

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías
Industriales

Implantación de la Metodología Lean Manufacturing
en la fábrica de Acesur

Autor: Pilar Ravé García

Tutor: ~~María Rodríguez Palero~~

Dpto. Organización industrial y Gestión de
Empresas
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de
las Tecnologías Industriales

Implantación de la Metodología Lean Manufacturing en la fábrica de Acesur

Autor:

Pilar Ravé Gacía

Tutor:

María Rodríguez Palero

Profesora asociada

Dpto. de Organización Industrial y
Gestión de Empresas II

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019

Trabajo Fin de Grado: Implantación de la Metodología Lean Manufacturing en la fábrica de Acesur

Autor: Pilar Ravé García

Tutor: María Rodríguez Palero

El tribunal nombrado para juzgar el Trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

Agradecimientos

Con este trabajo de fin de Grado pongo punto y seguido a mi formación como ingeniero. Supone el fin a varios años de sacrificio y mucha constancia en los que han influido muchas personas a las que me gustaría agradecer todo lo que me han ayudado.

A los profesores de la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, por la formación que me han ofrecido, especialmente aquellos que, con su amabilidad, comprensión y su profesionalidad han hecho este camino tan duro más fácil y ameno.

A María Rodríguez Palero, tutora de este trabajo, por el trato recibido y por la paciencia que ha tenido conmigo. Por guiarme y aceptar mi complicada situación, ya que por motivos de trabajo yo no podía asistir a todas sus tutorías y ella se adaptaba a mi horario. Por su disponibilidad, cercanía y cordialidad. Porque ha sido un placer trabajar con ella.

A mis compañeros del trabajo y en especial a Mercedes Mendoza Raya por enseñarme tanto durante estos años y por ser mi mentora. Por las alegrías compartidas y por el duro trabajo en equipo, pero no menos bueno.

A mi familia en general y a mis padres en particular, por atenuar esos momentos no tan buenos en la Escuela y por mostrarme el camino a seguir cuando yo ya no veía solución.

Y por último y no menos importante a Borja por su apoyo incondicional y por darme ese empujón cuando ya no tenía fuerzas para seguir.

A todos, GRACIAS.

Resumen

La implantación de la metodología Lean Manufacturing en la fábrica de Acesur de Dos Hermanas se ha producido en el contexto de la modernización de una de las empresas más sólidas en el ámbito de la producción y de la exportación de aceite de oliva, que pretende ponerse al día en la compleja situación de la competencia global y de los mercados internacionales de las grasas vegetales. En este trabajo se recogen las primeras fases de esta implantación y la constitución de los equipos de trabajo para llevarla a cabo, aunque es pronto para una evaluación global, ya se están aplicando una serie de técnicas con resultados positivos. El proyecto pretende dar una primera visión detallada de todos los cambios realizados y de la evolución que ha desarrollado la empresa hasta día de hoy sobre el proceso de implantación de la Metodología Lean Manufacturing aplicada a la empresa aceitera Acesur.

En la primera parte se analiza detalladamente el proceso de producción del aceite de oliva, tanto de forma tradicional como con la tecnología industrial más avanzada. Se describen las sucesivas fases (recolección, transporte, molturación, prensado o centrifugado, filtrado o decantación y embotellado). En la segunda parte se estudia la metodología Lean, desde sus inicios hasta su implantación generalizada y se especifican sus principios, el concepto de desperdicio, las mudas, las esperas, los efectos de los diversos inventarios, así como las técnicas necesarias para evitar estas pérdidas de productividad real en la fábrica.

En la tercera parte se describe la implantación de las diversas técnicas de Lean en la fábrica de Acesur, analizando las características especiales de la empresa, los instrumentos y técnicas que se están desarrollando para su implantación y evaluación y los efectos positivos que se están produciendo, a pesar de que su aplicación general no está plenamente desplegada.

Finalmente se describen las mejoras detectadas después de su puesta en marcha y los ahorros conseguidos en algunas líneas de producción. Concluyendo con una serie de consideraciones generales sobre los criterios que se han seguido en la adaptación al método y de la necesidad de implicar a todo el conjunto del sistema productivo.

Índice

Agradecimientos	vii
Resumen	viii
Índice	x
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xiv
1 Objetivos	17
1.1 <i>Objetivos del trabajo y de la Empresa</i>	17
1.2 <i>Estructura</i>	17
1.3 <i>Motivación</i>	18
2 Introducción	19
2.1 <i>Proceso del aceite</i>	19
2.1.1- <i>RECOLECCIÓN DE LA ACEITUNA</i>	21
2.1.2- <i>LA MOLIENDA</i>	23
2.1.3- <i>EL BATIDO</i>	25
2.1.4- <i>LA EXTRACCIÓN</i>	29
2.1.5- <i>EL REFINADO</i>	34
2.2 <i>Proceso de Envasado. Caso práctico (ACESUR)</i>	42
2.3 <i>Descripción de las fábricas de Vilches y Sevilla</i>	43
3 Introducción histórica del Lean	49
3.1- <i>Definición y orígenes</i>	50
3.2- <i>Principios y estructura del Sistema Lean</i>	54
3.3- <i>Concepto de valor añadido y despilfarro</i>	56
3.4- <i>Caracterización de los desperdicios</i>	59
3.4.1- <i>La sobreproducción:</i>	60
3.4.2- <i>Las esperas:</i>	63
3.4.3- <i>Los transportes:</i>	66
3.4.4- <i>Los movimientos:</i>	67
3.4.5- <i>Los defectos:</i>	69
3.4.6- <i>El sobreprocesamiento:</i>	71
3.4.6- <i>El inventario:</i>	74
3.5- <i>Sistema de Gestión de Mejora Continua</i>	77
4 Técnicas de Lean y su implantación en la empresa	79
4.1- <i>SMED</i>	79
4.2- <i>5s's</i>	87
4.3- <i>Estandarizar en los Cambios de Aceite</i>	98
4.4- <i>Manufacturing Execution System o MES</i>	102
4.5- <i>Mantenimiento Productivo Total. TPM</i>	112

5	Conclusiones	133
6	Referencias	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Terminología de la clasificación de los aceites según las características de cada uno	36
Tabla 4-1: Estándar de Cambio de Aceite	85
Tabla 4-2: Plan de Acción	86
Tabla 4-3: Estándar de verificación del cambio	87
Tabla 4-4: Estándar de frecuencia de uso de elementos en el puesto	90
Tabla 4-5: Plan de Acción 5s	92
Tabla 4-6: Formación de Housekeeping de fábrica	94
Tabla 4-7: Estándar de Housekeeping de auditoría	95
Tabla 4-8: Calendario de Auditorías	96
Tabla 4-9: Check List auditoría 5s	97
Tabla 4-10: Plan de Acción para la gestión autónoma	122
Tabla 4-11: Estándar de trabajo de mantenimiento autónomo	123
Tabla 5-1: Ejemplo del cambio de formato antes y después en la línea COOSUR	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Esquema simplificado de la producción del aceite de oliva	20
Figura 2-2: Fases del proceso global de producción	20
Figura 2-3: Fase inicial de la molienda	23
Figura 2-4: Fases del proceso de Fabricación del aceite. Productos y subproductos de la molienda	26
Figura 2-5: Esquema del proceso de extracción	30
Figura 2-6: Cuadro de mandos de la refinría de Vilches de Acesur.	38
Figura 2-7: Pantalla del control de mandos de la refinría de Vilches de Acesur	39
Figura 2-8: Pantalla del control de mandos de la refinría de Vilches de Acesur	42
Figura 2-9: Distribución de áreas de fábrica en Sevilla	43
Figura 2-10: Planta de envasado de Vilches	44
Figura 2-11: Línea Kronos de Vilches (Acesur)	45
Figura 2-12: Línea de envasado de Vilches	48
Figura 3-1: La casa del Lean (Womack et al., 1990)	54
Figura 3-2: Los cinco principios rectores claves para aplicar el Lean Manufacturing	55
Figura 3-3: Diagrama de Flujo del proceso de la metodología Lean	57
Figura 3-4: Iceberg de despilfarros	58
Figura 3-5: Esquema de gestión de los desperdicios	60
Figura 3-6: Resumen Sobreproceso	63
Figura 3-7: Resumen Esperas	65
Figura 3-8: Resumen Transporte	67
Figura 3-9: Resumen Movimientos	69
Figura 3-10: Resumen Defectos	71
Figura 3-11: Ejemplo de sobreprocesamiento	72
Figura 3-12: Resumen Sobreprocesamiento	73
Figura 3-13: Relación entre Inventarios y Problemas	74
Figura 3-14: Resumen Inventario	77
Figura 4-1: Desglose de actividades internas y externas para reducir tiempos de operación	82
Figura 4-2: Análisis de eficiencia de las líneas de Acesur	83
Figura 4-3: Desglose del OEE de la línea COOSUR	83
Figura 4-4: Pérdidas por disponibilidad de la línea COOSUR	84
Figura 4-5: Flujograma del proceso de clasificación	88
Figura 4-6: Ejemplo de Seiri	89

Figura 4-7: Ejemplo de Seiton	90
Figura 4-8: Ejemplo de Seiso	91
Figura 4-9: Estándar tarjeta roja	92
Figura 4-10: Estándar de trabajo	100
Figura 4-11: Estándar de trabajo	102
Figura 4-12: Pantalla de control del software de producción	103
Figura 4-13: Fórmula del OEE	105
Figura 4-14: Parámetros del OEE	106
Figura 4-15: Ejemplo de medición OEE. Pantalla de control	107
Figura 4-16: Pilares del TPM	113
Figura 4-17: Ciclo de vida del equipo	113
Figura 4-18: Fundamentos de la Excelencia	114
Figura 4-19: Ejemplo de radar chart, nivel de implantación del sistema SGMC Lean Assessment	115
Figura 4-20: Desglose de tiempos de eficiencia de equipos	116
Figura 4-21: Ejemplo de cuadro de datos	117
Figura 4-22: Ejemplo de VSM	118
Figura 4-23: Pilares del mantenimiento	121
Figura 4-24: Gráfico de la implantación del auto mantenimiento	122
Figura 4-25: Estructura de mantenimiento preventivo	125
Figura 4-26: Estructura del mantenimiento preventivo	128
Figura 4-27: Ejemplo gráfico para predicción	129
Figura 4-28: Ejemplo de análisis de lubricantes	130
Figura 4-29: Ejemplo termografía	130
Figura 4-30: Espectro en aceleración. Velocidad = 1000 rpm	131

1 OBJETIVOS

Lo más difícil es la decisión de actuar, el resto no es más que la Tenacidad.

- Amelia Earhart -

1.1 Objetivos del trabajo y de la Empresa

A principios de cada año en Acesur se define una serie de objetivos prioritarios entre los que se encuentra, como KPI principal, la reducción de costes de manera global. El objeto de este proyecto se focaliza en el lanzamiento e implantación de un sistema de gestión de mejora sistemática, para eliminar y reducir paso a paso las pérdidas encontradas en la “supply chain” de Acesur, aplicando las distintas herramientas proporcionadas por la filosofía Lean para liderar el cambio cultural y alcanzar así los objetivos marcados. Dentro de los diferentes procesos que encontramos en Acesur, nos centraremos en el envasado, analizando la eficiencia en las líneas principales. Para atacar este objetivo se creó en Acesur un equipo de trabajo del cual tuve la suerte de formar parte, y con los que he desempeñado el papel de gestor de equipos de mejora. Nuestro objetivo fundamental es reflejar objetivamente el proceso de implantación de alguna de las técnicas propias del sistema Lean. Mas la descripción de las dificultades y de la situación actual.

1.2-Estructura

Teniendo en cuenta las características de la especialización de la empresa, la tecnología de la producción y la tipología empresarial, así como los rasgos de la metodología Lean, se ha pretendido un análisis general de la situación actual.

En primer lugar, en la definición de los objetivos, hacemos la justificación de la elección del trabajo, con la confluencia de los objetivos de la empresa que pretende implantar el sistema Lean para ganar en competitividad y mejorar el balance de resultados y los objetivos personales de la autora que fue implicada durante sus prácticas en el proyecto de implantación.

En segundo lugar, para comprender la evolución histórica y la problemática tecnológica de la empresa aceitera era necesario analizar, el proceso de producción del aceite para comprender las peculiaridades de este tipo de empresas agroalimentarias.

Igualmente, para argumentar la necesidad de la aplicación de la metodología Lean, objeto principal

de este estudio, era preciso contextualizar el lugar y las condiciones históricas, económicas y sociopolíticas en que surgió, como se ha ido desarrollando y expandiendo su uso y finalmente disponer de sus principales conceptos y técnicas, con su posible utilización en la empresa. Era imprescindible caracterizar los desperdicios

(la sobreproducción, las esperas, los transportes, los movimientos, los defectos, el sobreprocedimiento, el inventario y las técnicas ligadas al sistema de gestión de Mejora Continua).

La parte final se dedica al estudio de las técnicas Lean y a su aplicación en la empresa Acesur (especialmente SMED, 5s', Estandarización en los Cambios de Aceite

Manufacturing Execution System o MES, Mantenimiento Productivo Total. TPM).

Se ultima el trabajo con las conclusiones, discriminando entre las mejoras observadas en la fábrica y las conclusiones de tipo general.

1.3 Motivación

La realización del proyecto empezó a través de las prácticas que ofrece la universidad de Sevilla en el último curso de GITI y que en mi caso las realicé en la empresa aceitera Acesur. A finales del curso 2016/2017 fue cuando realicé dichas prácticas en Acesur que me ofreció la oportunidad de iniciarme en el mundo profesional como ingeniero gracias a esta práctica. Yo en un principio busqué dicha opción ya que las prácticas equivalían a dos asignaturas y porque lo veía como una oportunidad para poder tener una primera toma de contacto con la vida laboral.

La beca consistía en la realización de labores de mantenimiento mediante la metodología LEAN en esta citada empresa. Cuando entré la fábrica me asignaron al departamento de producción para realizar las citadas labores de mantenimiento. Mi tutor de prácticas en la empresa fue D. Daniel Dieste, aunque a los tres meses hubo una reestructuración en la empresa y mi tutor pasó a ser Dña. Mercedes Mendoza Raya, actual Directora de fábrica de Sevilla y responsable industrial de exportación para las plantas de envasado de Vilches y Sevilla. A los dos meses del comienzo de mis prácticas Dña. Mercedes Mendoza Raya me propuso como componente para el equipo de reducción de merma de botellas que se iba a crear en la línea COOSUR (Posteriormente explicaremos esta línea).

El proyecto comenzó al inicio de mis prácticas y a día de hoy seguimos trabajando en ello ya que es un proceso de mejora continua. Todo ello ha sido realizado a través de una buena gestión visual proporcionada por el tablón del equipo donde se han colocado todos los documentos correspondientes al logro y alcance de los objetivos para poder así llevar un control exhaustivo de todo el proceso de mejora en la línea (COOSUR).

