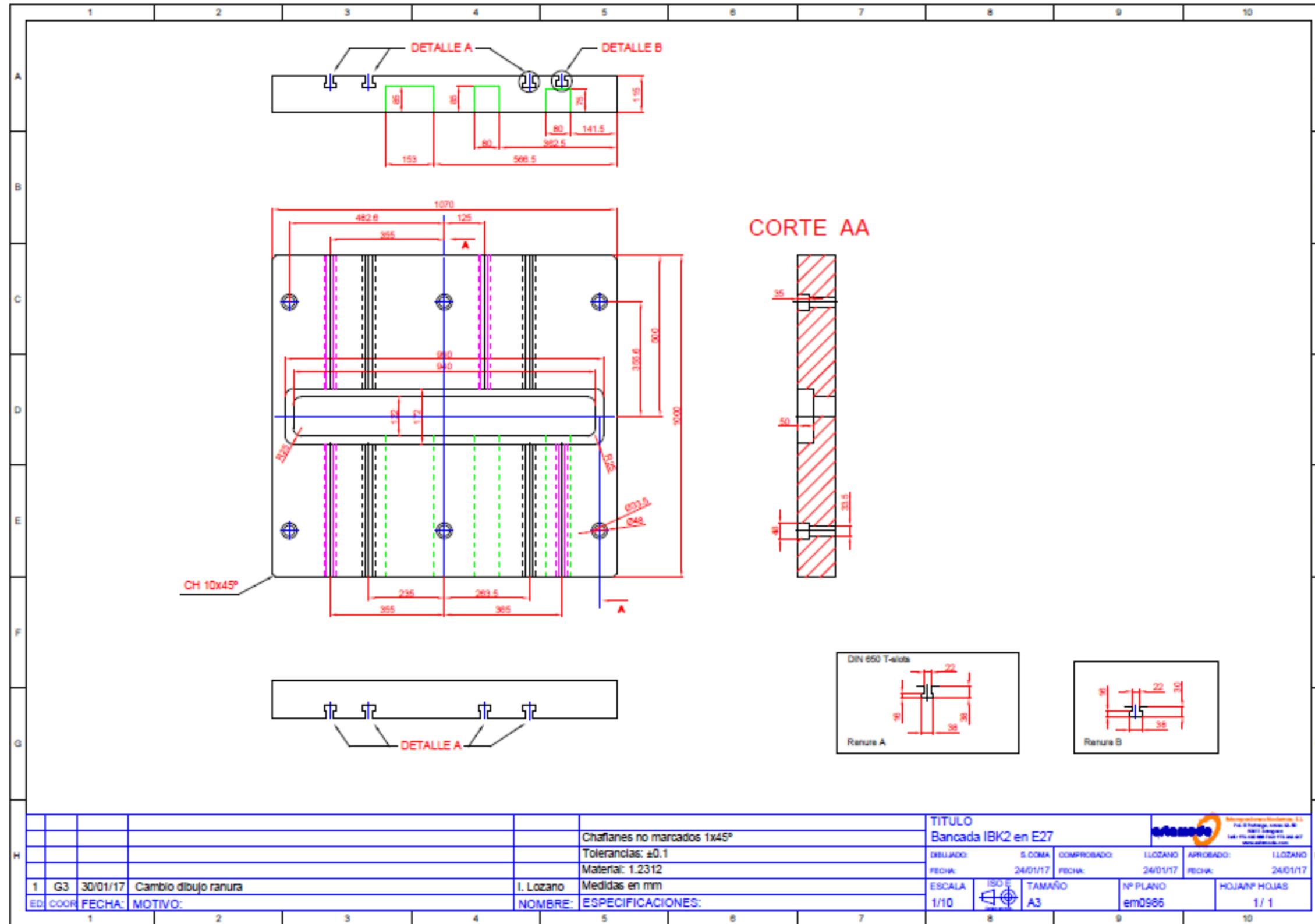


Imagen 14: CAD bancada E27



Esta página está en blanco intencionadamente

6.1.2.3. Pedido de compra



OFICINA CENTRAL / DATOS FISCALES FACTURACION

Polígono El Portazgo, nave 47
50011 ZARAGOZA (España)
TELÉFONO: 976460888
FAX: 976346447
NIF: E8850026525

Página 1 of 1
01.02.2017 12:16:29
version 0

Pedido de compras

Dirección Proveedor
NEFTALI MONTESINOS URQUEL C/ BOGOTA 32, NAVE 10 E-50498 LA MUELA

Dirección de envío material
ESMO Zaragoza Polígono El Portazgo, nave 47 50011 ZARAGOZA (España) TEL/FAX: 976460888 / 976346447

Dirección de envío factura
ESTAMODE Polígono El Portazgo, nave 47 50011 ZARAGOZA(España) TEL/FAX: 976460888 / 976346447

Información	
Número de pedido	4500539976
Fecha	01.02.2017
Nº Proveedor	16919
Moneda	EUR
Condiciones de pago	P019
Descripción	A 60 DIAS VTOS. 15 Y 25
Via de pago	Pago Confirming Domic.Banc.
Comprador	Compras ESMO
Teléfono	976460888
Fax	976346447
Mall	comprasesmo@samca.com
Fecha de entrega	09.02.2017
Incoterms	N/A
Descripción	N/A
Incoterms (2)	N/A

Posición	Material/Descripción	Cantidad	UM	Precio	Importe
10	Bancada IBK2 en E27 Desglose de repartos 0001 09.02.2017 Posiciones con Lista de materiales	1,00	UN	5.680,00 EUR	/ 1 UN 5.680,00
				Importe neto	5.680,00
				Importe total	5.680,00

INSTRUCCIONES PARA EL VENDEDOR:

El presente pedido de compras está sujeto a las condiciones generales de compra que se encuentran publicadas en la web:

http://www.samca.com/condiciones_generales/compra.php?idioma=es

En albaranes y tras. citar pedido y nº proveedor. No se recepcionará material que no venga acompañado de su alb. de entrega.

COMPRUEBEN PRECIO Y PLAZO DE ENTREGA Y ENVÍEN CONFIRMACION DE PEDIDO

Documento Informático, NO PRECISA FIRMA.

(Purchasing/Accounting)

MEJORAS

6.1.2.4. Mejora

- Capacidad de mayor producción.
- Versatilidad para producción.
- Optimización de tiempo en cambio.

Adjunto plano original de la nueva bancada de la prensa E27 de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 8, anexo 6.

Bancada E27

	Tiempo Actual de Cambio	Mejora ESTIMADA	Mejora	Tiempo de cambio tras mejora
E1	103 min			
E4	102 min			
E13	109 min			
E26	112 min			
E27	138 min	-	5 min	133 min
E39	139 min			
E102	142 min			
E103	172 min			
E106	152 min			
E107	187 min			
E108	160 min			
E109	154 min			

Tabla 8: Mejora bancada E27

6.1.3. *Diseño e implantación de bancada para prensa E107*

La prensa E107 es una de las prensas de mayor tamaño de la empresa, por lo que todos los útiles que le corresponden son de gran tamaño y complejidad.

Con el objetivo de poder aumentar la producción de un cliente ha sido necesario el diseño de esta nueva bancada, para poder introducir sus matrices dentro de la prensa E107.



Imagen 15: Nueva Bancada E107

Anteriormente, en momentos puntuales, se introducía alguna de las anteriores matrices mediante una solución provisional, elevándolas con mazos de acero. La forma de introducirla ponía en riesgo los bienes materiales y la integridad física de los montadores. Con la solución actual se pueden introducir todas las matrices del cliente sin riesgos materiales ni humanos, y facilitando y reduciendo el tiempo de cambio. La optimización conseguida en el cambio es de 47 min. Este tiempo se corresponde aproximadamente al tiempo de cambio de bancada. Esto se debe a que una vez puesta en la bancada en la prensa no se debe quitar para introducir estas matrices, por ello se gana tiempo de cambio respecto a su antecedente.

Con el diseño de esta nueva bancada se buscaba también, tener la salida de piezas por la parte delantera de la prensa, de forma que los cambios se pudieran realizar por la parte trasera. De esta forma, a la hora de realizar el cambio de matriz no se tiene que perder tiempo en poner y quitar las cintas de salida de piezas, lo que supone una optimización en el tiempo de cambio.

MEJORAS

Por otro lado, gracias a que la bancada cuenta con amarres a medida para estas matrices, se producirá otra pequeña optimización de tiempo en el cambio.

Por último, otra de las medidas tomadas en la bancada, es la posibilidad de ser retirada a partir de las uñas de la carretilla. Los agujeros de salida de piezas están diseñados de manera que permitan introducir las palas de la carretilla para sacar y poner la bancada de una forma más rápida.

La nueva bancada se coloca sobre la bancada o mesa de prensa, y su forma de sujeción es a través de 4 tornillos que atraviesan los dos útiles hasta la prensa. El utillaje cuenta con 4 agujeros pasantes para los tornillos.

Para llevar a cabo el proceso de diseño, fabricación y puesta en marcha de la bancada he seguido los siguientes pasos:

1.- Apuntar y registrar las características de las matrices. En este proceso he medido las 4 matrices y he procedido a hacer sus respectivos croquis en CAD. Una vez se tienen las ranuras de amarre de cada una de las matrices, ya se los amarres que he de colocar en la bancada.

2.- Estudiar las características de prensa. Esta es una de las labores más costosas antes de empezar el diseño de la bancada. Es necesario conocer la altura de matriz cerrada de todas las matrices y el hueco útil de prensa, para determinar la altura de la nueva bancada. Además es necesario estudiar y verificar si la prensa puede amarrarse en el mazo o necesita placa sándwich. En este caso el amarre es en el mazo, porque no se puede poner una placa por medida y porque coinciden los amarres.

3.- Diseñar la bancada. En el diseño de la bancada se ha tenido en cuenta una posible conexión de regletas de bolas, para ello ha sido necesario realizar una ranuras en forma de T de acuerdo con la norma DIN 650 T-slots. Es importante colocar las ranuras de cada matriz intentando que quede en el centro de la bancada y de la prensa, de manera que durante la estampación los esfuerzos estén correctamente repartidos y no se deforme el troquel. También se han tenido en cuenta factores como el hueco de caída de chatarra y piezas, tamaño de alojamientos para tornillos, chaflanes y material de construcción.

4.- Selección de proveedor. He contactado directamente con el proveedor que realizó la anterior bancada, ya que el trabajo estaba correctamente definido. Las condiciones de pago están estandarizadas por el Grupo.

5.- Solicitud de pedido interna y pedido de compra.

6.- Recepción del producto. Verificación de las medidas y el cumplimiento del plazo de entrega.

7.- Rectificación. Una vez el producto esta verificado, internamente, en el departamento de matricería, se rectifica la bancada. El fin de este proceso es quitarle unas centésimas por ambas caras de la bancada de forma que quede lo más plana posible. La máquina encargada de este proceso es la rectificadora.

8.- Puesta en prensa. Una vez rectificada, la bancada esta lista para poner en prensa según orden de producción.

El tiempo de fabricación del producto ascendió hasta 3 semanas y la puesta en marcha en la empresa 1 mes, debido a necesidades de producción.

A continuación, adjunto dos imágenes del producto en su primera inserción en la prensa E107.



Imagen 16: Montaje nueva bancada E107

MEJORAS



Imagen 17: Nueva Bancada E107 en prensa

Esta mejora viene ligada a mejoras posteriores como la implantación de regletas de bolas en las bancadas, los amarres estándar o el implemento para carretilla. Son mejoras independientes, pero su funcionalidad dependen unas de otros.

A continuación, adjunto el plano (em-1002) que he diseñado para la fabricación de la bancada. Dicho plano ha sido enviado al proveedor para llevar a cabo la fabricación.

Seguidamente adjunto el presupuesto del proveedor y su posterior pedido de compra al.

El pedido de compra sigue el formato de la empresa, su función es validar la oferta del suministrador para que empiece la fabricación del pedido.

6.1.3.1. Útiles adaptados

El cliente cuenta con 4 matrices que realizan distintos productos. Las zonas de amarre de las matrices no son iguales en todas ellas, por lo que la bancada se ha tenido que adaptar a cada una de las matrices.

Internamente en la empresa, estas matrices se denominan 370 AMR, 363 AMR, 369 AMR y 376 AMR. Anteriormente estas matrices eran solamente introducidas en la prensa E109.

Como se puede observar en las descripciones de prensa anteriores, la prensa E107 y E109 presentan características de trabajo similares.

A continuación adjunto el croquis de las 4 matrices sobre las que se ha adaptado la bancada.

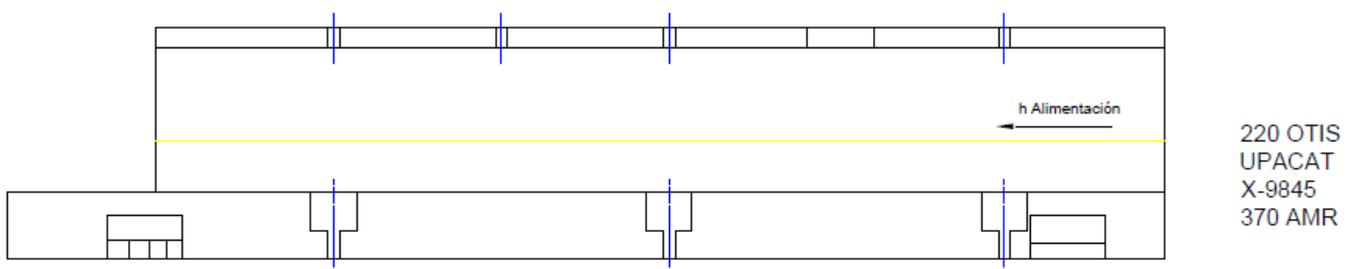


Imagen 18: Croquis Matriz 370 AMR

- Largo: 2070 mm
- Ancho: 731 mm
- Altura de matriz cerrada: 417 mm
- Altura de alimentación: 214 mm
- Amarre superior: 37 mm
- Amarre inferior: 50 mm

MEJORAS

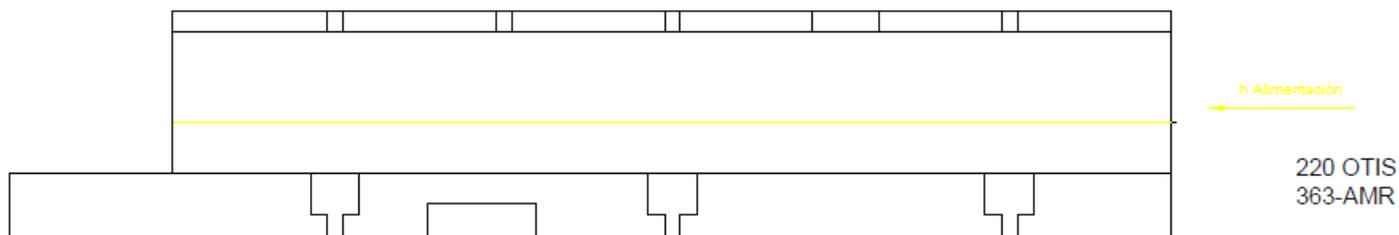


Imagen 19: Croquis Matriz 363 AMR

- Largo: 2068 mm
- Ancho: 820 mm
- Altura de matriz cerrada: 428 mm
- Altura de alimentación: 220 mm
- Amarre superior: 37 mm
- Amarre inferior: 50 mm

