

DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA TPM EN LA EMPRESA GRES DE ARAGÓN

**VOLUMEN 2**

**MEMORIA TÉCNICA**

<b>Datos del proyecto</b>	PROCESO DE DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA TPM EN GRES DE ARAGÓN
<b>Datos del cliente del proyecto</b>	ARAKLINKER S.A. CRTA. ESCATRÓN S/N 44600 ALCAÑIZ(TERUEL) ESPAÑA
<b>Datos del autor del proyecto</b>	FERNANDO CAY VILLA-CEBALLOS DNI:73000136-E <a href="mailto:fernandocay@gmail.com">fernandocay@gmail.com</a>



# Índice

<b>1. Mantenimiento Productivo Total .....</b>	<b>4</b>
1.1 Historia y antecedentes.....	4
1.2 Definición de TPM .....	7
1.3 Evolución en la gestión del mantenimiento.....	10
1.4 Objetivos.....	12
1.5 Características .....	13
1.6 Beneficios del uso del TPM .....	14
1.7 Los ocho pilares del TPM .....	16
1.8 Las cuatro fases de implantación .....	18
<b>2. Producción de gres .....</b>	<b>21</b>
2.1 Introducción .....	21
2.2 Definición de gres.....	22
2.3 Clasificación de tipos de gres .....	24
2.4 Descripción de los procesos .....	26
2.5 Descripción de materias primas y productos terminados .....	32
<b>3. ¿Qué son las Cinco S's? .....</b>	<b>36</b>
3.1 Introducción .....	36
3.2 Beneficios de las Cinco S's.....	41
3.3 Proyección del método de las Cinco S's.....	44
3.4 Primera S: Clasificación .....	46
3.5 Segunda S: Orden .....	51
3.6 Tercera S: Limpieza .....	54



# Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

3.7 Cuarta S: Normalización .....	58
3.8 Quinta S: Disciplina .....	62
3.9 Plan de implantación .....	64
3.10 Delimitación y marcado de áreas .....	67
3.11 Definición de formatos, stmas. de control y auditorías .....	68
<b>4. Implantación del método de las Cinco S's en Gres de Aragón .....</b>	<b>71</b>
4.1 Introducción .....	71
4.2 La decisión de implantar el método .....	73
4.3 Organización del comité de implantación.....	73
4.4 Campaña de información .....	75
4.5 Establecimiento y delimitación del gembá .....	77
4.6 Análisis del estado inicial de las 3 primeras S's.....	79
4.7 Lanzamiento de la primera S: Eliminación de innecesarios. ....	82
4.8 Lanzamiento de la segunda S: Organización .....	84
4.9 Lanzamiento de la tercera S: Limpieza.....	86
4.10 Análisis de los resultados .....	88
4.11 Definición de sistemas de control y auditorías .....	92
4.12 Conclusiones.....	93
<b>5. Mantenimiento Autónomo o Automantenimiento .....</b>	<b>95</b>
5.1 Introducción .....	95
5.2 Visión tradicional de la división de trabajo en plantas.....	96
5.3 Desarrollo de trabajadores competentes .....	99
5.4 Creación de un lugar de trabajo grato y estimulante.....	101
5.5 Limpieza como medio de verificación .....	102



# Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

5.6 Empleo de controles visuales .....	102
5.7 Desarrollo del Mantenimiento Autónomo .....	103
5.8 Auditorías de Mantenimiento Autónomo .....	114
<b>6. Implantación del automantenimiento en Gres de Aragón .....</b>	<b>118</b>
6.1 Historia y antecedentes.....	118
6.2 Definición de TPM .....	119
6.2.1 <i>Evolución en la gestión del mantenimiento</i> .....	119
6.2.2 <i>Limpieza e inspección</i> .....	126
6.2.3 <i>Preparación de estándares y realización de inspecciones</i> .....	127
6.2.4 <i>Inspección autónoma, estandarización y control autónomo total</i> .....	137
6.3 Conclusiones .....	139
<b>7. Resultados estimados .....</b>	<b>140</b>
7.1 Introducción .....	140
7.2 Costes .....	142
7.3 Beneficios .....	143
7.3.1 <i>Beneficios tangibles</i> .....	144
7.3.2 <i>Beneficios intangibles</i> .....	152
7.4 Balance .....	155
7.5 Otras experiencias de éxito .....	156
7.6 Conclusiones .....	158
<b>8. Glosario de términos .....</b>	<b>159</b>
<b>9. Bibliografía .....</b>	<b>160</b>
<b>10. Linkografía.....</b>	<b>161</b>



# 1 Mantenimiento Productivo Total.

## 1.1 Historia y antecedentes.

Es un hecho consumado –lamentablemente– que el eje fundamental del desarrollo humano se da alrededor de las guerras.

Gracias a éstas fueron concebidos y desarrollados sistemas de mantenimiento tales como el Mantenimiento Productivo Total (TPM) o el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

La pregunta es: ¿Cuál es la relación que se produjo entre los conflictos armados entre naciones y el desarrollo de nuevos sistemas de mantenimiento?

En la Primera Guerra Mundial, la industria y más en concreto sus máquinas, trabajaban a toda capacidad y sin interrupción, pues de su funcionamiento dependía la victoria de toda una nación. La fiabilidad y calidad de las máquinas era el reflejo de la astucia y habilidad de los operarios de la época. Debido a este motivo la máquina tuvo cada vez mayor importancia.

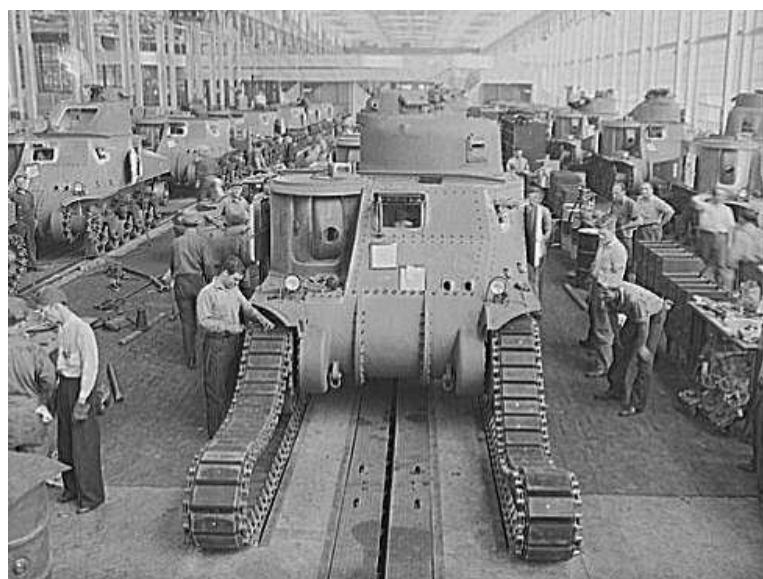


Ilustración 1. Fábrica de tanques de Chrysler.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

Años más tarde, y casi bajo el mismo telón, estalló la Segunda Guerra Mundial (Alemania, Japón e Italia contra los aliados), que concluyó con los bombardeos atómicos sobre Hiroshima y Nagasaki por parte de los Estados Unidos de América. Fue entonces donde se empezó a tener en cuenta a la máquina como tal y se le dio mucha importancia al servicio que ésta proporcionaba, y por ende al mantenimiento que cada una requería para funcionar correctamente.

Si nos paramos a observar los países que se vieron involucrados en aquel conflicto y comparamos con los países que son punteros hoy día en lo que a procesos industriales y manufactureros se refiere, y en el desarrollo tecnológico y cultural, las miradas caerían directamente sobre Estados Unidos, Alemania y Japón.

Por un lado, el origen del RCM data de los años 60's (fecha para la cual el B-29 era insignia de la aviación militar estadounidense). Nació en la industria aeronáutica americana como el resultado de estudios que permitieron una mayor confiabilidad en la aviación (con fines armamentísticos principalmente). Por confiabilidad entendemos que es la "capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas".

Este concepto fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para United Airlines, de donde salió una primera aproximación a lo hoy conocido como RCM o Mantenimiento Centrado en la Confiability, y que se basa en reducir el costo de mantenimiento, y eliminar acciones de mantenimiento que no son estrictamente necesarias.

Más tarde, comenzaron a aparecer otras teorías de mantenimiento preventivo y mantenimiento productivo que incluían la ingeniería de máquinas: enfocada al buen y fácil mantenimiento.

Por otro lado, terminada la Segunda Guerra Mundial, Japón perdió gran parte de su riqueza nacional y su capacidad industrial. El pueblo japonés se dedicó a la tarea de reconstruir su economía y de efectuar cambios profundos de tipo políticos, de educación, industriales, sindicales y socio-culturales.



Durante los años 50 la ocupación de las fuerzas militares estadounidenses trajo consigo expertos en métodos estadísticos de Control de calidad de procesos que estaban familiarizados con los programas de entrenamiento denominados TWI (Training Within Industry) cuyo propósito era proveer servicios de consultoría a las industrias relacionadas con la Guerra.

Durante la posguerra, los programas TWI se convirtieron en instrucción a la industria civil japonesa, en lo referente a métodos de trabajo (control estadístico de procesos). Estos conocimientos fueron muy fácilmente asimilados por los japoneses. Es así como se encontraron la inteligencia emocional de los orientales (la milenaria filosofía de superación), y dieron lugar a lo que ahora se conoce como la estrategia de mejora de la calidad Kaizen: “**¡Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy!**” es la base de esta milenaria filosofía, y su significado es que siempre es posible hacer mejor las cosas. En la cultura japonesa está implantado el concepto de que ningún día debe pasar sin una cierta mejora.

Hacia los años 60 surgió el TPM gracias a los esfuerzos del Instituto Japonés de Ingeniería de Plantas (JIPM), como un sistema para el control de equipos en las plantas con un nivel de automatización importante. En el país nipón antiguamente los operarios llevaban a cabo tareas de mantenimiento y producción simultáneamente; sin embargo, a medida que los equipos productivos se fueron haciendo progresivamente más complicados, se derivó hacia el sistema norteamericano de confiar el mantenimiento a los departamentos correspondientes (filosofía de la división del trabajo).

Sin embargo, la llegada de los sistemas cuyo objetivo básico es la eficiencia en aras de la competitividad posibilitó la aparición del TPM, que en cierta medida supuso un regreso al pasado, aunque con sistemas de gestión mucho más sofisticados. Es decir, la filosofía “Yo opero, tu reparas”, dio paso a la de “Yo soy responsable de mi equipo”.

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargaban de “producir” (producción) y otras de “reparar” (mantenimiento) cuando había averías, el TPM abogó por la implicación continua de toda la plantilla en el



cuidado, limpieza y mantenimiento preventivos, logrando de esta forma que no se llegaran a producir averías, accidentes o defectos en el producto.

### 1.2 Definición de TPM.

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM ® (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

La organización japonesa conocida como JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) es el instituto que ha desarrollado las metodologías y conceptos de TPM. Desde los años sesenta ha trabajado en la promoción de modelos de mantenimiento eficientes y aplicables a todo tipo de industria.

El JIPM ha registrado como marca el término TPM ®. En la mayoría de países de Europa y América el JIPM posee los derechos registrados de esta marca.

Respetuosos a las políticas del JIPM y normas de propiedad intelectual, se utilizará el término TPM en este documento, considerando y reconociendo que es una marca registrada del JIPM. Cada vez que se haga referencia a este término, se debe tener en cuenta que es el nombre de una marca del JIPM y no se trata de un término genérico.

Se asume el término TPM con los siguientes enfoques: la letra M representa acciones de management y mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento". La letra T de la palabra "total" se interpreta como "todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa.



Ilustración 2. *El TPM es responsabilidad de todos.*

El TPM nació como un sistema destinado a eliminar las seis grandes pérdidas de los equipos, a efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos la eliminación sistemática de desperdicios.

Las seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo. Estas seis grandes pérdidas se pueden englobar en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total de la empresa. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM conjuntamente con el TQM (Gestión de Calidad Total).



La empresa industrial tradicional suele estar dotada de sistemas de gestión basados en la producción de series largas con poca variedad de productos y tiempos de preparación largos, con tiempos de entrega demasiado elevados, trabajadores con una formación muy especializada y control de calidad en base a la inspección del producto.

Cuando dicha empresa ha precisado emigrar desde este sistema a otros más ágiles y menos costosos, ha necesitado mejorar los tiempos de entrega, los costes y la calidad simultáneamente, es decir, la competitividad, lo que le ha supuesto entrar en la dinámica de gestión caracterizado por: series cortas, de múltiples productos, en tiempos de operaciones cortos, con trabajadores polivalentes y calidad basada en procesos que llegan a sus resultados “a la primera”.

Así pues, entre los sistemas sobre los cuales se basa la aplicación del Kaizen (mejora continua), se encuentra en un sitio especial el TPM, que a su vez hace viable al otro sistema que sostiene la práctica del Kaizen que es el sistema JIT (Just in Time).

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

Desde el punto de vista del TPM, el objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos lo podemos definir como conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene. Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total.

Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

- 1.** La frecuencia de las averías.
- 2.** El tiempo necesario para reparar las mismas.



El primero de dichos factores recibe el nombre de fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías.

El segundo factor denominado mantenibilidad está representado, por una parte por la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte por la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería.

En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

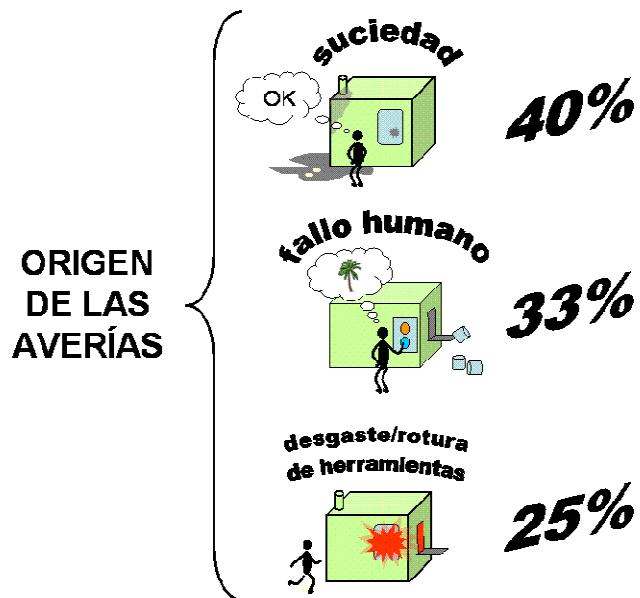


Ilustración 3. Principales causas de las averías en la mayoría de las máquinas.

### 1.3 Evolución de la gestión de mantenimiento.

Para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas: el Mantenimiento Correctivo, el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Productivo. La primera de ellas, el Mantenimiento Correctivo, se basa exclusivamente



en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de un fallo o avería, y una vez ejecutada la reparación todo quedaba allí.

Con posterioridad y como segunda fase de desarrollo se dio lugar a lo que se denominó el Mantenimiento Preventivo. Con ésta metodología de trabajo se busca sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar.

En los años sesenta tuvo lugar la aparición del Mantenimiento Productivo, lo cual constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El Mantenimiento Productivo incluye los principios del Mantenimiento Preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, más labores e índices destinados a mejorar la fiabilidad y mantenibilidad.

Finalmente llegamos al TPM, un sistema que incorpora una serie de nuevos conceptos a los métodos desarrollados previamente, entre los cuales cabe destacar:

-El Mantenimiento Autónomo, ejecutado por los propios operarios de producción, y la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta.

-La utilización del método de las Cinco S's: una filosofía de trabajo basada en cinco sencillos pasos: Separar, Ordenar, Limpiar, Sistematizar, Estandarizar.

-También agrega conceptos tales como las Mejoras de Mantenibilidad, la Prevención de Mantenimiento y el Mantenimiento Correctivo.

El TPM adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. El Mantenimiento Productivo Total ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC).



El MBT trata de planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, sustituyendo en el momento adecuado las partes que se prevé que vayan a degradarse de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento.

Por otro lado, el MBC trata de planificar el control a ejercer sobre el estado del equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operativa correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

### **1.4 Objetivos del TPM.**

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones:

#### **Objetivos estratégicos**

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

#### **Objetivos operativos.**

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías ni fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

#### **Objetivos organizativos.**

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.



### 1.5 Características del TPM.

Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- a) dirección de operaciones de mantenimiento y
- b) dirección de tecnologías de mantenimiento.

El TPM es sinérgico con otras estrategias de mejora de las operaciones como el sistema de producción JIT, Mass Customization, Total Quality Management, Gestión del Conocimiento Industrial, modelos de certificación de sistemas de calidad, etc.



### 1.6 Beneficios del uso del TPM.

El uso del TPM aporta una larga lista de beneficios a nuestra empresa. He aquí algunos de los más importantes clasificados según su ámbito:

#### Organizativos

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejora en el control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Redes de comunicación eficaces.

#### Seguridad

- Mejora de las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Provoca el entendimiento del porqué de ciertas normas por parte del operario, en lugar de acatarlas sin más.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.



- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

### **Productividad**

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Genera un menor coste financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Produce un aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.



## 1.7 Los ocho pilares del TPM.

Podemos considerar que el TPM se sustenta sobre los cimientos de las Cinco S's y en ocho pilares básicos que son:

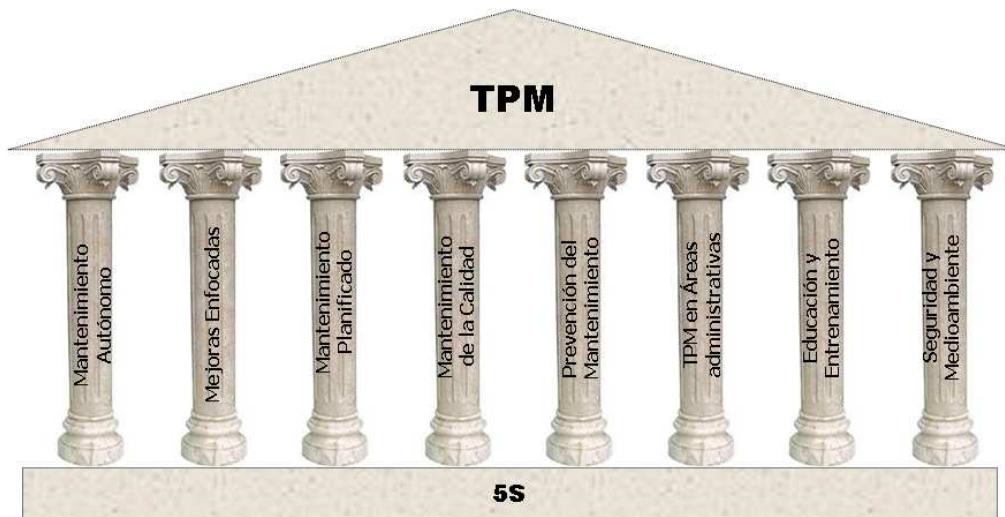


Ilustración 4. Los ocho pilares del TPM.

- **Mantenimiento autónomo:** Los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, adquiriendo de esta forma la capacidad para la capacidad para detectar a tiempo fallos potenciales de su equipo, y por lo tanto prolongar la vida útil de éste. Profundizaremos en este tema más adelante.
- **Mejoras enfocadas:** Consiste en llegar a las pérdidas desde la raíz y con previa planificación para saber cómo eliminarlas y en cuanto tiempo se logrará. Las perdidas pueden ser:

- Fallos en los equipos principales.
- Cambios y ajustes no programados.
- Fallos de equipos auxiliares.
- Ocio y paradas menores.
- Reducción de Velocidad.
- Defectos en el proceso.
- Arranque.



- **Mantenimiento planificado:** Un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas para mantener y mejorar continuamente el proceso o máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.
- **Mantenimiento de la calidad:** Tiene como propósito realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo donde el "cero defectos" es posible. Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad en el producto.
- **Prevención del mantenimiento:** Este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. En él se deben tener muy en cuenta dos aspectos; reducir el deterioro de los futuros equipos -alargando por tanto su vida útil- y mejorar los costos de su mantenimiento.
- **TPM en áreas administrativas:** Consiste en llevar toda la política de mejora continua al área administrativa: organización de documentos, órdenes de trabajo, limpieza, etc..
- **Educación y entrenamiento:** Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos y las máquinas en los que trabaja cada uno. Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades y de esta forma lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.
- **Seguridad y medio ambiente:** Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares: mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar a la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.



## 1.8 Las cuatro fases de implementación del TPM

La correcta implementación del TPM debe pasar por un total de cuatro fases, las cuales comprenden una serie de etapas, que se resumen a continuación:

FASE	ETAPA
Preparación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Decisión de aplicar el TPM en la empresa.</li><li>• Campaña de información.</li><li>• Formación de comités.</li><li>• Análisis de las condiciones existentes, establecer objetivos, prever resultados.</li><li>• Planificación de las actividades a desarrollar.</li></ul>
Implantación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implementación de las Cinco S's.</li><li>• Arranque formal del TPM, invitando a clientes y proveedores.</li><li>• Seleccionar equipos con perdidas crónicas y analizar causas y efectos.</li><li>• Desarrollar un programa de mantenimiento Planificado, de carácter periódico o en parada.</li><li>• Desarrollar un programa de mantenimiento Autónomo.</li><li>• Formar a los operarios en el mantenimiento de sus equipos con un programa.</li><li>• Lanzar un grupo piloto.</li><li>• Aplicación de mantenimiento autónomo.</li><li>• Aplicación de mantenimiento planificado.</li></ul>
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis de resultados obtenidos.</li></ul>
Estandarización	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se estandarizan los procesos obtenidos y luego se da comienzo a un nuevo proceso continuo de mejora en materia de fiabilidad y durabilidad.</li></ul>

*Ilustración 5. Etapas del TPM.*



- **Preparación:** En esta fase se lleva a cabo toda la planificación a seguir para desarrollar el TPM. Todo el proceso comienza con la decisión por parte de la directiva de implementar un sistema TPM en la empresa. Seguidamente, se debe crear una campaña de información acerca del TPM de manera que todos los integrantes de la empresa conozcan sus conceptos básicos y se vaya creando una conciencia general respecto a los cambios que se van a producir en los métodos de mantenimiento y producción. Posteriormente se procede a realizar un análisis de las condiciones actuales de la empresa (organización, métodos, focos de pérdidas, etc.), se marcan unos objetivos claros y se prevén unos resultados estimados que nos servirán para orientarnos en cuanto al éxito de la implantación.

Una vez concluida la fase de preparación comenzamos a desarrollar el TPM.

- **Implantación:** En esta segunda fase se procede a iniciar definitivamente el TPM. En primer lugar, se crea un programa de consecución de las Cinco S's, cuyo procedimiento será expuesto en la formación inicial de los operarios. Seguidamente desarrollaremos un sistema de mantenimiento planificado y de mantenimiento autónomo. Para ello realizamos un análisis exhaustivo de cada uno de los grupos de trabajo de la empresa, teniendo en cuenta las características específicas de cada uno de ellos, así como de las máquinas que los componen. Una vez hecho esto, se procede a formar a los operarios en las tareas necesarias para la consecución de este nuevo método de mantenimiento y se lanza, en un primer puesto que nos servirá de piloto, el mantenimiento Autónomo y el mantenimiento Planificado.
- **Evaluación:** Una vez se haya lanzado el TPM en todos los grupos de trabajo de la empresa, será necesario llevar a cabo una evaluación de los resultados obtenidos, del ratio de implantación obtenido en cada uno de ellos y de los aspectos a mejorar, estableciendo una prioridad de actuación para cada caso.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

- **Estandarización:** Se procede a estandarizar los resultados obtenidos, así como los documentos necesarios para la realización de las tareas de mantenimiento. Es muy importante que en esta última fase se cree un sistema que garantice un proceso de mejora continua, sin dar por concluidas las revisiones del método elegido. Si es preciso, se volverán a realizar cualquiera de las fases de implementación del TPM anteriores.



## 2. Producción de gres.

### 2.1 Introducción.

La planta de producción ARAKLINKER S.A., pertenece al grupo Gres de Aragón, y éste a su vez al grupo SAMCA, ubicado en la localidad de Alcañiz (Teruel).

Esta empresa se dedica a la producción de materiales cerámicos para la construcción, y más en concreto a la producción de baldosas cerámicas de gres para revestimientos y piezas especiales destinados a complementar las piezas bases.



*Ilustración 6. Empresa Gres de Aragón en Alcañiz.*

Para el desarrollo de esta actividad, la planta emplea básicamente tres materias primas: arcilla, chamotas (materiales cerámicos que ya han sido cocidos, molidos y reducidos a granos de un determinado grosor) y el agua con la que se amasan estos materiales.

Cabe destacar, que las arcillas requeridas para el proceso de producción, pasta roja y pasta blanca, son procedentes de las canteras de Ariño (Teruel) y de Onda (Castellón) respectivamente, instalaciones que no son objeto del presente proyecto.



La arcilla y las chamotas son acopiadas en los silos cerrados de almacenamiento de materias primas (propiedad de la planta colindante CAÑADA, S.A.) y conforme son requeridas en el proceso de producción, se transportan en las cantidades necesarias hasta los molinos (uno para chamotas y otro para arcillas).

Una vez molidos y tamizados convenientemente, los materiales se mezclan y amasan en las proporciones adecuadas con agua hasta obtener una mezcla homogénea.

Esta masa resultante es extruida y cortada y tras los procesos de secado y cocción se transforma en piezas cerámicas. Finalmente se realiza un proceso de inspección visual para rechazar las piezas defectuosas, siendo las piezas correctas depositadas en cajas de cartón y agrupadas sobre palets, quedando listas para su comercialización.

### Cadena de procesos

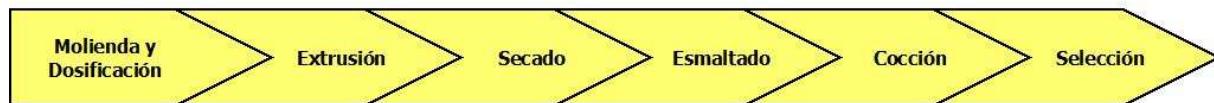


Ilustración 7. Representación de la cadena de procesos.

## 2.2 Definición de gres.

En el diccionario, la definición que encontramos de arcilla es: "sustancia mineral plástica compuesta principalmente de silicatos de aluminio hidratados".

Las distintas arcillas naturales se formaron, primero a partir de la descomposición de las formaciones rocosas y, por la acción de distintos factores: presión tectónica, movimientos sísmicos, distintos tipos de erosión, etc., y segundo por la adquisición, durante el viaje hasta su lugar de sedimentación, de diferentes impurezas de origen mineral. Por lo tanto, dependiendo de las características de la roca de origen,



existen innumerables tipos de arcillas naturales, cada una de las cuales posee unas propiedades particulares.

Entre sus componentes básicos debemos destacar las materias plásticas como el caolín, y los no plásticos o antiplásticos, como el cuarzo, la arena o la pegmatita, que prestan un papel fundamental en el proceso de transformación de los materiales dentro del horno, actuando como fundentes.

Debido a la utilización de distintas clases de arcillas naturales las podemos dividir en dos grupos:

- Arcillas de alfarería.
- Arcillas para loza (dentro de este grupo existen otras variedades que se denominan gres, refractarias y porcelana).



*Ilustración 8. Horno de alfarería.*



Para tener una idea de las calidades y cualidades obtenidas por las distintas pastas después de cocidas, diremos que:

- a) cuando tienen un color rojo o amarillento y su textura es porosa, recibe el nombre de terracota o de alfarería.
- b) cuando el color tiende al blanco y su textura es porosa recibe el nombre de loza.
- c) cuando presenta un color entre el amarillento y el gris, habiéndose vitrificado algunos elementos de su composición, presentando una textura poco porosa, recibe el nombre de gres.
- d) cuando presenta un color blanco semitransparente, mostrando una textura impermeable, recibe el nombre de porcelana.

La empresa Gres de Aragón trabaja con gres natural por lo que la arcilla entra dentro del grupo c) de esta clasificación. El gres cerámico es un material fabricado a base de arcillas naturales y chamotas, preparado mediante el proceso de extrusión y cocción (monococción o bicocción) a altas temperaturas, de modo que tiene una mínima porosidad y alta resistencia mecánica y química.

Las arcillas de gres son refractarias o semirrefractarias pero contienen suficiente fundente como para cocerse hasta una pasta densa a temperaturas relativamente bajas (aprox. 1250 °C). Son comparativamente plásticas sin sufrir demasiada contracción al aire y al fuego.

### 2.3 Clasificación del gres:

Dentro de los diferentes tipos de gres, se puede hacer la siguiente clasificación:

1. Gres Natural, fabricado de un solo tipo de arcilla sin refinar,
2. Gres Fina, fabricado de una sola mezcla de arcilla y no plásticos.



3. Gres técnicamente vítreo, cuidadosamente mezclado y molido a porosidades bajísimas, para la industria química.
4. Gres de Jaspe, principalmente a base de compuestos de Bario.
5. Gres Basáltico, de materiales de alto contenido en óxido de hierro.



