



Capítulo 4. IMPLEMENTACIÓN DEL SMED EN MATRICES DE MOLDEO DE ALUMINIO.



El objetivo principal del capítulo es desarrollar la implementación de la metodología SMED en una célula de trabajo modelo que pertenecen a la zona de aluminio de la empresa Autoneum Argentina S.A

Para una mejor comprensión del proceso de cambio de serie, también se presentan las principales máquinas y herramientas que forman parte del proceso productivo sobre el que se implementara la herramienta SMED

1. La necesidad de implantar SMED en Autoneum.

Como se expuso en el capítulo anterior, la metodología SMED permite disminuir el tiempo en el que las máquinas están inactivas durante el cambio de serie, proceso necesario para cambiar de un modelo de producto a otro.

Se pone de manifiesto la necesidad de implementar esta herramienta en Autoneum frente a la reprogramación que se observa diariamente, para poder incrementar el tiempo de producción efectivo y cumplir con los pedidos del cliente.

Para ubicar al lector en el contexto general de la empresa se debe considerar que cada prensa de la empresa manufactura entre 5 y 6 referencias para distintos clientes de la terminal automotriz. Cada prensa experimenta a diario entre 2 y 3 cambios de producto y el tiempo de cambio de producto no está contemplado en la carga de maquina mensual. Como consecuencia se requiere reprogramar diariamente horas extras, para poder cumplir de manera efectiva con el programa de producción y la demanda del cliente.

Como el cambio de serie no es eficiente, los lotes de cada referencia se producen del mayor tamaño posible de manera de reducir la frecuencia de cambio de producto y como consecuencia, disminuir el tiempo de maquina inactiva. En un inicio en la zona de aluminio se puede decir que la maquina permanece inactiva entre 20 y 30 minutos por cada cambio de producto. Lo que conduce a un sistema de producción poco flexible y con capacidad de respuesta lenta, frente a las variaciones de la demanda.

A principios del año 2014, no existía un procedimiento estándar para el cambio de producto y tampoco un registro del tiempo que insume. El personal de mantenimiento es responsable de realizar un cambio para garantizar la continuidad de la producción. El personal realiza las actividades a criterio y es responsable del autocontrol de sus actividades.



2. Descripción de las máquinas: Prensas Hidráulicas.

El objetivo de este apartado es presentar los componentes de una prensa hidráulica, principio de funcionamiento y principales características técnicas, para darle al lector un panorama general de la maquinaria que formara parte en la implementación de la herramienta SMED.

Para los datos que se exponen en este apartado se toman como referencia los manuales y especificaciones técnicas estándar de Autoneum Argentina S.A.

A continuación se muestra un esquema de una prensa hidráulica lo que permite localizar los principales elementos constitutivos.

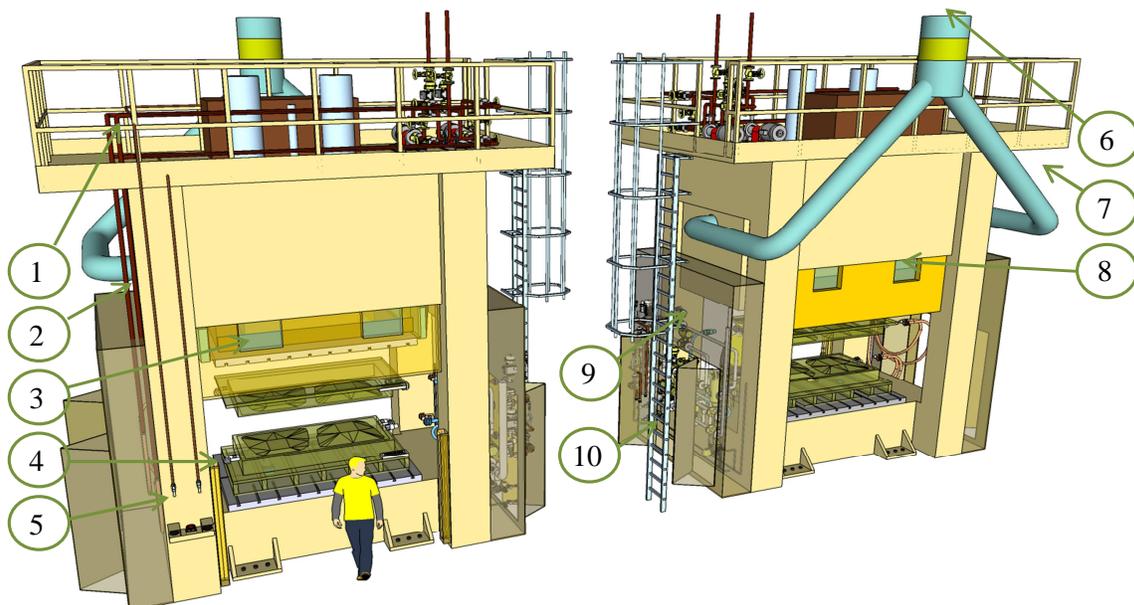


Figura 4.1: Esquema general de una Prensa de hidráulica
Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)

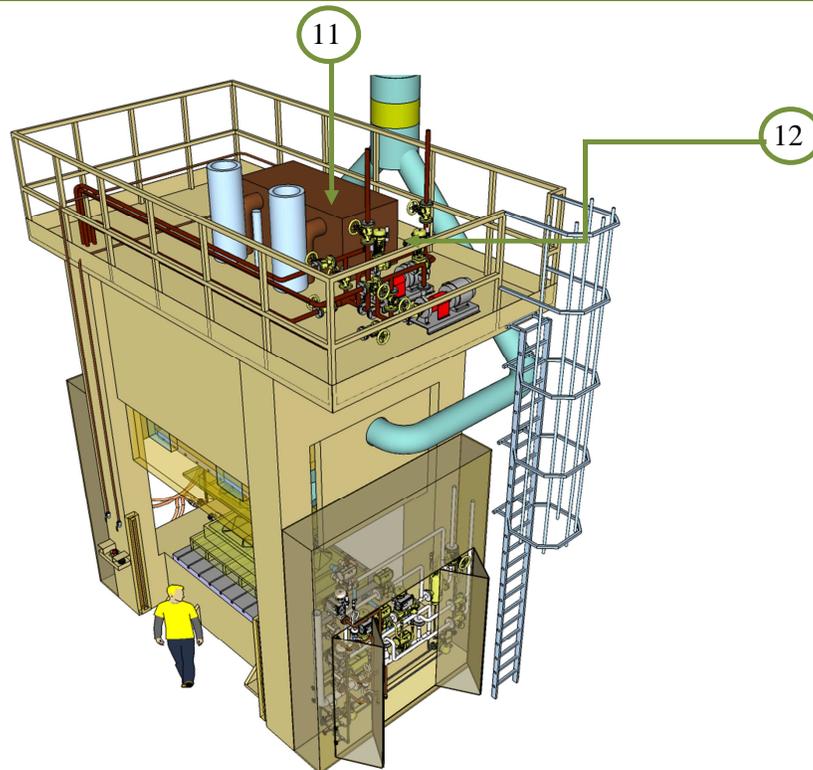


Figura 4.2: Esquema general de una Prensa de hidráulica
 Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)

Referencia	
1	Plataforma
2	Tubería de aceite
3	Puerta Frontal corrediza
4	Sensor
5	Botonera para dar inicio de ciclo
6	Extractor
7	Tubería de extracción
8	Puerta trasera corrediza
9	Sistema de vapor
10	Escalera de acceso a la plataforma
11	Unidad Hidráulica
12	Válvulas para la regulación del aceite Hidráulico

Tabla 4.1: Referencias de los principales elementos de una prensa hidráulica.
 Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)



2.1 Especificación Técnica de una Prensa Hidráulica de 250 Toneladas.

Fuerza Maxima	2500 kN
Medida del plato	1800 mm x 2500 mm
Fuerza Mínima de cierre	150 kN
Fuerza Máxima de apertura	250 kN
Fuerza Mínima de apertura	80 kN + Peso del plato móvil
Peso máximo de la herramienta	15 Ton
Peso máximo de la herramienta superior(Matriz)	8 Ton
Uso de la prensa	24 horas/día – 6 días/semana
Apertura	2000 mm
Recorrido	1700 mm
Apertura minima entre platos	300 mm
Altura de plato fijo al suelo	750 mm
Distancia mínima entre guías frontales.	2700 mm
Distancia mínima entre guías laterales.	2000 mm
Velocidad de cierre rápido	50 to 600 mm/s
Velocidad de cierre lento	25 mm/s to 50 mm/s
Velocidad de presión	1 mm/s to 25 mm/s
Velocidad de retorno lento	25 mm/s to 50 mm/s
Velocidad de retorno rápido	300 mm/s
Peso de la prensa	Resistencia del piso= 25 MPa mínimo.
Altura de la prensa	6,5m to 7,5m
Puertas delanteras y traseras	Movimiento vertical automático
Dispositivos de seguridad	Sensor óptico.

Tabla 4.2: Especificación Técnica de una prensa hidráulica de 250 toneladas.
Fuente: Manual de ROLOP S.A.(2010)



2.2 Principio de funcionamiento

Si bien el SMED se implementará en procesos de moldeo en frío, el autor considera describir aquellos circuitos o subsistemas de la prensa que se necesitarían poner en funcionamiento en el caso de trabajar con un proceso de moldeo en caliente de manera de brindarle al lector un panorama más amplio del funcionamiento potencial de una prensa hidráulica.

2.2.1 Circuito de aceite

A continuación se muestra el esquema del sistema de suministro de aceite en caso de que se necesite trabajar con un proceso de moldeo en caliente.

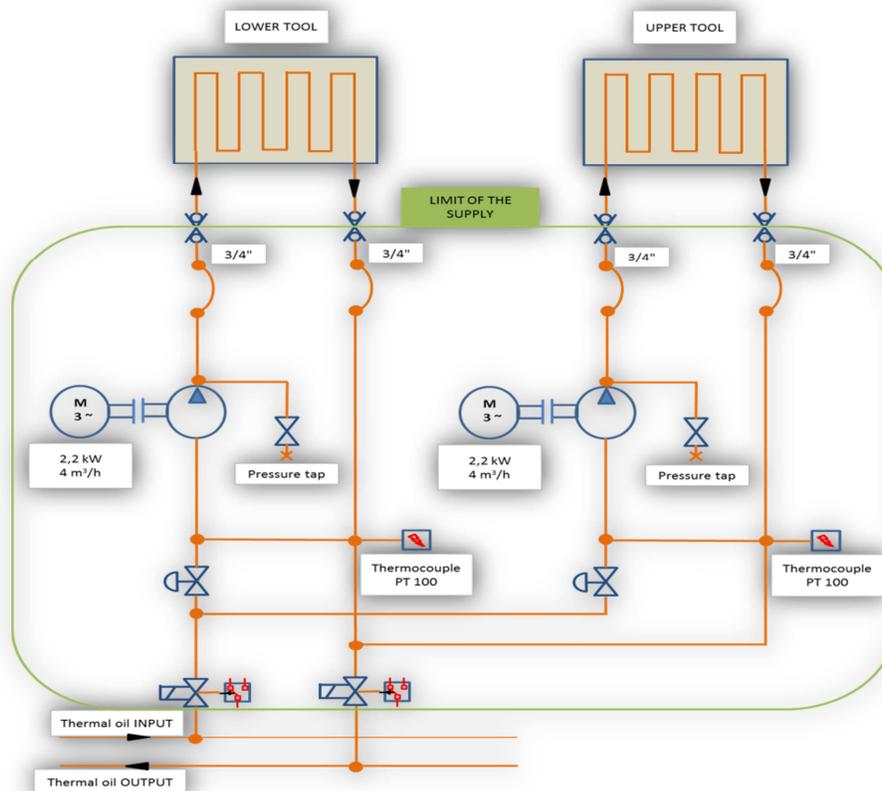


Figura 4.3: Esquema del circuito de aceite.

Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)

El circuito de regulación de aceite térmico es independiente para el molde inferior y superior de la herramienta con el fin de lograr un control preciso de la temperatura en ambas mitades de la matriz. La entrada y la salida de aceite en la herramienta de moldeo, deben estar ambos posicionados en la parte derecha de la prensa.



Un conjunto de dos válvulas (1 para cada media matriz) permitirá aislar el circuito de aceite térmico de la prensa del circuito general de la planta cuando la prensa no está en producción. Cuando la prensa está en el modo de producción, las bombas de circulación están en funcionamiento de forma permanente cualquiera que sea la temperatura requerida en la herramienta.

Un sensor de temperatura (termocupla) se implementa en los bucles de regulación en el circuito de salida de cada media herramienta. El control de temperatura se realiza mediante chips electrónicos que controlan la apertura y cierre de las válvulas, en función de los valores establecidos de temperatura y la temperatura real relevada por los sensores.

Caso 1:

La temperatura de la matriz es igual o superior al valor establecido en el panel de control. Por lo tanto, la válvula de control está cerrada y la circulación del aceite está asegurada dentro del circuito de calentamiento de la herramienta.

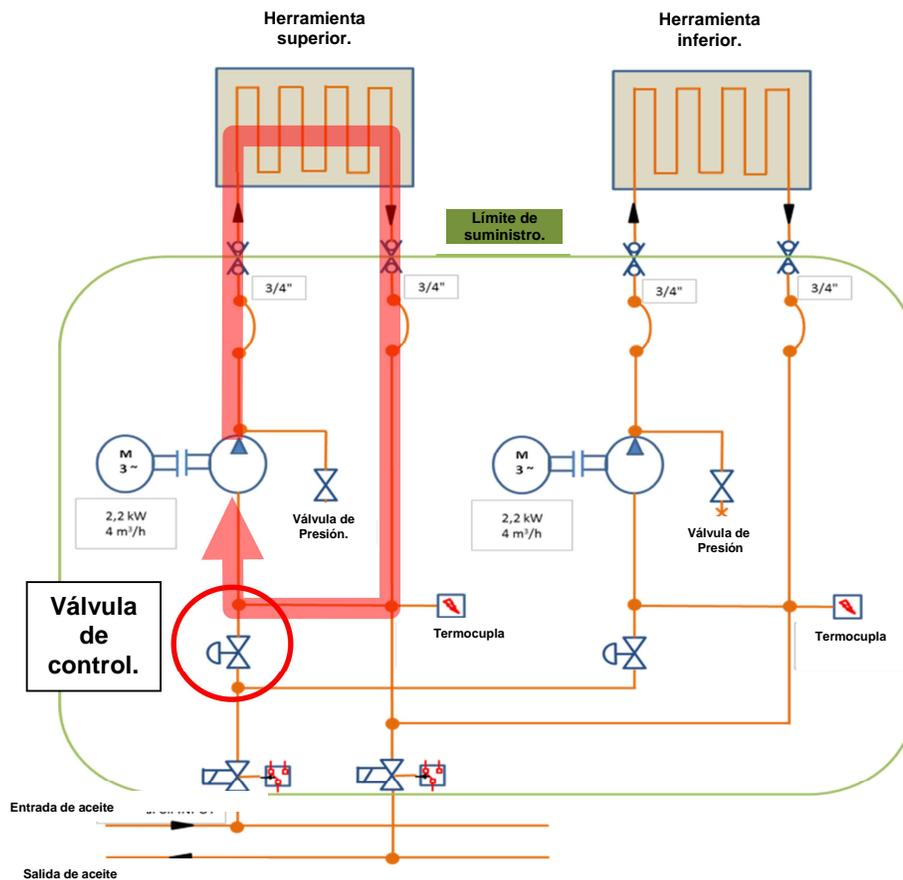


Figura 4.4: Esquema del circuito de aceite para el caso 1.
Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)

**Caso 2:**

La temperatura de la matriz está por debajo del valor establecido en el panel de control. (La matriz se está enfriando). Entonces, la válvula de control está abierta, y la circulación del aceite proviene en parte del circuito general de la planta y o del circuito de la prensa.