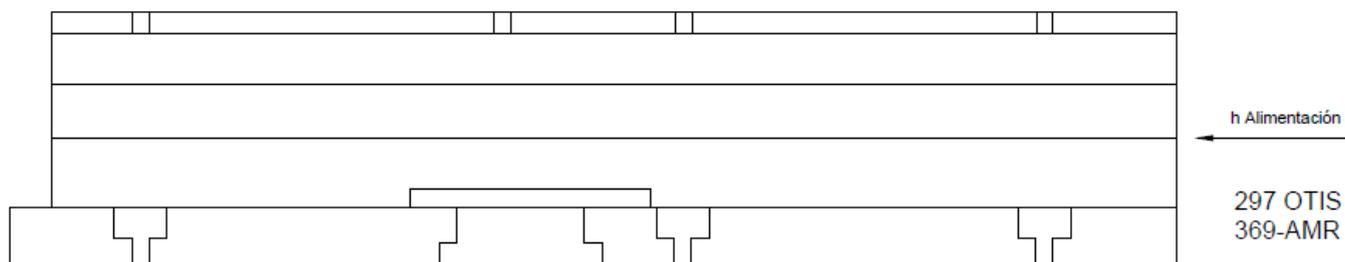


Imagen 20: Croquis Matriz 369 AMR

- Largo: 1937 mm
- Ancho: 820 mm
- Altura de matriz cerrada: 430 mm
- Altura de alimentación: 218 mm
- Amarre superior: 36 mm
- Amarre inferior: 50 mm

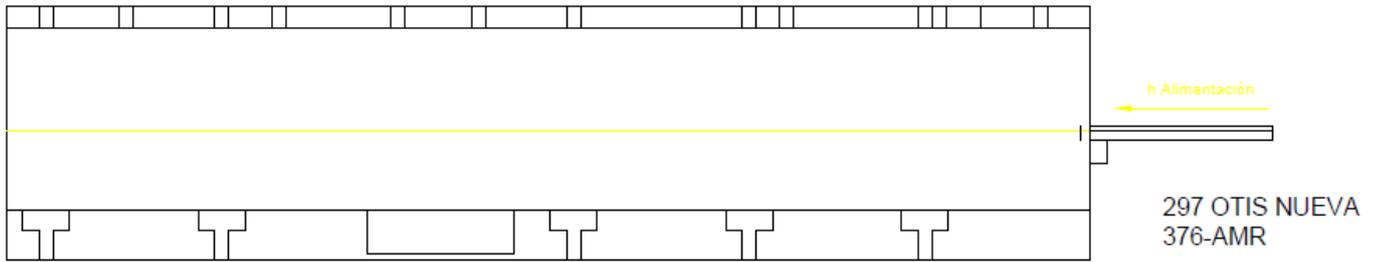


Imagen 21: Croquis Matriz 376 AMR

- Largo: 2160 mm
- Ancho: 800 mm
- Altura de matriz cerrada: 435 mm
- Altura de alimentación: 220 mm
- Amarre superior: 37 mm
- Amarre inferior: 50 mm



MEJORAS

Esta página está en blanco intencionadamente

6.1.3.2. Plano diseño bancada

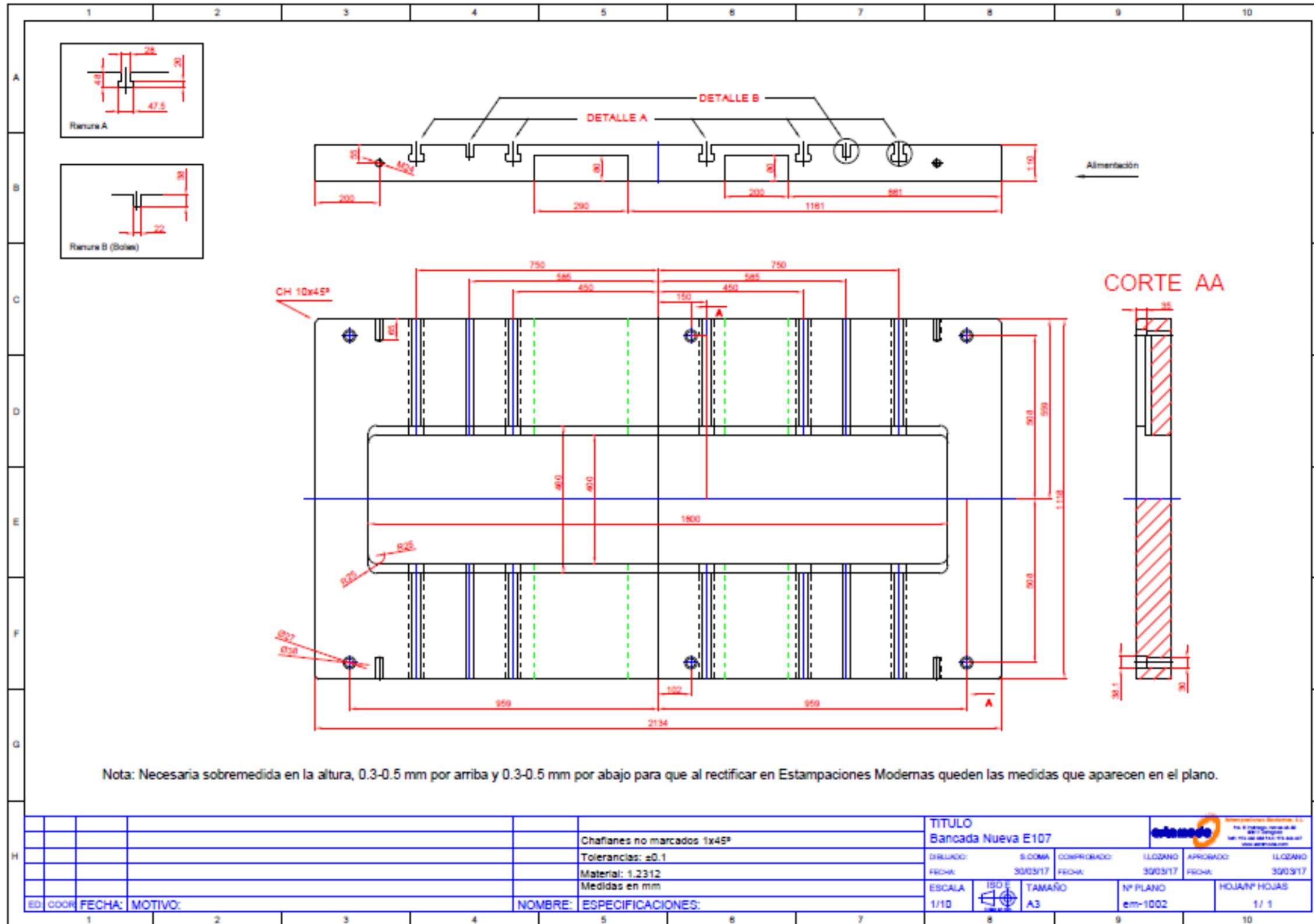


Imagen 22: CAD Bancada E107



Esta página está en blanco intencionadamente

6.1.3.3. Presupuesto/Pedido de compra



Neftalí Montesinos Urgel
CIF: 73089771A
Polígono Centrovía C/ Bogotá nº 32 Nave 10
50198 LA MUELA (Zaragoza)

ESTAMPACIONES MODERNAS S.L.
Paseo Independencia 21 Km 2400
50001 Zaragoza
CIF: B-50026525

PRESUPUESTO

Nº	FECHA	COD. CLI.	REF. PROD.	Nº ALBARÁN
17-505	13/03/2017	15		

CONCEPTO	Nº PIEZA	CANTIDAD	MECANIZADO	HORAS	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
Bancada E 107		1			3.050,00 €	3.050,00 €
					Material	6.812,50 €
					1.2312	
IMPORTE BRUTO	PORTES	ENTREGAS A CUENTA	BASE IVA	IVA %	IMPORTE IVA	TOTAL
9.862,50 €			9.862,50 €	21%		
Firmado						

De conformidad con la ley orgánica 15/1999 de Protección de Datos de carácter personal, le informamos que sus datos personales serán incluidos dentro de un fichero autorizado bajo la responsabilidad de MECANEF con la finalidad de atender los compromisos derivados de la relación que mantenemos con usted.
Puede ejercer sus derechos de acceso, cancelación, rectificación y oposición mediante un escrito dirigido a MECANEF POLÍGONO CENTROVÍA C/ BOGOTÁ Nº 32 NAVE 10.

MEJORAS



OFICINA CENTRAL / DATOS FISCALES FACTURACION

Polígono El Portazgo, nave 47
50011 ZARAGOZA (España)
TELEFONO: 976460888
FAX: 976346447
NIF: ESB50026525

Página 1 of 1
17.03.2017 08:33:09
version 0

Pedido de compras

Dirección Proveedor
NEFTALI MONTESINOS URGEL C/ BOGOTA 32, NAVE 10 E-50498 LA MUELA

Dirección de envío material
ESMO Zaragoza Polígono El Portazgo, nave 47 50011 ZARAGOZA (España) TELFAX: 976460888 / 976346447

Dirección de envío factura
ESTAMODE Polígono El Portazgo, nave 47 50011 ZARAGOZA (España) TELFAX: 976460888 / 976346447

Información	
Número de pedido	4500549342
Fecha	17.03.2017
Nº Proveedor	16919
Moneda	EUR
Condiciones de pago	P019
Descripción	A 60 DIAS VTOS. 15 Y 25
Vía de pago	Pago Confirming Domic.Banc.
Comprador	Compras ESMO
Teléfono	976460888
Fax	976346447
Mail	comprasismo@samca.com
Fecha de entrega	30.03.2017
Incoterms	N/A
Descripción	N/A
Incoterms (2)	N/A

Posición	Material/Descripción	Cantidad	UM	Precio	Importe
10	Bancada E107 Según su presupuesto 17-505 de fecha 13/03/2017 Desglose de repartos 0001 30.03.2017 Posiciones con Lista de materiales	1,00	UNI	9.862,50 EUR	/ 1 UNI 9.862,50
Importe neto					9.862,50
Importe total					9.862,50

INSTRUCCIONES PARA EL VENDEDOR:

El presente pedido de compras está sujeto a las condiciones generales de compra que se encuentran publicadas en la web:
http://www.samca.com/condiciones_generales/compra.php?idioma=es
En albaranes y fras. citar pedido y nº proveedor. No se recepcionará material que no venga acompañado de su alb.de entrega.
COMPRUEBEN PRECIO Y PLAZO DE ENTREGA Y ENVIEN CONFIRMACION DE PEDIDO
Documento informático, NO PRECISA FIRMA.
(Purchasing/Accounting)

6.1.3.4. Mejora

- Capacidad de mayor producción.
- Versatilidad para producción.
- Optimización de tiempo en cambio.
- Mayor facilidad en el cambio de troquel.
- Seguridad en el cambio.

Adjunto plano original de la nueva bancada de la prensa E107 de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 12, anexo 10.

Bancada E107

	Tiempo Actual de Cambio	Mejora ESTIMADA	Mejora	Tiempo de cambio tras mejora
E1	103 min			
E4	102 min			
E13	109 min			
E26	112 min			
E27	133 min			
E39	139 min			
E102	142 min			
E103	172 min			
E106	152 min			
E107	187 min	30 min	35 min	152 min
E108	160 min			
E109	154 min			

Tabla 9: Mejora Bancada E107

6.1.4. Diseño de amarres estándar para todas las prensas

Para llevar a cabo posteriores mejoras de cambio rápido de troquel es necesaria la estandarización de elementos.

Esta es una de las principales metas del Sistema SMED y mi objetivo en mi posterior incorporación a la empresa.

Para la utilización de las ménsulas y el implemento de carretilla, es necesaria la incorporación de amarres en las bancadas de las prensas. Para que todos estos elementos de cambio pudieran utilizarse en todas las prensas, procedí al diseño de unos amarres estándar para todas ellas.

A partir de esta estandarización, todos los elementos comprados y diseñados para utilizar este utillaje deberán contar con el diseño de amarre actual.

La idea de utilizar este tipo de amarre viene de las ménsulas o consolas con las que cuenta la empresa.

Las consolas son elementos de fabricante, por lo que su forma de amarre y de operatividad está determinada. En cuanto al implemento para carretilla, es un elemento específico mandado diseñar por la empresa, por lo que su forma de amarre se podía definir por conveniencia. Por todo esto, decidí utilizar la forma de amarre de las consolas y diseñar de forma acorde el implemento.

Las consolas contaban con un par de amarres a prensa, por lo que ha sido necesario diseñar 4 pares más para otras prensas.

Actualmente, el amarre se ha colocado en la prensa E106 y en la prensa E102, donde se utilizaran las consolas de cambio rápido.

Posteriormente, durante el mes de julio, se va a proceder a su instalación en las prensas E107, E108 y E109, donde tendrá su principal actividad el implemento para carretilla.

Para llevar a cabo su diseño se han tenido en cuenta varios aspectos definidos en los siguientes pasos:

1.- Toma de contacto con la empresa fabricante de las ménsulas. Me puse en contacto con la marca Pascal para preguntar sobre los amarres de prensa del modelo de consola con el que contamos en la empresa. Pasaron presupuesto sobre los amarres, pero debido a su elevado coste decidí diseñarlos yo mismo.

2.- Cálculos. Con las especificaciones de las consolas pude observar que las características de los amarres eran compatibles con a los esfuerzos a los que trabajará el implemento. Por su función, el mayor esfuerzo lo sufren los tornillos y no el amarre en sí.

3.- Diseño. Para llevar a cabo el diseño ha sido necesario tomar todas las medidas de la pareja de amarres con los que contábamos en la empresa. Una vez tomadas estas medidas, solo había que reflejarlo en un plano.

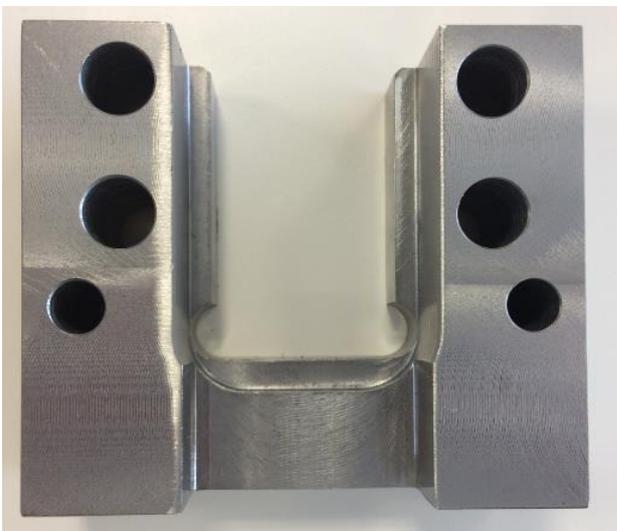
4.- Material. En cuanto al material del amarre, debido al elevado costo que supone realizar una prueba de detección, se procedió a hablar con mecanizadores. El material seleccionado fue un acero semiduro F-114 que cumplía las especificaciones necesarias.

5.- Selección de proveedor. Se habló directamente con un suministrador de confianza de la empresa.