2 INTRODUCCIÓN

*El que coge aceitunas antes de enero,
deja el aceite en el madero (Anónimo)*

A

lo largo de la historia las personas han pretendido hallar un modo de mejorar su bienestar, bien, a través del perfeccionamiento de sus métodos de trabajo o bien organizando mejor sus actividades cotidianas. Desde su origen el ser humano ha desarrollado métodos que facilitan, mejoran y optimizan todo tipo de actividades, tanto en el ámbito de la producción de alimentos como en la fabricación de automóviles o cualquier otra herramienta industrial

2.1 Proceso del aceite

Su afán de perfeccionamiento y, más allá, el de mejora continua es una expresión del progreso empresarial de cualquier organización, mucho más en el caso de las de carácter industrial. Su filosofía de trabajo y la forma de aplicar sus métodos y técnicas de fabricación están orientadas a la mejora continua de los procesos productivos mediante la reducción de todo tipo de desperdicios, es decir, los restos de cualquier actividad o proceso que usa más recursos de los necesarios. El fin último es generar una nueva cultura dentro de la empresa, en la que todos sus miembros sientan la necesidad de disminuir las actividades que no añaden valor al producto y sean capaces de descubrir nuevas formas para aplicar mejores métodos de fabricación.

Ahora vamos a adentrarnos en el proceso de fabricación del aceite desde la recolección de la aceituna hasta el posterior embotellamiento del aceite.

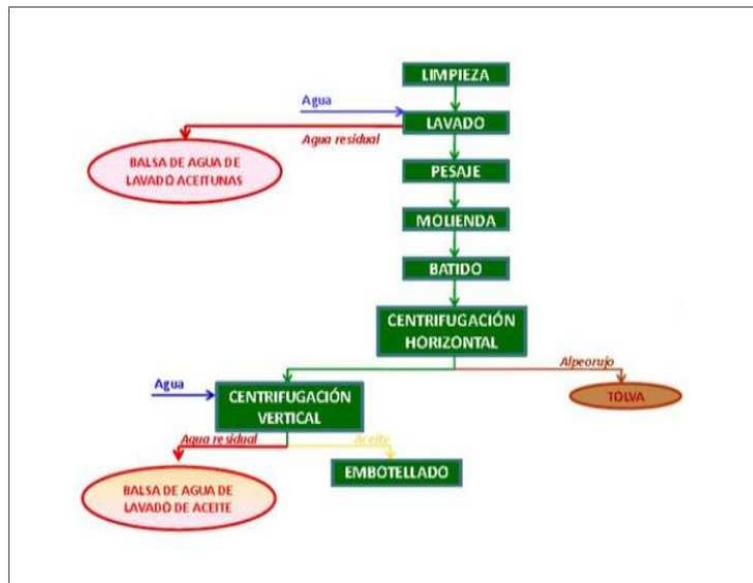


Figura 2-1: Esquema simplificado de la producción del aceite de oliva

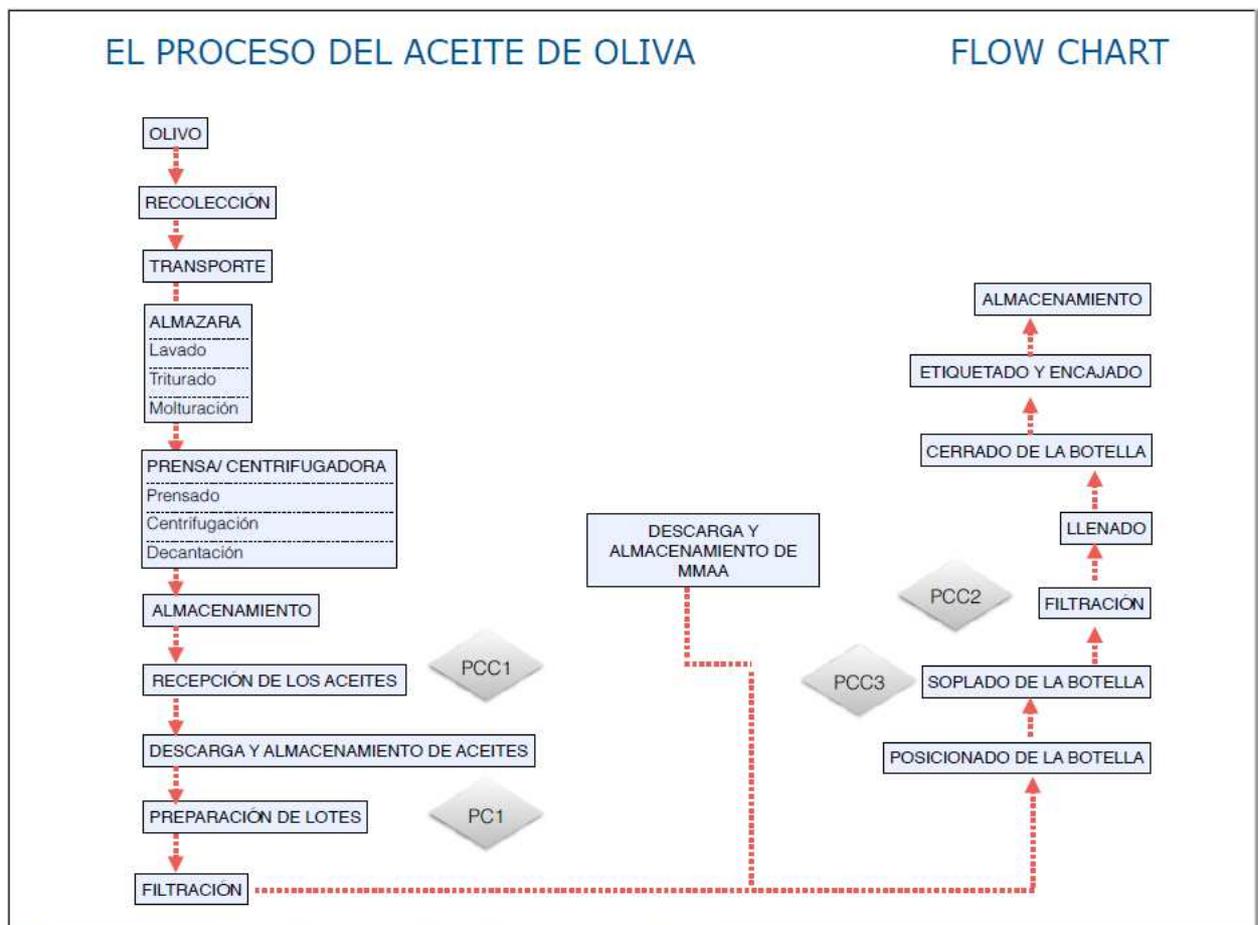


Figura 2-2: Fases del proceso global de producción

2.1.1-RECOLECCIÓN DE LA ACEITUNA

Las aceitunas deben recolectarse a finales de otoño o comienzos de invierno y es el momento en el que tienen su máximo nivel de ácidos grasos en la pulpa de la oliva. La recolección de la aceituna es un trabajo agrícola con gran influencia en los costes de producción que a su vez determina en gran parte la calidad del aceite obtenido. La época de recolección influye directamente en la composición de los aceites y en las características sensoriales de los mismos. Así, el contenido en polifenoles varía según el grado de maduración y lo hace según el contenido de aceite en el fruto.

Estas variaciones en el contenido de polifenoles afectan especialmente en el olfato, el gusto y en el aspecto visual del aceite. A medida que avanza el proceso de maduración de la aceituna los aromas se van apagando y a su vez se suavizan los sabores. Otro aspecto que experimenta cambios según la época de recolección de la aceituna es el color, al principio predominan los aceites verdes, de diversas tonalidades en función de la variedad y a medida que avanzamos en dicha época el color va tirando hacia el amarillo-oro como resultado de la disminución progresiva de la relación clorofila-carotenos.

De todos los sistemas de recolección, se debe elegir aquel que ocasione menos daño a las aceitunas, ya que las roturas ocasionadas serán el lugar de proliferación de hongos que dañan el aceite y la zona de salida de grasa en el lavado. No solo es importante preocuparse por el fruto, sino que además hay que utilizar el sistema para la recolección que deteriore menos al olivo.

El método ideal para la recolección de aceituna es: el ordeño, ya sea a máquina o a mano, ya que la aceituna no sufre daños de ésta manera. Se utiliza siempre en la recolección de aceituna de mesa, aunque su elevado coste hace que se use cada vez menos.

El método más agresivo de entre todos los que se utilizan es el vareo, el cual es casi único en tiempos pasados, actualmente ha disminuido significativamente su uso en favor de los demás sistemas de recolección. El vareo es un sistema que se realiza utilizando una vara larga y con ella golpeando y cimbreando las ramas del árbol, dichos movimientos provocan la rotura de ramas y tiernos brotes, que en la campaña siguiente habrían sido los que hubieran dado aceitunas.

En la metodología de mecánico por vibración, existen diversas variantes posibles, una de ellas es con una pinza impulsada generalmente por tractor agrícola o autónoma, que al actuar sobre el tronco o rama del árbol provoca que las aceitunas caigan. En la actualidad es el más utilizado ya que disminuye los costes de recolección y reduce los daños que se producen al olivo por ejemplo como ocurre con el sistema del vareo. Este método mecánico va siempre acompañado del “vareo”, debido a que una gran cantidad de las aceitunas no caerían al suelo fácilmente, por lo que nos ayudamos del vareo; además con la vibración, la actividad del vareo en sí se hace mucho más asequible.

Para abaratar costes en la recolección, se suele emplear una técnica que consiste en alisar el suelo de alrededor del olivo, eliminando las malas hierbas con herbicidas. La técnica se denomina “preparar los pies” o “ruedos”. Esta previa preparación facilita la recogida de las aceitunas, tanto si se recogen a mano, como si se hace uso de una aspiradora; incluso se obtiene con más facilidad si se extienden lonas sobre la zona ya limpiada y sin malas hierbas.

Las aceitunas se limpian y se tamizan, eliminando residuos como tallos, tierra, hojas o pequeñas piedras. A continuación, se lavan con agua fría para eliminar otras impurezas como barro, polvo, restos de herbicidas. Finalmente se introducen en pequeñas pilas para más tarde ser molidas. Antiguamente el almacén donde estaban las aceitunas se llamaba troje.

Una vez recolectadas se transportan a una zona en las que se extrae el aceite de oliva mediante prensado. Estas prensas o molinos son llamadas «almazaras» (la etimología proviene del árabe «al-mas'sara» que significa 'extraer', 'exprimir'). El prensado libera un líquido no oleoso llamado amurca, denominado así desde la época de los romanos. Es muy importante que la aceituna se procese en las 24-48 horas siguientes a su recogida para así obtener un aceite de calidad. Otro aspecto a tener en cuenta en el tipo de aceite de oliva que vamos a obtener es la influencia de las operaciones de cultivo en la calidad, y por ello a continuación explicamos brevemente:

1) La influencia de la variedad de aceituna

Las características genéticas que se dan en cada cultivo se traducen en una resistencia o sensibilidad a enfermedades, a los accidentes meteorológicos, a las plagas que son los responsables de la calidad de los aceites. Por ejemplo, algunas características de un cultivo son: la época de maduración, el tamaño de los frutos, etc. Está reconocido por catadores y consumidores que cada olivar aporta a los aceites unas connotaciones peculiares y diferenciales, que son muy apreciadas.

2) La influencia del medio: clima y suelo

Al igual que ocurre en el cultivo, los aceites se diferencian unos de otros debido a las distintas características de los terrenos donde se cultivan, y se sabe a ciencia cierta que, en suelos menos fértiles, ondulados y poco productivos, se consiguen aceites mucho más aromáticos que en terrenos muy fértiles y con olivares de producción media muy alta.

3) La influencia del cultivo

Las diferentes actividades de cultivo como, por ejemplo: la fertilización, la poda y el riego tienen como objetivo común obtener una mayor producción, así como un crecimiento correcto del olivo y sus frutos.

4) La influencia de las enfermedades y plagas

Existen diversos grupos de patógenos que incitan a enfermedades y plagas dañando la calidad del aceite. En primer lugar, tenemos un grupo que incluye a los que sólo provocan depresión vegetativa en el olivo, afectando más a la cantidad que a la calidad.

En segundo lugar, hay fisiopatías que causan caídas del fruto antes de que éste tenga todas las condiciones adecuadas para someterse al siguiente paso, la extracción. Los daños ocasionados por éste fenómeno quedan en una pequeña parte de la cosecha, pero el aceite en sí no se ve directamente afectado.

Por último, otro grupo lo forman aquéllas enfermedades y plagas que atacan al fruto durante el proceso de maduración o una vez finalizado éste, y en consecuencia afectan a la calidad del aceite.

5) La influencia de la recolección

La recolección es un proceso de gran importancia porque trasciende en la calidad del aceite obtenido, en el volumen de la próxima cosecha y en el coste de la producción. El momento idóneo para realizar la recolección será aquél que mejor tenga en cuenta los siguientes objetivos conjuntamente:

- Las aceitunas tienen que tener la mayor cantidad de aceite posible.
- El aceite obtenido debe ser de la mayor calidad posible
- Los perjuicios que sufra el árbol en la recolección deben ser los mínimos posibles y no afectar a la próxima cosecha.
- El coste de la recolección debe ser el más económico posible.

Sabemos que el momento de mayor calidad y cantidad de aceite en las aceitunas es en una fecha muy cercana a la desaparición de aceitunas verdes en el olivo.

Después de la recolección pasamos al siguiente paso: el de la preparación de las aceitunas, es decir, justo antes de llegar a la almazara, mientras son transportadas, deben clasificarse por un lado las aceitunas que se han recogido del suelo y por otro lado aquellas que han sido recogidas del árbol, debido a que éstas últimas son de mayor calidad.

Asimismo, en el instante de la entrada a la almazara, han de ser clasificadas según la suciedad que tengan, ya que se les designará un proceso de limpieza u otro. Los frutos que se encuentren muy sucios deben pasar por la limpiadora y la lavadora, mientras que los menos sucios, sólo habrá que aplicarles un lavado más suave. Finalmente, deben ser tratadas de distinta manera según la calidad que queramos obtener de sus aceites.

2.1.2-LA MOLIENDA



Figura 2-3: Fase inicial de la molienda

El primer proceso al que se someten las aceitunas es la molienda, como se observa en la figura 2-3, consiste en romperlas para que luego suelten el jugo (el aceite) que llevan en el interior de sus células.

