

Trabajo Fin de Grado

Implantación de la metodología Lean
Manufacturing en la empresa GRES ARAGÓN

Implementation of the Lean Manufacturing
methodolgy in the company GRES ARAGÓN

Autor

Javier Coma Figols

Director

Luis Segura Miguel

RESUMEN

El ser humano siempre ha buscado el modo de mejorar su bienestar, bien a través del perfeccionamiento de sus métodos de trabajo o bien organizando mejor sus actividades cotidianas. Así, las personas han desarrollado sistemas que mejoran y optimizan todo tipo de actividades, intentando siempre obtener un resultado mejor.

La implantación de la metodología Lean Manufacturing en la fábrica de GRES ARAGÓN se ha producido en el contexto de la optimización de una de las empresas más sólidas en el ámbito de la producción y exportación de gres natural y porcelánico, que pretende ser líder en productos cerámicos, calidad y servicio.

El objetivo del proyecto es minimizar las pérdidas tratando de optimizar el sistema de producción y reducir o eliminar los despilfarros. Creando así un sistema de producción robusto que asegure la disponibilidad de los equipos de planta y minimizando los recursos necesarios, y con ellos, los costes.

Con el fin de cumplir dicho objetivo, se ha aplicado esta nueva filosofía de trabajo y se han desarrollado distintas técnicas capaces de mejorar la situación productiva de la empresa correlacionadas entre sí. Con este fin, se ha hecho uso de las 5S's, el Ciclo PDCA y el TPM (Mantenimiento Productivo Total), herramientas basadas en la filosofía Lean Manufacturing.

Debido al volumen del proyecto, se ha focalizado su implantación en varios centros de trabajo o ubicaciones técnicas con el fin de que sirvan como ejemplo para posteriormente generalizar su aplicación al resto de instalaciones de fábrica.

De este modo, en este trabajo se recogen las primeras fases de esta implantación, y, aunque es pronto para una evaluación global, ya se están observando resultados positivos. El proyecto pretende dar una primera visión detallada de los cambios realizados y de la progresión que ha desarrollado la empresa hasta día de hoy en el proceso de implantación de la metodología Lean Manufacturing.

PALABRAS CLAVE

- Lean Manufacturing
- Metodología
- Mejora continua
- Mantenimiento
- Implantación



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	11
2.1 PROCESO PRODUCTIVO.....	12
2.1.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESO PRODUCTIVO.....	12
2.1.2 RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y ALMACENAJE.....	12
2.1.3 TRITURACIÓN, MOLIENDA Y TAMIZADO.....	13
2.1.4 DOSIFICACIÓN.....	13
2.1.5 PRENSADO / EXTRUSIÓN.....	13
2.1.6 SECADO.....	14
2.1.7 CORTE Y ESMALTADO.....	15
2.1.8 SECADO PREHORNO Y HORNEADO.....	15
2.1.9 CORTE Y RECTIFICADO.....	16
2.1.10 SELECCIÓN, EMBALAJE Y PALETIZADO.....	16
2.1.11 ALMACENAJE DE PRODUCTO TERMINADO.....	18
2.1.12 RESUMEN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	18
3. INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING.....	19
3.1 DEFINICIÓN.....	19
3.2 CONCEPTO DE VALOR AÑADIDO Y DESPILFARRO.....	19
3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS DESPERDICIOS.....	19
3.4 FACTOR HUMANO.....	20
3.5 PRINCIPIOS DEL SISTEMA LEAN.....	20
4. HERRAMIENTAS LEAN.....	21
4.1 VSM.....	21
4.2 OEE.....	21
4.3 5S's.....	22
4.4 CICLO PDCA.....	23
4.5 MES.....	23
4.6 ERP.....	24
4.7 TPM.....	25

5.	ESTUDIO PREVIO MEDIANTE VSM Y OEE.....	26
5.1	ELECCIÓN DEL PRODUCTO OBJETO DE ESTUDIO.....	26
5.2	CÁLCULO DEL OEE INICIAL.....	26
5.3	REPRESENTACIÓN DEL VSM INICIAL.....	29
5.4	PROPUESTAS DE MEJORA A DESARROLLAR.....	32
6.	IMPLANTACIÓN DE LAS 5S's.....	34
6.1	DECISIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA.....	35
6.2	PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.....	35
6.3	INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LAS 5S's.....	34
6.4	PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA.....	41
6.5	ESTANDARIZACIÓN Y AUTODISCIPLINA.....	43
6.6	CONCLUSIONES.....	45
7.	IMPLANTACIÓN DEL CICLO PDCA.....	48
7.1	DECISIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA.....	49
7.2	PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.....	49
7.3	INTRODUCCIÓN AL CICLO PDCA.....	49
7.4	PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA.....	50
7.5	MEJORAS DESARROLLADAS DURANTE EL PROGRAMA.....	51
7.5.1	SUMINISTRO DE CARROS DE HERRAMIENTAS A LOS OPERARIOS DE PRODUCCIÓN.....	52
7.5.2	IMPLANTACIÓN DE AUTOCONTROLES DE HERRAMIENTA.....	53
7.5.3	IMPLANTACIÓN DE AUTOCONTROLES DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	55
7.5.4	INSTALACIÓN DE PANELES TRANSLÚCIDOS NUEVOS EN LA CUBIERTA.....	57
7.5.5	MIGRACIÓN DE CARRETILLAS ELÉCTRICAS DIÉSEL A ELÉCTRICAS CON BATERÍAS DE LITIO.....	58
7.6	CONCLUSIONES.....	60

8. IMPLANTACIÓN DEL TPM A TRAVÉS DE MES Y SAP PM.....	61
8.1 DECISIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA.....	62
8.2 PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.....	62
8.3 INTRODUCCIÓN AL TPM.....	67
8.4 PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA.....	68
8.5 CONSOLIDACIÓN.....	68
8.6 CONCLUSIONES.....	68
9. CONCLUSIONES.....	69
10. BIBLIOGRAFÍA.....	71

ANEXOS

11. ANEXO I: ABSTRACT AND KEYWORDS.....	78
12. ANEXO II: DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA EMPRESA Y LOS PROCESOS PRODUCTIVOS CENTRADA EN LOS CENTROS PILOTO.....	79
13. ANEXO III: INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING DETALLADA.....	103
14. ANEXO IV: TÉCNICAS LEAN DETALLADAS.....	108
15. ANEXO V: DOCUMENTACIÓN COMPLETA 5S's.....	116
16. ANEXO V: DOCUMENTACIÓN COMPLETA CICLO PDCA.....	128
17. ANEXO VI: DOCUMENTACIÓN COMPLETA TPM.....	146

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Organigrama de GRES ARAGÓN.....	11
Imagen 2: Tolvas de recepción.....	12
Imagen 3: Silos de almacenamiento.....	12
Imagen 4: Extrusora horizontal (L6).....	14
Imagen 5: Prensa hidráulica (L9).....	14
Imagen 6: Secadero de 5 planos.....	14
Imagen 7: Entrada del secadero de 5 planos.....	14
Imagen 8: Cabinas de esmaltado.....	15
Imagen 9: LGV transportando box.....	15
Imagen 10: Secadero túnel prehorno (L9).....	16
Imagen 11: Horno (L9).....	16
Imagen 12: Zona inicial de selección (L9).....	17
Imagen 13: Selección por calidades (L9).....	17
Imagen 14: Flejadora de cajas (L9).....	17
Imagen 15: Paletizador (L9).....	17
Imagen 16: Almacén de producto terminado.....	18
Imagen 17: Diagrama del proceso productivo.....	18
Imagen 18: Principios básicos del Lean.....	20
Imagen 19: Índice de símbolos de Hoja de proceso.....	26
Imagen 20: VSM inicial basado en la producción.....	30
Imagen 21: VSM inicial basado en el mantenimiento de los equipos.....	31
Imagen 22: Cara delantera del tríptico 5S's.....	36
Imagen 23: Cara trasera del tríptico 5S's.....	36
Imagen 24: Plano de zonas 5S's de instalaciones de mantenimiento.....	37
Imagen 25: Reparto de las zonas 5S's en mantenimiento.....	38
Imagen 26: Plantilla utilizada para las fotos personales.....	39
Imagen 27: Ubicación de la zona de innecesarios 5S's en el plano.....	40
Imagen 28: Calendario de planificación 5S's.....	41
Imagen 29: Plantillas de registro de innecesarios.....	42

Imagen 30: Plan de reparto de auditorías para 4 meses en mantenimiento.....	43
Imagen 31: Plantilla de auditorías cruzadas 5S's.....	44
Imagen 32: Orden de trabajo 5S's.....	47
Imagen 33: Recordatorio de fases del Ciclo PDCA.....	50
Imagen 34: Plantillas para reuniones de mejora continua.....	51
Imagen 35: Fichas de herramienta repartidas en los puestos de trabajo.....	52
Imagen 36: Autocontrol de herramienta del Horno 9.....	55
Imagen 37: Autocontrol de seguridades del Horno 9.....	56
Imagen 38: Diferencia entre paneles traslúcidos nuevos y antiguos.....	58
Imagen 39: Mant. autónomo mensual del horno de rodillos del Horno 9.....	65
Imagen 40: Orden de trabajo mant. preventivo en EKOSORT (Selección 9).....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hoja de proceso de la Línea 9.....	27
Tabla 2: Hoja de datos producción de un lote de bases 30x30 cm.....	28
Tabla 3: Índice de símbolos del VSM.....	29
Tabla 4: Comparativa antes y después de la aplicación de las 5S's.....	45
Tabla 5: Análisis económico de la instalación de paneles traslúcidos nuevos..	57
Tabla 6: Estudio comparativo entre carretillas de distintas tecnologías.....	59
Tabla 7: Cuantías económicas invertidas en la sustitución de carretillas.....	59
Tabla 8: Cuantías económicas invertidas y tiempo de amortización.....	60
Tabla 9: Mant. autónomos a realizar en horno de rodillos del Horno 9.....	63
Tabla 10: Mant. planificados para los técnicos en línea del Horno 9.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1: Representación gráfica del OEE de los procesos.....	28
--	----

1. INTRODUCCIÓN

A principios de cada año en GRES ARAGÓN se define una serie de objetivos, entre los que se encuentra la reducción de costes de manera global como prioritario, con el fin de ganar en competitividad y mejorar el balance de resultados.

El objeto de este proyecto se focaliza en el lanzamiento e implantación de un sistema de gestión de mejora sistemática, para eliminar y reducir paso a paso las pérdidas encontradas en la cadena de suministro de la empresa, aplicando las distintas herramientas proporcionadas por la filosofía Lean para liderar un cambio cultural y alcanzar así los objetivos marcados.

Se pretende reflejar objetivamente el proceso de implantación de algunas de las técnicas propias del sistema Lean, así como la descripción de las dificultades y de la situación actual. En particular la implantación de 5S's, Ciclo PDCA y TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Para atacar este objetivo, se está trabajando de manera conjunta entre el departamento de mantenimiento y el de producción, teniendo yo, Javier Coma Figols, presencia en ambos dos, desempeñando un papel de gestión de procesos y equipos de mejora.

Dentro de los múltiples procesos productivos y las diferentes líneas de producción de GRES ARAGÓN, debido a la gran complejidad del proceso completo me he centrado en ciertos procesos o ubicaciones técnicas concretas que servirán como ejemplo para una posterior implantación a nivel global. El desarrollo del proyecto se encuentra focalizado en los procesos de "Secado Prehorno y Horneado" y "Selección, Embalaje y Paletizado" de la "Línea 9", junto con las instalaciones del departamento de mantenimiento. Así mismo, se han realizado ciertas mejoras a nivel global.

Por un lado, se ha optado por la "Línea 9" debido a que es la línea de producción instalada más recientemente, y, debido a las últimas tendencias de consumo y al tipo de formatos que en ella se producen, es la que más carga de trabajo soporta. Esto conlleva que sea la línea productiva que más beneficio produce a la empresa, pero a su vez, es la línea de producción en la que más problemas están surgiendo, y la que más interesa optimizar. Todo desperdicio tiene un coste, y proviene de una ineficiencia, por lo que hacer de ella una línea más eficiente, generará un mayor beneficio.

La razón por la que se han seleccionado estos centros piloto es la siguiente:

- Proceso de “Selección, Embalaje y Paletizado”: es la zona de proceso en la que más problemas se están originando, principalmente debido a su complejidad técnica y falta de mantenimiento en los equipos.
- Proceso de “Secado Prehorno y Horneado”: el secado y horneado de las piezas cerámicas es el procesamiento más lento, costoso, y, a su vez, importante en la fabricación de gres. Dicha lentitud lo convierte en el “cuello de botella” principal del proceso productivo.

Así mismo, el proyecto también se ha centrado en el departamento de mantenimiento, ya que tras mi llegada a la empresa, comencé a observar el gran número de ineficiencias presentes en él (desorden y suciedad en el taller, falta de comunicación, excesiva carga de trabajo, mala organización funcional y exceso de averías en las máquinas por falta de mantenimiento). Por ello, se decidió comenzar la aplicación de la metodología Lean centrándome primordialmente en las tareas de mantenimiento.

Dicho esto, se ha optado por la aplicación de las 5S's en todas las instalaciones del departamento de mantenimiento y en centros piloto de producción, con el fin de asentar unas bases sólidas en la implantación Lean. La implantación del TPM en los puestos de producción piloto, con la finalidad de mejorar el estado de los equipos y de liberar al departamento de mantenimiento de carga de trabajo, y para que sirvan como ejemplo para una implantación futura en el resto de procesos. Así como la implantación del Ciclo PDCA con la finalidad de mejorar la comunicación entre las distintas jerarquías de la empresa, permitiendo dar solución a las ineficiencias y aplicar mejoras de forma continua.

En cuanto a la disposición general del trabajo es la siguiente:

En el punto 2 se realiza una contextualización del trabajo en el entorno empresarial y se explica el proceso de producción del gres.

En el punto 3 se realiza una introducción a la metodología Lean Manufacturing y se especifican sus principios básicos, el concepto de valor añadido y desperdicio.

En el punto 4 se realiza una breve descripción de las técnicas y herramientas utilizadas para evitar estas pérdidas de productividad en la fábrica.

En el punto 5, se realizan estudios y recogidas de datos sobre la situación actual y la efectividad de los procesos efectos de estudio. Así, se analizan sus puntos más críticos y problemáticos con el fin de encontrar posibles mejoras a través de las herramientas Lean.

En los puntos 6, 7 y 8, se describe la implantación de las diversas técnicas Lean en las ubicaciones técnicas seleccionadas, analizando las características especiales de la empresa, técnicas que se están desarrollando para su implantación y resultados obtenidos. Siendo éstas la aplicación de las 5S's, el Ciclo PDCA y el TPM respectivamente, y componiendo el grueso del proyecto.

Por último, en el punto 9, se describen los efectos positivos después de su puesta en marcha y los ahorros conseguidos que se están produciendo, a pesar de que su aplicación general no está plenamente desplegada. Concluyendo con una serie de consideraciones generales sobre los criterios que se han seguido en la adaptación al método, la necesidad de implicar a todo el conjunto del sistema productivo y se ofrece una visión sobre la implantación general futura. Para finalizar, se ha dado la opinión personal respecto al proyecto.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa GRES ARAGÓN S.A. es una de las compañías más grandes del sector cerámico, en la cual se produce más de mil referencias de gres natural y porcelánico.

Las instalaciones principales se encuentran ubicadas en Alcañiz (Teruel), donde actualmente cuenta con cuatro líneas de producción separadas en las naves ARALKLINKER y CAÑADA, esta última donde se encuentra la línea objeto del proyecto. Asimismo, también cuenta con otra planta de producción en Alcorisa (Teruel) y un almacén distribuidor en Onda (Castellón).