6.- Solicitud y pedido de compra. Una vez enviado el presupuesto del proveedor, se valoró y se procedió a realizar la compra del producto.

7.- Recepción. Dentro del plazo establecido el proveedor envió el útil de forma correcta.

8.- Puesta en marcha. Una vez recepcionado, es el departamento de mantenimiento el encargado de colocar dichas piezas en las prensas, aprovechando paradas o cambios de troquel. Para colocar los amarres en las bancadas de las prensas, es necesario realizar los alojamientos de los tornillos roscados. Los amarres deben de estar a una medida de 600 mm entre centros, por lo que los agujeros deben realizarse en el lugar exacto.



MEJORAS

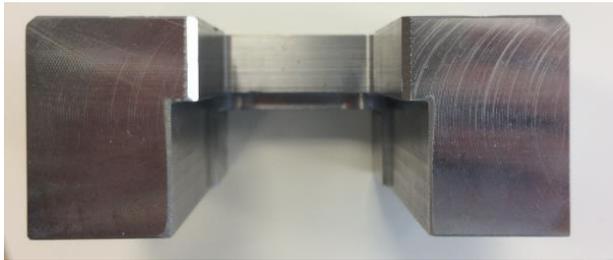


Imagen 23: Amarre

Para asegurar su correcto funcionamiento el amarre se complementa con 4 tornillos roscados de métrica 16 (M16), y dos pasadores de centrado. De esta manera, los pasadores centran el amarre, y los tornillos le dan la sujeción necesaria.

El departamento de mantenimiento contaba con los suministros necesarios tanto de tornillos como de bulones, de forma que no ha sido necesario la compra de estos elementos.

6.1.4.1. Plano de diseño

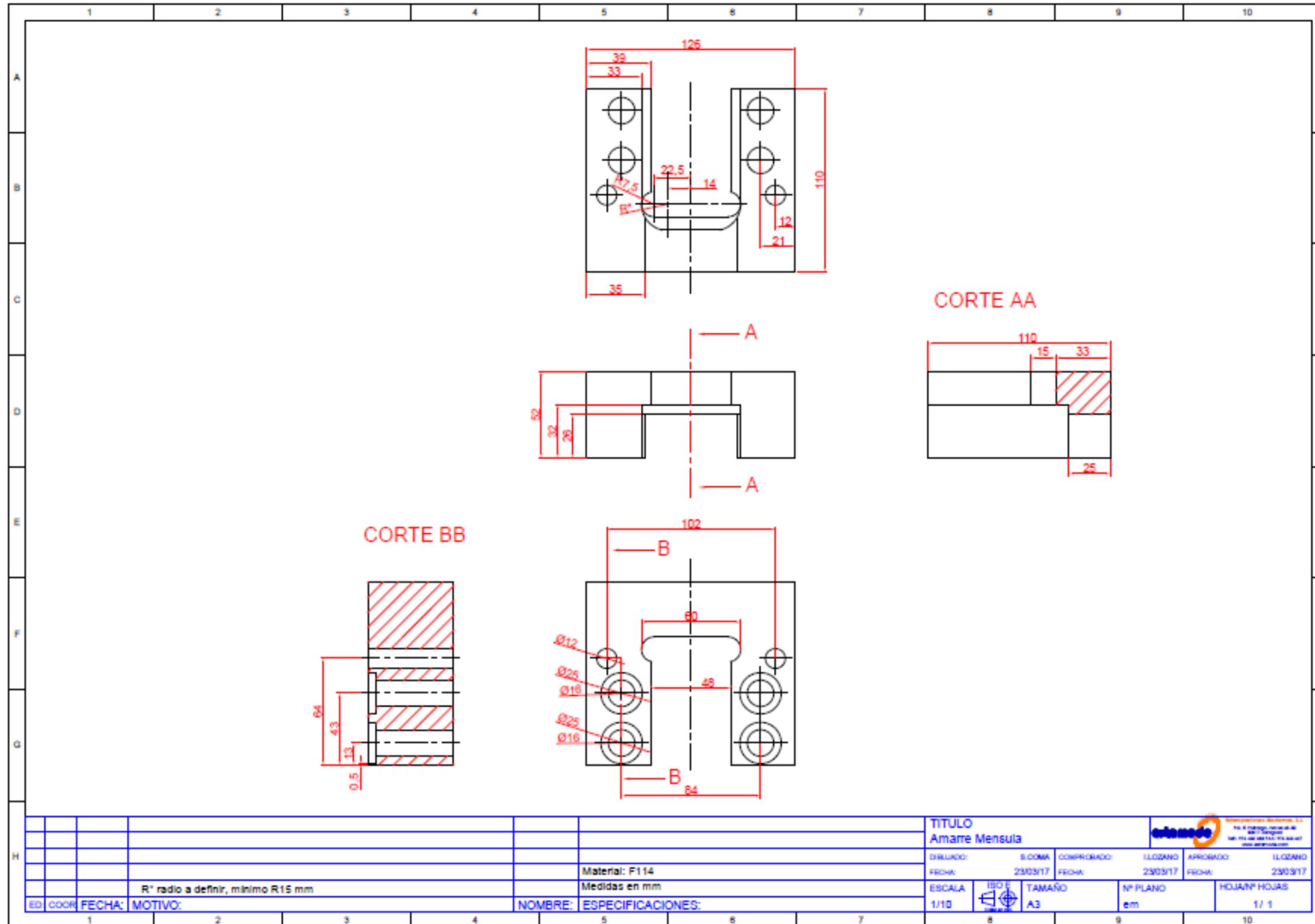


Imagen 24: CAD Amarre

Esta página esta en blanco intencionadamente.





6.1.4.2. Presupuesto/Pedido de compra

MECANIZADOS RADA, S.L.

C.I.F.: B-50716380
Polígono Malpica-Alfindén. C/ Almendro, 30
50171 LA PUEBLA DE ALFINDÉN (ZARAGOZA)
Tel. 976 10 96 14 - FAX 976 10 96 15

ESTAMPACIONES MODERNAS S.L.
AUTOVIA LOGROÑO KM.2,4
POL. EL PORTAZGO NAVE 47
50011 ZARAGOZA
ZARAGOZA

Fecha	Nº Presupuesto	Cliente	N.I.F. - C.I.F.
20/03/2017	17/0106	6.011	B50026525

A LA ATENCION DEL SR./SRA.
SERGIO COMA

Descripción	Unidades	Prezio	Total
AMARRE MENSULA EN F-114	1		255,00

Observaciones:

Importe €
255,00

- 1 -

MEJORAS



OFICINA CENTRAL / DATOS FISCALES FACTURACION

Polígono El Portazgo, nave 47
50011 ZARAGOZA (España)
TELÉFONO: 976460888
FAX: 976346447
NIF: E8B50026525

Página 1 of 1
24.03.2017 10:34:39
version 0

Pedido de compras

Dirección Proveedor
MECANIZADOS RADA, S.L. PG INDUSTRIAL MALPICA C/ALMENDRO 30 E-50171 LA PUEBLA DE ALFINDEN Tlf / Fax: 976109614 - 976109615 Mail:

Dirección de envío material
ESMO Zaragoza Polígono El Portazgo, nave 47 50011 ZARAGOZA (España) TEL/FAX: 976460888 / 976346447

Dirección de envío factura
ESTAMOCE Polígono El Portazgo, nave 47 50011 ZARAGOZA(España) TEL/FAX: 976460888 / 976346447

Información	
Número de pedido	4500550712
Fecha	24.03.2017
Nº Proveedor	14402
Moneda	EUR
Condiciones de pago	P018
Descripción	A 45 DIAS VTOS. 15 Y 25
Via de pago	Pago Confirming Domic.Banc.
Comprador	Compras ESMO
Teléfono	976460888
Fax	976346447
Mall	comprasesmo@samca.com
Fecha de entrega	23.03.2017
Incoterms	N/A
Descripción	N/A
Incoterms (2)	N/A

Posición	Material/Descripción	Cantidad	UM	Precio	Importe
10	Amarre para ménsula Proyecto SMED: 2 unidades por prensa, para las prensas E102, E106, E107, E108, E109. Amarre para ménsulas e implemento. Desglose de repartos 0001 23.03.2017 Posiciones con Lista de materiales	8,00	UNI	255,00 EUR	/ 1 UNI 2.040,00
				Importe neto	2.040,00
				Importe total	2.040,00

INSTRUCCIONES PARA EL VENDEDOR:
El presente pedido de compras está sujeto a las condiciones generales de compra que se encuentran publicadas en la web:
http://www.samo.com/condiciones_generales/compra.php?idioma=es
En albaranes y tras, citar pedido y nº proveedor. No se recepcionará material que no venga acompañado de su alb.de entrega.
COMPRUEBEN PRECIO Y PLAZO DE ENTREGA Y ENVÍEN CONFIRMACION DE PEDIDO
Documento informático, NO PRECISA FIRMA.
(Purchasing/Accounting)

6.1.4.3. Mejora

Esta actividad de mejora continua es uno de los pilares básicos del Sistema SMED. Gracias a la estandarización de elementos conseguimos optimizar tiempo del operario a la hora de amarrar cualquier objeto de cambio de troquel, ya que podremos amarrarlos en todas las prensas.

Puntualizando las mejoras, obtenemos:

- Polivalencia de utillajes.
- Facilidad de amarre.
- Optimización de tiempo, tanto de cambio como del operario.

Adjunto plano original de los Amarres Estándar de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 3, anexo 1.

A continuación, he realizado un proyecto de previsión para determinar cuándo se pretenden instaurar los amarres en las próximas prensas.

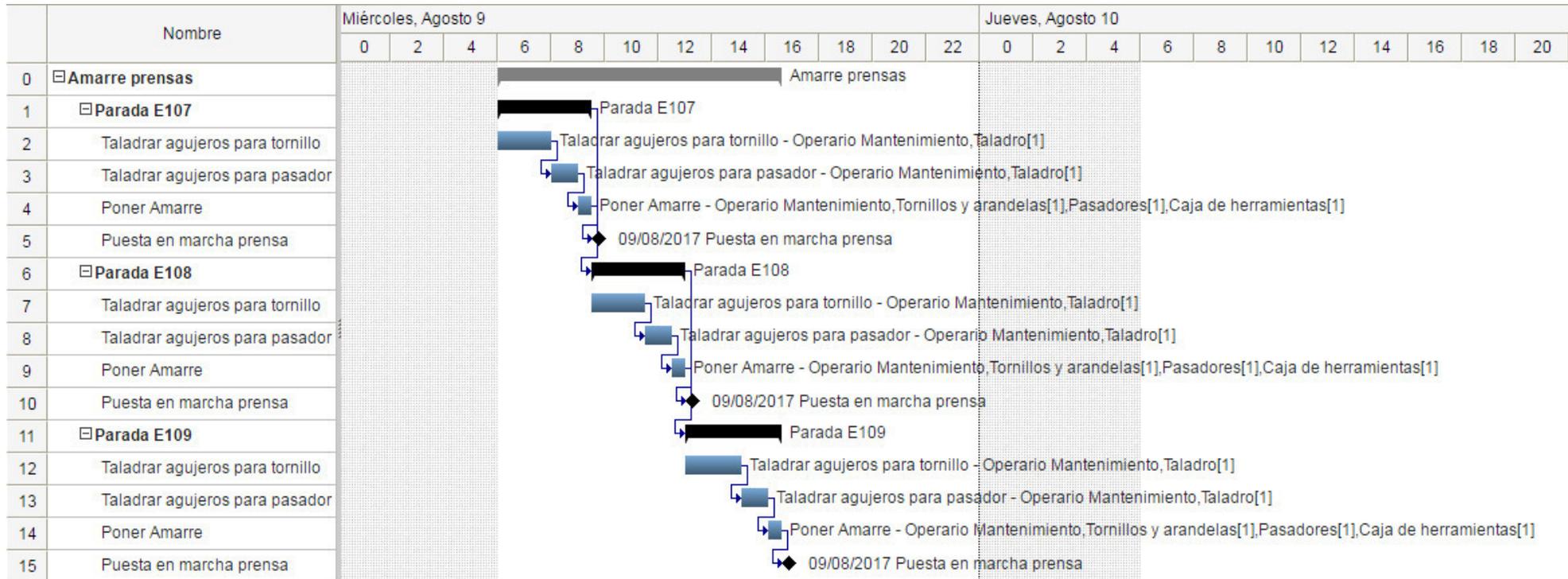
El tiempo de duración de poner los amarres es aproximadamente un día laboral de dos turnos de trabajo. La fecha de comienzo de dicha instalación se prevé para el día 9 de Agosto de 2017, aprovechando que los días siguientes son festivos en la empresa.

Las prensas en estandarizarse con estos amarres son, como he comentado anteriormente, la E107, E108 y E109, y su previsión de colocación es:



MEJORAS

	Nombre	Duración	Inicio	Fin	Predecesoras	Recursos
0	☐ Amarre prensas	0.66d	09/08/2017	09/08/2017		
1	☐ Parada E107	3.5h	09/08/2017	09/08/2017		
2	Taladrar agujeros para tornillo	2h	09/08/2017	09/08/2017		Operario Mantenimiento, Taladro[1]
3	Taladrar agujeros para pasador	1h	09/08/2017	09/08/2017	2	Montador, Taladro[1]
4	Poner Amarre	0.5h	09/08/2017	09/08/2017	3	Montador, Tornillos y arandelas[1], Pasadores[1], Caja de herramientas[1]
5	Puesta en marcha prensa	0h	09/08/2017	09/08/2017	4	
6	☐ Parada E108	0.22d	09/08/2017	09/08/2017	1	
7	Taladrar agujeros para tornillo	2h	09/08/2017	09/08/2017		Operario Mantenimiento, Taladro[1]
8	Taladrar agujeros para pasador	1h	09/08/2017	09/08/2017	7	Montador, Taladro[1]
9	Poner Amarre	0.5h	09/08/2017	09/08/2017	8	Montador, Tornillos y arandelas[1], Pasadores[1], Caja de herramientas[1]
10	Puesta en marcha prensa	0h	09/08/2017	09/08/2017	9	
11	☐ Parada E109	0.22d	09/08/2017	09/08/2017	6	
12	Taladrar agujeros para tornillo	2h	09/08/2017	09/08/2017		Operario Mantenimiento, Taladro[1]
13	Taladrar agujeros para pasador	1h	09/08/2017	09/08/2017	12	Montador, Taladro[1]
14	Poner Amarre	0.5h	09/08/2017	09/08/2017	13	Montador, Tornillos y arandelas[1], Pasadores[1], Caja de herramientas[1]
15	Puesta en marcha prensa	0h	09/08/2017	09/08/2017	14	



6.1.5. Colocación de un par de ménsulas

Las ménsulas o consolas son utillajes de cambio de troquel que nos facilitan la introducción y salida de la matriz en prensa.



Imagen 25: Ménsulas ESTAMODE

El objetivo de esta mejora es reducir el tiempo de cambio y aumentar su seguridad.

Con la ayuda de estas consolas el montador tiene la capacidad de manipular manualmente la matriz frente a la prensa sin necesidad de la carretilla. De esta forma la matriz puede introducirse en la prensa de manera horizontal, simplemente empujándola. Para ello las consolas cuentan con rodillos en su parte superior que facilitan el movimiento.