*Ilustración 9. Suelo de gres.*

Todos los tipos de arcilla, en el tiempo de secado y de cocción, sufren un proceso de encogimiento, de reducción de tamaño. Esta disminución de tamaño se hace más notable, cuanto mayor es el contenido de materias plásticas de la arcilla que estamos trabajando.

Existen arcillas muy plásticas, de grano finísimo, que sufren un encogimiento muy grande, hasta el 20%, en el proceso de secado. Es el caso de la arcilla de bola o de "ball clay" que, por la razón anteriormente mencionada, no es de gran utilidad, pero es extraordinaria para mezclar con otros tipos de arcillas que carecen de plasticidad. La bentonita se usa con este mismo fin, es decir aportar plasticidad a otros tipos de pastas no grasas. Por el contrario, cuando tenemos unas arcillas excesivamente plásticas, muy grasas, deben modificarse y para desengrasarlas añadiremos chamota. Cuando una arcilla es muy plástica decimos que es una arcilla grasa y, por el contrario, si le falta plasticidad, decimos que es poco grasa.



La pasta que se emplea en esta empresa para la fabricación de las piezas se compone de un 70% de arcilla de gres natural y un 30 % de chamota por lo que la arcilla utilizada en Gres de Aragón entraría dentro del grupo de las excesivamente plásticas. La chamota es la propia arcilla una vez cocida por lo que para la mezcla se emplea el producto de rechazo del proceso.

La razón de que se añada chamota es que confiere a la mezcla una mayor consistencia. Además actúa en la cocción como núcleo iniciador de la reacción por lo que permite que la temperatura de cocción sea algo menor que la que se requeriría en el caso de la arcilla sola.

Las propiedades de la pasta dependen no solo de la composición sino también de propiedades como la preparación, granulometría y el proceso de cocción. En estas propiedades influyen los procesos de sinterización, fusión, recristalización y formación de vidrio que se producen en la cocción. Por ello, una arcilla más fina hace más fáciles los procesos en estado sólido mientras que una chamota más angulosa proporciona también un mejor soporte estructural.

### 2.4 Descripción de los procesos.

#### I. Abastecimiento de materias primas.

Como se ha comentado anteriormente, las tres materias primas que básicamente se emplean en el proceso de producción son: arcilla, chamotas y agua (también se reutilizarán los cascotes y piezas defectuosas del proceso de producción).

Las materias primas son almacenadas en los silos cerrados para acopio de materiales. En el caso de que haya material almacenado fuera de los silos, se tratará únicamente o bien de materiales ya cocidos de elevada densidad (cascotes y chamotas), o bien de material humedecido.



Desde estos silos, los materiales serán transportados mediante cintas transportadoras hasta las tolvas de alimentación de la planta de molienda, que se instalarán en el exterior de la nave.

#### **II. Molienda.**

Existen dos líneas de molienda, una para arcilla y otra para chamota y cascote. Esto es debido a la diferente dureza de los dos tipos de materiales, lo que obliga a utilizar molinos diferentes, y a la diferente granulometría final buscada.

En cada una de las dos líneas, y tras la molienda, los materiales son transportados mediante cinta transportadora hasta los tamices, gracias a los cuales se asegura que todo material que pueda entrar en el proceso de producción, tenga un tamaño de grano adecuado.

Posteriormente y mediante cintas transportadoras, las arcillas y chamotas molidas se almacenan en cinco tolvas de almacenamiento de materiales que alimentarán posteriormente a la amasadora.



*Ilustración 10. Tolvas de almacenamiento de materias primas.*



### III. Amasado y extrusión.

Desde las tolvas de almacenamiento de materia prima molida, y dependiendo del producto o pieza que se quiera fabricar en cada momento, se alimenta la amasadora con unas cantidades determinadas de chamotas y arcillas. Es aquí donde la arcilla y la chamota se mezclan gracias a la adición de agua en cantidades apropiadas, obteniéndose una pasta homogénea que será transportada hasta la extrusora o galletera.

En este punto del proceso (previamente al amasado), dependiendo de las características finales de las que se quiera dotar al producto final, se realizará la inclusión de aditivos o colorantes.

Tras encontrarse en las condiciones adecuadas de tamaño de grano, humedad, etc., la mezcla será enviada mediante cinta transportadora hacia la extrusora o máquina galletera. En primer lugar, para favorecer la extrusión del material, en la galletera se realiza un segundo amasado de la mezcla mediante la adición de agua. Posteriormente, con el fin de extraer todo el aire que pudiese llevar incorporada la mezcla y así evitar la formación de huecos en el interior de las piezas cerámicas, la mezcla se hace pasar por una cámara de vacío.



*Ilustración 11. Extrusora HANDLE.*



Finalmente, de la extrusora o galletera se obtiene un flujo continuo de material, con una preforma determinada (dependiendo de la pieza que se esté fabricando en cada momento) gracias a unas boquillas especiales, que se corta mediante un cortador de hilo a la longitud adecuada, obteniéndose las piezas que más tarde son depositadas y apiladas adecuadamente en carros mediante pinzas. Para el extrusionado de la masa se dispone de dos líneas en paralelo, que nunca funcionan simultáneamente. Mientras una se encuentra en funcionamiento, en la otra se realizan labores de limpieza, mantenimiento o se prepara para la fabricación de otro tipo de piezas.

Cabe mencionar que, para la fabricación de determinados tipos de piezas (rinconeras, terminaciones, pilas de lavabo, etc.), dado que tanto por sus dimensiones y formas finales, como por el número de piezas que hay fabricar (pocas unidades generalmente), no se extrusionan automáticamente en la máquina galletera, sino que el moldeado de las piezas se realiza pieza por pieza, introduciendo la masa en prensas manuales. Una vez moldeadas las piezas, siguen el mismo proceso de secado y cocido que se realiza en el resto de piezas.

#### **IV. Secado de las piezas.**

Una vez las piezas han sido depositadas sobre los carros, se introducen en una de las seis cámaras de secado o secaderos que hay instalados en la planta (cada uno de ellos con capacidad para 10 carros). En estas cámaras, se procede al secado de las piezas, consiguiendo de esta manera una consistencia mínima para poder ser manipuladas sin deformarse y además eliminar prácticamente toda la humedad de su interior. Al final del proceso de secado se obtienen piezas con una humedad por debajo del 1%.

El aire caliente necesario para el proceso de secado procede en su mayor parte del aire recuperado desde la zona de enfriamiento del horno, mezclado con aire ambiente y el propio aire del interior de las cámaras. En caso de que el calor recuperado del horno sea insuficiente, y con el fin de asegurar el correcto secado de las piezas, cada una de las cámaras tiene instalado un quemador de gas natural adicional, con una potencia térmica de 750 kW, capaz de proporcionar 645.000 kcal/h.



### V. Cocción.

Una vez las piezas se han colocado en las vagonetas, éstas se introducen en el horno túnel, donde las piezas son cocidas. Con el fin de realizar un aumento progresivo de la temperatura en las piezas y de esta manera evitar la rotura por choque térmico de las piezas, el horno túnel de 105 metros se encuentra dividido en dos partes o zonas: el prehorno y el horno. En la primera de ellas, las piezas se van calentando progresivamente hasta alcanzar temperaturas que oscilan en torno a los 130 °C.

El calor requerido en el prehorno procede también del aire de recuperación del enfriamiento del horno, existiendo un quemador de apoyo de 320 kW de potencia térmica.

Posteriormente las piezas atraviesan la zona del horno donde se realiza el cocido definitivo de las piezas y donde se alcanzan temperaturas que oscilan entre los 1.200 y 1.300 °C.

El calor requerido en el horno será proporcionado por 120 quemadores de gas natural de 70 kW cada uno, lo que supone una potencia térmica de hasta 8,4 MW térmicos, capaz de proporcionar 7.224.000 Kcal/h.



Ilustración 12. Horno de cocción.



### VI. Selección, empaquetado y almacenamiento.

Con el material ya cocido, se procede a la descarga de las vagonetas para pasar las piezas por la línea de selección. En la selección visual, las piezas rotas o defectuosas serán retiradas y posteriormente trituradas junto con los lapiceros (elementos de unión entre piezas cuando en la extrusión las piezas son cortadas de dos en dos), para después de ser convenientemente molidos, ser reincorporados en el proceso de producción como una parte proporcional de la chamota.

Una vez rechazadas las piezas defectuosas, las piezas cerámicas son apiladas convenientemente hasta su encajado mediante cajas de cartón y su posterior paletizado y enfundado del pale mediante una envolvedora de film. Mediante carretillas, los palets se colocan en la zona de almacenamiento de producto acabado (situada en el exterior de la nave, en la zona cubierta), a la espera de ser cargados en camiones para su posterior distribución y venta.



*Ilustración 13. Línea de selección.*



## 2.5 Descripción de materias primas, productos terminados y materias intermedias o auxiliares.

### I. Materias primas.

Las materias primas más utilizadas en la planta de producción, así como sus respectivas cantidades, serán las siguientes:

- Arcilla:	31.221 Tm/año
- Cascote:	10.101 Tm/año
- Chamota:	4.591 Tm/año
- Materias primas para decorados:	491 Tm/año
- Agua:	9.256 m <sup>3</sup> /año

### II. Productos.

Los principales productos que se producirán en la planta, serán baldosas y peldaños de gres de distintas dimensiones:

- Baldosa 33x33:	134 m <sup>2</sup> /h → 450.000 m <sup>2</sup> /año → 14.800 Tm/año
- Baldosa 25x25:	147,16 m <sup>2</sup> /h → 370.000 m <sup>2</sup> /año → 9.700 Tm/año
- Peldaño 24-25:	198.875 ml/h → 250.000 ml/año → 3.000 Tm/año
- Peldaño 24-33:	210 ml/h → 265.000 ml/año → 3.300 Tm/año

### III. Horarios y personal.

La planta de producción de materiales cerámicos permanecerá ininterrumpidamente en funcionamiento las 24 horas del día durante 50 semanas al año. Por esta razón, en



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

determinados puestos como los del secadero y los del horno, se establecerán hasta tres turnos de trabajo. El número total de empleados de la empresa ascenderá hasta 47, distribuyéndose de la siguiente manera:

Sección	Personas	Turnos/Día	Días/Semana	Total Personas
Molienda y extrusión	2	2	5	4
Prensa y repasado	2	2	5	4
Esmaltadores	2	2	5	4
Preparados de esmaltes	1	1	5	1
Selección automática	3	2	7	9
Selección manual	2	2	5	4
Mantenimiento	2	3	5	6
Albañil	1	1	5	1
Almaceneros	1	2	5	2
Carretilleros	1	2	5	2
Limpieza	1	1	5	1
Encargado de producción	1	3	5	3
Responsable de procesos	1	1	5	1
Jefe de mantenimiento	1	1	5	1
Jefe de planta	1	1	5	1



Planificación de la producción	1	1	5	1
Compra de materias primas	1	1	5	1
Compra de repuestos	1	1	5	1
<b>Total:</b>				<b>47</b>

Ilustración 14. Lista de turnos del personal de la planta.

#### IV. Normas relacionadas.

- **UNE EN 14411 -ISO 13006:** Esta norma establece la clasificación más objetiva de las baldosas cerámicas. Esta clasificación se basa en el método de moldeo y en la absorción de agua de la baldosa cerámica:
  - **AIa:** Baldosas extruidas con muy baja absorción de agua ( $E < 0.5\%$ ).
  - **AIb:** Baldosas extruidas con baja absorción de agua ( $0.5 < E < 3\%$ ).
  - **IIa:** Baldosas extruidas con absorción de agua media-baja ( $3 < E < 6\%$ ).
  - **IIb:** Baldosas extruidas con absorción de agua media ( $6 < E < 10\%$ ).
  - **III:** Baldosas extruidas con elevada absorción de agua ( $E > 10\%$ ).
  - **BIa:** Baldosas prensadas con muy baja absorción de agua ( $E < 0.5\%$ ).
  - **BIb:** Baldosas prensadas con baja absorción de agua ( $0.5 < E < 3\%$ ).
  - **IIIA:** Baldosas prensadas con absorción de agua media-baja ( $3 < E < 6\%$ ).
  - **IIIB:** Baldosas prensadas con absorción de agua media ( $6 < E < 10\%$ ).
  - **III:** Baldosas prensadas con elevada absorción de agua ( $E > 10\%$ ).



- **ISO 9000:** designa un conjunto de normas sobre calidad y gestión continua de calidad, establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Las normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas de implantación, como los métodos de auditoría. El ISO 9000 especifica la manera en que una organización opera, sus estándares de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio. Existen más de 20 elementos en los estándares de este ISO que se relacionan con la manera en que los sistemas operan.
- **ISO 14000:** Es una norma que expresa cómo establecer un sistema de gestión ambiental (SGA) efectivo. La norma está diseñada para conseguir un equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción de los impactos en el medio ambiente. La norma ISO 14000 va enfocada a cualquier organización, de cualquier tamaño o sector, que esté buscando una mejora de los impactos medioambientales y cumplir con la legislación en materia de medio ambiente.



### 3. ¿Qué son las Cinco S's?

#### 3.1 Introducción.

El concepto de las Cinco S's, o Short Kaizen se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirlle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las Cinco S's (clasificar, ordenar, limpiar, disciplina y mejora continua) provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestras vidas cotidianas y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las Cinco S's, aunque no nos demos cuenta.

Entre características específicas de la metodología tenemos que:

- Trata de involucrar a los empleados a través de las sugerencias. El objetivo es que lo trabajadores utilicen tanto sus cerebros como sus manos.
- Cada uno de nosotros tiene sólo una parte de la información o la experiencia necesaria para cumplir con su tarea. Dado este hecho, cada vez tiene más importancia la red de trabajo. La inteligencia social tiene una importancia inmensa para triunfar en un mundo donde el trabajo se hace en equipo.
- Genera el pensamiento orientado al proceso, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados mejorados.
- La metodología no requiere necesariamente de técnicas sofisticadas o tecnologías avanzadas. Para implantarlo sólo se necesitan técnicas sencillas que cualquiera puede razonar o entender.
- La resolución de problemas pasa por la búsqueda de la causa-raíz y no se limita solamente a los síntomas o causas más visibles.
- Construir la calidad en el producto, desarrollando y diseñando productos que satisfagan las necesidades del cliente es el principal objetivo.



- Otro de los objetivos centrales es el de lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

Por sí solas, las Cinco S's llevan a la empresa al mejoramiento de las líneas de producción, a un mejor ambiente de trabajo, a que cada trabajador este pendiente de las desviaciones de desempeño y calidad. Es un método muy simple que se fundamenta en el sentido común de las personas y como su aplicación es totalmente inherente a la persona garantiza el involucramiento y además conduce a la auto-motivación.

Su práctica constituye algo indispensable a la hora de lograr que una empresa lleve con éxito la implementación de cualquier metodología. Las Cinco S's se desarrollan de una manera intensiva, es decir, deben ser implementadas de manera rápida. Las Cinco S's son cinco palabras japonesas que conforman los pasos a desarrollar para lograr un lugar óptimo de trabajo.

Sin embargo, muchas de las ocasiones en las que se intentan implementar en alguna empresa no tienen tal efecto, ¿por qué sucede así? La respuesta es que no se implementan en su totalidad y sólo se adecuan a situaciones manejables. Esto quiere decir que se llevan a efecto solo en las ideas individuales de seleccionar/clasificar, u ordenar/mantener, o limpiar, o crear standard de limpieza y disciplina /estandarización, o alguna otra situación similar.

¿Cuál es el método correcto? Todo el personal debe tener el conocimiento amplio de esta metodología, por lo tanto debe de capacitarse como tal a todos los niveles. De esta manera toda persona en la fábrica o lugar de trabajo tendrá el pleno conocimiento de cuál debe ser el estado de su lugar de trabajo, su proceso, y su máquina en relación con las Cinco S's.

La esencia de las Cinco S's está en seguir lo que se ha acordado, es decir, en la disciplina de su seguimiento. En el caso contrario caerán en saco roto todos nuestros esfuerzos por desarrollarlas.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

Se comienza por descartar lo que no necesitamos y luego se disponen todos los elementos necesarios en una forma ordenada. Posteriormente debemos conservar limpio el ambiente de trabajo, de manera que puedan identificarse con facilidad las anomalías. Se dice que el trabajador aplica las Cinco S's en su trabajo de pieza a pieza dentro del sistema productivo, evitando así inconformidades y desviaciones en el desempeño y la calidad del producto.

Se realizan las tres primeras eses de manera física en una aplicación diaria. Las restantes forman parte del trabajo diario y deben mantenerse sobre una aplicación continua.



Ilustración 15. *Cinco S's*.

A estos podemos agregar el concepto de “Shikkari”, referente a la aplicación de esta disciplina a nuestra vida diaria.

En resumen, las principales premisas a seguir de las Cinco S's por parte del operario son:

- *Usted en su puesto de trabajo:*

Mantenga sólo lo necesario. - Tenga todo en orden. - Conserve todo limpio.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

Cuide su salud física y mental. - Mantenga un comportamiento adecuado.

- *Usted como persona:*

Persevere en los buenos hábitos. - Vaya hasta el final en las tareas.

- *Usted en la empresa:*

Actúe en equipo con sus compañeros. - Cumpla siempre las normas.

Como la metodología hace frente a la resistencia de las personas al cambio, el primer paso consiste en preparar mentalmente a los empleados para que acepten las Cinco S's antes de dar comienzo a la campaña.

Como un aspecto preliminar al esfuerzo de las Cinco S's, debe asignarse un tiempo para analizar la filosofía implícita de las Cinco S's y sus beneficios:

- Creando ambientes de trabajo limpios, higiénicos, agradables y seguros.
- Revitalizando al área de trabajo y mejorando sustancialmente el estado de ánimo, la moral y la motivación de los empleados.
- Eliminando las diversas clases de desperdicios y minimizando la necesidad de buscar herramientas, haciendo con esto más fácil el trabajo de los operarios y reduciendo el trabajo físicamente agotador, además de liberar espacio.

La gerencia también debe hacer comprender a los empleados los muchos beneficios que las Cinco S's suponen en el área de trabajo para la totalidad de la empresa. Entre estos mencionamos:

- Ayuda a los empleados a adquirir autodisciplina; los empleados con autodisciplina están siempre participando en las Cinco S's, asumen un



interés real en el método y se puede confiar en su adhesión a los estándares.

- Destaca los muchos tipos de despilfarro en el área de trabajo; reconocimiento de los problemas es el primer paso para la eliminación del desperdicio.
- Señala anormalidades, tales como productos defectuosos y excedentes de inventario.
- Reduce el movimiento innecesario, como caminar y facilita el trabajo necesariamente agotador.
- Permite que se identifique visualmente y, por tanto, que se solucionen los problemas relacionados con escasez de materiales, líneas desbalanceadas, averías en las máquinas y demoras en las entregas.
- Resuelve grandes problemas logísticos en el área, de una forma simple.
- Hace visibles los problemas de calidad.
- Mejora la eficiencia en el trabajo y reduce los costos de operación.
- Reduce los accidentes industriales mediante la eliminación de suelos aceitosos y resbaladizos, ambientes sucios, ropa inadecuada y operaciones inseguras.

Seiso (Limpieza), en particular, incrementa la confiabilidad de las máquinas, ya que permite detectar averías, escapes o defectos superficiales, dejando de ésta forma más tiempo disponible a los ingenieros de mantenimiento para trabajar en máquinas que sean propensas a averías repentina. Como resultado, los ingenieros pueden concentrarse en aspectos primarios que mayor importancia, como el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo y la creación de equipos libres de mantenimiento, en colaboración con los departamentos de diseño.



Una vez comprendidos estos beneficios y asegurándose de que los empleados también los han entendido, la gerencia puede seguir adelante con el proyecto de la implementación del método de las Cinco S's.

### 3.2 Beneficios de las Cinco S's.

La implementación de una estrategia de Cinco S's es importante en muchas áreas diferentes de una empresa. Por ejemplo, permite eliminar despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y a sus empleados. Algunos de los beneficios más importantes que genera la estrategia de las Cinco S's son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados y en una reducción de accidentes laborales.
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones defectuosas.
- Mayor calidad en el producto y en el trabajo.
- Tiempos de respuesta más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Genera cultura organizacional y un ambiente de trabajo en equipo.
- Acerca a la compañía a la implantación de modelos de calidad total y aseguramiento de la calidad como el JIT o el TPM.

Una empresa que aplique las Cinco S's por lo tanto, tendrá las siguientes características:

- \* Produce con menos defectos.
- \* Cumple mejor los plazos.
- \* Es más segura.



- \* Es más productiva.
- \* Realiza mejor las labores de mantenimiento.
- \* Es más motivador para el trabajador.
- \* Aumenta sus niveles de crecimiento personal y profesional.

Tal vez alguien se pueda preguntar cómo es posible que siguiendo estos cinco pasos tan sencillos su empresa obtenga tales beneficios. La respuesta es muy sencilla, y la vamos a dividir en cinco apartados:

- **Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.**

Al aplicar la metodología, se pone cada cosa en su lugar y se mantiene todo limpio, lo que minimiza los riesgos de accidentes ya que no hay sustancias peligrosas, derrames de productos, artículos en lugares de riesgo ni otras causas de accidentes. Es muy importante tener presente en una empresa que los accidentes no deben existir y son resultado de omisiones e irresponsabilidades, es decir, siempre se pueden evitar con una correcta actuación previa.

- **Mayor calidad.**

Al mantener todos los equipos limpios, y cada cosa en su lugar, el mantenimiento preventivo se hace mucho más eficaz, ya que al estar limpiando los equipos y áreas, los operadores y personal en general, no solo los de mantenimiento, pueden encontrar fallos prematuramente, derrames, desgastes excesivos, etc., y realizar una acción correctiva dentro de un mantenimiento planificado, evitando así un fallo que pueda causar paros de equipo innecesario, y consecuentes desviaciones de calidad al no estar operando correctamente los equipos.



- **Tiempos de respuesta más cortos.**

Con la metodología, al tener cada cosa en su lugar, se crea la cultura de cambios rápidos, con los equipos y herramientas siempre listas y el personal capacitado para efectuarlos. Al tener todos los útiles y herramientas disponibles en todo momento, además de unos mayores conocimientos de operación y entrenamiento, se tienen tiempos de respuesta más cortos y se evitan pérdidas de tiempo en búsquedas de las cosas necesarias, lo que nos hace mucho más eficientes en nuestras tareas.

- **Aumenta la vida útil de los equipos.**

Cuando un equipo se mantiene limpio, se detectan posibles averías antes de que éstas provoquen un daño en el mismo. Además se evita la corrosión y el desgaste excesivo ya que la limpieza permite detectar todos estos desperfectos y de esta manera prevenimos que los equipos nos provoquen pérdidas por falta de disponibilidad y tiempos muertos por falta de productividad. La limpieza en los equipos es la parte más importante y reeditable de los mantenimientos preventivos.

- **Genera cultura organizacional.**

Tradicionalmente –como ya he comentado antes- en las empresas occidentales se viene utilizando el esquema organizacional por el cual: “Yo opero, tú limpias, yo limpio, tú reparas, yo reparo, tú operas...”. Sin embargo, en la cultura de las Cinco S’s se maneja un esquema diferente que tiene como premisa: Yo opero, y mantengo limpio, si detecto un fallo, te aviso para que prevengas y repares. Si yo mantengo la máquina limpia, opero mejor, si mantienes la máquina en buen estado, produzco más y con mejor calidad. En resumen: “Yo soy el responsable de mi equipo”.

La filosofía de Cinco S’s nos lleva al trabajo en conjunto y organizado. Existen empresas donde se ha aplicado esta metodología con tal éxito, que el departamento de limpieza se elimina por completo. Existen talleres mecánicos automotrices tan limpios



como un quirófano, con mesas de trabajo siempre relucientes, sin derrames de aceites y herramientas siempre en buen estado.

### 3.3 Proyección del método de las Cinco S's.

Por los grandes beneficios que la metodología Cinco S's proporciona a las empresas e industrias, forman la base precisa para la implementación de sistemas de calidad y mejora más complejos, como ISO9000, QS-9000, TPM, JIT, etc.

Por ejemplo, el sistema ISO9000 y QS-9000 y posteriores, son sistemas de administración de la calidad, que entre sus herramientas utilizan el diagrama de Ishikawa. Pues bien, implementando exitosamente la filosofía de las Cinco S's tenemos que:

- El personal está habituado a trabajar dentro de estándares.
- El personal es responsable de la calidad de lo que produce.
- El personal se responsabiliza del trabajo de sus equipos y evita desviaciones de calidad por mal funcionamiento en los mismos.

El personal está acostumbrado a detectar fallos en sus orígenes, lo que favorece el estudio de Ishikawa con mayor precisión y confiabilidad y por lo tanto permite a su vez realizar la mejora continua.

En el sistema TPM, Mantenimiento Productivo Total, una de las herramientas más utilizadas además de Ishikawa es el 5W + 1H (cinco porqués y un cómo).

El 5W + 1H parte del siguiente postulado: para todo problema, debemos hacernos cinco preguntas del porqué se originó, y una pregunta sobre cómo resolverlo y prevenirla.



Por ejemplo, en una empresa alimenticia, la máquina de molienda de grano está generando producto de diferente granulación, de manera demasiado uniforme a su trabajo normal, y esto nos provoca mayores gastos por reproceso, baja calidad en el producto por no mantener el tamaño de grano a su nivel normal, etc.

Aplicando la herramienta de 5W + 1H, encontramos que el grano no está siendo molido uniformemente porque los martillos tienen desgaste no uniforme.

1. ¿Por qué? Los martillos finales del cabezal de molienda tienen más desgaste.
2. ¿Por qué? La flecha del motor no está girando correctamente.
3. ¿Por qué? El motor no está bien balanceado.
4. ¿Por qué? Los rodamientos están desgastados y no aplican presión axial uniforme a la flecha.
5. ¿Por qué? La carcasa del motor tiene una pequeña fisura por donde ha entrado contaminación y ha dañado los rodamientos.
6. ¿Cómo? El problema se corrigió reemplazando los rodamientos, y balanceando el motor, cambiando los martillos con desgaste excesivo. Para prevenirlo, como en el análisis de 5W descubrimos que se debía a una fisura, reparamos la fisura para que el problema no aparezca de nuevo.

**¿Cómo nos aseguramos que el problema no aparezca de nuevo?, ¿Cómo nos ayudan las Cinco S's para evitar este tipo de problemas?**

Al aplicar las Cinco S's y hacer la limpieza estandarizada nos daremos cuenta de que el motor en su carcasa tiene una fisura y haremos lo necesario para repararla antes de que cause alguna desviación de calidad o algún problema en el funcionamiento del equipo. Mediante un costo mínimo de limpieza, y conocimiento pleno de la metodología, se habrían evitado estos problemas.



En el sistema de JIT, Just in Time, se nos pide que la producción esté siempre a tiempo y dentro de los estándares de calidad y especificaciones del cliente. La metodología de las Cinco S's nos ayudan en ello, ya que al aplicarlas, tenemos un correcto sistema de mantenimiento preventivo, los equipos siempre en funcionalidad y disponibilidad, cambios rápidos, lo que nos garantiza que con una planificación de producción efectiva y nuestra herramienta de las Cinco S's el Just in Time sea algo factible y no difícil de alcanzar.

Por esto, la metodología de las Cinco S's es la base fundamental y una de las herramientas más indispensables si queremos la mejora continua y lograr una empresa de clase mundial.

### 3.4 Seiri (Clasificación).

El primer paso de la metodología, *Seiri*, incluye la clasificación de los artículos del Gemba (área de implementación) en dos categorías -lo necesario y lo innecesario- y eliminar o erradicar del gemba esto último. Debe establecerse un tope sobre el número de ítems necesarios. En el área de trabajo pueden encontrarse toda clase de objetos. Una mirada minuciosa revela que en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de éstos; muchos otros objetos no se utilizarán nunca o solo se necesitarán en un futuro distante. El área de trabajo está llena de máquinas sin uso, cribas, troqueles y herramientas, productos defectuosos, trabajo en proceso, materias primas, suministros y partes, estantes, contenedores, escritorios, bancos de trabajo, archivos de documentos, carretas, tarimas y otros ítems. Un método práctico y fácil consiste en retirar cualquier cosa que no se prevea que se vaya a utilizar en los próximos 30 días.

Con frecuencia, seiri comienza con una campaña de etiquetas rojas. Seleccione un área del gemba como el lugar para el seiri. Los miembros del equipo de las Cinco S's designado van al gemba con puñados de etiquetas rojas y las colocan sobre los



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

elementos que consideran como innecesarios. Cuanto más grandes sean las etiquetas y mayor sea su número, mejor. Cuando no está claro si se necesita o no un determinado ítem, debe colocarse una etiqueta roja sobre éste. Al final de la campaña, es posible que el área esté cubierta con centenares de etiquetas rojas.