La molturación o molienda se inicia transportándose la aceituna desde las tolvas de almacenamiento hasta las almazaras, lugar donde hay unos molinos que exprimen los frutos. El transporte se hace a través de unos sinfines de molinos (espirales de acero inoxidable). Cuando las aceitunas son trituradas y convertidas en una especie de masa, pasamos el producto

obtenido a las batidoras mediante las bombas hidráulicas o bombas de masa. Las batidoras son depósitos de acero inoxidable con una cámara de agua caliente donde batimos muy lentamente la masa de aceituna a una temperatura aproximadamente entre 20 y 30 grados centígrados adquiriendo la masa las condiciones ideales para separar el aceite del resto de subproductos que se encuentran en la masa de aceituna.

El siguiente paso sería, tras acabar en las batidoras, ir a las máquinas principales del sistema de extracción, es decir, a las centrifugadoras horizontales o decantadores. Recalcar la relevancia de éstas máquinas ya que son las encargadas de transformar y separar la última masa de aceituna que salió de las batidoras en aceite y orujo, clasificándolos y almacenándolos en distintas ubicaciones. Estas máquinas funcionan por centrifugación beneficiándose del distinto pesaje de los subproductos y del aceite. El orujo, es decir, los sólidos, se envían mediante la bomba de los subproductos a la tolva de almacenamiento del orujo, mientras que el aceite pasa por los decantadores que son máquinas muy sofisticadas y económicamente hablando muy caras que trabajan a gran velocidad.

Además, antes de salir el aceite se encuentran unos tamices que hacen que no se cuelen en el aceite partículas sólidas que anteriormente se han ido filtrando en los pasos anteriores, y así, pasaríamos el aceite a las centrifugadoras verticales, normalmente son dos centrifugadoras por cada línea de molturación, éstas tienen como objetivo separar por completo el agua del aceite; pero antes de transportar el aceite a las bodegas tiene que pasar por los seis depósitos decantadores que por lo general son tres para cada línea de molturación. Los decantadores tienen una capacidad de 5 tm. / cada uno y su objetivo es que el aceite se vaya decantando por el camino pasando de unos depósitos a otros mediante el sistema de vasos comunicantes, es decir, en cada depósito va dejando en el fondo aquellas impurezas que aún van quedando. Estos depósitos llamados decantadores están conectados con las bodegas por tuberías de acero inoxidable.

Debemos diferenciar dos sustancias que se obtienen de la fabricación del aceite: el orujo y el alpechín. Como sabemos el orujo es el residuo en forma de pasta que queda una vez que le extraemos a la aceituna todo el aceite, dicha pasta está formada por el resto de pulpa y el hueso; mientras que el alpechín es un líquido oscuro que tiene un olor muy desagradable. Este residuo líquido nace de la mezcla del agua que es usada para lavar las aceitunas y del agua que las propias aceitunas tienen, además es de sabor bastante amargo y de aspecto brillante.

Los operarios inician en la recepción, en cuanto llegan las aceitunas en el patio de la báscula, con la hoja de Trazabilidad de cada uno de los aceites, dicha hoja sigue su recorrido con los operarios de

fábrica cuando éstos empiezan a molerla en los molinos y llega a su fin cuando el aceite es almacenado en las bodegas. El tiempo que conlleva dicha trazabilidad completa, que transcurre desde que las aceitunas son pesadas y molturadas hasta que finalmente son depositadas en las bodegas, no pasa de las 48 horas.

La separación es el procedimiento para extraer el aceite de la aceituna más antiguo y con mayor utilización hasta no hace mucho, ya que los sistemas de prensado han ido evolucionando a lo largo del tiempo.

Éste sistema, aunque cada vez sea menos usado sigue utilizando las prensas hidráulicas, dónde la pasta obtenida con anterioridad se coloca sobre capas finas en discos de material filtrante, llamados capachos.

Los capachos se colocan unos encima de otros sobre una plataforma móvil y van guiados por un vástago central. Este conjunto de plataforma móvil, vástago y capachos con dicha pasta, constituyen el cargamento al que sometemos a cada actividad de prensado. Es por tanto un sistema con tres procesos muy definidos: primero con la confección del cargamento, segundo con la prensada en cuestión y por último el descapachado.

Desde que comienza a formarse la carga, los líquidos circulan sobre la plataforma móvil o vagoneta y éstos continúan fluyendo al actuar la prensa. Al principio de la prensada se obtiene un jugo rico en aceite, el más fluído de la pasta que se preparó, y en consecuencia el de más calidad.

2.1.3-EL BATIDO

Los antecedentes y estado actual de la técnica del batido

El proceso de fabricación de los aceites de oliva vírgenes (AOVs) se basa en la liberación de las gotas de aceite del oleosoma y separarla del tejido vegetal que lo alberga únicamente por procesos físicos.

El primer paso para disfrutar de su valioso zumo oleoso es efectuar una molienda o triturado para liberar esas gotas lipídicas y agruparlas en una única macrogota para posteriormente realizar una separación sólido-líquido.

La masa de aceitunas molidas está formada por una parte sólida (pulpa y fragmentos de huesos) y partes líquidas de distintas densidades (alpechín y gotas de aceite en fase continua). Como resultado del contacto del alpechín (siendo éste el agua aportada durante el proceso más el agua que encontramos en el fruto),

El batido es la fase en la cual, mediante el amasado, lento y continuado, de la pasta de aceituna, ayudándonos con una temperatura controlada, favorecemos la rotura de la emulsión agua-aceite formada en la molienda. Con ello se promueve la coalescencia de las gotas de aceite soltadas durante la molienda, incrementando así la proporción de extracto suelto y beneficiando a una

buena disociación de las distintas fases que forman la pasta en las fases consiguientes de centrifugación o presión.

A pesar de la gran importancia del proceso de batido, hoy en día existe una clara deficiencia en la eficiencia y efectividad del proceso de batido. La masa de aceituna recién triturada no posee la temperatura óptima para maximizar la coalescencia de las gotas de aceites liberadas, perdiéndose el 50% del tiempo destinado al batido en que la masa de aceituna alcance la temperatura de consigna para una calidad adecuada. Ello provoca que las duraciones de los batidos se alarguen a dos horas, cuando lo recomendado es una hora, e incluso menos de 50 minutos para aceites de oliva virgen extra (AOVE) con calidad 'Premium'.

A esta deficiente forma de batir se une en los últimos años otro problema durante el batido: las 'pastas calientes', favorecido por el adelanto de la recolección a principios de octubre, e incluso en algunas comarcas, como en el norte de Cáceres, la última semana de septiembre, para así obtener una calidad excelente y diferenciadora en el mercado de los AOVE.

Esta recolección temprana provoca que los frutos en muchas ocasiones lleguen 'calientes', a una temperatura de hasta 30 °C al molino, lo cual es negativo para AOVE de alta calidad. Pero esta problemática no es únicamente a nivel regional, sino incluso mundial, con graves problemas de temperatura en países de nueva cultura olivarera como Chile, Argentina o Perú.



Figura 2-4: Fases del proceso de Fabricación del aceite. Productos y subproductos de la molienda

Efectos del batido sobre la masa de aceituna:

La pasta de aceitunas molida está constituida por fases sólidas (fragmentos de pulpa y de huesos), y fases líquidas (alpechín en fase continua y gotas de aceites). La elaboración de la masa de aceitunas necesita de un batido para facilitar que las gotas de menor estabilidad, normalmente aquellas de mayor tamaño, se unan por coalescencia formando en algunos casos las bolsas de aceite que se separan de los sólidos de dicha masa.

La trituración de aceitunas sólo consigue aproximadamente que entre el 40-50% de gotas de aceites desperdigadas en la pasta tengan un diámetro mayor a los 30 μm . Para la separación en fase continua los diámetros de las gotas deberán superar las 30 μm (Khlif et al., 2003), pues la estabilidad de las gotas de aceites es tanto mayor cuanto menor es su tamaño, dificultándose así su agrupación en gotas más gruesas (Di Giovacchino, 1991). Solamente tras el batido se puede conseguir que las gotas que superen las 30 μm superen el 80% (Khlif et al., 2003). A continuación, expondremos los distintos tipos de batidoras.

La batidora es básicamente una cámara de acero inoxidable provista de un vástago con paletas que 'amasan' la pasta de aceituna y adecúa la temperatura gracias a una doble pared o camisa interna por la que fluye el líquido calefactor, el cual es agua caliente. El movimiento de estas paletas, el cual debe ser inferior a 20 rpm, proveerá la homogenización de la masa y facilitará que se aglutinen las gotas de aceite. Las paletas que mueven la masa pueden ser de dos tipos especialmente: helicoidales o triangulares, sin que se haya encontrado en la bibliografía consultada estudios objetivos de si el tipo de aspás utilizadas afecta en la calidad final del aceite obtenido.

Según la posición o forma del eje de las paletas de batido, se pueden clasificar en:

a) Batidoras Horizontales: de forma semicilíndrica, son actualmente las que más se utilizan.

En este tipo de batidora las paletas dan vueltas alrededor de un vástago siendo éste paralelo a la base de la misma. Suelen encontrarse almazaras de dos a cuatro cuerpos, permitiendo la circulación de la masa en cascada, aunque ya son frecuentes las organizadas en paralelo de forma que cada cuerpo bate de forma independiente.

b) Batidoras Verticales: son batidoras cuya forma es cilíndrica y el vástago de la batidora gira alrededor de un eje perpendicular a la base de la batidora. La diferencia principal que posee frente a las horizontales se encuentra en las paletas, las cuales suelen ser de mayor diámetro.

Durante el batido existen una serie de factores o parámetros que han de ser controlados para minimizar la pérdida de calidad del producto final. Principalmente son: el tiempo de batido y la temperatura.

1) El tiempo de batido:

es el tiempo de permanencia que estará la masa de aceitunas en el interior de los cuerpos de batido. Como anteriormente se ha comentado, el diseño del número y capacidad de los cuerpos de batido dependerá de la capacidad de trabajo del sistema empleado en la separación sólido-líquido, además, hay que tener en cuenta el sistema de molienda empleado, así como el tipo de centrifugación empleado (dos o tres fases). El tiempo de batido puede favorecer o perjudicar la extractabilidad según las características de las aceitunas, pues con unas aceitunas con un alto contenido en humedad y tiempo de batidos largos se favorecerán las emulsiones, disminuyendo la extractabilidad. En cambio, aceitunas con una adecuada humedad, a mayor tiempo de batido, se obtienen mayores valores de extractabilidad (Di Giovacchino, 1991; Khlif et al., 2003).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que con tiempo de batido largo se favorecen los procesos de oxidación, disminuyéndose el contenido en sustancias como los derivados secoiroideos de la oleuropeína o el hidroxitirosol (Amirante et al., 2001; Beltrán y Jiménez, 2002; Gucci et al., 2004; Beltrán et al., 2005), pues la distribución de estos fenoles entre el aceite y la fase acuosa no solo se relaciona con la solubilidad, además las reacciones de oxidación catalizadas por las enzimas polifenoloxidasas y las peroxidadas (Clodoveo et al., 2014). El tiempo de batido también va a influir en otros parámetros físico-químicos de los AOVs, como en el color que poseerán los aceites. Cuanto más tiempo de batido, se obtendrán aceites con mayor concentración de clorofilas, por tanto, más verdes. Estas diferencias de coloración son perceptibles con temperaturas de batido entre los 30 y los 60 minutos. En cambio, no existen diferencias significativas en cuanto a concentración de carotenoides, solo entre el tiempo cero (la masa sin batir) y tiempos superiores a cero (Beltrán et al., 2005).

La medición del tiempo de batido en las almazaras con batidoras de diferentes cuerpos en serie es, en muchas ocasiones, difícil de determinar, pues no existe garantía exacta del vaciado completo de la batidora. Este tiempo deberá ser estimativo y deberá ser determinado por el maestro de almazara en base a la información que obtenga del estado de la aceituna, características de humedad, grado de madurez, etc. (Gucci et al., 2004).

2) La Temperatura:

La viscosidad del aceite, y por tanto su fluidez, está directamente relacionada con el fenómeno de la temperatura: la viscosidad será menor al incrementar la temperatura, facilitándose de ésta manera la disociación del aceite de los sólidos que la contienen (Di Giovacchino, 1991;) además de favorecerse la actividad de las enzimas contenidas de forma natural en las aceitunas, las cuales también actúan las proteínas que recubren las gotas de aceite (Khlif et al., 2003).

La temperatura adecuada para el batido deberá ser el punto de intersección entre calidad y extractabilidad deseada, es decir, si buscamos aceite de extrema calidad habrá que utilizar una

temperatura baja, desde los 20 a los 27 °C (temperatura ambiente). Sin embargo, con esta temperatura no conseguiremos unos óptimos agotamientos de los orujos.

Por otro lado, si no buscamos calidad, sino maximizar la cantidad de aceite, se empleará la temperatura máxima permitida sin que el aceite sufra, (sin llegar a aparecer los famosos hidrocarburos), agotando los orujos al máximo, pero elaborando, muy probablemente, un aceite de oliva lampante, destinado para refinación. Es importante destacar que no siempre tiene por qué cumplirse esta premisa, pues variedades con una óptima extractabilidad, como la Picual, puede ofrecer resultados muy buenos a temperaturas menores de 20 °C, o como con Arbequina, en cuya molturación el empleo de mayores temperaturas de batido no llega a mejorar significativamente los agotamientos de los orujos.

La elección de la temperatura de batido deberá venir dada por la fácil extractabilidad del aceite y el destino comercial que se desee para el AOVE. Por ello habrá que decidir qué aceite se desea elaborar, cual es mi nicho de mercado o los gustos de los consumidores, y qué es más importante para la industria: la calidad o la cantidad. La temperatura de la masa que sea el punto de intersección entre calidad y cantidad, aquel que me permita obtener una buena calidad y un agotamiento de los orujos sensato, deberá estar entre los 25-30 °C.

La denominación de “extracción en frío” se permite usar cuando la temperatura de batido no supera los 27 °C (Reglamento 1019/2002). Sin embargo, algunos investigadores consideran que no es correcta, pues salvo el dato de que la máxima actividad de la enzima lipoxigenasa se alcanza a 28 °C (Salas, 1998), no hay ninguna referencia ni dato que avale que a partir de los 27 °C tenga lugar un cambio drástico durante el proceso que establezca una calidad determinada. Además, en pasos posteriores como por ejemplo en el decantador, así como en la centrifugación vertical, la temperatura del aceite muy probablemente supere esos 27 °C. Por tanto, quizás sea un término sobre el que meditar y discutir sobre su sentido, utilidad e idoneidad.