Con estas situaciones de mejora aumenta la seguridad en el cambio, ya que el montador no tiene tanto tiempo la matriz elevada, no la introduce apoyando y empujando en la bancada y se evitan golpes con la prensa.

Dicho par de consolas se utilizan tanto en la prensa E102 como E106.

Las ménsulas utilizadas eran propiedad de la empresa, pero por problemas de espacio disponible no podían ser instalados. Con el traslado de la empresa a las nuevas instalaciones, cada prensa cuenta con un mayor espacio útil, por lo que ha podido llevarse a cabo la instalación de estos utillajes.

MEJORAS

6.1.5.2. *Funcionamiento*

Respecto al cambio de troquel con las consolas, consta con las mismas actividades, aunque reduciendo y mejorando algunas de ellas.

A continuación hago una breve descripción de los aspectos diferenciadores entre el cambio antecedente y el actual.

Como anteriormente, se comienza con la orden de cambio, y el montador procede a desvestir la matriz. Una vez tenemos la matriz desconectada de la prensa es donde entran en juego las consolas.

Con ayuda de las uñas del toro se empuja la matriz, desde el lado contrario al del cambio, hacia afuera del hueco de la prensa. De tal manera que el troquel se posiciona encima de las consolas.

Las consolas cuentan con regletas de rodillos que facilitan el movimiento hacia delante y hacia detrás, además están sujetas a los amarres estándar situados en las bancadas para evitar que se muevan.

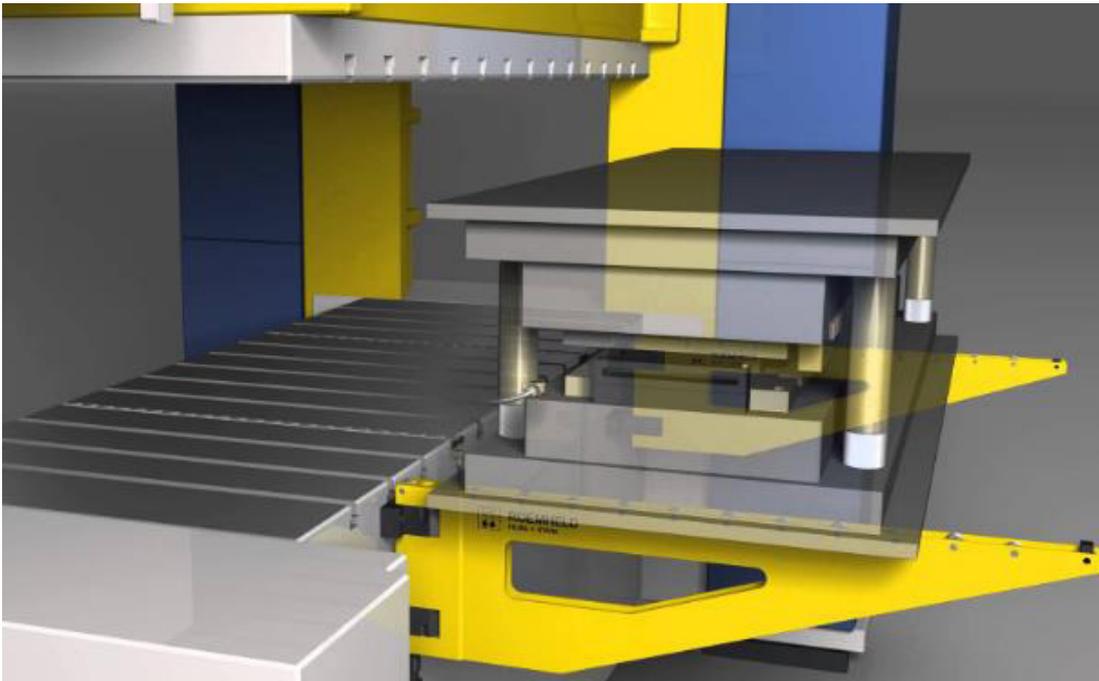


Imagen 27: Operatividad Ménsulas

Una vez el troquel está situado encima de las ménsulas, el montador puede proceder a cogerlo y almacenarlo.

A la hora de meter la matriz en prensa, el proceso es el mismo pero a la inversa, es decir, se coloca el troquel sobre las ménsulas y a partir de ahí el montador puede empujarlo hasta el interior de la prensa.

Como se ha comentado durante el proyecto todas estas mejoras vienen correlacionadas. Por ello, para mejorar el rendimiento de las consolas es necesario comprar regletas de bolas e introducirlas en las bancadas, de manera que el movimiento de sacar y meter la matriz tenga la facilidad de poderse realizar manualmente. Esta mejora se explica de forma detallada posteriormente, dentro de las mejoras de fase 2.

Por otro lado, dichas consolas, al ser utilizadas en dos prensas principalmente, una vez se realiza el cambio se procede a retirarlas y dejarlas junto a la prensa, de manera que si son necesarias para ejecutar un cambio en la otra prensa, estén disponibles.

6.1.5.3. Mejora

Las mejoras obtenidas a raíz de esta instalación de ménsulas han sido las siguientes:

- Optimización de tiempo en el cambio.
- Prevenir desperfectos en los útiles (matriz, bancada y prensa).

Esta optimización de tiempo se ve reflejada en los cambios actuales de matriz, independientemente la matriz que sea.

Ménsulas

	Tiempo Actual de Cambio	Mejora ESTIMADA	Mejora	Tiempo de cambio tras mejora
E1	103 min			
E4	102 min			
E13	109 min			
E26	112 min			
E27	133 min			
E39	139 min			
E102	142 min	10 min	20 min	122 min
E103	172 min			
E106	152 min	10 min	20 min	132 min
E107	152 min			
E108	160 min			
E109	154 min			

Tabla 10: Mejora Ménsulas

6.1.6. Circuito hidráulico y regletas de bolas para E102

Con el fin de mejorar la movilidad de las matrices en el interior de las prensas se van a incorporar a distintas prensas regletas hidráulicas de bolas. Estas regletas requieren de un circuito hidráulico en la prensa para su funcionamiento.

Esta mejora se lleva a cabo tanto en esta primera fase, como en la segunda, ya que es un gran nexo de unión con las demás mejoras.

La prensa en la que se ha realizado esta primera puesta marcha, es la prensa E102, ya que ha sido la primera presa con parada programada. Es necesario que la prensa permanezca parada al menos un turno de 8 horas para que nuestro proveedor pueda llevar a cabo el trabajo.

Las regletas de bolas son unos utillajes rectangulares, con un sistema bolas, que se colocan en las ranuras con forma de T de las bancadas, con el fin de facilitar el movimiento de la matriz en el interior de la prensa.

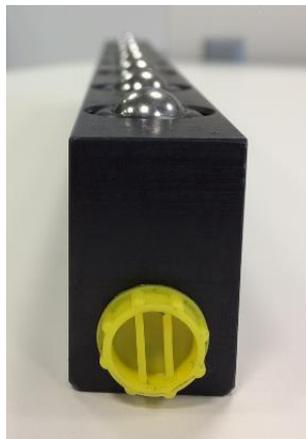


Imagen 28: Regletas hidráulicas de bolas para E102

Las regletas de bolas elegidas para nuestras prensas son hidráulicas, por lo que las prensas deben ir equipadas con circuitos hidráulicos.

En este caso, como he comentado anteriormente, la prensa seleccionada para colocar las regletas es la E102, y no cuenta con circuito hidráulico, por lo que habrá que realizarlo.

El circuito hidráulico es un entubado metálico que se coloca alrededor de la prensa por el que circula aceite. Para impulsar con fuerza el aceite es necesaria una bomba hidráulica. Esta bomba hidráulica será común para la prensa E102, y la prensa E107 y E108 que se colocaran en una segunda fase.

Gracias a dichas regletas, el operario tiene capacidad para mover manualmente el troquel dentro de la prensa. Esta es la principal característica de este utillaje.

Por otro lado, nos permite evitar ralladuras en las bancadas, ya que con esta medida evitamos deslizar la matriz sobre la bancada, por lo que se elimina el rozamiento.

Todas nuestras regletas cuentan y contarán con una entrada hidráulica donde se conecta el circuito de la prensa. Dicha entrada se puede observar en amarillo en las imágenes anteriores.

Cada regleta cuenta con un enchufe rápido macho y con un enchufe hembra en la prensa.

En las imágenes siguientes se puede observar el circuito hidráulico colocado alrededor de la prensa, las 4 regletas conectadas al circuito a través de enchufes rápidos y la bomba para emitir presión al circuito y elevar las bolas.



Imagen 29: Bomba hidráulica



Imagen 30: Enchufes hidráulicos

MEJORAS



Imagen 31: Circuito Hidráulico E102

Circuito hidráulico

Enchufe rápido sin
pérdida de aceite

Regletas hidráulicas
de bolas

Cabe destacar dos aspectos de este montaje, el primero, que la bomba va a ser portátil para varias prensas, y el segundo, que las regletas van a ser portables a otras prensas gracias a su mecanismo de enchufe rápido y sin pérdida de aceite.

6.1.6.1. Características de las regletas

Las opciones de mercado en cuanto a regletas son:

- Regletas mecánicas de rodillos

- Regletas mecánicas de bolas
- Regletas hidráulicas de rodillos
- Regletas hidráulicas de bolas

Por un lado, los componentes de la regleta se caracterizan en que los rodillos admiten una mayor carga de troquel, pero solo tienen movimiento horizontal, y las bolas admiten menor carga de troquel que las anteriores, pero permiten libertad de movimiento para el troquel.

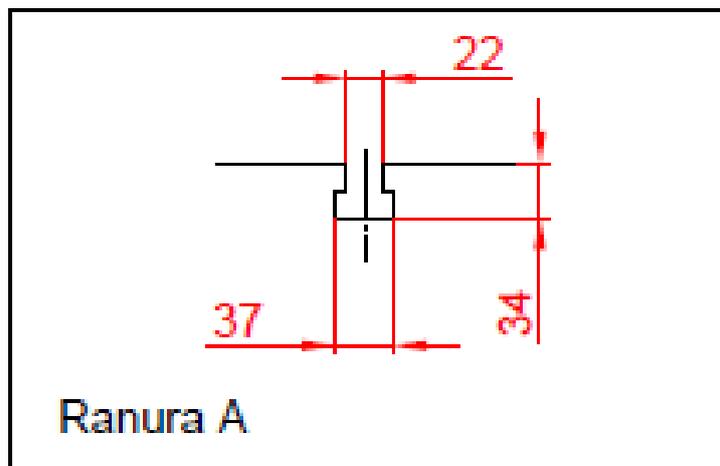
El cuanto a su funcionamiento, las regletas mecánicas ofrecen menor fuerza para levantar el troquel, y las hidráulicas permiten mayor fuerza de levantamiento.

Las regletas seleccionadas para las prensas, como he comentado anteriormente, son regletas hidráulicas de bolas. Se han elegido dichas regletas porque al ser de bolas permiten movimiento en todas las direcciones, e hidráulicas porque soportan mayor masa de troquel.

Dependiendo de la prensa en la que se van a utilizar, cada regleta de bolas tiene una medida diferente, ya que no todas las bancadas presentan los mismos alojamientos. Además, dependerán del peso de los troqueles que hayan de manipular, ya que cada regleta admite una fuerza determinada.

6.1.6.1.1. Regletas E102

El alojamiento para regleta de esta prensa, según la norma DIN 650 T-slots, presenta las siguientes características:



En esta prensa se van a colocar 4 unidades de regletas, ya que se considera una cantidad óptima según las dimensiones de la bancada y el peso del troquel.

MEJORAS

El peso de los troqueles es importante a la hora de seleccionar las regletas. La prensa E102 trabaja con troqueles de hasta 2 toneladas de peso. Nuestro proveedor de regletas y circuitos hidráulicos nos recomendó la siguiente regleta.

Las principales características de esta regleta de bolas hidráulica son:

- Altura: 34 mm
- Espesor: 22 mm
- Largura: 320 mm
- Fuerza: 3.5 kN

La largura de las regletas depende de la bancada de cada prensa, y de si la bancada tiene agujero de chatarra o no. En el caso de no tener agujero, se pueden poner regletas atravesando la bancada. En el caso contrario, se valora poner regletas a los dos lados del agujero, como en este caso. Esto depende, de la salida de chatarra de la matriz, ya que las regletas no pueden obstruirla.

6.1.6.2. Funcionamiento

En cuanto al funcionamiento de las regletas, es un método sencillo y eficaz, comprobado por la empresa en una de sus prensas, la E109.

Esta prensa cuenta con sistemas de bolas similares a los que se pretenden instaurar en las prensas nombradas.

A continuación hago una breve descripción de la funcionalidad y utilidad de esta tecnología.

En primer lugar, antes de comenzar a realizar cualquier cambio, las regletas de bolas deben estar introducidas en las ranuras adecuadas de la bancada para la matriz que se va a manipular.

En un proceso de extracción de matriz, esta mejora entra en juego una vez tenemos la matriz desvestida, desconectada y libre de la prensa. Si es así, podemos activar la manguera hidráulica, que sale del circuito hidráulico de la prensa, a las regletas de bolas. De esta forma, gracias a la presión del aceite, las bolas de las regletas se elevan y suben unos milímetros la matriz, a la altura suficiente para poder moverla con mayor facilidad. De esta manera, el operario puede sacar la matriz más fácilmente y sin dañar ningún utillaje, como pueden ser la bancada, placa sándwich, la prensa o la propia matriz.

Este proceso se complementa con la utilización de las ménsulas, y se complementará, si es necesario, con la utilización del implemento para carretilla, de forma que el operario solo tendrá que amarrar la matriz al implemento, y este se encargará de extraerla por medio del motor eléctrico.

Para el caso de introducir la matriz, el proceso es el mismo a la inversa. Cuando el montador llega a la prensa con la nueva matriz, debe colocar las regletas en las ranuras pertinentes de la bancada y conectarlas al circuito hidráulico, de manera que las bolas se eleven.

Una vez las bolas están levantadas se procede a dejar la matriz sobre la bancada. Este apoyo en la bancada, se realiza por medio de las ménsulas. De esta forma se consigue empujar la matriz desde el exterior hasta el interior con gran facilidad, y con capacidad de centrado gracias a las regletas.

Una vez la matriz está en su posición se desconectan las regletas y se quedan con las bolas bajadas.