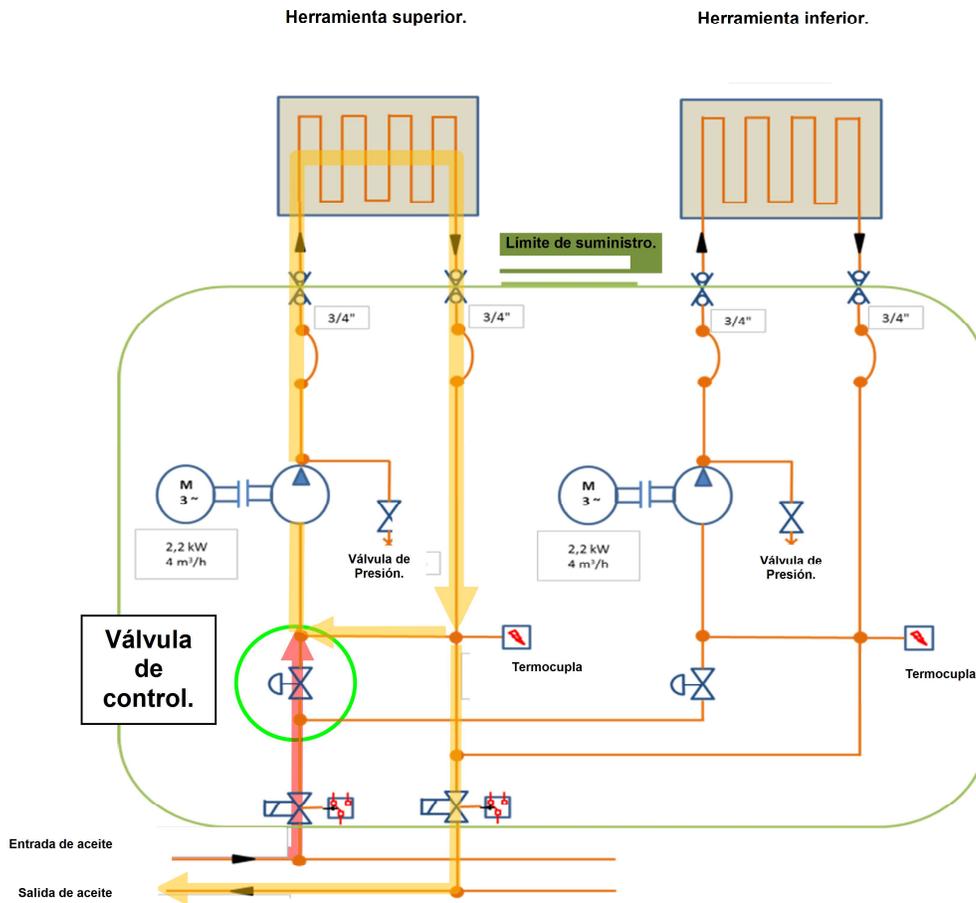


Figura 4.5: Esquema del circuito de aceite para el caso 2.
Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)



Las bombas de circulación y el conjunto de válvulas se encuentran en la plataforma de la prensa. La cañería debe ser colocada sobre el lado izquierdo de la prensa.

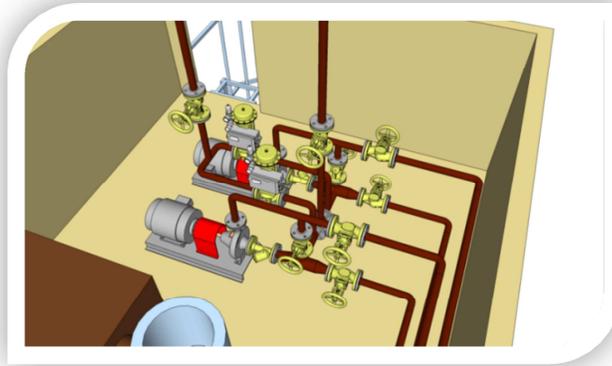


Foto 4.6: Esquema de las bombas de circulación y válvulas de control.
Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)

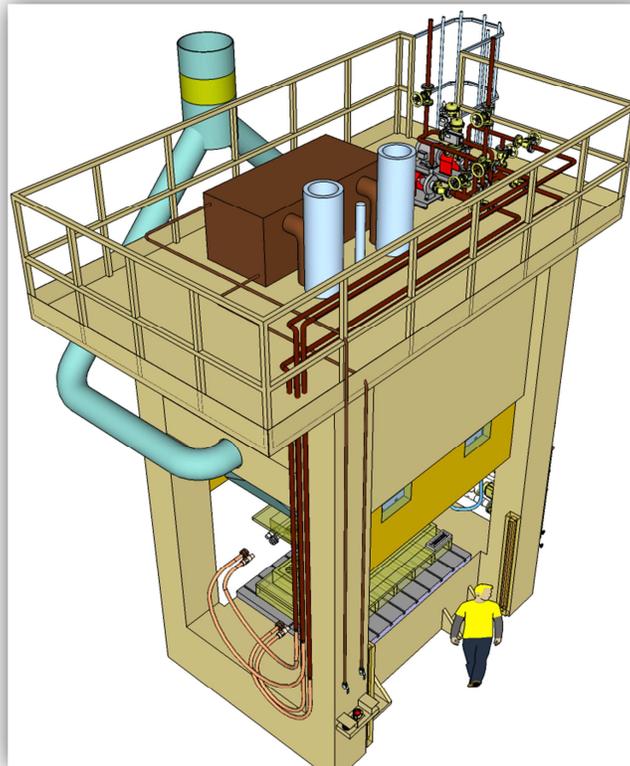


Foto 4.7: Esquema del sistema de abastecimiento de una prensa mostrando la posición de la Cañería.

Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)



2. Circuito de vapor.

A continuación se muestra el esquema del sistema de suministro de vapor en el caso de que se necesitara mejorar el tiempo de cocción en un proceso de moldeo en caliente.

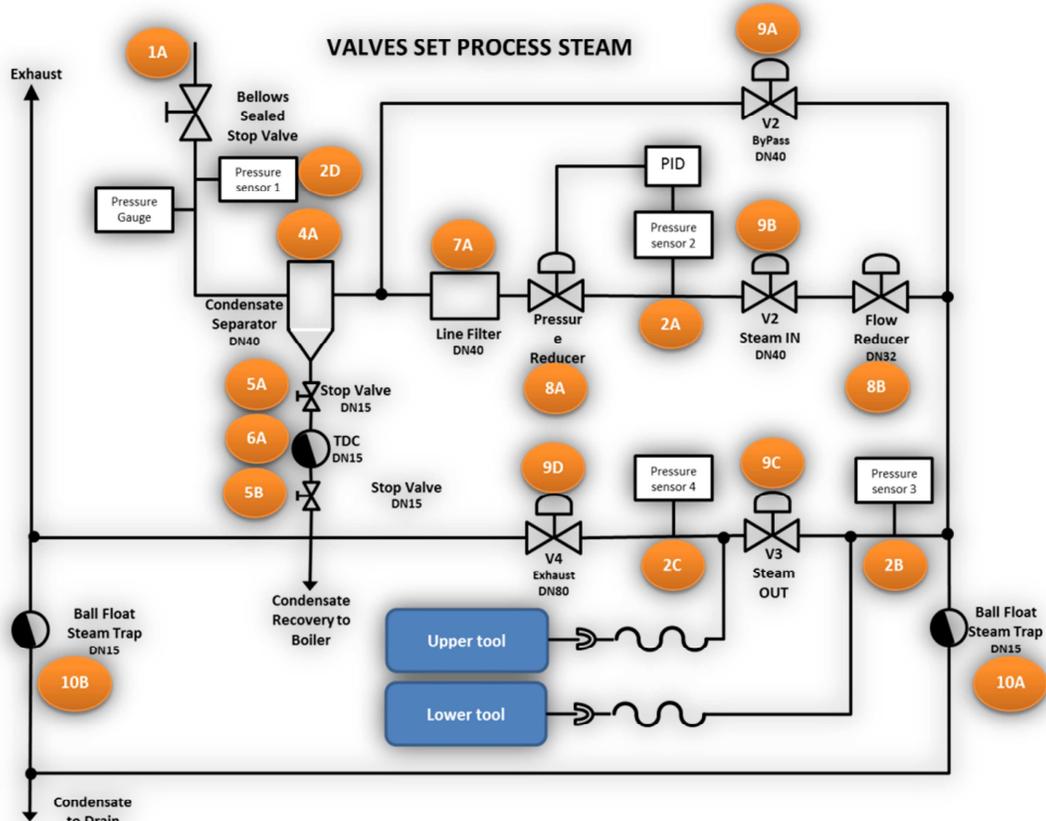


Figura 4.8: Esquema del circuito de vapor.

Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)

El Vapor procedente del generador puede ser aislado gracias a la válvula de cierre (1A), permitiendo así el cambio de herramienta o bien actividades de mantenimiento. Un sensor de presión (2D) está conectado al PLC de la prensa, comprueba la correcta presión que viene del generador de vapor y prohíbe para iniciar el ciclo si la presión no es correcta.

Un separador de condensado (4A) se encarga de evacuar toda el agua del vapor. Se filtra entonces la energía restante contenida en el condensado (6A) y se recicla hacia la caldera. Cuando la prensa está cerrada y el producto listo para comenzar la fase de moldeo, las válvulas (9a) y (9b) se abren para llenar rápidamente la herramienta durante unos segundos.



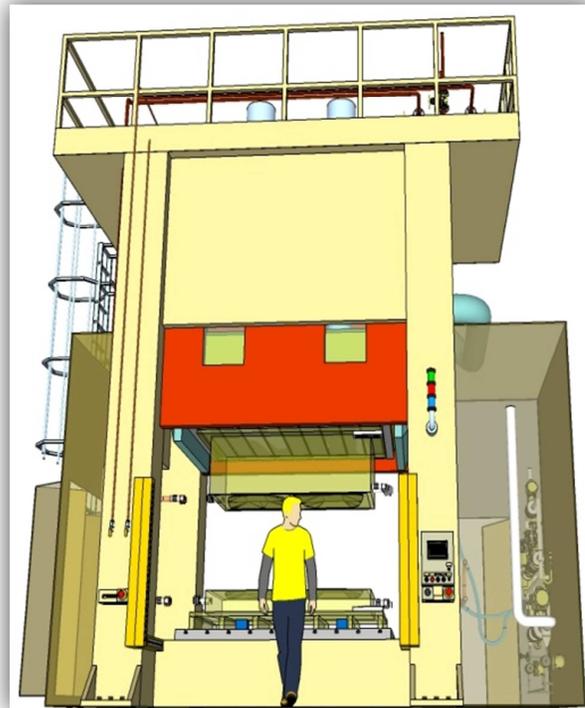
A continuación, la válvula (9A) se cierra y el vapor de inyección se controla a continuación:

- Por la presión con un controlador, el reductor de presión (8A) y el sensor de presión (2A);
- Por flujo con el reductor de flujo (8B).

Antes de que la prensa se abra, la inyección se detiene de nuevo mediante el cierre de las válvulas (9a) y (9b) y las válvulas (V3) y (V4) se abren para liberar la presión dentro del molde y evacuar el vapor.

Válvulas unidireccionales (11A) y (11B) se implementan para evitar que el vapor se inserte a la red de aire comprimido. Las trampas de vapor (10A) y (10B) se implementan en los puntos más bajos de las válvulas de vapor para recolectar y eliminar el condensado que se puede acumular en el circuito de vapor local.

El sistema de suministro de vapor debe ser instalado lo más cerca posible del plato de la prensa. Su ubicación es sobre el lado derecho de la prensa en un gabinete cerrado.



*Figura 4.9: Esquema del sistema de abastecimiento de vapor una prensa.
Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)*



El sistema incluye las mangueras para conectar los circuitos de vapor a la herramienta que se indican en el siguiente esquema.

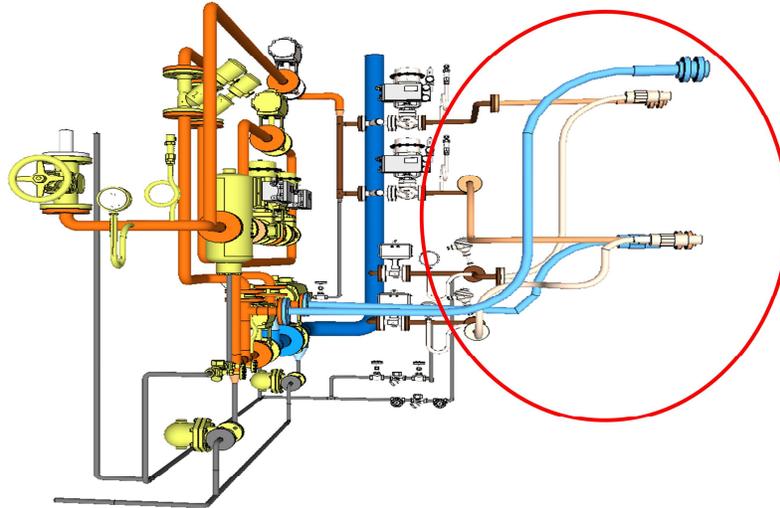


Figura 4.10: Esquema de la tubería de abastecimiento de vapor.
Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)