El empleo de temperaturas superiores a 35 °C colabora a afectar en la calidad de los aceites: la pérdida de aromas, aumento del índice de peróxidos al acelerarse las reacciones de oxidación, oxidación de fenoles con la consecuente pérdida de estabilidad, incremento en la concentración de ceras, alcoholes alifáticos, alcoholes triterpénicos (eritrodol y uvaol), clorofilas, carotenoides, etc. El aumento de la temperatura de batido incrementa inicialmente el contenido en fenoles del aceite debido a que se incrementa la solubilización de los fenoles por el decremento inicial de la viscosidad de la pasta por la temperatura, aunque posteriormente disminuye debido a que se ven favorecidos procesos oxidativos por la temperatura.

Todo lo expuesto en este punto sobre los parámetros de control del batido no exime de la realización de ensayos y pruebas industriales para definir los elementos que forman parte de cada una de las condiciones de cada almazara y de cada variedad elaborada, que varían también de una campaña a otra.

2.1.4-LA EXTRACCIÓN

En la actualidad, se extrae el aceite de oliva virgen a través de dos métodos: Centrifugación (Sistema

continuo) y presión (Sistema tradicional). También debemos destacar que existe otra modalidad dentro de éste proceso: La filtración selectiva (extracción parcial), que consiste extraer gran parte del aceite suelto obtenido en el batido a través de intercalar previamente un dispositivo para realizar esa primera extracción.

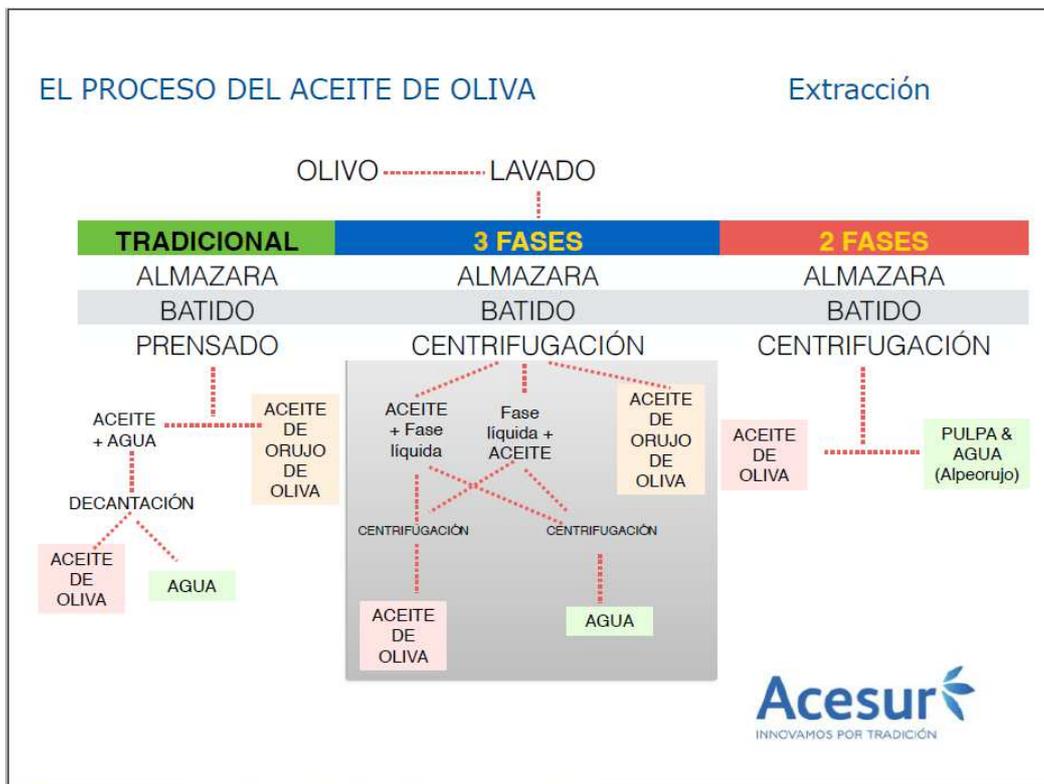


Figura 2-5: Esquema del proceso de extracción

Extracción Parcial:

La extracción parcial también llamada filtración selectiva se basa en el principio físico de las diferentes tensiones superficiales del aceite y del agua. La tensión superficial es la fuerza que mantiene unida las moléculas de un líquido, donde el aceite tiene menor tensión superficial que la del agua, por ello al poner ambos líquidos en contacto con una superficie filtrante, el aceite pasa a través de dicha superficie, pero por el contrario el agua no pasa por los poros del filtro debido a esa fuerza mayor en la unión de sus moléculas.

Hoy en día existen dos dispositivos para realizar esta extracción de manera industrial. El objetivo principal tanto de uno como otro es obtener el aceite extraído de una parte de la masa, es decir, no es la obtención total del aceite de la masa, el resto del aceite se extraerá a través de otros sistemas. Los elementos que influyen al utilizar éste sistema en la cantidad de aceite obtenido son principalmente tres:

- a) La duración del proceso, definiendo un tiempo óptimo de 30 minutos.

b) La cantidad de aceite suelto en la masa.

c) Otros componentes que influyen en la cantidad de aceite extraído son: las características de la superficie filtrante, particularidades de la máquina, las revoluciones de los extractores, las relaciones aceite/sólidos y aceite/agua que encontramos en la masa, etc.

Una vez extraído el aceite (sale con una humedad del 1%) debemos centrifugarlo rápidamente.

En la actualidad, vivimos en un mercado donde existen productos sustitutivos a menor precio, por ello la única manera de que el aceite de oliva sobreviva es potenciando sus cualidades diferenciales, ya sean nutricionales, químicas, aspecto visual, cualidades olfativas, gustativas, etc. Durante la fabricación el objetivo será mantener las cualidades para conseguir un producto de calidad en el que se consiga un precio final que equilibre el coste de materia prima con la calidad de los aceites de manera que los costes de fabricación queden compensados.

Desde el punto de vista comercial, al introducir un mecanismo que separa una gran parte de aceite suelto, sin alterar el aceite en sí con centrifugaciones, ni someterlo a presiones, con una temperatura baja, sin añadir agua y con un período de tiempo muy corto, es la clave para la obtención de un producto de más calidad por el que el mercado está dispuesto a pagar un mayor precio.

El aceite que se obtiene tras la extracción parcial contiene las mejores propiedades sensitivas, una gran resistencia a que su sabor se enrancie y unos niveles más reducidos de acidez. Éste sistema no sólo destaca por la calidad del aceite obtenido, sino que además tiene las siguientes ventajas:

- Permite introducir el sistema de extracción parcial en una línea de extracción bien sea tradicional o continua.
- Favorece los posteriores tratamientos de la pasta facilitando el agotamiento de los orujos.
- Requiere escasa mano de obra extra y menos consumo de energía.
- Baja el coste de mantenimiento e instalación.

El único inconveniente de éste sistema es la compleja elaboración, pero se compensa con la alta calidad del 60% del aceite obtenido, el cual se califica como un aceite de calidad superior

Habría que destacar que, al ser obtenido sólo por goteo, mantiene totalmente sus mejores características sensitivas que tenía el fruto.

Extracción por Presión:

Este método tiene su origen en la Antigüedad y se ha mantenido prácticamente igual durante siglos, con torre de contrapeso y viga, ya sea en las grandes villas romanas como en las almazaras y haciendas barrocas andaluzas hasta la llegada de la revolución industrial que únicamente lo modernizó y mecanizó con prensas metálicas que usaban y usan este procedimiento tradicional para obtener el aceite de oliva de manera que la maquinaria básica actual es la prensa hidráulica.

Una vez preparada la pasta se superpone en capas finas sobre discos de fibras filtrantes denominados capachos. Estos capachos con el centro agujereado se superponen cada uno con su pasta, por medio de una guía de forma cilíndrica llamada aguja, así los capachos quedan perfectamente fijados. Este conjunto de vagoneta, aguja y capachos cargados de pasta forma el el cargo, que se forma en cada prensada. Es decir, se trata de un sistema discontinuo de producción con tres fases discontinuas: formación de cargo, prensada y descapachado.

La prensa hidráulica está formada por una plataforma, puente baja, embutida en el suelo y una estructura superior o puente alta, que se unen mediante columnas de acero. Un pistón, situado unido a la puente baja y empotrado en el suelo o situado sobre la puente alta, recibe la presión hidráulica producida en una bomba y la deriva al cargo a través de la vagoneta, que es elevada y guiada por las columnas para que el proceso sea vertical y actué la fuerza de la gravedad.

Al introducir agua a presión en la caja las bombas mediante un tubo de pequeño diámetro, se transmite a la presión se transmite al émbolo de la bomba según el principio físico de Pascal, con la misma intensidad. Como la sección la del pistón es mayor, según el principio de Pascal la fuerza que surge de la bomba se multiplica, resultando mucho más elevada, alcanzando, generalmente, una presión de 300 a 400 kg/cm².

Hoy día los sistemas de bombas están dotados de manómetros automáticos que permiten programar las presiones requeridas. Lo que hace posible adoptar las presiones más apropiadas en cada prensado (según el tipo, variedad, madurez, etc., de aceituna), y graduando el nivel de agotamiento más apropiado en los orujos según el tipo de operación que se requiera en cada caso.

El chorro de aceite que se genera durante el prensado está condicionado por la presencia o no en la pasta de un grado de humedad y de un alto porcentaje de materias sólidas (hueso), elementos que facilitan el derrame de los líquidos a través del orujo y del capacho. Para extraer la mayor cantidad de aceite se realiza "repicado", consistente en eliminar temporalmente la presión después de alcanzar la presión máxima, y una vez que el cargo se separa de la puente alta, y el conjunto se ha aireado, se vuelve a meter presión.

Entre un prensado y otro se ha producido un esponjamiento de la masa y de los capachos, y lo que es más importante se han restaurado algunos canales de salida de líquidos, pudiendo extraer una nueva fracción de jugo de aceitunas. La extracción por presión consigue elaborar aceites excelentes (siempre dependiendo de la calidad del fruto), debido a las bajas temperaturas a lo largo del proceso, los costes son muy elevados por el número de horas de trabajo para realizarlas, (7 horas por tonelada de aceituna) la discontinuidad

Sistema Continuo por Centrifugación:

La obtención del aceite por efecto de la fuerza centrífuga necesita una maquinaria que gire a gran velocidad, de manera que a partir de la pasta se pueda separar la parte sólida de la líquida. Tras un largo proceso de investigación se iniciaron las extracciones con el primitivo sistema Perogio, más tarde perfeccionado con el sistema Corteggiani, que conlleva una una centrifugadora con una cuba de gran diámetro, para dar cabida a unos 100 kilos de pasta, que giraba a 900 revoluciones por minuto. A esa

velocidad y añadiendo el agua necesaria, el aceite se separaba extrayéndose éste junto con el agua continuamente, y permitiendo, además, que el orujo resultante fuese evacuado sin necesitar para la máquina ni todo el proceso de extracción

El proceso lo podemos ver en forma de esquema en la Figura 4. Este tipo de centrifugadora llamada "decánter" que separa el sólido/ del líquido se compone de un tambor cilindro-cónico que puede girar de 3.000 a 4.000 revoluciones por minuto y que contiene en su interior un cuerpo hueco, en forma de tornillo sin fin. Gracias a cierta diferencia de velocidad entre la rotación del tambor y la del tornillo helicoidal (más veloz), el orujo sale por un extremo de la centrifugadora y el aceite y el agua, mezclados, por el opuesto. Los líquidos oleosos extraídos (aceite con poca agua y agua con poco aceite) serán separados más tarde y definitivamente en centrifugadoras verticales de descarga automática.

Como la centrifugación se consigue a partir de la adición de agua (más o menos caliente) a la pasta de aceituna, el volumen de agua añadida condicionará el rendimiento y la calidad del aceite, por lo que es imprescindible ajustar la proporción pasta/agua al modelo de la maquinaria tipo de aparato y con mucha más razón a, a las características físicas y de fluidez de las propias aceitunas. El exceso o la falta de agua entraña un descenso del rendimiento de extracción. La proporción óptima se determinará en cada caso basándose en la experiencia, concretamente observando las características del aceite y del agua a la salida de la centrifugadora. A manera de orientación suele variar de 1:0,6 a 1:1.

Para poder reducir el consumo de agua, se han introducido ciertos cambios tecnológicos como aprovechar el reciclaje del alpechín en el decánter, demostrando su viabilidad y sus efectos positivos en el rendimiento de extracción y en los contenidos fenólicos y antioxidantes del aceite mientras la viscosidad del alpechín sea suficientemente baja.

Las ventajas más sobresalientes del sistema continuo de extracción por centrifugación, son:

- Menor número de máquinas.
- Proceso semicontinuo, con operaciones automatizadas.
- Reduce la de mano de obra.
- Se obtienen aceites con menor acidez.
- Mejor rendimiento de aceite que en las almazaras tradicionales.
- Asegura la perfecta higiene durante la extracción.

Tiene, sin embargo, otros aspectos negativos:

- Requiere importantes gastos de inversión.
- Plantea algunos problemas en relación con la estabilidad y las características organolépticas.

Nuevo sistema de Extracción por Centrifugación:

A partir de la campaña de molturación de aceitunas 1991/92, se fueron probando prototipos de centrifugadoras horizontales o decánter de dos fases. En la campaña 92/93 se instalaron más sistemas

continuos de dos fases, o se han transformaron a partir de otras. Ya en la campaña 93/94 se logró que el 20% del total de aceituna molida en Andalucía utilizase este nuevo sistema.

Este sistema de dos fases mejora el sistema de extracción por centrifugación de tres fases, ya que éste último al añadir agua caliente del grifo en cantidades elimina una serie de sustancias beneficiosas que pasan a los alpechines, en especial los antioxidantes naturales presentes en los aceites extraídos de forma artesanal. El reciclado de los alpechines, en vez del uso del agua del grifo, elimina este inconveniente, disminuyendo el consumo de agua y la cantidad de aguas desechables.

Estas ventajas han impuesto la expansión del decánter de dos fases. Por otra parte, este método había sido utilizado anteriormente en el secado de los lodos. Con este método de extracción no es necesario añadir agua del grifo o se ha reducido al mínimo, cuando las olivas tienen bajo contenido de humedad, con el beneficio medioambiental que supone disminuir el volumen de los alpechines, aunque se obtienen orujos húmedos. De todas formas, el decánter de dos fases tiene mejores rendimientos con las aceitunas del inicio de campaña o, en todo caso, recién recolectada, es decir cuando la humedad de la aceituna es mayor: al principio de temporada y para frutos poco tiempo almacenados.

Por todo ello se recomienda añadir agua, cuando la humedad de la aceituna descienda, bien en la batidora, bien inyectándola directamente en el decánter siempre que no sea superior al 10-15% del peso del fruto.