Ilustración 16. Etiquetas rojas en innecesarios.

Algunas veces, es posible que los empleados del gemba encuentren etiquetas rojas sobre los ítems que en realidad necesitan. Para poder conservar estos ítems, ellos deben demostrar la necesidad del ítem, de lo contrario, todo lo que tenga una etiqueta roja debe retirarse del gemba. Las cosas que no tengan un uso futuro evidente y que no tengan valor intrínseco, se descartan. Las cosas que no se vayan a necesitar en los próximos 30 días pero que podrían utilizarse en algún momento en el futuro, se llevan a sus correspondientes lugares (como a la bodega, en el caso de suministros). El trabajo en proceso que exceda las necesidades del gemba deberá enviarse a la bodega o devolverse al proceso responsable de producir el excedente.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria



Ilustración 17. Proceso a seguir para cumplir con el Seiri.

En el proceso de seiri pueden obtenerse percepciones valiosas sobre la forma como la empresa conduce su negocio. La campaña de etiquetas rojas deja como resultado una montaña de artículos innecesarios, y los empleados se enfrentan a incómodas preguntas como: "¿Cuánto dinero se "inmoviliza" en productos prematuramente fabricados?". Las personas se preguntan a sí mismas como pudieron haber actuado de forma tan insensata. Como ejemplo podemos observar como en una empresa, una campaña de etiquetas rojas puso al descubierto suministros suficientes para unos 20 años.

Tanto los gerentes como los operadores tienen que ver estas extravagancias en el gemba para poder creerlo. Ésta es una forma práctica de que los gerentes puedan echar una mirada a la forma como las personas trabajan en la empresa. Al encontrar un montón de suministros, por ejemplo, el gerente debe preguntarse "¿Qué tipo de sistema tenemos para hacer pedidos a los proveedores? ¿Qué tipo de información utiliza nuestro personal de compras para hacer pedidos? ¿Qué tipo de comunicación se mantiene entre los encargados de la programación de producción y los operarios de producción? O, ¿el



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

staff responsable de las compras simplemente hace pedidos cuando piensa que ha llegado el momento de hacerlo?"

Los gerentes deben ser igualmente rigurosos cuando observan que el trabajo en proceso se ha realizado con mucha anticipación: "¿Por qué nuestro personal continúa produciendo trabajo en proceso del que no tenemos una necesidad inmediata? ¿Con base en cuál tipo de información comienzan ellos la producción?" Esta situación indica deficiencias fundamentales en el sistema, como el hecho de tener un control insuficiente entre producción y compras en el gemba. También revela una flexibilidad insuficiente para enfrentar los cambios en la programación de producción.

Al final de la campaña de etiquetas rojas, todos los gerentes -incluidos el presidente y el gerente de planta, lo mismo que los administradores del gemba- deben reunirse y echar un buen vistazo al montón de suministros, trabajo en proceso y otros artículos y comenzar a llevar a cabo el short kaizen para corregir el sistema que dio lugar a este despilfarro.



*Ilustración 18. Ejemplo de colocado de etiquetas rojas en un taller.*



La eliminación de ítems innecesarios mediante la campaña de etiquetas rojas también deja espacio libre, lo que incrementa la flexibilidad en el uso del área de trabajo, porque una vez descartados los ítems innecesarios, sólo queda lo que se necesita. En esta etapa debe determinarse el número máximo de ítems que deben permanecer en el gembá: partes y suministros, trabajo en proceso, etc.

Seiri, también puede aplicarse a las personas que trabajan en oficinas. Por ejemplo, un escritorio típico que tiene dos o más cajones. Con frecuencia, los elementos se colocan en estos cajones de forma indiscriminada; en un sólo cajón, de lado a lado, pueden encontrarse no solo lápices, bolígrafos, gomas de borrar, papeles, bandas de caucho, tarjetas de negocios y tijeras, sino también cepillos de dientes, dulces, perfumes, aspirinas, monedas, fósforos, cigarrillos, cintas adhesivas y otros objetos. Primero, estos elementos deben clasificarse de acuerdo con su uso. En un escritorio con sólo dos cajones, los implementos de oficina y los artículos personales deben ocupar cada uno un cajón.

A continuación se determina el número máximo de cada ítem. Por ejemplo, supongamos que decidimos colocar en los cajones solamente dos lápices, un bolígrafo, una goma de borrar, un bloc de papel, y así sucesivamente... Todos los ítems que superan el número máximo se descartan, es decir, se sacan del cajón y se llevan al área de almacenamiento para implementos de oficina que se encuentra en un rincón del despacho. Algunas veces, esta área de almacenamiento recibe el nombre de banco de reciclaje. Cuando se agotan los implementos que están en los cajones, el empleado se dirige al banco de reciclaje para reponerlos. A su vez, el empleado a cargo del banco observa el inventario y, cuando éste baja al mínimo establecido, ordena más implementos.

Al reducir a un mismo tipo los implementos en los cajones de nuestra oficina, eliminamos la necesidad de revolver y recorrer la colección de lápices, papeles y cosméticos para llegar a un ítem deseado. Este proceso desarrolla autodisciplina, que



igualmente, mejora el mantenimiento de registros e incrementa la capacidad de los empleados para trabajar en forma eficaz.

### 3.5 Seiton (Orden).

Una vez que se ha llevado a cabo el seiri, todos los ítems innecesarios se han retirado del área de trabajo, dejando solamente el número mínimo necesario. Pero estos ítems que se necesitan, tales como herramientas, pueden ser elementos que no tengan uso si se almacenan demasiado lejos del puesto de trabajo o en un lugar donde no pueden encontrarse. Esto nos lleva a la siguiente etapa de las Cinco S's, el Seiton.

Seiton significa clasificar los ítems por uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo. Para hacer esto, cada ítem debe tener una ubicación, un nombre y un volumen designados.

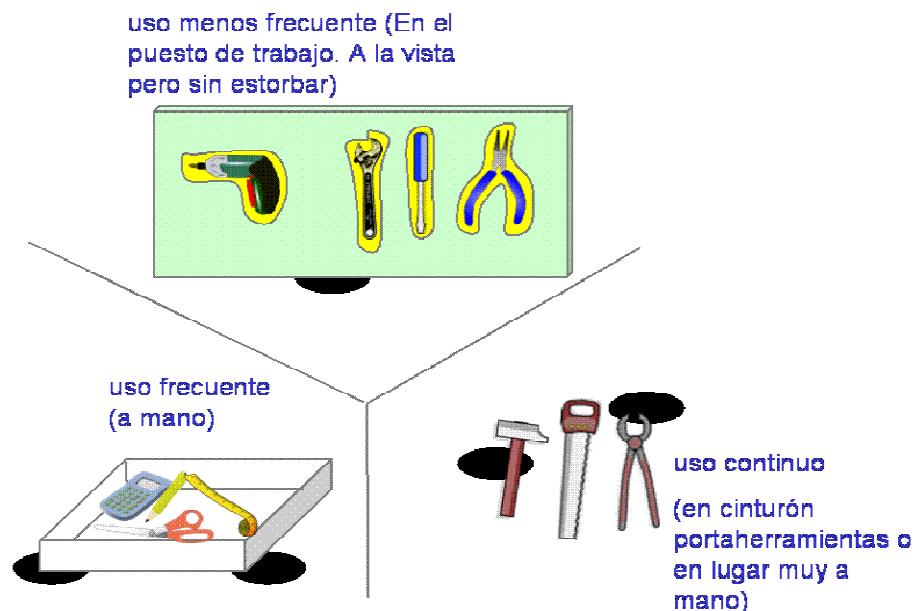


Ilustración 19. Distribución de necesarios.



Debe especificarse no sólo la ubicación, sino también el número máximo de ítems que se permite en el gemba. Por ejemplo, el producto en proceso no puede producirse en cantidades ilimitadas. Por el contrario, debe delinearse claramente el espacio en el suelo para las cajas que contienen el producto (pintando un rectángulo para demarcar el área, etc.) y debe indicarse un número máximo tolerable de cajas, por ejemplo, cinco. Puede colgarse un objeto pesado en el techo encima de las cajas para impedir que se apilen más de cinco como método radical. Cuando se ha alcanzado el nivel máximo permitido de inventario, debe detenerse la producción en el proceso anterior; no hay necesidad de producir más de lo que puede consumir el proceso siguiente. De esta forma, seiton garantiza el flujo de un número mínimo de ítems en el gemba de estación a estación, sobre la base de "primeros en entrar, primeros en salir".

Una vez invitaron a Taiichi Ohno, el ingeniero que diseñó el sistema de producción JIT, a visitar la línea de ensamblaje de otra empresa. Cuando se le pidió que comentara sobre la línea, dijo: "Ustedes tienen demasiado trabajo en proceso que está en espera, creando una línea lateral. Dejen un número mínimo en la línea lateral y devuelvan todos los ítems en exceso al proceso anterior". Una montaña de láminas metálicas prensadas tenían que devolverse al taller de prensa, y allí los trabajadores tenían que realizar su trabajo rodeados de hojas metálicas prensadas, lo que creaba una atmósfera similar a una cárcel. Ohno dijo: "Esta es la mejor forma de mostrarles a las personas que cuanto más excesos de suministros generen, mayor será la cantidad de dinero que pierda la empresa".

Los ítems que se dejan en gemba deben colocarse en el área designada. En otras palabras, cada ítem debe tener su propia ubicación y, viceversa, cada espacio en el gemba también debe tener su utilidad señalada. Cada pared debe estar numerada, utilizando nombres como Pared A-1 y Pared B-2. La colocación de elementos tales como suministros, trabajo en proceso, tomas de agua, herramientas, cribas, moldes y carretas deben señalarse por su ubicación o con marcas especiales. Las marcas en el suelo o en las estaciones de trabajo indican las ubicaciones apropiadas del trabajo en proceso, herramientas, etc. Al pintar un rectángulo en el suelo para delinear el área para

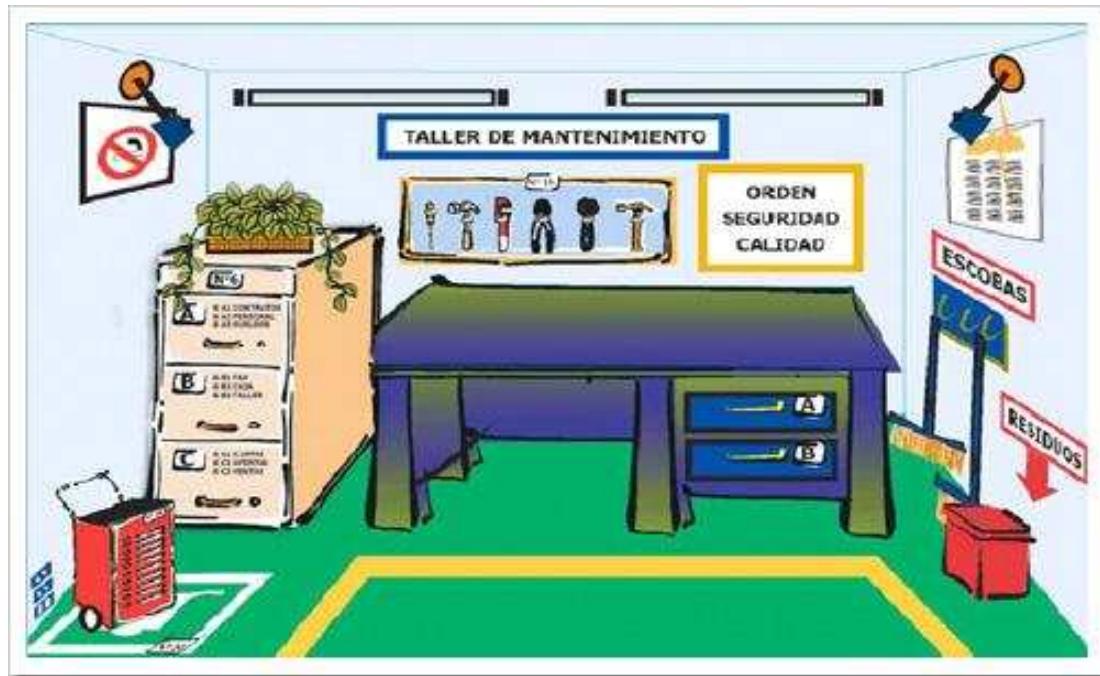


## **Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM**

## Memoria

las cajas que contienen trabajo en proceso, se crea un espacio suficiente para almacenar el volumen máximo de ítems. Al mismo tiempo, cualquier desviación del número de cajas señaladas se hace evidente instantáneamente (ésta es la primera etapa de introducción de un sistema de producción de "atracción"). Las herramientas deben colocarse al alcance de la mano y deben ser fáciles de recoger y regresar a su sitio. Sus siluetas podrían pintarse en la superficie donde se supone que deben almacenarse. Esto facilita saber cuándo se encuentran en uso.

El pasillo por el que se moverán los operarios también debería señalizarse claramente con pintura. Al igual que otros espacios se designan para suministros y trabajos en proceso, el destino del pasillo es el tránsito: no debe dejarse nada allí. El pasillo debe estar completamente despejado de manera que se destaque cualquier objeto que se deje allí, lo que permite a los supervisores observar instantáneamente la anormalidad y emprender así la correspondiente acción correctiva.



*Ilustración 20. Ejemplo de Seiton.*



Esto también se puede manejar en las herramientas de trabajo, ya sea lápices, hojas, llaves mecánicas, destornilladores, etc. Para ello, podemos colocarlas en un mueble específico, en el caso de las herramientas, éstas pueden delinearse en un contenedor específico, donde también se anotará su nombre, así cuando esta herramienta no se encuentre en su lugar será inmediatamente detectable la falta, y nos asegura que siempre que requiramos esa herramienta invariablemente estará en su sitio. Esto nos ayuda a ganar tiempo y evitar sentimientos de desesperación o estrés por no tener las cosas donde y cuando las necesitamos.

### 3.6 Seiso (Limpieza).

**Seiso** significa eliminar el polvo y suciedad de una fábrica. También implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza, por el cual se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fugas.

La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente, sino también crear y mantener un pensamiento superior al simple de limpiar. Exige que identifiquemos las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación; de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

Para aplicar **Seiso** se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: “la limpieza es inspección”



- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor cualificación.
- Se debe elevar la limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

### ***Beneficios del Seiso.***

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo.
- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.



### *Implantación del Seiso.*

El **Seiso** debe implantarse siguiendo una serie de pasos que ayuden a crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones. El proceso de implantación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

- **Paso 1. Campaña o jornada de limpieza.**

Se debe realizar una campaña de orden y limpieza como un primer paso para implantar las Cinco S's. En esta jornada se eliminan los elementos innecesarios y se limpia el equipo, pasillos, armarios, almacenes, etc.

Esta clase de limpieza no se puede considerar un Seiso totalmente desarrollado, tan solo un buen inicio y preparación para la práctica de la **limpieza permanente**. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones Seiso deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial. Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de las Cinco S's ya que crea la motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza y progresar a etapas superiores Seiso.

- **Paso 2. Planificar el mantenimiento de la limpieza.**

El encargado del área debe asignar el trabajo de limpieza en la planta. Si se trata de un equipo de gran tamaño o una línea compleja, será necesario dividirla y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.



### ○ **Paso 3. Preparar el manual de limpieza.**

Es muy útil la elaboración de un manual de entrenamiento para limpieza. Este manual debe incluir, además del gráfico de asignación de áreas, la forma de utilizar los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; como también, la frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor. Las actividades de limpieza deben incluir la inspección antes del comienzo de turnos, las actividades de limpieza que tienen lugar durante el trabajo, y las que se hacen al final del turno. Es importante establecer tiempos para estas actividades de modo que lleguen a formar parte natural del trabajo diario.

Es frecuente encontrar que estos estándares han sido preparados por los operarios, debido a que han recibido un entrenamiento especial sobre esta habilidad.

El manual de limpieza debe incluir:

- Propósitos de la limpieza.
- Fotografía o gráfico del equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del taller.
- Mapa de seguridad del equipo indicando los puntos de riesgo que nos podemos encontrar durante el proceso de limpieza.
- Fotografía del equipo humano que interviene en el cuidado de la sección.
- Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- Diagrama de flujo a seguir.

### ○ **Paso 4. Preparar elementos para la limpieza**

Aquí aplicamos el Seiton a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.



### ○ Paso 5. Implantación de la limpieza

Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinaria, ventanas, etc., Es necesario remover capas de grasa y mugre depositadas sobre las guardas de los equipos, rescatar los colores de la pintura o del equipo oculta por el polvo.

Seiso implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, limaduras de corte, arena, pintura y otras materias extrañas de todas las superficies. No hay que olvidar las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente, por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior.

Durante la limpieza es necesario tomar información sobre las áreas de acceso difícil, ya que en un futuro será necesario realizar acciones kaizen o de mejora continua para su eliminación, facilitando las futuras limpiezas de rutina.

Debemos insistir en que la limpieza es un evento importante para aprender del equipo e identificar a través de la inspección las posibles mejoras que el mismo requiere. La información debe guardarse en fichas o listas para su posterior análisis y planificación de las acciones correctivas.

### 3.7 Seiketsu (Normalización).

La normalización, también llamada estandarización, significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos. La estandarización de la maquinaria significa que cualquiera puede operar dicha maquinaria. La estandarización de las operaciones significa que cualquiera pueda realizar la operación.

El Orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización.



Seiketsu es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras S's. Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Un operario de una empresa de productos de consumo que ha practicado TPM por varios años manifiesta: "Seiketsu implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente. "Nosotros" debemos preparar estándares para nosotros". Cuando los estándares son impuestos, estos no se cumplen satisfactoriamente, en comparación con aquellos que desarrollamos gracias a un proceso de formación previo.

Desde décadas conocemos el principio escrito en numerosas empresas: "Dejaremos el sitio de trabajo limpio como lo encontramos". Este tipo de frases sin un correcto entrenamiento en estandarización y sin el espacio para que podamos realizar estos estándares, difícilmente crea compromiso para su cumplimiento.

Seiketsu o estandarización pretende...

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S's.
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de como se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.



- Las normas de limpieza, lubricación y aprietas son la base del mantenimiento autónomo.

### ***Beneficios del Seiketsu.***

- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprender a conocer en profundidad el equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

### ***Como implantar la limpieza estandarizada.***

Seiketsu es la etapa de conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras S's. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la **creación de los hábitos** para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Para implantar Seiketsu se requieren los siguientes pasos:



### ○ **Paso 1. Asignar trabajos y responsabilidades.**

Para mantener las condiciones de las tres primeras S's, cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas tareas claras relacionadas con sus lugares de trabajo, Seiri, Seiton y Seiso tendrán poco significado.

Deben darse instrucciones sobre las tres S's a cada persona sobre sus responsabilidades y acciones a cumplir en relación con los trabajos de limpieza y mantenimiento autónomo. Los estándares pueden ser preparados por los operarios, pero esto requiere una formación y práctica kaizen para que progresivamente se vayan mejorando los tiempos de limpieza y métodos.

Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- Diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en Seiso.
- Manual de limpieza
- Tablón de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
- Programa de trabajo Kaizen para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.

### ○ **Paso 2. Integrar las acciones Seiri, Seiton y Seiso en los trabajos de rutina.**

El estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de las acciones de limpieza, lubricación y control de los elementos de ajuste y fijación. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.



En caso de ser necesaria mayor información, se puede hacer referencia al Manual de Limpieza preparado para implantar Seiso. Los sistemas de control visual pueden ayudar a realizar “vínculos” con los estándares, veamos su funcionamiento. Si un trabajador debe limpiar un sitio complicado en una máquina, se puede marcar sobre el equipo con un adhesivo la existencia de una norma a seguir. Esta norma se ubicará en el tablón de gestión visual para que esté cerca del operario en caso de necesidad. Se debe evitar guardar estas normas en manuales y en armarios en la oficina; esta clase de normas y lecciones de un punto deben estar ubicadas en el tablón de gestión y este muy cerca del equipo.

### **3.8 Shitsuke (Mantener la disciplina).**

Shitsuke significa autodisciplina. Las personas que continuamente practican seiri, seiton, seiso y seiketsu -personas que han adquirido el hábito de hacer de estas actividades de su trabajo diario- adquieren autodisciplina.

Las Cinco S's pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo diario. La esencia de las Cinco S's es seguir lo que se ha acordado. Se comienza por descartar lo que no necesitamos en el gemba (seiri) y luego se disponen todos los ítems innecesarios en el gemba en una forma ordenada (seiton). Posteriormente, debe conservarse un ambiente limpio, de manera que puedan identificarse con facilidad las anormalidades (seiso), y los tres pasos anteriores deben mantenerse sobre una base continua (shitsuke). Los empleados deben acatar las normas establecidas y acordadas en cada paso, y para el momento en que llegan a shitsuke tendrán la disciplina para seguir tales normas en su trabajo diario. Esta es la razón por la que el último paso de las Cinco S's recibe el nombre de autodisciplina.

En esta etapa final, la gerencia debe haber establecido los estándares para cada paso de las Cinco S's, y asegurarse de que el gemba esté siguiendo dichos estándares.



Los estándares deben abarcar formas de evaluar el progreso en cada uno de los cinco pasos.

Un gerente de gemba de una empresa de químicos comentó una vez que cuando le pidió a sus operadores del gemba que evaluaran los parámetros clave del proceso y los trazaran en el diagrama y/o carta de control, los operadores no asumieron con toda la seriedad esta tarea: las cifras siempre permanecían en el centro de la carta de control. Sin embargo, una vez que implementaron con éxito las Cinco S's y que todos comenzaron a adquirir autodisciplina, el gerente descubrió que la actitud de los operadores había cambiado: los datos que aparecían en la carta de control comenzaron a revelar desviaciones.

Existen cinco maneras de evaluar el nivel de las Cinco S's en cada etapa:

1. Auto-evaluación.
2. Evaluación por parte de un consultor experto.
3. Evaluación por parte de un superior.
4. Una combinación de los tres puntos anteriores.
5. Competencia entre grupos gemba.

El gerente de planta debe organizar un concurso entre los trabajadores; posteriormente, éste puede revisar el estado de las Cinco S's en cada gemba y seleccionar el mejor y el peor gemba. El mejor gemba puede recibir un premio u otro reconocimiento, mientras que al peor se le entrega una escoba y un balde. Este último grupo tendrá un incentivo para realizar un mejor trabajo, de manera que otro grupo sea el que reciba estos elementos en una próxima ocasión.

Con el fin de revisar el progreso alcanzado, los gerentes de planta y los administradores de gemba deben realizar una evaluación en forma regular. Solamente



después de aprobado el trabajo en el primer paso, los trabajadores podrán seguir al paso siguiente. Este proceso proporciona un sentimiento de logro.

Una vez completo el seiso, la atención de la gerencia debe centrarse en un nuevo horizonte: mantener y garantizar el entusiasmo. Después de haber trabajado intensamente seiri, seiton y seiso, y de haber visto los mejoramientos en el gemba, los empleados empiezan a pensar: "¡Los que hemos logrado!" y se rebajan y lo toman con calma por un rato (o lo que es peor, suspenden sus esfuerzos por completo). Las poderosas fuerzas que están en juego en el gemba tratan de ejercer presión sobre las condiciones para que vuelvan a su estado anterior, lo que hace imperativo que la gerencia construya un sistema que asegure la continuidad de las actividades de las Cinco S's.

### 3.9 Plan de Implementación

#### 1. Establecer áreas de aplicación o Gemba.

El primer paso para realizar un plan de implantación es el establecimiento del área de trabajo. Generalmente se eligen las áreas más críticas de la empresa, como el almacén de refacciones, el departamento de mantenimiento, y el área de producción como los departamentos piloto.

La selección del gemba debe ser de acuerdo a las necesidades más apremiantes de la empresa, buscando a la vez el área con más conflictos por pérdidas de tiempo útil en los equipos. Puede ser toda una línea de producción, un solo equipo o el almacén de herramientas y/o refacciones.



### 2. Organización de comité de implementación.

El comité de implementación, como su nombre indica, será el responsable de la observación, ejecución y mejoras en la implementación. Estará conformado por un Coordinador, un Auditor, un Facilitador y un Comunicador-Difusor.

La labor del coordinador será la de verificar y realizar mejoras al seguimiento de implementación de la metodología, analizando junto con los demás miembros del comité el proceso de implementación, los hallazgos y las actividades a realizar para que la implementación sea exitosa. Además, se encargará de vigilar la capacitación constante del comité para que puedan realizar mejoras constantes, y que el personal esté cada vez más comprometido con la metodología.

El coordinador también se encargará de autorizar los cambios necesarios en el gemba según la metodología lo requiera, así como de gestionar los materiales y recursos para los mismos.

La labor principal de los auditores será la de realizar las inspecciones (Seiketsu) en el gemba, y junto con el personal y resto del comité proponer mejoras en los hallazgos encontrados. El auditor también se encargará de controlar y evaluar la información de los avances y la constancia de la implementación, así como su permanencia en el personal. Además, junto con el facilitador, señalarán y buscarán solución para los puntos débiles y hallazgos en el personal.

Los facilitadores serán los encargados de capacitar al personal de las diferentes áreas, impartir los cursos y talleres que se requieran para que el personal sea consciente y se comprometa con la metodología, ya que los beneficios no son solamente para la empresa, sino mayormente para los trabajadores en general, ya que los beneficios son cualitativos y cuantitativos, y así como pueden obtener beneficios económicos (si la empresa gana, ellos ganan) también morales (trabajan con más comodidad, menos frustraciones y mayor desempeño y autonomía).



El encargado de Comunicación y Difusión tiene que realizar material creativo para que todo el personal esté enterado de lo que se va a realizar y cómo se va a hacer, organizar las campañas de información tanto de avances, hallazgos, mejoras, publicaciones y publicidad en general. Todas las actividades desempeñadas por el personal hacia la implementación deben ser tomadas en cuenta por Comunicación y Difusión.

### **3. Definir área de Banco.**

El Banco será el área donde se depositarán TEMPORALMENTE los artículos retirados del gemba al hacer seiri. Al realizar seiri, se identificarán todos los artículos existentes en el gemba con tarjetas de colores, las cuales indicarán su destino, cantidades, precio, etc. Los artículos marcados con tarjetas amarillas y rojas serán depositados en el banco, dejando en el gemba solamente las etiquetadas con tarjetas verdes. El banco no es el almacén de artículos innecesarios, si no un sitio transitorio donde los artículos que ahí se encuentren serán destinados a otro almacén según Seiton, o si se eliminarán definitivamente: se venderán, regalarán, reacondicionará o trasladarán a otras áreas o plantas o desecharán.

Es importante definir el banco y su función en el personal, ya que el banco se convertirá muchas veces en la zona de conflicto. La razón es sencilla: el ser humano tiene la tendencia a guardar basura y artículos innecesarios bajo la filosofía de "por si algún día se ofrece", y con esto logramos acumular una gran cantidad de cosas que a fin de cuentas nos ocasionan un costo adicional, espacios necesarios ocupados con ellos, sobreinventarios, etc.

**IMPORTANTE:** El banco debe desaparecer al terminar con seiton, ya que entonces todos los artículos en él almacenados deberán ser reubicados, vendidos, desechados y/o rehabilitados.



### 4. Definir las necesidades del gemba.

Entre las necesidades del gemba encontramos:

- Útiles de limpieza (escobas, recogedores, trapeadores, cubetas, jabón, estopa, solventes, etc.)
- Rotuladores (marcadores, rotuladores de calor, etc.)
- Indicadores visuales (letreros, anuncios, banners, carteles, publicaciones, etc.)
- Delimitación y marcado (pintura, brocha, cinta, etc.)
- Útiles de almacenaje (cajas, anaqueles, vitrinas, muebles para herramienta y herramientales, etc.)

### 3.10 Delimitación y marcado de áreas.

Al hacer la clasificación de los artículos en el gemba, debemos establecer el sistema de clasificación. Este debe adecuarse a nuestras necesidades y conveniencia, y seguir las reglas básicas de clasificación. Por ejemplo, lo pesado abajo, lo ligero arriba. Los artículos divididos por tamaño, tipo, formas, colores, uso, frecuencia, fechas, etc.

Una vez tengamos clasificados y ordenados los artículos en el gemba, debemos marcar las áreas donde éstos se van a almacenar, por ejemplo, si tenemos una caja de refacciones en un anaquel, en éste debemos etiquetar el área en que se depositará la caja, y dibujar su contorno en el anaquel, para colocarla siempre en la misma posición y controlar que siempre esté ahí.

Así mismo los muebles deben estar delimitados, herramientas, accesorios, plumas, útiles, etc.



Además del marcaje y delimitación de áreas, la identificación visual (control visual) también nos puede indicar movimiento, precauciones y rutas, por ejemplo, el sentido de giro de una máquina, la ruta de evacuación y las precauciones al pasar por cierta área. El tener bien delimitadas e identificadas estas características nos ayudan a mantener un mejor control y las áreas más seguras.