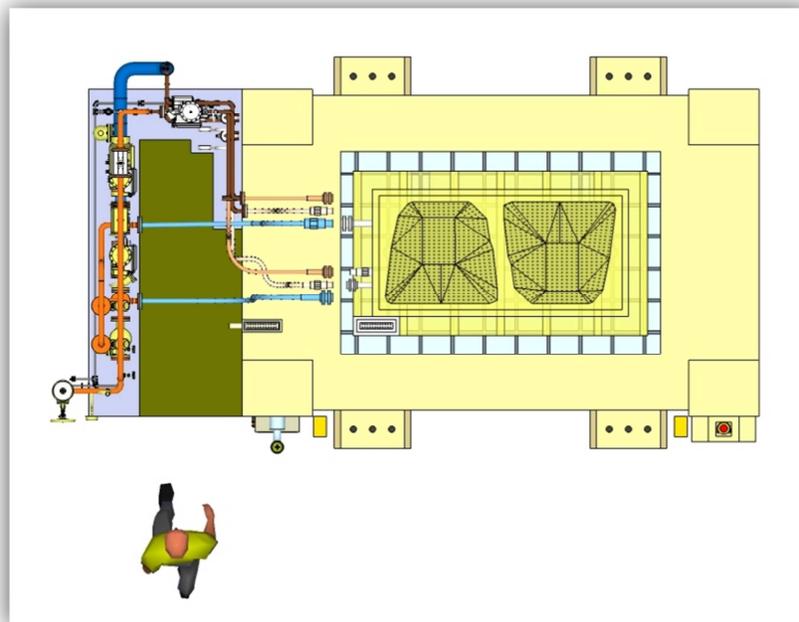
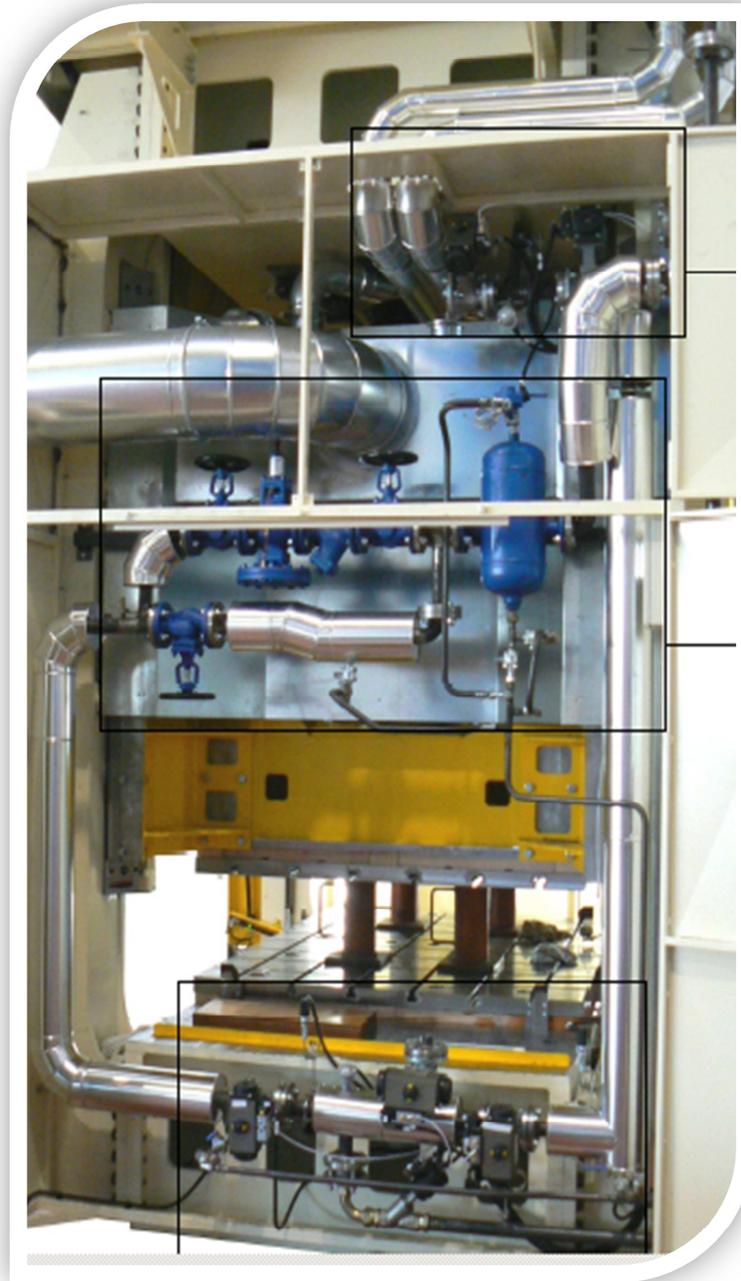


Figura 4.11: Sistema de abastecimiento de vapor.
Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)



Fotografía 4.1: Sistema de abastecimiento de vapor en una prensa ROLOP de 250 Tn.



3. Descripción del Herramental: Matrices de moldeo

3.1 Esquema general de una matriz de moldeo en caliente.

A continuación se muestra el Diseño de una matriz para una pieza de FORD formando parte de uno de los proyectos el cual el autor lideró. Esta pieza entro en producción exitosamente en Noviembre del 2014 formando parte del proyecto actual P375 correspondiente a la Pick Up Ranger.

El autor considera incorporar este esquema al proyecto para permitir una visión general de los elementos constitutivos de una matriz para el proceso de moldeo en caliente a cualquier persona que recién entra en contacto con herramental de este tipo.

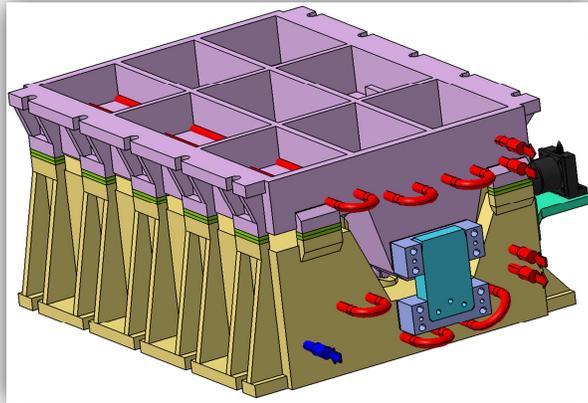


Figura 4.12: Vista isométrica de la matriz.



Fotografía 4.2: Fotografía de la matriz.

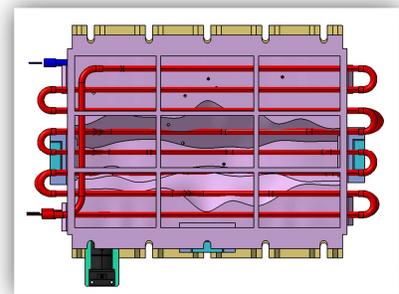


Figura 4.13: Vista superior del molde.

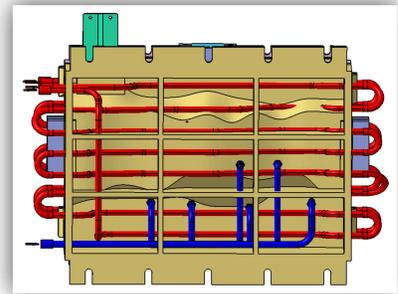


Figura 4.14: Vista inferior del molde.



3.2 Esquema general de una matriz de moldeo en frío.

A continuación se muestra el Diseño de una matriz para una pieza de TOYOTA formando parte de uno de los proyectos el cual el autor participo como soporte. Esta pieza entraría en producción en Noviembre del 2016 formando parte del proyecto 640A correspondiente a la nueva Pick Up Hilux.

Se incorpora este esquema al proyecto para permitirle al lector una visión general los principales elementos constitutivos de una matriz para el proceso de moldeo en frío, estos se detallaran más a detalle en el próximo apartado. Este tipo de herramental corresponde al utilizado en el proceso en el cual se estudiará como implementar la metodología SMED.

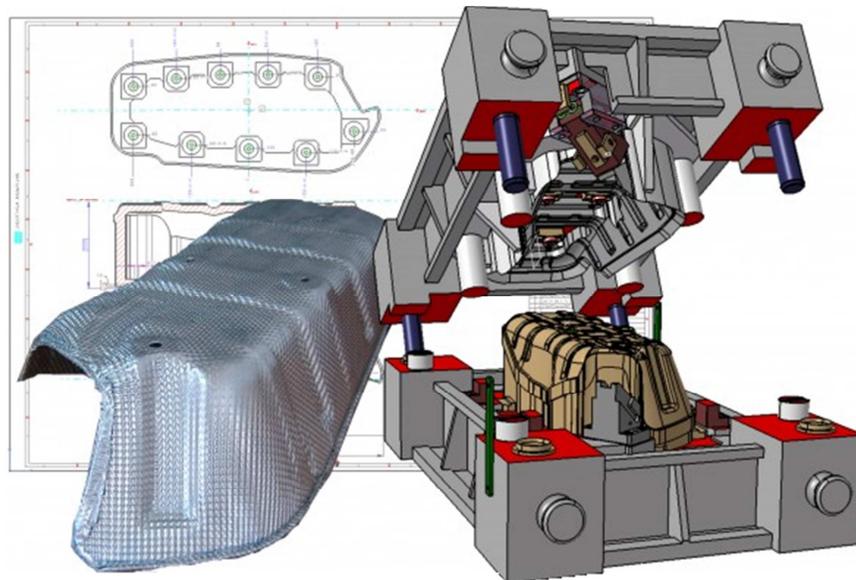


Figura 4.14: Diseño de una matriz de un escudo térmico.



Fotografía 4.2: Fotografía de la matriz.



4. Principales elementos constitutivos de una matriz:

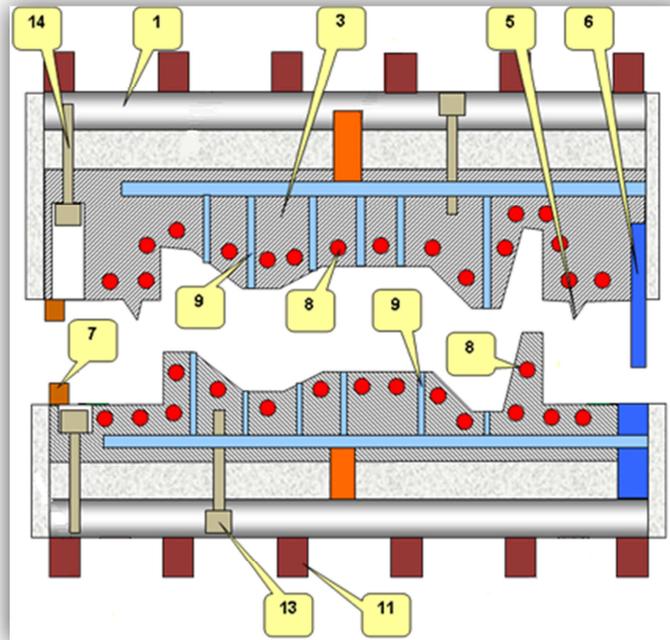


Figura 4.15: Esquema de los principales elementos constitutivos de una matriz.
Fuente: Especificaciones técnicas de herramientas de Autoneum Argentina S.A (2014)

Referencia	
1	Plato de la prensa (Espesor usual de 40mm)
3	Bloque de la herramienta
5	Filo de corte (Dureza entre 50-55 HRC)
6	Guías o colisas
7	Topes
8	Circuito de aceite(Para proceso de moldeo en caliente) (Idealmente a 20 o 30 mm de la superficie para garantizar una temperatura homogénea)
9	Circuito de vapor(Para proceso de moldeo en caliente)
11	Distanciales
13	Bulón de anclaje
15	Topes para el centrado del Blank de material prima.

Tabla 4.3: Esquema de los principales elementos constitutivos de una matriz.



4.1 Descripción de los principales elementos constitutivos

A. Colisas o guías:

Las colisas se utilizan para garantizar un correcto ensamble entre la cara inferior y superior del molde.

Las Guía Macho debe estar ubicada en la Cara inferior del Herramental y las hembras en la cara Superior, actuando la colisa trasera como Pokajoke durante el ensamble de la parte inferior y superior de la matriz.

B. Topes de altura

La función de los topes de altura consiste en garantizar la posición adecuada para el cierre del Herramental. Deben estar conformados en acero endurecido, garantizando el paralelismo a lo largo de toda la vida del herramental. Dureza requerida: 50HRC.

Los topes deben estar igualmente posicionados alrededor de la placa de acero para evitar toda deformación que se pudiera causar al aplicar la fuerza de la prensa sobre el Herramental.

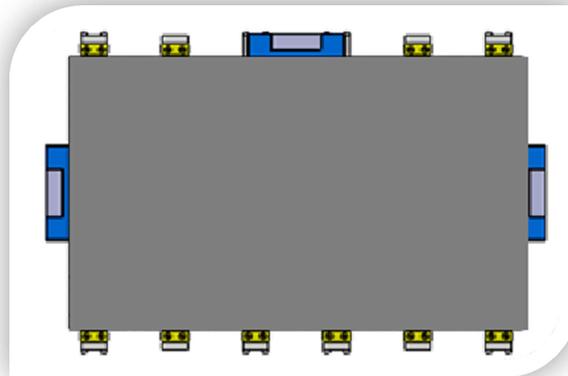


Figura 4.16: Esquema de las colisas y los topes de altura en una matriz.

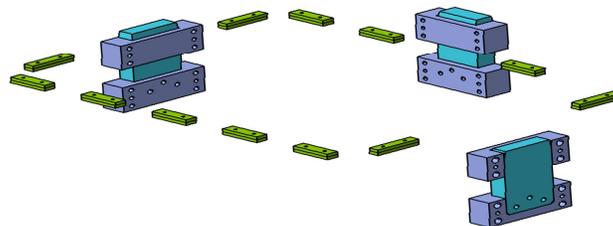


Figura 4.17: Esquema de colisas y topes.



C. Distanciales

Las especificaciones de herramientas de Autoneum Argentina S.A (2010) definen para las matrices de acero laminado:

Distanciales deben de ser de acero laminado, en un espesor no menor a 76 mm, con altura suficiente para garantizar el alto total de la herramienta que para el caso de la empresa se define en 600 mm.

En el caso de un molde de fundición no se distingue entre distanciales y el resto del molde que contiene la figura mecanizada de la pieza a producir, ambos son un bloque.

D. Elementos para facilitar el transporte: Riendas y omegas

Se debe prever un lugar en la parte baja del molde para el pasaje de las uñas de un auto elevador o bien un sistema de puente en la parte superior de la matriz.

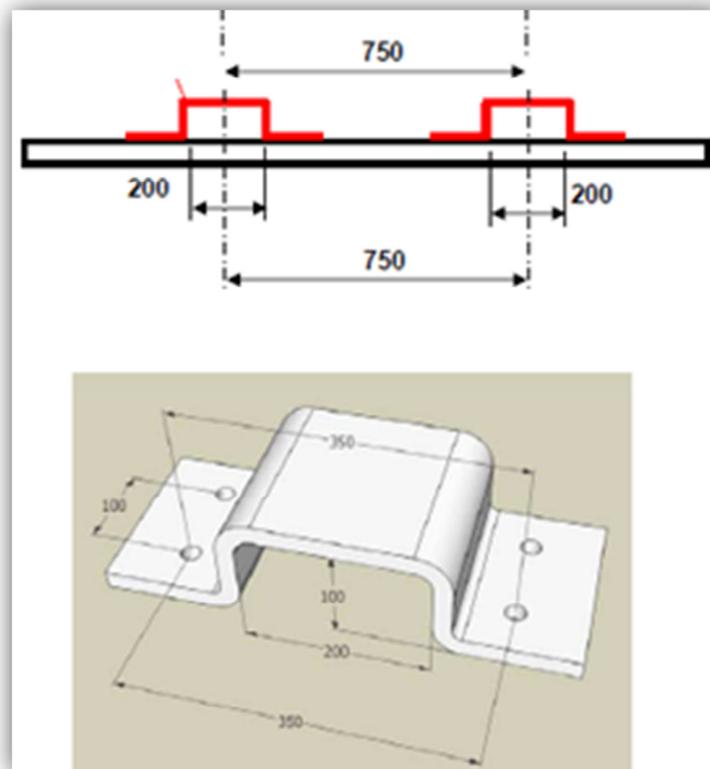


Foto 4.20: Esquema de las dimensiones de los omegas de transporte.
Fuente: Especificaciones técnicas herramientas de Autoneum Argentina S.A.(2014)



Para permitir un transporte adecuado el molde debe contar con 4 riendas abulonadas que conecten la parte inferior con la superior del molde como lo muestra el esquema a continuación.