El organigrama de la empresa es el representado en la *Imagen 1*:

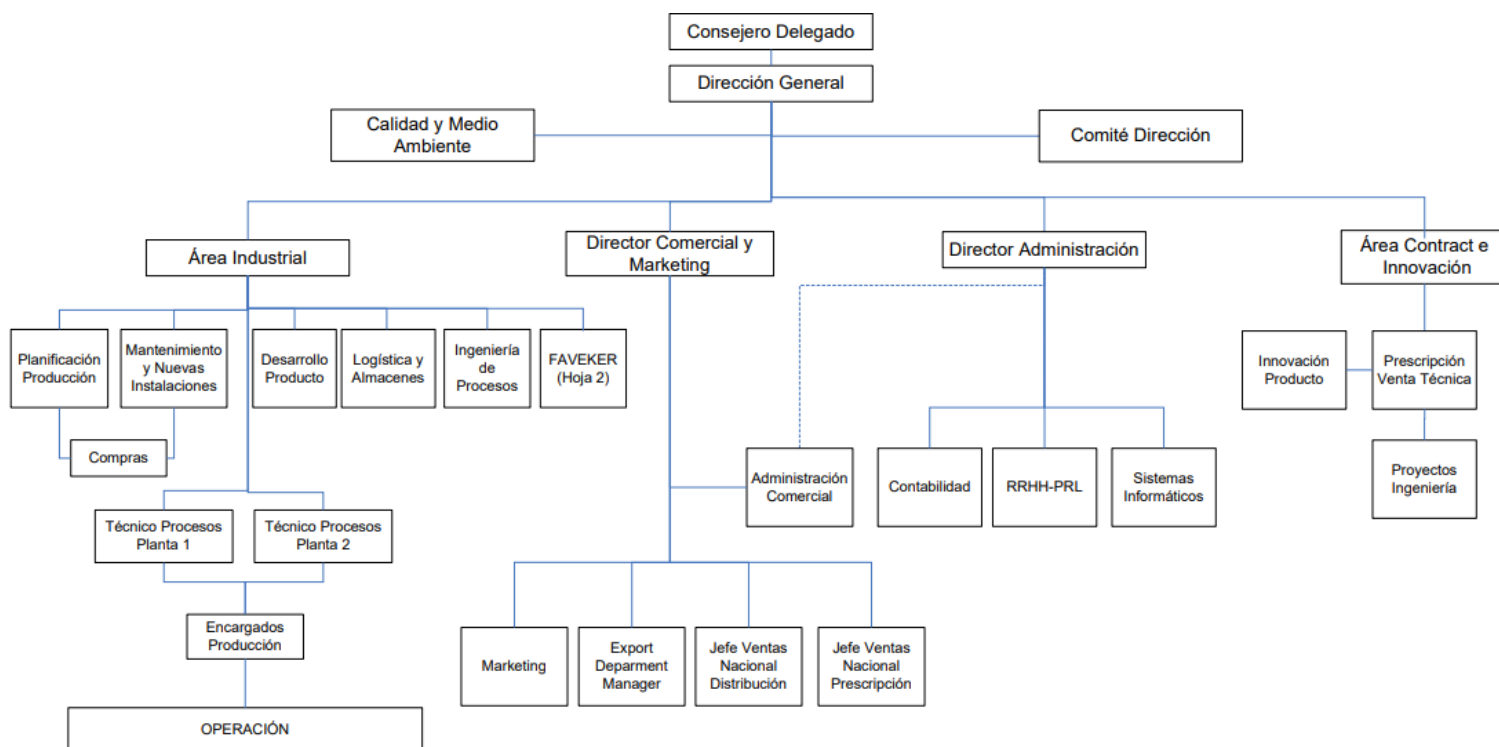


Imagen 1: Organigrama de GRES ARAGÓN.

En mi caso, he realizado mis prácticas en empresa en el área industrial, realizando tareas tanto en las sub-áreas de mantenimiento como en producción.

Dicha descripción se ha realizado de forma más detallada en el Anexo II.

2.1 PROCESO PRODUCTIVO:

En este apartado se va a explicar la secuencia de acciones que componen el proceso productivo del gres. Teniendo en cuenta que la empresa posee varias líneas de producción, existiendo pequeñas variantes entre unas y otras, se explicará el proceso de la línea productiva objeto de estudio (Línea 9) y se comentarán las variantes de las otras líneas. Dicha descripción se ha realizado de forma más detallada en el Anexo II.

2.1.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESO PRODUCTIVO

La actividad principal de la instalación es la fabricación de pavimentos y piezas especiales cerámicas por extrusión horizontal. La materia prima que consumen es arcilla atomizada, arcilla plástica, chamotas o rechazos cerámicos de cascote y barro.

2.1.2 RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y ALMACENAJE

El proceso productivo desarrollado en esta planta comienza con la recepción de la materia prima en tolvas, preparadas para el vertido de los camiones de transporte procedentes del proveedor.

Las materias primas son conducidas directamente a los 12 silos de almacenamiento existentes en el interior de la nave. Por un lado, en 8 de los silos se almacena arcilla atomizada. Y, por otro lado, los 4 silos restantes se utilizan para almacenar materias primas que se utilizarán en la prensa: 1 silo para arcilla plástica AR-35, 1 silo para barro recuperado y 2 silos para cascote recuperado, denominando barro a los rechazos del proceso de material sin cocer, y cascotes a los rechazos ya cocidos.



Imagen 2: Tolvas de recepción.



Imagen 3: Silos de almacenamiento.

2.1.3 TRITURACIÓN, MOLIENDA Y TAMIZADO

El siguiente paso a realizar es la molienda del material, con el fin de disminuir el tamaño de grano de la materia prima por medio de procesos mecánicos. La arcilla se suministra a bajas granulometrías, por lo que no se efectúa ninguna operación posterior de molienda.

Sin embargo, los rechazos de la propia planta sí que se procesan para reducir su tamaño, ya que poseen formas y tamaños muy distintos cuando son recogidos en planta. Éstos son sometidos a procesos de trituración en distintos puntos de recogida de la planta, para posteriormente ser procesados en un molino pendular para reducir su granulometría y, posteriormente ser tamizados y almacenados en los silos existentes.

2.1.4 DOSIFICACIÓN

Una vez almacenada la materia prima ya preparada para trabajar con ella, el primer paso es dosificar la cantidad correcta de cada materia prima para la producción de un determinado tipo de material. Dicha dosificación se realiza sobre una banda transportadora de pesaje continuo, que transporta el material hasta la zona de amasado y prensado.

2.1.5 PRENSADO / EXTRUSIÓN

Inmediatamente después, las materias primas dosificadas según corresponda se conducen a la amasadora, donde se produce la mezcla y amasado con agua. Con esta mezcla, dependiendo del proceso siguiente y las piezas finales a fabricar, se puede alimentar las líneas de extrusión (Líneas 6 y 8) o la prensa hidráulica (Línea 9).

Por un lado, en las líneas 6 y 8 se realiza el conformado de bases o piezas especiales porcelánicas por extrusión horizontal, mientras que en la línea 9 se realiza el conformado de bases porcelánicas por prensado.

Los productos fabricados en la prensa 9 no requieren adición de agua para su conformado, ya que se fabrican directamente con la arcilla atomizada suministrada por el proveedor, sin cascotes ni barro recuperado.



Imagen 4: Extrusora horizontal (L6).



Imagen 5: Prensa hidráulica (L9)

2.1.6 SECADO

A continuación, las piezas conformadas son transportadas a los dos secaderos. Al secadero 6, secadero tipo túnel de boxes, se transportan por medio de boxes, y en él se produce el secado de piezas especiales porcelánicas fabricadas en la extrusora 6. Mientras que, en el secadero de rodillos de cinco planos, donde se transportan siguiendo la línea con correas y rodillos de transporte, se produce el secado de bases porcelánicas fabricadas en la extrusora 8 y prensa 9. Dicho secado en el secadero de rodillos, siempre corresponde solamente o a material de extrusora o de prensado, ya que tienen distintas humedades y los parámetros de secado son distintos. A su salida se obtiene el producto con un contenido bajo de humedad.



Imagen 6: Secadero de 5 planos.



Imagen 7: Entrada del secadero de 5 planos.

2.1.7 CORTE Y ESMALTADO

Una vez obtenido el producto seco, se conduce a través de las cintas y rodillos de transporte hasta la máquina de corte, en la que se realiza un corte aproximado de las piezas antes de la cocción. Las secciones de material cortado, barro, se recuperan por medio de una línea de rechazos.

Posteriormente, se realiza el esmaltado de las piezas, en cabinas de aplicación de esmaltes. Y finalmente, el producto esmaltado se carga en boxes de almacenamiento intermedios desde los que se dirigen, mediante LGV, al horno para continuar la operación de cocción.



Imagen 8: Cabinas de esmaltado.

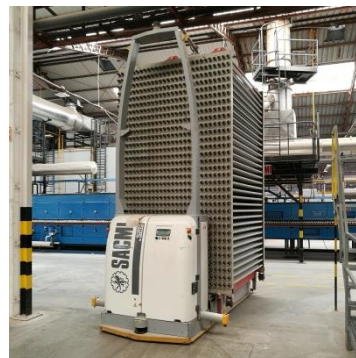


Imagen 9: LGV transportando box.

2.1.8 SECADO PREHORNO Y HORNEADO

En primer lugar, los boxes llenos de piezas pasan por un secadero de tipo túnel cuyo aire caliente proviene del aire residual de la zona de enfriamiento del horno. Posteriormente, las piezas son depositadas desde los boxes en un transporte de rodillos que las hacen pasar por una zona denominada prehorno, que elimina los últimos restos de humedad antes de entrar al horno. Seguidamente, las piezas entran en el horno para ser cocidas.

En este caso se trabaja con un horno continuo de rodillos transportadores alimentado por gas natural, el cual las piezas atraviesan de forma continua por las zonas de precalentamiento, cocción y enfriamiento. A su vez el enfriamiento se divide en tres zonas distintas: directo, indirecto y forzado.



Imagen 10: Secadero túnel prehorno (L9).



Imagen 11: Horno (L9)

2.1.9 CORTE Y RECTIFICADO

Una vez cocidas, las piezas continúan su camino sobre las correas y rodillos de transporte que las conducen hasta un plano aspirante que las deposita en pancones.

Estos pancones son transportados por medio de un LGV hasta un proceso de corte o rectificando, con la finalidad mejorar la calidad dimensional del producto final. Las secciones cortadas ya cocidas, cascotes, se recogen por medio de una línea de rechazos para posteriormente volver a usarse como materia prima.

2.1.10 SELECCIÓN, EMBALAJE Y PALETIZADO

Finalmente, el producto cortado y rectificado se traslada a las líneas de selección a través de pancones transportados por un LGV. En este punto se realiza la selección, de forma diferenciada en función de si las piezas son especiales y de bases de pequeño formato, o si por el contrario se trata de bases de gran formato.

La zona de selección consta de dos líneas de selección automáticas (una de ellas la Línea 9, objeto de estudio), en la que las cajas son rellenas, empaquetadas, flejadas y colocadas en una cinta de forma automática, desde la que son recogidas y colocadas en un palet por medio de un robot.

Los palets de las dos selecciones se conducen a una flejadora común, en la que son envueltos con film retráctil. Los palets de producto acabado son trasladados desde el final de la línea de empaquetado hasta la flejadora por carretillas.



Imagen 12: Zona inicial de selección (L9).



Imagen 13: Selección por calidades (L9).



Imagen 14: Flejadora de cajas (L9).



Imagen 15: Paletizador (L9).

2.1.11 ALMACENAJE DE PRODUCTO TERMINADO

Finalmente, una vez flejado el palet con film y etiquetado manualmente, se trasladan con una carretilla a una zona de almacén de producto terminado.



Imagen 16: Almacén de producto terminado.

2.1.12 RESUMEN DEL PROCESO PRODUCTIVO

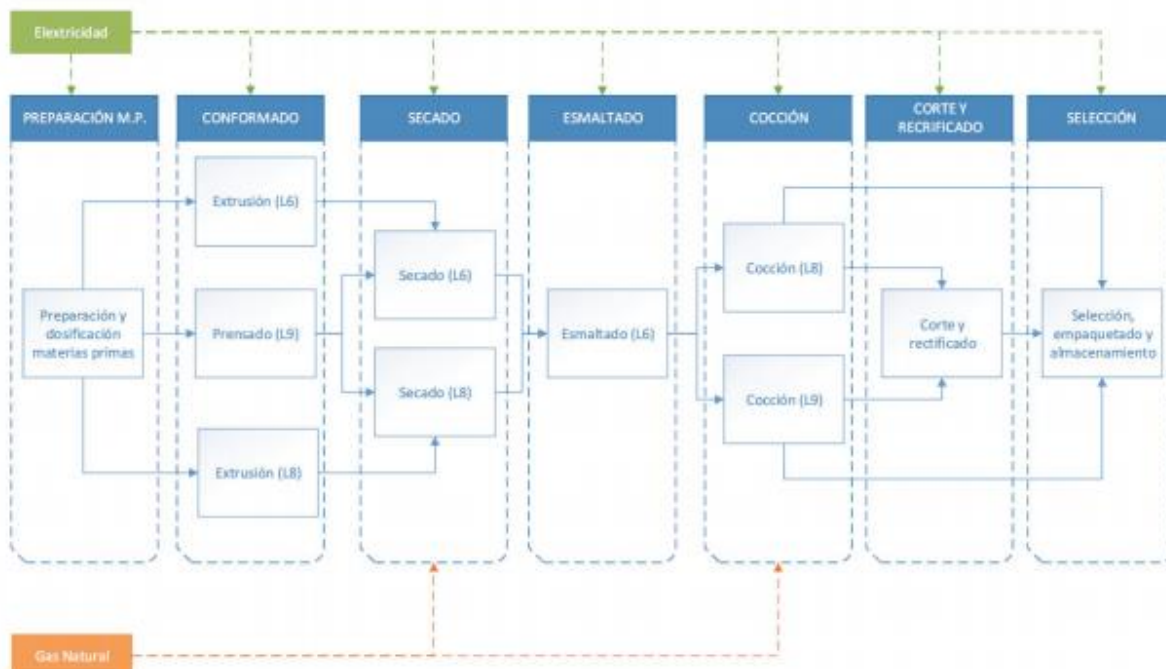


Imagen 17: Diagrama del proceso productivo.

3 INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING

Esta introducción a la metodología Lean Manufacturing se encuentra descrita en mayor detalle en el Anexo III.

3.1 DEFINICIÓN

El Lean Manufacturing, o “Producción Ajustada”, es una filosofía de trabajo que se centra en la continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de “desperdicios”.

Se pretende minimizar las pérdidas generando una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo.

3.2 CONCEPTO DE VALOR AÑADIDO Y DESPERDICIO O DESPILFARRO

Lean Manufacturing implica un cambio esencial cultural que consiste en medir y analizar la eficiencia y productividad de los procesos con respecto a los conceptos “desperdicios” y “valor añadido”.

- **Valor añadido:** se añade valor cuando el único objetivo de las actividades es transformar las materias primas con las características que algún cliente esté dispuesto a comprar.
- **Desperdicio o despilfarro:** todo lo que no aporta valor al producto o que no es absolutamente imprescindible para fabricarlo.

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS DESPERDICIOS

Los 8 desperdicios caracterizados por esta metodología son los siguientes:

- El potencial humano.
- La sobreproducción.
- El transporte.
- Los defectos.
- Las esperas.
- El sobreprocesamiento.
- Los movimientos innecesarios.
- El inventario.

3.4 FACTOR HUMANO

Esta filosofía parte de la premisa que las personas constituyen el capital más importante de las empresas siendo un factor clave en el éxito del sistema, y, en el caso de que no lo hagan todas ellas, desde los operarios hasta el gerente, está abocada al fracaso.

Lean Manufacturing supone un cambio en el enfoque de la concepción del trabajo por parte de los trabajadores, a quienes se les otorga más responsabilidad, aunque se sitúen en niveles inferiores en la jerarquía de la empresa. Llevando así a cabo un cambio de cultura que defiende la participación de todo el personal trabajando en equipo.

3.5 PRINCIPIOS DEL SISTEMA LEAN

La metodología Lean Manufacturing se asienta sobre estos pilares fundamentales:

- **Justo a tiempo (JIT):** se debe contar tan solo con la cantidad necesaria de producto, en el lugar y tiempo justo.
- **Hacerlo bien a la primera (JIDOKA):** esto implica conseguir cero defectos, y la única forma de conseguirlo es a través de la detección de los problemas y su solución en el origen.

Así mismo, dichos pilares se consiguen a través de la aplicación de estas tres filosofías de trabajo:

- **Mejora continua (KAIZEN):** se debe tratar de mejorar la eficiencia del proceso permanentemente.
- **Nivelación de la producción (HEIJUNKA):** se debe tratar de adaptar el flujo de producción a la demanda.
- **Estandarización:** el objetivo es reducir la variabilidad en un proceso, es decir, que todos los trabajadores realicen del mismo modo los procesos.



Imagen 18: Principios básicos del Lean.

4 HERRAMIENTAS LEAN

En este apartado se van a describir distintas técnicas que pretenden llevar a la práctica la metodología Lean Manufacturing y que se han comenzado a implantar en GRES ARAGÓN.

La descripción de estas técnicas y herramientas se encuentra en mayor detalle en el Anexo IV.

4.1 VSM (VALUE STREAM MAPPING)

El VSM o “Mapa de la cadena de valor” es una técnica gráfica que nos permite entender y visualizar un proceso de producción, permitiéndonos conocer el flujo de información y de materiales desde el momento en que se reciben las materias primas hasta que el cliente recibe el producto. De este modo, con esta técnica se pueden identificar las operaciones que no aportan valor al proceso para poder reducirlas o eliminarlas.

Para llevar a cabo esta técnica se deben seguir una serie de pasos:

1. Identificar la familia de productos a dibujar.
2. Dibujar el estado actual del proceso identificando los inventarios entre operaciones, flujo de material e información.
3. Analizar las deficiencias actuales y ofrecer una visión sobre cómo debe ser el estado futuro.
4. Plasmar plan de acción e implementar las acciones.

La implantación de esta técnica en la empresa se desarrolla en el punto 5 del trabajo.

4.2 OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

El OEE o “Eficiencia Global de Equipos” es un indicador que refleja la eficacia de los equipos productivos, y se considera una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua.