La delimitación y el marcado de áreas no solo es importante por permitir localizar cada artículo o maquinaria en el lugar que le corresponde, si no que es un excelente auxiliar para mantener la seguridad en el gemba, ya sea evitando obstáculos en las rutas de tránsito y evacuación, o teniendo cada artículo dentro de su área marcada. De esta forma evitamos que éstos estén en sitios menos seguros y garantizamos la inexistencia de accidentes como tropiezos o peligros mayores... es por esto que "*los accidentes no existen*".

### **3.11 Definición de formatos, sistemas de control y auditorías.**

Cuando ya hemos cumplido con la implementación de las primeras 3 S's, procederemos a mantener todo en las condiciones alcanzadas, y mejorándolas continuamente. Para lograr esto, deberemos definir formatos de inspección de áreas, sistemas de control de la metodología, y revisiones constantes para que no existan desviaciones en la implementación, evitando de esta forma la vuelta al punto de partida.

Para ello, deberemos analizar las necesidades de cada área para cada paso, y con ello elaborar un formato de inspección que se llevará diariamente hasta que las rutinas de inspección sean algo cotidiano que no requiramos pedir al personal que se haga, si no que ellos mismos lo lleven como una tarea más en su labor que le facilita todas las demás.

Podemos empezar con la inspección del orden y limpieza, lo cual es completamente visual, y según hayamos hecho la implementación del Seiso, llevar un



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

control preciso sobre la existencia y estado de materiales y herramientas en el área. Para esto podemos realizar un formato que nos indique algo más o menos como sigue:

	SEISO - LIMPIEZA						
	AREA:		OPERARIO/ENCARGADO:				
	FECHA:						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Limpieza de estanterías							
Limpieza de maquinaria							
Limpieza de herramientas							
Presentación del personal							
Obstrucción de suelos							
Exceso de herramientas/materiales							
Falta de herramientas/materiales							
ORDEN GENERAL							

*Ilustración 21. Formato para el control del Seiso.*

Este formato sencillo nos puede dar una idea de lo que requerimos inspeccionar, y cómo esto nos puede ayudar a tener todo con un control efectivo, sin que el personal sienta que es fiscalizado u obligado, pero sintiendo que esto le sirve para efectuar sus labores con más seguridad, tranquilidad y motivación, ya que un lugar limpio y ordenado es más inspirador y cómodo.

El hacer las auditorías a la metodología, nos debe ayudar a encontrar aquellos puntos débiles de nuestro sistema de trabajo, ya que en ellas, además de buscar los fallos que se estén teniendo en la implementación del sistema, se recogen opiniones del personal sobre qué se requiere para mejorar sus labores, o conseguir una mayor eficiencia en sus procesos. Por ejemplo, el personal de mantenimiento puede tener una caja con toda su herramienta revuelta, de modo que requiera tiempo para buscar una específica al hacer una reparación, pero está cumpliendo con tenerlas todas limpias, en cantidades que requiere, pero, si esta herramienta está revuelta le hará perder tiempo, entonces se puede sugerir el comprar una caja con clasificador de herramienta, de modo que en un instante encuentre cualquier herramienta que requiera.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

No debemos olvidar que las Cinco S's las hace, implementa y sustenta el personal que se encuentra en el área, entonces, debemos motivarlos y apoyarlos en sus necesidades, ya que de esto fundamentalmente depende el éxito o fracaso de la metodología.



## 4 Implantación del método de las Cinco S's en Gres de Aragón.

### 4.1 Introducción.

Qué duda cabe de que el mundo se halla en una profunda crisis económica. Casi cada semana se oye por televisión o por comentarios de conocidos cómo empresas que hace unos años generaban unos beneficios muy voluminosos ahora se encuentran en suspensión de pagos o se ven abocadas al cierre definitivo.

Este hecho se agrava aún más si cabe en las empresas que dependen directa o indirectamente del mundo de la construcción, en cuyo caso se encuentra Gres de Aragón, productora de gres para construcción. Esto es debido a que la crisis económica mundial viene, en España, acompañada de una crisis inmobiliaria sin precedentes.

Es por ello que cada vez más empresas se dan cuenta de que si no se renuevan, si no aumentan su nivel competitivo respecto a otras empresas del mismo sector, no sólo nacionales sino también internacionales, se verán condenadas a seguir los pasos de tantas otras que se encuentran en la quiebra. Han llegado a la conclusión de que: “o renovarse, o morir”, metafóricamente hablando.

Este es el caso de la empresa en la que nos encontramos. Con un ERE a sus espaldas hace pocos años, se tomó, por parte de la dirección de la empresa la decisión de adoptar una serie de medidas que le permitieran a la empresa dar un gran impulso a su competitividad y a su fortaleza en el mercado en vista de nuevos clientes.

Es por todo esto que se decidió incluir la implantación del TPM, un sistema que incluye el desarrollo del método de automantenimiento y el de las Cinco S's, como uno de los veinticinco objetivos más importantes que se marca el grupo cada año.

Estos métodos no sólo significarían una modificación de los procesos dentro de los ya existentes o una revisión de cómo se hacían las cosas hasta ahora sino que



supondrían un cambio muy profundo en la forma de comportarse, de actuar en el puesto de trabajo, y lo más importante un cambio profundo en la mentalidad de toda la plantilla de la empresa, desde el operario que se halla a pie de planta hasta el directivo de más alta categoría.

A priori se intuía que no iba a resultar nada fácil, y de hecho no lo fue, ya que el ser humano tiende a tomar costumbres y a acomodarse. Es por ello que exigir un cambio en su manera de trabajar, con mayor organización, orden y limpieza e incluyendo nuevas responsabilidades a las que ya tenía generó un rechazo inicial y una incredulidad en los resultados por parte de los operarios. Sin embargo, superado este rechazo inicial y transcurrido un plazo de tiempo suficiente para apreciar los resultados (a medio plazo), serán los mismos operarios los que verán su trabajo facilitado por la reducción de averías y con la realización de cambios en los procesos mucho menos costosos. Además este método les produce una motivación extra dado que se identifican con el puesto y se “adueñan” de él cuidándolo como si fuera propio.

Es por ello que se debían de poner todos los esfuerzos en una normalización del método lo antes posible. Sin embargo, surgía la dificultad añadida de la existencia de tres turnos de trabajo en algunos de los puestos: mañana, tarde y noche. Esto suponía que cada puesto de trabajo, con todas sus máquinas y herramientas, pasaba cada día por las manos de tres trabajadores distintos, cuya forma de trabajar y de usar los elementos del puesto podía no ser exactamente igual: más desordenado, más limpio, etc. Este hecho suponía un grado de desalienación con su puesto de trabajo, es decir, no lo tomaba como algo propio, no se identificaba con él y por lo tanto no genera el mismo grado de responsabilidad en el estado del puesto.

Sin embargo, si la dirección de la empresa se mantenía firme y perseverante en sus convicciones acerca de la óptima implantación de estos métodos, no cabe ninguna duda de que al final se conseguiría el éxito en los resultados esperados.



### 4.2 La decisión de implantar el método de las Cinco S's.

El primer paso para implantar exitosamente las Cinco S's –aunque suene muy evidente- es decidirse a implantar las Cinco S's. Debe ser una decisión firme, sin duda alguna, y debe tomarse en primer lugar desde la dirección de la empresa y divulgarse hacia abajo. La dirección del grupo incluyó la implantación de un sistema TPM entre los veinticinco objetivos anuales principales de la empresa. Dado que el método de las Cinco S's se halla implícito en el TPM se convirtió de esta manera en objetivo principal. Fue la dirección la encargada de transmitir esa decisión al responsable de planta, y de transmitir la motivación por el cambio, por la mejora y responsabilizándose y revisando que el desarrollo del método transcurría correctamente, sin ningún tipo de abandono o equivocación.

Así pues, fue J. A., responsable de planta, el que asumió la decisión en firme de implantar este sistema que tenía unos resultados contrastados en otras empresas del grupo como Brilen, empresa productora de hilo de poliéster. Este método permitiría trabajar de manera más eficiente y productiva. La implantación de este método conllevaría un aumento considerable de la calidad en el trabajo, mejorando pues el bienestar y la motivación de los empleados. Además supondría otra tarea de “marketing” pues proporcionaría una imagen de organización y limpieza a los clientes que habitualmente visitan la planta.

### 4.3 Organización de comité de implementación

Fue en este momento cuando se decidió crear un equipo de implantación del TPM, compuesto por:

- El responsable de planta, J. A. Mir, que asumiría el rol de coordinador, y se encargaría de coordinar todos los movimientos de la empresa relacionados con las Cinco S's y de autorizar los cambios que se produjeran en su implantación.



- Los responsables de cada área (administración, mantenimiento, producción, etc.) y mi persona como técnico en prácticas, que asumirían tanto los roles de auditores como los de facilitadores. Éstos se encargarían de controlar y evaluar la información de los avances y la constancia de la implementación, así como de capacitar al personal de las diferentes áreas e impartir los cursos y talleres que se requieran para que el personal sea consciente y se comprometa con la metodología.
- Mi persona, como encargado de Comunicación y Difusión. Esta tarea consistiría en realizar material creativo para que todo el personal esté enterado de lo que se va a realizar y cómo se va a hacer, organizar las campañas de información acerca de avances, hallazgos y mejoras.

Una vez creado el equipo de implantación de las Cinco S's, se transmitió verbalmente, aprovechando los descansos colectivos, a todo el personal de la empresa del inminente desembarco del método de las Cinco S's en Gres de Aragón. Fue un anuncio con una antelación de treinta días antes del comienzo del desarrollo de la implantación. Este anuncio no sólo perseguía informar a los trabajadores sino que también se buscaba mentalizarlos para que se fueran abriendo a la idea del inminente cambio en la forma de trabajar, un cambio que supondría una revisión de las costumbres adquiridas en el entorno de trabajo durante años, y que sería de carácter permanente.

A continuación, y dado que en la empresa Brilen ya se encontraba en una fase avanzada de implantación y estaba comenzado a dar resultados tangibles, parte del equipo de implantación se movilizó hasta la empresa del grupo para adquirir conocimientos al respecto. De esta manera, el jefe de planta, el director de producción y el director de calidad organizaron una visita con el fin de tomar anotaciones y observar el procedimiento que se había seguido para implantar el método de las Cinco S's. El resultado fue muy satisfactorio, ya que además de adquirir muchos conceptos importantes, regresaron con un extra de motivación al haber presenciado en primera persona los muchos beneficios del método.



Otra de las medidas adoptadas por la dirección del grupo para incentivar y formar a la plantilla acerca del lanzamiento de las Cinco S's, fue la formación externa. De esta manera, se programó un curso impartido por el Centro Ibercaja de Desarrollo Empresarial (Ibercide) al que acudió todo el equipo de implantación del método de la planta. Dicho curso proporcionó formación acerca de cómo desarrollar el método, que pasos seguir, así como de los beneficios que se obtendrían gracias a él y de los posibles inconvenientes que aparecerían a medida que se fuera desarrollando la implantación.

### 4.4 Campaña de información.

El siguiente paso en la implementación supuso una campaña de información y formación acerca de lo que supone el método de las Cinco S's. Para ello se planificó en primer lugar una charla informativa por parte del coordinador y del encargado de Comunicación y Difusión en la que se transmitió a los empleados en qué consistía este método y cómo se debía llevar a cabo. Esta charla consistió en unas diapositivas explicativas con las principales características de las Cinco S's que el coordinador fue desarrollando y exponiendo acerca de cómo se iban a implantar en la empresa así como el proceso que se iba a seguir para ello.

Seguidamente, se mostró un video didáctico creado en Euskalit (Fundación Vasca para la Excelencia), en el que por medio del ejemplo de la implantación de las Cinco S's en una cocina se muestra los fundamentos básicos de éste método. Dentro de este video se va explicando qué son y qué significan cada una de las S's, y se muestran opiniones y experiencias de empresarios que han desarrollado el método en sus empresas y que aportan ideas distintas en la implantación del método en empresas de ámbitos muy variados así como soluciones a problemas comunes a la hora de aplicar el método.

Una vez finalizado el video se pasó a un turno de ruegos y preguntas por parte de los operarios. En él se pudieron escuchar preguntas acerca del alcance de la



# Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

implantación, sobre quién recaerían las responsabilidades de que se llevara a cabo correctamente este método.

Otra de las maneras con las que se trató de mentalizar e informar a todos los empleados de la planta consistió en introducir en las nóminas un tríptico realizado por el encargado de Comunicación y Difusión que incluía información acerca del método de las Cinco S's e información acerca de cómo, cuándo, por qué y quién iba a desarrollar el método en toda la planta.

## 1 Seire - SEPARAR

- Inventariar y separar lo innecesario de lo necesario.
- Apartar o desprenderte de lo innecesario.
- "No acumular cosas inútiles"

### VENTAJAS

- Eliminación de obsoletos y duplicados.
- Aprovechamiento del espacio.
- Reducir sensación de desorden.

## 2 Seiton - ORDENAR

- Ubicar lo necesario de modo que facilite su localización el uso y su conservación.
- "Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"

### VENTAJAS

- Materiales localizables con facilidad.
- Se reducen movimientos y operaciones.
- Comodidad para coger y dejar materiales.
- Aumento de seguridad.

## 3. Seiso - LIMPIAR

- Limpiar e inspeccionar. Identificar y eliminar las fuentes de suciedad manteniendo el estándar de los medios productivos y productos
- "No es más limpio el que más limpia sino el que menos ensucia"

### VENTAJAS

- Mejora de seguridad, accidentes y los riesgos para la salud.
- Disminución de las interrupciones y de los zafarranchos de limpieza ocasional
- Visibilidad de anomalías, averías, y mejora del mantenimiento.

## 4 Seiketsu - ESTANDARIZAR

- Idear procedimientos sencillos para identificar situaciones normales y anómalas, facilitando su corrección.
- Crear normas para su mantenimiento.
- "Gestión visual"

### VENTAJAS

- Fácil mantenimiento del orden y de la limpieza.
- Detección inmediata de situaciones irregulares.
- Identificación visual clara de la organización, funcionamiento, nivel y stocks adecuados.
- Aumento del control y la seguridad y prevención de peligros.

## 5 Shitsuke AUTODISCIPLINA

- Trabajar en crear hábitos que permitan conservar y mejorar el estado alcanzado en la implantación, cumpliendo los estándares definidos.
- "El hábito hace al monje"

### VENTAJAS

- Mantenimiento sin esfuerzo de los logros de fases anteriores.
- Gestión portafolios: seguimiento de evolución de objetivos e indicadores 5S.
- Se crean hábitos favorables al orden y la gestión visual.
- Mejora continua del sistema implantado.



## PROGRAMA

5S

MEJOR LUGAR DE TRABAJO  
MAYOR PRODUCTIVIDAD

ORGANIZACIÓN – ORDEN - LIMPIEZA

2011

Ilustración 22. Haz del tríptico informativo.



# Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

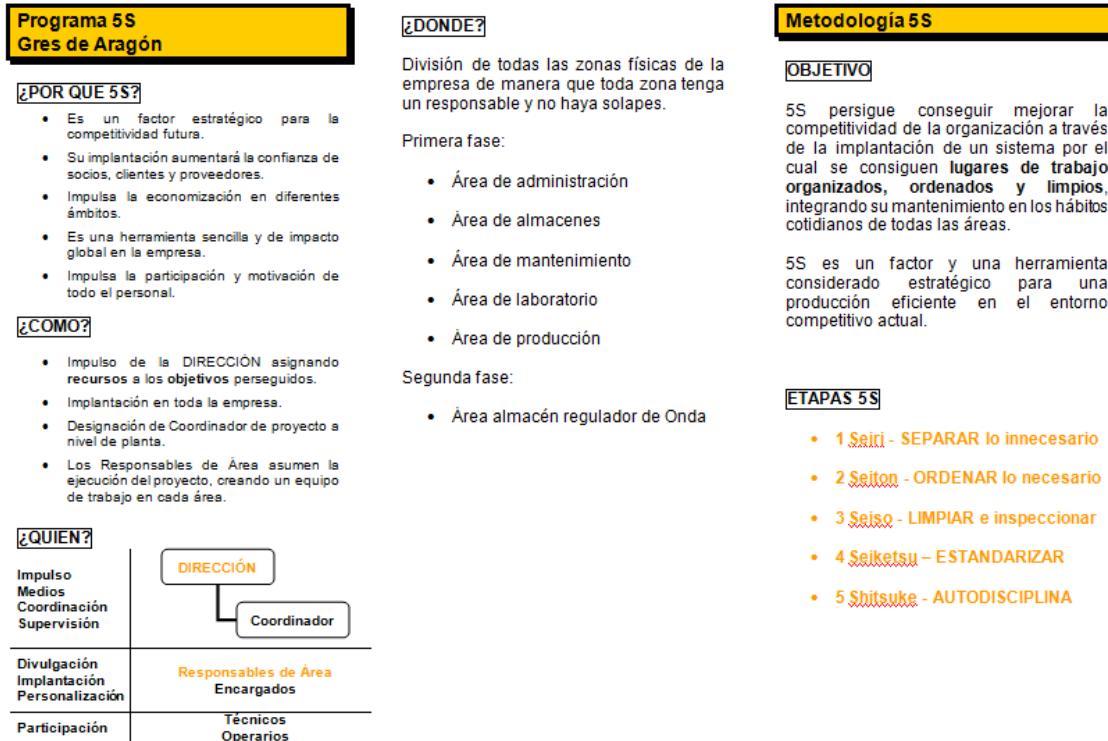


Ilustración 23. Envés del tríptico informativo.

## 4.5 Establecimiento y delimitación de áreas de aplicación o Gemba.

Una vez expuesto el alcance del nuevo lanzamiento, se convocó una reunión en la que participaron los auditores y facilitadores. En esta reunión se consensuó cuál iba a ser el método de implantación de las Cinco S's. Tras unas horas de reunión y debate entre los asistentes se determinaron las siguientes pautas.

- La implantación de las Cinco S's sería definitiva e inmediata.
- Se repartieron las responsabilidades dentro de las diferentes zonas que se hallan en el rango de acción sobre las que se desarrollaría el método. Se creó de esta forma un documento en el que se reflejaron este reparto de las zonas en trimestres, pues se estableció que la rotación de las



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

responsabilidades haría más efectiva la implantación al utilizar diversos puntos de vista para cada zona.

RUTAS	1S+2S+3S	1T	2T	3T	4T
<b>1. Nave de taller mecánico y eléctrico.</b>	pp				
1.1. Taladro, torno, fresadora, prensa	Carlos	CARLOS	JOAQUIN	FERNANDO	CARLOS
1.2. Banco de trabajo, estantería de reparación/reparados, tornillería	Joaquín.	JOAQUIN	FERNANDO	CARLOS	JOAQUIN
1.3. Sierra de corte, estantería de perfilaría y chapas, mesa soldadora, plegadora, cizalla	Fernando	FERNANDO	CARLOS	JOAQUIN	FERNANDO
1.4. Estantería de recepción de materiales	Gerardo	GERARDO	GERARDO	GERARDO	GERARDO
1.5. Estanterías de partes, almacén de útiles de media, prendas de seguridad, chaveteadora	Manolo	MANOLO	MANOLO	MANOLO	MANOLO
1.6. Almacén mecánico	Carlos	CARLOS	JOAQUIN	FERNANDO	CARLOS
1.7. Taller eléctrico	Faci, Oscar	FACI	OSCAR	FACI	OSCAR
<b>2. Nave exterior, caseta soldadura</b>	Manolo	MANOLO	MANOLO	MANOLO	MANOLO
<b>3. Oficina taller, compras repuestos.</b>					
3.1. Mesa y estanterías departamento eléctrico	Roberto	ROBERTO	ROBERTO	ROBERTO	ROBERTO
3.2. Mesa y estanterías departamento mecánico	Manolo	MANOLO	MANOLO	MANOLO	MANOLO
3.3. Mesa, estanterías de compras,	Gerardo	GERARDO	GERARDO	GERARDO	GERARDO
3.4. Mesa trabajo, mesa reuniones, documentación, catálogos	Luis.	LUIS	LUIS	LUIS	LUIS
<b>4. Almacén eléctrico</b>	Roberto	ROBERTO	ROBERTO	ROBERTO	ROBERTO
<b>5. Almacén mecánico</b>	Gerardo	GERARDO	GERARDO	GERARDO	GERARDO
<b>6. Almacén Araklinker</b>	Gerardo	GERARDO	GERARDO	GERARDO	GERARDO
<b>7. Almacén EPI</b>	Luis	LUIS	LUIS	LUIS	LUIS
<b>8. Almacén residuos</b>	Olga	OLGA	OLGA	OLGA	OLGA
<b>9. Cogeneración, grupos electrógenos, ERM</b>	Oscar	OSCAR	FACI	OSCAR	FACI
<b>10. Cuartos compresores, transformadores, Sala control</b>	Faci	FACI	OSCAR	FACI	OSCAR

Ilustración 24. Reparto de responsabilidades del área de mantenimiento.

- Se dejó un plazo inicial de tres meses para que los facilitadores de las diferentes áreas pusieran en práctica toda la metodología.
- Se desarrollarían las tres primeras S's en tres fases distintas, dando un plazo de un mes aproximadamente para cada una de las S's.
- Se creó un espacio en los tablones expresamente dedicado a las Cinco S's en los que se reflejaban los facilitadores de cada área, la figura del coordinador, fotos con antes-después para motivar a los operarios y los resultados de la última auditoría.
- Se establecieron unas auditorías periódicas para examinar el alcance de la implantación además de evitar su abandono. Estas auditorías serán llevadas a cabo por parte de facilitadores de áreas externas a la auditada.



- Se realizarían unos informes detallados sobre el alcance de la implementación de las Cinco S's, y se tendrían en cuenta para futuras auditorías.

#### 4.6 Análisis del estado inicial de las 3 primeras S's

El siguiente paso consistió en poner en práctica todo lo acordado anteriormente. Para ello se comenzó por ir de “cacería” (término propio del método de las Cinco S's) que consiste en recorrer las áreas de implantación detenidamente para examinar el estado inicial en el que se encuentra el Gemba. En esta revisión se analizaron los tres factores principales relacionados cada uno con las tres primeras S's del método: cantidad de innecesarios, organización y orden, y limpieza. Al mismo tiempo, se fueron tomando una serie de fotos del estado en el que se encontraban los puestos de trabajo, es decir, fotos del “antes”.



*Ilustración 25. Foto del antes del archivo.*



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria



*Ilustración 26. Foto del antes del área de almacenes.*



*Ilustración 27. Foto del antes del área del laboratorio.*



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria



*Ilustración 28. Foto del antes del área de mantenimiento.*



*Ilustración 29. Foto del antes del área de producción.*



En total se sacaron más de 500 fotos de todas las áreas de la empresa, que se archivaron para volver a revisarlas una vez se hubiera llevado a cabo el proceso de implantación de las tres primeras S's con el fin de:

- Por un lado, permitirían tener una referencia sobre cómo se encontraba inicialmente el área para poder compararla con el estado en el que se encontrará una vez lanzado el método.
- Por otro lado, servirían de elemento motivador que impulsarán más si cabe las ganas de limpiar y organizar todo nuestro puesto de trabajo.

Una vez tomadas las fotos del antes de la implantación llegó el momento de ponerse manos a la obra con las tres primeras S's. El proceso seguido será el siguiente: se desarrollará la primera de las Cinco S's (eliminación de innecesarios) hasta llegar en todas las áreas del puesto de trabajo correspondiente a unos niveles de implementación cercanos al 100%. Este tiempo de implantación debía ser del orden de un mes para poder llegar al objetivo final que suponía implementar las tres S's en tres meses. Una vez terminada la eliminación de innecesarios se procedía a desarrollar la segunda S (orden y organización) hasta llegar a porcentajes bastante altos y así poder acometer la implantación de la última de las tres primeras S's (limpieza).

### 4.7 Lanzamiento de la primera S: Eliminación de innecesarios.

Se valoró en primer lugar la necesidad de todas las herramientas, máquinas y utensilios que se fueron encontrando en cada una de las zonas, es decir, se realizó una búsqueda de innecesarios que debían, o bien desaparecer o bien cambiar de lugar específico dada su poca utilización en el trabajo cotidiano de los operarios. Para ello se decidió por seguir el método de las etiquetas, en el cuál los responsables de las distintas áreas colocaron pegatinas de colores que dependían del grado de utilidad del elemento etiquetado:



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

1. Los elementos que eran útiles y se utilizaban en el área de trabajo se etiquetaron con unas pegatinas de color verde. Esto significaba que el elemento era necesario para el trabajo cotidiano de esa área.
2. Los elementos que carecían de utilidad pero que eran susceptibles de resultar útiles en otras áreas de la empresa se etiquetaron con unas pegatinas de color amarillo. Estas pegatinas podían ser sustituidas por una pegatina de color verde en el momento en el que un responsable de otra área considerara que ese elemento le resultaría útil para realizar las tareas que se llevaran a cabo en ésta, o bien convertirse en roja si en un plazo de tiempo determinado no se le encontraba utilidad.
3. Los elementos que resultaron totalmente inútiles a la vista de los responsables se les colocó una pegatina de color rojo.

El siguiente paso fue el de decidir qué hacer con toda esta cantidad de innecesarios que aparecieron. Se debía pues delimitar una zona de almacén en el que se depositarían los elementos innecesarios. Fue en ese momento cuando los responsables de cada área crearon las áreas de banco y el almacén de innecesarios común.

El proceso seguido con los elementos innecesarios era el siguiente:

- Los elementos con las etiquetas verdes permanecían en el área de trabajo a la espera de ser reorganizados en el desarrollo de la segunda S.
- Los elementos con una etiqueta roja se trasladaban al almacén común.
- Los elementos con las etiquetas amarillas se dejaban en el Banco de cada área para que los responsables de las áreas restantes revisaran todos los elementos almacenados con el fin de encontrar utilidad en sus áreas a todos esos innecesarios. Cuando pasaba un tiempo determinado y todos los responsables de las áreas restantes habían revisado estos Bancos, los elementos que quedaban en el almacén pasaban a etiquetarse con una



pegatina roja, es decir, se consideraba a ese elemento totalmente inútil. Es en ese momento cuando todos estos elementos innecesarios se trasladaban al almacén común junto con el resto.

- Se determinó que los responsables de las distintas áreas debían realizar una visita al almacén común para revisar posibles elementos que hubieran adquirido algún tipo de utilidad por la modificación de alguna máquina o proceso. En ese caso se le retiraría la pegatina roja al elemento innecesario y se recolocaría dentro del área correspondiente.



Ilustración 30. Almacén común de innecesarios.

### 4.8 Lanzamiento de la segunda S: Organización.

Una vez se hubo eliminado todos los innecesarios de los puestos de trabajo era el momento de acometer el lanzamiento de la segunda S, la de organización y orden.

Para ello, se tomó un punto de vista “externo” para analizar la organización y el orden de los materiales, herramientas, recambios, etc. con el fin de replantearse si todo estaba dispuesto de la manera que hiciera más eficiente el trabajo de los operarios.



Se detectaron muchas herramientas sin una ubicación específica, que vagaban de una mesa de trabajo a otra. Se decidió pues tomar una estrategia, en cuanto a la colocación de herramientas se refiere, de utilizar paneles de herramientas. De esta forma se buscaba una rápida y cómoda ubicación así como una fácil comprobación en el caso de que falte alguna.

Se procedió a realizar una inspección de la colocación de las herramientas de toda la planta y se encargaron al departamento de mantenimiento mecánico la creación de tantos paneles como hacían falta.

El resultado de esta primera medida convenció totalmente tanto a operarios como a mandos intermedios, ya que redujo considerablemente el tiempo de búsqueda de las herramientas, permitió la detección de la escasez o directamente la inexistencia de herramientas que podían llegar a ser útiles en algún momento, y mejoró considerablemente la calidad en el trabajo de los operarios, que llegaron a plantearse cómo habían podido trabajar con tanto desorden hasta entonces.



*Ilustración 31. Ejemplo de herramientas desubicadas en el área de mantenimiento.*



*Ilustración 32. Herramientas colocadas en paneles.*

Una vez se hubieron recogido y ordenado las herramientas, el siguiente punto sobre el que se trabajo fue la colocación de los repuestos y materiales.

Se partía de la siguiente premisa: ninguno de estos elementos debía quedar sobre las mesas de trabajo o sobre el suelo directamente, y que se debía identificar claramente la posición de cada uno de éstos. Se decidió colocar los repuestos en paneles cuando era posible, o en estanterías llenas de cajas etiquetadas cuando se trataban de tornillos, tuercas o pequeños repuestos.

En el caso de que se tratara de repuestos de gran envergadura, y siempre que se estuviera en la absoluta certeza de que eran elementos necesarios, se les marcaba una zona delimitada en el suelo especificando que se trataba de su ubicación normal.