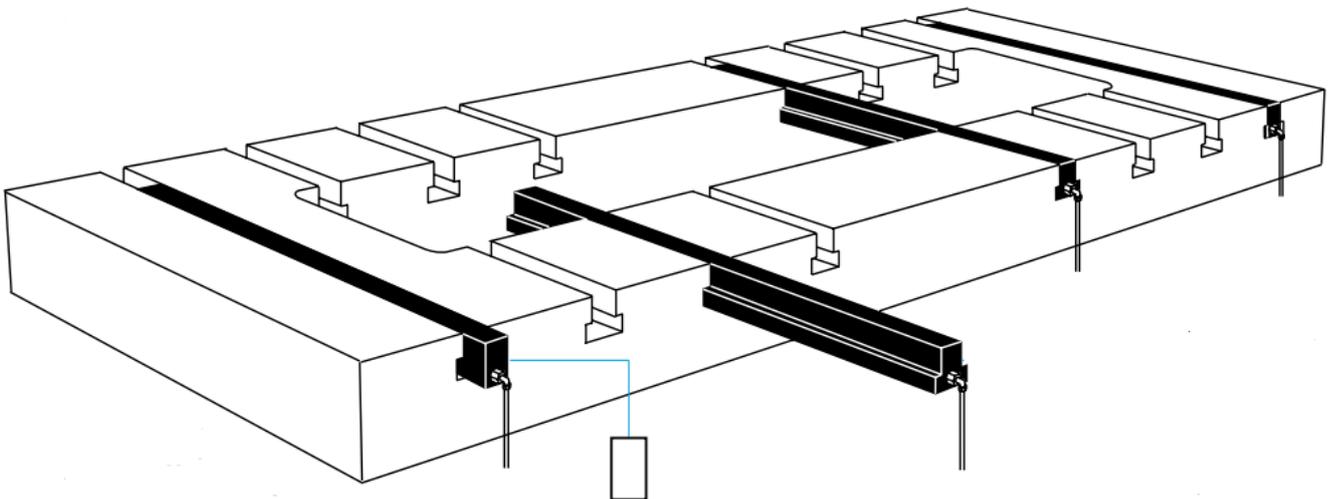


Imagen 32: Croquis colocación de Regletas

MEJORAS

6.1.6.3. Útiles

Dentro de este apartado se incluye la bancada de la prensa, ya que son un factor determinante a la hora de seleccionar las regletas de bolas.

La elección de las regletas depende de sus dimensiones y de su fisionomía.

En las imágenes siguientes se puede observar la bancada mostrada en el plano, con sus respectivas medidas de dimensionamiento y sus características, como es el agujero de salida de chatarra.

Adjunto plano original de la bancada de la prensa E102 de Estampaciones Modernas, S.L en la carpeta de Anexos, página 7, anexo 5.

6.1.6.3.1. Bancada E102

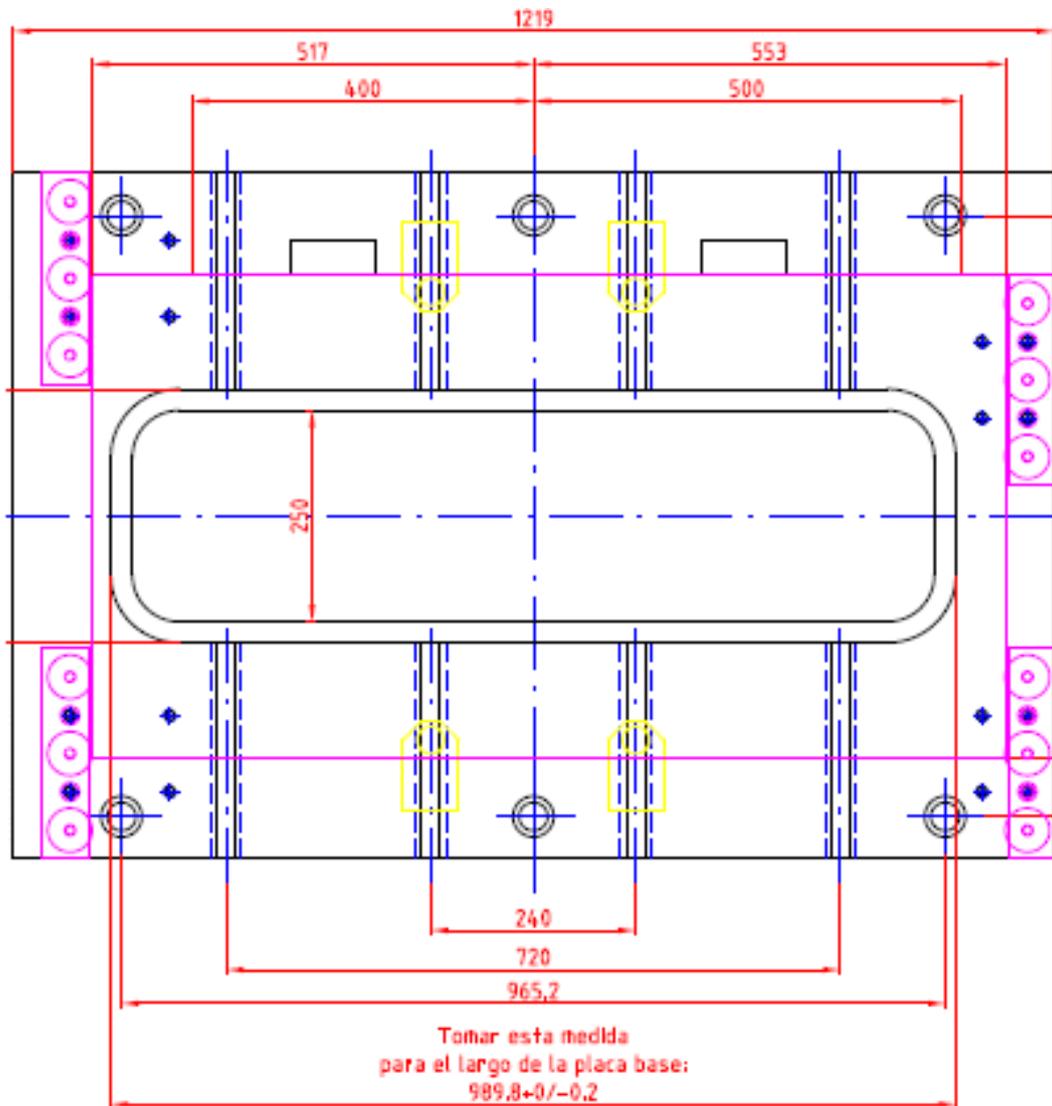


Imagen 33: Captura Bancada E102

A continuación, muestro la imagen final, tanto del circuito hidráulico como de las regletas de bolas hidráulicas, en la prensa ya nombrada, la E102.

MEJORAS

6.1.6.4. Mejora

Con la introducción de estas regletas en las prensas se ha conseguido:

- Facilidad de movimiento de la matriz dentro de la prensa.
- Precisión en el centrado de la matriz respecto a prensa.
- Evitar daños materiales como ralladuras de los útiles.
- Mayor facilidad para introducir y extraer la matriz en el cambio, por lo tanto, optimización tiempo.

A continuación, adjunto una tabla con la mejora de tiempo que ha supuesto la implementación de estos útiles en la prensa.

Regletas de bolas

	Tiempo Actual de Cambio	Mejora ESTIMADA	Mejora	Tiempo de cambio tras mejora
E1	103 min			
E4	102 min			
E13	109 min			
E26	112 min			
E27	133 min			
E39	139 min			
E102	122 min	10 min	10 min	112 min
E103	172 min			
E106	152 min			
E107	187 min			
E108	160 min			
E109	154 min			

Tabla 11: Mejora Regletas hidráulicas de bolas

6.2. MEJORAS DE FASE 2

Las mejoras correspondientes a esta fase, no están implementadas en la empresa, pero sí están en proceso de fabricación o implantación.

Las mejoras en proceso son:

- Circuitos hidráulicos y regletas de bolas.
- Implemento para las palas de la carretilla.

Los motivos por los que no se han instaurado en la empresa durante el tiempo que he estado de prácticas, ha sido su complejidad tanto en su diseño como en la resolución de las características de la mejora.

6.2.1. *Circuitos hidráulicos y regletas de bolas*

Esta parte del proyecto se corresponde con la continuación de la mejora anterior, que debido a la producción de la empresa, se ha pospuesto hasta las fechas marcadas en la planificación posterior.

El objetivo de la mejora, al igual que anteriormente, es mejorar la movilidad de la matriz en el hueco de prensa y mejorar la seguridad del cambio, tanto material como humana.

Se pretende poner en marcha circuitos hidráulicos similares a los de la prensa E102. Se llevaran a cabo sobre la prensa E107 y E108.

Así como los circuitos hidráulicos serán similares, las regletas de bolas no presentarán las mismas características. Esto se debe a que las estas dos prensas tienen un tamaño y una fuerza mayor, por lo que los troqueles con los que trabajan son mucho más pesados.

No obstante, las regletas tendrán un aspecto visual igual.



MEJORAS

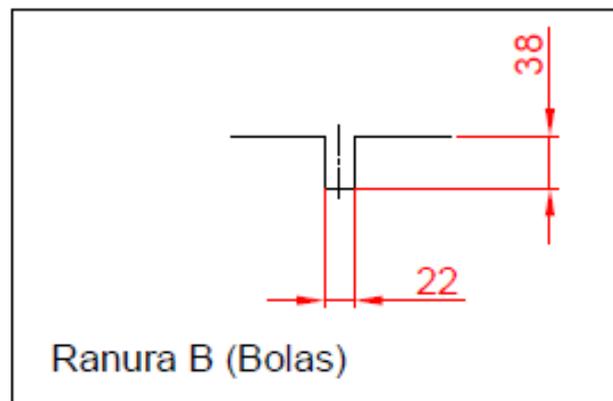
6.2.1.1. Características de las regletas

Anteriormente ya he comentado las diferencias entre los distintos tipos de regletas y los fundamentos por las que hemos elegido las hidráulicas de bolas.

A continuación, explico las diferentes características que tendrán las regletas de bolas que colocaremos en estas dos prensas.

6.2.1.1.1. Regletas E107

El alojamiento para regletas de esta prensa, según la norma DIN 650 T-slots, presenta las siguientes características:



Tanto en esta prensa como en la E108, el proveedor aún no ha suministrado ni instalado nada de lo requerido.

La instalación está programada para las fechas mostradas posteriormente en la planificación de la mejora. Estas fechas vienen determinadas por el director de producción de Estampaciones Modernas S.L, ya que es él quien genera una parada de la prensa

Como ya he comentado anteriormente el peso de los troqueles es importante a la hora de seleccionar las regletas. La prensa E107 trabaja con troqueles de hasta 4.5 toneladas de peso, los de mayor masa de la empresa. Se colocarán 2 regletas pasantes a lo ancho de la bancada.

Las regletas seleccionadas para esta prensa, en consenso con nuestro proveedor, son las siguientes.

Las principales características de esta regleta de bolas hidráulica son:

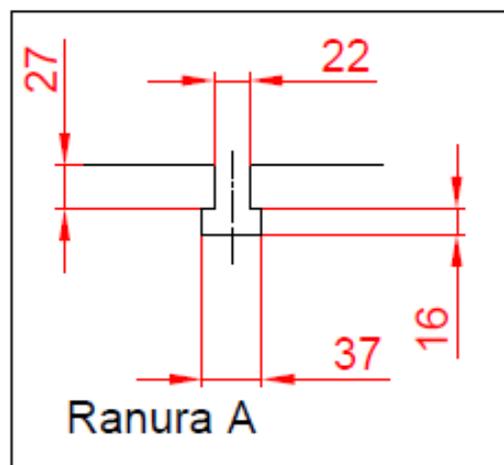
- Altura: 38 mm
- Espesor: 22 mm
- Largura: 1230 mm
- Fuerza: 24 kN

En las páginas 14 y 15, anexo 12, de la carpeta Anexos adjunto el catálogo de regletas de nuestro proveedor con las características para esta prensa.

La bancada de esta prensa tiene agujero central, por lo que se ha valorado colocar regletas extraíbles que cruzan la bancada entera, de modo que se pueda empujar la matriz hasta el fondo y situarla. Una vez este la matriz posicionada, las regletas serán retiradas.

6.2.1.1.2. Regletas E108

El alojamiento para regletas de esta prensa presenta las siguientes características:



La prensa E108 trabajará con troqueles de hasta 4.5 toneladas de peso, los de mayor masa de la empresa, por lo que las regletas tienen que ser de gran capacidad. Se colocarán 2 regletas pasantes a lo ancho de la bancada.

Las regletas seleccionadas para esta prensa, en consenso con nuestro proveedor, son las siguientes.

MEJORAS

Las principales características de esta regleta de bolas hidráulica son:

- Altura: 42 mm
- Espesor: 22 mm
- Largura: 1230 mm
- Fuerza: 60 kN

La bancada de esta prensa no tiene agujero central, por lo que se colocarán dos regletas fijas.

En las páginas 16 y 17, anexo 13, de la carpeta Anexos adjunto el catálogo de regletas de nuestro proveedor con las características para esta prensa.

6.2.1.2. Útiles

En este apartado muestro dos imágenes de los planos reales de las bancadas de las prensas E107 y E108.

Ambos planos de las bancadas los he realizado yo para el archivo del departamento de ingeniería de la empresa.

Además de planos de bancadas he realizado planos de las matrices más utilizadas, de forma que puedo combinar virtualmente bancada y matriz, y estudiar si pueden montarse en prensa o no.

Gracias a esto, antes de llevar a cabo la mejora de las regletas de bolas tenemos una visión global de cómo es la bancada, en que ranuras pueden situarse las bolas para cada matriz y cómo van a quedar.

La bancada de la E107, que ya he comentado su realización en las mejoras de fase 1, está hecha de forma que se pueden introducir las bolas siempre en las mismas ranuras. Esto ha sido posible, gracias a los planos que he desarrollado de las matrices, colocándolas virtualmente encima de la bancada. Así, he determinado la posición común exacta para todas las matrices.