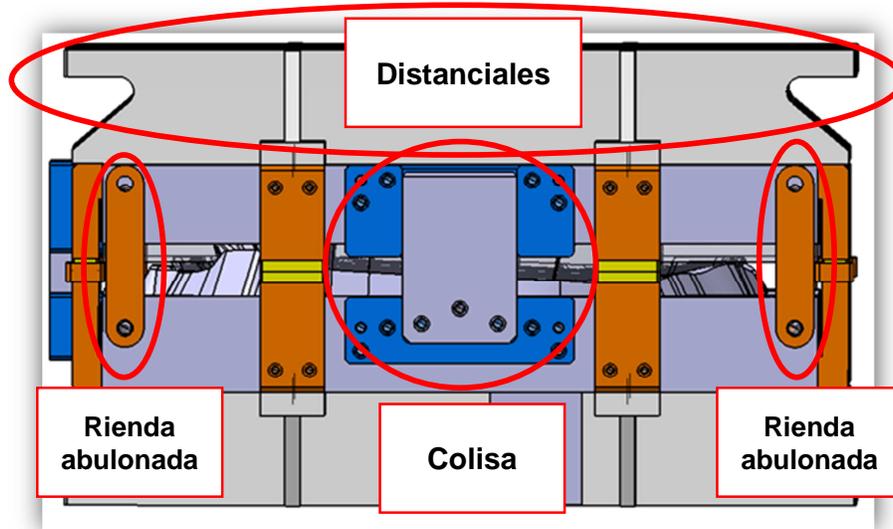


Foto 4.21: Esquema de una matriz mostrando colisas topes distanciales y riendas abulonadas para el transporte.

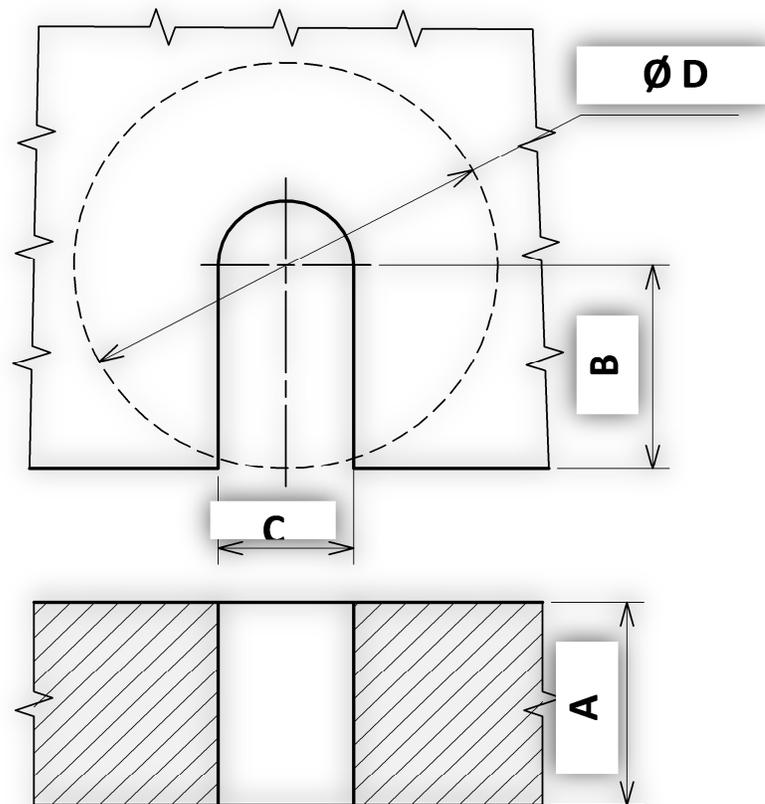
E. Anclaje de la matriz al plato de la prensa

El sistema de anclaje debe estar diseñado de acuerdo a los requisitos de seguridad.

Según las especificaciones técnicas de Autoneum Argentina S.A se sugieren los siguientes factores a considerar para el diseño del sistema de anclaje.

Factores a considerar:

1. El peso del molde superior y molde inferior
2. La velocidad de cierre de la prensa
3. La velocidad de apertura de la prensa
4. Tasa de ruptura en caso de parada de emergencia
5. La fuerza de apertura de la herramienta

**Sistema de anclaje del molde al plato de la prensa por medio de bulones.**

A	40mm
B	50mm
C	24mm
ØD	Ø 100mm

Esquema 4.22: Esquema de las dimensiones estándar de los bulones de anclaje.
Fuente: Especificaciones técnicas de prensas de Autoneum Argentina S.A (2013)



5. Plan del trabajo

Implantar la metodología SMED en una célula de trabajo modelo en la empresa Autoneum Argentina S.A para mejorar el proceso de cambio de serie, reducir el tiempo inactivo de las máquinas. Finalmente se pretende definir un método estándar de trabajo y establecer un estándar que permite el seguimiento y control del desempeño del cambio de serie, para permitir la mejora continua de la metodología.

En el **Anexo 0**(pág.196) se puede visualizar el *planning* para la implementación del SMED, con una duración estimada de 25 semanas si la empresa decidiera implementar el SMED para toda la célula de aluminio. Pero es importante recordar que este proyecto se limita a la implantación del SMED en una célula piloto.

Es importante destacar que hasta principios del 2014, la empresa no llevaba ningún tipo de seguimiento respecto a los cambios de producto realizados a diario, dejando fuera de control una de las principales fuentes de actividades que no agregan valor al producto.

Para llevar con éxito el proyecto de implantación del SMED en Autoneum, se desarrollaron las siguientes actividades:

A. Constitución del equipo de trabajo.

El equipo de trabajo consiste en un equipo interdisciplinario constituido por aquellas personas que forman parte de las áreas involucradas en la operatoria del SMED.

B. Establecimiento de un sistema de comunicación efectivo.

Debido a que la metodología SMED es nueva para la empresa, fue necesario definir un flujo de comunicación efectivo, determinar las áreas involucradas así como los canales de comunicación más eficientes.

C. Análisis de riesgos presentes y potenciales y factores ergonómicos que inciden en el cambio de producto.

En la situación inicial, ya existen medidas de seguridad definidas en función al análisis de riesgo realizado, que se tienen que tener en cuenta al momento de analizar el cambio de serie.

Existen Procedimientos de bloqueo de las prensas según el proceso de manufactura, estos pueden ser observados en el **Anexo 10.** (pág.230), elementos de seguridad para la protección personal que se detallan en el **Anexo 11.** (pág.232).

En este proyecto se realiza el análisis ergonómico particular para las actividades desempeñadas por el operario de matricería durante el cambio de serie y se sientan las bases para definir un procedimiento de cambio de molde seguro en conjunto con el área de Higiene y seguridad.



D. Formación en la filosofía *LEAN* y la importancia del *SMED* como una de sus herramientas.

En una primera instancia fue necesario capacitar a el equipo piloto de trabajo acerca de las principales ventajas de la aplicación de la filosofía Lean ya que más de la mitad del equipo no sabía de qué se trataba, posterior a ello, se hizo foco en la herramienta SMED. De esta manera con un equipo de trabajo capacitado se organizó un plan de capacitación para difundir la metodología SMED al resto de la organización.

Se debe dar a conocer la herramienta SMED a toda la organización y capacitar al personal para generar el compromiso de todos en la empresa.

Para generar el compromiso con la implementación de la herramienta, esencial para el éxito del proyecto, no solo basta con explicar la metodología y capacitar a las personas para su implementación, es fundamental de que todo el personal esté al tanto de los beneficios de la herramienta tanto para la empresa como para el personal de planta que son quienes finalmente verán los resultados positivos en su operar diario. El autor considera que el desafío en esta etapa es demostrar al operador que puede verse beneficiado de esta herramienta.

E. *Workshop* SMED: Prueba piloto.

Shigeo Shingo recomienda elegir una célula de trabajo modelo para implementar la metodología SMED y extender posteriormente estos resultados al resto de las células. Para la selección de la célula piloto, se consideran factores de criticidad como sobrecarga de trabajo, complejidad de las operaciones realizadas el cambio de serie, entre otros criterios. En este caso se considerar para el estudio inicial aquella máquina que experimenta el mayor número de cambios de producto mensuales.

F. Establecer un objetivo de reducción en los tiempos de cambio de serie para la prueba piloto.

Posterior al análisis de la situación inicial y en base a la experiencia adquirida en la prueba piloto, se establecerá un objetivo de reducción del tiempo del cambio de serie que surge del análisis preliminar que se efectúa de la situación inicial.

G. Implantación de la metodología del cambio de serie y nuevo estándar de trabajo.

Con el nuevo método de trabajo estandarizado, posterior al análisis exhaustivo de los datos obtenidos de la prueba piloto es momento de implementar en planta todo lo aprendido. Es importante, previo a la definición de cualquier estándar, poner en conocimiento a todas las personas afectadas, de manera que puedan cooperar para una implantación exitosa. Si se busca establecer un nuevo método de trabajo de forma impuesta, sin considerar a todos los actores involucrados, seguramente no va a mantenerse en el tiempo.



Entrevistar y capacitar al personal no solo contribuye al éxito de la implantación sino que se convierte en una rica fuente de conocimiento que facilitara la implementación de cualquier metodología nueva de trabajo.

H. Control y seguimiento de la metodología.

Con el método estándar de trabajo implementado, es necesario realizar un control y seguimiento de lo que ocurre, el fin es verificar si se respeta el estándar establecido y corregir cualquier desviación.

Es importante recordar que el SMED es una metodología sustentada en la mejora continua. Luego de obtener una reducción de tiempo inicial para el cambio de serie se debe continuar con el estudio, partiendo de la base de la mejora ya obtenida buscando más y mejores soluciones en la operativa del cambio para reducir una y otra vez el tiempo de cambio de serie total, buscando la mejora continua.

I. Extensión del proyecto al resto de la planta.

Las lecciones aprendidas así como la estandarización de la operativa del cambio de serie obtenidos en la prueba piloto, pueden ser extendidas a todas las células productivas similares.

En el caso de este proyecto se considera una prensa en donde se realiza una pieza de aluminio como prueba piloto y se pretende extender el resultado a toda la célula de aluminio con máquinas y piezas de procesos de conformado similares.

6. Desarrollo del método SMED en matrices de moldeo para un escudo térmico de aluminio.

6.1 Fase 0 SMED. Análisis de la situación Inicial.

A. Conformación de equipo multidisciplinario y detección de los actores en el cambio de serie.

Como se mencionó en el capítulo anterior, una de las características fundamentales de la herramienta SMED es el trabajo en equipo. El aporte individual de cada uno de los miembros, trabajando juntos como equipo permiten alcanzar la meta de un cambio rápido con el mínimo esfuerzo y menor pérdida de tiempo.

Por otro lado, el proceso de cambio de serie requiere del servicio de varias áreas de la organización y por tanto es necesario extender el conocimiento de las actividades que se desarrollan en el cambio de serie para lograr una coordinación efectiva de los actores, lo que permite obtener un cambio de menor duración, efectivo y eficiente. Aunque el área de mantenimiento es la encargada de realizar el cambio de serie en Autoneum, también participan en el cambio, otras áreas que pueden variar dependiendo de la distribución de tareas en cada organización en particular.



Actores en el cambio de serie:

En el caso de la empresa en donde el autor desempeñó el proyecto las áreas involucradas en el cambio de serie son:

- **Logística:**

Encargada de realizar el movimiento de entrada y salida de productos terminados y materia prima, así como el movimiento de despeje en el puesto de trabajo para que los operarios de matricería puedan realizar el cambio de herramental.

- **Producción:**

El operario que realiza la labor productiva tiene la potestad de validar el primer producto bueno, que da inicio al ciclo productivo de la nueva serie.

- **Calidad:**

El auditor de calidad, es el responsable de liberar el producto y validar la autoinspección del operario que generalmente valida el producto antes de que el auditor de calidad pueda llegar al puesto de trabajo particular.

- **Mantenimiento:**

Es el área que realiza el cambio de herramental propiamente dicho. Su personal prepara y acondiciona las máquinas y herramientas. Responsable de dar servicio a las máquinas y herramientas de toda la planta para mejorar su confiabilidad y nivel de servicio.

- **Ingeniería:**

Es quien entrega la carga de maquina al programador Logístico. También es responsable del análisis del proceso productivo, analizar y determinar la factibilidad de aplicación de mejoras en la máquina, herramental y dispositivos.

- **Programación:**

El programador es responsable de asignar los recursos a los centros de trabajo. Tiene un amplio conocimiento de los procesos productivos que se desempeñan en la planta, las cadencias, y los diferentes productos que puede asignar a cada máquina. Es quien regula las divergencias entre la carga de maquina entregada por Ingeniería y la variación semanal de la producción. Su rol es fundamental en el cambio de serie, es el responsable de informar con la mayor anticipación posible cuando ocurrirá el próximo cambio de serie así como informar en tiempo real cualquier desviación de la planificación de la producción.



Miembros del equipo interdisciplinario:

- **Experto en SMED:**

Una persona con bastos conocimiento y experiencia en el método SMED para que lidere el proyecto. En este caso, rol desempeñado por uno de los miembros directivos de la casa matriz de la empresa cuyo cargo es “*Head Manufacturing system and QHS*”.

- **Ingeniero en producto e Ingeniero en mantenimiento:**

Quien escribe este proyecto participaba como soporte representante del área de Ingeniería junto a un representante del área de mantenimiento, quienes posteriormente lideraríamos el “*Team SMED*” en Argentina, quedando como responsables a cargo de la implantación y seguimiento del método SMED.

- **Operador o Supervisor-Producción:**

Persona en contacto permanente con la máquina, herramienta y el proceso productivo.

- **Operador de matricería/mantenimiento:**

Es la persona quien realiza el cambio de herramental propiamente dicho.

- **Programador Logístico:**

Es aquella persona que recibe la carga de máquina y asigna los trabajos a los diferentes centros de acuerdo a la disponibilidad de máquinas y la variabilidad de la demanda de los clientes.

- **Ingeniero en Higiene y seguridad:**

Es indispensable la participación de un especialista en higiene y seguridad para analizar los riesgos presentes y potenciales en la operativa así como aquellos factores ergonómicos que podrían afectar a los actores involucrados en el cambio de serie.



B. Implementación de un procedimiento efectivo de comunicación para dar a conocer la ejecución de un cambio de serie y su registro.