2.1.5-EL REFINADO

Antes de explicar los diferentes tipos de refinado vamos a clasificar los distintos aceites de oliva según sus características específicas. Debemos destacar que la denominación de "Aceite de oliva" según el convenio Internacional del Aceite de Oliva en 1986 se les otorga únicamente a aquellos aceites procedentes del fruto del olivo, ésta denominación no se aplica a los que han sido obtenidos por procesos de reesterificación, a través de disolventes, ya sean mezclas de aceites con distinta naturaleza o aceites de orujo de aceituna.

Se puede distinguir entre los aceites de Oliva:

- Aceite de Oliva Virgen: Es el aceite que se obtiene únicamente mediante procesos mecánicos o por otros métodos físicos que no provoquen alteraciones en el propio aceite; es decir, aquellos procesos que no sean más que la decantación, el lavado, la centrifugación y el filtrado, descartando totalmente tratamientos térmicos. Éste tipo de aceite es un producto natural que mantiene el sabor y que conserva tanto el aroma como las vitaminas del fruto. Según la zona de donde procede tiene una personalidad distinta. Al mismo tiempo éstos aceites se clasifican en:

- Extra: aquellos aceites de gusto absolutamente impecable y con una acidez (referida en ácido oleico), inferior a un grado.

- Virgen: aquellos aceites de muy buen gusto y con una acidez inferior a 2º. (También se denomina “fino” en el comercio a granel y en las fases de producción)
- Corriente: son los aceites de buen gusto y con una acidez inferior a 3, 3º.
- Lampante: aceites de mal gusto donde su acidez es superior a 3, 3º.
- Aceite de Oliva Refinado: Es el aceite que se obtiene por el proceso de refinación de aceites de oliva vírgenes y que tiene una acidez inferior a 0, 5º, éstas técnicas de refinado no provocan alteraciones en la estructura glicéridica original. (Normalmente para éste proceso se utiliza un aceite de Oliva virgen lampante que de ésta manera reduce la acidez mediante el refinado y a su vez neutraliza el sabor).
- Aceite de Oliva: Es una mezcla de aceites de oliva vírgenes muy distintos al lampante y al aceite de oliva refinado, cuya acidez es inferior a 1, 5º. (Este tipo de aceite es el que más se consume en España).
- Aceite de Orujo Crudo: Es el aceite que se consigue mediante disolventes a partir del aceite de orujo, aquel subproducto del fruto del olivo, excluyendo los aceites obtenidos por procesos de reesterificación y todas las mezclas de aceites de otras naturalezas.
- Aceite de Orujo refinado: es el aceite que se obtiene por medio del proceso de refinado de este aceite de orujo crudo y con una acidez inferior a 0, 5º.
- Aceite de Orujo de oliva: Es el obtenido de la mezcla de aceite de orujo refinado y de aceite de oliva vírgenes (distintos al lampante), con una acidez inferior a 1, 5º.

La Comunidad Económica Europea creó un reglamento con número: 2568/91 redactado en la Comisión del 11 de julio de 1991 en donde definieron una clasificación de los distintos tipos de aceites de oliva y aceites de orujo según sus características y calidades, cuyo esquema es el que presentamos a continuación:

CATEGORÍA	Acidez %	Indice de peróxidos meq/O ₂ /kg	Colesterol %	K ₂₃₂	K ₂₇₀	K ₂₇₀ ⁽¹⁾	Panel test
Aceite de oliva virgen extra	M 1,0	M 20	M 0,5	M 2,40	M 0,20	M 0,10	> 6,5
Aceite de oliva virgen	M 2,0	M 20	M 0,5	M 2,50	M 0,25	M 0,10	> 5,5
Aceite de oliva virgen corriente	M 3,3	M 20	M 0,5	M 2,50	M 0,25	M 0,10	> 3,5
Aceite de oliva virgen lampante	> 3,3	> 20	M 0,5	M 3,70	> 0,25	M 0,11	< 3,5
Aceite de oliva refinado	M 0,5	M 10	M 0,5	M 3,40	M 1,2	--	--
Aceite de oliva	M 1,5	M 15	M 0,5	M 3,30	M 1,0	--	--
Aceite de orujo de oliva crudo	m 2,0	--	M 0,5	--	--	--	--
Aceite de orujo de oliva refinado	M 0,5	M 10	M 0,5	M 5,50	M 2,50	--	--
Aceite de orujo de oliva	M 1,5	M 15	M 0,5	M 5,30	M 2,00	--	--

Tabla 2-1: Terminología de la clasificación de los aceites según las características de cada uno

(M = máximo y m = mínimo)

(1) Después de haber tratado el aceite con alúmina activada. En el caso de aceites con acidez mayor al 3,3 %, si después del tratamiento se obtiene un K₂₇₀ mayor a 0,11, se debería hacer la prueba de refinado definida en el Anexo XIII del reglamento.

Notas:

- Para determinar la pureza del aceite, si estamos ante el caso de un K₂₇₀ que sobrepasa el límite de la categoría correspondiente, se realizará una nueva determinación del K₂₇₀ después de ser tratado con alúmina activada.
- Para desclasificar un aceite simplemente bastará con que una de las características no cumpla los límites establecidos.

Todos los aceites vegetales no vírgenes pasarán por un proceso de refinación para así rectificarlos para que sean aptos para el consumo humano. Éste proceso de rectificación de los aceites se realiza en las denominadas refinerías, que son las plantas industriales donde se procede al desgomado, lavado, neutralizado, blanqueo, descerado, desodorizado, etc. A continuación, vamos a definir de forma breve y concisa éstos procedimientos que se aplican al aceite, un producto alimenticio que todo el mundo consume.

Prácticamente todos los aceites vegetales dedicados a la alimentación son refinados para transformarlos en aptos para los humanos. En el caso de los aceites de semillas, por ejemplo: de girasol, de palma, colza, cártamo, maíz, algodón... se extraen con disolventes y otros procesos químicos; además requieren un proceso de refinación antes de ser consumidos y comercializados.

Los únicos aceites que pueden ser consumidos en crudo, tal y como se extraen son los que proceden

de frutos como la aceituna, ya que utilizan métodos no agresivos y que respetan los niveles analíticos, químicos y sensitivos que hacen que sean aptos de forma directa para el consumo humano. Esto es lo que denominamos Aceite de Oliva Virgen.

Los aceites de oliva vírgenes que no cumplen éstos requisitos químicos y sensitivos son los "lampantes" y se procesan en la refinería para eliminar ó disminuir su acidez (la acidez es el % de radicales libres que se encuentra en los ácidos grasos), su color, olor, sabor u otros aspectos que lo hacían no apto para ser consumido.

De la elaboración de aceites de oliva vírgenes se obtiene como subproducto el orujo de la aceituna, éste se procesa en una orujera o planta extractora para obtener el aceite de orujo de oliva no apto para el consumo humano, sin embargo, puede servir de materia prima para conseguir a través del refinado un aceite de orujo que puede consumirse.

El aceite de orujo de oliva refinado y el aceite de oliva refinado no pueden comercializarse tal y como se obtienen al refinarlo ya que son aceites neutros, insípidos, inodoros e incoloros; por ello se mezclan con una pequeña cantidad de aceite de oliva virgen para darle un mínimo de olor, sabor y color que hagan que sea atractivo para los consumidores.

También hay aceites vírgenes de girasol, y otras semillas, que son menos conocidos (y menos valorados que los aceites de oliva vírgenes) y además se usan menos que los aceites de oliva virgen y oliva virgen extra.

El refinado del aceite está compuesto por varios procesos rectificadores que eliminan los ácidos grasos, el mal sabor, los fosfolípidos, los pigmentos y otros residuos e impurezas en el aceite vegetal de uso culinario. Normalmente el aceite vegetal se extrae con disolventes y temperaturas altas; éste contiene residuos e impurezas que deben ser erradicadas para que el aceite sea más aceptable para el consumo alimentario



Figura 2-6: Cuadro de mandos de la refinría de Vilches de Acesur.

Existen dos métodos de refinación de aceites vegetales: el refinado químico y el refinado físico:

- **La refinación química** elimina los ácidos grasos libres por procedimientos químicos (ácido-base de neutralización). Al mismo tiempo, el jabón las gomas se extraen mediante centrifugación.
- **La refinación física** significa la eliminación de las gomas en el aceite durante el proceso de desgomado con un método especial y la eliminación de ácidos libres grasos en el proceso de desodorización por destilación.

La técnica de refinación más agresiva es la refinación química debido al uso de sosa caustica en el método de neutralización y se utiliza cuando se exige menos en la calidad del aceite obtenido, aunque el resultado es un aceite más consistente y estable como bien hemos dicho antes es más dañino e insalubre. Por el contrario, la refinación física respeta más que la rectificación química el medioambiente y es apropiada para aceites de alta acidez y bajos en gomas, a través de éste método obtenemos productos de mejor calidad y durante el proceso se pierde menos aceite.

El fin de cada uno de los subprocesos de la refinación de aceites vegetales crudos es eliminar los elementos no deseados o impurezas, por lo que todas las fases pretenden eliminar dichas partículas. Los distintos tipos de elementos que extraemos son:

- Para eliminar los **fosfolípidos o gomas**, el proceso a seguir es: añadir un ácido débil y a continuación, con agua se arrastran las gomas. A éste proceso se le llama desgomado.
- Para extraer los **ácidos grasos libres** que provocan el deterioro del producto resultante usamos la metodología de la hidrólisis. Para eliminar éstos radicales libres llevamos a cabo una neutralización con soda caustica (rectificación química) o por destilación (rectificación) según nos convenga.
- Para erradicar **otros contaminantes** como, por ejemplo, los metales o pigmentos, el procedimiento a seguir será añadir arcillas decolorantes o tierras, un ejemplo sería el carbón activado. Éste proceso se denomina blanqueo.
- Para eliminar los **compuestos volátiles** que son los causantes de malos olores y sabores no deseados. Mediante una destilación al vacío extraemos éstos compuestos volátiles que son arrastrados con vapor. Este proceso recibe el nombre de desodorización.

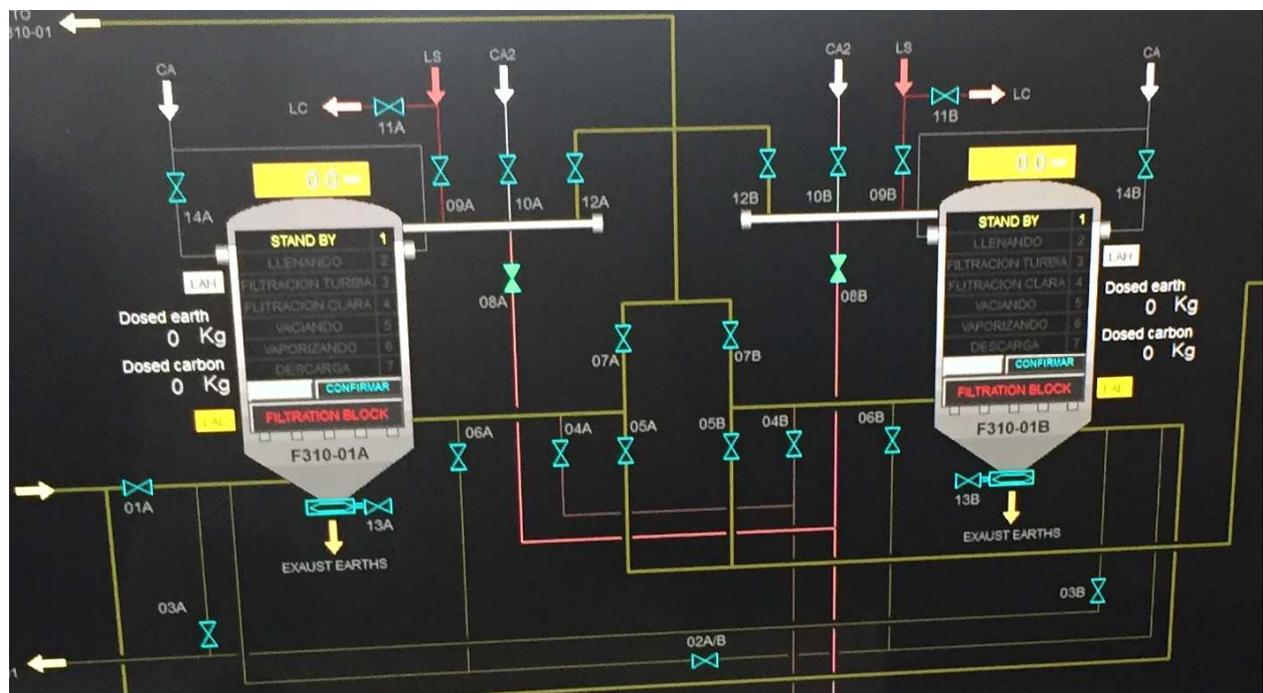


Figura 2-7: Pantalla del control de mandos de la refinaría de Vilches de Acesur

Las etapas habituales de rectificado de aceites en una refinaría son:

•**Desgomado:** Los subproductos que es necesario eliminar en esta primera fase del refinado de nominada desgomado, son los fosfolípidos y glicolípidos que se han extraído de los restos de la semilla y que han quedado disueltos en el aceite. Para lograrlo el aceite crudo o virgen se mezcla con una solución diluida de ácido fosfórico que permite hidratar y permite separar los fosfolípidos al hacerlos insolubles en la grasa.

•**Neutralización:** Una vez desgomado el aceite se le añade una base alcalina, en proporción adecuada que neutraliza la operación anterior y consigue separar y eliminar todo tipo de sustancias inapropiadas que de otra forma afectarían al sabor a la estabilidad y al resto de cualidades organolépticas del aceite refinado. Entre estas sustancias nocivas están los ácidos grasos libres, glicerol, mucílagos, carbohidratos, pigmentos, compuestos proteicos, tocoferoles, esteroides, colesterol, etc. La combinación de estos ácidos grasos y la base alcalina producen como subproducto una serie jabones que han de ser eliminados.

•**Destilación:** Se puede hacer también también una neutralización física, mediante vapor. Es decir, se eliminan los ácidos grasos libres mediante una destilación o arrastre por vapor, por lo que se asemeja también al proceso de desodorización. Para que el proceso sea óptimo se exige una extracción o eliminación de fosfolípidos por debajo de los 5 mg de fósforo/kg de aceite.

•**Lavado:** Una vez que se ha conseguido la neutralización de los aceites grasos libres, el aceite porta en suspensión cierta cantidad de jabón en suspensión, procedente de los procesos anteriores. Ahora se trata de removerlo y por medio de una serie de lavados con agua caliente, tras lo cual el agua y el jabón son retirados mediante centrifugación, después se hace otro lavado con una ulterior centrifugación y un tercer lavado, una vez terminado el proceso de lavado se lleva somete el aceite a una terminado el proceso se somete el aceite a una torre de secado.