6.2.1.2.1. E107

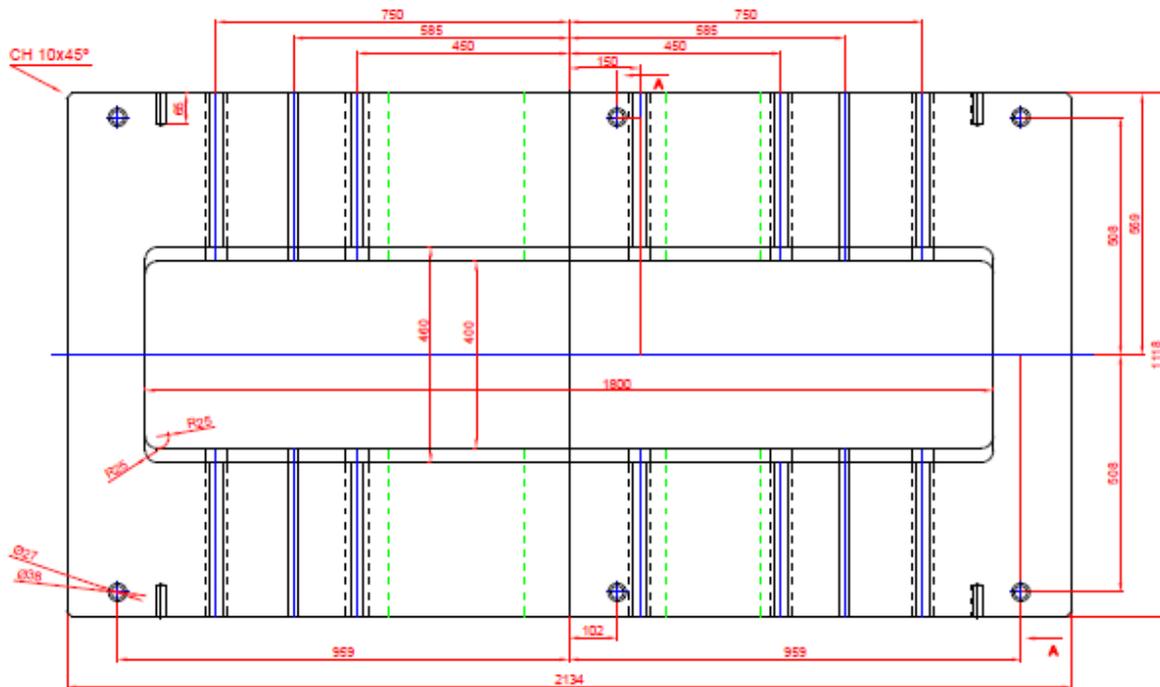


Imagen 34: Captura Bancada E107

6.2.1.2.2. E108

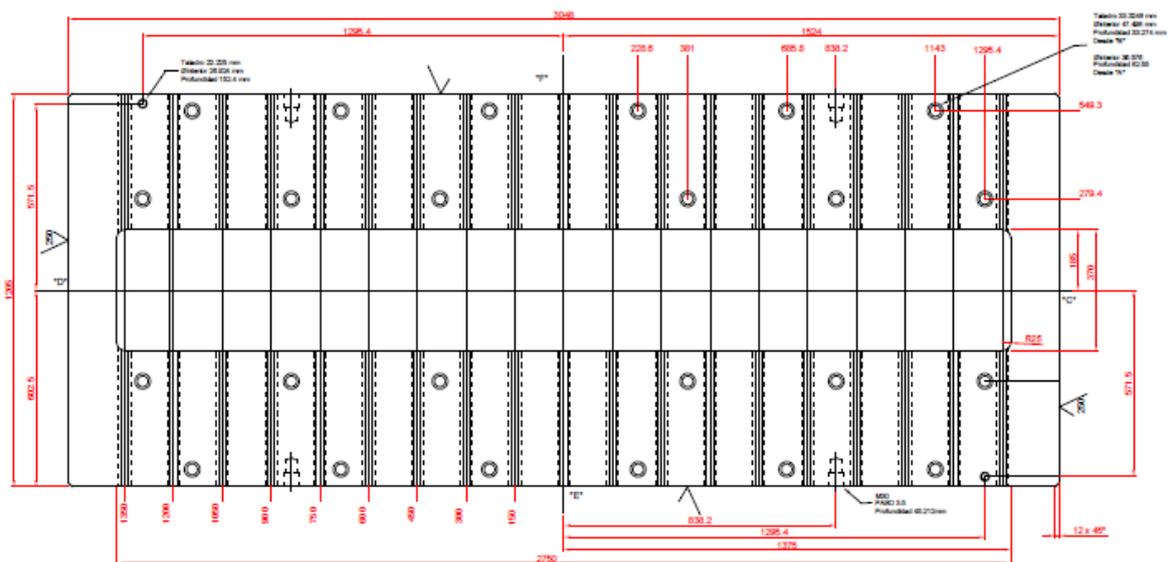


Imagen 35: Captura Bancada E108

MEJORAS

6.2.1.3. Mejora estimada

Con la introducción de estas regletas en las prensas se pretende conseguir:

- Facilidad de movimiento de la matriz dentro de la prensa.
- Precisión en el centrado de la matriz respecto a prensa.
- Evitar daños materiales como ralladuras de los útiles.
- Mayor facilidad para introducir y extraer la matriz en el cambio, por lo tanto, optimización tiempo.

A continuación adjunto una tabla con la mejora de tiempos estimada que va a suponer la implementación de estos útiles.

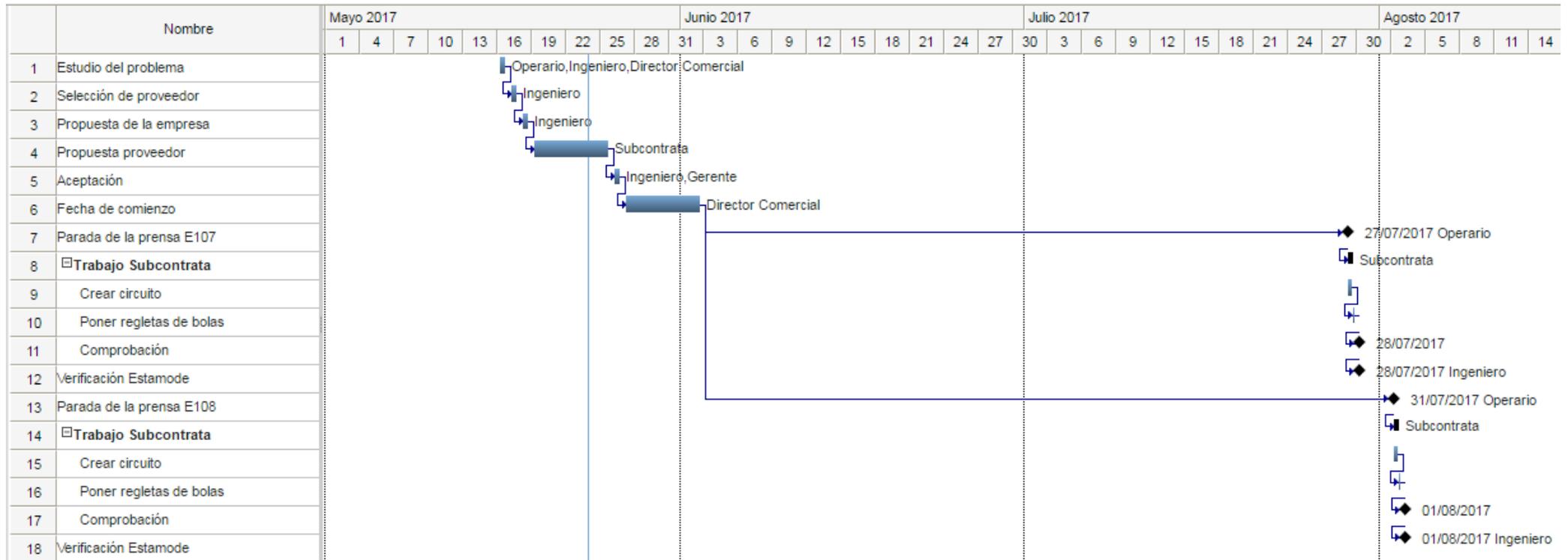
	Tiempo Actual de Cambio	Mejora ESTIMADA	Tiempo ESTIMADO de cambio tras mejora
E1	103 min		
E4	102 min		
E13	109 min		
E26	112 min		
E27	133 min		
E39	139 min		
E102	122 min		
E103	172 min		
E106	132 min		
E107	152 min	10 min	142 min
E108	160 min	10 min	150 min
E109	154 min		

Imagen 36: Mejora ESTIMADA Regletas hidráulicas

6.2.1.4. Planificación

Seguidamente, expongo la previsión de implantación de las regletas de bolas y del circuito hidráulico para cada una de las prensas, E107 y E108 respectivamente. Ambas tareas se realizan simultáneamente, ya que es el mismo proveedor el encargado de realizar ambas implantaciones.

	Nombre	Duración	Inicio	Fin	Predecesoras	Recursos
1	Estudio del problema	1d	15/05/2017	15/05/2017		Operario,Ingeniero,Director Comercial
2	Selección de proveedor	1d	16/05/2017	16/05/2017	1	Ingeniero
3	Propuesta de la empresa	1d	17/05/2017	17/05/2017	2	Ingeniero
4	Propuesta proveedor	5d	18/05/2017	24/05/2017	3	Subcontrata
5	Aceptación	1d	25/05/2017	25/05/2017	4	Ingeniero,Gerente
6	Fecha de comienzo	5d	26/05/2017	01/06/2017	5	Director Comercial
7	Parada de la prensa E107	0h	27/07/2017	27/07/2017	6FI+40d	Operario
8	<input type="checkbox"/> Trabajo Subcontrata	1d	28/07/2017	28/07/2017	7	Subcontrata
9	Crear circuito	7h	28/07/2017	28/07/2017		
10	Poner regletas de bolas	1h	28/07/2017	28/07/2017	9	
11	Comprobación	0h	28/07/2017	28/07/2017	10	
12	Verificación Estamode	0d	28/07/2017	28/07/2017	11	Ingeniero
13	Parada de la prensa E108	0h	31/07/2017	31/07/2017	6FI+42d	Operario
14	<input type="checkbox"/> Trabajo Subcontrata	1d	01/08/2017	01/08/2017	13	Subcontrata
15	Crear circuito	7h	01/08/2017	01/08/2017		
16	Poner regletas de bolas	1h	01/08/2017	01/08/2017	15	
17	Comprobación	0d	01/08/2017	01/08/2017	16	
18	Verificación Estamode	0d	01/08/2017	01/08/2017	17	Ingeniero



6.2.2. *Implemento para las palas de la carretilla*

El implemento para carretilla es un bastidor que se añade a las uñas de la carretilla, que le permite realizar funciones especiales.

Esta mejora es la de mayor relevancia dentro del proyecto, por su alto coste económico, por la optimización de tiempo estimada en el cambio y por la prevención de riesgos laborales.

Se trata de una gran inversión por parte de la empresa que facilita la manipulación de las matrices durante el cambio, tanto en su entrada, como en su salida de la prensa.

Este utillaje se ha diseñado para poder ser utilizado en las prensas de mayor tamaño (E107, E108 y E109), ya que son las que mayores pérdidas de tiempo causan y mayores peligros crean. También podrá ser utilizado en las prensas que cuenten con amarres estándar, siempre y cuando la anchura del implemento no sea superior al hueco que tiene la prensa para realizar el cambio.

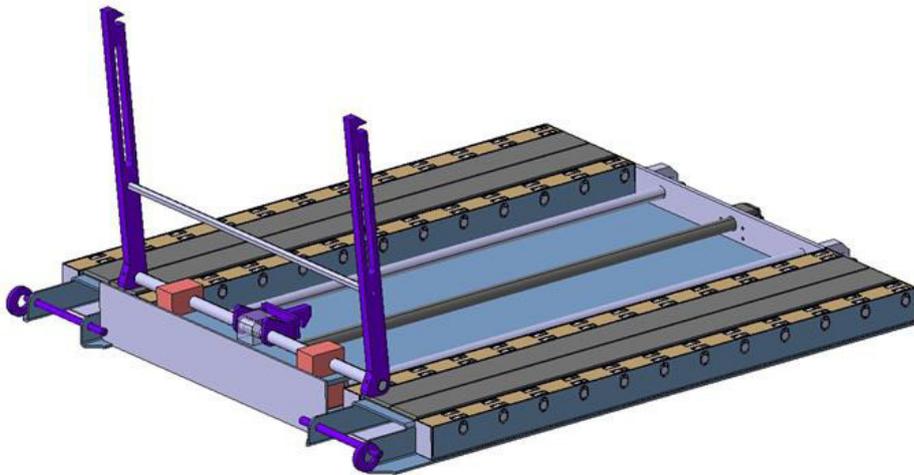


Imagen 37: Implemento

6.2.2.1. *Características*

A continuación voy a describir las principales características del implemento diseñado, que próximamente estará en funcionamiento en la empresa.

El implemento está formado por los siguientes elementos:

- 1.-** Tiene unos cierres para atar el Implemento a la carretilla con cables anti-pérdida.

MEJORAS

2.- Dispone de un sistema de empuje mecánico auto alimentado eléctricamente por batería. Este empuje hace la transferencia del troquel. El sistema de empuje se alimenta de una pequeña y potente batería de 18V 4 Ah.

3.- Este sistema de empuje dispone de un carro con una serie de cerrojos que se enganchan al troquel para moverlo. Este carro se desplaza a través de un tornillo sin fin, que permite empujar la matriz hasta dentro de la bancada o tirar de ella cuando está en el interior de la prensa.

4.- Presenta un sistema de rodillos neumático, que al accionarlo permite que la carga pueda rodar y desplazarse más fácilmente. El sistema neumático tomará aire a presión mediante una manguera de la prensa donde esté trabajando. Esta entrada se hará mediante una espiga macho colocada en un lateral del implemento.

5.- El sistema neumático al ser alimentado encenderá un piloto rojo claramente visible, sirviendo de advertencia de que está activado y que la carga puede rodar. Además, advierte al conductor que no debe mover la carretilla.

6.- El Implemento tendrá láseres de referencia para centrar la matriz respecto a la prensa de forma sencilla. También tendrá un nivel de burbuja, que nos servirá para controlar la inclinación antes de la transferencia.

7.- La forma de amarre del implemento con la prensa es a través de los, ya nombrados, amarres estándar. El implemento cuenta con un enganche en forma de T, y la bancada con el amarre en forma de T.

Por otro lado, dimensionalmente el implemento tiene:

- Anchura: ---- mm
- Profundidad: ---- mm
- Grosor: 90 mm

Está diseñado para soportar un peso de hasta 4.5 toneladas, que es el peso máximo de troquel de Estampaciones Modernas.

6.2.2.2. Funcionamiento

En cuanto al funcionamiento del implemento, no es complejo, pero hay que estar muy atento durante todas las actividades que se realizan.

Inicialmente, el implemento debe tener una situación en las estanterías de la empresa, de forma que cuando se vaya a realizar un cambio, el operario llegue a la estantería y pueda coger fácilmente el implemento con las uñas de la carretilla, como si fuese un pallet. Para evitar que se salga de la uñas, se colocan dos pasadores por la parte trasera de las palas, sujetando el implemento. Dichos pasadores irán sujetos con cable al implemento para evitar que se pierdan.

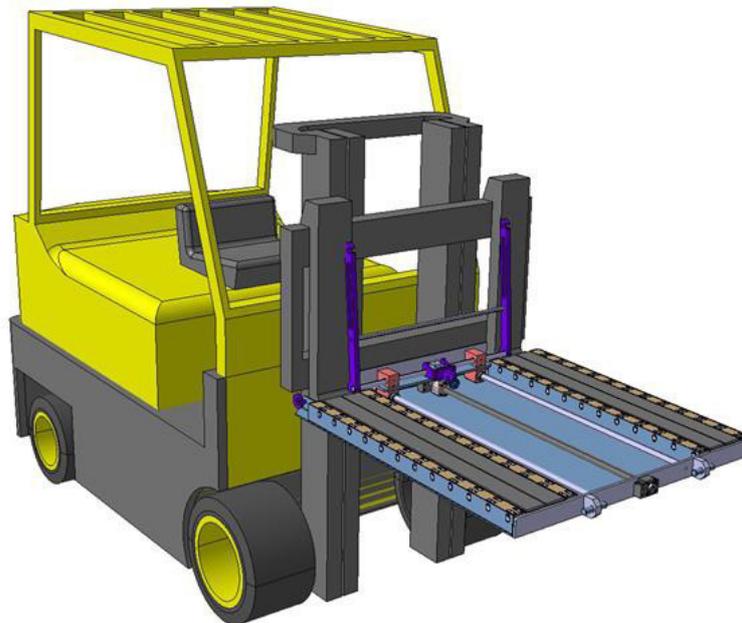


Imagen 38: Carretilla con el Implemento

Los troqueles deben situarse en las estanterías, encima de un yugo separador que permita introducir el implemento por debajo. De esta forma el troquel estará siempre bi-apoyado.

La altura de los yugos separadores será de 100 mm y la anchura entre las dos barras de 1200 mm.