Mediante esta herramienta se puede indicar la eficiencia real de cualquier proceso, quedando reflejado en un porcentaje. Se trata así de un factor clave que nos permite identificar y mitigar posibles ineficiencias en un proceso productivo.

Se puede calcular de la siguiente forma:

$$OEE = Disponibilidad \cdot Rendimiento \cdot Calidad$$

La implantación de esta técnica en la empresa se desarrolla en el punto 5 del trabajo.

4.3 5S's

Las 5S es un acrónimo que se refiere a las iniciales de cinco palabras en japonés que se corresponden con las cinco etapas del método, que son: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina).

La metodología de las 5S que engloba una serie de actividades que se realizan con el fin de crear unas condiciones de trabajo que permitan hacer las distintas tareas de forma ordenada, organizada y limpia.

Sus principios son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras, sin embargo, detrás de esta aparente simplicidad se esconde una herramienta muy eficaz.

Su implantación debe de seguir las siguientes etapas:

1. **Seiri (Clasificar):** se trata de clasificar los elementos dependiendo de su naturaleza, o lo que es lo mismo, separar lo necesario de lo innecesario.
2. **Seiton (Ordenar):** consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios de manera que se puedan encontrar con facilidad, dándoles una ubicación específica e identificada.
3. **Seiso (Limpiar):** consiste en eliminar la suciedad y las fuentes que la generan. Esta tarea debe pasar a ser un trabajo a realizar en el día a día del operario de producción.
4. **Seiketsu (Estandarizar):** consiste en mantener el estado de organización, orden y limpieza conseguido con las tres primeras etapas.
5. **Shitsuke (Disciplina):** se trata de la última etapa de implantación de la técnica 5S's, la cual tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada.

La implantación de esta técnica en la empresa se desarrolla en el punto 6 del trabajo.

4.4 CICLO PDCA

El Ciclo PDCA es la técnica más usada a la hora de implementar un sistema de mejora continua. El nombre proviene de las siglas de las palabras en inglés Plan-Do-Check-Act. El ciclo lo componen cuatro etapas cíclicas, de forma que una vez llegada a la última se vuelve a comenzar por la primera y se repite el ciclo:

1. **Planificar:** analizar los problemas, poner unos objetivos y buscar una posible solución.
2. **Hacer:** se realizan los cambios de mejora propuestos.
3. **Verificar:** se controla el correcto funcionamiento de la mejora durante un tiempo de prueba y se ajusta en caso de mal funcionamiento.
4. **Actuar:** finalizado el periodo de prueba, se realizan tomas de datos y se extraen conclusiones tras la mejora. En caso de que sean satisfactorias, se implantará de forma definitiva, en caso contrario, se realizarán cambios o se suprimirá.

La implantación de esta técnica en la empresa se desarrolla en el punto 7 del trabajo.

4.5 MES (Manufacturing Execution System)

El sistema MES permite controlar a tiempo real el estado de la producción, permitiendo obtener datos sobre la productividad de la planta y su eficiencia global.

Esta herramienta permite conocer en todo momento el estado de las órdenes de fabricación, su ciclo de vida, los cierres parciales, los consumos de materia prima, los controles de calidad realizados sobre el producto en fabricación, además de permitir un flujo de información entre las distintas jerarquías de personal de forma directa y de forma automatizada.

En el caso de GRES ARAGÓN el sistema MES está todavía en fase de implantación, y uno de los objetivos de este proyecto es realizar la implantación del Mantenimiento Productivo Total utilizando como herramienta este sistema y asentar definitivamente su funcionamiento en la empresa.

Esta herramienta se ha usado en la implantación del TPM descrita en el punto 8 del trabajo.

4.6 ERP (ENTERPRISE RESOURCE PLANNING)

El término ERP viene de Enterprise Resource Planning, cuyo significado en castellano es sistema de “Planificación de Recursos Empresariales”. Estos programas se hacen cargo de distintas operaciones internas de una empresa, desde producción a distribución o incluso recursos humanos.

En el caso de GRES ARAGÓN se dispone del ERP denominado SAP. Se trata de un sistema de información que permite gestionar las diferentes acciones de una empresa.

En este proyecto haremos uso del módulo SAP PM, dedicado al mantenimiento en planta. Este sistema permite planificar, procesar y terminar tareas de mantenimiento de una planta, facilitando así la toma de decisiones.

Al igual que el sistema MES, el módulo SAP PM va a ser una herramienta que nos va a ayudar a implantar el Mantenimiento Productivo Total, utilizada en el punto 8 del trabajo.

4.7 TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)

El TPM o Mantenimiento Productivo Total es un programa de mantenimiento de plantas y equipos para la empresa. El objetivo del programa TPM es la obtención del máximo rendimiento y eficiencia global de un sistema productivo a través de la correcta gestión de los equipos.

Esta técnica se basa en hacer partícipe al personal de producción en las labores de mantenimiento. Para ello hay que hacerles ver que su función no es sólo controlar la producción, sino que también lo es cuidar del estado de los equipos.

Las actividades básicas a tener en cuenta en el desarrollo de un programa efectivo del TPM son las siguientes:

- **Implantación de un programa de Mantenimiento Autónomo:** plan de mantenimiento predictivo a realizar por parte del operario de proceso, con el fin de evitar averías o deterioro.
- **Implantación de un programa de Mantenimiento Planificado:** establecer un programa de mantenimiento que incluye tanto mantenimientos predictivos y preventivos de cierta complejidad, como mantenimientos preventivos y correctivos observados por los operarios durante los mantenimientos autónomos.
- **Formación y capacitación del personal involucrado.**
- **Incrementar la efectividad de los equipos eliminando averías y fallos:** medidas de prevención de averías y fallos por rediseño o mejora, o estableciendo pautas preventivas para que no ocurran.
- **Implantación de un programa de Prevención de Mantenimiento:** las actividades de mantenimiento deben ser minimizadas desde el momento en el que se diseña y desarrolla la máquina.

La implantación de esta técnica se ha realizado en la empresa siguiendo estas directrices, y se encuentra descrita en el punto 8 del trabajo.

5. ESTUDIO PREVIO MEDIANTE OEE Y VSM

La primera tarea a realizar para encaminar a la empresa hacia esta metodología es conocer la situación inicial de partida. No es posible comenzar a trabajar si no se sabe por dónde empezar a trabajar y qué recursos son necesarios. La manera de hacer una autoevaluación fue realizar un VSM o “Mapa de la cadena de valor” y calcular el OEE o “Eficiencia Global de Equipos Productivos”. Esto nos permite sacar conclusiones sobre cómo mejorar la organización.

5.1 ELECCIÓN DEL PRODUCTO OBJETO DE ESTUDIO.

El primer paso es la elección del producto o familias de producto de más interés. En este caso, formato porcelánico tamaño 30x30 cm, ya que es uno de los diseños que más volumen de ventas ocupa.

5.2 CÁLCULO DEL OEE INICIAL.

Una vez seleccionado, se debe plasmar la situación actual de la organización para el desarrollo de dicho producto, siguiendo el flujo de materiales e información paso a paso.

Así mismo, se debe tomar nota de los datos numéricos obtenidos en cada parte del proceso, con la finalidad de conocer las eficiencias de los procesos, es decir, calcular el OEE de los distintos procesos de transformación del producto.

En el caso del formato de 30x30 cm se produce en la Línea 9. Esta es la línea de producción más moderna de la planta de Alcañiz, y es la que más demanda de trabajo tiene. Esto se debe a que en ella se producen los formatos de pequeñas dimensiones, que son los más demandados por los clientes actualmente. Así pues, el flujo de materiales y datos tomados a continuación se corresponden a los procesos de la línea productiva 9.

A continuación en la *Imagen 19* y *Tabla 1* se ha representado la hoja de procesos con la finalidad de buscar operaciones que no aporten valor añadido.

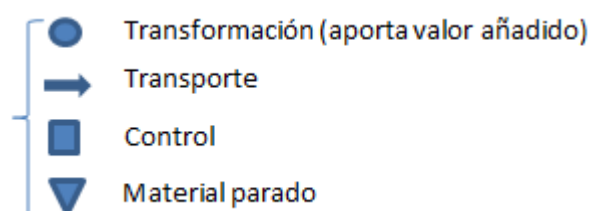


Imagen 19: Índice de símbolos de Hoja de proceso.

Nº	DESCRIPCIÓN	●	→	□	▼
1	Carga de camión para cliente	X	X		
2	Almacenaje de producto terminado		X		X
3	Flejado del palet con film	X			
4	Selección, embalaje y paletizado	X		X	
5	Corte y Rectificado	X		X	
6	Horneado	X			
7	Secado y Prehorneado	X			
8	Corte y Esmaltado	X			
9	Secado	X			
10	Prensado	X			
11	Dosificación	X		X	
12	Molienda y Tamizado	X		X	
13	Almacenaje de materias primas				X
14	Recepción de materias primas			X	

Tabla 1: Hoja de proceso de la Línea 9.

La finalidad de esta representación es eliminar todas aquellas actividades que no aportan valor añadido al producto y no son estrictamente necesarias, pero en este caso, ya se trata de un proceso ajustado en el que no hay actividades innecesarias que no aportan valor añadido.

A continuación, realizo el cálculo de la eficiencia de los procesos (OEE), presentado en la *Tabla 2* y el *Gráfico 1*. Para ello hago uso de la siguiente tabla, cuyos datos han sido obtenidos por medio de MES a partir de la fabricación de series 30x30 cm durante varios días:

PROCESO	MOLIENDA, TAMIZADO Y DOSIFICACIÓN	PRENSADO	SECADO	CORTE Y ESMALTADO	SECADO Y HORNEADO	CORTE Y RECTIFICADO	SELECCIÓN, EMBALAJE Y PALETIZADO	FLEJADO CON FILM Y ALMACENAJE
Nº DE OPERARIOS	1	1	1	2	1	2	2	1
DISPONIBILIDAD (%)	100	73'3	85'1	80,2	80'5	83'2	70	85
RENDIMIENTO (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
CALIDAD (%)	100	99'9	99,9	99,4	99'8	95'3	99,9	95
OEE (%)	100	73'2	85	79'7	80'3	79'3	69'9	80'75

Tabla 2: Hoja de datos producción de un lote de bases 30x30 cm.

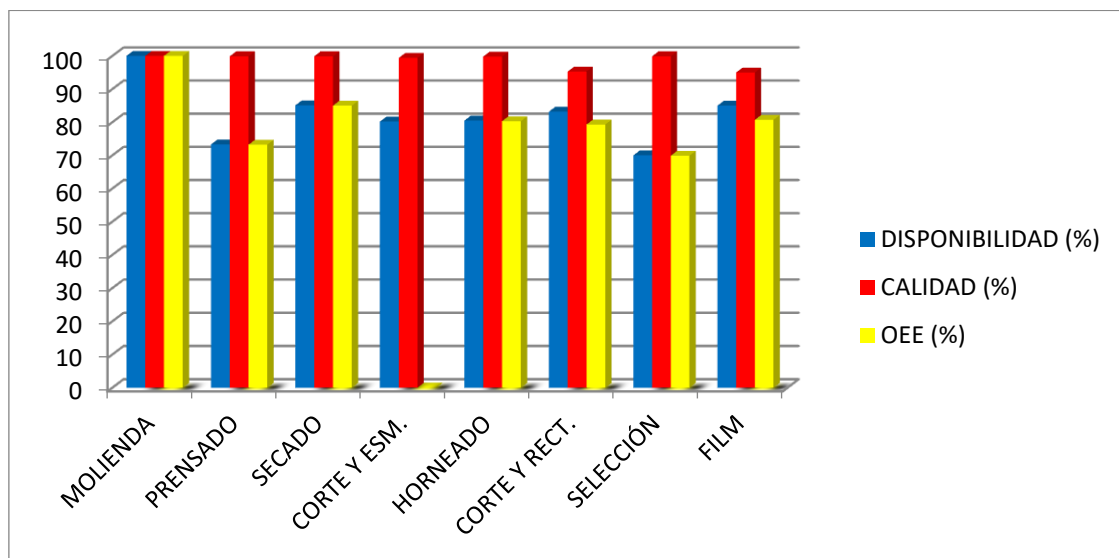


Gráfico 1: Representación gráfica del OEE de los procesos.

El rendimiento se ha considerado 100% debido a que en estos momentos no hay un número de piezas objetivo por turno, por lo que no se puede realizar esta comparativa de rendimiento.

Así mismo, podemos observar que la problemática del proceso de fabricación no se encuentra en la calidad del producto, ya que, en líneas generales, la calidad es muy buena en todos los procesos y el número de piezas defectuosas es muy bajo. Sino que la problemática se encuentra en la disponibilidad de los equipos.

En cuanto a la eficiencia general de los equipos podemos observar que la ubicación cuya eficiencia es la más baja es la de "Selección", debido principalmente a su baja disponibilidad causada por el gran número de averías e incidencias que en ésta se dan, por lo que se tratará de mejorarla mediante la aplicación de herramientas Lean.

Tras analizar la disponibilidad de los equipos, se ha concluido en que la mayoría de tiempo perdido se debe a averías o incidencias en los procesos, y que, a su vez, éstas son producto de la falta de mantenimiento de los equipos.

5.3 REPRESENTACIÓN DEL VSM INICIAL.

Índice de símbolos:

OPERARIO	INFO. E-MAIL	INFO. TELF.	PROVEEDOR/ COMPRADOR	INVENTARIO	TRANSPORTE	FLUJO DE INFORMACIÓN	DESPLAZAMIENTO	ICONO DE MEJORA
								

Tabla 3: Índice de símbolos del VSM.

VSM inicial del flujo de información de producción:

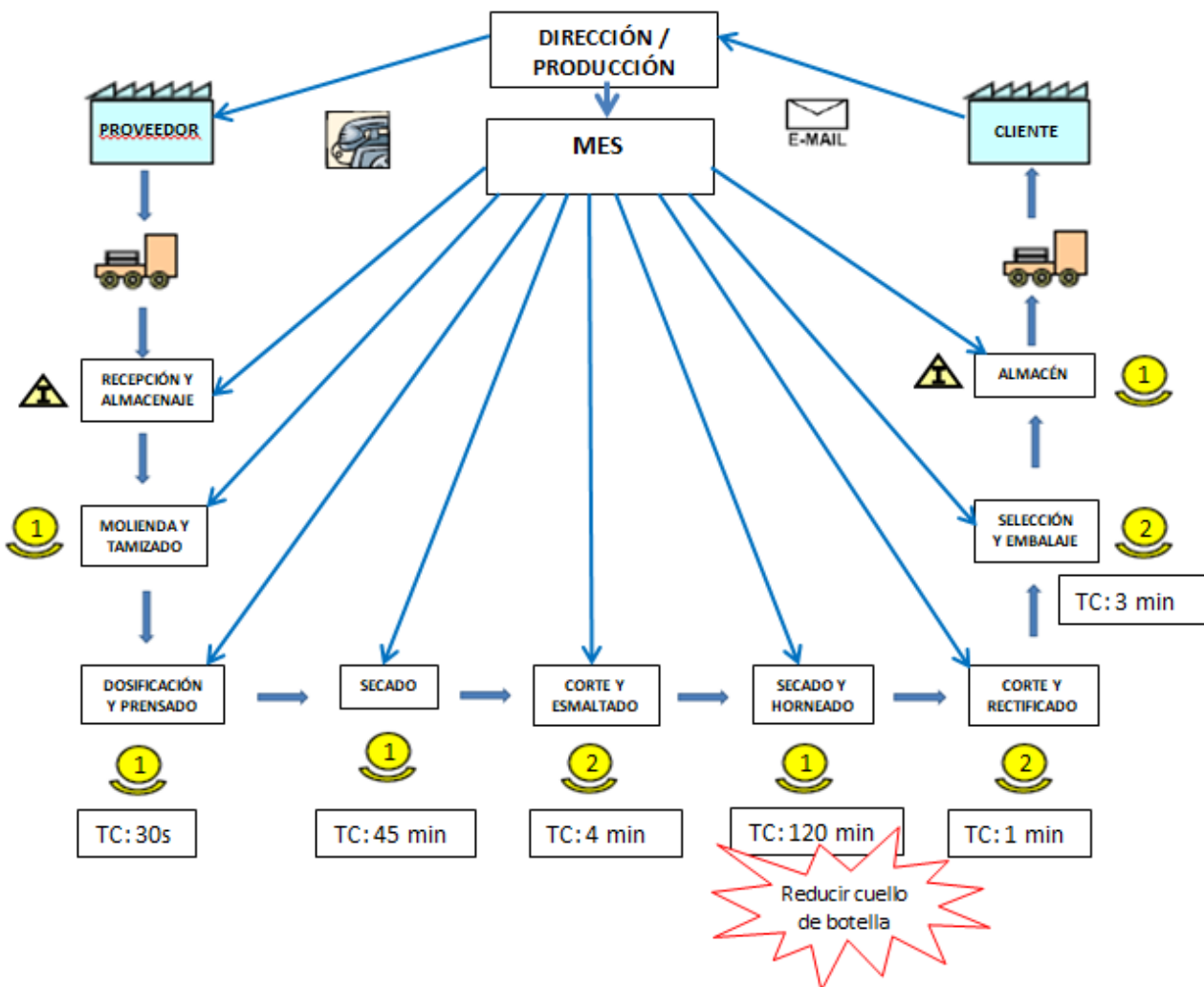


Imagen 20: VSM inicial de basado en la producción.

Teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo de secado prehorno y horneado no se puede reducir más con los equipos actuales para realizar la cocción del material correctamente, se tratará de mejorar la disponibilidad de los equipos.

De este modo, se intentará aumentar al máximo el tiempo productivo evitando averías o paradas innecesarias en este centro mediante la aplicación de las herramientas Lean.

VSM inicial del flujo de información del mantenimiento de los equipos:

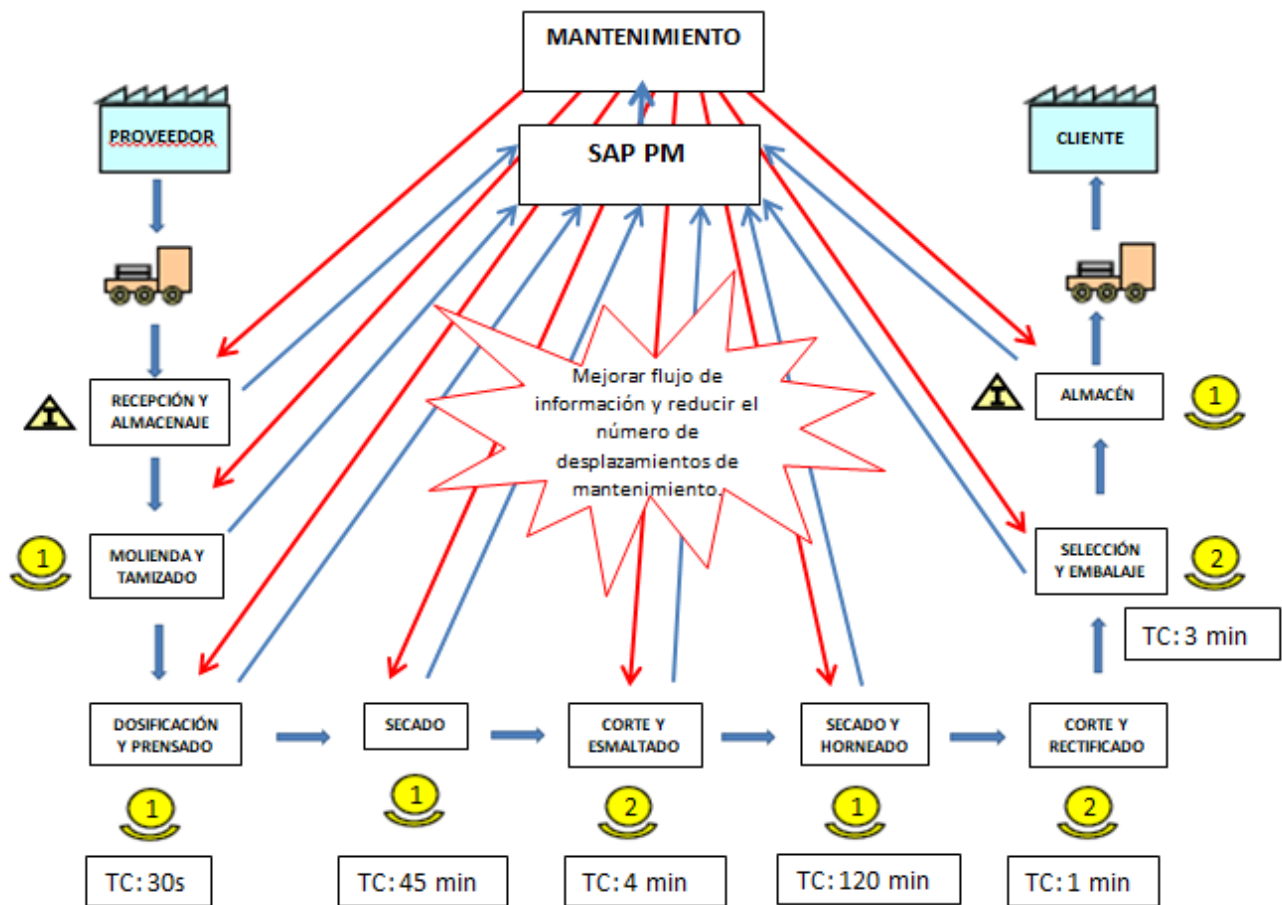


Imagen 21: VSM inicial basado en el mantenimiento de los equipos.

De los VSM iniciales, podemos identificar los potenciales puntos cuellos de botella susceptibles de ser mejorados aplicando la metodología Lean Manufacturing:

- Sistemas de flujo de información:
 - Producción se comunica con planta a través de MES y puede controlar la producción en vivo, aunque todavía está en proceso de implantación y los operarios no lo utilizan con fluidez.
 - Los operarios de planta crean órdenes de trabajo en SAP PM cuando observan anomalías en los equipos, y el departamento de mantenimiento se encarga de todos los mantenimientos de la planta, así como de las revisiones periódicas.

- Deficiencias en el proceso productivo:
 - Orden y limpieza en los puestos de trabajo.
 - Falta de mantenimiento en los equipos de producción.
 - Ausencia de reuniones diarias/semanales para poner en común los problemas.
 - Implicación del personal en la empresa.
 - Cuello de botella en el proceso de “Secado Prehorno y Horneado”.

Teniendo en cuenta las deficiencias detectadas en el mapa de cadena de valor se han implantado ciertas propuestas de mejora en los puntos críticos del ciclo productivo con el fin de que sirvan como ejemplo para posteriormente ser trasladadas al resto de la fábrica.

5.4 PROPUESTAS DE MEJORA A DESARROLLAR.

Una vez estudiados los puntos más críticos y problemas encontrados en el proceso productivo se ha decidido aplicar distintas mejoras en éste:

- Identificado el problema que supone la falta de organización y limpieza en la empresa, que genera diversas ineficiencias como falta de espacio, movimientos innecesarios, desorden y suciedad, averías o desinterés, se ha realizado la siguiente propuesta:

Aplicación de las 5S's en las instalaciones del departamento de mantenimiento, y en los puestos de Selección 9 y Horneado 9, con el fin de mejorar el orden y la limpieza en los puestos de trabajo y asentar las bases de la filosofía Lean.

- Para resolver el problema existente que supone la falta de flujo de información entre las distintas jerarquías de la empresa, especialmente en sentido ascendente desde las más bajas hasta las más altas, se ha realizado la siguiente propuesta:

Uso del ciclo PDCA para poner en común las deficiencias observadas diariamente y darles solución. Creando así una motivación permanente por la mejora continua y mejorando el flujo de información entre las distintas jerarquías de la empresa.

- Detectado el problema por el que aparecen excesivos fallos y averías en los equipos, especialmente en el de selección, cuya origen radica en la falta de mantenimiento sobre los equipos debido a la excesiva carga de trabajo del departamento de mantenimiento; se ha propuesto la implantación de la siguiente técnica:

Aplicación del TPM en los puestos de Selección 9 y Horneado 9 integrado en MES y SAP, con el fin de aumentar el mantenimiento de los equipos y, a su vez, liberar al departamento de mantenimiento de carga de trabajo; minimizando así el número de averías y fallos en los equipos.

6 IMPLANTACIÓN DE LAS 5S's

La primera técnica Lean que se ha implantado ha sido las 5S's, ya que ha sido considerada como base o punto de partida para la implantación de la metodología Lean. La finalidad de esta técnica se basa en crear entornos de trabajo que permitan realizar las tareas de forma ordenada, organizada y limpia.

Como la implantación de la técnica en toda la empresa precisa de mucho tiempo y recursos, se ha implantado en primer lugar en los procesos de "Selección" y "Secado Prehorno y Horneado" de la Línea 9, para que, en caso de una obtención de resultados favorables, sirvan de ejemplo y se trasladen al resto de la planta. Así mismo, también se ha implantado en las instalaciones correspondientes al "Departamento de Mantenimiento", ya que, principalmente, las zonas de taller y almacenaje de repuestos presentaban un desorden y suciedad considerables que dificultaban el desarrollo de las tareas.

Dicha implantación de esta nueva metodología para la empresa se ha realizado en su totalidad por mí, Javier Coma, y todos los documentos utilizados para su puesta en marcha y seguimiento han sido diseñados y redactados por mí, exceptuando la creación del documento correspondiente a la *Imagen 32*, diseñado por un técnico especializado en SAP.

En cuanto a las fases de implantación, se siguió el orden correspondiente de los puntos 6.1 al 6.5:

- Decisión de implantación del programa.
- Preparación de la documentación.
- Introducción a las 5S's.
- Puesta en marcha del programa.
- Estandarización y autodisciplina.

En la memoria se exponen los documentos utilizados en la implantación de las 5S's en las instalaciones de mantenimiento, siendo similares las de las ubicaciones piloto de producción, y presentados todos ellos en el Anexo V.

6.1 DECISIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA.

En primer lugar, en función del estudio previo realizado mediante el OEE y el VSM realizado en el capítulo 5, propuse a los directores de mantenimiento y producción la implantación de la herramienta de las 5S's en las áreas anteriormente anunciadas. Esta propuesta fue aceptada y respaldada desde el primer momento por dichos directivos, ya que se trataba de una mediada de gran necesidad.

6.2 PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.

Aceptada y respaldada la propuesta de aplicación, el siguiente paso llevado a cabo fue la preparar toda la documentación necesaria para la correcta aplicación de la metodología, pues ésta es la que asentará unas buenas bases para su puesta en marcha y continuidad en el tiempo.

Esta documentación ha sido diseñada en su totalidad por mí, y es la que se presenta a en las fases de implantación a continuación, comprendida desde la *Imagen 22* hasta la *Imagen 32*.

6.3 INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LAS 5S's.

Esta fase comienza dando a conocer y formando al personal de planta y de oficinas. Para ello, se impartieron charlas informativas a todo el personal. Estas charlas fueron impartidas por mí, con el respaldo y compañía del director de mantenimiento, para así hacer ver a todo el personal que todos formamos un equipo y todos estamos implicados, incluso la dirección de la empresa.

En ellas se les repartió también trípticos informativos que diseñados por mí, con la finalidad de ayudar a su comprensión. Así mismo, se instalaron dos tableros informativos específicos 5S para colocar en ellos toda la información y documentación preparada, uno de ellos para el área de mantenimiento y el otro para el área de producción.

En las imágenes 22 y 23 se incluye el tríptico aportado al personal implicado en el programa.

Imagen 22: Cara delantera del tríptico 5S's.

Imagen 23: Cara trasera del tríptico 5S's.

Se ha creado un plan de rutas en el que a cada trabajador se le asigna una zona de la que se hará responsable durante la aplicación de las 5S's. Para ello se ha localizado las áreas de 5S's en el plano de la planta y se ha colgado en los paneles 5S's.

En la *Imagen 24* aparece representada la localización de las distintas áreas 5S's en las que se ha dividido las instalaciones pertenecientes al departamento de mantenimiento.

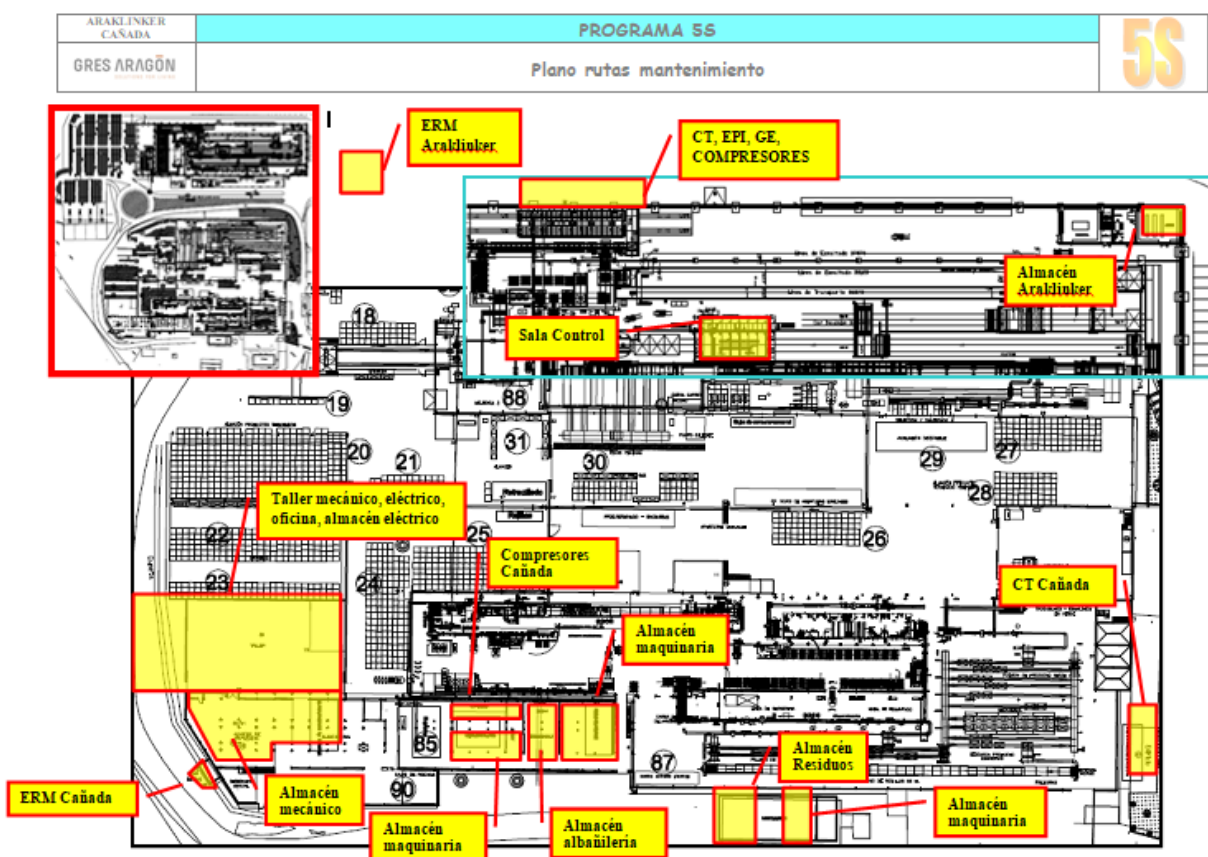



Imagen 24: Plano de zonas 5S's de instalaciones de mantenimiento.

El plan de rutas se ha diseñado de la siguiente forma. Los técnicos de mantenimiento se dividen en dos especialidades, mecánicos y eléctricos, por lo que se ha realizado la distribución de las zonas en función de la especialidad de éstos y el contenido de cada área. Mientras que al personal de oficina se les ha asignado las áreas que mayor relación tiene con sus respectivas tareas.

Así mismo, se ha tenido en cuenta el realizar un reparto equitativo de las tareas, pues unas zonas conllevan más trabajo que otras debido a su mayor área o peor estado inicial.

En la *Imagen 25* se muestra el reparto de las responsabilidades de las tres primeras fases de las 5S's y de los siguientes cuatro meses para el personal responsable de las zonas de mantenimiento. Este documentó se colgó en el tablón 5S's para que los trabajadores conocieran las zonas que les habían sido asignadas.

ARAKLINKER CANADA	PROGRAMA 5S	
GRES ARAGÓN	Responsabilidad rutas 5S	

RUTAS	1S+2S+3S	1 Mes	2 Mes	3 Mes	4 Mes
1. Nave de taller mecánico y eléctrico.					
1.1. Torno, fresadora, taladro, estantería torno	CARLOS	CARLOS	ALFONSO	J. ALBERTO	ALFONSO
1.2. Banco de trabajo, herramientas y armarios hta, estantería de reparación/repuestos, tornillería	JOAQUIN	JOAQUIN	CARLOS	ALFONSO	J. ALBERTO
1.3. Sierra de corte, mesa soldadora y armarios y estantería contiguos, plegadora, cizalla	ALFONSO	ALFONSO	JOAQUIN	CARLOS	ALFONSO
1.4 Prensa y mesa contigua, estantería de perfilaría y chapas	ALFONSO	ALFONSO	CARLOS	JOAQUIN	CARLOS
1.5. Almacén de útiles de media, prendas de seguridad, <u>chaveteadora</u> y estantería contigua	J. ALBERTO	J. ALBERTO	ALFONSO	ALFONSO	JOAQUIN
1.6. Taller eléctrico	FACI	FACI	OSCAR	JESUS	OSCAR
2. Nave exterior, caseta soldadura	ALFONSO	ALFONSO	J. ALBERTO	ALFONSO	J. ALBERTO
3. Oficina taller, compras repuestos.					
3.1. Mesa y estanterías departamento eléctrico	ROBERTO	ROBERTO	ROBERTO	ROBERTO	ROBERTO
3.2. Mesa y estanterías departamento mecánico	CARLOS	CARLOS	J. ALBERTO	CARLOS	J. ALBERTO
3.3. Mesa, estanterías de compras	PEPE	PEPE	PEPE	PEPE	PEPE
3.4. Mesa trabajo, mesa reuniones, documentación, catálogos	LUIS	LUIS	LUIS	LUIS	LUIS
3.5. Mesa trabajo y estantería trasera (Javier)	J. COMA	J. COMA	J. COMA	J. COMA	J. COMA
3.6. Mesa trabajo y estantería trasera (Fidel)	FIDEL	FIDEL	FIDEL	FIDEL	FIDEL
4. Almacén eléctrico	ROBERTO	ROBERTO	JESUS	ROBERTO	JESUS
5. Almacén mecánico y estantería de recepción de materiales	PEPE Y J. ALBERTO	J. ALBERTO	PEPE	J. ALBERTO	PEPE
6. Almacén Araklinker	PEPE	PEPE	ALFONSO	JOAQUIN	JESUS
7. Almacén EPI	LUIS	LUIS	LUIS	LUIS	LUIS
8. Almacén residuos	OLGA	OLGA	OLGA	OLGA	OLGA
9. Grupos electrógenos, ERMs	OSCAR	OSCAR	JESUS	FACI	OSCAR
10. Cuartos compresores, transformadores, Sala control	JESUS	JESUS	FACI	OSCAR	FACI
11. Almacén de albañilería	J. PRADES	J. PRADES	J. PRADES	J. PRADES	J. PRADES

Imagen 25: Reparto de las zonas 5S's en mantenimiento.