•**Blanqueo:** Para eliminar el mal aspecto del aceite se somete al blanqueo de forma que una vez neutralizado se blanquea, filtrándose mediante tierras o arcillas decolorantes naturales, artificiales o activadas para separar sustancias que dan mal color al aceite, eliminando la clorofila, los jabones y para lograr descomponer los peróxidos.

•**Winterización – Fraccionamiento:** Sometiendo los aceites a temperaturas bajas, precipitan todavía algunas sustancias sólidas, esta fracción sólida se decanta por gravedad y se elimina. Después, la fracción o parte líquida del fraccionado se somete a ciclos de frío para favorecer núcleos de cristalización, más tarde, se prensan nuevamente para poder eliminar los sólidos formados. En esta se procede a enfriar y remover suavemente el aceite ya neutralizado y blanqueado, consiguiendo que los glicéridos saturados solidifiquen y puedan ser retirados.

•**Desodorización:** De nuevo es un proceso de destilación con vapor seco para evaporar los compuestos

aromáticos que producen estos olores. Se puede lograr utilizando bajas presiones y unas temperaturas elevadas entre 180-220 °C.

- Filtración:** Tras la desodorización el aceite se hace pasar a través de filtros pulidores para separar y retener sustancias no deseadas que pueden haber quedado suspendidas en el aceite que proviene del desodorizador.

- Descerado:** Para eliminar ceras se somete el aceite un fraccionamiento para separar las ceras con diferente punto de fusión. Es una fase semejante de “winterización” aunque con condiciones físicas controladas.

- Adición de antioxidantes:** Para mejorar la conservación de las características del aceite refinado se añaden ciertos aceites minerales derivados del hidrocarburo Tolueno, estos evitan que el aceite se enrancie o cambie de color durante su almacenamiento y comercialización el E-320 (BHA o Hidroxi anisol butilado) y E-321 (BHT o Hidroxi tolueno butilado) o TBHQ o Terbutil hidroquinona que puede resultar cancerígeno. Se suelen sustituir por los E-306 a E-309, es decir, tocoferoles sintéticos, o lo que es lo mismo, vitamina E sintética.

Según la calidad de la materia prima y de la que se le exija al aceite refinado y rectificado se realizarán algunos de estos pasos, más o menos según sea necesario, también se deberá elegir el tipo de neutralización, ya sea la refinación química, o bien la refinación física. Según el tipo de aceite y las necesidades del encargo, los procesos pueden ser distintos y el orden de las fases puede variar.

Cuando se van a refinar Aceites de Oliva lampantes, se ha de tener en cuenta la naturaleza de las alteraciones o defectos detectados, de forma que el proceso de refinación puede ser total, sometiéndolo a todas las fases, o parcial cuando sólo se realizan algunas porque el aceite no sea muy defectuoso.

Durante la refinación el aceite pierde la virginidad, por haber usado disolventes orgánicos y/o productos químicos, también se pierden vitaminas y antioxidantes naturales del aceite, debido a las altas temperaturas, razones por las que por el aceite de oliva refinado conserva un valor biológico muy escaso, casi nulo, por lo que necesita de la adición de aceite Virgen para su envasado y comercialización transformándose en “aceite de oliva” (la denominación o categoría comercial y legal que los distingue).

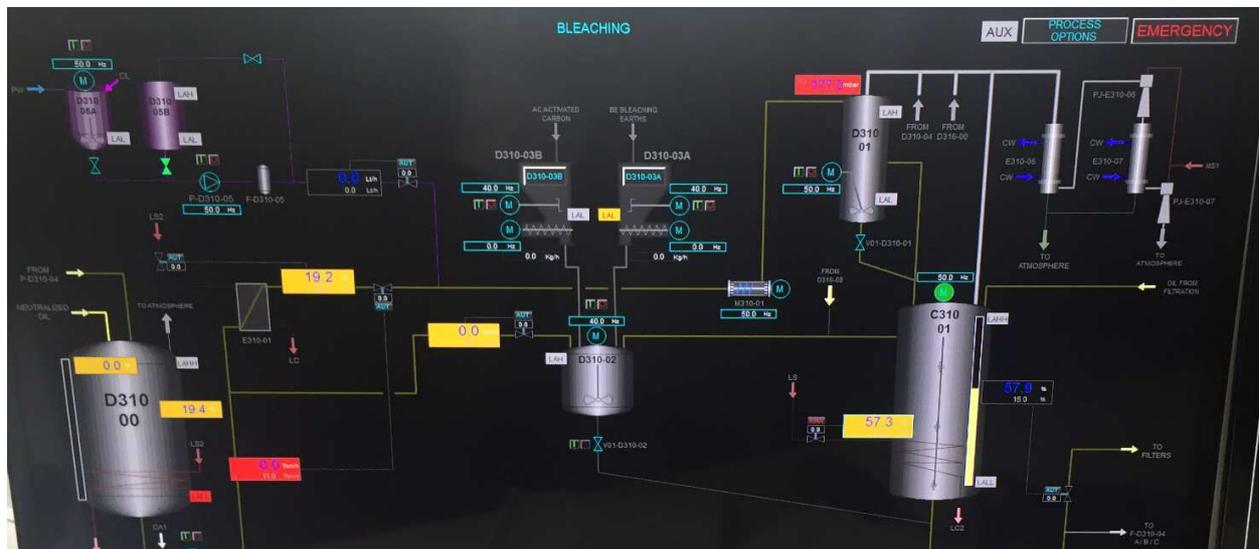


Figura 2-8: Pantalla del control de mandos de la refinería de Vilches de Acesur

2.2 Proceso de Envasado. Caso práctico (ACESUR)

En el proyecto nos vamos a focalizar sobre todo en la parte de embotellamiento y en concreto en éste capítulo describiremos de forma general el proceso de envasado de un producto en concreto que pide un cliente hasta ser servido, así como las instalaciones de las dos fábricas: Vilches y Sevilla.

Se profundizará en la planta de envasado de Sevilla, tanto en sus instalaciones como en la organización del personal.

El proceso empieza en cuanto los componentes del departamento tanto de Exportación como el de Nacional graban los pedidos en SAP que solicitan los clientes; existen tanto pedidos contra stock como contra pedido, eso sí la mayoría son contra pedido para el caso de la fábrica de Sevilla cuyo mayor volumen se focaliza en la exportación.

A continuación, el departamento de producción se descarga diariamente los pedidos grabados en SAP el día anterior y realiza la discriminación necesaria de los pedidos decidiendo así dónde se envasan dichas referencias si en Sevilla o en Vilches, esto dependerá de diferentes criterios como por ejemplo: el tipo de aceite, el tipo de etiquetas y contra etiquetas, el tipo de caja, el tipo de botella tanto por su forma como por el material si es pet o cristal, la cantidad ...y una vez tomada esa decisión dicho departamento genera las órdenes de fabricación siguiendo un orden de planificación de la producción; es decir, LA PREVISIÓN mensual, seguida de una planificación semanal: PDP, como nuestro programa de producción diario: PRP.

2.3 Descripción de las fábricas de Vilches y Sevilla

Tenemos una diferenciación clara en ambas plantas respecto a las áreas de soplado y envasado, ya que en la planta de Vilches se generan sus propios envases primarios a partir del PET en su estado virgen mediante los procesos de inyección y soplado, mientras que en la planta de Sevilla no ocurre ésto, sino que nos traen los proveedores tanto las botellas de cristal como las de pet.

La planta de Sevilla cuenta con nueve líneas de envasado y una zona de envasado manual a diferencia de la planta de Vilches que cuenta con 7 líneas de envasado de aceite. La velocidad media de producción de Sevilla es de entre 10 mil y 12 mil botellas por hora mientras la velocidad media de producción de Vilches es de entre 14 mil y 16mil. Una vez llenados los envases, estos son tapados, etiquetados, encajonados y paletizado.

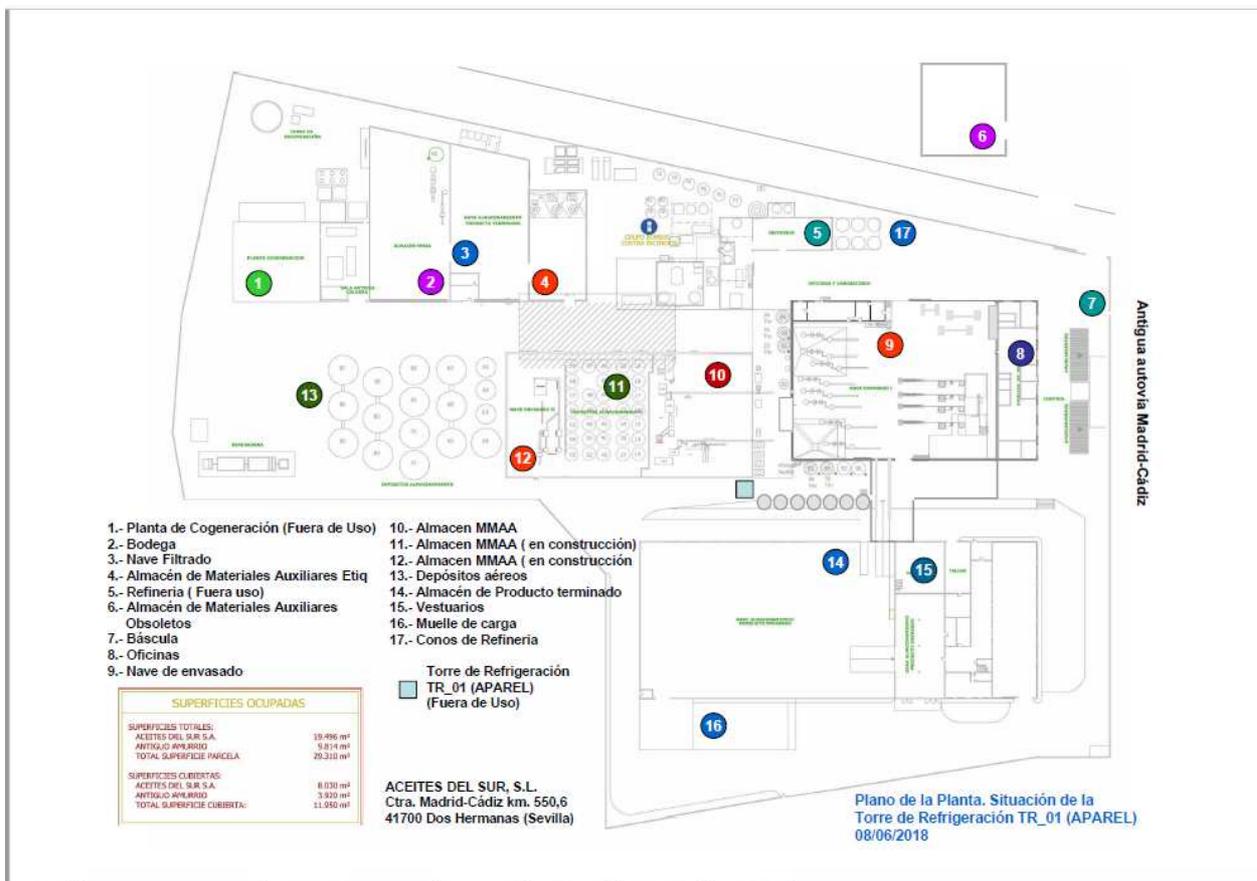


Figura 2-9: Distribución de áreas de fábrica en Sevilla

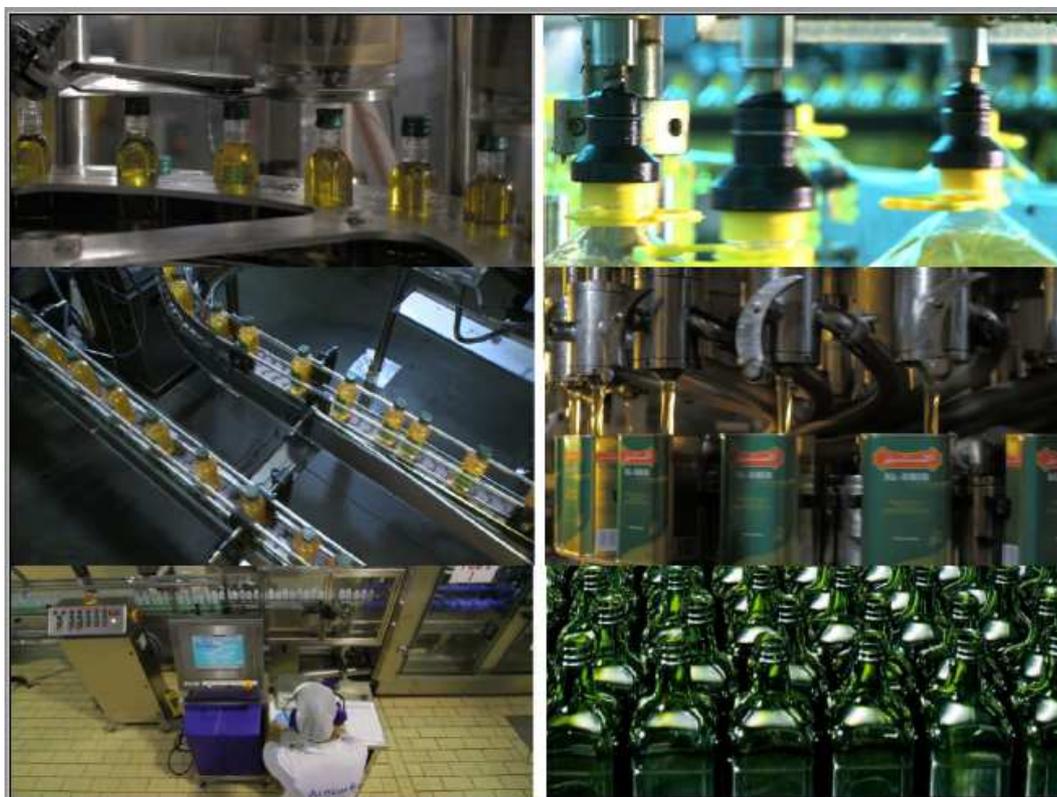


Figura 2-10:Planta de envasado de Vilches

La planta de Acesur de Sevilla se localiza en la población de Dos Hermanas, dedicándose al envasado de aceite de oliva. También se hallan emplazados en ella los departamentos de Compras, Finanzas, Exportación, Control de calidad, Recursos Humanos, Comunicación, además de la Dirección General de la Compañía.