### 4.9 Lanzamiento de la tercera S: Limpieza.

Una vez eliminados los innecesarios y ordenados los necesarios, se quedaron todas las zonas de trabajo despejadas y listas para implementar la tercera de las S's: la limpieza. Para ello se organizaron unas “jornadas de la limpieza”. En ellas se examinó en primer lugar el estado de limpieza de las zonas de trabajo, centrándose en las que más suciedad generaban, esto es, los focos de suciedad y se analizó cuál era la causa de estos focos (mal funcionamiento de una máquina, mala ejecución de alguna tarea por parte de los operarios o simplemente falta de limpieza periódica de la zona). Esta



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

revisión produjo la detección de algunas averías en máquinas que se manifestaban en forma de escapes de aceite, grasa, o algún otro tipo de sustancia.

Seguidamente se limpiaron todas las áreas a conciencia eliminando cualquier resto de suciedad ya fuera en forma de polvo, escombros, aceites o grasas.

Se anotaron también las carencias de herramientas de limpieza (escobas, recogedores, cepillos, trapos, etc.) para realizar los pedidos correspondientes que permitieran llevar a cabo las labores de limpieza que en adelante se iban a exigir. Además se crearon unos contenedores para materiales contaminados como trapos manchados con grasa, que podían llegar a resultar muy contaminantes en el caso de desecharlos junto con la basura común.

Se vio necesario también crear unos paneles en los que se ubicaron las herramientas para la limpieza (escobas, recogedores, etc.) en cada una de las zonas de trabajo, de manera que éstas quedaban en alto sin ocupar espacio del suelo permitiendo además echar mano de ellas rápidamente en caso de necesitarlas.



*Ilustración 33. Panel de limpieza.*



#### 4.10 Análisis de los resultados.

Una vez implantadas en mayor o menor medida las tres primeras S's y transcurrido el plazo de tres meses que se dio inicialmente, se procedió a analizar el grado de implantación en cada una de las áreas dado que cada área es distinta en cuanto a: cantidad de herramientas, extensión, posibilidad de mejora en cada aspecto, etc. Para ello se recurrió al cálculo de los porcentajes de implantación de las tres primeras S's. Para el cálculo de estos porcentajes se partió de una serie de puntuaciones que los mismos responsables de las áreas, adjudicaban a cada una de las partes de las zonas analizadas.

RUTAS	Innecesarios	Orden	Limpieza	Total	Total anterior	Fecha	Auditor
<b>1. Nave de taller mecánico y eléctrico.</b>							
1.1. Taladro, torno, fresadora, prensa	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5			
1.2. Banco de trabajo, estantería de reparación/reparados, tornillería	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5			
1.3. Sierra de corte, estantería de perfilaria y chapas, mesa soldadora, plegadora, cizalla	1 2 3 4 5	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 2 3 4 5			
1.5. Estanterías de partes, almacén de útiles de media, prendas de seguridad, chaveteadora	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5			
1.6. Almacén mecánico	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5			
1.7. Taller eléctrico	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5			
<b>2. Nave exterior, caseta soldadura</b>							
3. Oficina taller, compras repuestos.	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5			
3.1. Mesa y estanterías departamento eléctrico	1 2 3 4 5	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	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	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	1 2 3 4 5			
4. Almacén eléctrico	1 2 3 4 5	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	1 2 3 4 5			
6. Almacén Araklinker	1 2 3 4 5	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	1 2 3 4 5			
8. Almacén residuos	1 2 3 4 5	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	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	1 2 3 4 5			
				Total			

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

Ilustración 34. Formato de auditoría en el área de mantenimiento.

El procedimiento era el siguiente:

1. Se visita a modo de “cacería” cada área de implantación. Estas áreas están divididas en subzonas como se puede observar en el ejemplo superior: subzona de taladro, torno, fresadora y prensa, subzona banco de trabajo, estantería de reparación y tornillería, etc.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

2. En función del estado de cada una de las S's se pone una valoración lo más objetiva posible que irá del uno al cinco, siendo ésta ultima la que mejor estado refleja.
3. Una vez finalizada la visita por las áreas se realiza la suma de todos los puntos adjudicados, debiendo comparar el valor obtenido con el total de puntos que se podrían haber conseguido en el caso de que estuvieran todas las S's en un estado de cumplimiento total.

RUTAS	15	25	35
<b>1. Nave de taller mecánico y eléctrico.</b>	<b>94%</b>	<b>89%</b>	<b>85%</b>
1.1. Taladro, torno, fresadora, prensa	95%	90%	80%
1.2. Banco de trabajo, estantería de reparación/reparados, tornillería	90%	70%	70%
1.3. Sierra de corte, estantería de perfilaría y chapas, mesa soldadora, plegadora, cizalla	90%	80%	70%
1.4. Estantería de recepción de materiales	99%	98%	97%
1.5. Estanterías de partes, almacén de útiles de media, prendas de seguridad, chaveteadora	90%	90%	85%
1.6. Almacén mecánico	95%	95%	95%
1.7. Taller eléctrico	99%	98%	95%
<b>2. Nave exterior, caseta soldadura</b>	<b>99%</b>	<b>99%</b>	<b>98%</b>
<b>3. Oficina taller, compras repuestos.</b>	<b>60%</b>	<b>61%</b>	<b>65%</b>
3.1. Mesa y estanterías departamento eléctrico	30%	30%	30%
3.2. Mesa y estanterías departamento mecánico	60%	60%	60%
3.3. Mesa, estanterías de compras,	70%	70%	85%
3.4. Mesa trabajo, mesa reuniones, documentación, catálogos	80%	85%	85%
<b>4. Almacén eléctrico</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>
<b>5. Almacén mecánico</b>	<b>75%</b>	<b>85%</b>	<b>90%</b>
<b>6. Almacén Araklinker</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>
<b>7. Almacén EPI</b>	<b>95%</b>	<b>95%</b>	<b>95%</b>
<b>8. Almacén residuos</b>	<b>90%</b>	<b>95%</b>	<b>90%</b>
<b>9. Cogeneración, grupos electrógenos, ERM</b>	<b>99%</b>	<b>99%</b>	<b>90%</b>
<b>10. Cuartos compresores, transformadores, Sala control</b>	<b>95%</b>	<b>95%</b>	<b>90%</b>

Ilustración 35. Porcentajes obtenidos tras la implantación de las tres primeras S's.

Gracias a la obtención de estos porcentajes, los responsables de las áreas se podían hacer una idea de cuál era el alcance actual de implantación de las tres primeras S's y centrarse en las zonas en las que el porcentaje de implantación fuera menor, con el fin de obtener unos porcentajes cercanos al 100%.

Una vez hecho el esfuerzo de eliminar los innecesarios, y organizar y ordenar todas las herramientas y materiales, llegaba el momento de comparar el estado en el que se encontraban las áreas de trabajo antes de la implementación del método con el estado en el que se encontraban actualmente. Este cambio quizás podía resultar casi imperceptible en algunas zonas, ya que se había llevado a cabo de una manera muy



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

progresiva. Sin embargo, gracias a las fotos que se hicieron antes de comenzar con la implementación, se disponía de una base para comparar.

Se dedicó pues un tiempo a volver a fotografiar todas las zonas implementadas para poder exponerlas en el tablón de las Cinco S's y producir una motivación extra en los operarios que verían un cambio sustancial en el área de trabajo siguiendo unas premisas muy básicas como pueden ser las que promulga este método.

Algunos ejemplos de los resultados son los siguientes:

<b>ANTES</b>	<b>DESPUÉS</b>
	
	



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria



*Ilustración 36. Fotos antes-después tras la implantación de las tres primeras S's.*

Para que todo el personal supiera en qué grado de implantación se encontraba su área de trabajo, el coordinador de las Cinco S's decidió dedicar una zona a las Cinco S's en los paneles de avisos y anotaciones de los diferentes grupos. De esta manera, todos los operarios podrían observar en qué zonas podían mejorar la implantación y trabajar en ellas cuando el volumen de trabajo se lo permitiera.

En esta zona se incluían documentos tales como:

- Lista de responsables de cada zona.
- Indicaciones y recordatorios acerca de la implementación de las Cinco S's.
- Resultados de auditorías para la revisión del estado y mantenimiento del método de las Cinco S's.
- Fotos del antes-después de cada zona del área implementada.



Ilustración 37. Paneles dedicados al desarrollo del método de las Cinco S's.

### 4.11 Definición de sistemas de control y auditorías.

Cuando ya se hubo realizado la implementación de las primeras 3 S's, se procedió a definir una serie de auditorías que permitieran mantener el grado de implantación, mejorándolo continuamente. Estas auditorías tenían como objetivo garantizar la inexistencia de desviaciones en la implementación, de manera que al cabo de unas semanas o meses, el área de trabajo se encontraría en un estado similar al que se llegó recién instaurada la implementación del método.

No hay que olvidar que la cuarta y la quinta S exigen disciplina a la hora de seguir el método llegando a una normalización de éste y realizar una mejora continua que garantice que todo el esfuerzo depositado no es en vano.

El hacer las auditorías no sólo debe ayudar a encontrar aquellos puntos débiles de nuestro sistema de trabajo, sino que además facilita la detección de los fallos que se cometan en la implementación del método, se recogen opiniones del personal sobre qué se requiere para mejorar sus labores y permite aumentar la eficiencia de los operarios.



Así pues, se creó un formato para realizar las auditorías muy similar al que se había utilizado en el análisis de resultados tras la implementación. El cambio más significativo se hallaba en que las auditorías se realizaban por parte de responsables de zonas ajena a la auditada, con el fin de obtener una máxima objetividad en la detección de fallos en el estado de cumplimiento del método de las Cinco S's. De esta manera, se realizaban visitas por las zonas de trabajo compuestas por el responsable de la zona auditada, un auditor ajeno a ésta y el coordinador del método, que anotaba todas las medidas necesarias para la mejora de alguna de las tres primeras S's.

Gracias a estas auditorías se revisaba el grado de implantación y mantenimiento de las Cinco S's y se realizaban los cálculos porcentuales para comprobar si el nivel de cumplimiento de las Cinco S's se había mantenido respecto a la implantación inicial o bien se había caído en los errores anteriores. En ese caso, se debían replantear el método de trabajo seguido y analizar las causas para tomar las medidas oportunas.

### 4.12 Conclusiones

Las Cinco S's no son una moda, ni el programa del mes, sino una conducta de vida diaria. Este método hace frente a la resistencia de las personas al cambio en su manera de trabajar, por lo que podría generar un rechazo inicial por parte de la plantilla. Sin embargo, se trata de un método que produce unos beneficios tan rápidos en los puestos de trabajo que son los propios operarios los que identifican las Cinco S's como una manera muy fácil y efectiva de mejorar las condiciones de trabajo.

Por ello el primer paso y uno de los más importantes consistió en preparar mentalmente a los empleados para que aceptaran las Cinco S's antes de dar comienzo a la campaña.

De esta manera la implantación fue profunda y sencilla. Pero este hecho no suponía que el equipo de implantación pudiera dormirse en los laureles. Fue por esto



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

que la creación de las auditorías proporcionó una seguridad de que este método no sólo no se abandonaría, sino que promulgaría una mejora continua y permanente.

Una vez implantado, el método de las Cinco S's trajo a Araklinker los siguientes beneficios:

- Creó ambientes de trabajo limpios, higiénicos, agradables y seguros.
- Revitalizó el gemba y mejoró sustancialmente el estado de ánimo, la moral y la motivación de los empleados.
- Eliminó las diversas clases de desperdicios, minimizó la necesidad de buscar herramientas, hizo más fácil el trabajo de los operadores, redujo el trabajo físicamente agotador y liberó espacio.

Una vez comprendidos estos beneficios y asegurándose de que los empleados también los han llevado a la práctica, la dirección de Araklinker pudo seguir adelante con el proyecto de implantación del TPM. El siguiente paso consistiría en desarrollar el Mantenimiento Autónomo.



## 5. Mantenimiento autónomo o auto-mantenimiento.

### 5.1 Introducción.

El Mantenimiento Autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que operan. Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares evitar el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y a rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.



### 5.2 Visión tradicional de la división del trabajo en plantas industriales.

Una de las principales características del Automantenimiento es involucrar y hacer partícipe a la parte de producción en actividades de mantenimiento.

En un estudio realizado por una auditora dedicada al desarrollo del TPM en varias empresas del sector de consumo (envasado, empacado, embotellado de productos para el cuidado personal y alimentación) se encontró que el 65 % de las solicitudes de servicio de mantenimiento (órdenes de trabajo) se debían a problemas ocasionados por una deficiente operación de los equipos, que producían fallos en la máquina, desajustes, pérdidas de rendimiento o problemas de mala calidad por deficientes montajes de herramientas y materiales. El 35 % restante de las solicitudes se debían a problemas de desgaste natural del equipo. Estas cifras confirman la importancia de revisar la forma en la que el personal de producción, y en especial los operarios, deben intervenir directamente y contribuir a la mejora del desempeño de los equipos.

En numerosas fábricas está muy marcada la separación entre el personal de mantenimiento y el de producción. El departamento de mantenimiento se encarga de reparar y entregar el equipo para que la función productiva cumpla con su propósito exclusivo de fabricar. Esta clase de organización industrial conduce a pérdidas de Efectividad Global de Producción, un pobre clima de trabajo, desmotivación y frecuentes enfrentamientos entre estas dos funciones.

La visión moderna del mantenimiento busca que exista un compromiso compartido entre las diferentes funciones industriales para la mejora de la productividad de la planta. En la medida en que se incorpora nueva tecnología en la construcción de los equipos productivos, los operarios de estos equipos deben tener un nivel técnico mayor, ya que deben conocer en profundidad su funcionamiento y colaborar en su mantenimiento. Sin embargo existen numerosas tareas que pueden ser realizadas por el operario, como limpiar, lubricar, cuidar los aprietas, purgar las unidades neumáticas,



verificar el estado de tensión de cadenas, observar el buen estado de sensores y fotocélulas, mantener el sitio de trabajo libre de elementos innecesarios, etc. Con esta contribución, el personal de mantenimiento podrá dedicar un mayor tiempo a mejorar las rutinas del mantenimiento preventivo y realizar verdaderos estudios de ingeniería de mantenimiento para mejorar el funcionamiento del equipo.

Otro problema frecuente es la categorización del personal de producción y mantenimiento. En muchas empresas industriales es posible encontrar tantos grados de especialización que se requiere la intervención de tres o cuatro personas para retirar un conjunto motor-bomba del lugar de operación: el electricista desconecta el motor, el mecánico desmonta el conjunto y un tercero lo transporta al taller para su reparación. En esta organización, la limpieza no es asumida por el operario de la sección, ya que este es un trabajo que debe ser realizado por personal con menor experiencia, preferiblemente del área de limpieza, que depende de servicios generales. Este tipo de situaciones hace que esta empresa no esté preparada adecuadamente para construir capacidades competitivas en su planta. No existe la posibilidad de mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de los equipos, ya que la función de limpieza es transferida a operarios independientes de la operación y poco capacitados, creando riesgos, pérdida de conocimiento e inefficiencia.

En algunas plantas productivas existe otro problema que tiene que ver con los "celos" entre el personal de mantenimiento en relación con el posible aprendizaje que pueda alcanzar el operario. Se ha considerado que el operario solamente debe operar el equipo y cualquier intervención menor debe ser realizada por el personal de mantenimiento. Cuando el operario de producción pretende acercarse y conocer un poco más el equipo durante la intervención del mecánico, este lo invita a retirarse o no existe el interés de enseñarle, ya que considera que este debe ser un trabajo exclusivo del técnico en mantenimiento.

En una cierta planta un joven operario le preguntó a un mecánico experto: "¿cómo lograste repararlo?", el mecánico le responde "es...un secreto profesional...".



Este tipo de actitudes no permiten lograr un mayor conocimiento sobre el equipo. Como resultado final el operario no intervendrá en futuras reparaciones, este se retirará del sitio de trabajo para realizar actividades personales no relacionadas con el trabajo.

Otro comportamiento que debemos corregir es el que se observa con el personal operario que no le interesa participar en los trabajos de mantenimiento y adquirir conocimiento profundo sobre el funcionamiento del equipamiento. Cuando la intervención toma cierto tiempo, la supervisión asigna el personal a otras líneas o equipos no dejando un número reducido de operarios para que cooperen en la puesta en marcha del equipo y aprendan más sobre la maquinaria. Este comportamiento se ve reforzado por la creencia existente de que no es posible que el operario cuente con una herramienta para realizar intervenciones menores. Estas solo son posibles con la intervención de los mecánicos.

Es frecuente dentro de las plantas, que el personal de mantenimiento atribuya los problemas a las prácticas deficientes de los operarios y el personal de producción a los deficientes métodos empleados por mantenimiento. Finalmente, ninguna de las funciones es responsable del problema.

Estos comportamientos han llevado a que dentro de las plantas industriales no se promueva la necesidad de que el operario pueda conocer profundamente la maquinaria. Sin este conocimiento difícilmente podrán contribuir a identificar los problemas potenciales de los equipos. Esta situación se ve agravada por la falta de instrucción y entrenamiento del personal cuando llega a la empresa.

En estas circunstancias el Mantenimiento Autónomo es un pilar del TPM urgente de implantar en esta clase de empresas para transformar radicalmente la forma de actuar de las funciones industriales. Cada persona debe contribuir a la realización del mantenimiento del equipo que opera. Las actividades de mantenimiento de primer nivel o de cuidado básico deben asumirse como tareas de producción.



### 5.3 Desarrollo de trabajadores competentes en el manejo de los equipos.

Cuando el operario ha recibido entrenamiento en aspectos técnicos de planta y conoce perfectamente el funcionamiento del equipo, éste podrá realizar algunas reparaciones menores y corregir pequeñas deficiencias de los equipos. Esta capacitación le permitirá desarrollar habilidades para identificar rápidamente anormalidades en el funcionamiento, evitando que en el futuro se transformen en averías importantes si no se les da un tratamiento oportuno. Los operarios deben estar formados para detectar prematuramente esta clase de anormalidades y evitar la presencia de fallos en el equipo y problemas de calidad. Un operario competente puede detectar rápidamente esta clase de causas y corregirlas oportunamente. Esta debe ser la clase de operarios que las empresas deben desarrollar a través del Mantenimiento Autónomo.

El Mantenimiento Autónomo implica un cambio cultural en la empresa, especialmente en el concepto: "yo fabrico y tu conservas el equipo", por la idea: "yo cuido mi equipo". Para lograrlo es necesario incrementar el conocimiento que poseen los operarios y conseguir de esta forma un total dominio de los equipos. Esto implica desarrollar las siguientes capacidades en los operarios:

#### ***1. Capacidades para descubrir anormalidades.***

Se crea una visión exacta para descubrir las anormalidades. No se pretende que el operario solamente detecte paradas del equipo o problemas con la calidad del producto. Es necesario desarrollar verdaderas competencias para descubrir tempranamente las posibles causas de un problema en el proceso. Se trata de crear una capacidad para prevenir anormalidades futuras.



### ***2. Capacidades para la corrección inmediata en relación con las causas identificadas.***

Con estas correcciones el equipo puede llevarse a las condiciones de funcionamiento original o normal. Por lo tanto, el operario debe conocer y contar con las habilidades para tomar decisiones adecuadas, informando a los niveles superiores o a otros departamentos involucrados en la prevención del problema.

### ***3. Capacidad para establecer condiciones.***

Saber definir cuantitativamente el criterio para diferenciar una situación normal de una anormal. Cuando se desarrolla la capacidad para descubrir anomalías, estas dependen de las condiciones y situaciones específicas, por lo tanto, el operario debe tener la capacidad o contar con criterios para juzgar el equipo para poder considerar si hay algo anormal o normal. No se puede contar con un trabajo exacto medido en cantidades precisas para decidir la situación del equipo. Es necesario crear habilidades para juzgar hasta donde se puede llegar a producir fallos potenciales en el equipo.

### ***4. Capacidad para controlar el mantenimiento.***

Se trata de que el operario pueda cumplir en forma exacta las reglas establecidas. No solamente detectar los fallos, corregirlos o prevenirlos. Se trata de respetar rigurosamente las reglas para conservar impecable el equipo.



### 5.4 Creación de un lugar de trabajo grato y estimulante.

El Mantenimiento Autónomo permite que el trabajo se realice en ambientes seguros, libres de ruido, contaminación y con los elementos de trabajo necesarios. El orden en el área, la ubicación adecuada de las herramientas, medios de seguridad y materiales de trabajo, traen como consecuencia la eliminación de esfuerzos innecesarios por parte del operario, menores desplazamientos con cargas pesadas, reducir los riesgos potenciales de accidente y una mayor comprensión sobre las causas potenciales de accidentes y averías en los equipos.

El Mantenimiento Autónomo estimula el empleo de estándares, hojas de verificación y evaluaciones permanentes sobre el estado del sitio de trabajo. Estas prácticas de trabajo crean en el personal operativo una actitud de respeto hacia los procedimientos, ya que comprenden su utilidad y la necesidad de utilizarlos y mejorarlos. Estos beneficios son apreciados por el operario y éste debe hacer un esfuerzo para su conservación. El contenido humano del Mantenimiento Autónomo lo convierte en una estrategia poderosa de transformación continua de la empresa. Sirve para adaptar permanentemente a la organización hacia las nuevas exigencias del mercado y para crear capacidades competitivas centradas en el conocimiento que las personas poseen sobre sus procesos. Otro aspecto a destacar es la creación de un trabajo disciplinado y respetuoso con las normas y procedimientos. El TPM desarrollado por el JIPM estimula la creación de metodologías que, sin ser inflexibles o limitar la creatividad del individuo, convierten el trabajo diario en algo técnicamente bien elaborado y que se puede mejorar con la experiencia diaria.



### 5.5 Limpieza como medio de verificación del funcionamiento del equipo.

La falta de limpieza es una de las causas centrales de las averías de los equipos. La abrasión causada por la fricción de los componentes deteriora el estado funcional de las partes de las máquinas. Como consecuencia, se presentan pérdidas de precisión y éstas conducen hacia la presencia de defectos de calidad de productos y paradas de equipos no programadas. Por lo tanto, cobra importancia el trabajo de mantenimiento que debe realizar el operario en la conservación de la limpieza en el mantenimiento autónomo.

Es por esta razón que en el desarrollo del TPM será imprescindible una implantación previa del método de las Cinco S's (en las que se incluye la limpieza de los puestos) antes de abordar el lanzamiento del Mantenimiento Autónomo.

Cuando el operario "toca" el equipo podrá identificar otra clase de anomalías como tornillos flojos, elementos sueltos o en mal estado, sitios con poco lubricante, tuberías taponadas, etc. La limpieza como inspección se debe desarrollar siguiendo estándares de seguridad y empleando los medios adecuados previamente definidos, ya que de lo contrario, se pueden producir accidentes y pérdidas de tiempo innecesarias.

### 5.6 Empleo de controles visuales.

Una de las formas de facilitar el trabajo de los operarios en las actividades de Mantenimiento Autónomo es mediante el empleo de controles visuales y estándares de fácil comprensión. Por ejemplo, la identificación de los puntos de lubricación de equipo con códigos de colores, facilitará al operario el empleo de las aceiteras del mismo color, evitando la aplicación de otro tipo de lubricante al requerido. Los sentidos de giro de los motores, brazos de máquinas, válvulas, sentido de flujo de tuberías, etc., se deben



marcar con colores de fácil visualización, evitando deficientes montajes y accidentes en el momento de la puesta en marcha de un equipo.

Otra clase de información visual útil para los operarios son los estándares de trabajo, limpieza y lubricación. Estos estándares en las empresas practicantes del TPM son elaborados en gran tamaño y ubicados muy cerca de los sitios de trabajo para facilitar su lectura y utilización.

### 5.7 Desarrollo del Mantenimiento Autónomo.

El desarrollo del Mantenimiento Autónomo sigue una serie de etapas o pasos, los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo. Las etapas sugeridas por los líderes del JIPM para aplicar el Mantenimiento Autónomo se muestran en la figura siguiente:

Etapa	Nombre	Tareas a realizar
1	Limpieza e inspección.	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, fugas, etc.
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso para la inspección a los sitios difíciles.	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección y mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control. Reducción del tiempo empleado para la limpieza.
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma.	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán de forma definitiva.



4	Inspección general.	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma.	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización.	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas del producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares.
7	Control autónomo pleno.	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de paneles de gestión visual y paneles Kaizen.

*Ilustración 38. Etapas del Mantenimiento Autónomo.*

La implantación del Mantenimiento Autónomo en pasos ha sido diseñada por el JIPM para cumplir propósitos específicos en la mejora industrial. Los propósitos previstos son:

- Lograr las condiciones básicas de los equipos.
- Establecer una nueva disciplina de inspección por parte del personal operativo.
- Crear una nueva forma de dirección fundamentada en el autocontrol y "empowerment".

### ***Etapa 0. Preparación del Mantenimiento Autónomo.***

Esta es una etapa muy importante en la que se reconoce la necesidad de implantar el mantenimiento autónomo en la planta. En esta fase se entrena al personal y



se preparan los documentos necesarios para realizar las fases de limpieza, lubricación, apriete y estandarización.

En esta etapa de preparación se establecen los objetivos del mantenimiento autónomo, se selecciona el área o equipo piloto en el que se realizará la primera experiencia y se desarrolla el programa de entrenamiento necesario para el inicio de las primeras etapas. Los operarios deben conocer la estructura interna de los equipos, el funcionamiento de las máquinas y los problemas que se pueden presentar en su operación, y perjuicios causados por el depósito de polvo y mala limpieza, falta de aprietes en tornillos y pernos, como también, los problemas que se presentan con la falta de conservación de la lubricación.

Como resultado final de este entrenamiento, los operarios deben conocer la forma de eliminar el polvo y suciedad del equipo, los métodos de lubricación, cantidad y periodicidad, como también la forma correcta de mantener apretados los elementos de fijación y el uso de las herramientas empleadas para el apriete.

### ***Etapa 1. Limpieza e inspección.***

En esta primera etapa se busca alcanzar las condiciones básicas de los equipos y establecer un sistema que mantenga esas condiciones básicas durante las etapas uno a tres. Los principios en los que se fundamenta la primera etapa son:

- Hacer de la limpieza un proceso de inspección.
- La inspección se realiza para descubrir FUGUAI (no conformes) o cualquier tipo de situación anormal en el equipo y las áreas próximas de trabajo.
- Los FUGUAI deben corregirse inmediatamente para establecer las condiciones básicas del equipo.



Para descubrir FUGUAI el proceso de limpieza es muy importante, ya que en esta fase se debe cumplir el principio de "limpieza es inspección". No se debe pretender solamente asignar un tiempo para la limpieza al finalizar el turno. Se debe buscar un nivel de pensamiento superior, en el que el operador tome contacto con el equipo para realizar inspección mediante el aseo del equipo. El TPM ofrece una metodología específica de auditoría para realizar la identificación de falta de limpieza, generando un plan de acción de mejora el cual es controlado mediante sistemas visuales y de fácil manejo por parte del operador y directivos de la planta. Es frecuente introducir en esta primera etapa las tres primeras S's o pilares de la fábrica visual, esto es aplicar Seiri, Seiton y Seiso que se han estudiado con antelación.

### ***Etapa 2. Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro forzado y mejorar el acceso a las áreas de difícil limpieza.***

En esta etapa se pretende que el trabajador descubra las fuentes profundas de la suciedad que deteriora el equipo y tome acciones correctivas para prevenir su presencia. Se busca mejorar el acceso a sitios difíciles para la limpieza, eliminación de zonas donde se deposita con facilidad la suciedad y se mejora la observación de los instrumentos de control. Esta etapa es importante para el desarrollo de las actividades Kaizen o de mejora continua y son desarrolladas por los propios trabajadores que enfrentan las dificultades en la limpieza o el manejo de los procesos asignados. Los resultados se manifiestan en la mejora del sitio de trabajo, reducción de posibles riesgos y reducción del deterioro acelerado de los equipos debido a la contaminación y escapes.

Las actividades más frecuentes que se realizan en planta en esta segunda etapa tienen que ver con la eliminación de escapes, fuentes de contaminación, excesos de lubricación y engrase en sitios de la máquina, derrames y contaminación. Conviene empezar observando cuidadosamente el área de trabajo para determinar qué piezas se ensucian, qué es lo que las ensucia y cuándo, cómo y porqué se ensucian. Es necesario



dibujar esquemas que muestren la localización de la contaminación, escapes, partículas, humos, nube de aceite, polvo, vapor y otros.

### ***Etapa 3. Preparación de estándares para la limpieza e inspección.***

Con base en la experiencia adquirida en las etapas anteriores, se preparan los estándares de inspección con el propósito de mantener y establecer las condiciones óptimas del estado del equipo. Es frecuente emplear las dos últimas S's de la estrategia de las Cinco S's con el objeto de garantizar disciplina y respeto de los estándares.