Las zonas asignadas se van a rotar mensualmente, con la finalidad de darle un mayor dinamismo e ímpetu a esta tarea, favoreciendo así la continuidad y mejora continua del programa.

Además, se ha colgado en los paneles de 5S's otro documento con una fotografía de cada uno de los trabajadores, desde operarios hasta directivos, con el fin de crear un mayor sentimiento de unidad y equipo que impulse la cooperación de todo el mundo.

A continuación, en la *Imagen 26* se muestra la plantilla de los integrantes utilizada para mantenimiento, aunque se han suprimido sus imágenes, ya han preferido que no aparecieran sus fotografías.

ARAKLINER CAÑADA	PROGRAMA 5S	 Fecha: 05-05-2021
GRES ARAGÓN	Rutas y equipo de mantenimiento	

RESPONSABLE						
						
Luis Segura	Pepe Sostres	Javier Coma	Olga Carela	Fidel Ferrando	Fernando Faci	Oscar Berge
						
Jose Alberto Lasmarias	Joaquín Miguel	Juan Carlos Antolín	Alfonso Zapater	Roberto Muñio	Jesús Campos	Javier Prades

Imagen 26: Plantilla utilizada para las fotos personales.

Por otro lado, se ha ubicado una zona de innecesarios, en la cual los trabajadores depositan los innecesarios de sus zonas. Dicha zona se halla en la denominada “Sala de compresores” de la nave Cañada, en la que se encuentra la línea productiva objeto de estudio.

La elección de dicha zona se realizó pensando en distintos factores. Por un lado, debía tratarse de una zona de muy poco uso, amplia y con buen acceso incluso para carretillas elevadoras, y por otro lado, debía de tratarse de un área en la que el depósito de materiales no entorpeciera el desarrollo de otras actividades, pues en ella se van a depositar innecesarios y van a permanecer allí un cierto tiempo.

Sabiendo esto, la zona más idónea eran las bodegas de dicha nave, y entre ellas, la más idónea y seleccionada fue la sala de compresores.

En la *Imagen 27* se puede observar la localización de dicha sala en el plano de la planta productiva, documento que se puso a disposición de todo el personal para conocer la ubicación de la zona de innecesarios.

ARAKLINER CAÑADA	PROGRAMA 5S	5S
GRES ARAGÓN	Zona de innecesarios (Compresores CAÑADA)	

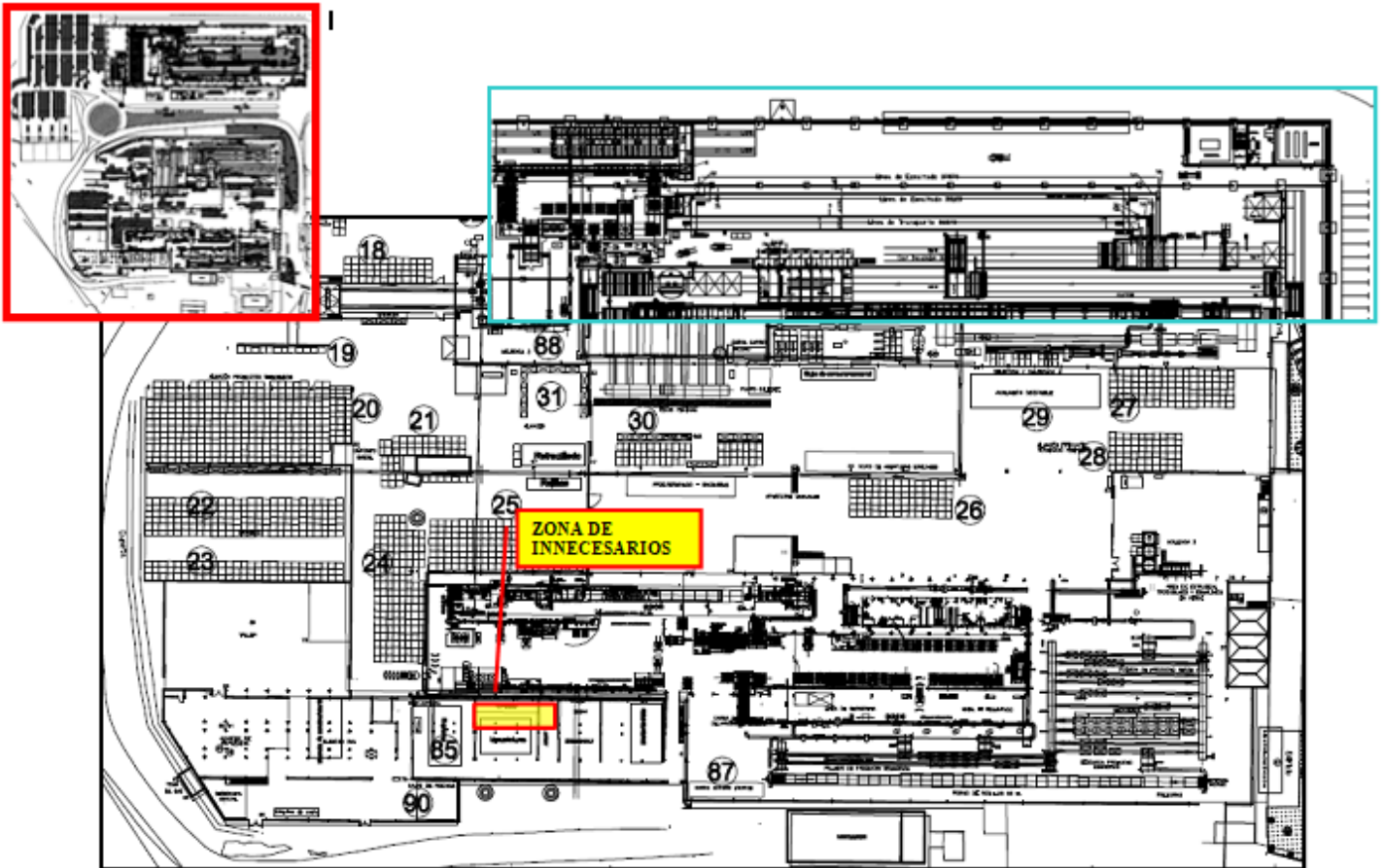


Imagen 27: Ubicación de la zona de innecesarios 5S's en el plano.

6.4 PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA.

Para la puesta en marcha del programa creé un calendario de planificación de cada una de las etapas del proceso. De este modo se le da una organización y dinamismo al comienzo del programa, y el personal tiene unas fechas orientativas en las que realizar las tareas de clasificación, orden y limpieza; evitando así que la puesta en marcha caiga en el olvido pasados los primeros días.

Dicho calendario queda representado en la *Imagen 28*.

ARAKLINKER CAÑADA	PROGRAMA 5S																														5S			
GRES ARAGÓN SOLUTIONS FOR LIVING	MANTENIMIENTO: CALENDARIO DEL PROGRAMA 5S																																	
MANTENIMIENTO	1S SEPARAR INNECESARIOS							2S ORDENAR NECESARIOS							3S LIMPIAR																			
	MAYO																														JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4
MES 1: JUNIO																																		
MES 2: JULIO																																		
MES 3: AGOSTO																																		
MES 4: SEPTIEMBRE																																		

Imagen 28: Calendario de planificación 5S's.

Designadas ya las fechas de comienzo del programa, se procedió a suministrar al personal implicado las plantillas para rellenar durante la aplicación de la primera ese.

En ellas se debe registrar cada elemento depositado en la zona de innecesarios plasmando de qué elemento se trata, la ubicación de la que proviene y por qué se ha depositado allí. Así, posteriormente, se decidirá qué hacer con cada uno de los innecesarios depositados:

- Reubicar correctamente en una zona que sea de utilidad.
- Pasados 6 meses, en caso de no haber reubicado un innecesario se procederá a su venta en el caso de que éste tenga mercado.
- En el caso de no poder vender un innecesario, se procederá a su achatarramiento y venta como chatarra.

En la *Imagen 29* se representa la plantilla distribuida para la aplicación de la primera ese.


		RUTA identificación			1S
		HOJA DE PERSONAL: SEPARAR INNECESARIOS			
ÁREA Ó SECCIÓN		Realizada por:	Fecha:	Tiempo:	
Nº	Elemento	Ubicación	Decisión	Observaciones	

Imagen 29: Plantillas de registro de innecesarios.

Durante la aplicación de la segunda y la tercera ese, en las que los trabajadores se han encargado de la organización y la eliminación de los focos de suciedad respectivamente, se les ha suministrado todo el material que han necesitado para llevar a cabo correctamente dichas tareas: etiquetas identificativas, estanterías, útiles para la organización, útiles y materiales de limpieza, etc.

6.5 ESTANDARIZACIÓN Y AUTODISCIPLINA.

Por último, para realizar una sustentación de las 5S's en el tiempo, he creado un plan de auditorías internas cruzadas en las que cada trabajador evalúa las tareas realizadas por uno de sus compañeros en la zona de la que es responsable, mientras que otro de sus compañeros será el que le evalúe a él.

En la *Imagen 30* se muestra dicho plan de auditorías comentado para el personal de mantenimiento.

ARAKLINKER CANADA	PROGRAMA 5S	
GRES ARAGÓN	AUDITORÍAS 5S	

RUTAS	1 Mes	2 Mes	3 Mes	4 Mes
1. Nave de taller mecánico y eléctrico.				
1.1. Torno, fresadora, taladro, estantería torno	JOAQUIN	CARLOS	ALFONSO	J. ALBERTO
1.2. Banco de trabajo, herramientas y armarios hta, estantería de reparación/repuestos, tornillería	CARLOS	ALFONSO	J. ALBERTO	ALFONSO
1.3. Sierra de corte, mesa soldadora y armarios y estantería contiguos, plegadora, cizalla	J. ALBERTO	ALFONSO	ALFONSO	JOAQUIN
1.4 Prensa y mesa contigua, estantería de perfilaría y chapas	CARLOS	JOAQUIN	CARLOS	ALFONSO
1.5. Almacén de útiles de media, prendas de seguridad, chaveteadora y estantería contigua	ALFONSO	JOAQUIN	CARLOS	ALFONSO
1.6. Taller eléctrico	OSCAR	FACI	OSCAR	JESUS
2. Nave exterior, caseta soldadura	J. ALBERTO	CARLOS	JOAQUIN	CARLOS
3. Oficina taller, compras repuestos.				
3.1. Mesa y estanterías departamento eléctrico	FACI	OSCAR	JESUS	FACI
3.2. Mesa y estanterías departamento mecánico	J. ALBERTO	CARLOS	J. ALBERTO	CARLOS
3.3. Mesa, estanterías de compras	LUIS	LUIS	LUIS	LUIS
3.4. Mesa trabajo, mesa reuniones, documentación, catálogos	J. COMA	J. COMA	J. COMA	J. COMA
3.5. Mesa trabajo y estantería trasera (Javier)	LUIS	LUIS	LUIS	LUIS
3.6. Mesa trabajo y estantería trasera (Fidel)	J. COMA	J. COMA	J. COMA	J. COMA
4. Almacén eléctrico	JESUS	ROBERTO	JESUS	ROBERTO
5. Almacén mecánico y estantería de recepción de materiales	PEPE	J. ALBERTO	PEPE	J. ALBERTO
6. Almacén Araklinker	JESUS	PEPE	ALFONSO	CARLOS
7. Almacén EPI	PEPE	PEPE	PEPE	PEPE
8. Almacén residuos	J. COMA	J. COMA	J. COMA	J. COMA
9. Grupos electrógenos, ERMs	JESUS	OSCAR	OSCAR	FACI
10. Cuartos compresores, transformadores, Sala control	FACI	OSCAR	JESUS	ROBERTO
11. Almacén de albañilería	J. COMA	J. COMA	J. COMA	J. COMA

Imagen 30: Plan de reparto de auditorías para 4 meses en mantenimiento.

Dicha evaluación se realiza mediante unas plantillas que he preparado y repartido entre todo el personal implicado. En ellas se puntuará las tareas realizadas con una numeración del 1 al 5, siendo el 1 malo y el 5 muy bueno. De este modo se obtiene un valor numérico sobre la correcta realización de las tareas.

En la plantilla se incluye la valoración numérica de la auditoría anterior, con la finalidad de poder observar el avance de la técnica e ir mejorando, y en caso de obtener una peor puntuación, rectificar y hacer más hincapié en la correcta aplicación de la técnica.

En la *Imagen 31* se puede observar la plantilla de auditorías comentada.

ARAKLINKER CANADA	PROGRAMA 5S		5S
GRES ARAGÓN	Auditoría rutas 5S		

RUTAS	Innesarios					Orden					Limpieza					Total	Total anterior	Fecha	Auditor
1. Nave de taller mecánico y eléctrico.																			
1.1. Taladro, torno, fresadora, prensa	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1.2. Banco de trabajo, estantería de reparación/repuestos, tomillería	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1.3. Sierra de corte, estantería de perfilaría y chapas, mesa soldadora, plegadora, cizalla	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1.4. Estantería de recepción de materiales	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1.5. Estanterías de partes, almacén de útiles de media, prendas de seguridad, <u>chaveteadora</u>	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1.6. Taller eléctrico	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
2. Nave exterior, caseta soldadura	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
3. Oficina taller, compras repuestos.																			
3.1. Mesa y estanterías departamento eléctrico	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
3.2. Mesa y estanterías departamento mecánico	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
3.3. Mesa, estanterías de compras,	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
3.4. Mesa trabajo, mesa reuniones, documentación, catálogos	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
4. Almacén eléctrico	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
5. Almacén mecánico	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
6. Almacén Araklinker	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
7. Almacén EPI	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
8. Almacén residuos	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
9. Cogeneración, grupos electrógenos, ERM	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
10. Cuartos compresores, transformadores, Sala control	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
11. Almacén de albañilería	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
	Total																		

Valoraciones del estado de las rutas: 1 = Malo. 5 = Muy bueno.

Imagen 31: Plantilla de auditorías cruzadas 5S's.





La finalidad de esto no es poner buenas o malas notas a los compañeros, sino mantener el espíritu de las 5S's e implicar al personal con las tareas y con la empresa.

De este modo se pretende realizar una estandarización y filosofía de autodisciplina, para así conservar estos hábitos y fomentar la mejora continua. Este es el único modo de disponer de unos puestos de trabajo ordenados y limpios, que a su vez, generará un aumento de la productividad y satisfacción en el personal de la empresa.

6.6 CONCLUSIONES.

Las 5S's son una herramienta de gran inmediatez e impacto visual, ya que en sus primeras fases de implantación, los cambios son muy impactantes. Dicho esto, tras la aplicación de las tres primeras eses, se ha presentado en los tabloneros la comparativa con imágenes del antes y el después, presentada a continuación en la *Tabla 4*.

De este modo, se pretende que los trabajadores tomen conciencia de la mejora, sientan satisfechos y continúen con la correcta realización del programa.

ANTES	DESPUÉS
	
<p>Zona de fresa al inicio de las 5S's</p>	<p>Zona de fresa actualmente</p>
	
<p>Zona de chaveteadora al inicio de las 5S's</p>	<p>Zona de chaveteadora actualmente</p>

	
<p>Esterantería de perfilería al inicio de las 5S's</p>	<p>Esterantería de perfilería actualmente</p>
	
<p>Zona de torno al inicio de las 5S's</p>	<p>Zona de torno actualmente</p>

Tabla 4: Comparativa antes y después de la aplicación de las 5S's.

Una vez implantada con éxito en las ubicaciones piloto, se seguirá la filosofía del Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) cuya implantación se describe a continuación, y en el caso de conseguir resultados satisfactorios, se trasladará la implantación de las 5S's al resto de la empresa.