A continuación se expone el flujo de información para dar a conocer que se va a realizar un cambio de producto.

Las principales actividades que deben realizarse para comunicar el cambio de serie son:

- **Informar la Programación del cambio de producto.**

Responsable: Programador de producción.

Actividades a desarrollar y medios:

- Planilla que se envía vía e-mail a toda la organización junto con el programa de producción diario.
- Planilla que se encuentra en un tablero en la zona de reunión dentro de la planta, cualquier persona de la empresa o ajena a la empresa puede acceder a esta información.
- **Informar de forma más precisa el horario de cambio del producto y dar de alta el cambio de serie.**

Responsable: Supervisor de Producción

Actividades a desarrollar y medios:

El supervisor de la célula en donde se programó el cambio es el que dará el aviso para comenzar el cambio, el horario será confirmado con 30 minutos de antelación al sector de matricería y logística para que estos puedan planificar sus actividades.

- **Alerta del inicio del cambio de serie y registro del cambio.**

Responsable: Supervisor de Producción

Actividades a desarrollar y medios:

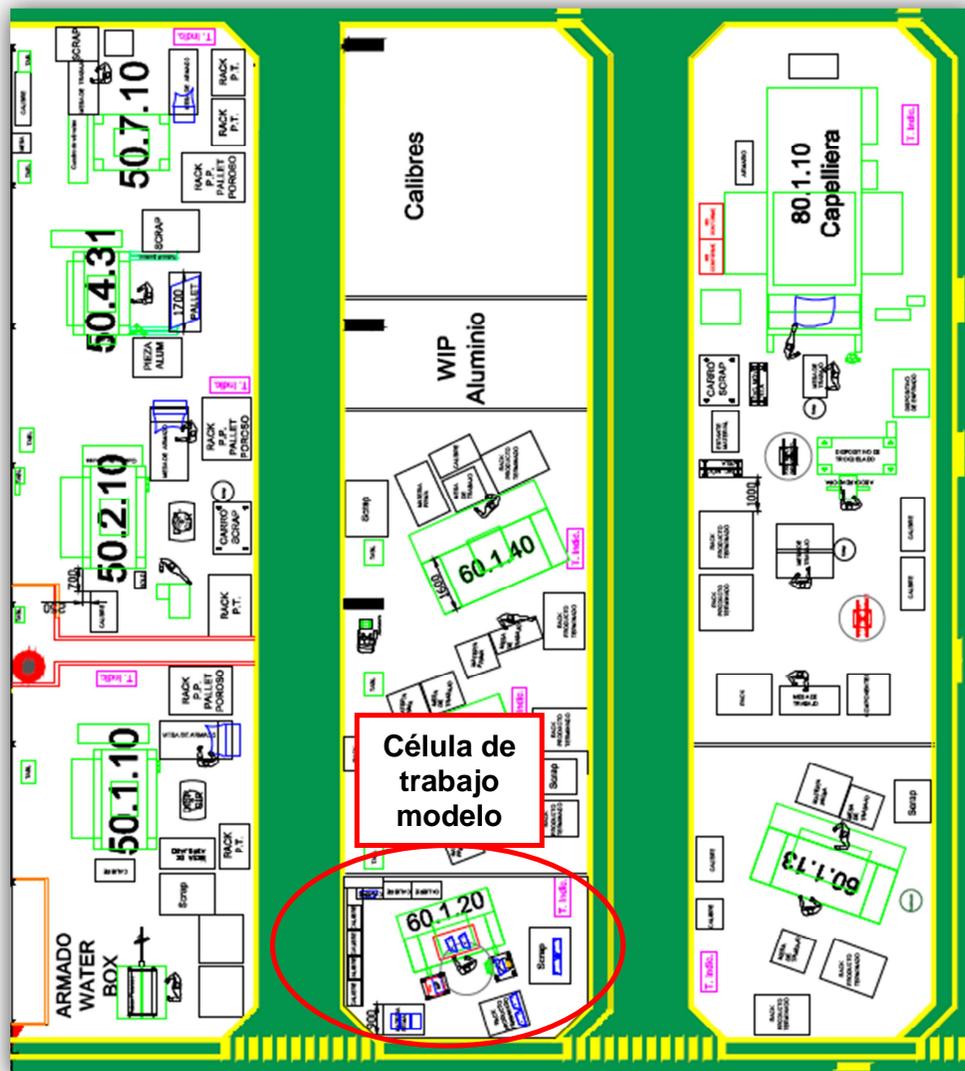
Una vez terminada la última pieza buena del producto a cambiar, el supervisor da el alerta por medio de radio a matricería y logística para comenzar sus labores.

El supervisor debe completar una planilla registrando el horario de la última pieza, así como el horario de la primera pieza buena. La planilla de cambio de serie se encuentra en un tablero que es particular a cada maquina.

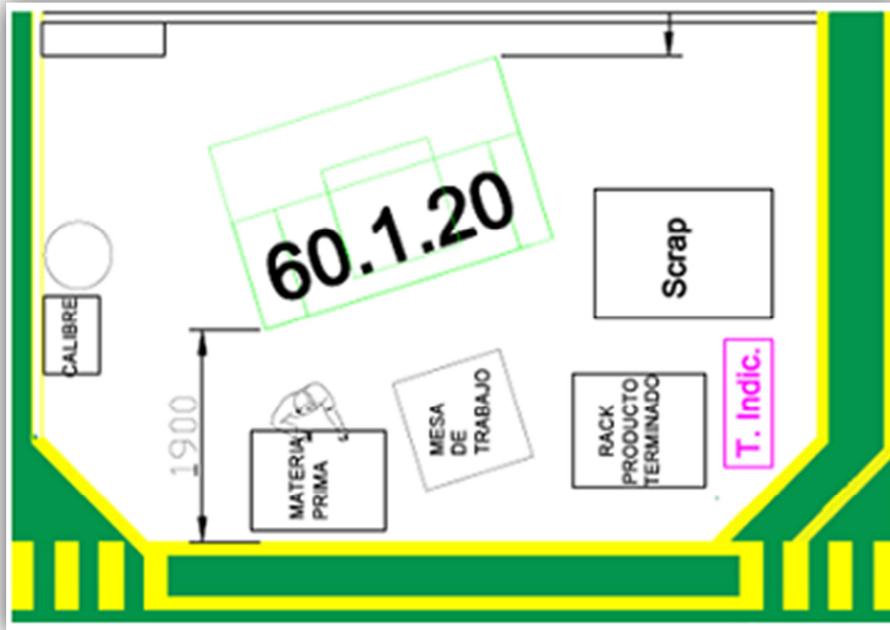


C. Identificación de la célula productiva donde se implementará la metodología SMED.

Localización de la célula productiva sobre la que se implementa el estudio del SMED dentro de la zona de aluminio. La selección de esta célula modelo considera aquella prensa que experimenta el mayor número de cambios de producto en la zona de aluminio.



Esquema 4.23: Lay-Out de la célula de Aluminio.



Esquema 4.24: Lay-Out del puesto de trabajo en donde se aplicó la metodología SMED.

D. Workshop SMED o prueba piloto.

Filmación de cambio de serie, cronometraje y determinación de la trayectoria de los actores del cambio.

Durante el *workshop* SMED cada miembro del equipo de trabajo desempeña una tarea específica previamente establecida.

Las tareas consistieron en:

- **Filmación del cambio de serie:**

La filmación es descentralizada en 3 personas que quedan a cargo de registrar diferentes actividades que se mencionan a continuación:

- Actividades y desplazamientos del operador de producción.
- Actividades y desplazamiento del matricero.
- Actividades y desplazamiento del operador Logístico.

- **Cronometraje del cambio de serie:**

Esta actividad es asignada a 2 personas, una es responsable de cronometrar el tiempo total del cambio de serie, y la otra persona registra tiempos parciales de las actividades realizadas por los diferentes participantes involucrados en el cambio (Operador Logístico, operador de matricería, auditor de calidad, Operario).



- **Registro general de actividades:**

Una persona es responsable de tomar nota de lo que observa durante todo el cambio de serie.

- **Registro de desplazamientos:**

El registro es descentralizado en 3 personas que quedan a cargo de registrar en un diagrama espagueti:

- Desplazamiento del operador de producción.
- Desplazamiento del matricero.
- Desplazamiento del operador Logístico.

Este diagrama simplemente se toma como referencia para identificar la trayectoria que siguen los distintos actores del cambio de serie. Podría realizarse un análisis mas detallado de las distancias recorridas y analizar la reducción de desplazamiento luego de implementar las mejoras, pero esto excede el objetivo de este proyecto.

Las filmaciones, el cronometraje y el registro de las actividades desarrolladas en el cambio de serie permitieron tener un panorama bastante amplio de un procedimiento que hasta hacia poco tiempo era totalmente desconocido para las personas ajenas del área de mantenimiento y producción.

Las actividades desempeñadas por el “*team SMED*” permitieron recopilar información muy valiosa ya que permitió comprender el cambio de serie desde diferentes ópticas.

- **Análisis de la información recopilada.**

En esta etapa se reproducen las filmaciones realizadas, en presencia de todo el equipo multidisciplinario y se comparten los datos obtenidos del cronometraje y los registros de las actividades. Esta etapa es muy importante y es clave ya que es el cimiento sobre el que se construirán las bases del nuevo método a implantar.

Esta fase del análisis tiene como objetivo recoger el máximo de información referente al proceso, tales como:

- Quien realiza cada actividad y la secuencia de las operaciones.
- El tipo de las tarea(Interna/ externa)
- El tiempo de las diferentes tareas.
- Desplazamiento del operario, personal Logístico y de mantenimiento.
- Aspectos del proceso relacionados a los operadores, la organización y el equipamiento involucrado.
- Identificación de los puntos críticos que reducen la eficacia/eficiencia del proceso de cambio de serie y oportunidades de mejora.



6.1.1 Resultados del estudio de la situación inicial.

Como resultado de esta etapa se obtiene una planilla para cada uno de los actores involucrados en el cambio de serie.

Esta planilla permite el análisis del cambio de serie, clasificando y cuantificando las diferentes tareas que lo conforman.

La planilla permite clasificar las operaciones en internas o externas según como se desarrollan en el cambio así como la determinación del tiempo total que le insume el cambio de serie a cada uno de los actores.

La planilla se obtiene del análisis de los registros del cambio. (Filmaciones, cronometrajes, diagramas espagueti, entre otros.).

Se incluye un gráfico de torta permite visualizar a simple vista el porcentaje de tareas internas y externas que componen el proceso para cada operador.

A continuación se expone la planilla completa de la situación inicial para el operario de producción de manera de permitirle a lector observar los componentes principales de la planilla.

Las planillas completas con el análisis de situación inicial, con el detalle de cada una de las actividades realizadas, para cada uno de los miembros involucrados se encuentran en el **Anexo 1.** (pág.197).



SITUACIÓN INICIAL					
Nº	DESCRIPCIÓN:	INICIO	FINAL	DURACIÓN	EXT/INT
1	Retira recorte de la última Pieza buena del producto A.	00:00:00	00:00:03	00:00:03	I
2	Retira última pieza A de la matriz y la coloca en mesa de trabajo.	00:00:03	00:00:06	00:00:03	I
3	Coloca etiqueta de identificación a la última pieza.	00:00:06	00:00:08	00:00:02	I
4	Apila la pieza retirada al resto de las piezas colocadas en la mesa de trabajo.	00:00:08	00:00:10	00:00:02	I
5	Aparta comando bimanual para desplazarse.	00:00:10	00:00:30	00:00:20	I
6	Coloca 6 pilas de piezas terminadas que se encuentran en la mesa de trabajo, en el Rack de producto terminado.	00:00:30	00:00:55	00:00:25	I
7	Aparta comando bimanual para desplazarse.	00:00:55	00:01:15	00:00:20	I
8	Retira recortes sobrantes acumulados en los laterales de la matriz.	00:01:15	00:02:00	00:00:45	I
9	Traslada 2 pilas de piezas terminadas desde la mesa de trabajo hacia el Rack de producto terminado.	00:02:00	00:02:15	00:00:15	I
10	Enrolla etiquetas autoadhesivas que se encuentran sueltas en el puesto de trabajo.	00:02:15	00:03:00	00:00:45	I
11	Se retira del puesto mientras trabaja el matricero y el Logístico.	00:03:00	00:08:55	00:05:55	I
12	Regresa al puesto de trabajo y limpia el plato de la prensa.	00:08:55	00:09:20	00:00:25	I
13	Se retira del puesto mientras trabaja el matricero y el Logístico.	00:09:20	00:15:50	00:06:30	I
14	Regresa al puesto de trabajo y se mantiene esperando	00:15:50	00:16:40	00:00:50	I
15	Coloca la mesa de trabajo en la posición adecuada para continuar con la producción del segundo producto.	00:16:40	00:16:53	00:00:13	I
16	Coloca grasa lubricante en la matriz del producto B.	00:16:53	00:17:25	00:00:32	I
17	Coloca materia prima del producto B en los laterales de la prensa.	00:17:25	00:18:00	00:00:35	I
18	Desplazamiento hacia el calibre de control del producto B.	00:18:00	00:18:10	00:00:10	I
19	Retira funda del calibre de control.	00:18:10	00:18:50	00:00:40	I
20	Retira una pieza del calibre (Que se encontraba allí de una producción anterior) y la coloca como la primera pieza de producción sobre la	00:18:50	00:19:13	00:00:23	I
21	Coloca materia prima del producto B sobre la matriz, localizando esta entre los topes posicionadores de blank.	00:19:13	00:19:27	00:00:14	I
22	Desplazamiento hacia el tablero de control de la prensa (Localizado apartado de la prensa).	00:19:27	00:19:37	00:00:10	I
23	Cambia la posición de el swich de la prensa de manual a automático.	00:19:37	00:19:40	00:00:03	I
24	Desplazamiento desde el tablero de control de la prensa a el puesto de trabajo.	00:19:40	00:19:50	00:00:10	I
25	Aparta comando bimanual para desplazarse.	00:19:50	00:20:10	00:00:20	I
26	Da ciclo en falso (Apreta solo un botón del comando bimanual).	00:20:10	00:21:10	00:01:00	I
27	Da inicio al ciclo apretando correctamente el comando bimanual.	00:21:10	00:21:11	00:00:01	I
28	Baja el molde superior.	00:21:11	00:21:19	00:00:08	I
29	Ciclo de moldeo y corte.	00:21:19	00:21:22	00:00:03	I
30	Sube el molde superior.	00:21:22	00:21:30	00:00:08	I
31	Retira recorte del producto B.	00:21:30	00:21:38	00:00:08	I
32	Retira producto terminado B y lleva hacia calibre de control	00:21:38	00:21:43	00:00:05	I
33	Controla Pieza en calibre y da el Ok de la finalización del SMED.	00:21:43	00:22:00	00:00:17	I
				0:22:00	
				TOTAL	

Esquema 4.25: Esquema extraído de la planilla de estudio de situación inicial Anexo 1 (pág. 197) para el operario de matricería.