Esta etapa es un refuerzo de "aseguramiento" de las actividades emprendidas en las etapas 1 y 2. Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y apriete de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste; se busca prevenir deterioro del equipo manteniendo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados. Estos estándares, en la medida de lo posible, deben ser preparados por el operador una vez se haya capacitado para realizar esta labor.

Como consecuencias de esta etapa, el trabajador participará efectivamente en todas las actividades de cuidar el equipo, iniciando su intervención desde el mismo momento en que prepara las normas de cuidado de los equipos.

### ***Etapa 4. Inspección general orientada.***

En las etapas 1, 2 y 3 se han implantado actividades orientadas a la prevención del deterioro a través de la mejora de las condiciones básicas de la planta. En las etapas 4 y 5, por su parte, se pretende identificar tempranamente el deterioro que puede sufrir el equipo con la participación activa del operador. Estas etapas requieren del conocimiento profundo sobre la composición del equipo, elementos, partes, sistemas, como también sobre el proceso para intervenir el equipo y reconstruir el deterioro



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

identificado. Las inspecciones iniciales las realiza el operador siguiendo las instrucciones de un tutor especialista. La tabla siguiente presenta un ejemplo de un procedimiento para la detección de inconvenientes empleado en esta etapa. En esta clase de inspecciones deben producirse acciones de mejora que eviten la reincidencia de los problemas identificados mediante las acciones de inspección general.

Inconvenientes	Detalle del inconveniente
<b>1. Fallos pequeños</b>	
<b>1.1 por suciedad</b>	Polvo, basura, aceite, óxido, manchas.
<b>1.2 por trepidación</b>	Corrosión, desgaste, deformación, etc.
<b>1.3 por anormalidad</b>	Ruido anormal, calentamiento, vibración, olor extraño, alteración del color, presión, corriente eléctrica.
<b>1.4 por adherencia</b>	Obstrucción, fijación, acumulación, despegado, problemas en el movimiento.
<b>1.5 por daño</b>	Ralladura, aplastado, deformación alta.
<b>2. Condiciones básicas</b>	
<b>2.1 de lubricación</b>	Falta de aceite, aceite sucio, no se conoce el tipo de aceite, aceite inapropiado.
<b>2.2 de suministro de lubricante</b>	Daños por deformación de la boquilla, tapada debido a la suciedad.
<b>2.3 medidor de nivel</b>	Suciedad, daños, no posee indicador, no se aprecia la marca de mínimos y máximos.
<b>2.4 ajustes y aprietes</b>	Mala colocación de tapa, excesivo apriete, corrosión.
<b>3. Lugar difícil de acceder</b>	



<b>3.1 para limpieza</b>	Estructura de la máquina, protecciones, posiciones, espacio.
<b>3.2 para inspección</b>	Estructura, posicionamiento, ubicación de aparatos de medida, falta de indicaciones adecuadas.
<b>3.3 para lubricación</b>	Posición de la boca de lubricación, altura, orificio de salida de aceite descartado, espacio.
<b>3.4 para aprietas de tuercas y otros</b>	Protecciones, tamaño, apoyo, espacio.
<b>3.5 para operación</b>	Posición de la máquina, controles, válvulas, interruptores.
<b>3.6 para regulación</b>	Mal ubicado el manómetro, medidor sin escalas y tolerancias permitidas, no se marcan condiciones críticas y de seguridad en los instrumentos.

*Ilustración 39. Lista de detección de inconvenientes.*

Para la implantación de la etapa cuatro se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Preparar el programa de formación para operarios dirigido a lograr un alto conocimiento sobre métodos de inspección.
2. Desarrollar el programa de formación empleando la metodología "aprender haciendo".
3. Desarrollo de las primeras inspecciones con tutor. En esta oportunidad los expertos de mantenimiento podrán apoyar esta clase de tareas.
4. Realizar reparaciones e intervenciones livianas con la ayuda del tutor.
5. Planificar las acciones de reparación y de nuevas revisiones o inspecciones del equipo. Es necesario contar con un plan de inspecciones rutinario. El Ciclo Deming y el Mantenimiento Preventivo serán de gran ayuda para impulsar esta clase de acciones de forma rutinaria.



En varias empresas se han construido pequeños laboratorios de entrenamiento para operarios para que estos tengan la oportunidad de desarrollar sus habilidades de desmontaje y montaje de equipos. En otras compañías han desarrollado programas de formación técnica para operarios con los contenidos siguientes:

- Principios de elementos de máquinas.
- Física y dinámica de maquinaria.
- Mediciones básicas.
- Sistemas neumáticos e hidráulicos.
- Lubricación y tribología elemental.
- Introducción a la electricidad.
- Electrónica básica.
- Seguridad en el trabajo.
- Estandarización de operaciones.
- Lectura de planos mecánicos y eléctricos.
- Métodos de inspección.

Esta etapa es la de mayor contenido de formación. Dependiendo del nivel inicial de los trabajadores puede considerarse la de mayor tiempo necesario para su implantación. Es frecuente en las empresas encontrar personal con poco conocimiento técnico, lo cual puede ser un impedimento para que esta fase se logre en pocos meses.



### Conceptos a tener en cuenta:

La etapa cuatro del Mantenimiento Autónomo implica implantar un proceso concreto de mejora que contiene tres etapas:

1. Entrenamiento y adquisición de nuevo conocimiento con el fin de obtener recursos para inspeccionar profundamente el equipo.
2. Realizar el trabajo de inspección en forma rutinaria, en forma similar a como lo realiza el experto de mantenimiento a través de rutinas de inspección periódica.
3. Evaluación de resultados, desarrollo de intervenciones y mejora del equipo.

Los instrumentos clave y ayudas necesarias para que la etapa cuatro se implante con éxito son:

- Elaboración del manual de inspección general.
- Mejora del conocimiento de los operarios con lecciones de un punto y acciones de tutoría por expertos.
- Auditoria y evaluación del grado de conocimiento adquirido por el operario.
- Control sobre el desarrollo de competencias y habilidades de los operarios para reforzar o ajustar su trabajo.
- Auditoria de la etapa.

### *Etapa 5. Inspección autónoma.*

En esta etapa se cumple una primera función de conservar los logros alcanzados en las etapas anteriores. Posteriormente, la etapa cinco debe conducir a mejorar los estándares y la forma de realizar el trabajo autónomo que se viene realizando.



Para ello se evalúan los estándares de limpieza, lubricación y apriete establecidas en las etapas previas, se mejoran sus métodos y tiempos en base a la experiencia acumulada por el operador. Las principales actividades de esta etapa están relacionadas con el control de los equipos y la calidad de los mismos, condiciones y estado de ellos y de las herramientas. Uno de los aportes significativos de la etapa cinco consiste en el incremento de la eficiencia de la inspección, al mejorar métodos de trabajo y los estándares utilizados.

El desarrollo de la etapa cinco incluye los siguientes trabajos prácticos:

1. Evaluar los procedimientos utilizados hasta el momento en las actividades autónomas. Por ejemplo, los estándares de limpieza, lubricación y apriete. Las preguntas más frecuentes son: ¿los tiempos que utilizamos son los mejores? ¿Hemos dejado "pasar" fallos? ¿Existe recurrencia de fallos? ¿se han presentado errores de inspección? ¿El manual de inspección que utilizamos realmente está completo? ¿Podremos incorporar otros puntos al manual de inspección?
2. Se analizan los estándares para identificar si se pueden eliminar algunos puntos de inspección de alta fiabilidad, realizar trabajos en paralelo para reducir los tiempos de inspección, ¿podremos transferir algunas de estas actividades de inspección al trabajo de limpieza?.
3. Se evalúan los controles visuales que hemos utilizado. ¿Son adecuados? ¿han ayudado a mejorar la inspección? ¿faltan puntos? ¿Se pueden introducir nuevos elementos transparentes para facilitar la inspección visual? ¿Los códigos de colores que hemos utilizado para facilitar las operaciones realmente han aportado mejoras, o se deben realizar modificaciones para detectar con facilidad los problemas?



### ***Etapa 6. Estandarización.***

En las etapas anteriores se han realizado actividades de cuidado de las condiciones básicas de los equipos a través de inspecciones de rutina. Esta etapa cumple la tarea de realizar procesos Kaizen a los métodos de trabajo, y ya no está tan directamente relacionada con los equipos, sino con los métodos de actuación del personal operativo.

Una vez se han logrado las mejoras de los métodos de inspección para los equipos propuestos en la etapa cinco, es necesario establecer un estándar para que estos se mantengan a través del tiempo. La estandarización busca que estas actividades de rutina sean asignadas adecuadamente a los operarios y en el mejor tiempo posible. Los estándares deben incluir los sistemas de información necesarios para garantizar que los resultados de la inspección autónoma se emplean para la mejora del equipo y la prevención de problemas potenciales.

Se pueden resumir los siguientes puntos como los objetivos esperados en esta etapa de Mantenimiento Autónomo:

- Analizar las funciones de los operarios desde el punto de vista de las tareas asignadas, estándares de trabajo, eficiencia con la que se desarrollan, tiempos utilizados y coherencia.
- Desarrollo de acciones Kaizen para mejorar las acciones de trabajo e inspección y control de los equipos.
- Asegurar la unidad de criterio entre los diferentes operarios que actúan sobre un mismo equipo en diferentes turnos.

En esta etapa se busca que el equipo humano opere en forma armónica y que no existan desviaciones en su actuación. La etapa seis se debe orientar a eliminar aquellas causas que conducen a la pérdida de eficiencia de mano de obra. El proceso Kaizen se empleará como parte del trabajo necesario para alcanzar los objetivos de la compañía.



En esta etapa se analizan las auditorías generales de fábrica empleadas hasta el momento, con el objeto de introducir mejoras al modelo. Dentro de la estandarización se pueden incluir acciones para certificar al personal de producción y reconocer que han cumplido un ciclo formativo estandarizado, haciéndolo merecedor de un certificado de educación.

## ***Etapa 7. Control autónomo total.***

En las etapas 1 a 6 se logran resultados de mejora tanto en el control de los equipos, como en el cumplimiento de estándares mejorados de los métodos de trabajo. En la etapa 7 se integra plenamente el proceso de Mantenimiento Autónomo al proceso de dirección general de la compañía o Dirección por Políticas. Se pretende reconocer la capacidad de autogestión del puesto de trabajo del operador, creando un sentimiento de participación efectiva en el logro de las metas y objetivos de la fábrica y de la empresa. El operario podrá tomar decisiones en el ámbito de su puesto de trabajo, cooperará para el logro de objetivos compartidos, realizará nuevas acciones Kaizen y se iniciará en nuevas fronteras de mejora e innovación permanente en la forma de trabajar. Es en esta etapa donde realmente se logra que una planta de producción sea "un verdadero laboratorio de aprendizaje".

## **5.8 Auditorías del Mantenimiento Autónomo.**

### ***Conceptos***

Las auditorías de mantenimiento son el principal instrumento de gestión para lograr una verdadera transformación de la cultura de la fábrica. El concepto de auditoría no se debe asumir como vigilancia, sino como un proceso de reflexión y conversación que genere compromiso para la acción. La literatura especializada sobre estos aspectos comenta la necesidad de introducir nuevos modelos de control directivo dentro de las empresas. Estos nuevos modelos de control parten de la base de dar mayor poder a los



procesos de autoevaluación como factor decisivo en el incremento del compromiso con las acciones tomadas en las acciones de control.

Deming, DeGeuss, Ishikawa, Senge y expertos de la escuela del aprendizaje organizativo "Learning Organization" consideran que el proceso de control debe servir para incrementar el conocimiento profundo y aprendizaje del proceso.

Estos enfoques conceptuales pueden servir de base para el desarrollo de metodología de intervención y transformación de empresa, necesarias en la aplicación del TPM.

### ***Aplicación***

Las auditorias de Mantenimiento Autónomo bajo los conceptos teóricos anteriores deben tener las siguientes características:

- facilitar el autocontrol por parte de los operarios.
- servir para aprender más del proceso seguido.
- evaluar "lo que se hace" y "la forma como se hace".

Las auditorias de Mantenimiento Autónomo se diseñan para que sean aplicadas por el grupo de operarios, especialmente con la intervención de su líder. Estas auditorías pueden ser realizadas tanto para cada paso, como auditorias generales de fábrica.

### ***Auditorias de paso***

Las auditorias de paso desde el punto de vista conceptual deben incluir los siguientes puntos:



1. Progreso en la aplicación de cada una de las actividades contempladas para cada paso. Por ejemplo, en la etapa uno se puede incluir como parte de su desarrollo la creación de los mapas de seguridad. En la auditoria se evalúa si se han creado y si se comprenden.
2. Sistema de información utilizado, esto es, si se utiliza adecuadamente el tablero de gestión visual, las actas de reuniones, gráficos y demás documentos necesarios para implantar cada paso.
3. El trabajo en equipo y el nivel de participación de sus integrantes.

Las auditorias de paso deben servir para crear acciones de conversación sobre los temas previstos y crear nuevo conocimiento en el puesto de trabajo.

### ***Auditorias de la dirección***

Las auditorias de la dirección pueden ser de dos tipos: de paso y general de fábrica. Las auditorias de paso sirven para tener la suficiente información sobre el grado de evolución de cada paso y la autorización para iniciar el siguiente paso de autónomo. Este tipo de auditorías son importantes para reconocer el progreso del equipo y el crecimiento personal de sus integrantes. Algunas empresas entregan una certificación en la que se reconoce que el equipo ha cumplido con los requisitos para continuar su trabajo en un paso superior de autónomo.

Las auditorias de fábrica sirven para evaluar el progreso general del pilar, identificar puntos que requieren ayuda, aportar recomendaciones y ofrecer estímulo al personal.

La importancia de las auditorias está en los procesos de conversación existentes durante su realización. El JIPM no ofrece detalles sobre esta clase de beneficios. Sin embargo, los desarrollos recientes de "management" confirman la necesidad de no



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

solamente llenar un formato con lo observado en la auditoria. Lo realmente valioso consiste en las diferentes reuniones que se realizan y donde existe la posibilidad de practicar diálogos creativos. Nuevamente la teoría de que los "actos lingüísticos generan compromiso" es útil como base de la mejora de procesos, adquisición de nuevo conocimiento y lograr involucrar al personal.



## 6. Implantación y desarrollo del automantenimiento en Gres de Aragón.

### 6.1 Introducción.

El mantenimiento autónomo o automantenimiento es uno de los principales pilares para la implantación de un sistema TPM y es la acción más costosa y que más tiempo ha llevado realizarse, por lo difícil que resulta para algunos operarios dejar de trabajar de la forma que vienen haciéndolo durante tanto tiempo.

Hasta ahora, los operarios de Araklinker trabajaban a tiempo completo en la producción y el personal de mantenimiento asumía por completo las responsabilidades de las reparaciones.

Sin embargo con el método del automantenimiento los operarios se harán responsables del estado de sus equipos y de las tareas de mantenimiento preventivo de primer nivel. Además, participarán activamente en un sistema de mejora continua de sus puestos de trabajo.

Mediante su participación en la mejora continua y la puesta en óptimas condiciones de la máquina, operarios, encargados y todo el equipo de trabajo, desarrollarán un sentimiento de propiedad. Esta es tal vez una de las partes más importantes del proceso TPM. Participando en esta clase de proyectos se crea en cada trabajador de la empresa un sentido de orgullo y compromiso que les hace sentirse parte de gran conjunto.

También es muy importante el hecho de que, durante el entrenamiento, los participantes descubren que esta mejora es aplicable en cualquier otra actividad en la vida.

A continuación se describe el proceso seguido para la implantación del Mantenimiento Autónomo en la empresa Gres de Aragón.



## 6.2 Desarrollo del método.

### 6.2.1 Preparación del Mantenimiento Autónomo.

Tenidas en cuenta todas estas dificultades iniciales y con la completa certeza de que la implantación del automantenimiento iba a resultar total y exitosa, el equipo de implantación se puso manos a la obra lo antes posible para llegar a cabo el objetivo de implantar el automantenimiento en todos los grupos de trabajo de la planta de Araklinker.

Para ello se decidió recurrir a una implantación de un sistema de mantenimiento preventivo (lo que sería una lista de tareas que requiere el mantenimiento del puesto o elemento), pero que incluiría tareas de mantenimiento de primer nivel (engrases, aprietes, cambios por desgaste, etc.) que hasta ahora los operarios no habían tenido la responsabilidad o la capacidad para realizar, y que eran exclusivas del departamento de mantenimiento. Teniendo claras estas premisas acerca de cuál sería la manera mediante la cual se lograría la consecución del método del automantenimiento, se procedió a desarrollar toda la implantación.

La primera fase de la implantación del TPM consistió en decidir las zonas en las que se dividiría el automantenimiento y realizar una toma de contacto por los diferentes procesos de la planta en los que se implantaría un sistema estandarizado de mantenimiento preventivo operativo, ya que surgía la situación de encontrarse ante procesos que no había presenciado ni estudiado jamás mi persona.

Dado que se partió de la base de que el sistema de automantenimiento se iba a personalizar a cada proceso o máquina de la planta, quedó claro desde el principio que se debía dividir de alguna manera el desarrollo y la implantación del automantenimiento en la planta. Se planteó pues la primera elección:



- Repartir las tareas de automantenimiento preventivo en base a los distintos procesos de la planta que ya se han comentado en el apartado anterior, y que pueden ser: extrusión, cocido, etc.
- O repartir las tareas en función de las competencias que adquiere cada operario, y que pueden englobar varios procesos simultáneamente (grupos de trabajo) como pueden ser el control del horno y de los secaderos en el caso de los horneros.

A priori podría parecer que lo más lógico sería repartir las tareas en función de los procesos, que en esta planta se encuentran bien definidos y delimitados, y de esta manera centrarse en cada uno de ellos independientemente, realizando un estudio y una implantación por separado.

Sin embargo se decidió desde un principio referir las distintas tareas en función de los grupos de trabajo, ya que resultaría mucho más práctico. De esta manera sería el mismo operario el que realizaría todas las tareas programadas en su zona de trabajo en vez de que fueran varios “tipos” de operario (extrusor, hornero, esmaltador, etc.) los que debieran actuar sobre un mismo documento.

Además de esta forma, cada documento (aún por definir) permanecería en el centro de trabajo en el que los operarios guardan sus anotaciones, herramientas, órdenes de mantenimiento, etc. De esta manera, introducirían en su rutina diaria la realización del automantenimiento con lo que se consiguió uno de los principales objetivos con respecto a éste, su normalización.

Así pues, se pasó de una división de la planta por procesos: dosificación, extrusión, secado, esmaltado, horno, selección, corte y prensa, a una división por grupos de trabajo: extrusión-dosificación, esmaltado, horno-secadero, selección, corte y prensa.

Las cintas y pinzas que transportaban las piezas de una zona de trabajo a otra se repartieron de igual manera teniendo en cuenta qué operario las manejaba y por tanto quién debía ser su responsable a la hora de realizarle las tareas de automantenimiento.



Por último, se decidió implantar también el método del automantenimiento a las carretillas que utilizaban los operarios para mover piezas o pales de una parte de la planta a otra y que, como elementos que necesitaban mantenimiento, se decidieron incluir en el programa de implantación. De esta manera la responsabilidad de llevar a cabo el automantenimiento en cada una de las máquinas estaría perfectamente delimitada.

Llegados a este punto, ya se podía pasar a visitar los grupos de trabajo de la planta de Araklinker para hacernos una primera idea de en qué iban a consistir las tareas que las máquinas y puestos necesitaban para su correcto mantenimiento.

### GRUPOS DE TRABAJO

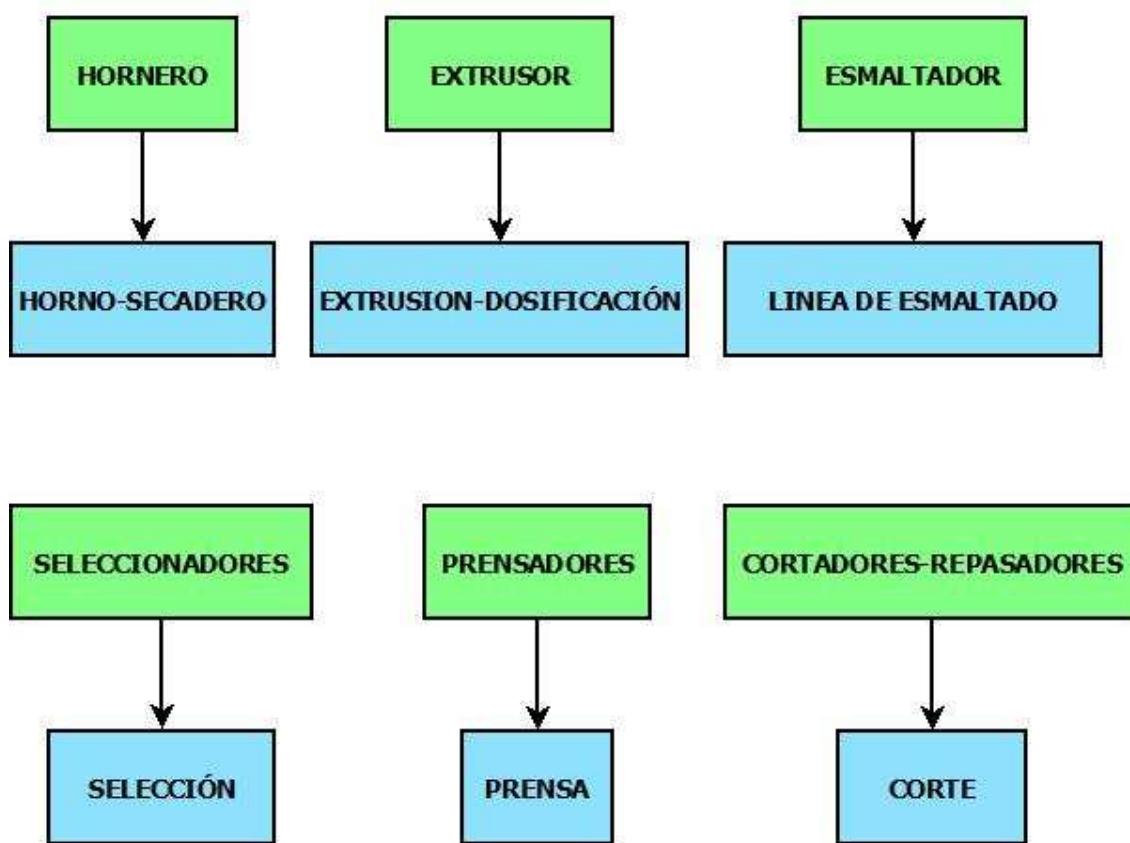


Ilustración 40. Competencias de los diferentes grupos de trabajo.



Para ello se organizó, por parte del jefe de mantenimiento, L. Segura y mi persona, una ruta programada de visitas a los diferentes grupos de trabajo en los que Luis fue exponiendo y explicando brevemente el funcionamiento de los diferentes grupos y máquinas, con algunas de las peculiaridades que éstos contienen. La intención de esta visita era la de formar una nueva visión de todos los procesos para que se fuera creando una idea inicial de a qué se iba a enfrentar el equipo de implantación del TPM.

Al mismo tiempo fueron presentados a cada uno de los operarios así como a los mandos medios de la empresa, ya que para la correcta consecución del automantenimiento se debería acudir a ellos a menudo para resolver dudas, pedir consejo y contrastar opiniones.

Una vez se tenía una idea general acerca de las máquinas de las que se disponía y de los diferentes puestos de trabajo y cargos existentes en la planta, el siguiente paso consistiría en elegir el formato sobre el que se implementara el automantenimiento. Para ello se partió de la base de que el documento debía ser:

- Sencillo y fácil de entender para que cualquier operario, sin tener en cuenta en qué proceso se había especializado, pudiera entenderlo sin ningún problema y pudiera realizar las tareas aunque nadie se las hubiera explicado detenidamente. Este caso se podía dar cuando se requeriera una sustitución o un apoyo en un proceso específico.
- Con la información necesaria para la realización de la tarea, sin caer en un exceso de divagación que pueda confundir al operario y que además supone una pérdida de tiempo en su lectura.
- Se trataría de un documento “vivo”, es decir, en el que se desarrollaría una idea inicial de las tareas que se van a llevar a cabo. Sin embargo, éste no dejaría de ser un borrador ya que, para que el documento sea efectivo y cumpla su función



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

correctamente, deberá ser revisado y corregido cada cierto periodo de tiempo, ajustándolo a la realidad de cada momento.

Para ello se decidió crear una “hoja madre” sobre la que se plasmarían las tareas de automantenimiento y que sirviera de borrador en una primera fase de análisis. Esta hoja permitía, con un rápido vistazo, ver que tareas componen el automantenimiento, anotar observaciones en algunas tareas específicas y debatir sobre cuáles se deben añadir, suprimir o modificar.

Horno 7		Tareas de mantenimiento preventivo operativo							
Nº	Actividad (descripción breve)	Items	Frec	min\ud	Form	Doc Aux	Medios	Mejoras	Observaciones
1	Inspección de ruidos o vibraciones anómalas	Conjunto	t	0					Comunicar a mantenimiento cualquier anomalía
2	Verificar niveles combustible, aceite y refrigerante. Realizar prueba de puesta en marcha en vacío	Grupo electrogeno	s	45					Rellenar cualquiera de ellos si fuera necesario
3	Verificar correcto funcionamiento máquina de limpieza	Maq. Limpieza (Forgestal)	d	10					
4	Vaciado del deposito del aspirador	Maq. Limpieza (Forgestal)	3m	20					
5	Verificar nivel hidráulico a través de mirilla (centralita) en los empujadores	Empujador	3d	0					Verificar valores dentro de los rangos
6	Verificar presiones hidráulicas empujadores	Empujador	3d	0					Verificar valores de presión dentro de rangos y cambiar el manómetro con un fondo de escala mas ajustado
7	Control visual de limpieza y marcha en cada vagoneta así como del estadio de su refractorio	Vagonetas	d	105					
8	Verificar y llenar nivel de arena en el arenero gestionar el vaciado de los recipientes de recogida	Areneros	t	10					
9	Detectar posibles fugas de calor por deterioro de revestimiento, revisión del techo del horno	Conjunto	s	15					Controlar estado chapas, revestimiento, techo. Simultaneidad con tarea 10
10	Apagar/encender controladores de llama IFS	Quemadores	d	100					Vigilar de que no haya ninguno apagado manualmente. Futura automatización
11	Revisar mecheros-toberas a través de las mirillas, así como las conexiones con los cables de los electrodos	Quemadores	s	100					Comprobar correcta geometría y color de las llamas. Simultaneidad con tarea 10
12	Revisión flautas E. I. (que no se suelten, ver curvatura, vibración, posibles fugas...)	Zona enfriamiento	s	10					En caso de algún desperfecto avisar al depto. de mantenimiento
13	Verificar el funcionamiento de los servomotores del área de enfriamiento	Servomotores	s	10					Comprobar correcto funcionamiento de apertura y cerradura
14	Revisión vibración ventiladores, manguitos de unión (4 plataformas), correas, etc...	Ventiladores	s	30					Simultaneidad con la tarea 10
15	Puesta a O del manómetro de tubo inclinado	Instrumentación	m	10					
16	Control visual del refractorio de las vagonetas a la salida del horno	Salida del horno	d	35					Cambiar protectores de los pilares si es necesario y vigilar 1x última fila de placas

Ilustración 41. Ejemplo de Hoja madre.

En la creación de las “hojas madre” se decidió reflejar los siguientes campos:

- Una descripción de la tarea a realizar, en la que se comenta brevemente en qué consiste: revisión, control, engrasado, apagado, vaciado, etc.
- La ubicación del elemento receptor de la tarea, localizándolo mediante una o varias palabras y que se hallará siempre dentro del grupo de trabajo correspondiente.



- La periodicidad con la que se debe realizar y que puede variar entre: por turno (*t*), diario (*d*), semanal (*s*), mensual (*m*), etc.
- Una estimación del tiempo necesario, en minutos, para la realización de cada tarea, que servirá de indicador sobre qué tareas se deben facilitar o automatizar debido al excesivo tiempo que suponen para el operario.
- Un recuadro en el que se indica si la tarea requiere una formación previa específica por parte del operario, véase: actuar con equipos informáticos, realizar tareas mecánicas de importante complejidad o peligrosidad, etc.
- Un recuadro en el que se indica si se ha facilitado documentación auxiliar para la realización de la tarea, como puede ser una ruta de engrase o gamas de mantenimiento en el caso de las bandas transportadoras.
- Otro recuadro para indicar si se debe utilizar algún medio o herramienta especial: alguna llave extraña o utensilio poco común.
- En la siguiente casilla viene indicado si se tiene previsto introducir algún tipo de mejora en la tarea correspondiente, como puede ser una facilitación al acceso o bien directamente una automatización, lo que significaría que esta tarea debería ser eliminada de la hoja de automantenimiento en su revisión periódica.
- Por último se deja un espacio para anotar alguna observación importante en caso de que sea necesario o aclaración en el caso de que la tarea sea nueva para el operario y por lo tanto pueda obviar alguno de los pasos necesarios para realizarla.