Dimensiones de la planta, Superficie y Almacenamiento:

- Posee una superficie total de 30.000 metros cuadrados
- La capacidad de almacenaje y depósito de aceite de oliva a granel es de 4.500.000 kilos
- El volumen de almacenamiento de producto acabado de 3.500.000 litros

Dispone de los siguientes Equipos, Maquinaria y Producción:

- 3 líneas de embotellado en botellas de cristal: 6.000 unidades /hora

- 1 línea de embotellado de bidones de cristal de 3 litros: 1.400 unidades/hora
- 1 línea embotellado de bidones de pet de 3 litros: 3.000 unidades /hora
- 2 líneas envasado de latas: 1.500 unidades /hora-6.000 unidades /hora
- 1 línea de envasado de condimentos: 1.400 unidades /hora
- 1 línea envasado de miniaturas: 4.500 unidades /hora
- 1 línea de envasado manual: 600 unidades /hora
- La capacidad de envasado de la planta puede rondar las 600.000 unidades diarias

En la población jiennense de Vilches se localiza uno de los principales centros de producción de Acesur. En la planta de Vilches, una de las más importantes y automatizadas de Andalucía, se procede a las diferentes fases de refinado, envasado y almacenaje de la producción de aceite, además aloja un centro logístico. En el año 2010, en el mes de noviembre, se abrió un gran y robotizado almacén, completamente automatizado y a comienzos de 2012 se inauguró una importante y eficaz línea de envasado de vidrio, con una producción de 16.000 envases a la hora, la cual dispone del más avanzado equipamiento técnico, y es una de las mayores líneas de envasado de botellas de cristal en Europa” la krones” (tecnología alemana).



Figura 2-11: Línea Krones de Vilches (Acesur)

Dimensiones de la planta: Superficie y Almacenamiento:

- Volumen de Almacenamiento de aceite a granel: 20.000.000 kgs capacidad
- El volumen del Almacén automático y centro logístico esde: 10.000 palets

Dispone de los siguientes Equipos, Maquinaria y Producción:

- La Planta de envasado de aceites puede producir: 2.000.000 l/día
- La Refinería aceite oliva y semillas puede producir: 350 Tn / . Día
- La Planta cogeneración eléctrica tiene una potencia de: 21 MW Potencia
- La Planta elaboración y envasado de salsas de mesa: 100.000 kgs/día
- Tiene instalado un laboratorio con la más alta tecnología.
- Tiene una plantilla media: 140 personas

Todo el conjunto se ha diseñado para obtener unos altos niveles de eficacia y eficiencia a lo largo del proceso de producción, gracias a la alta tecnificación de todas las fases.

Se completa con un control de calidad exhaustivo tanto en el aceite refinado como envasado, calidad que es auditada en cada fase por personal especializado interno complementado con personal externo.

La fábrica objeto de estudio se estructura en tres sectores claramente diversificados: Bodega, Refinería y Envasado.

La jornada de trabajo de la planta de Vilches, se reparte en tres turnos de ocho horas cada uno, desde primera hora del lunes hasta la mañana del domingo de forma ininterrumpida; mientras que en la planta de Sevilla la jornada productiva se ordena en tres turnos de ocho horas cada uno, desde primera hora del lunes hasta la última hora del viernes.

Las fábricas trabajan todo el año, excepto alguna fiesta puntual y alguna semana de revisión de las máquinas. Es manipulada por cuatro tipos de operadores con diferente rango y denominación: primer jefe de línea, segundo jefe de línea, operarios y personal de mantenimiento.

Estructura y funcionamiento de la planta de envasado:

El envasado forma parte del proceso de fabricación del aceite, el cual tiene dos objetivos principales:

1. Proteger de forma correcta el producto para que se conserve a lo largo de un periodo concreto.
2. Presentar nuestro producto al cliente de la mejor manera posible para poder generar en él una sensación de confianza.

Durante el proceso de envasado se efectúan todos los pasos necesarios a seguir para obtener el producto final, "aceite" en su estado más óptimo cumpliendo con las condiciones exigidas en el mercado

comercial.

Una línea de envasado es un conjunto de equipos, instrumentos y máquinas que son necesarios para llevar a cabo las operaciones del proceso. Para que una línea de envasado tenga éxito, éste dependerá directamente de la coordinación de los distintos elementos que forman el proceso:

- El producto que se va a envasar, en nuestro caso es el aceite.
- Los materiales auxiliares que vamos a utilizar: elementos de cierre, envases, etiquetas, cajas...
- Las instalaciones (máquinas y equipos) y su ubicación y distribución en planta.
- Equipo humano.

Es importante saber que no basta con tener las mejores líneas de envasado y el mejor aceite, también debemos disponer del mejor equipo humano. Es decir, para conseguir que se alcancen los rendimientos correctos, debemos hacerlo con ayuda de un buen equipo humano, para así obtener la mayor productividad posible y conservar la calidad que nos exigen en todas las partes del proceso.

Existen varios aspectos significativos a estudiar en la instalación del proceso de envasado debido al nivel alcanzado en su grado de automatización y gran complejidad, éstos aspectos son:

1 Los reglamentos, normas y especificaciones que tienen que ver con el proceso de envasado:

- La seguridad de equipos y máquinas
- El autocontrol
- El medio ambiente
- La seguridad del personal
- La calidad en el proceso y en el producto

2 La optimización de los costes

3 El mantenimiento

En las distintas operaciones de envasado, las tareas que debe realizar el equipo humano son básicamente las siguientes:

- 1- Puesta en marcha de la máquina conforme al procedimiento establecido.
- 2- El seguimiento y la vigilancia del funcionamiento correcto de las máquinas. Aquí se realizará un estudio tanto del funcionamiento normal y diario de las líneas como de las señales y alarmas acústicas/luminosas o incluso mensajes informativos en el tablero de mandos.
- 3- Se resolverán las anomalías, errores o incidencias que se nos presenten en máquinas o equipos y a continuación, volveremos a poner en funcionamiento las líneas de envasado
- 4- Procuraremos mantener en las máquinas la velocidad óptima equilibrando en todo momento tanto el nivel de producción final para que sea el adecuado como el no sobrecargar las líneas por querer llevar

velocidades superiores y que éstas puedan perjudicar a la larga a las máquinas.

- 5- Tras hacer unos estándares para las distintas tareas que deben realizar los operarios, como: paros por finalización de turno, paros por cambios de pedido en la producción, etc. se trabajará conforme a dichos estándares de los procesos ya establecidos, además se operará en todo momento con los equipos definidos de protección y seguridad correctos para hacer las tareas descritas en cada puesto de trabajo.
- 6- Se efectuarán todas las tareas de cada puesto de trabajo con el mayor nivel de calidad que sea posible.



Figura 2-12: Línea de envasado de Vilches

3 INTRODUCCIÓN HISTÓRICA DEL LEAN

*Yo sola no puedo cambiar el mundo,
pero puedo lanzar una piedra a través
del agua para crear muchas ondulaciones*
- Madre Teresa de Calcuta-

Desde los orígenes de la Revolución industrial, las empresas han buscado reducir costes y ganar en productividad, hoy día, con una tecnología en proceso de innovación constante, el reto que se les presenta es todavía mayor: cómo hacerse valer en un mundo super tecnologizado y competitivo y además extremadamente globalizado. En un contexto así el modelo de fabricación fácil o Lean Manufacturing, se ha constituido en uno de los pilares de la renovación no solo técnica sino integral y de mentalidad de las empresas. Es ya una realidad y un método consolidado que puede proporcionar una vía o un instrumento de renovación y de cambio en cualquier empresa que quiera ser competitiva en la actualidad., tanto en el campo de la organización, como de la producción industrial.

El Lean Manufacturing se originó a partir del sistema de de producción Just in Time (JIT) que se aplicó por primera vez en en los años 50 del siglo pasado, en la empresa Toyota, en el campo de la producción automovilística. Después se ha ido expandiendo a otros campos de producción y a otras áreas geográficas, conformando poco a poco el modelo ideal de los procedimientos de incremento de la p roductividad ligada a la excelencia industrial. En síntesis, se puede definir el Lean como una serie de técnicas de fabircación que pretenden perfeccionar los procesos productivos mediante la disminución o eliminización, dentro de lo posible, de los “desperdicios” es decir, eliminar o reducir los procesos o actividades que gastan más recursos o realizan más actividades que las rigurosamente necesarias. La idea básica del sistema es crear una nueva cultura de trabajo y organización, que procure realizar mejoras en la planta industrial, tnto en los recursos humanos, y en cada uno de los puestos de trabajo como en las líneas de fabricación o producción, siempre desde la perspectiva de los problemas reales y concretos de la fabricación para lo que es necesario la estrecha colaboración y comunicación entre directivos, cuadros intermedios, jefes de grupo y trabajadores.

Por encima de las técnicas concretas de aplicación debe primar una filosofía subyacente, que lo convierte en otras estrategias actuales, igualmente enfocadas la mejora de la productividad empresarial. Probablemente se trata de la primera vez que una “cultura de analizar, pensar y actuar”, nacida de la experiencia de las personas que trabajan directamente con la realidad cotidiana de la planta de producción, ha sido tomada en consideración, tanto por académicos, científicos, consultores y ejecutivos de las epropias empresas. Practicamente el Lean Manufacturing se trata de una puestaal día de la metodología tradicional de la organización dell trabajo, hasta ahora casi siempre diseñada por las

oficinas técnicas, que ahora se proyectarán y mejoran con nuevos principios, métodos y técnicas enfocados a solucionar problemas concretos, buscando siempre la simplificación de las operaciones, manipulaciones y la reducción de costes.

Lógicamente las primeras aplicaciones de este sistema se aplicaron a la industria automovilística, paradigma de la industria competitiva. El efecto expansivo que cualquier innovación en este campo tiene en el resto de la industria ha hecho que estas técnicas se hayan difundido, aunque también se corrió el rumor de que solo serían rentables en este campo. Sin embargo, en el último decenio, la industria agroalimentaria, la farmacéutica o las de bienes de equipo han asumido con notable éxito el sistema Lean. Hoy día la experiencia y los estudios realizados demuestran que el Lean se puede aplicar a cualquier tipo de industria, incluidas las de servicios. Este modelo está creciendo mucho en España y el interés por Lean es manifiesto, sin embargo, todavía se aprecia ciertas reticencias, por desconocimiento, sobre todo en las medianas y pequeñas empresas. Ejecutivos y responsables no ven claro su implementación porque ven difícil producir ventajas duraderas tras su implantación en una empresa. Por el contrario, la experiencia exitosa de numerosas implantaciones en España, indican siempre consecuencias muy positivas.

En la mayor parte de los casos, los problemas que surgen ante la nueva implantación están ligados a la falta de convencimiento de los propios equipos directivos sobre las ventajas y mejoras que puede aportar, además está la resistencia de los trabajadores a cualquier cambio en su trabajo cotidiano y la necesidad de un liderazgo claro y convencido. Es decir, el factor humano se convierte en determinante, tanto en el proceso de implantación como en el de mantenimiento. Hace falta implicar a los altos cargos de la empresa, en estrecha comunicación e implicación con todos los niveles. No se puede aplicar el método sin ser plenamente consecuentes con lo que se pretende y con la filosofía de implicar a todos. Las numerosas implantaciones del modelo en España, indican siempre consecuencias muy positivas, cuando las direcciones de las empresas están comprometidas con el sistema. Desgraciadamente hay empresas que aplican técnicas lean sin percatarse de que lo están haciendo.

No es suficiente con aplicar acciones para mejorar los tiempos, la mejora en la distribución del espacio, las nuevas formas de organización del trabajo, o aplicaciones para mejorar la calidad, al fin y al cabo, acciones Lean. La raíz de la cuestión está en que muchas veces se acometen como intervenciones aisladas y no forman parte de una filosofía o táctica consciente y asumida por todos los agentes de la empresa, que debería pretender siempre una mejora continua de la productividad y una implicación de todos los agentes y del sistema productivo.

3.1- Definición y orígenes

La idea inicial del Lean Manufacturing se inició en relación con la fabricación de automóviles Toyota que aún se conoce como Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System, TPS). La finalidad fundamental del TPS era disminuir el coste y aumentar la productividad a partir de la supresión de las acciones que no sumaban valor al producto. Como tantas veces esta innovación tiene su origen de una

necesidad, la escasez de recursos y materias en los años 50, como consecuencia de la postguerra (Segunda Guerra Mundial) no olvidemos que Japón resultó ser la última potencia derrotada y había quedado completamente destrozada y con unas condiciones económicas impuestas muy limitadas que afectaron a la producción. La acumulación de excedentes de unidades producidas y que no se vendían limitó también las posibilidades de financiación de la propia compañía. En consecuencia, el flamante director general Eiji Toyota, se propuso introducir los modelos de producción masiva que había conocido en la planta de de Ford en Dearbom, USA, para superar los problemas financieros de la empresa. De forma que con el dese de emular a la empresa americana y con la yuda del ingeniero mecánico Tahichi Ono a la empresa se fue gestando lo que finalmente se convirtió en el TPS. Pronto Tahichi Ono se percató de que desarrollar el mismo modelo de la Ford sería casi imposible en el contexto económico y social de Japón ya que esa fórmula utilizaba una enorme cantidad de MUDA (despilfarro o gasto) en todas las secciones y áreas, tanto a nivel de personal, como de espacio o de tiempo empleados, aunque también se despilfarraba en cuanto a materias primas, procesamientos, almacenamientos e inventarios. No era válida una simple copia del modelo de la Ford, porque la realidad era muy distinta de modo que se obligaron a pensar en otra forma de hacerlo, para lo cual Taiichi Ohno formuló unos principios básicos:

En primer lugar, se organizó entre el personal una serie de comisiones (equipos) para investigar la mejor manera de realizar las operaciones productivas de acuerdo a su nuevo sistema de producción. Estos equipos fueron, por tanto, los precedentes de los círculos de calidad y de los equipos Kaizen (de mejora continua). En realidad, los Kaizen son el germen y la base de expansión del modelo Lean. Este esquema organizativo fue incluido en los estudios de management por el profesor Masaaki Imai (1989) quien lo entiende como «La mejora continua que involucra a todos, gerente y trabajadores por igual» es decir, se pretende, que, mediante la participación de los empleados en la organización, mejoren los procesos de trabajo.

Esto supone una movilización general que abre un canal o instrumento de reflexión para que los empleados puedan favorecer el desarrollo de la compañía. De forma, que el Kaizen ha sido entendido como un impulso ético surgido del interior de cada trabajador que puede resolver los problemas cotidianos, implicado y convencido de lo que hace, de forma voluntaria de modo que también se plantea como una fuerza armonizadora del entorno en relación con los valores y la perspectiva del individuo.

Taiichi Ohno organizó la producción en pequeños lotes, conformando un nuevo sistema en el que se combinaba el flujo de partes y materiales, de forma que cada parte o material se produjese siempre y cuando el siguiente paso o proceso lo necesitara. Este modelo se denominó Pull Sistem o Just in Time. Para el desarrollo del modelo Ohno diseñó un instrumento concreto, el Kanban o tarjeta de información que perseguía enlazar todo el nuevo sistema de producción.