A. Situación inicial para el operario de producción:



Se puede ver que el 100% de las actividades que realiza el operador en el cambio de serie, corresponden a operaciones internas.

OPERACIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
INTERNAS	33	100%
EXTERNAS	0	0%
TOTAL	33	100%

Esquema 4.26: Esquema extraído de la planilla de estudio de situación inicial Anexo 1(pág. 197) para el operario de producción.

B. Situación Inicial para el operario de Logística:



Se puede ver que solo el 3% de las actividades que realiza el operador en el cambio de serie corresponden a operaciones externas.

OPERACIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
INTERNAS	29	97%
EXTERNAS	1	3%
TOTAL	30	100%

Esquema 4.27: Esquema extraído de la planilla de estudio de situación inicial Anexo 1(pág.197) para el operario de Logística.

C. Situación Inicial para el operario de matricería:



Se puede ver que solo el 4% de las actividades que realiza el operador en el cambio de serie corresponden a operaciones externas.

OPERACIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
INTERNAS	52	96%
EXTERNAS	2	4%
TOTAL	54	100%

Esquema 4.28: Esquema extraído de la planilla de estudio de situación inicial Anexo 1(pág.197) para el operario de matricería.



6.2 Fases 1&2 SMED – Separar la preparación interna de la externa y externalizar aquellas operaciones internas que puedan ser realizadas con la maquina funcionando.

Estas fases son de aplicación simultánea. El punto de partida es la situación inicial detallada en el apartado anterior. Por medio del análisis de la situación inicial, se determina que actividades podrían eliminarse, trasladar a otro operador y cuáles podrían ser realizadas como operaciones externas.

Para externalizar o bien eliminar algunas de las actividades es necesario la implementación de mejoras que requieren o bien la definición de un nuevo método de trabajo o bien una pequeña inversión, pero el análisis más detallado de cada una de las mejoras se realizará en el apartado siguiente.

Como resultado de esta etapa se obtiene una planilla para cada operador mostrando que tareas pueden ser externalizadas, cuáles pueden ser eliminadas y aquellas que simplemente pueden trasladarse a otro operador. También permite visualizar el tiempo total que le insume al operador el cambio de producto propiamente dicho frente al tiempo que el operador debe dedicarle a la metodología incluyendo aquellas actividades externas que deben realizarse antes y después del cambio de producto.

A continuación se expone la planilla completa del análisis preliminar para el operario de producción de manera de permitirle a lector observar los componentes principales de la planilla.

Las planillas completas con el análisis de situación preliminar, con el detalle de cada una de las actividades realizadas, para cada uno de los miembros involucrados se encuentran en el **Anexo 1.** (pág.197).

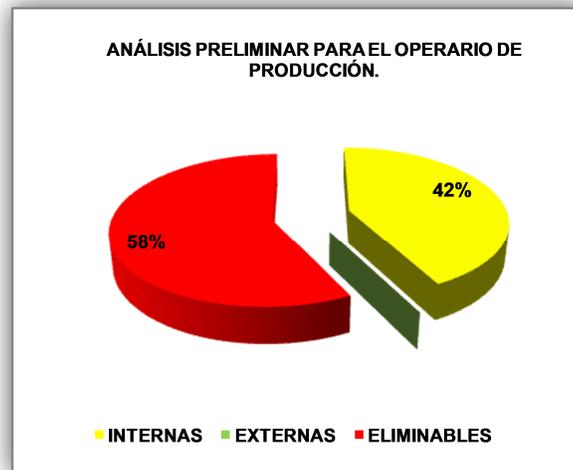


SITUACIÓN INICIAL		ANÁLISIS PRELIMINAR						
Nº	DESCRIPCIÓN:	EXTERNABLES	ELIMINABLES	TRASALADAR	INICIO	FINAL	DURACIÓN	EXT/INT
1	Retira recorte de la última Pieza buena del prodcto A.				00:00:00	00:00:03	00:00:03	I
2	Retira última pieza A de la matriz y la coloca en mesa de trabajo.				00:00:03	00:00:06	00:00:03	I
3	Coloca etiqueta de identificación a la última pieza.				00:00:06	00:00:08	00:00:02	I
4	Apila la pieza retirada al resto de las piezas colocadas en la mesa de trabajo.		4		*	*	*	X
5	Aparta comando bimanual para desplazarse.		5		*	*	*	X
6	Coloca 6 pilas de piezas terminadas que se encuentran en la mesa de trabajo, en el Rack de producto terminado.		6		*	*	*	X
7	Aparta comando bimanual para desplazarse.		7		*	*	*	X
8	Retira recortes sobrantes acumulados en los laterales de la matriz.		8		*	*	*	X
9	Traslada 2 pilas de piezas terminadas desde la mesa de trabajo hacia el Rack de producto terminado.		9		*	*	*	X
10	Enrolla etiquetas autoadhesivas que se encuentran sueltas en el puesto de trabajo.		10		*	*	*	X
11	Se retira del puesto mientras trabaja el matricero y el Logístico.		11		*	*	*	X
12	Regresa al puesto de trabajo y limpia el plato de la prensa.				00:08:55	00:09:20	00:00:25	I
13	Se retira del puesto mientras trabaja el matricero y el Logístico.		13		*	*	*	X
14	Regresa al puesto de trabajo y se mantiene esperando		14		*	*	*	X
15	Coloca la mesa de trabajo en la posición adecuada para continuar con la producción del segundo producto.				00:16:40	00:16:53	00:00:13	I
16	Coloca grasa lubricante en la matriz del producto B.				00:16:53	00:17:25	00:00:32	I
17	Coloca materia prima del producto B en los laterales de la prensa.		17		*	*	*	X
18	Desplazamiento hacia el calibre de control del producto B.		18		*	*	*	X
19	Retira funda del calibre de control.		19		*	*	*	X
20	Retira una pieza del calibre(Que se encontraba allí de una producción anterior) y la coloca como la primera pieza de producción sobre la mesa de trabajo.		20		*	*	*	X
21	Coloca materia prima del producto B sobre la matriz, localizando esta entre los topes posicionadores de blank.				00:19:13	00:19:27	00:00:14	I
22	Desplazamiento hacia el tablero de control de la prensa(Localizado apartado de la prensa).			22	*	*	*	X
23	Cambia la posición de el swich de la prensa de manual a automático.			23	*	*	*	X
24	Desplazamiento desde el tablero de control de la prensa a el puesto de trabajo.			24	*	*	*	X
25	Aparta comando bimanual para desplazarse.		25		*	*	*	X
26	Da ciclo en falso (Apreta solo un boton del comando bimanual).		26		*	*	*	X
27	Da inicio al ciclo apretando correctamente el comando bimanual.				00:21:10	00:21:11	00:00:01	I
28	Baja el molde superior.				00:21:11	00:21:19	00:00:08	I
29	Ciclo de moldeo y corte.				00:21:19	00:21:22	00:00:03	I
30	Sube el molde superior.				00:21:22	00:21:30	00:00:08	I
31	Retira recorte del producto B.				00:21:30	00:21:38	00:00:08	I
32	Retiza producto terminado B y lleva hacia calibre de control				00:21:38	00:21:43	00:00:05	I
33	Controla Pieza en calibre y da el Ok de la finalización del SMED.				00:21:43	00:22:00	00:00:17	I
		0	16	3				0:02:22
		TOTAL						TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN
								00:02:02
								TIEMPO CAMBIO DE PRODUCTO

Esquema 4.29: Planilla de análisis preliminar para el operario de matricería. Anexo 1(pág.197)



A. Análisis preliminar para el operario de producción:



OPERACIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
INTERNAS	14	42%
EXTERNAS	0	0%
ELIMINABLES	19	58%
TOTAL	33	100%

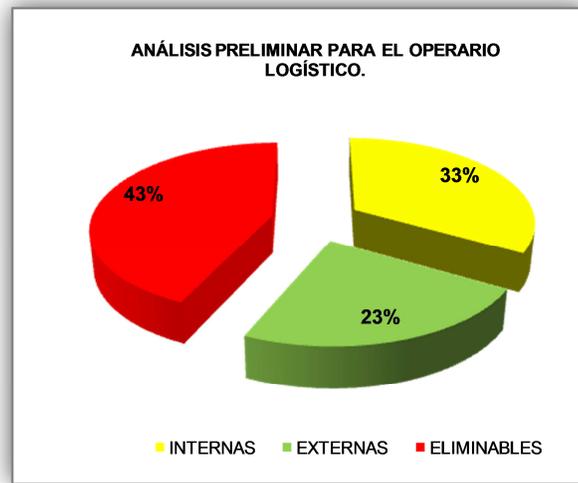
Esquema 4.30: Esquema extraído de la planilla de estudio preliminar para el Operario de producción. Anexo 1(pág.197)

Resultados del análisis preliminar para el operario de producción:

- Se deduce que el porcentaje de tareas internas puede disminuir de un 100 % que corresponde a la situación inicial, a un 58%. Esto significa una reducción del 64% en tareas internas que se desarrollan en el cambio de serie.
- Se determina que el 58% de las actividades pueden ser eliminadas.
- No se identifican operaciones externables para el operador de producción.



B. Análisis preliminar para el operario de Logística:



OPERACIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
INTERNAS	10	33%
EXTERNAS	7	23%
ELIMINABLES	13	43%
TOTAL	30	100%

Esquema 4.31: Esquema extraído de la planilla de estudio preliminar para el operario de logística. Anexo 1(pág.197)

Resultados del análisis preliminar para el operario de logística:

- Se deduce que el porcentaje de tareas internas puede disminuir de un 97 % que corresponde a la situación inicial, a un 33%. Esto significa una reducción del 64% en tareas internas que se desarrollan en el cambio de serie.
- Se determina que el 43% de las actividades pueden ser eliminadas.
- Se identifica que un 23% de las tareas pueden externalizarse.



C. Análisis preliminar para el operario de matricería:



OPERACIONES	CANTIDAD	PORCENTAJE
INTERNAS	39	72%
EXTERNAS	7	13%
ELIMINABLES	8	15%
TOTAL	54	100%

Esquema 4.32: Esquema extraído de la planilla de estudio preliminar para el operario de logística. Anexo 1(pág.197)

Resultados del análisis preliminar:

- Se deduce que el porcentaje de tareas internas puede disminuir de un 96 % que corresponde a la situación inicial, a un 72%. Esto significa una reducción del 24% en tareas internas que se desarrollan en el cambio de serie.
- Se determina que el 15% de las actividades pueden ser eliminadas.
- Se identifica que un 13% de las tareas pueden externalizarse.



Los resultados de esta fase:

Para el operario de producción:

- ✓ Operaciones trasladables a otro operador (Finalmente eliminables de su labor):3 operaciones.
 - ✓ Eliminables: 16 operaciones.
 - ✓ Externables: 0 operaciones.
- Por la eliminación de las tareas que no agregan valor el operario de producción gana 19'38'' para realizar otras actividades.

Para el operario Logístico:

- ✓ Operaciones trasladables a otro operador (Finalmente eliminables de su labor):4
 - ✓ Eliminables: 9 operaciones.
 - ✓ Externables: 6 operaciones.
- Por la eliminación de las tareas que no agregan valor el operario de logístico gana 05'10'' para realizar otras actividades.
 - Si se consigue la externalización de las operaciones estudiadas, el operario evitaría que la prensa este inactiva 03'51''mientras realiza su labor de manera externa.

Para el matricero:

- ✓ Operaciones trasladables a otro operador (Finalmente eliminables de su labor):6
 - ✓ Eliminables: 2 operaciones.
 - ✓ Externables: 5 operaciones.
- Por la eliminación de las tareas que no agregan valor el operario de de matricería gana 02'08'' para realizar otras actividades.
 - Si se consigue la externalización de las operaciones estudiadas, el operario evitaría que la prensa este inactiva 01'13''mientras realiza su labor de manera externa.

Operario	Operaciones externables	Operaciones eliminables
Producción	0	19
Logística	6	13
Matricería	5	8
ΣOperaciones(tareas)	11	40
ΣTiempos(minutos)	05'04''	26'56''



Luego de esta etapa, ya se tienen identificadas que actividades pueden ser mejoradas o bien eliminarse para mejorar el tiempo de cambio de producto, el paso siguiente es la optimización efectiva de estas actividades ya sean operaciones internas o externas que se expone con detalle en el apartado siguiente.

El resultado de esta etapa arroja un resultado teórico del tiempo en el que podría ser realizado el cambio del producto:

En este caso frente a los 22 minutos observados para la situación inicial, luego de identificar las actividades mejorables y eliminables la propuesta teórica que sugiere el “Team SMED” para el cambio de producto es de 6´42´´ minutos.

Es importante destacar que el tiempo teórico propuesto se considera desde la última pieza buena del producto “A” hasta la primera pieza buena del producto B. No se considera el tiempo de operación total para el operador que incluiría aquellas operaciones externas antes de la parada de máquina y luego de la parada de máquina.

6.3 Fase 3 SMED –Optimización de las operaciones internas y externas.

En esta etapa se evalúan las mejoras a implementar para optimizar las actividades que se identificaron en la etapa anterior como externables o eliminables así como aquella optimización que consiste en el simple traslado de actividades de un operario a otro con mayor tiempo ocioso para mejorar el tiempo promedio de cambio de serie.

Finalmente, implementadas las mejoras se valida el método de cambio de producto en planta.

En esta etapa se obtiene una sola planilla para todos los actores del cambio de serie que contiene a todas las actividades desarrolladas en la secuencia en que han sido ejecutadas, el objetivo es separar las tareas externas realizadas antes de la parada de la máquina, las tareas internas realizadas con la maquina parada y las tareas externas realizadas cuando la maquina se vuelve a poner en funcionamiento.

Esta planilla forma parte del **Anexo 2.** (pág.201).



6.3.1 Mejoras a implementar para optimizar las actividades del Operario de producción:

Nº	Operaciones a optimizar en el análisis preliminar:
4	Apila la pieza retirada del molde al resto de las piezas colocadas en la mesa de trabajo.
5	Aparta comando bimanual para desplazarse.
6	Coloca 6 pilas de piezas terminadas que se encuentran en la mesa de trabajo, en el Rack de producto terminado.
7	Aparta comando bimanual para desplazarse.
8	Retira recortes sobrantes acumulados en los laterales de la matriz.
9	Traslada 2 pilas de piezas terminadas desde la mesa de trabajo hacia el Rack de producto terminado.
10	Enrolla etiquetas autoadhesivas que se encuentran sueltas en el puesto de trabajo.
11	Se retira del puesto mientras trabaja el matricero y el Logístico.
13	Se retira del puesto mientras trabaja el matricero y el Logístico.
14	Regresa al puesto de trabajo y se mantiene esperando
17	Coloca materia prima del producto B en los laterales de la prensa.
18	Desplazamiento hacia el calibre de control del producto B.
19	Retira funda del calibre de control.
20	Retira una pieza del calibre (Que se encontraba allí de una producción anterior) y la coloca como la primera pieza de producción sobre la mesa de trabajo.
22	Desplazamiento hacia el tablero de control de la prensa (Localizado apartado de la prensa, en la parte posterior).
23	Cambia la posición de el swich de la prensa de manual a automático.
24	Desplazamiento desde el tablero de control de la prensa a el puesto de trabajo.
25	Aparta comando bimanual para desplazarse.
26	Da ciclo en falso (Apreta solo un boton del comando bimanual).