Teniendo definida la plantilla de las hojas madre sobre la que se desarrollaría una primera idea y que serviría de borrador sobre el que debatir la aparición o desaparición y el orden de las diferentes tareas, sólo faltaba crear el documento en el que los operarios debían de anotar las tareas realizadas. Éste debía ser un documento



práctico que facilitara, con el mínimo de información necesaria, realizar las distintas tareas de la manera más rápida posible y anotarlas para llevar a cabo un registro y control de la realización del automantenimiento por parte de los encargados.

Se decidió pues diseñar una “hoja de chequeo”, que contendría una descripción de la tarea –algunas veces coincidente con la de las hojas madre aunque casi siempre más breve todavía- y una serie de casillas, treinta y uno para ser exactos, que indicarían los días del mes en los que se debe realizar la tarea y en qué turno debería hacerse, ya que no debemos olvidar que se trata de una empresa que trabaja 24 horas al día todos los días del año salvo en las paradas de mantenimiento. Esta hoja se debería renovar en el puesto de los operarios cada mes por parte de los encargados y entregar las hojas llenadas al jefe de producción para su consiguiente análisis.

Cabe destacar que los turnos en la planta de Araklinker S.A. van rotando cada semana, es decir, una semana se va de noches, a la siguiente de tardes, a la siguiente de mañanas, etc. Con lo cual esto supone que todos los operarios, independientemente del turno en el que se encuentren en el lanzamiento del automantenimiento, deben saber realizar todas y cada una de las tareas ya que tarde o temprano acabarán teniendo que realizarla.

El propósito de la hoja de chequeo no pretendía ser el de llevar un control “policial” sobre el cumplimiento de las tareas -cosa que por otro lado podría llegar a ser contraproducente ya que los operarios pueden rellenarla aún si haberla realizado por miedo a reprimenda-, sino que indicaría que tareas no se habrían podido llevar a cabo -por falta de tiempo, herramientas, o conocimiento necesario- y de esta manera permitiría tomar medidas al respecto tales como proporcionar más tiempo o herramientas para realizarla, recursos, automatizarla, etc.

También se decidió caracterizar con colores distintos las casillas según cual fuera el turno responsable de realizar esa tarea. De esta manera, de un rápido vistazo los operarios sabrían que tareas les toca realizar ese mes en función del turno en el que se hallaran.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

Así pues, compuestas las plantillas de las hojas madre y las hojas de chequeo, ya se podía comenzar a analizar el primero de los grupos de trabajo.

ARAKLINKER CANARIA	Gres Aragón	MANTENIMIENTO PREVENTIVO OPERATIVO	MES:
Ubicación Técnica: LINEA ESMALTADO 7			
Registro de Datos			
Puntos a verificar:			
Realización Ruta de Engrase (GAMA DE MANT. DE CINTAS DE PVC)	T	Realizar el día 10 de los meses: Enero, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre, Noviembre	
Revisar y ajustar boquillas de agua de las bandas y rascadores. Sustituir en caso de mal estado.	M	La tarea se realizará el día 20 de cada mes	
Sustituir llaves de paso y mangueras de defectuosas que se detecten y las anotadas en la lista. Si no se tiene el tiempo necesario, dejar apuntada la llave defectuosa en la lista	N		
	M		
	T		
Engrase de los brazos de los aerógrafos	T		
Desmontar y lubricar las pistolas de los aerógrafos	M		
Revisión de la correcta altura de proyección de las pistolas aerográficas	N	Realizar la tarea cada vez que se haya producido algún formato especial y se regrese a la producción de formatos estándar (33,25,...). Anotar una X en el recuadro siguiente cada vez que se realice la tarea:	
	M		
	T		
Inspección de posibles fugas de aire en la cab. aerográfica	N		
Probar funcionamiento de los pistones y de los motores de serigrafía	N		
Limpieza del tubo de aspiración subterránea	T	La tarea se realizará el día 15 de cada mes	
Revisión del nivel de aceite en las bombas de esmalte	M		
Revisión del nivel de aceite en las 3 bombas de limpieza	M		
Limpieza de la rejilla y de las paredes interiores del filtro de mangas	T	La tarea se realizará el día 20 de los meses: Abril y Octubre	
Engrase de la válvula alveolar y del sifón del filtro de mangas	M	La tarea se realizará el día 10 de cada mes	

Si no se esmalta, se deja de hacer la tarea si es diaria, pero no si es semanal.  
Hay tareas que pueden realizarse en otro día si por algún motivo justificado no pueden realizarse con la periodicidad indicada. Ej: limpieza subterránea

Los colores indican el turno:

Turno Mañanas

Turno Tarde

Turno Noches

Ilustración 42. Ejemplo de Hoja de chequeo.

### 6.2.2 Limpieza e inspección, establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro forzado y mejorar el acceso a las áreas de difícil limpieza.

Dado que el desarrollo del TPM tiene que partir de una implantación del método de las Cinco S's, y teniendo en cuenta que el desarrollo del método en Araklinker no fue una excepción, la planta se hallaba bajo los efectos positivos de la consecución (en menor o mayor medida según el área) de las Cinco S's, es decir, se hallaba bajo unas medidas estandarizadas referidas a los procedimientos que se debían seguir periódicamente para mantener unos niveles de orden y limpieza de los puestos de trabajo considerables.



Es por esto que las etapas 1 y 2 referidas a una limpieza e inspección y a una búsqueda de los focos de suciedad, no se desarrollaron como marca la guía de implantación propuesta por el JIPM, sino que se decidió pasar a la etapa 3 directamente. Cabe destacar que si bien no se realizó una inspección y una limpieza inicial dado que el método de las Cinco S's implantado ya conseguía que estas se llevaran a cabo periódicamente, si que se incluyeron, en las tareas de automantenimiento preventivo, algunas tareas adicionales de limpieza que quizás no se habían tenido en cuenta o bien se habían dejado pasar por parte de los operarios.

### ***6.2.3 Preparación de estándares y realización de inspecciones generales.***

Llegados a este punto, era la hora de elegir cuál sería el primero de los grupos de trabajo que analizar, que nos serviría a modo de piloto o de primera experiencia con respecto al resto de grupos. Tras varias deliberaciones, se decidió por fin escoger el grupo horno-secadero debido a su vital importancia dentro de todo el proceso de producción de gres, siendo además el paso en el que se añade el mayor valor al producto y por tanto el primero en que se debería invertir esfuerzos. Además, se decidió que el hecho de que fuera este grupo el grupo piloto y como primer centro con automantenimiento implantado en marcha, le daría mayor importancia de cara al resto de grupos de trabajos.

Para la creación de las distintas tareas de automantenimiento de cada grupo que se encontrarían reflejadas tanto en las hojas madre como en las de chequeo, se partió de la base que establecía que se debían revisar todos los métodos y tareas con las que se realizaba el mantenimiento de estas máquinas hasta entonces, ya que se podía haber caído en errores debidos a una aparición de rutinas y costumbres con el paso de los años que no tenían por qué ser correctas. El primer paso a realizar en el análisis del horno consistió en una revisión de los manuales y documentación referida a todas las máquinas que engloba este grupo, ya que al grupo de implantación le pareció oportuno



empezar por las tareas expresamente recomendadas por el fabricante. Estos manuales se correspondían en el caso del horno con los siguientes:

- Documentación técnica de mando y control del Horno-Túnel KERAMISCHER OFENBAU.
- Documentación de aparatos y manual de instrucciones del Horno-Túnel KERAMISCHER OFENBAU.
- Documentación técnica de mando y control de las cámaras de secado NOVOKERAM.
- Documentación técnica de la instalación de transporte de vagonetas del hornotúnel MÜNSTERMANN.

Revisando y analizando toda esta documentación se fue creando una primera idea sobre el mantenimiento que debía realizarse en cada máquina. Sin embargo hay que tener en cuenta que los fabricantes siempre sobredimensionan el mantenimiento necesario con el fin de curarse en salud. Por lo tanto esta primera lista de tareas debía ser un punto de partida sobre el que apoyarse, pero nunca el mantenimiento programado final. Además se debía tener en cuenta que la práctica y el paso del tiempo sobre la máquina suelen dar lugar a tareas de mantenimiento nuevas que quizás el fabricante no tuvo en cuenta a la hora de realizar la documentación correspondiente o bien no las detectó como necesarias en la fabricación del elemento.

Tomada pues la idea inicial de tareas a partir de la documentación técnica y de la experiencia del departamento de mantenimiento, se procedió a una visita al grupo de trabajo del horno en cuestión.

En primer lugar se realizó por parte de Luis Segura- jefe de mantenimiento- y mi persona, y se detectaron muchas tareas que no habíamos tenido en cuenta a priori, además de descartar otras debido a:

- Su complejidad a la hora de realizarlas, como puede ser un cambio de una cadena.



- Su difícil acceso, a veces en altura como era el caso en algunos engrases.
- El requerimiento de hacerlo a máquina parada, con lo cual era necesario en algunos casos esperar a una parada estacional, como en el propio interior del horno.
- Ser excesivamente prudente en cuanto a frecuencia se refiere, pudiendo llegar a ser incluso contraproducente. Por ejemplo: realizar engrases de cadenas semanalmente. A parte de ser excesivo, puede hacer que debido a tanta grasa, con un poco de polvo que se adhiera a ella, se cree una especie de barro que empeora el funcionamiento de la cadena.

Más tarde se realizó la visita en compañía de Juan Carlos –responsable de procesos- y con Juan Antonio –jefe de planta- que dieron otro punto de vista en algunos aspectos y decidieron introducir algunas tareas nuevas en función de su experiencia como encargados y su punto de vista productivo, distinto al que podía tener el departamento de mantenimiento. Se añadieron pues algunas tareas relacionadas con una mejora del proceso o facilitación de éste.

Por último, pero no por ello menos importante, se realizó una “encuesta” a los horneros ya que son las personas que más tiempo se encuentran en contacto con el horno y los secaderos y las que mejor conocen el funcionamiento de todas las máquinas de su puesto de trabajo, las averías más frecuentes, o las partes en la que más deficiente es el mantenimiento debido a diversas razones. Estas encuestas arrojaron mucha información sobre puntos que los encargados habían pasado por alto, bien por desconocimiento o bien por darle carencia de importancia, y que sin embargo les suponía una carga de trabajo a los operarios y una importante pérdida a la empresa, desde el punto de vista temporal, conllevando una importante pérdida económica.

Seguidamente a estas visitas se sintetizó toda esa información en una hoja madre y se llenaron los diferentes apartados que la componen tales como observaciones, frecuencia, etc. De esta manera se podía dar por totalmente analizado el grupo del



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

Horno-Secaderos, y sólo quedaría trasladar toda esta información a su respectiva hoja de chequeo para lanzar el automantenimiento del grupo de trabajo.

También se detectó que la engrasadora manual del grupo de trabajo en cuestión se encontraba en un estado delicado, así que en ese momento se decidió realizar una revisión de las engrasadoras manuales de todos los grupos de trabajo para analizar en qué estado se encontraban. El resultado fue el siguiente: muchas engrasadoras se encontraban en un estado delicado, y algunas en un estado casi inservible. Esto suponía que no se podía lanzar el método en los grupos en los que no se disponía de una engrasadora en condiciones ya que no les sería posible llevar a cabo las tareas de engrase dentro del automantenimiento. Por lo tanto se decidió hacer un recuento de las que se podían utilizar y de las que se debían reemplazar. Una vez tomado el número, se realizó el pedido para reponerlas y evitar así demoras posteriores para el lanzamiento del método en algunos grupos de trabajo.



Ilustración 43. Engrasadora manual.

Una vez analizadas y revisadas las tareas que comprenderían el automantenimiento del grupo piloto, se procedió a analizar el resto de grupos de trabajo. Teniendo en cuenta las peculiaridades de cada uno, se organizaban visitas con distintas personas: I. Mir -jefa del departamento de I+D+I- en el análisis y visita del grupo



esmaltado, ya que se encarga de hacer pruebas de esmaltes nuevos y conoce las peculiaridades de la línea; o Ed. Lacaba y Er. Lacaba –seleccionadores-, dos de las personas con las que se analizó detenidamente la línea de selección debido a su experiencia con diferentes líneas de selección y sus dotes como mecánicos.

Así pues, el equipo de implantación no se limitó a analizar todos los puestos de la misma manera sino que se apoyó en diferentes trabajadores de la empresa para tener en cuenta la mayor cantidad de puntos de vista de cada grupo.

Seguidamente a cada una de las visitas se utilizaba toda la información para llenar las diferentes hojas madre de cada grupo.

Cabe destacar que en el apartado en el que se especifica la duración (aproximada) que cuesta realizar la tarea en cuestión se decidió incluir unos valores estimativos sobre los que nos basamos en un principio para ver qué tareas conllevarían un mayor tiempo de trabajo a los operarios y por lo tanto cuales serían las que se tendría que tratar de facilitar, mejorar o bien directamente automatizar de alguna manera. Estas estimaciones se deberían ir acotando por parte de los operarios ya que ellos mejor que nadie verían, pasado un período inicial de aprendizaje, el valor medio del tiempo que les costaría realizar cada tarea, y por tanto deberían comunicarlo a los encargados con el fin de evolucionar o progresar la hoja madre.

En el punto en el que la hoja madre tenía forma con todas las tareas definidas se revisaban con J. A. Mir –jefe de planta- y L. Segura para dar el último visto bueno.

Una vez creadas las hojas madre de todos los grupos de trabajo, y habiendo revisado –y modificado en muchos casos- cada una de las tareas, se procedió a la creación de las hojas de chequeo. Estos documentos debían permitir a los operarios:

- Identificar las tareas que hay que realizar con una breve descripción.
- Comprobar la frecuencia con la que hay que realizarla y ver qué días se deben hacer.



- Llevar un registro de las tareas realizadas, con el fin de suministrar información a los encargados sobre el grado de cumplimiento del automantenimiento.

Esta hoja de chequeo se convirtió en el documento “consumible” del automantenimiento, es decir, el documento que se debe ir renovando cada mes, retirando el rellenado para su análisis por parte de la dirección del TPM. Este análisis se basa en una revisión del cumplimiento del automantenimiento y en una interpretación, en el caso de que no se hubiera realizado, de porqué no se había hecho y cuáles son las medidas que se deberían tomar para corregirse estas deficiencias en la implantación del automantenimiento. Por otro lado también se realizaba una revisión en cuanto a la duración de las distintas tareas, y un estudio sobre la viabilidad y conveniencia de automatizar algunas de las tareas más costosas.

Estas hojas de chequeo, como elemento consumible que son, se deben reponer por otras a estrenar cuando se han rellenado y se determinó que los responsables de producción serían los encargados de imprimirlo, ya que una vez implantado el TPM por parte del equipo de implantación, serían los encargados de producción los responsables de que éste se mantuviera con unos porcentajes de cumplimiento altos.

Además de estos dos documentos se llevó a cabo el desarrollo de un tercer grupo de documentos para alguno de los grupos analizados, y se denominaron **documentación auxiliar**. Estos documentos se crearon con el fin de ayudar al operario a analizar la información de forma clara y rápida en tareas largas o con muchos puntos a revisar, y no se utilizaría como documento “consumible” a diferencia de las hojas de chequeo.

Los casos en lo que se recurrió a este de documento fueron los siguientes:

- A modo de “lista de puntos” en rutas de engrase en los que los puntos de engrase eran muy numerosos, y por lo tanto, incluirlos todos en la hoja de chequeo habría supuesto una extensión de ésta demasiado grande, limitando mucho su practicidad y su sencillez, y habría supuesto un aumento desmesurado de gasto de papel así como una complicación de la posterior gestión de la documentación.



- En puntos de engrase de difícil localización o visibilidad reducida, convirtiendo el documento en una especie de “mapa de puntos” mediante un esquema o reproducción de la morfología de la máquina.
- En tareas que se pueden generalizar para toda la planta, por hallarse el elemento receptor de la tarea en muchos puestos distintos, creando **gamas de mantenimiento** como pueden ser: “Gama de mantenimiento de bandas de caucho” o “Gama de mantenimiento de cintas de PVC”.

En el momento en el que todos los documentos se hallaron definidos, revisados y corregidos, se procedió a un primer lanzamiento del automantenimiento. Siguiendo el orden que se había establecido en los análisis de los grupos y teniendo en cuenta que el grupo del Horno-Secadero se había tomado como grupo piloto, se comenzó por éste el lanzamiento.

Éste consistió en una explicación y una realización de cada una de las tareas a modo de ejemplo para comprobar la viabilidad y utilidad de las tareas programadas y para demostrar y enseñar a los operarios de qué modo se realizan las tareas de automantenimiento. Esta reunión se llevó a cabo por parte de los siguientes componentes de la plantilla:

- Un mecánico del departamento de mantenimiento.
- El o los operarios de cada grupo de trabajo que se encontraran en ese turno correspondiente.
- Un encargado de producción.
- El jefe de mantenimiento L. Segura y mi persona.

Se realizó de la siguiente manera:

- En primer lugar, un miembro del equipo de lanzamiento, en este caso mi persona, realizaba a los operarios una introducción detallada acerca del



automantenimiento: en qué iba a consistir, qué efectos tendría sobre el trabajo de los operarios, y qué nuevas responsabilidades recaerían sobre ellos.

- Una vez introducidos en los conceptos que se utilizaban en el automantenimiento, se les presentaba la documentación generada que ellos iban a utilizar a partir de ese momento y se les explicaba punto por punto todos los apartados que esta contenía.
- El siguiente paso consistía en realizar una explicación exhaustiva acerca de cada una de las tareas de mantenimiento preventivo que se realizarían a partir de ese momento y se llevaba a cabo una primera ejecución de cada una de éstas con el fin de mostrarles cómo se debían llevar a cabo y detallarles contraindicaciones a la hora de realizarlas en el caso de que las hubiera. También se comprobaba de esta manera si el tiempo estimativo que se había considerado que se necesitaría para realizar cada una de las tareas, coincidía con el tiempo que realmente se requería.
- Por último, se les agradecía la atención y disposición mostrada y se les repartía un cuestionario de valoración en el que ellos reflejaban sus impresiones acerca de diversas cuestiones referidas al automantenimiento y su lanzamiento. Este cuestionario lo entregarían al equipo de lanzamiento del TPM para el consecuente análisis de sus opiniones. Éste análisis era muy importante, ya que como se ha comentado anteriormente, es vital para la correcta implantación de un sistema TPM que los operarios se hallen completamente convencidos acerca de la utilidad y de los resultados que se lograrán con el uso de este método.

El cuestionario de valoración se compone de cuatro campos:

1. **Datos personales del encuestado**, con su puesto y la planta en la que se encuentra éste.



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

2. **Datos generales de la actividad formativa**, donde se refleja en qué consiste el curso, la duración de éste, dónde y cuándo se ha llevado a cabo y por parte de quién.
3. **Valoración de la actividad**. En este campo el encuestado valora la formación recibida puntuando del 1 al 10 diferentes aspectos como la utilidad del curso, interés de éste, organización y coordinación, explicaciones teóricas, etc.
4. **Comentarios y sugerencias**, en los que el encuestado puede reflejar lo que crea conveniente acerca del curso o de algún tema relacionado que pueda ayudar a la dirección a mejorar el proceso.

CANADA S.A. ARAKLINER S.A.	FORMATO	- F-S.I.S - Página 1 de 1 - Edición 3 - Fecha: 28-03-08
CUESTIONARIO DE VALORACIÓN		
DATOS PERSONALES		
Nombre y apellidos: Planta: Puesto:		
DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD FORMATIVA		
Denominación curso: Fecha: Impartida por: Lugar: Duración:		
VALORACION DE LA ACTIVIDAD (Puntue de 1 a 10)		
Utilidad del curso	Medios técnicos utilizados	
Interés del curso	Nivel de participación	
Nivel de materias	Condiciones de instalaciones	
Organización y coordinación	Explicaciones teóricas	
Cumplimiento horario/programa	Aplicación de conocimientos adquiridos a su actividad	
Método didáctico	VALORACIÓN GLOBAL DEL CURSO	
COMENTARIOS Y SUGERENCIAS		
ASISTENTE:		
FIRMA:	FECHA:	

Ilustración 44. Cuestionario de valoración.



Como hemos visto, la principal función de la prueba era la de formar a los operarios acerca de la realización de las tareas de automantenimiento. Sin embargo, esta prueba de lanzamiento también ayudó a detectar posibles problemas en la realización de estas, como podían ser:

- Necesidad de herramientas específicas en el grupo.
- Puntos de engrase a los que no se podía acceder.
- Tareas que resultaban muy difíciles debido a la morfología de algunas máquinas.
- Tareas que se hubieran podido pasar por alto en las visitas a los grupos.
- Dificultades que los operarios no habían tenido en cuenta comunicarlas hasta ese momento.

Anotadas pues todas estas cuestiones se procedió a una última corrección del borrador de la hoja madre del horno, y por consiguiente de la hoja de chequeo. De esta manera se podía dar por finalizado la creación de la documentación generada para el desarrollo del automantenimiento de este grupo. Sin embargo, éste hecho no significaba que esta documentación no se modificaría, ya que como se ha comentado anteriormente se trata de documentos “vivos”, es decir, en constante cambio y que requieren de una revisión constante de todos sus apartados para conservar su grado de utilidad.

Concluido el lanzamiento del grupo piloto, se extendió el procedimiento al resto de grupos de trabajo de la planta, considerando las peculiaridades de cada uno.

Teniendo en cuenta que cada grupo de trabajo tenía un número de operarios que oscilaban de los tres (uno por turno) a los nueve (tres operarios por turno) surgió la necesidad de crear una lista en la que se anotaron a qué operarios se les había dado la formación acerca de la implantación del automantenimiento.



### **6.2.4 Inspección autónoma, estandarización y control autónomo total.**

Esta última parte se dedicó a mejorar los estándares y la forma de realizar el trabajo autónomo que se venía realizando.

Para ello se evaluaron las tareas de automantenimiento, se mejoraron sus métodos y se ajustaron sus tiempos en base a la experiencia acumulada por el operador. Además se produjo un aumento en el incremento de la eficiencia de la inspección, al mejorar métodos de trabajo y los estándares utilizados.

En esta parte, el equipo de implantación del TPM se dedicó a realizar visitas periódicas por los puestos de trabajo y consultó a los operarios acerca de una serie de cuestiones con el fin de mejorar el método día a día, estas eran algunas de ellas:

- ¿Los tiempos que utilizamos son los mejores?
- ¿Hemos dejado "pasar" tareas?
- ¿Existe recurrencia de fallos?
- ¿Se presentan habitualmente errores de inspección?
- ¿La documentación que utilizamos realmente está completa?
- ¿Podemos incorporar otras tareas a las hojas madre y a las hojas de chequeo?
- ¿Se pueden introducir nuevos elementos que faciliten las tareas relacionadas con la inspección visual?

A partir de estas preguntas surgieron una gran cantidad de sugerencias por parte de los operarios. Todas estas sugerencias se trasladaron al departamento de mantenimiento, que recogió las opiniones y las transformó en mejoras de procesos y de máquinas de los grupos de trabajo.



De esta manera se consiguió crear un sistema que permitiera la mejora continua del método mediante un feedback o retroalimentación por parte de los operarios, que son los que ven las peculiaridades de este método día a día.

Además de estos motivos, las visitas periódicas conseguían una alta consecución del método, impidiendo el abandono de este. De esta manera se fue consiguiendo la estandarización de los trabajos que el automantenimiento requería, y la creación de una rutina de trabajo que los operarios tomaron como propia. Además se aseguraba la unidad de criterio entre los diferentes operarios que actuaban sobre un mismo equipo en diferentes turnos. Por último hay que destacar el reconocimiento que se hizo por parte del equipo de lanzamiento en los operarios acerca de su capacidad de autogestión del puesto de trabajo, creando en ellos un sentimiento de participación efectiva en el logro de las metas y objetivos de la fábrica y de la empresa. Se les instigó a que tomaran decisiones que mejoraran el ámbito de su puesto de trabajo, y a que cooperaran para el logro de objetivos compartidos, realizando nuevas acciones Kaizen que salieran de su criterio y se embarcaran en nuevas fronteras de mejora e innovación permanente en la forma de trabajar.



### 6.3 Conclusiones.

Cada día se necesita más que cada operario pueda contribuir de una manera más eficiente a la perfecta realización del mantenimiento del equipo con el que opera. De esta manera, el equipo de mantenimiento podrá trabajar en mejorar los equipos y los distintos procesos, aumentando los beneficios de la empresa. Es por esto, que las actividades de mantenimiento de primer nivel o de cuidado básico deben asumirse como tareas de producción.

Para ello, la dirección de la empresa se debe mentalizar de que cuando el operario ha recibido el entrenamiento y la capacitación en los aspectos técnicos de su puesto de trabajo y conoce perfectamente el funcionamiento del equipo con el que opera, este podrá realizar algunas reparaciones menores y corregir pequeñas deficiencias de los equipos. Esta capacidad le permitirá desarrollar habilidades para identificar cualquier anormalidad en su funcionamiento por pequeña que sea, evitando que después se transformen en averías importantes o repetitivas si no se les da un tratamiento oportuno. Los trabajadores deben estar suficientemente formados para detectar de forma temprana esta clase de anormalidades, y poder evitar así la presencia de fallos en su equipo que a la larga supongan problemas de producción y/o calidad.



## 7. Resultados estimados.

### 7.1 Introducción

En la situación en la que se encuentra el panorama económico mundial, las directivas de muchas empresas han depositado todos sus esfuerzos en la reducción de sus costes de producción y en una búsqueda de un aumento de calidad de sus productos, que supongan una rentabilidad máxima de su empresa.

Ya se ha comentado en apartados anteriores el enorme esfuerzo que supone implantar correctamente un sistema TPM por parte de la dirección. Por lo tanto, cabe preguntarse: ¿merece la pena realmente embarcarse en un proyecto tan ambicioso? A continuación se expondrán cifras y datos que así lo confirman.

En este apartado llamado “Resultados estimados” se realizará un estudio de ámbito económico sobre los costes y beneficios que supone el desarrollo y la implantación de un sistema TPM, así como un estudio de los beneficios intangibles que éste genera. Como objeto del estudio se ha elegido la experiencia de Gres de Aragón. Sin embargo, dado que el periodo de realización del proyecto ha sido de siete meses, no se dispone del tiempo suficiente para obtener unos resultados fiables con los que analizar el retorno de los recursos invertidos.

Es por esto que el estudio realizado a continuación se basará en una estimación de resultados a cuatro años, teniendo en cuenta tres objetivos realistas marcados por una fuente objetiva con experiencia en este campo: **The Marshall Institute**. Según éste, la implantación de un sistema TPM sin llegar a la Excelencia, es decir, sin llegar a desempeñar al 100% todas las premisas formuladas por el método, permitiría generar unos beneficios para la empresa bastante considerables. Estos beneficios (dejando a un lado los intangibles) se pueden englobar en tres grandes objetivos:

- Un ahorro de entre un 15 y un 25% en gastos de mantenimiento.



- Una reducción de un 20% en paradas no programadas en la planta.
- Un incremento de hasta un 20% en la calidad del producto.

El orden seguido será el siguiente: lo primero que se analizará serán los costes de inversión que le ha supuesto a la empresa el desarrollo e implantación del sistema TPM el primer año y los costes fijos que supone la aplicación del método una vez implantado en los tres años siguientes.

Seguidamente, se analizarán los beneficios que se estima que el método proporciona a la empresa Gres de Aragón, tanto tangibles como intangibles.

En tercer y último lugar se exponen logros alcanzados gracias a una implantación del TPM cercana a la excelencia en otras empresas.



## 7.2 Costes.

A continuación se expone un cálculo de los costes que el desarrollo en implantación de un sistema TPM le supondrán a la empresa Gres de Aragón los cuatro primeros años.

Como se puede observar el desembolso mayor se produce en el primer año, debido a la adquisición de herramientas y útiles, así como la necesidad de la contratación de un técnico en prácticas sobre el que recae la mayor parte del trabajo de redacción consulta y modificación del TPM. Sin embargo el coste de materiales podría no tenerse en cuenta ya que se tratan de inversiones necesarias por parte de la empresa que el TPM sólo se encarga de sacar a la luz.