Además, y con la finalidad de tener un registro del tiempo de aplicación que esto conlleva, se habilitó una orden de trabajo 5S's en SAP en la que el personal de mantenimiento ha registrado todo el tiempo utilizado durante las tareas de las 5S's. Porque los técnicos de mantenimiento justifican en todo momento el tiempo utilizado en cada cuando rellenan las órdenes de trabajo. Esta orden fue habilitada por el técnico encargado de SAP en mantenimiento.

Dicha orden de trabajo aparece representada a continuación en la *Imagen 32*.

OT Mantenimiento Correctivo

GRES ARAGÓN
SOLUTIONS FOR LIVING

Pag.	Nº DE OT	FECHA
1	4149482	14.05.2021



UBICACION: GDA01-GEN-TLL Sección General: Taller	
EQUIPO:	
PERTENECE A: MANTALCN - ALCAÑIZ: MANTENIMIENTO MEC/ELE/INST	
ESTADO: LIB. NOTP IMPR KKMP MOVV NLIQ PREC	

Descripción del trabajo: Trabajos 5S 2021

PROBLEMA:	
CAUSA:	
SOLUCION:	

APLICA PERMISO ESPECIAL DE TRABAJO: SI NO

OPERACIONES DEL PLAN DE TRABAJO:

<u>Nº Oper.</u>	<u>Pto. Trabajo</u>	<u>P.E.</u>	<u>Horas</u>	<u>Bien</u>	<u>Mal</u>	<u>Rev.</u>
0010	MANTALCN					
Trabajos 5S 2021						

Imagen 32: Orden de trabajo 5S's.

Tras realizar un pequeño análisis sobre los tiempos registrados por los técnicos, se ha obtenido el dato de una media de tiempo invertido por el personal de mantenimiento de 8 horas para la aplicación de las tres primeras fases. Mientras que el personal de producción ha realizado este tipo de tareas durante sus turnos sin tener que interrumpir sus actividades de producción, debido al mejor estado inicial de estas áreas. Además, apenas se ha hecho uso de nuevos recursos con su consiguiente coste económico, pues se ha hecho uso de los múltiples recursos ya disponibles, y en la mayoría de los casos tan solo ha hecho falta reubicarlos u organizarlos.

Teniendo esto en cuenta, se puede concluir con que los beneficios obtenidos son satisfactorios, pues la aplicación de esta técnica en los puestos de producción ha disminuido el número de fallos en esos procesos, especialmente en el de selección. En el caso del departamento de mantenimiento los beneficios todavía son mayores, pues se ha obtenido una reducción notable de tiempo en la realización de las tareas gracias a la mejor organización y limpieza de los puestos de trabajo y almacenes.

La documentación mostrada corresponde a la implantación en las instalaciones y personal de mantenimiento. Así mismo, la correspondiente a las ubicaciones de “Secado Prehorno y Horneado” y “Selección, Embalaje y Paletizado” de la línea 9 es similar, exceptuando que no ha hecho falta localizar en el plano las instalaciones, ya que las áreas de implantación de las 5S's son los equipos y áreas comprendidos en los propios puestos de trabajo. Esta documentación ha sido presentada completamente en el Anexo IV.

7 IMPLANTACIÓN DEL CICLO PDCA

El Ciclo PDCA es una herramienta basada en la mejora continua, y la cual se lleva a cabo desde la aplicación y mejora de grandes medidas como la aplicación de las 5S's o el TPM, hasta el desarrollo de mejoras concretas.

Esta técnica se puede considerar la base de la mejora continua, y se ha hecho uso de él durante la implantación de las 5S's anteriormente descrita y durante la implantación del TPM descrito posteriormente. En ellos se ha planificado una estrategia de mejora, se ha implantado a pequeña escala en centros piloto, se ha comprobado sus resultados satisfactorios y se prevé su implantación a gran escala en un futuro próximo.

Así mismo, siguiendo la metodología del ciclo, se ha llevado a cabo programación de un plan de reuniones semanales con la finalidad de mejorar el flujo de información entre los operarios de planta y las jerarquías más altas de la empresa.

En cuanto a las fases de implantación, se siguió el orden correspondiente de los puntos 7.1 al 7.5:

- Decisión de implantación del programa.
- Preparación de la documentación.
- Introducción a las 5S's.
- Puesta en marcha del programa.
- Mejoras desarrolladas durante el programa.

La documentación utilizada durante su implantación y mejoras se encuentra reflejada totalmente en el Anexo VI.

7.1 DECISIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA.

En función de las conclusiones obtenidas durante el estudio previo con el VSM, propuse a los directores de producción y mantenimiento la implantación de un programa de reuniones basado en el Ciclo PDCA con la finalidad de mejorar el flujo de información entre las distintas jerarquías de la empresa.

Se trata de un programa de reuniones semanales realizadas los viernes, en las que los encargados de turno trasladan los problemas o propuestas de mejora de los operarios al director de mantenimiento.

Dicha propuesta tuvo una gran acogida por estos directivos y fue aceptada desde el principio, pues inicialmente el flujo de información entre los trabajadores de producción y el departamento de mantenimiento, encargado de la puesta en marcha de mejoras, era limitado. De este modo, se regulariza y facilita este flujo de información.

7.2 PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.

Aceptada y respaldada la propuesta, el siguiente paso llevado a cabo fue la preparar toda la documentación necesaria para la correcta aplicación del programa.

Esta documentación ha sido diseñada en su totalidad por mí, y es la que se presenta a en las fases de implantación a continuación correspondiente a las imágenes 33 y 34.

7.3 INTRODUCCIÓN AL CICLO PDCA.

En primer lugar, expliqué al personal de planta y a los encargados cuál era el funcionamiento de este plan de reuniones. Para ayudarme a realizar dicha explicación y con la finalidad de que el funcionamiento fuera entendido y recordado, creé un recordatorio de las fases del Ciclo PDCA que se repartió entre el personal y se colocó en todos los tableros de los puestos de trabajo.

La *Imagen 33* se corresponde con el recordatorio del Ciclo PDCA.

ARAKLINKER CANADA	IMPLANTACIÓN DEL CICLO PDCA DE MEJORA CONTINUA	
GRES ARAGÓN	FASES DEL CICLO PDCA	PDCA

RECORDATORIO DE FASES DEL CICLO PDCA
<p>FASE 1: Analizar posibles mejoras, con el fin de solucionar problemas y deficiencias detectadas, bien gracias a las propuestas realizadas por los trabajadores tanto en la forma de realización de las tareas como de mejoras de diseño, así como posibles mejoras en infraestructuras o maquinaria que reduzcan los costes de producción.</p>
<p>FASE 2: Estudiar y analizar las posibles mejoras e impactos, de modo que se elija la más adecuada para su implantación en una prueba piloto.</p>
<p>FASE 3: Una vez realizada la prueba piloto, se verifica que las mejoras realizadas tengan un correcto funcionamiento y nos muestren resultados beneficiosos. En caso de que el funcionamiento no sea correcto o no se muestren resultados beneficiosos en la prueba piloto, se realizarán posibles cambios o modificaciones que nos permitan alcanzar y cubrir las necesidades.</p>
<p>FASE 4: Tras un periodo de prueba, si se consiguen resultados satisfactorios, se realizará la implantación a gran escala en el proceso productivo. Así mismo, es importante mantener el espíritu de mejora continua que nos lleve a una mayor eficiencia.</p>
<p>REGLA: Se trabajará a diario con el fin de evitar averías o fallos potenciales en el ciclo productivo, conociendo los ciclos de vida de la maquinaria y de sus piezas integrantes, por medio de mejoras y correctos mantenimientos.</p>

Imagen 33: Recordatorio de fases del Ciclo PDCA.

7.4 PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA.

Una vez realizada esta introducción al programa de todo el personal, se comenzó la puesta en marcha del sistema. Para ello se suministró un formato de plantillas en los distintos puestos de trabajo.

En ellas, los operarios describen los problemas o posibles mejoras detectadas en el día a día. Hecho esto, los viernes, los encargados de las distintas secciones las recogen y trasladan estas inquietudes al director de mantenimiento y a mí en las reuniones programadas.

La *Imagen 34* se corresponde con la plantilla a rellenar por los operarios.

GRES ARAGÓN <small>SOLUTIONS FOR LIVING</small>		IMPLANTACIÓN DEL CICLO PDCA DE MEJORA CONTINUA			PDCA
		HOJA DE REUNIONES			
ÁREA Ó SECCIÓN		Realizada por:		Fecha:	Tiempo:
Nº	Elemento	Ubicación	Incidencia o deficiencia	Propuesta de mejora	

Imagen 34: Plantillas para reuniones de mejora continua.

7.5 MEJORAS DESARROLLADAS DURANTE EL PROGRAMA.

Siguiendo esta metodología se está llevando a cabo una mejora continua constante, gracias, tanto a la filosofía de mejora y eficiencia implantada en la empresa, como a la mejora en la comunicación creada entre operarios, técnicos y responsables gracias al sistema de reuniones. Siempre existe un flujo de información y de sugerencias entre las distintas jerarquías que da lugar a posibles mejoras o verificaciones.

Una vez detectadas y analizadas las posibles mejoras, se realiza la implantación de la mejora a pequeña escala en una prueba piloto. Transcurrido un tiempo de prueba, si se consiguen resultados satisfactorios, se implanta a gran escala.

Gracias a esta técnica basada en planear, hacer, verificar y actuar; se ha solventado distintas ineficiencias en la empresa:

7.5.1 SUMUNISTRO DE CARROS DE HERRAMIENTAS A LOS OPERARIOS DE PRODUCCIÓN.

En la primera las reuniones el encargado de los puestos de Selección y Horno 9 nos trasladó el excesivo movimiento de los operarios de planta debido a la falta de útiles y herramientas en los puestos de trabajo.

Conociendo esto, se les proporcionó en los puestos de una serie de fichas diseñadas por mí para que se nos informara de los útiles que necesitaban en cada puesto de trabajo. Dicha ficha queda reflejada en la *Imagen 35*.



APUNTAR EN LA SIGUIENTE TABLA TODAS LAS HERRAMIENTAS QUE SE NECESITAN Y DE LAS QUE NO SE DISPONE EN EL PUESTO DE TRABAJO.

OPERARIO:	PUESTO DE TRABAJO:	HERRAMIENTA SOLICITADA:

Imagen 35: Fichas de herramienta repartidas en los puestos de trabajo.

Inicialmente, se tenía un cajón de herramientas en cada puesto de trabajo, por lo que era difícil identificar las herramientas a la hora de utilizarlas y se perdían con facilidad.

Con la finalidad de acabar con estos problemas, se propuso dos soluciones: adquirir paneles de herramientas o adquirir carros de herramientas. Tras analizar la situación de la empresa y el modo de trabajo que en ella se desarrolla, se optó por la opción de los carros de herramientas. Esta elección se realizó debido a los siguientes factores:

- Una mejor organización de la herramienta. Los carros cuentan con grandes cajones, que además están separados en compartimentos donde cada herramienta posee su sitio. De este modo, éstas son fácilmente identificables a la hora de hacer uso de ellas.

- Esta buena organización permite identificar al instante la ausencia de alguna de las herramientas.
- Existencia de cajones extra que pueden servir para guardar otros útiles.
- El uso de carros también nos permite cerrarlos cuando éstos no tengan que usarse, evitando así la desaparición de herramienta.
- Posibilidad de trabajar sobre ellos.

Decidido esto, se ha suministrado tres carros de herramienta en los puestos de “Selección 9”, “Selección 6” y “Horneado 9”, que actuarán como centros piloto. Eliminando así estas pérdidas de tiempo por búsqueda de útiles, y proporcionando así también toda la herramienta necesaria para la realización de los mantenimientos autónomos en la implantación del TPM. Así mismo, la herramienta antigua, se ha almacenado para usarla como repuestos.

En el caso de que el funcionamiento en los centros piloto sea satisfactorio, se suministrará carros de herramientas al resto de puestos de trabajo.

7.5.2 IMPLANTACIÓN DE AUTOCONTROLES DE HERRAMIENTA.

En la segunda de las reuniones y debido a la adquisición de los nuevos carros de herramienta, los encargados nos trasladaron su preocupación sobre la responsabilidad en caso de la desaparición de herramienta.

La solución ideada fue la de generar autocontroles a través del sistema MES con los que los operarios realicen un chequeo de la herramienta al comienzo de cada turno. Así, en caso de que en uno de los autocontroles se advierta la ausencia de herramienta, se le pedirán explicaciones al operario del turno anterior, ya que será éste el que habrá acabado su turno con la herramienta incompleta.

Tras aceptar esta posible solución, se procedió a generar los autocontroles en este software. Para este trabajo, el sistema posee la opción denominada “Constructor de tareas”. En ella, se pueden generar tareas destinadas a controles o mantenimientos autónomos.

Para generar cada una de las tareas, el primer paso es darle una denominación dentro del sistema. A continuación, se deben incluir los parámetros que contiene esta tarea, que en este caso serán:

- Selector de turno: registra automáticamente el turno en el que se realiza una tarea.
- Selector de personal: registra automáticamente el operario que realiza una tarea.
- Título de la tarea.
- Controles o tareas a realizar: los trabajadores podrán responder por medio de un desplegable en el que deberán seleccionar una de las opciones.
- Comentarios: respuesta de texto, en la que los operarios pueden escribir un mensaje que quedará registrado.

El siguiente paso es seleccionar el equipo al que se quiere mandar la tarea, en este caso, el monitor de Horno 9 o el de Selección 9

Por último, se configura la frecuencia con la que se desea el lanzamiento del mensaje. Para ello se debe seleccionar el estado del equipo para que el contador funcione, en este caso, cuando existe orden de trabajo activa en el puesto de trabajo, pues quiero que las tareas se manden cuando se está trabajando en los puestos. Por otro lado, se debe aplicar un tiempo de búsqueda, es decir, el tiempo de actualización o búsqueda de orden en caso de que no exista orden activa. Finalmente, se configura la frecuencia con la que se quiere mandar la tarea, y el tiempo que se desea que ésta esté abierta para su realización.

A continuación, en la *Imagen 36* se muestra cuál es la vista que tienen los operarios de estos autocontroles y cómo los deben rellenar. Tan solo se muestra uno de ellos, ya que el procedimiento es el mismo para todos ellos.

The screenshot shows a web application interface for 'GRES ARAGÓN'. The main title is 'PREVISUALIZACIÓN DE PARTE'. The interface is divided into several sections:

- Turno:** A text field containing 'Turno Tarde'.
- Selector Personal:** A text field containing 'LA CONSULTA NO PRODUJO RESULTADOS'.
- AUTOCONTROL HERRAMIENTA HRN09:** A section header for the tool control.
- Revisar que esté toda la herramienta:** A dropdown menu with a close button (X).
- En caso de que falte algo, anotar aquí:** A text input field for notes.

The interface also features a sidebar on the left with 'Consultas Abiertas' and a top navigation bar with 'GRES ARAGÓN' and various icons. The bottom status bar shows 'Técnicos Proceso', 'ALCAÑIZ | 0911.Constructor de Tareas', and the time '19:59'.

Imagen 36: Autocontrol de herramienta del Horno 9.

Éstos están configurados para que las pestañas de “Turno” y “Selector Personal” se rellenen automáticamente. Es decir, en ellas queda reflejado el turno en el que se ha rellenado y la persona que está trabajando en ese turno.

Por otro lado, la pestaña de “Revisar que está toda la herramienta” es un desplegable que permite seleccionar las opciones “Hecho” o “No hecho”.

Por último, en la última de las secciones los operarios pueden dejarnos un comentario en caso de que falte herramienta u otras incidencias.

Esta mejora todavía se encuentra en estado de prueba al igual que los carros de herramientas, y en caso de buen funcionamiento se aplicará al resto de puestos.

7.5.3 IMPLANTACIÓN DE AUTOCONTROLES DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Los encargados nos trasladaron a durante la tercera reunión el mal funcionamiento de algunos de los sistemas de parada de emergencia (setas de emergencia, interruptores, tirones de emergencia, sistemas de apertura de puertas, barreras de paso y sensores de paso).

Así pues, al igual que con la herramienta se ideó un sistema de autocontroles. Para ello se ha llevado a cabo el etiquetado de los sistemas de seguridad y la puesta en marcha de autocontroles semanales a través de MES. En ellos los operarios comprueban el correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad, y en caso de mal funcionamiento, se informa al departamento de mantenimiento para su puesta a punto o reparación.

A continuación, aparece en la *Imagen 37* el autocontrol programado para la revisión de las seguridades en el Horno 9. Tan solo se muestra éste, ya que el procedimiento es similar para todos ellos.



Imagen 37: Autocontrol de seguridades del Horno 9.

El funcionamiento de estos autocontroles es exactamente similar al de las herramientas. Rellenan las pestañas de revisiones como “Hecho” o “No hecho”, y en caso de encontrar incidencias se nos comunica a través de la última pestaña que permite introducir texto.

Dichos autocontroles todavía se encuentran en estado de prueba en la Selección 9 y Horneado 9 al igual que los de herramienta, y en caso de obtener resultados satisfactorios, se trasladarán al resto de los puestos.