Esquema 4.32: Esquema extraído de la planilla de estudio preliminar para el operario de logística. Anexo 2 (pág.201)

A. Operaciones trasladables:

- Las operaciones 22,23 y 24 pueden ser trasladadas al operario de matricería para evitar un desplazamiento innecesario del operador de producción simplemente capacitando al matricero involucrado en realizar el cambio de switch de la prensa de manual a modo automático luego de realizar el cambio de matriz.

B. Operaciones mejorables por medio de una pequeña inversión:

- Las operaciones 5,7 y 25 evidencian que el desplazamiento del operador se ve obstaculizado por un comando bimanual de pie que debe mover cada vez que se traslada en el puesto, para solucionar esto se rediseña el comando bimanual adaptándole un brazo articulado que solo se desplace hacia el lateral derecho de la prensa al inicio y al final del cambio de producto.
- Para eliminar la operación 10 se realiza un dispositivo para colocar el rollo de etiquetas autoadhesivas de manera que las etiquetas tengan su lugar y eviten manipulaciones innecesarias.

C. Operaciones mejorables por medio de un nuevo método de trabajo:

- Las operaciones 4,6 y 9 se eliminan capacitando al operario en la no acumulación de producto terminado, el producto terminado se coloca directamente en Rack de producto terminado y no se apila en mesa de trabajo, esta operación se realizaba por la definición incorrecta de los



medios del producto final, se reemplaza el Rack que se utilizaba en la situación inicial por las cassetas que provee el cliente, esto a su vez elimina una operación posterior que se realizaba en expedición, traspaso de los productos del Rack a cassetas.

- Respecto a la operación 18,19,20 se eliminan capacitando al operario en la eliminación de una mala costumbre, dejar la primer pieza que se controla en el calibre de control, de manera de evitar que el operario que tiene que trabajar posteriormente con el calibre tenga que retirar una pieza del proceso anterior.

D. Operaciones mejorables por medio de un nuevo método de trabajo y una pequeña inversión:

- La operación 8 se elimina mediante una redifinición del Lay out y una pequeña inversión, colocando una pequeña mesa móvil en el lateral de la prensa de manera que el operador no tenga que colocar la materia prima en los laterales de la prensa sino en esta mesa. En la situación inicial la mesa de materia prima se encontraba muy alejada de la matriz en donde se moldea y corta la pieza.
- Las operaciones 11,13,14 que constituyen básicamente en tiempo ocioso del operador se eliminan redistribuyendo las tareas del cambio de serie. Por medio de una pequeña inversión se le permite al operario colaborar en el armado y desarmado del puesto, brindándole mesas de trabajo, materia prima y calibres con ruedas, de manera que este pueda moverlas con facilidad sin necesitar de un autoelevador.

E. Operaciones inútiles:

- La operación 26 es simplemente un error del operador al no apretar adecuadamente el comando bimanual por lo que se puede considerar en eliminarla.



6.3.2 Mejoras a implementar para optimizar las actividades del Operario de Logística:

Nº	Operaciones a optimizar en el análisis preliminar:
5	Busca en el almacén la materia prima del producto B.
8	Deja la materia prima del producto B en un pasillo en frente del puesto de trabajo.
17	Traslada materia prima del producto B del pasillo frente al puesto de trabajo hacia el puesto de trabajo
18	Se baja de el autoelevador y acomoda mesa de materia prima
20	Acomoda mesa de Materia prima en puesto de trabajo.
21	Se baja del autoelevador y mueve mesa de trabajo hacia el pasillo lateral para despejar el puesto y permitirle al matricero operar.
22	Sube nuevamente al autoelevador y retira el calibre de control del producto A.
23	Traslada el calibre del producto A hacia el sector de calibres.
24	Retira un calibre del sector de calibres para despejar el sector.
25	Baja del autoelevador y busca el calibre del producto B y corre cadena plastica que delimita el sector.
26	Retira 2 calibres mas del sector de calibres para despejar el sector y poder acceder al calibre necesario.
27	Sube al autoelevador y retira el calibre del producto B.
28	Traslada el calibre del producto B de el sector de calibres al puesto de trabajo.
29	Baja del autoelevador y acomoda el calibre en el puesto de trabajo

Esquema 4.32: Esquema extraído de la planilla de estudio preliminar para el operario de logística. Anexo 2(pág.201)

A. Operaciones trasladables y que requieren una pequeña inversión:

- Las actividades 18, 20,21 para que puedan ser realizadas por el operador requirieron una pequeña inversión, se colocan ruedas a la mesa de trabajo y a la mesa de materia prima de manera que no sea necesario el autoelevador para su desplazamiento.

B. Operaciones que requieren una pequeña inversión:

- Para eliminar la operación 5 se requiere implementar un tablero FIFO en el ingreso del almacén de aluminio de manera que el operador no pierda tiempo en la búsqueda de la materia prima.

C. Operaciones eliminables por medio de un nuevo método de trabajo:

- La tarea 8 se elimina capacitando al operario de Logística en dejar la materia prima directamente en el puesto de trabajo y no en lugares cercanos para evitar posteriormente el desplazamiento de la misma. Esto se puede implementar luego de que se consigue capacitar al operario de producción en el armado y desarmado del puesto de trabajo de manera que el puesto de trabajo se encuentre libre para que el operario de Logística localice la materia prima en el lugar adecuado.



- Para eliminar la tarea 17 es necesario que el puesto de trabajo este liberado para que la materia prima del nuevo producto pueda ser llevada directamente al puesto de trabajo.
- Para eliminar la tarea 22,23, 24, 25, 26,27, 28 y 29 se requiere redefinir un lugar para cada calibre de control de manera que el Logístico no pierda tiempo buscando el calibre requerido o deba perder tiempo en despejar el sector para retirar el calibre que necesita.
Estas tareas se eliminan por medio de una redefinición del Lay Out, se observa que en el puesto de trabajo hay espacio suficiente para colocar todos los calibres de control de aquellas piezas que se realizan en esta prensa, con esto se evita todo desplazamiento innecesarios de los calibres lo que a su vez mejora la vida útil de los mismos, ya que en los traslados diarios estos se van deteriorando por golpes que muchas veces son difíciles de evitar.

6.3.3 Mejoras a implementar para optimizar las actividades del Operario de matricería:

Nº	Operaciones a optimizar en el análisis preliminar:
5	Retira blank de materia prima del producto A del lateral izquierdo de la matriz que había dejado el operario y la coloca en la mesa de materia prima
6	Se desplaza del puesto de trabajo al tablero de la prensa y cambia la posición del switch de automático a manual (El tablero se encuentra separado de la prensa, detrás de ésta).
7	Se desplaza desde el tablero de la prensa a la parte frontal de la prensa.
9	Corre el lubricante del lateral derecho de la prensa que había dejado el operador.
17	Corre mesa de materia prima.
20	Retira la mesa de trabajo hacia un pasillo lateral para despejar el puesto y poder retirar la matriz.
21	Regresa al puesto de trabajo.
24	Traslada la matriz del producto A hacia la estantería de matrices en la celula de Aluminio.

Esquema 4.32: Esquema extraído de la planilla de estudio preliminar para el operario de logística. Anexo 2 (pág.201)

A. Operaciones trasladables:

- La operación 9 puede ser trasladada directamente al operario de producción, mientras este limpia el plato de la prensa debe retirar todo aquello que haya quedado de la última producción.
- Las operaciones 6 y 7 pueden ser trasladadas al operario de producción para evitar un desplazamiento innecesario del operador de matricería simplemente capacitando al operario involucrado en realizar el cambio de switch de la prensa de automático a modo manual previo a realizar el cambio de matriz.

**B. Operaciones trasladables y que requieren una pequeña inversión:**

- Las actividades 17,20 y 21 para que puedan ser realizadas por el operador requirieron una pequeña inversión para evitar el operar del matricero. Se colocan ruedas a las mesa de trabajo y a la mesa de materia prima de manera que no sea necesario el autoelevador para su desplazamiento ni el operar innecesario de matricero.

C. Operaciones mejorables por medio de un nuevo método de trabajo:

- La operación 5 puede ser eliminada brindándole al operario un lugar adecuado para colocar la materia prima, de esta manera, se evita que el matricero tenga que retirar restos de materia prima que el operario dejó del proceso anterior.
- La actividad 24 puede ser eliminada redefiniendo que la matriz que se retira de producción deba ser colocada en los laterales de la prensa en vez de ser trasladada durante el cambio de producto a su localización final, de esta forma se evita un desplazamiento innecesario durante el cambio de producto. Finalmente cuando el nuevo producto se encuentra en condiciones normales de producción esta se puede retirar sin inconvenientes.



7. Mejoras implementadas para toda la planta y mejoras previstas de implementar en el corto plazo.

7.1 Mejoras por medio de un nuevo método de trabajo:

A. Se relocalizaron los almacenes de matrices por célula de trabajo, eliminando desplazamientos innecesarios del operador de matricería al trasladar las matrices.

KAIZEN			
Antes		Despues	
			
Problema observado	Causa Raiz	Acción tomada	Resultado
Se observa un importante desplazamiento del matricero cuando necesita buscar una matriz para cambiar.	Todas las matrices estan localizadas en un almacen exterior a la planta.	Se coloca una estantería para almacenar las matrices en cada una de las celulas de la planta.	Se evita perdida de tiempo en el cambio de serie por desplazamiento innecesarios.

B. La redefinición Lay Out de zona de calibres elimina la necesidad de perder tiempo localizando el calibre requerido. Esta mejora se pretende implementar para Diciembre del 2016, está prevista en el plan de acción del “Team SMED”



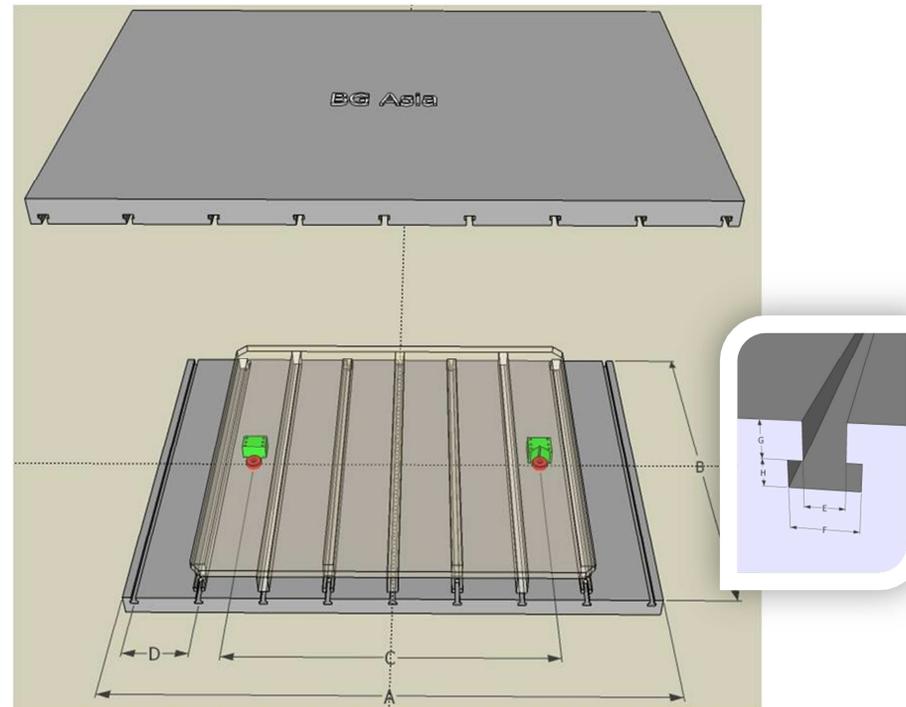
7.2 Mejoras por medio de una pequeña inversión:

- A. Se pintaron las matrices asignando un color para cada cliente y se les colocó una identificación que se localiza a simple vista con los últimos 4 números que corresponden al número que identifica la pieza que se realiza en la herramienta, esto facilitó la localización de las mismas.

KAIZEN			
Antes		Despues	
			
Problema observado	Causa Raiz	Acción tomada	Resultado
Se pierde tiempo en el cambio de serie buscando la matriz que se quiere cambiar.	Es difícil localizar e identificar las matrices.	A cada matriz se le asigna un color de acuerdo al cliente al cual pertenecen y se coloca una identificación.	Se evita pérdida de tiempo en el cambio de serie por no poder identificar la matriz que se quiere cambiar



- B.** Estandarizar bridas y tuercas de ajuste así como las ranuras de las matrices y las ranuras del plato de la prensa. Se pretende utilizar sólo bulones métrica 20 en el corto plazo. Esta mejora se pretende implementar para Marzo del 2016. Ya se han incorporado las estandarizaciones en los diseños de las herramientas para los nuevos proyectos que entran en vida serie en el año 2016.



Dimensión de Ranuras T	Tuercas T M20 según DIM 508
Posición de las Ranuras T	7 Ranuras Separadas cada 250 mm (Distancia entre centros)

Esquema 4.31: Esquema de las ranuras estandarizadas para los platos de las prensas y matrices.



- C. Sistema de guías para eliminar la pérdida de tiempo en el posicionamiento de la matriz en el plato de la prensa como su posicionamiento al ser almacenada en la estantería. Esta mejora se pretende incorporar para Julio del 2016.



Fotografías 4.4: Sistemas de guía modelo implementados en una planta de Autoneum de Turquía.



8. Mejoras realizadas para la célula de trabajo en estudio:

8.1 Mejoras obtenidas por medio de un nuevo método de trabajo:

- A.** Se definió un procedimiento de comunicación para el cambio de serie, se pretende que el supervisor avise al operador logístico y al matricero media hora antes de realizarse el cambio y que el programador logístico al menos para el turno anterior publique el programa de producción con un horario estimado para el cambio de serie. Procedimiento expuesto en el apartado 6.1.(pág.142)
- B.** Se realizó el análisis ergonómico de las tareas desempeñadas por el matricero en el cambio de producto. A partir del 2015 se considera la inversión, actualmente se recomienda el cambio de postura)

Luego de ver el vídeo del cambio de producto, se descompusieron las tareas desarrolladas por el matricero:

- Desajuste de los bulones de anclaje.(A)
- Centrado de la matriz.(B)
- Ajuste de los bulones de anclaje de la matriz del nuevo producto.(C)

El análisis fue realizado por el método NAM que exige la normativa Argentina por medio del decreto según Resolución N° 295 – ANEXO I, y se utilizó como análisis complementario el método REBA (Rapid entire body assessment).