MEJORAS

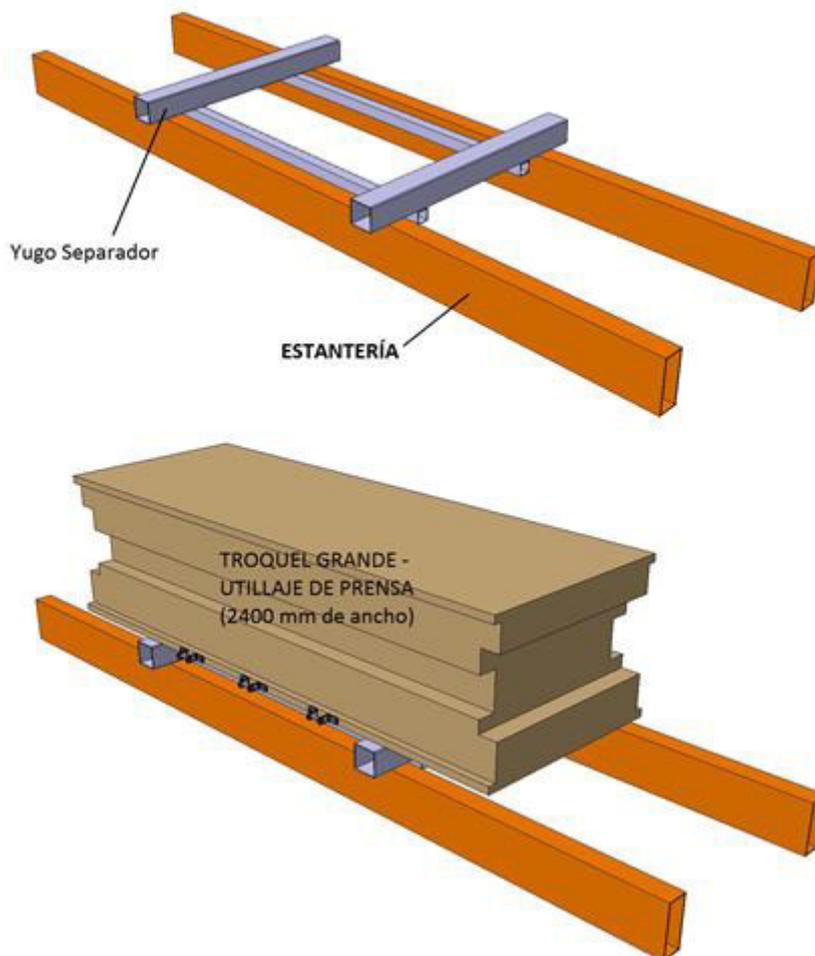


Imagen 39: Estanterías

Para poder sujetar el troquel al implemento, será necesario colocar amarres en todos los troqueles. Estos amarres tendrán forma de U, de manera que gocen mayor juego a la hora de engancharse.

Una vez sujeto el implemento a la carretilla, se procede a coger el troquel de la estantería.

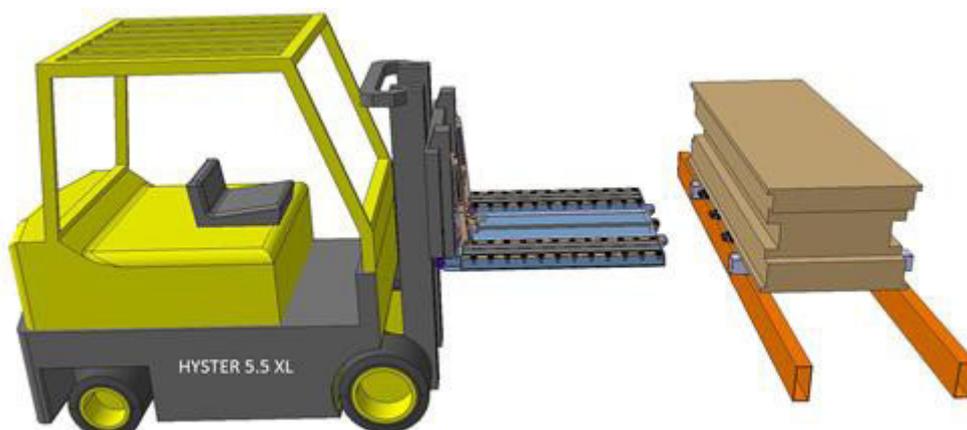




Imagen 40: Implemento con la matriz

De esta forma el implemento está correctamente sujeto, pero en caso de querer prevenir cualquier caída, se procede a amarrar los ganchos con las ranuras en U del troquel.

Acto seguido, se procede a transportar la matriz a la prensa. Una vez se llega a la prensa, el operario deberá amarrar el implemento a la bancada de la prensa. Se ayudará de un espejo que se colocará en la parte superior de la prensa.

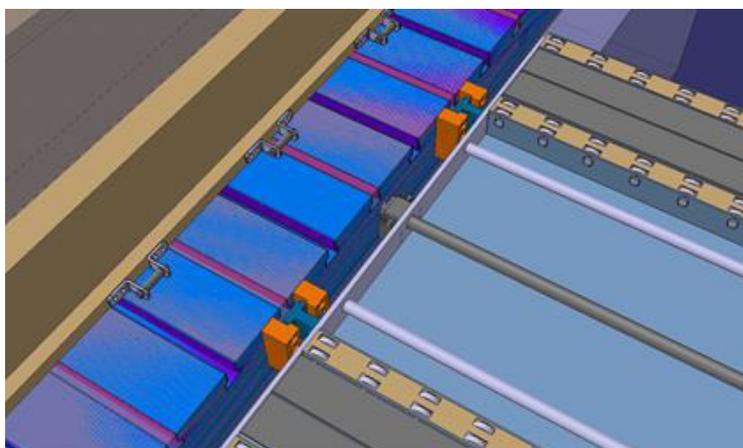


Imagen 41: Amarre Prensa - Implemento

MEJORAS

Una vez está el implemento amarrado a la prensa, el operario debe bajar de la carretilla y proceder a conectar la salida neumática de la prensa en el implemento. Al conectarse al circuito neumático se encenderá una señal luminosa en el implemento, que advertirá de la conexión, para evitar retirar la carretilla con la conexión conectada.

De esta forma, las regletas de rodillos del implemento, se elevarán, y facilitarán el empuje de la matriz hacia el interior, derivado del motor eléctrico. Este empuje se verá mejorado con la ayuda de las regletas de bolas que se van a colocar en las prensas.

Estas regletas deberán estar conectadas y elevadas cuando vaya a introducirse el troquel.

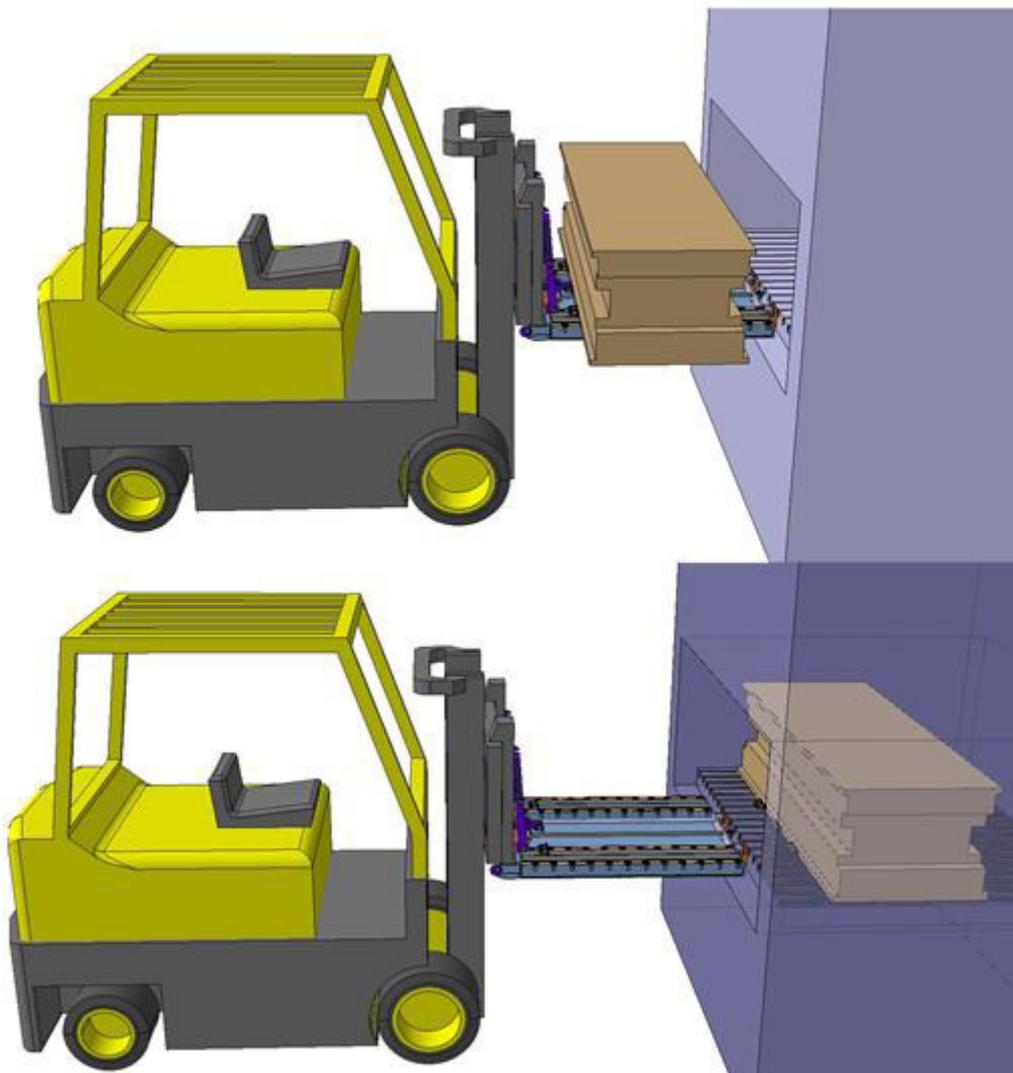


Imagen 42: Introducción de matriz con el Implemento

Por último, se procederá a desconectar el implemento del circuito neumático y a levantar la uñas para quitar los amarres a la prensa. Así, el operario ya podrá depositar el implemento en su estantería correspondiente.

En cuanto a la utilización del implemento para sacar la matriz, es el mismo procedimiento a la inversa.

Se amarrará y conectará el implemento a la prensa, de tal manera que se eleven los rodillos. Una vez elevados, se procederá a coger la matriz con los ganchos y a estirla hacia el exterior.

Una vez la matriz este situada encima del implemento, se desconectará la neumática y se quitarán los amarres, de manera que el operario podrá transportar la matriz hasta su hueco de estantería correspondiente.

MEJORAS

6.2.2.3. Presupuesto

En las páginas 18 - 24, anexo 12, de la carpeta Anexos adjunto el contrato de compra con el pliego de condiciones generado por el Grupo SAMCA.

Ciente: ESTAMPACIONES MODERNAS S.L.
CIF: B50026525
Calle P. INDEPENDENCIA, n. 21
ZARAGOZA

OFERTA DE SUMINISTRO

OFERTA ref.: ESTAMODE-01

En la presente oferta se describe la propuesta de suministro de un Implemento de Carretilla que se describe suficientemente en el **ANEXO I** de esta oferta y que se anejará al futuro contrato de Suministro. El implemento está diseñado para permitir un Nuevo sistema de Cambio de Utillaje de prensa.

En esta oferta se incluye:

1. **Implemento de Carretilla** (1 ud) Diseñado para carga-descarga de utillaje de hasta 2400 mm de ancho y 4.5 Tn. del cliente y adecuado para los anclajes existentes en las bancadas de prensa de ESTAMODE.
2. Marcado y declaración de conformidad **CE** del implemento y placa de Carga de carretilla con Implemento.
3. Manual de usuario y mantenimiento en castellano.
4. GARANTÍA de un año. No incluye daños por golpes o mal uso.
5. Elementos de amarre para Troqueles. 10 unidades de amarres en U para troquel.
6. Entrega, instalación y puesta en marcha en las instalaciones de ESTAMPACIONES MODERNAS S.L.
7. Formación del personal presente (1 día) y guiado en el proceso correcto de cambio con resolución de dudas.

COSTE TOTAL _____ 29.000 € (sin IVA)

PAGOS

- 60 % a la entrega de la máquina y puesta en marcha (firma de albarán de entrega y recepción)
- 30 % a 60 días Fecha Factura
- 10% al final del periodo de Garantía (1 año)

PLAZO DE ENTREGA

- 5 Meses (Previsto entrega al inicio de Octubre 2017)

6.2.2.4. Mejora estimada

Con la implementación del implemento para carretilla en el proceso de cambio de troqueles se pretenden conseguir los siguientes objetivos:

- Mejorar la seguridad en el cambio.
- Transportar la matriz con mayor seguridad.
- Ganar precisión en la introducción de matriz prensa.
- Evitar daños materiales, como golpes, ralladuras etc.
- Facilitar la introducción y extracción de la matriz.
- Optimización de tiempo.

A continuación adjunto una tabla con la mejora de tiempos estimada que va a suponer la implementación de este útil.

	Tiempo Actual de Cambio	Mejora ESTIMADA	Tiempo ESTIMADO de cambio tras mejora
E1	103 min		
E4	102 min		
E13	109 min		
E26	112 min		
E27	133 min		
E39	139 min		
E102	122 min		
E103	172 min		
E106	132 min		
E107	152 min	30 min	122 min
E108	160 min	30 min	130 min
E109	154 min	30 min	124 min

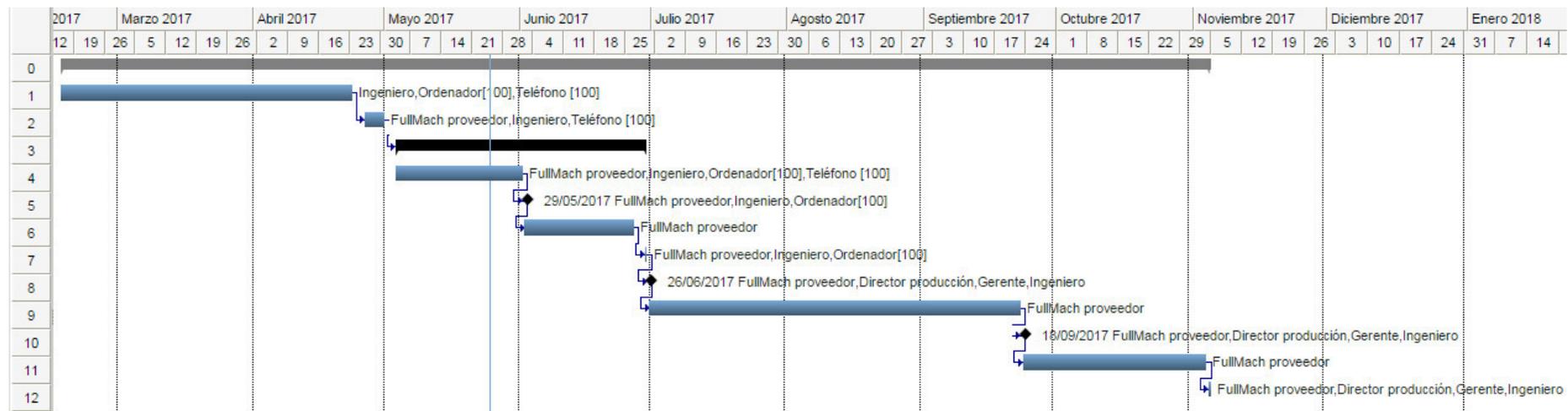
Tabla 12: Mejora ESTIMADA Implemento

6.2.2.5. Planificación

Por otro lado, expongo la planificación de la implantación del implemento para carretilla en la empresa.