7.5.4 INSTALACIÓN DE PANELES TRANSLÚCIDOS NUEVOS EN LA CUBIERTA.

Tras detectar que la luminaria de la fábrica tenía que estar encendida las 24h del día para poder desempeñar las tareas adecuadamente, le propuse al director de mantenimiento la sustitución de los antiguos y quemados paneles translúcidos de la cubierta por otros nuevos que permitieran el paso de la energía solar.

Dicha idea surgió tras realizar una visita a la planta productiva de Alcorisa, cuyas instalaciones son más nuevas y donde los paneles translúcidos se habían renovado recientemente.

Se realizó un estudio económico de viabilidad de sustitución de los paneles translúcidos del tejado, teniendo en cuenta además la posibilidad de recibir una ayuda económica estatal del 30% del valor de la instalación. Dicho análisis se puede observar en la *Tabla 5*.

AYUDA EFICIENCIA ENERGÉTICA TRANSLÚCIDOS 30%								
Nº LUMINARIAS	POT. (kW)	Nº TOTAL	POT. (kW)	HORAS DIARIAS ANTES	PRECIO MEDIO kWh (€)	GASTO ANTES (kWh/DÍA)	COSTE ENERGÉTICO ANTES (€/DÍA)	AHORRO DIARIO (kWh)
160	0,182	204	0,17833333	24	0,1072	698,88	74,92	349,44
44	0,165			HORAS DIARIAS DESPUÉS		GASTO DESPUÉS (kWh/DÍA)	COSTE ENERGÉTICO DESPUÉS (€/DÍA)	AHORRO DIARIO (€)
				12		349,44	37,46	37,46

INVERSIÓN (€)	TIEMPO AMORTIZACIÓN INV. (DÍAS)
45327,86	1210
AYUDA INV. (€)	TIEMPO AMORT. INV. CON AYUDA (DÍAS)
13598,36	847
INV. EMPRESA (€)	
31729,50	

Tabla 5: Análisis económico de la instalación de paneles translúcidos nuevos.

En este caso no nos ha hecho falta realizar una prueba piloto, ya que hace dos años se había realizado la instalación de paneles translúcidos nuevos en la planta de Alcorisa, obteniendo notables ahorros de electricidad. Así pues, esta instalación anterior nos ha servido como centro piloto.

Tras la mejora, tan solo se precisa de 12h de luz artificial al día, lo que ha supuesto un ahorro energético de en torno al 50% de electricidad en luminaria.

A continuación, se observa en la *Imagen 38* la diferencia que existe entre los paneles translúcidos antiguos y nuevos, en la que se observa la cantidad de energía lumínica que se estaba desaprovechando. Esta imagen fue tomada durante el montaje.



Imagen 38: Diferencia entre paneles traslúcidos nuevos y antiguos.

7.5.5 MIGRACIÓN DE CARRETILLAS ELEVADORAS DIÉSEL A ELÉCTRICAS CON BATERÍAS DE LITIO.

Durante la tercera reunión realizada, el encargado del almacén nos trasladó su queja por la gran cantidad de averías que estaban teniendo las ya anticuadas carretillas elevadoras diésel, pues éstas son muy antiguas.

Teniendo en cuenta los altos costes de mantenimiento y energéticos de los que precisaban, se planeó la sustitución de tres a las últimas cinco carretillas diésel por carretillas eléctricas con batería de litio.

La mayoría de las carretillas existentes ya eran propulsadas por electricidad, pero con baterías de ácido-plomo. Para realizar esta sustitución de carretillas diésel, se ha realizado en primer lugar el alquiler de una carretilla con batería de litio durante un mes como prueba piloto.

Tras observar ciertas ventajas que ésta nos ofrece respecto al resto, como la posibilidad de cargar las carretillas durante las paradas para el almuerzo sin necesidad de cambiar las baterías, como es el caso de las baterías de ácido-plomo, realicé un estudio de viabilidad económica con los datos obtenidos a través del proveedor de la empresa.

A continuación, en la *Tabla 6* se aporta el estudio comparativo realizado entre las distintas tecnologías (Diésel, Eléctrica Ácido-Plomo y Eléctrica Litio), en el que se puede observar que para un rango de trabajo de 20.000 horas la más económica es la eléctrica con baterías de plomo. Pero poco tiempo después, la carretilla eléctrica con batería de litio pasará a ser más económica.

GRES ARAGÓN. Comparativa Carretillas Elevadoras LINDE 2.000Kg

HIPOTESIS CÁLCULO	
Utilización Máquina	2.000 horas/año
Años Utilización	10 años
Total Horas Cálculo	20.000 horas/máq.

Modelo	LINDE E20PH	LINDE E20PH	LINDE H20/600D
Tipo Energía	Eléctrica - Plomo	Eléctrica - Litio	Gasóleo B
Nº Baterías	2 baterías	- baterías	- baterías
Inversión Total	44.355 €	52.640 €	36.350 €
<i>Precio Máquina</i>	35.755 €	52.640 €	36.350 €
<i>Cambio Baterías 5º Año</i>	8.600 €	-	-
Valor Residual Máquina	3.500 €	3.500 €	3.500 €
<i>60 meses. Hasta 15.000 h</i>	6.000 €	9.000 €	6.500 €
<i>120 meses. Hasta 20.000 h</i>	3.500 €	3.500 €	3.500 €
Manto. Full Service	1,40 €/hora	1,40 €/hora	1,80 €/hora
<i>Manto. Preventivo</i>	0,35 €/hora	0,35 €/hora	0,40 €/hora
<i>Manto. Correctivo</i>	1,05 €/hora	1,05 €/hora	1,40 €/hora
<i>Ruedas</i>	0,00 €/hora	0,00 €/hora	0,00 €/hora
Combustible	0,62 €/hora	0,41 €/hora	1,13 €/hora
<i>Rdto Global</i>	59%	88%	100%
<i>Ciclo VDI60</i>	5,60 kWh/hora	5,60 kWh/hora	2,50 litros/hora
<i>Precio Combustible 2021</i>	6,50 c€/kWh	6,50 c€/kWh	0,45 €/litro
Coste Operación 20000 horas	81.194 €	85.413 €	91.350 €
<i>Base 100</i>	100	105	113
<i>Amortización</i>	40.855 €	49.140 €	32.850 €
<i>Manto. Full Service</i>	28.000 €	28.000 €	36.000 €
<i>Combustible</i>	12.339 €	8.273 €	22.500 €

Tabla 6: Estudio comparativo entre carretillas de distintas tecnologías.

Realizado éste, nos decantamos por las carretillas con batería de litio, y con el visto bueno del grupo, se procedió a la compra de las 3 carretillas.

Cabe comentar que al igual que para la instalación de los paneles traslúcidos, se ha obtenido una ayuda económica del gobierno destinada a mejoras de eficiencia energética. Esta ayuda ha constituido el 30% de la diferencia de valor entre la tecnología nueva y la antigua. En la *Tabla 7*, se representa las cuantías recibidas e invertidas.

AYUDA EFICIENCIA ENRGÉTICA CARRETILLAS 30%		
Nº CARRETILLAS	PRECIO H20 (DIÉSEL) (€)	PRECIO E20PH (ELÉCTRICA LITIO) (€)
3	36350	52640
INV. CARRETILLAS (€)	AYUDA INVERSIÓN (€)	INVERSIÓN EMPRESA (€)
48870	14661	34209

Tabla 7: Cuantías económicas invertidas en la sustitución de carretillas.

7.6 CONCLUSIONES.

La implantación del Ciclo PDCA se trata de una técnica básica para la implantación de la metodología Lean Manufacturing, pues está íntimamente relacionada a la aplicación de otras técnicas de esta filosofía.

Gracias a esta metodología se realizan en primer lugar los planes de mejora a pequeña escala, evitando así cometer errores de diseño, planificación u organización que pueden tener consecuencias económicas o de mala implantación directamente a gran escala. Esto supone un gran avance en la visión de mejora estratégica de la empresa, pues anteriormente esto no se realizaba.

En este caso, la implantación de las técnicas de las 5S's y el TPM explicado a continuación, se ha realizado basándonos en los principios de este ciclo. Pues se ha ideado un plan estratégico con la finalidad de dar solución a determinados problemas, se ha aplicado a pequeña escala en centros piloto, y se está comprobando si los resultados son satisfactorios, para que en caso afirmativo se realice su implantación a gran escala, y en caso negativo, se realizarán modificaciones con el fin de mejorarlos.

Así mismo, a través del sistema de reuniones creado siguiendo esta misma metodología ha supuesto una importante mejora del flujo de información entre el personal de planta y la dirección de la empresa, y gracias a él se han realizado las mejoras anteriormente presentadas

Además, cabe comentar que las inversiones realizadas en estas mejoras durante este programa del Ciclo PDCA ascienden a una suma de 67.473'5€ y se prevé su amortización a largo plazo. Teniendo en cuenta el ahorro energético generado por los paneles translúcidos, el ahorro energético y de mantenimiento generado por las carretillas eléctricas, y que la pequeña inversión realizada en los carros de herramienta supondrá una reducción de tiempos muertos en la línea productiva.

	PANELES TRANSLÚCIDOS	CARRETIILLAS ELEVADORAS	CARROS DE HERRAMIENTA
INVERSIÓN DE LA EMPRESA (€)	31.729,5	34.209	1.535
TIEMPO DE AMORTIZACIÓN (AÑOS)	2,3	7	X

Tabla 8: Cuantías económicas invertidas y tiempo de amortización.

8 IMPLANTACIÓN DEL TPM INTEGRADO EN MES Y SAP PM

La implantación del Mantenimiento Productivo Total se ha realizado en los procesos de “Selección 9” y “Secado Prehorno y Horneado 9”, ya que como anteriormente se han identificado a través del OEE y el VSM, se trata de dos puntos críticos del proceso productivo y se pretende minimizar el número de averías y fallos en ellos.

El TPM se ha implantado de forma integrada a través de los dos canales de información de los que la empresa dispone, que son: MES y SAP PM.

Se ha utilizado el sistema MES con el fin de la implantación del mantenimiento autónomo, de modo que a los operarios de planta se les hace llegar las órdenes de mantenimientos periódicas a través del sistema, que las manda directamente a los monitores de los puestos de trabajo de planta. Así, los operarios están continuamente informados a través de sus equipos sobre los mantenimientos autónomos a realizar.

A través de SAP PM (módulo de mantenimiento de SAP) se ha implantado un sistema de mantenimientos preventivos o planificados, así como los mantenimientos correctivos procedentes de fallos o averías detectadas en los mantenimientos autónomos. El sistema de planificación manda las órdenes de trabajo automáticamente a los monitores mantenimiento con las frecuencias designadas.

La implantación de este nuevo sistema de mantenimiento ha requerido de la colaboración tanto del personal de producción como de mantenimiento, y se ha llevado a cabo un largo proceso de aceptación y adaptación del personal desde su inicio hasta el momento.

En cuanto a las fases de implantación, se siguió el orden correspondiente de los puntos 8.1 al 8.5:

- Decisión de implantación del programa.
- Preparación de la documentación.
- Introducción a las 5S's.
- Puesta en marcha del programa.
- Consolidación.

En la memoria se expone un documento a modo de ejemplo de cada una de las fases, ya que todos ellos se ha realizado siguiendo el mismo patrón y están presentados todos ellos en el Anexo VII.

8.1 DECISIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL PROGRAMA.

La dirección de GRES ARAGÓN hizo público el deseo de implantación del programa de Mantenimiento Productivo Total por medio de un boletín electrónico a toda la plantilla de la empresa, con la finalidad de reducir las pérdidas por averías en los equipos.

La dirección asignó un responsable de implantación, en este caso yo, Javier Coma, y se seleccionaron las ubicaciones piloto en las que se realizará en primer lugar esta implantación, siguiendo los principios del Ciclo PDCA. Siendo estas ubicaciones los equipos pertenecientes a los procesos de Horneado y Selección de la Línea 9 de producción, ya que yo mismo había evaluado la criticidad de estos dos procesos por medio del OEE y el VSM.

8.2 PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN.

El siguiente paso realizado, y considerado uno de los más importantes, fue implantar un sistema concreto de implantación del TPM.

- **Implantación de un programa de Mantenimiento Autónomo integrado en el sistema MES:** plan de mantenimiento predictivo a realizar por parte de los operarios de producción.
- **Implantación de un programa de Mantenimiento Planificado integrado en SAP PM:** plan de mantenimiento que incluye tanto mantenimientos preventivos a realizar por parte de los técnicos de mantenimiento. Así como mantenimientos correctivos procedentes de los mantenimientos autónomos.
- Formación y capacitación del personal involucrado.
- Incrementar la efectividad de los equipos eliminando averías y fallos.
- Implantación de un programa de Prevención de Mantenimiento.

Para preparar la documentación, llevé a cabo una recopilación de los mantenimientos necesarios para cada uno de los equipos de los puestos piloto. Para ello, extraje todos los mantenimientos propuestos por el fabricante y que se encuentran en los catálogos de las máquinas, y posteriormente realicé un cribado con ayuda del director de mantenimiento en el que descartamos los mantenimientos que se realizan durante las paradas de verano o navidades, o los que realiza el servicio técnico del proveedor de las máquinas.

Así mismo, recopilé todos aquellos mantenimientos no recogidos en los catálogos, pero aconsejados por los encargados, técnicos de mantenimiento y operarios, pues la experiencia y el trabajar todos los días con los equipos hace que ellos sean las personas que mejor conozcan los puntos más críticos de los equipos.

Una vez recopilados todas las tareas de mantenimiento a realizar, seleccioné las tareas a realizar por los operarios de producción (mantenimientos autónomos) y las tareas a realizar por los técnicos de mantenimiento (mantenimientos planificados).

A continuación se presenta en las *Tablas 9 y 10* a forma de ejemplo los mantenimientos autónomos y mantenimientos de los técnicos a realizar en el horno de rodillos, ya que esta misma operación se ha realizado de forma similar para todos los equipos y esta documentación se encuentra recogida en el Anexo V.

REGISTRO		
MANTENIMIENTO PREDICTIVO/PREVENTIVO		
	Linea 9	
	70 HRN Horno	HORNO RODILLOS
	Puntos a verificar:	TIEMPO:
INST. ELÉCTRICA	Controlar visualmente y limpiar tablero eléctrico	CADA 6 MESES
	Control visual de juntas (tablero y cajas, inst eléctrica)	CADA MES
	Control visual y limpiar descarga de condensación acondicionador	CADA MES
	Verificación de botones de emergencia e indicadores acústicos y luminosos	CADA MES
MOTORIZACIÓN	Control de funcionamiento de botones de emergencia e indicadores acústicos y luminosos	CADA MES
	Lubricar soportes portarrodillos	CADA 6 MESES
COMBUSTIÓN	Limpieza (con limpiacontactos) y engrase de los rodamientos de apoyo de los rodillos (lado no motorizado)	CADA 6 MESES
	Control visual de quemadores, control y detector de llama, bujía, tobera, etc.	CADA MES
	Limpiar quemadores	CADA AÑO
	Limpiar filtros de gas	CADA AÑO
	Sustituir filtros de gas	CADA 2 AÑOS
ESTRUCTURA	Sustituir termopares de doble filamento	CADA 5 AÑOS
	Control visual de zona de paso rodillos	CADA MES
	Limpiar fotocélulas superposición	CADA MES

Tabla 9: Mant. autónomos a realizar en horno de rodillos del Horno 9.