Coste para la empresa año 1				
Técnico	Tiempo invertido (h)	€/h	Coste	
Técnico en prácticas	650	8	5.200	
Gestión de los encargados	250	24	6.000	
Jefe de mantenimiento	40	30	1.200	
Trabajo de Operarios	2.050	18	36.900	
Coste total de la mano de obra:				49.300
Material	Unidades	€/ud		
Engrasadoras manuales	5	95	475	
Útiles de limpieza	12	4,2	50,4	
Herramientas varias	12	40	480	
Papelería	4	2,5	10	
Tableros	15	30	450	
Coste total de los materiales:				990,4

Coste para la empresa 2º año				
Técnico	Tiempo invertido (h)	€/h	Coste	
Gestión de los encargados	245	24	5.880	
Jefe de mantenimiento	40	30	1.200	
Trabajo de Operarios	2.015	18	36.270	
Coste total de la mano de obra:				43.350



Coste para la empresa 3º año				
Técnico	Tiempo invertido (h)	€/h	Coste total	
Gestión de los encargados	240	24	5.760	
Revisión del Jefe de mantenimiento	40	30	1.200	
Trabajo de Operarios	1.975	18	35.550	
<b>Coste total de la mano de obra:</b>				<b>42.510</b>

Coste para la empresa 4º año				
Técnico	Tiempo invertido (h)	€/h	Coste total	
Gestion de los encargados	238	24	5.712	
Revision del Jefe de mantenimiento	40	30	1.200	
Trabajo de Operarios	1.960	18	35.280	
<b>Coste total de la mano de obra:</b>				<b>42.192</b>

### 7.3 Beneficios.

Los beneficios generados por el TPM que a continuación se van a estudiar se dividirán en dos partes:

- En la primera, se estudiarán el impacto económico que los tres objetivos antes expuestos significarán en Gres de Aragón tomando cifras reales de la empresa.
- En la segunda se expondrán los beneficios intangibles que supone la implantación del sistema TPM.



### 7.3.1 Beneficios tangibles.

#### a) *Ahorro de entre un 15 y un 25% en gastos de mantenimiento.*

El mantenimiento surgió como un coste necesario para evitar o reducir los fallos y su incidencia cuando se producen, dado que una parada de producción debida a la avería del sistema representa un coste de oportunidad que debe ser eliminado. Así, el mantenimiento está compuesto por todas aquellas acciones que minimizan los fallos y restablecen el funcionamiento del sistema cuando se produce un estado de fallo.

Sin embargo, como toda actividad que no añade valor, debe ser un coste a eliminar. Dado que todo sistema real fallará en un momento determinado, esto supone que resulta una actividad imprescindible y clave en la producción actual. Por lo tanto, si bien no se puede eliminar totalmente el gasto de la empresa en mantenimiento, la reducción de este gasto aumentará la rentabilidad de la empresa.

Según la fuente Industriales Tijuana, empresa dedicada al desarrollo de nuevos métodos de mantenimiento en México, se estima que con una implantación realista del método TPM se pueden llegar a conseguir en cuatro años una reducción de los gastos en mantenimiento de un 15 a un 25% de los gastos totales. Para este estudio se ha decidido tomar un valor medio de un 20%. Dado que la previsión es a cuatro años se estima que el valor objetivo se alcanzará progresivamente. Por lo tanto se considera que la evolución tomaría la siguiente forma:

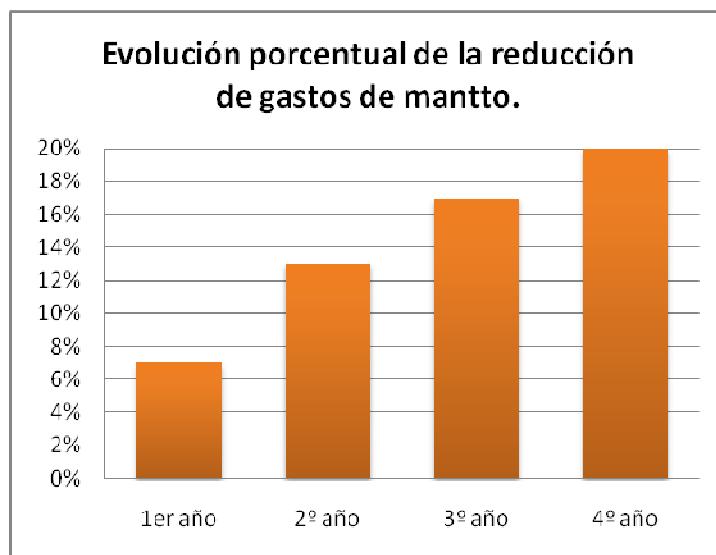


Ilustración 45. Gráfica de evolución porcentual estimada.

A continuación se realiza el cálculo del beneficio que supone el ahorro en gastos de mantenimiento tomando cifras reales de este departamento de la empresa Gres de Aragón. Estas cifras reales han sido suministradas expresamente para este estudio por el jefe del departamento de mantenimiento. Se tratan de datos tomados del informe de gastos de 2010.

Los gastos directos anuales de mantenimiento son los siguientes:

Presupuesto de Mantenimiento 2011 - Araklinker					
CONCEPTO	MW/h	ton	Fijo	% Reparto	2011
Repuestos	31,0	0	0	35,4	117.949
Material refractario	0,0	1,90	0	22,0	73.351
Moldes, Boquillas y Reformas	0,0	1,50	10.000	20,4	67.909
Mantenimiento Fábrica	0,0	0	15.000	4,5	15.000
Modificaciones - Reformas	0,0	0	20.000	6,0	20.000
Mantenimiento Edificios	0,0	0	9.000	2,7	9.000
Vehículos	1,8	0	0	2,0	6.658



## Proceso de desarrollo e implantación de un sistema TPM

Memoria

Laboratorio + Calibraciones	0,0	0	3.000	<b>0,9</b>	<b>3.000</b>
Servicios Fábrica (gas, aire, agua, etc.)	2,8	0	0	<b>3,1</b>	<b>10.463</b>
Seguridad	0,0	0	4.000	<b>1,2</b>	<b>4.000</b>
Herramientas/Útiles	0,8	0	0	<b>0,9</b>	<b>2.930</b>
Siniestros	0,0	0	3000	<b>0,9</b>	<b>3.000</b>

**333.259**

*Ilustración 46.Tabla de gastos de mantenimiento.*

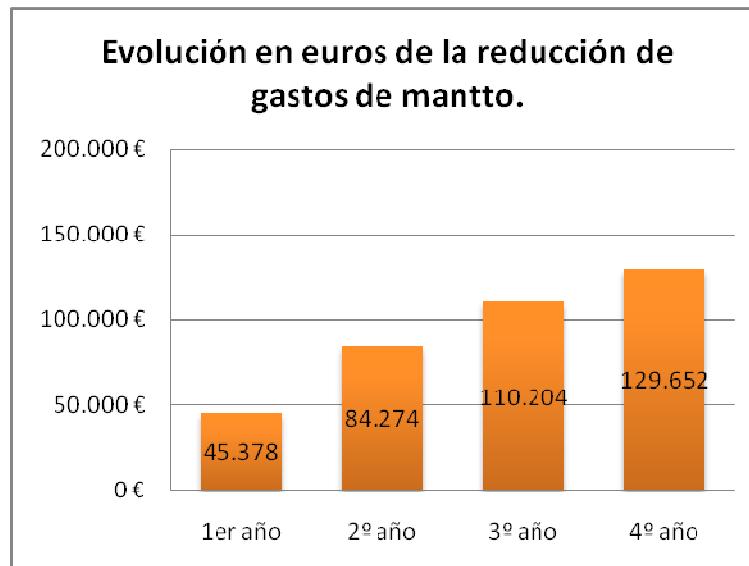
Si a este valor se le suma los costes de personal de mantenimiento:

$$(Número total de empleados) 9 \times (\text{Valor medio de las nóminas}) 35.000 = 315.000 €$$

Por lo tanto, el valor de los gastos totales anuales de mantenimiento es de:

$$333.259 + 315.000 = 648.259 €$$

Si se extrae este resultado a los valores porcentuales estimados anteriormente se obtiene la siguiente previsión de reducción del gasto:



*Ilustración 47.Gráfica de evolución de gastos estimados.*



### **b) Reducción de un 20% en paradas no programadas en la planta.**

Las empresas de carácter cerámico suelen ser plantas de proceso continuo. Dado que el coste de apagado y de encendido del horno es muy elevado, las paradas no programadas tienen un gran impacto económico. Por lo tanto, uno de los problemas principales que confrontan hoy por hoy las empresas dedicadas a la producción de gres es la “Perdida de Producción por Paradas no Programadas”. Estas paradas se deben principalmente a:

- Averías.
- Tiempos muertos.
- Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de cambio de formato, marcha en vacío, periodo de prueba, etc.

Como se ha expuesto anteriormente el TPM es un sistema que reduce drásticamente estos tiempos de máquina parada debido principalmente a tres grandes principios:

- La creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y en la gestión de los equipos, en busca de la eficacia global.
- La implantación de un sistema de gestión del mantenimiento de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las averías y pérdidas antes de que se produzcan.
- La implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas, apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

A continuación se realizará un cálculo del beneficio que le supone a la empresa Gres de Aragón en términos económicos una reducción de las paradas no programadas



de un 20% en cuatro años. Este valor viene definido como uno de los tres objetivos realistas que **The Marshall Institute** considera que se deben intentar alcanzar mediante una implantación correcta de un sistema TPM.

Para realizar este cálculo se han tomado unos valores reales suministrados expresamente por el jefe de producción para este estudio. También se utiliza nuevamente la estimación de la evolución porcentual utilizada en el apartado anterior.

Dado que el tiempo medio de paros no programados de los equipos que componen la planta ARKLINKER es del 1.26% y que el número de jornadas de trabajo es de 320 días al año, se obtiene que el número de días de producción perdido debido a paradas no programadas es el siguiente:

$$320 \times 1.26\% = 4,032 \text{ días}$$

Extrapolando este valor a las estimaciones de evolución antes expuestas, se obtiene la gráfica que indica el número de días totales de parada que se eliminan gracias a la implantación del TPM:

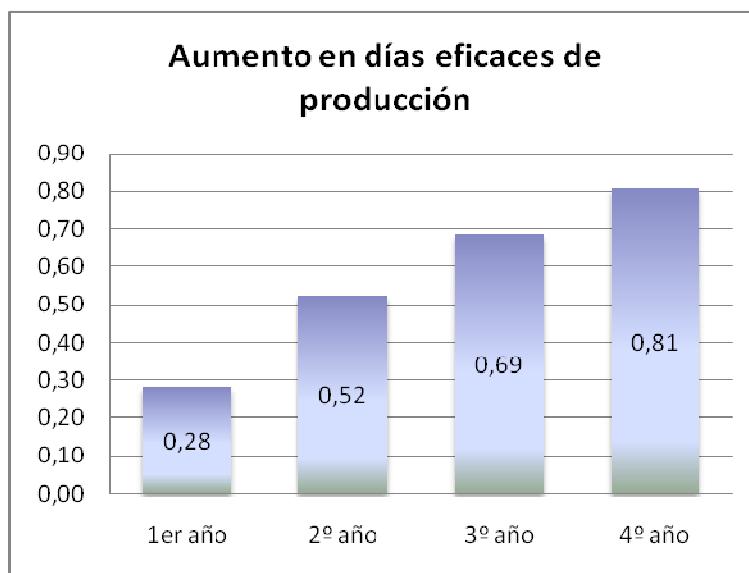


Ilustración 48. Gráfica de aumento de días de producción.



Recurriendo al dato proporcionado por el jefe de planta que determina que el valor medio de producción es de 37.240 €, se obtiene:

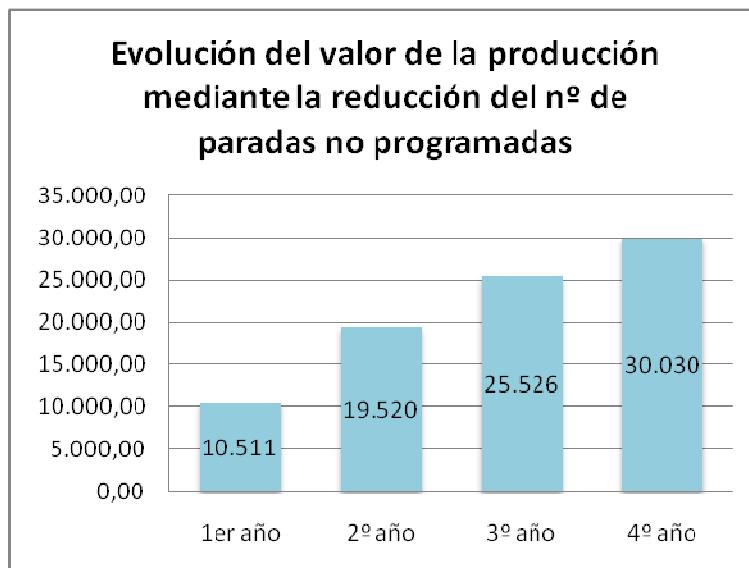


Ilustración 49. Gráfica de beneficios estimados.

Por lo tanto, se puede determinar que el valor de la producción de ARAKLINKER aumentará en 30.030 € al año gracias a la implantación del TPM.

### c) Incremento de hasta un 20% en la calidad del producto

Uno de los objetivos que se persigue en la implantación del TPM consiste en mejorar la calidad del producto, reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y de los equipos que tienen directo impacto en las características finales del producto.

Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen. Sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. Estos cambios pueden producir pérdidas debidas a producto rechazado o “perdidas por rechazo” o bien pueden llevar a una degradación del producto a una 2<sup>a</sup> clase cuyo valor en el mercado es menor.



El TPM incluye actividades como el mantenimiento Autónomo que mediante acciones que tienen como objetivo verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente. Es por esto que facilita en gran medida un estado de los equipos en el que no se generen defectos.

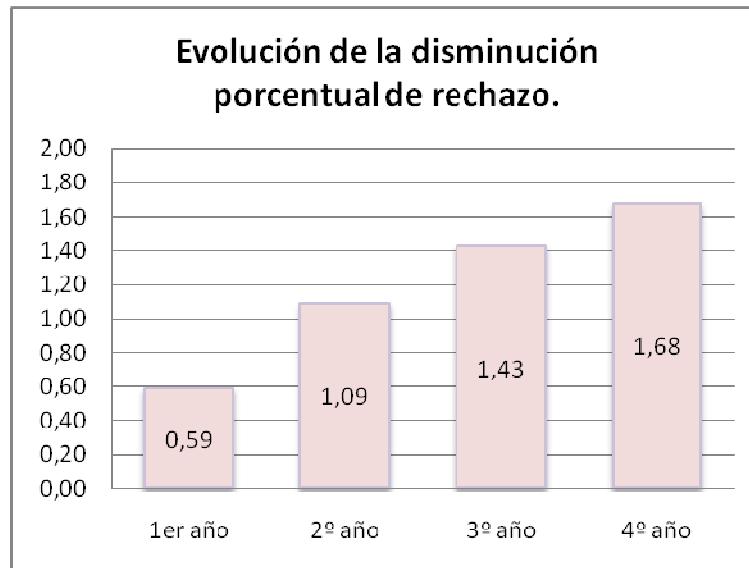
A continuación se realizará un cálculo del beneficio que le supone a la empresa Gres de Aragón en términos económicos un incremento de la calidad de su producción de un 20% en cuatro años. Este valor viene definido como uno de los tres objetivos realistas que **The Marshall Institute** considera que se deben intentar alcanzar mediante una implantación correcta de un sistema TPM.

Para realizar este cálculo se han tomado unos valores reales suministrados por el jefe de calidad de ARAKLINKER para este estudio. Estos valores corresponden a:

- El porcentaje de producto rechazado respecto a la producción total en lo que va de año 2011.
- El beneficio anual que le supone a la empresa un aumento del 1% en su calidad, calculando la media de los tres últimos años. El valor resultante es de 126.300 €/año.

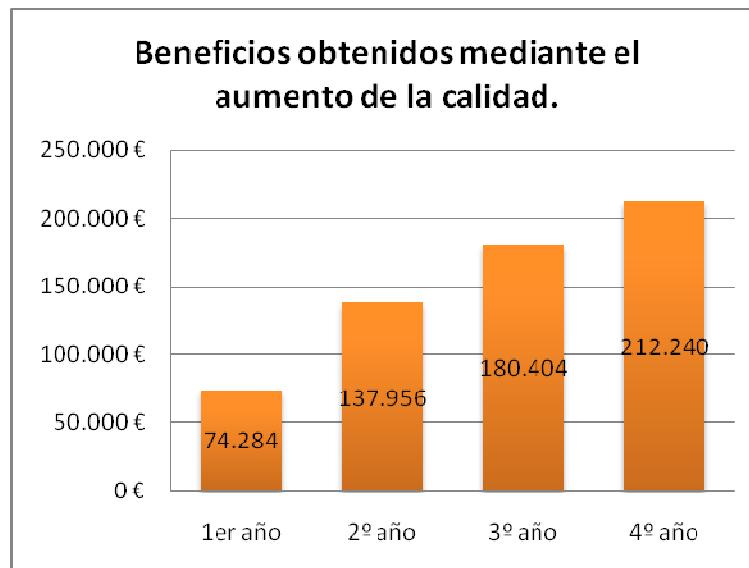
La evolución porcentual del incremento de calidad a lo largo de los cuatro años tomará los mismos valores que se han estimado en los dos apartados anteriores.

Por lo tanto la progresión en aumento de la calidad se estima que sea la siguiente:



*Ilustración 50. Gráfica de rechazo estimado.*

Relacionando este aumento anual con el valor medio de beneficio por punto se obtiene la siguiente gráfica:



*Ilustración 51. Gráfica de beneficios estimados.*

Esto significa que se pueden cuantificar los beneficios totales de la implantación del TPM a cuatro años gracias al aumento de calidad de la producción en 212.240 €.



### 7.3.2 Beneficios intangibles.

#### a) Motivación e implicación de los operarios.

La implantación de un sistema TPM permite al operario conocer más a fondo su puesto de trabajo, con todos sus problemas y peculiaridades. Esto provoca que lo identifique como algo propio, haciéndole más responsable de su estado y se preocupe más por mantenerlo limpio y en buenas condiciones.

Es importante que en un sistema TPM se tenga muy en cuenta las opiniones de los operarios, atendiendo a sus propuestas y ruegos, ya que ellos son los que mejor conocen las carencias de su puesto. Además, de esta manera se conseguirá una mayor motivación por parte de estos, que verán su trabajo facilitado. También se conseguirá un mayor sentimiento de mejora continua, ya que al ver sus propuestas convertidas en mejoras reales, será el propio operario el que adoptará una posición más curiosa y predisposta al aprendizaje con el fin de seguir mejorando su puesto de trabajo.

#### b) Incremento del Know-How de la empresa.

Know-How es un neologismo del idioma inglés, que data del 1838. Se define como: "saber cómo hacer algo fácil y eficientemente mediante la experiencia". En verdad tiene varios significados y aplicaciones en el mundo del comercio y de la industria.

La palabra compuesta "know-how" puede ser reemplazada en nuestro idioma con muchos términos: pericias, destrezas, habilidades, dotes, alto nivel de conocimiento. Palabras que al igual que "know-how" significan solo "saber cómo hacer algo pronto y bien hecho". El know-how tiene una directa relación con la "experiencia", esto es la práctica prolongada que proporciona conocimiento o habilidad para hacer algo.

Cuando se aplica a una organización se dice que es la experiencia con que ésta cuenta para desarrollar sus actividades, ya sean productivas, administrativas,



financieras, comerciales y de control. El "know-how" en una empresa, a partir de la era industrial, se ha convertido en valioso activo intangible, el cual incluye la forma de mezclar componentes, los equipos utilizados, el personal que sabe hacer la receta, etc. Lo que venden los que ofrecen franquicias es precisamente el "know-How", esto es cómo hacer las cosas en una empresa para que esta sea altamente productiva.

Al mencionar el término "**Know-How**" podemos también referirnos a un libro llamado "*Know-How: las 8 habilidades que separan la gente que rinden y las que no*" del Dr. Ram Charan, el consultor más solicitado y mejor pagado del mundo. Éste libro nos comenta que para incrementar el Know-How en un empresario se deben desarrollar una serie de habilidades.

Las ocho habilidades mencionadas en el libro son las siguientes:

- 1. Posicionar y Re-posicionar.** Encontrar la idea central del negocio que permita satisfacer las demandas de los compradores y hacer dinero.
- 2. Identificar con Precisión el Cambio Externo.** Detectar las amenazas de cambio en el comportamiento de industrias y compradores, para mantener el negocio a la ofensiva.
- 3. Liderar el Sistema Social.** Agrupar a las personas adecuadas con las conductas correctas y la información correcta para tomar decisiones mejores, más rápidamente y conseguir resultados.
- 4. Examinar a la Gente.** Calibrar a las personas basándose en sus acciones, decisiones y conductas, alineándolas a las demandas de trabajo.
- 5. Crear un Equipo.** Conseguir líderes muy competentes, emocionalmente estables, realistas, maduros, calmados y leales, que trabajen bien juntos.



- 6. Fijar Objetivos.** Determinar resultados deseados que estén equilibrados entre los que el negocio puede llegar a ser, con lo que es realista conseguir.
- 7. Establecer Prioridades con Precisión Láser.** Definir el camino y alinear recursos, acciones y energías para lograr los objetivos.
- 8. Confrontar las Fuerzas Sociales.** Anticiparse y responder a las presiones sociales que no se controlan, pero que pueden afectar al negocio.
- c) Seguridad: reducción de los accidentes laborales y de los que conllevan baja.**

El aumento de la limpieza y la mejora del estado de los puestos suponen una disminución muy considerable en los riesgos laborales que presentan. De esta manera la implantación de un sistema TPM conlleva una reducción drástica en los accidentes laborales de la empresa. Además el número de bajas por accidentes se verá también reducido de una manera muy considerable.

- d) Incremento del tiempo disponible para el dpto. de mantenimiento.**

La realización del automantenimiento por parte de los operarios contribuye a una reducción muy considerable del número de horas empleadas por el departamento de mantenimiento en realizar mantenimiento preventivo y sustituir piezas por desgaste. Además la reducción del número de averías de los equipos conlleva una disminución del número de actuaciones de mantenimiento correctivo que el dpto. de mantt. debe llevar a cabo.

El resultado de este aumento de horas disponibles del equipo de mantto. se traduce en una inversión de tiempo mucho mayor en estudios para la mejora de equipos consiguiendo un aumento de: la productividad, la seguridad, la calidad del trabajo, etc.



## 7.4 Balance.

A continuación se expone el balance con los beneficios económicos que se estima que va a generar el TPM en cuatro años. Como se puede observar, el retorno de la inversión se produce desde el primer año, ya que los gastos que supone su desarrollo son bastante bajos comparándolos con los beneficios que una implantación realista traerá consigo.

<b>BALANCE TOTAL</b>				
	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>
<b>INGRESOS ADICIONALES</b>	<b>121.239</b>	<b>225.158</b>	<b>294.437</b>	<b>346.396</b>
Reducción de los gastos de mantenimiento.	45.378	84.274	110.204	129.652
Reducción del nº de paradas no programado. (Suponiendo un margen comercial del 15%)	1.577	2.928	3.829	4.505
Aumento de la calidad de producción.	74.284	137.956	180.404	212.240
<b>GASTOS</b>	<b>50.290</b>	<b>43.350</b>	<b>42.510</b>	<b>42.192</b>
Gastos en mano de obra	49.300	43.350	42.510	42.192
Gastos en materiales	990	0	0	0
<b>BALANCE</b>	<b>70.949</b>	<b>181.808</b>	<b>251.927</b>	<b>304.204</b>

Ilustración 52. *Tabla de balance esperado.*

Analizando los resultados fríamente se observa la rentabilidad que supone la implantación de un sistema TPM. Esta es una de las principales por las que el sistema TPM está teniendo tanto éxito en los países en desarrollo.



### 7.5 Otras experiencias exitosas de implantación de TPM.

En este apartado se compone de datos objetivos provenientes de empresas de todo tipo. La fuente consultada ha sido **The Marshall Institute**.

Los valores a continuación expuestos se pueden llegar a lograr gracias una implantación en un grado de excelencia bastante alto. Algunas de las empresas que se mencionan en este apartado han sido premiadas por el JIPM con el premio a la excelencia del TPM.

- **SKF/MRC BEARINGS**, empresa dedicada a la producción de repuestos para equipos industriales, redujo su tiempo de mantenimiento correctivo no planeado en un 98% en un depto. y en un 99% en otro en sólo un año.
- **MONSANTO**, proveedor global de tecnologías y productos para la agricultura, logró un ETE (costos de la calidad en la empresa) en línea del 97% en 4 años gracias al TPM.
- **3M**, productora de componentes electrónicos, redujo sus costos de mantto. en un 60% en un periodo de 3 años.
- **TEXAS INSTRUMENTS**, empresa productora de encapsulados electrónicos, ahorro más de 6 millones de dólares en inversiones de capital en tan sólo un año gracias al TPM.
- **HARLEY-DAVIDSON** estima haber obtenido un ROI (retorno de la inversión) de 10:1 sobre los costos de implementación de TPM.
- **WHIRLPOOL**, empresa productora de electrodomésticos, mejoró su ETE en un 21%.
- **AERO ENERGY**, suministradora de combustible, redujo sus gastos de mantenimiento en equipo seleccionado en un 50%.



- **BAXTER HEALTHCARE**, empresa farmacéutica, redujo sus defectos de calidad de 5005/millón en 1986 a 1471/millón en 1992.
- **SHEREX CHEMICAL**, industria química, redujo sus gastos de mantenimiento en 20% en un año.
- **EASTMAN KODAK**, empresa relacionada con la fotografía, bajó de un promedio de 70 órdenes de mantenimiento diarias a un promedio de menos de 10 en 4 años.



### 7.6 Conclusiones.

Gracias a la evolución del mercado y a las nuevas exigencias en la calidad, productividad y optimización de los procesos, las industrias actualmente necesitan expandir sus negocios creando mayores fuentes de ingresos y regulando sus gastos de producción, así como incrementando los estándares de calidad y generando ambientes y espacios de trabajo propicios para elevar la productividad, la competitividad y la calidad tanto de los productos como de los operarios.

El TPM es una metodología que adecuadamente desarrollada puede llevar a una empresa productora de bienes o servicios a crecer en calidad, eficiencia y eficacia, llegando a tener indicadores de clase mundial y a disminuir en costos de operación y rechazos.

Como se ha podido observar, son muchas las empresas que deciden aplicar este sistema en sus líneas de producción, obteniendo grandes resultados en la eliminación de desperdicios, tiempos paros y la consecución de las “cero averías”. Este hecho implica la alta calidad en los procesos y productos, la alta eficacia y alta producción en sus equipos y máquinas.



## 8. Glosario de términos.

- **Kaizen:** "cambio para mejorar" o "mejoramiento"; el uso común de su traducción al castellano es "mejora continua" o "mejoramiento continuo". En su contexto este artículo trata de Kaizen como una estrategia o metodología de calidad en la empresa y en el trabajo, tanto individual como colectivo. Kaizen es hoy una palabra muy relevante en varios idiomas, ya que se trata de la filosofía asociada al sistema de producción Toyota, empresa fabricante de vehículos de origen japonés.
- **Gemba:** En la gestión de calidad, *gemba* significa lugar de trabajo. La idea principal es que si ocurre algún problema, los ingenieros deben ir allí para entender el impacto completo del problema, y de esta manera recopilar los datos de todas las fuentes.
- **JIT:** (Just in time), es un sistema de organización de la producción para las fábricas, de origen japonés que permite reducir el costo debido a la gestión y el costo por pérdidas en almacenes debido a stocks innecesarios.
- **JIPM:** (Japan Institute of Plant Maintenance). Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta.
- **RCM:** Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.
- **TWI:** (Training Within Industry), tiene como objetivo crear un tipo de formación que ayuda a acelerar la incorporación de los trabajadores no cualificados.
- **ROI:** Retorno de la inversión.
- **ETE:** Costos de la calidad en la empresa.



## 9. Bibliografía.

1. *"El Automantenimiento en la empresa"*, Francisco Rey Sacristán, 2002.
2. *"TPM Total Productive Maintenance"*, Lluis Cuatrecasas, 2000.
3. *"Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implementación y Desarrollo"*, Francisco Rey Sacristán, 2003.
4. *"Manual de entrenamiento para coordinadores TPM"*, Humberto Álvarez Laverde, 1996.
5. *"TPM in Process Industries"*, Takutaro Suzuki, 1994.
6. *"Las 5S: Orden y Limpieza en el puesto de trabajo"*, Francisco Rey Sacristán, 2005.
7. *"Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo"*, Liker, Jeffrey K, 2010.
8. *"Lean thinking : cómo utilizar el pensamiento lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa"* , Womack, James y Jones, 2005.



## 10. Linkografía.

1. [www.ceroaverías.com](http://www.ceroaverías.com)
2. [www.solomantenimiento.com](http://www.solomantenimiento.com)
3. [www.elprisma.com](http://www.elprisma.com)
4. [www\(tpm.org](http://www(tpm.org)
5. [www.mantenimientoplanificado.com](http://www.mantenimientoplanificado.com)
6. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)