El método NAM permite obtener una evaluación rápida de los riesgos a los que son sometidos los miembros superiores del aparato musculo-esquelético de los trabajadores debido al Nivel de actividad manual. Aunque los trastornos musculo esqueléticos relacionados con el trabajo pueden ocurrir en diversas partes del cuerpo (incluyendo los hombros, el cuello, la región lumbar y las extremidades inferiores) la finalidad de este valor límite umbral se centra en la mano, en la muñeca y en el antebrazo. (Decreto 295/03). El análisis por medio del método NAM se encuentra en el **Anexo 8**(pág. 211).

El método REBA se ha desarrollado para dar respuesta a la necesidad de medir los aspectos referentes a las cargas físicas del trabajador, da una valoración rápida y sistemática del riesgo postural del cuerpo entero que puede tener el trabajador permitiendo una análisis más completo de las condiciones de trabajo.(NTP 601) El análisis por medio del método REBA se encuentra en el **Anexo 9**(pág.217).

Los resultados de estos análisis se exponen a continuación:

Actividad	MÉTODO NAM	MÉTODO REBA
A	Nivel de riesgo bajo	Nivel de riesgo medio
B	Nivel de riesgo bajo	Nivel de riesgo medio
C	Nivel de riesgo medio	Nivel de riesgo muy alto

Como resultado de esta evaluación se considera la compra de 3 pistolas neumáticas a finales del 2014 para el ajuste de los bulones de anclaje, de manera de evitar el ajuste manual que puede lesionar al trabajador, hasta tanto se capacitó a los matriceros en la adopción de ciertas posturas para evitar lesiones.



- C. Se definió el medio de embalaje adecuado para evitar acumular piezas terminadas en mesa de trabajo (Se retiran los racks y se utilizan directamente las casetas en las que antes se realizaba el picking.)



Fotografías 4.5: Muestra la caseta del cliente que reemplaza a los grandes Racks que se utilizaban en la situación inicial.



- D. Se definió en el puesto de trabajo un lugar para los elementos de limpieza de manera que el operario pueda limpiar el plato de la prensa de manera efectiva.



Fotografías 4.6: Muestra el lugar definido para los elementos de trabajo en el puesto en cuestión.



E. Se creó un dispositivo para colocar el rollo de etiquetas autoadhesivas.



Fotografías 4.7: Muestra el dispositivo realizado para la colocación del rollo de etiquetas autoadhesivas



F. Se redefinió el Layout de trabajo lo que permite mejorar el ciclo de fabricación.

Esta mejora, si bien no tiene que ver con la implementación del SMED, se obtiene como resultado del análisis de los tiempos y métodos de trabajo que en un inicio se realizó con el objetivo de implementar técnicas de cambio rápido para reducir el tiempo de máquina inactivo durante el periodo de cambio de producto.

El análisis de operaciones realizado en la etapa inicial del SMED permitió identificar aquellas operaciones que realiza el operario de producción que no agregan valor al producto. Eliminando estas operaciones, se reduce el tiempo de ciclo de fabricación, se consigue un proceso más eficiente, se incrementa la productividad y finalmente se consigue la reducción del costo unitario de cada una de las referencias que se fabrican en esta célula modelo.



Esquema 4.32: Muestra el Lay Out en el estado inicial.

Esquema 4.33: Muestra el Lay Out modificado.



8.2 Mejoras obtenidas por medio de una pequeña inversión:

- A. Se pintaron los bulones que se utilizan anclaje de la matriz en la prensa. Se demarcó la zona en donde debe estar colocada la tuerca de ajuste antes de que sea realizado el cambio de producto, de manera de que el ajuste sea mínimo. También se realizó un dispositivo en las matrices que permitan colocar en ellas los bulones respectivos, eliminando la pérdida de tiempo que implicaría buscar los bulones de cada matriz.

KAIZEN			
Antes		Despues	
			
			
Problema observado	Causa Raiz	Acción tomada	Resultado
Se pierde tiempo en el cambio de serie por el ajuste requerido de los bulones de anclaje.	El tiempo de ajuste se incrementa mientras mas alejada este a tuerca del plato de ajuste.	Se pintaron los bulones de ajuste para indicar donde debe estar colocada la tuerca al momento de realizar el ajuste al momento de anclar la matriz al plato de la prensa.	Se evita perdida de tiempo realizando vueltas de ajuste innecesarias.



- B. Se adaptaron las mesas de materia prima y mesas de trabajo, incorporándole ruedas de manera de que el operario pueda colaborar en despejar y rearmar el puesto de trabajo.



Fotografías 4.8: Muestra la mesa de materia prima y la mesa de trabajo luego de la colocación de ruedas para facilitar su desplazamiento en el puesto de trabajo.



- C. Se reemplaza el comando bimanual de pie por un comando bimanual con brazo articulado, de manera que el operador no deba moverlo cada vez que necesite desplazarse en el puesto de trabajo.



Fotografías 4.9: Muestra el comando bimanual articulado.



- D. Se realiza un tablero en el almacén de aluminio para colocar tarjetas e implementar la metodología FIFO, de esta manera se evita la utilización de material obsoleto.



Fotografías 4.10: Muestra el tablero para implementar el sistema de almacenamiento FIFO.



9. Resultado de la implementación de las mejoras.

Implementadas las mejoras y definido el nuevo método de cambio de serie, este se debe poner en práctica para identificar la desviación entre la propuesta teórica que surge del análisis del equipo de trabajo y que es lo que ocurre en el terreno de producción (GEMBA).

La mejor aproximación a la estimación teórica, una vez implementadas las mejoras ahora depende de las personas. El "Team SMED" es el responsable de capacitar a todos los actores involucrados del cambio de serie, es esencial dar a conocer el objetivo a todos los actores involucrados para que de esta forma puedan colaborar para alcanzarlo. La capacitación, la correcta gestión de la información y de los recursos es indispensable para lograr el éxito en la implementación de la nueva metodología.

Se debe hacer partícipe a todos los actores involucrados en el cambio de serie de los resultados teóricos obtenidos por el team SMED y ponerlo en tela de juicio de manera de obtener una nueva metodología eficiente y viable para operar en el día a día.

Es fundamental capacitar a los operadores, no solo explicarles el significado del SMED y el detalle de la nueva metodología, es necesario hacerlos partícipes de la nueva metodología explicándoles cómo es que se quiere operar dejando lugar a opiniones y sugerencias, esta es la única forma de asegurar que el nuevo método será efectivamente implementado, ya que a fin de cuentas son estos operadores que realizan diariamente el cambio de serie.

Es natural que en un comienzo las personas presenten resistencia al nuevo método, lo primero que piensa el operador es que la propuesta es una utopía inalcanzable ya que ellos mismos realizan los cambios diariamente insumiendo el doble de tiempo, y que se pretende reducir este tiempo para que el operador tenga que trabajar aún más, por lo que en un principio se muestran disgustados con la propuesta y no se ven interesados en participar.

Superar esta barrera depende de la inteligencia con que el Team SMED plantee la situación. Si se le muestra al operador que su labor será más sencillo, se lo hace partícipe de el nuevo método dando lugar a críticas y sugerencias, el resultado de la implementación será exitoso, de otro modo todo el estudio realizado es en vano ya que quedaría una excelente propuesta teórica pero difiere completamente de lo que ocurre día a día en el terreno de la producción.

Finalmente, luego de implementar las mejoras y las capacitaciones pertinentes, se filma nuevamente el cambio de producto para validar la nueva metodología y obtener cual es la mejora real de tiempo que se obtiene.

Como resultado de esta filmación se confecciona la siguiente planilla para la metodología validada:



10. Separación de operaciones internas y externas luego de la optimización de operaciones: Método SMED validado en planta.

Tareas Externas antes de la parada de máquina					
No	Operación	¿Quien?	Tiempo del ciclo	Inicio	Final
1	El matricero y el Logístico reciben alerta de cambio de producto por parte del supervisor.	MAT & LOG	00:00:01	11:30:24 a.m.	11:30:25 a.m.
2	El matricero y el Logístico coordinan contar con un autoelevador al momento de realizar el cambio.	MAT & LOG	00:15:00	11:30:25 a.m.	11:45:25 a.m.
3	El matricero verifica que las herramientas para el cambio de molde estén disponibles y completa checklist y el Logístico verifica que el Rack de producto terminado este armado y frente al puesto de trabajo.	MAT&LOG	00:10:00	11:45:25 a.m.	11:55:25 a.m.
4	El matricero y el Logístico arriban al puesto de trabajo	MAT	00:00:00	11:55:25 a.m.	11:55:25 a.m.
5	El matricero coloca sus herramientas en los laterales de la prensa.	MAT	00:00:10	11:55:25 a.m.	11:55:35 a.m.
			00:25:10		

Tareas Internas					
No	Operaciones	¿Quien?	Tiempo del ciclo	Inicio	Final
6	Retira recorte de la última Pieza buena del producto A y lo tira al tacho de desechos.	OP	00:00:05	12:00:00 a.m.	12:00:05 a.m.
7	Retira última pieza A de la matriz y la cobra etiqueta de identificación y coloca pieza en caseta.	OP	00:00:10	12:00:05 a.m.	12:00:15 a.m.
8	Se traslada a la parte posterior de la prensa y cambia la posición del switch de automático a manual.	OP	00:00:05	12:00:15 a.m.	12:00:20 a.m.
9	El Logístico posiciona autoelevador 1 y retira materia prima del producto A, mientras que el matricero acciona la bajada del plato de la prensa y retira bulones de la parte frontal de la prensa.	LOG y MAT	00:00:21	12:00:20 a.m.	12:00:41 a.m.
10	El Logístico traslada materia prima del producto A al almacén mientras que el operario aparta mesa de materia prima y mesa de trabajo para liberar el puesto y el matricero retira los bulones de la parte posterior de la prensa.	LOG y OP y MAT	00:00:30	12:00:41 a.m.	12:01:11 a.m.
11	El Logístico retira materia prima producto B del almacén y la traslada al puesto de trabajo mientras que el matricero acciona el ascenso del plato en la parte frontal de la prensa, busca el autoelevador y lo posiciona para retirar matriz.	LOG & MAT	00:01:00	12:01:11 a.m.	12:02:11 a.m.
12	El matricero retira la matriz del producto A y la coloca en el lateral de la prensa, mientras el Logístico reposiciona el autoelevador y retira Rack de producto terminado A.	LOG y MAT	00:00:20	12:02:11 a.m.	12:02:31 a.m.
13	El operario limpia el plato de la prensa.El Logístico traslada Rack de producto terminado A a pasillo para control final del auditor, mientras el matricero coloca la matriz B ubicada en el lateral de la prensa.	LOG y OP y MAT	00:00:18	12:02:31 a.m.	12:02:49 a.m.
14	El operario coloca la mesa de trabajo y mesa de materia prima en posición adecuada mientras el Logístico deja el Rack vacío del Producto B en el puesto y el matricero se retira a estacionar el autoelevador al pasillo frontal.	LOG y OP y MAT	00:00:20	12:02:49 a.m.	12:03:09 a.m.
15	El matricero regresa al puesto de trabajo centra la matriz inferior,coloca bulones se traslada a la parte posterior, centra matriz inferior y coloca bulones.	MAT	00:00:38	12:03:09 a.m.	12:03:47 a.m.
16	El matricero se traslada al frente de la prensa y acciona la bajada del plato de la prensa y coloca bulones en la matriz superior.	MAT	00:00:20	12:03:47 a.m.	12:04:07 a.m.
17	El matricero se traslada hacia la parte posterior de la prensa y coloca bulones en la matriz superior en la parte posterior de la prensa.	MAT	00:00:15	12:04:07 a.m.	12:04:22 a.m.
18	Realiza el ajuste de los bulones en la parte posterior de la prensa.	MAT	00:00:13	12:04:22 a.m.	12:04:35 a.m.
19	Se traslada al frente de la prensa y realiza el ajuste de los bulones en la parte frontal de la prensa.	MAT	00:00:10	12:04:35 a.m.	12:04:45 a.m.
20	Acciona el ascenso del plato,se traslada hacia la parte posterior de la prensa y verifica el ajuste entre la altura de la matriz y el plato de la prensa.	MAT	00:00:14	12:04:45 a.m.	12:04:59 a.m.
21	Se traslada al frente de la prensa y acciona la bajada del plato superior de la prensa,se traslada hacia la parte posterior de la prensa para verificar el ajuste de altura entre la matriz y el plato superior de la prensa.	MAT	00:00:18	12:04:59 a.m.	12:05:17 a.m.
22	Se traslada al frente de la prensa y acciona el ascenso del plato de la prensa y su descenso para finalizar con la verificación del ajuste.	MAT	00:00:20	12:05:17 a.m.	12:05:37 a.m.
23	Desplazamiento hacia el tablero de control de la prensa y cambia la posición del switch de la prensa de manual a automático.	MAT	00:00:05	12:05:37 a.m.	12:05:42 a.m.
24	Acciona el comando bimanual para levantar el plato de la prensa y coloca grasa en matriz del producto B.	OP	00:00:26	12:05:42 a.m.	12:06:08 a.m.
25	Coloca materia prima del producto B en matriz entre los topes posicionadores de blank.	OP	00:00:05	12:06:08 a.m.	12:06:13 a.m.
26	Aprieta el comando bimanual y se realiza el ciclo de moldeo y conte.	OP	00:00:20	12:06:13 a.m.	12:06:33 a.m.
27	Retira recorte del producto B y lo tira al tacho de desechos.	OP	00:00:05	12:06:33 a.m.	12:06:38 a.m.
28	Retira producto terminado B de la matriz y lleva hacia calibre de control.	OP	00:00:05	12:06:38 a.m.	12:06:43 a.m.
29	Controla Pieza en calibre y da el Ok de la finalización del SMED.	OP	00:00:17	12:06:43 a.m.	12:07:00 a.m.
			00:07:00		

Tareas Externas después del arranque de máquina					
No	Operación	Quien? (quien realiza)	Tiempo del ciclo	Inicio	Final
41	El Logístico se regresa al autoelevador y se retira del puesto de trabajo.	LOG	00:00:15	12:03:09 a.m.	12:03:24 a.m.
42	El matricero retira sus 2 hts colocadas sobre el plato inferior de la prensa en los laterales de la matriz y se retira del puesto de trabajo a buscar el autoelevador para retirar la matriz del producto A que se encuentra al final de la prensa.	MAT	00:02:00	12:05:42 a.m.	12:07:42 a.m.
			00:02:15		

Esquema 4.34: Esquema del método SMED validado en planta. Anexo 2. (pág. 201)

Inicialmente el cambio modelo que se considera para el estudio de la metodología de cambio de producto tiene una duración de 22 minutos y un total de 117 actividades distribuidas para los actores involucrados.

El posterior estudio teórico expresado en el apartado anterior sugería una reducción de tiempo del 73% del tiempo total, significando una mejora de aproximadamente 16 minutos de tiempo de detención de la prensa y una reducción de 30 operaciones para los operadores involucrados.

El cambio de serie validado lleva consigo una reducción de tiempo del 68 % del tiempo total significando una reducción de 15 minutos de tiempo de detención de la prensa y una reducción de 30 operaciones para los operadores involucrados. Finalmente el cambio de producto que antes se realizaba en 22 min ahora se realiza en 7 minutos.