REGISTRO							
MANTENIMIENTO PREVENTIVO TÉCNICOS							
Línea 9							
HORNO 9							
Puntos a verificar:							Tiempo:
DESCARGA BOX (BRAZOS MOTORIZADOS): Verificación de pasadores motorizados							CADA 500h
DESCARGA BOX (BRAZOS MOTORIZADOS): Verificación Cadenas-Piñones							CADA 500h
DESCARGA BOX (BRAZOS MOTORIZADOS): Verificación de engranajes y rodamientos, y lubricación y limpieza							CADA 500h
DESCARGA BOX (CARRO): Verificar el alargamiento de las cadenas de elevación del carro y cambio si están alargadas							CADA 1.000h
CARGA PANCONES (CARRO): Verificar cadenas y piñones							CADA 1.000h
CARGA PANCONES (CARRO): Verificar engranajes y cojinetes							CADA 1.000h
CARGA PANCONES (CARRO): Verificar correas y poleas							CADA 1.000h
DESCARGA BOX (CARRO): Verificación de soportes, rodamientos y piñones, y lubricación y limpieza							CADA 1.500h
CARGA PANCONES (BRAZOS MOTORIZADOS): Verificar el alargamiento de las cadenas de elevación carretilla y cambio si están alargadas							CADA 2.000h
DESCARGA BOX (CARRO): Verificación del desgaste y ajuste del freno del motor							CADA 2.500h
CARGA PANCONES (BRAZOS MOTORIZADOS): Verificación de soportes, rodamientos y piñones, y lubricación y limpieza							CADA 3.000h
CARGA PANCONES (BRAZOS MOTORIZADOS): Verificación del desgaste y ajuste del freno del motor de la elevación carretilla							CADA 5.000h
HORNO (INST. ELÉCTRICA): Quitar la condensación u otros líquidos eventualmente presentes del tablero eléctrico							CADA 3 MESES
SECADERO TÚNEL (INST. ELÉCTRICA): Quitar la condensación u otros líquidos eventualmente presentes del tablero eléctrico							CADA 3 MESES
HORNO (INST. ELÉCTRICA): Control de ajuste de las abrazaderas (de tornillo) de fusibles, bornes y lámparas							PARADA
HORNO (INST. ELÉCTRICA): Control de integridad, funcionamiento y eficiencia de UPS							PARADA
HORNO (INST. ELÉCTRICA): Control de integridad, funcionamiento y eficiencia de dispos. Protecc. Difer. Interruptores							PARADA
SECADERO TÚNEL (INST. ELÉCTRICA): Control de ajuste de las abrazaderas (de tornillo) de tablero eléctrico							PARADA
SECADERO TÚNEL (INST. ELÉCTRICA): Limpiar filtro ventiladores de enfriamiento							PARADA
SECADERO TÚNEL (INST. ELÉCTRICA): Limpiar intercambiador de calor							PARADA
SECADERO TÚNEL (INST. ELÉCTRICA): Control de integridad, funcionamiento y eficiencia de dispos. Protecc. Difer. Interruptores							PARADA
HORNO (MOTORIZACIÓN): Controlar visualmente signos de deterioro y lubricar cadena de transmisión de los motorreductores							CADA 6 MESES
HORNO (INST. ELÉCTRICA): Control de ajuste de las abrazaderas (de tornillo) de tablero eléctrico							CADA AÑO
HORNO (VENTILACIÓN): Sustituir correas de los ventiladores							CADA AÑO
SECADERO TÚNEL (INST. ELÉCTRICA): Control de ajuste de las abrazaderas (de tornillo) de fusibles, bornes y lámparas							CADA AÑO
SECADERO TÚNEL (VENTILACIÓN): Sustituir correas de los ventiladores							CADA AÑO
HORNO (MOTORIZACIÓN): Sustituir cadena de transmisión de los motorreductores							CADA 5 AÑOS

Tabla 10: Mant. planificados para los técnicos en línea del Horno 9.

Seleccionadas las tareas a realizar por cada grupo de personal, se procedió a la configuración de éstas en MES y SAP. La tarea de configuración de los mantenimientos autónomos en MES fue realizada totalmente por mí. Mientras que la configuración de los mantenimientos planificados en SAP PM fue realizada con ayuda de un técnico especializado en este sistema.

En el caso del personal de planta, el sistema del que disponen es el MES. Conocido esto, recibí formación específica en este software y procedía a la configuración de los mantenimientos autónomos. Teniendo en cuenta el formato del sistema, tuve que configurar un aviso de automantenimiento para cada equipo y frecuencia.

Dicha configuración se realizó exactamente del mismo modo que los autocontroles implantados mediante el Ciclo PDCA, siguiendo los siguientes pasos en el constructor de tareas:

- Denominación.
- Parámetros.
- Equipo al que enviar.
- Frecuencia.

Hecho esto, los mantenimientos autónomos aparecen en los monitores de los puestos de planta con las frecuencias programadas. Es decir, cada equipo precisará de distintas tareas, pero unas aparecerán cada día, otras cada semana, otras cada mes, etc., dependiendo de la frecuencia programada.

A continuación, se muestra en la *Imagen 39* el mantenimiento autónomo a realizar en el horno con una periodicidad mensual. Tan solo se muestra este ya que la configuración de todos ellos se ha realizado siguiendo la misma metodología, y toda esta documentación se encuentra recogida en el Anexo V.

The screenshot displays a software interface for autonomous maintenance tasks. The main title is "PREVISUALIZACIÓN DE PARTE". Below the title, there is a "Turno" field set to "Turno Mañana" and a "Selector Personal" field with the message "LA CONSULTA NO PRODUJO RESULTADOS". The main content area is titled "AUTOMANTENIMIENTO HORNO" and contains several task cards, each with a dropdown menu and a close button (X):

- Control visual de contactores
- Control visual de juntas (tablero y cajas, inst eléctrica)
- Control visual y limpiar descarga de condensación acondicionador
- Verificación de botones de emergencia e indicadores acústicos y luminosos
- Control visual de quemadores, control y detector de llama, bujía, tobera, etc.
- Control visual de zona de paso rodillos
- Limpiar fotocélulas superposición

At the bottom, there is a "Comentarios adicionales" field. The status bar at the bottom shows "Técnicos Proceso", "ALCAÑIZ | 0911.Constructor de Tareas", and a clock showing "14:09".

Imagen 39: Mant. autónomo mensual del horno de rodillos del Horno 9.

Estos mantenimientos autónomos se rellenan igual que los autocontroles de seguridades o herramienta. Las casillas a responder con pestañas desplegadas poseen distintas respuestas dependiendo de la tarea a realizar, como pueden ser “Hecho/No hecho” o “Bien/Mal/Pendiente”, y en la última de las casillas se puede escribir cualquier incidencia detectada.

Estas respuestas quedan registradas y son revisadas diariamente por el responsable de mantenimiento, de forma que cuando se precisa de un técnico especializado, éste crea una orden de trabajo en SAP para que la incidencia sea resuelta.

Así mismo, en el caso de detectar una avería grave, el operario de producción se lo debe trasladar a su encargado directamente, para que éste cree una orden de trabajo en SAP. Este uso combinado de los sistemas debe a que los operarios de planta no tienen acceso a SAP, y los técnicos de mantenimiento no tienen acceso a MES.


Por otro lado, las tareas de mantenimiento planificado a realizar por el personal especializado de mantenimiento han sido programadas directamente en el sistema SAP. Estas tareas se han configurado para que con las frecuencias determinadas, el sistema mande una orden de trabajo y la realice el personal de mantenimiento.

Una vez el técnico ha realizado el mantenimiento correspondiente, rellena la orden de trabajo y la cierra, quedando así documentado en el software de gestión de la empresa.

A continuación, se muestra en la *Imagen 40* orden de trabajo de mantenimiento preventivo en el equipo EKOSORT, situado en Selección 9.

GRES ARAGÓN *SOLUTIONS FOR LEANS* **OT Mantenimiento Preventivo**

Pag.	Nº DE OT	FECHA
1		21.06.2021



UBICACION: GDA01-L09-SEL Línea 9: Sección Selección
EQUIPO:
PERTENECE A: MANTALCN - ALCAÑIZ: MANTENIMIENTO MEC/ELE/INST
ESTADO: LIB. NLIQ PREC

Descripción del trabajo: PREVENTIVO EKOSORT L-9

PROBLEMA:
CAUSA:
SOLUCION:

APLICA PERMISO ESPECIAL DE TRABAJO: SI NO

OPERACIONES DEL PLAN DE TRABAJO: PREVENTIVO EKOSORT

Nº Oper.	Pto. Trabajo	P.E.	Horas	Bien	Mal	Rev.
0010	MANTALCN GDA01-L09-SEL					

CADA 6 MESES

INSTALACIÓN ELÉCTRICA
-Inspección termográfica de los cuadros eléctricos
-Comprobar consumos
-Comprobar seguridades

TRACCIÓN
-Inspección de correas y sustitución si es necesario
-Inspección de rodamientos, lubricación y sustitución si es necesario
-Inspección de rodamientos lineales, lubricación y sustitución si es necesario
-Inspección reductores y cambio de aceite si es necesario

ASPIRACIÓN
-Cambio de filtros de los Eyectores
-Inspección de las ventosas y sustitución si es necesario

JEFE EQUIPO		OPERARIO	
Nombre	Firma	Nombre	Firma

Imagen 40: Orden de trabajo mant. preventivo en EKOSORT (Selección 9).

8.3 INTRODUCCIÓN AL TPM.

El siguiente paso llevado a cabo fue realizar una campaña informativa de reuniones. En ella el director de mantenimiento y yo explicamos los objetivos generales y funcionamiento del mismo a todo el personal implicado, así como la necesidad de implicación de todo el equipo.

Así mismo, se llevó a cabo un pequeño curso de formación en el que un técnico de mantenimiento explicó a los operarios cómo realizar los mantenimientos autónomos que poseen cierta complejidad.

8.4 PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA.

Una vez preparado todo el programa de implantación de TPM, se llevó a cabo su puesta en marcha, intentando dar una inyección de moral y disposición a todo el personal. Para ello, y con la finalidad de darle más fuerza, se informó a toda la plantilla a través de un boletín electrónico.

Hecho esto, se activaron todas las tareas programadas para que los software comenzaran a mandar las tareas a los monitores del personal.

Además, se ha establecido un programa de gestión temprana de equipos, de modo que los nuevos equipos, tanto diseñados internamente como comprados, se ajusten perfectamente a la actividad a realizar y minimicen su mantenimiento. Se está realizando continuamente modificaciones en los equipos con la finalidad de evitar futuros problemas.

8.5 CONSOLIDACIÓN.

Por último, y todavía en proceso, se está tratando de mantener y perfeccionar las mejoras obtenidas durante las etapas anteriores, creando así una filosofía de mejora continua.

8.6 CONCLUSIONES.

La implantación del TPM ha supuesto el más grande de los retos, pues implica la adición de tareas al personal de producción, a lo que gran parte fue reactivo en un principio. Aunque poco más tarde, comprendieron que los operarios cuando menos trabajan es cuando todo funciona correctamente, y si este programa se realiza correctamente, los equipos aumentarán su fiabilidad, evitando así trabajo extra para ellos y pérdidas a la empresa.

Así mismo, es el proyecto que más preparación ha conllevado, tanto por la complejidad de los equipos como del sistema utilizado, que nos ofrece un TPM altamente automatizado.

Actualmente todavía no se pueden extraer conclusiones o resultados definitivos de este sistema, pues todavía se encuentra en fase de implantación y el personal lleva muy poco tiempo las tareas que se les ha designado. Dicho esto, todavía no se pueden obtener resultados concluyentes, aunque se espera que el OEE de los equipos aumente en un futuro cercano, pues este aumento de mantenimiento supondrá una disminución de fallos y averías que aumentará la disponibilidad y calidad de los procesos.

9 CONCLUSIONES

La implantación de la metodología Lean Manufacturing en GRES ARAGÓN, está en este momento en pleno proceso de introducción, por lo que todavía no se pueden presentar unos beneficios finales. Dado que se trata de una nueva filosofía de trabajo basada en la mejora continua que precisa de tiempo para su buena implantación, necesitaremos más tiempo para poder hacer un balance de los beneficios obtenidos.

Dicho esto, ya se han podido observar ciertos avances significativos en los puestos piloto, especialmente debidos a la aplicación de las 5S's, ya que producen un efecto visual y organizativo muy inmediato.

Las instalaciones del departamento de mantenimiento han sufrido un cambio radical gracias a esta técnica, pues inicialmente la falta de orden y limpieza estaba a la orden del día. Mientras que en los puestos de Selección y Horneado de la Línea 9, el cambio ha sido menor, no por su mala implantación, sino porque el estado inicial era mucho mejor que en el caso anterior.

Así mismo, la implantación del ciclo PDCA también ha producido mejoras muy directas e inmediatas, pues se ha mejorado la comunicación entre las distintas jerarquías de la empresa, lo que ha propiciado la implantación de distintas mejoras en un corto periodo de tiempo.

En el caso de la implantación del Mantenimiento Productivo Total, todavía no se pueden destacar beneficios en un periodo de tiempo tan corto, pues la herramienta todavía se encuentra en fase de implantación. Los operarios y técnicos todavía llevan poco tiempo realizando las tareas de mantenimiento designadas, y todavía no han hecho de este sistema un hábito, pues esto conlleva un tiempo de adaptación. Pero se espera que este aumento de mantenimiento de los equipos provoque a corto plazo una disminución de los fallos y las averías en las ubicaciones piloto.

En cuanto a la mayor problemática encontrada a la hora de la implantación de esta nueva filosofía de trabajo en la empresa, no ha sido la dificultad técnica de las herramientas, sino que ha sido la de hacer partícipes e involucrar al personal de planta. Esta resistencia inicial se debe a que parte del personal tiene una gran antigüedad en la empresa, y en un principio eran reacios a cambiar sus métodos de trabajo, pues habían hecho de ellos un hábito. Aunque las nuevas generaciones de trabajadores, y principalmente la juventud y ganas de mejorar de los directivos, han sido de gran ayuda a la hora de la adaptación a estos nuevos hábitos.

Podríamos decir que, a nivel de implementar cambios, la cultura española no permite hacerlo de la sencilla manera que se podría esperar, ya que por lo general, nos encontraremos con una resistencia al cambio bastante alta.

Dicho esto, cabe destacar que la implantación de esta metodología que nos conduce hacia la competitividad va por buen camino, y aunque su puesta en marcha ha sido difícil, finalmente todo el personal se ha involucrado, y a partir de ahora, habrá que hacer de esto un hábito.

El éxito de este método dependerá especialmente de la implicación del capital humano, por lo que se deberá fomentar continuamente la comunicación y motivación del personal para que esto siga adelante.

Se trataba de un proyecto de gran importancia y necesidad en GRES ARAGÓN, y una vez producida esta primera toma de contacto por parte del personal de la empresa, y teniendo en cuenta las mejoras obtenidas y previstas, este proyecto se mantiene vivo en la empresa con el objetivo de realizar una implantación total en el resto de la fábrica en un futuro cercano.

Como tareas futuras a realizar transcurrido un tiempo, se deberá obtener el nuevo OEE y dibujar el nuevo VSM real, con la finalidad de obtener unos resultados certeros que nos aseguren una buena implantación antes de realizar la implantación global en la empresa.

Para finalizar, a nivel personal ha sido un proyecto complejo, pero a su vez, satisfactorio. Gracias a él he podido desarrollar y ampliar mis capacidades como ingeniero. He realizado tareas de ingeniero industrial como pueden ser, tareas de organización, búsqueda de la optimización y mejora de la eficiencia de procesos, trato con proveedores y gestión de compras o gestión de procesos y tareas. Además, he ampliado mis conocimientos en mecánica, neumática y electrónica.

Por último, he aprendido la importancia que tienen para un ingeniero el autoaprendizaje y la mejora continua, que siempre debe intentar ampliar y actualizar sus conocimientos si su meta es la de ser un buen profesional.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Irene Andreu (2019). Lean Manufacturing: ¿Qué es y cuáles son sus principios?. Disponible en: <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/> [Consultado 09-04-2021].
- Mireia More (2015). ¿Qué es el Lean Manufacturing o producción ajustada?. Disponible en: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-lean-manufacturing-negocios-internacionales/> [Consultado 09-04-2021].
- Lean Manufacturing 10 (2021). Lean Manufacturing: Que es y cómo implementarlo en tu empresa. Disponible en: <https://leanmanufacturing10.com/> [Consultado 12-04-2021].
- Lean Solutions (2021). Lean Management – Lean Solutions. Disponible en: <http://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/> [Consultado 12-04-2021].
- Lean Manufacturing 10 (2021). Los 8 desperdicios en el lean manufacturing. Disponible en: <https://leanmanufacturing10.com/desperdicios-lean-manufacturing> [Consultado 12-04-2021].
- Julio Guerrero (2016). **Lean es lean: fundamentos y herramientas de lean manufacturing simples, claras y prácticas**. Torrazza Piemonte: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Webinar: Ingenieros Industriales Aragón y La Rioja, y SGS Productivity (2021). Lean Manufacturing: Cómo mejorar la productividad y rentabilidad en las empresas. Online.
- Juan Carlos Hernández Matías y Antonio Vizán Idolpe (2013). **Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación**. Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- Lean Solutions (2021). VSM, Value Stream Mapping. Disponible en: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/> [Consultado 15-04-2021].
- Escuela de Lean Management (2021). Indicador OEE: Lean en mantenimiento. Disponible en: <https://www.escuelalean.es/disponibilidad-equipos-oe-mantenimiento/> [Consultado 15-04-2021].

- Jorge Jimeno Bernal (2013). Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua. Disponible en: <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/> [Consultado 21-04-2021].
- EAE Business School (2016). Lean Manufacturing y la herramienta de las 5S. Disponible en: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/lean-manufacturing-y-la-herramienta-de-las-5s/> [Consultado 28-04-2021].
- Lean Solutions (2021). 5S Metodología. Disponible en: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/5s-metodologia/> [Consultado 28-04-2021].
- Lean Manufacturing 10 (2021). TPM: Mantenimiento Productivo Total. Disponible en: <https://leanmanufacturing10.com/tpm-mantenimiento-productivo-total> [Consultado 06-05-2021].
- Bryan Salazar López (2019). Mantenimiento Productivo Total (TPM). Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/> [Consultado 06-05-2021].
- Lluís Cuatrecasas (2000). **TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción**. Barcelona: Gestión 2000.
- Francisco Rey Sacristán (2002). **El automantenimiento en la empresa. Etapas y experiencias para su implantación**. Madrid: Fundación Confemetal.