MEJORAS

	Nombre	Duración	Inicio	Fin	Predecesoras	Recursos
0	Implementación de implemento para carretilla	185d	15/02/2017	31/10/2017		
1	Estudio del mercado	48d	15/02/2017	21/04/2017		Ingeniero, Ordenador, Teléfono
2	Selección de un proveedor	5d	24/04/2017	28/04/2017	1	FullMach proveedor, Ingeniero, Teléfono
3	Definición del proyecto	41d	01/05/2017	26/06/2017	2	
4	Intercambio de información	21d	01/05/2017	29/05/2017		FullMach proveedor, Ingeniero, Ordenador, Teléfono
5	Exposición Boceto inicial	0d	29/05/2017	29/05/2017	4	FullMach proveedor, Ingeniero, Ordenador
6	Mejoras	19d	30/05/2017	23/06/2017	5	FullMach proveedor
7	Exposición Boceto final	1d	26/06/2017	26/06/2017	6	FullMach proveedor, Ingeniero, Ordenador
8	Firma de contrato	0d	26/06/2017	26/06/2017	7	FullMach proveedor, Director producción, Gerente, Ingeniero
9	Producción	60d	27/06/2017	18/09/2017	8	FullMach proveedor
10	Prototipo	0d	18/09/2017	18/09/2017	9	FullMach proveedor, Director producción, Gerente, Ingeniero
11	Mejorar prototipo	30d	19/09/2017	30/10/2017	10	FullMach proveedor
12	Entrega final y puesta en marcha	1d	31/10/2017	31/10/2017	11	FullMach proveedor, Director producción, Gerente, Ingeniero



7. OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS

PRENSAS	Tiempo medio Antecedente	Tiempo tras mejora Fase 1	Mejora ESTIMADA Fase 1	Mejora Fase 1	Tiempo ESTIMADO tras mejora Fase 2	Mejora ESTIMADA Fase 2
E1	103 min					
E4	102 min					
E13	109 min					
E26	112 min					
E27	138 min	133 min	Polivalencia	Polivalencia y 5 min		
E39	139 min					
E102	142 min	112 min	20 min	30 min		
E103	172 min					
E106	152 min	132 min	10 min	20 min		
E107	187 min	152 min	Polivalencia y 30 min	Polivalencia y 35 min	112 min	40 min
E108	160 min				120 min	40 min
E109	154 min				124 min	30 min

Tabla 13: Optimización de tiempo

Optimización de tiempos

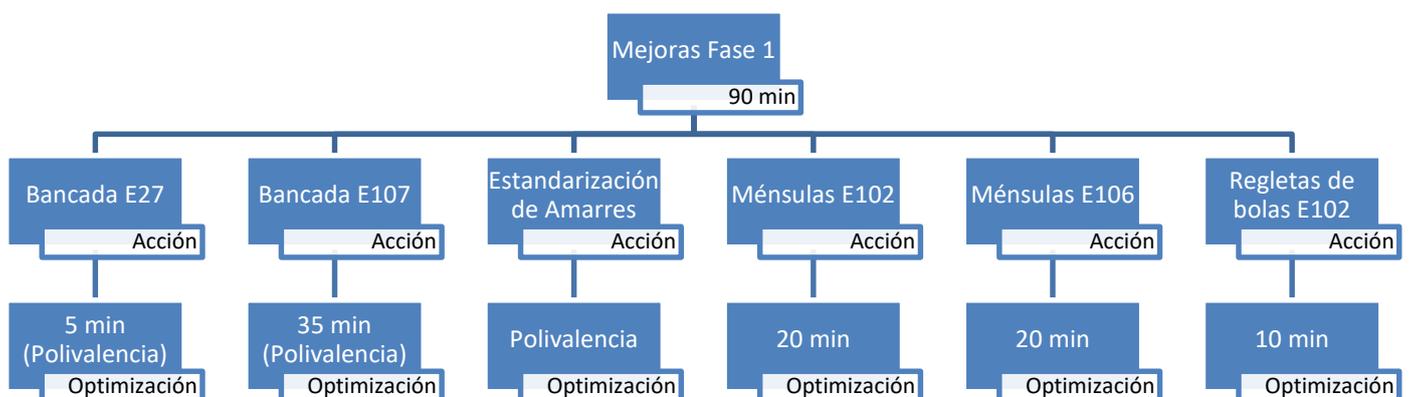
En esta tabla resumen se muestran todas las optimizaciones de tiempo que ha sufrido la empresa con el proyecto.

En la primera columna, se pueden observar cada una de las prensas con las que cuenta actualmente la empresa. Por otro lado, en la segunda columna se muestran los tiempos medios antecedentes de cada una de las prensas.

Para las mejoras de fase 1, se ha vuelto realizar una toma de datos con el tiempo actual de cambio para las prensas. Con este tiempo actual de cambio y el tiempo antecedente, se obtiene la optimización que ha supuesto cada una de las acciones.

Para cada una de las fases he estimado unos tiempos de mejora, basándome en las características de la mejoras y en acciones ya realizadas. De esta forma, podemos ver la estimación que se había realizado y la mejora actual que ha supuesto.

Para las mejoras de fase 2, se ha realizado una estimación de la optimización que puede causar en el proceso de cambio, y con ello, un tiempo de cambio estimado.



No obstante, además de optimización de tiempo y coste, cabe destacar el alto grado de progreso en prevención de riesgos laborales. Con todas estas mejoras la empresa prevé golpes, desajustes y roturas en los utillajes, prescinde de operarios para los cambios por lo que disminuyen las lesiones humanas durante los cambios y, prevé lesiones por esfuerzos, ya que el trabajo que realizan requiere de menos.

8. OPTIMIZACIÓN DE COSTES

A continuación voy a hacer una estimación económica de lo que puede suponer para la empresa la implantación de este proyecto de mejora.

Comienzo resumiendo los tiempos de mejora de la empresa, y apuntando los costes de personal de un operario de la empresa.

Estos costes de personal vienen hallados del sueldo bruto que pudiera tener un operario, con respecto a las horas anuales de trabajo que realiza dentro de la empresa.

PRENSAS	Antecedente	Mejora Fase 1	Mejora ESTIMADA Fase 2
E27	138 min	5 min	
E102	142 min	30 min	
E106	152 min	20 min	
E107	187 min	35 min	40 min
E108	160 min		40 min
E109	154 min		30 min
TOTAL	-	90 min	110 min

<i>Sueldo bruto estimado (€)</i>	30000
<i>Horas trabajo/año (h)</i>	1900
<i>Coste personal (€/h)</i>	15,79
<i>Semanas año (semanas)</i>	52

Una vez situados en el concepto de costes, comienzo con la optimización estimada que va a tolerar la empresa. He distinguido dos tipos de optimización, de personal y de piezas.

La optimización de piezas es complicada hallarla, debido a que cada matriz saca unas piezas determinadas, a un ritmo de golpeo distinto, a un coste de producción diferente y a otro precio de venta. Para realizarla, he consultado con el director de producción y la responsable de administración, y me han proporcionado dos parámetros que se encuentran dentro de la media.

Seguidamente, se puede observar la optimización para cada una de las fases y la optimización total del proyecto para un año.

Optimización de Costes

FASE 1

<i>Cambio de matriz por semana (uds)</i>	2
<i>Tiempo ahorro/semana (h)</i>	3
<i>Producción piezas/hora (h)</i>	360
<i>Beneficio/pieza (€)</i>	0,08
<i>Optimización de personal/año (€)</i>	2.463,16 €
<i>Optimización media de piezas/año(€)</i>	4.492,80 €

FASE 2

<i>Cambio de matriz por semana (uds)</i>	2
<i>Tiempo ahorro/semana (h)</i>	3,67
<i>Producción piezas/hora (h)</i>	360
<i>Beneficio/pieza (€)</i>	0,08
<i>Optimización de personal/año (€)</i>	3.010,53 €
<i>Optimización media de piezas/año(€)</i>	5.491,20 €

Optimización TOTAL	15.457,68 €
---------------------------	--------------------

Para cada una de la prensas se realizan en torno a dos cambios de matriz por semana, ya que actualmente la empresa trabaja a tres turnos de trabajo y el volumen de producción es mayor.

Por otro lado, la optimización en piezas variará dependiendo de las piezas que se produzcan, debido a que cada matriz trabaja a una velocidad y las piezas tienen un costo distinto. El dato mostrado, es un dato mínimo estimado por la empresa.

9. CONCLUSIONES

El proyecto que he llevado cabo durante mis prácticas en empresa, y que seguiré explotando posteriormente en la empresa, podría resumirse en dos breves frases:

Implantación de un sistema SMED de mejora continua, que ayuda a incrementar la producción y a aumentar la flexibilidad de la empresa.

Optimización de coste y tiempo en el cambio de matriz.

De esta manera, se muestra la visión global de que es y que he conseguido llevando a cabo este proyecto.

A continuación, voy a comentar los beneficios obtenidos en las distintas fases del proyecto, y los objetivos y mejoras conseguidas por el proyecto.

Refiriéndome a las mejoras realizadas hasta el momento en la empresa, fase 1, los objetivos de optimización buscados se han cumplido notablemente, dando a la empresa un valor añadido en producción y prevención de riesgos laborales. Dichos datos de mejora han quedado reflejados en el proyecto, y en el trabajo cotidiano dentro de la empresa.

Estas mejoras de primera fase han logrado una notable optimización de tiempo, en torno a los 90 minutos en conjunto. Este tiempo bien puede ser invertido en producir más, o bien, en realizar más cambios de matriz, que permitan a la empresa ser más flexible en su producción. De esta forma, en un futuro, se podría llegar a eliminar el stock de la empresa.

En cuanto a las mejoras en proceso de realización, presentan expectativas iguales o más esperanzadoras que las de primera fase, mostrando así, el éxito del proyecto empresarial.

Con las mejoras de segunda fase, se estima que se alcance una optimización de tiempo de hasta 110 min, una cifra de reducción más que notable. Estas mejoras dotan a la empresa de una mayor seguridad en su trabajo y un plus de buen hacer respecto a sus competidores.

Teniendo en cuenta ambas fases de mejora, se asciende hasta los 200 min en tan solo 6 prensas de la empresa, dato que avala la validez del proyecto.

Esta reducción de tiempo se traduce en una reducción de coste económico, dato necesario para la aprobación del proyecto, por parte de la dirección de la empresa.

Conclusiones

Esta reducción de tiempo se repite cada semana, ya que los cambios suelen ser semanales, incluso produciéndose 2 cambios de matriz en cada prensa a la semana.

Por otro lado, poniendo como referencia un futuro cercano, este próximo año, el objetivo es, seguir reduciendo el tiempo de cambio en las prensas de mayor tamaño, ya que son las más importantes económicamente para la empresa.

En cuanto al implemento de carretilla, mejora de mayor coste económico del proyecto, si las estimaciones de optimización y manejo de la tecnología se cumplen, en un futuro, se valorará la opción de crear útiles como éste para las prensas de tamaño mediano y pequeño de la empresa, reduciendo así el tiempo de cambio en éstas y mejorando su seguridad.

En cuanto a las dificultades del proyecto, cabe destacar la duración de tiempo del proceso de aprobación de las mejoras por parte del grupo.

Otro factor importante es la actitud del trabajador a la hora de aceptar las mejoras propuestas. El proyecto gira en torno al operario, ya que él es quien va a utilizar las mejoras. Por esto, son ellos quienes deben desarrollar las características de operatividad de cada una de las implementaciones.

Derivado de lo anterior, está la importancia de la comunicación entre los trabajadores. Para llevar a cabo el proyecto ha sido necesario hablar con todas las personas de la empresa, desde el gerente hasta los operarios, creando un vínculo comunicativo capaz de llevar a cabo un proyecto de estas dimensiones, además de satisfacer las peticiones de todas las partes.

Centrándome en el proyecto de forma global, cabe destacar su importancia y la necesidad que ha cubierto en la empresa. Tal era su necesidad, que el proyecto se mantiene abierto en la entidad, visualizando un objetivo común, la mejora continua.

Continuando con lo realizado hasta el momento, el proyecto SMED va seguir en la línea de mejorar el cambio de matriz, tanto internamente en oficina, en los datos tratados por el departamento de ingeniería y matricería, como externamente en fábrica, en la operatividad del cambio en planta.

El conjunto total de las mejoras proyectadas, conseguirán una optimización en el proceso de cambio, capaz de dar a la empresa una mayor competitividad en el mercado de la estampación.



Para finalizar, desde mi punto de vista, ha sido un proyecto complejo pero satisfactorio, en el que he podido desarrollar y ampliar mis capacidades y conocimientos como ingeniero. He elaborado tareas de ingeniero en organización industrial como pueden ser, el desarrollo de un libro técnico, la búsqueda de optimización de tiempo y la mejora continua, trato con proveedores, o gestión de compras, además de desarrollar tareas más técnicas como el diseño de planos industriales o el desarrollo de conocimientos hidráulicos y electrónicos.

10. BIBLIOGRAFÍA

- «¿Qué es SMED?» MTM Ingenieros. Accedido 12 de junio de 2017. <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>.
- «¿Qué es SMED? | ConIngenio». Accedido 12 de junio de 2017. <http://www.fcojesuslopez.es/coningenio/que-es-smed>.
- «PW-ProgSumm_es.indd - CLR-ProgSumm_folleto de producto-es.pdf». Accedido 12 de junio de 2017. http://www.clrh.com/images/roemheld/CLR-ProgSumm_folleto%20de%20producto-es.pdf.
- «qdc-08e_prc.pdf». Accedido 12 de junio de 2017. https://www.pascaleng.co.jp/application/files/4614/9093/9976/qdc-08e_prc.pdf#page=1.
- UniPunch. UniPunch - Cambio rápido en la prensa, 2010. <https://www.youtube.com/watch?v=HmnrYWtnT4Y>.
- UniPunch. UniPunch - Cambio rápido en la prensa, 2014. <https://www.youtube.com/watch?v=HmnrYWtnT4Y>.
- UniPunch. UniPunch - Cambio rápido en la prensa, 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=HmnrYWtnT4Y>.
- «Capitulo3.pdf». Accedido 12 de junio de 2017. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21920/Capitulo3.pdf>.
- «SMED, Single Minute Exchange Die. Conceptos fundamentales • GestioPolis». Accedido 12 de junio de 2017. <https://www.gestiopolis.com/smed-single-minute-exchange-die-conceptos-fundamentales/>.
- «Serapid | Push Chain, Stage lifts, Quick Die Change, Telescopic Masts, Building Dynamics». Accedido 12 de junio de 2017. <http://www.serapid.com/>.
- «Tecnología de sujeción». Grupo Bereiker. Accedido 12 de junio de 2017. <http://www.bereiker.com/es/tecnologia-de-sujecion/>.



Relación de documentos

(X) Memoria	112	páginas
(_) Anexos	27	páginas

La Almunia, 27 de Junio de 2017

Firmado: Sergio Coma Figols