Paso a paso Taiichi Ohno empezó a implementar su nuevo modelo productivo y a difundirlo progresivamente por las plantas de Toyota, con una finalidad fundamental: ir reduciendo los costes por medio de la supresión del MUDA (el despilfarro), o lo que es lo mismo suprimir cualquier actividad que no añada valor al cliente y al proceso industrial. De esta forma consiguió liberar amplios espacios de las fábricas, depósitos y almacenes de la empresa y que únicamente se guardase o se produjese y se inventariase lo que se iba a necesitar para producir y para vender efectivamente.

Si se detectaba un defecto de calidad era rápidamente identificado y eliminado, lo cual por otra parte

ayudaba a prevenir otros fallos semejantes. Así, sucesivamente el TPS se fue convirtiendo en una importante herramienta de producción y de gestión, al poder armonizar las mejoras de los pequeños lotes de producción, la fabricación por pedidos del cliente -Pull System-, la mejora continua de procesos y de la calidad y la reducción de costes al adecuar las compras a las necesidades de la fabricación, de esta forma se ha creado de esta forma una importante dinámica de aprendizaje y crecimiento en el campo de la producción, la gestión y la organización empresarial. En la década de los 80, las empresas occidentales comenzaron a tener un progresivo interés por este sistema del lejano oriente a la vez que se expandía la importación de productos japoneses.

Se pretendía conocer, por todos los medios, el origen del éxito de la industria japonesa del automóvil. En aquel momento se creía que la causa estaba únicamente se centraba en la ventaja japonesa de los bajos costes y algunos autores la achacaban a los salarios más bajos, al cambio de las divisas, a los intereses financieros más bajos o a los fuertes apoyos de gobierno nipón. Así se cayó en el error de identificar exclusivamente el Just in Time con la mejora de la industria japonesa. Primeramente, el modelo de Lean Manufacturing se fue introduciendo como una práctica eficaz que formaba parte del Just in Time (JIT) o del modelo de producción de Toyota. Más tarde la fórmula Lean se dirigió a la reducción de desperdicios y a la mejora de la cadena de suministros. El MIT (Massachusetts Institute of Technology) hizo en 1985 un estudio esclarecedor sobre la industria automovilística, englobado en el (IMVP International Motor Vehicle Programme), programa internacional de vehículos motorizados.

Una síntesis de este programa, con sus más importantes conclusiones se recogieron en un libro: *The Machine that Change the World* (Womack et al., 1990), entre las conclusiones más destacadas podemos señalar que el Lean Manufacturing suponía algo más innovador y valioso que solo el Just in Time.

Aparecía como el mejor sistema, en cuanto al control de calidad y de productividad de las empresas industriales. Tras este estudio la imposición del Lean y sus consecuencias se incorporaron a todas las empresas automovilísticas estadounidenses. En consecuencia se multiplicó el interés en la filosofía y en la propia idea del Lean, sobre todo por su superioridad por su universalidad y como modelo de calidad, flexibilidad en la producción y por su capacidad de permitir una respuesta rápida. Una gran variedad de estudios avaló, con posterioridad la posibilidad de la aplicación del sistema diversos sectores industriales y diferentes países. Así Womack y Jones definen la filosofía Lean como la búsqueda de la perfección como antídoto frente al MUDA.

En síntesis, se trata de una indagación y propuesta sistemática de las actividades que añadan valor al producto, a partir de la eliminación del MUDA, en todos los procesos de la organización industrial. La gran diferencia con respecto a la mera producción en masa estriba en darle la importancia suficiente a las personas como pieza fundamental para la imposición y desarrollo del modelo.

Para definir sintéticamente el modelo a la cultura española nos encontramos con el grave problema de la variedad y diversidad de traducciones y el gran número de términos usados en castellano para definirlo, Según el tipo de industria o del autor se pueden denominar como Producción o fabricación delgada, ajustada, ágil, esbelta o sin grasa. Son casi siempre malas traducciones literales. Además, las empresas han asumido para el vocabulario técnico del Lean, palabras en inglés o en japonés, para afirmar su coherencia con el sistema Lean.

Utilizaremos los términos más usados en el contexto de estas industrias, aunque no nos guste mucho usar términos en inglés, vamos a utilizar “Lean Manufacturing” a lo largo de nuestro texto, porque tantas y diversas traducciones pueden dar lugar a errores y por ser la expresión más extendida entre los profesionales. En todo caso, al referirnos a determinados contextos industriales diferentes utilizaremos simplemente Lean que se adapta mejor a otros entornos.

Así pues, Lean Manufacturing es un modelo de trabajo, cimentado en las personas, que precisa la mejorar y optimizar un modelo de producción centrándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios” entendidos como los procesos y actividades que emplean más recursos, espacios o tiempos de los necesarios. Las clases de desperdicios más frecuentes en el proceso habitual de producción son las siguientes: sobreproducción, excesos en el tiempo de espera, transporte innecesario, exceso de procesado, mala gestión de inventario, movimiento inútil y defectos.

En realidad, Lean analiza lo que no deberíamos hacer, porque no añade valor al cliente y luego procura eliminarlo. Para lograr sus fines, desarrolla una gama amplia de técnicas que afectan a todo el conjunto de áreas que participan en la fabricación: la organización del conjunto y de cada uno de los puestos de trabajo, los análisis de calidad, los flujos internos de producción, el mantenimiento de las cadenas, la gestión de la afluencia de suministros. Lean ha demostrado ya suficientemente los beneficios obtenidos tras su puesta en marcha.

Al final se trata de crear una cultura de la mejora de la producción fundamentada en la comunicación entre las diferentes áreas y responsabilidades y en el trabajo en equipo, por lo que se debe fomentar una adaptación particular a cada empresa concreta. La metodología Lean no impone nada en concreto, no da nada por sentado, procura encontrar fórmulas nuevas de hacer las cosas de forma más ágil flexible y económica.

Por todo ello, el Lean Manufacturing no es una fórmula estática y cerrada, tampoco un pensamiento radical que reniega del pasado conocido. Su innovación estriba en la combinación de diversos métodos, técnicas y aplicaciones nacidas de la experiencia directa y de la investigación al pie de la cadena de producción, siempre apoyadas por la dirección, que es consciente de su necesaria implantación. El concepto del Lean está en constante evolución, como resultado del constante aprendizaje que se va consiguiendo en relación con la ejecución y ajuste de las diferentes técnicas y procesos a los diversos tipos de empresas, incluidas las de servicios.

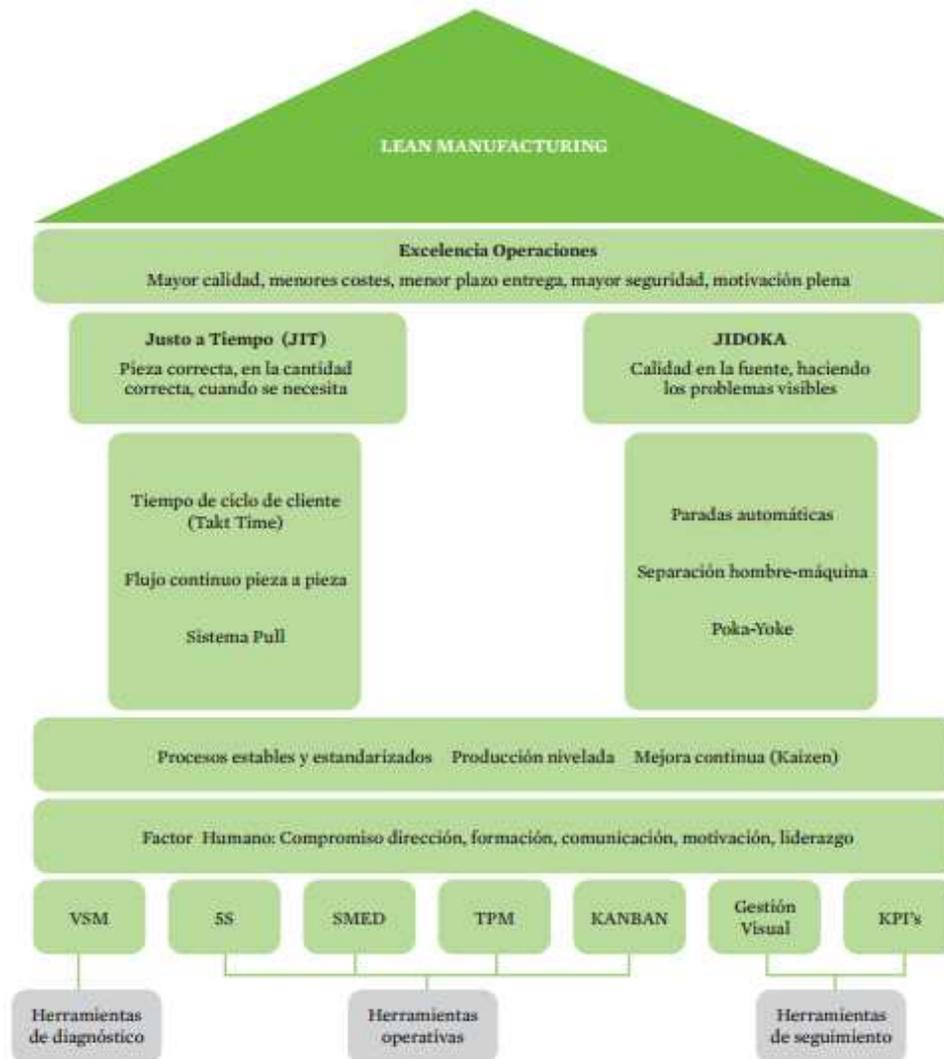


Figura 3-1: La casa del Lean (Womack et al., 1990)

Realmente una empresa con éxitos notables en el campo de la racionalización de la producción está mejor predispuesta que ninguna otra para implantar el método Lean, proponiendo nuevas perspectivas, eligiendo nuevas técnicas más apropiadas y basados en los fundamentos que mejor se adapten a su procedimiento productivo, al tipo de producto y al equipo humano.

3.2- Principios y estructura del Sistema Lean

Para lograr la eficiencia en una empresa lo único que interesa producir es lo que el cliente desea, es decir lo que concibe como un valor. Es fundamental identificar al cliente: Quién es el cliente (sea interno o externo), cuáles son sus características y prioridades y qué es lo que desea. Se trata por tanto de conocer y entender sus necesidades, lo que espera de la empresa y sus exigencias y lograr incorporarlos al proceso de producción y a la metodología del trabajo industrial.

Cualquier trabajo, ocupación o tarea dentro de la empresa tiene que añadir valor. Habrá que localizar el valor o los valores para poder ir eliminando el MUDA, desde el comienzo, al introducir la materia prima, luego al transformarla y finalmente al entregar el producto acabado. Hay que localizar todas las actividades que no añadan valor al proceso industrial (MUDA), para conseguir eliminarlas o minimizarlas en el proceso industrial.

Es imprescindible que el producto fluya constante y continuamente, sumando valor y eliminando, en lo posible, la fabricación por lotes (especialmente los lotes grandes).

Para lograr un flujo continuado de la producción hay que eliminar todos los obstáculos que pueden presentar las máquinas y que constituyen cuellos de botella, al mismo tiempo que hay que eliminar los transportes superfluos provocados por Lay-outs mal planificados.

Tras lograr un sistema de flujo continuo en el proceso de producción, es necesario implantar un esquema de fabricación Pull. Se trata de fabricar a demanda del cliente, respondiendo inmediatamente a sus peticiones o demandas, consiguiendo así minimizar o evitar la superproducción y los almacenajes innecesarios.

Tender hacia la perfección y gestionarla.

La perfección se entiende en el método Lean como despojar de errores y defectos tanto a los procesos como a los productos, pero también exige la entrega en tiempo y forma los productos que han de cumplir con las exigencias del cliente, a un precio ajustado y con una calidad contrastada. Buscar la perfección es una lucha continua para conseguir eliminar el MUDA, y que no tiene fin, pues, disminuir tiempos, costes, errores, tareas inútiles es un objetivo prioritario para cualquier organización industrial.



Figura 3-2: Los cinco principios rectores claves para aplicar el Lean Manufacturing

3.3- Concepto de valor añadido y despilfarro

La noción de valor en el area de los negocios esta vinculada con la relación precio/beneficio que el cliente imputa a los productos que va adquirir, deriva, por tanto, de la importancia que el cliente otorga al producto que la empresa fabrica para él, de manera que el valor está relacionado con las características, necesidades y deseos del cliente, aunque también influyen en el valor las actividades que se producen en la empresa para cumplir con las exigencias del cliente, mediante el uso adecuado de los recursos o capacidades adecuadas de la empresa para cubrir estas necesidades y ofrecer un producto/ servicio que exige y en las condiciones que requiere, en el tiempo y al precio conveniente.

Estas capacidades de la empresa están vinculadas con una serie de acciones que se despliegan durante el proceso productivo, es decir para convertir la materia prima en un producto valioso para el cliente, son las que se conocen como actividades de valor añadido, osea todas las acciones físicas o tecnológicas que convierten el material o el producto semielaborado, hasta llegar al producto final, ayudando a la funcionalidad del mismo (es decir, a la finalidad para el que fue creado).

En síntesis, las actividades de valor añadido son los ciclos fundamentales del proceso, procedimiento o método, que convierten la materia prima en producto procesado o terminado, haciendo que el material, el elemento o servicio progrese hacia el acabado final. Por el contrario, las actividades que no añaden valor al producto, se entienden como acciones que forman parte del proceso durante las cuales el producto no llega a transformarse. De todas formas, habría que distinguir dos tipos de actividades que no añaden valor al producto: las actividades que carecen de valor pero que son necesarias y las que no tiene valor añadido y podrían ser eliminables. Entre las primeras imprescindibles estarían: inspecciones, mantenimiento de maquinarias, ajuste de herramientas, para cada tipo de producto, las cuales no pueden ser eliminadas según el esquema de trabajo actual, pero pueden ser reducidas para que tanto el tiempo como el gasto sea menor. Las segundas, son todas aquellas actividades que se estiman como desperdicio, al gastar recursos, materiales, tiempo, costo y material y que podrían ser eliminadas del proceso productivo con un nuevo y mejor diseño, así labores como el almacenaje, movimientos y transportes innecesarios del material y de los operarios.

Al final, estas actividades hacen que el proceso gaste más de lo estrictamente necesario para la producción, y han de ser consideradas como desperdicios o despilfarros, objeto esencial de este método de trabajo y por lo cual se tratarán con detenimiento más adelante. Así si la empresa se centra en diseñar y desarrollar sus actividades de valor añadido, disminuyendo, reduciendo o simplificando las actividades sin valor añadido necesarias y eliminando todas aquellas que son desperdicios, conseguirá alcanzar una mejoría en la productividad y competitividad, consiguiendo dar una mejor atención al cliente.

El desperdicio es un punto clave de la mejora de los procesos industriales con el método Lean y como hemos visto uno de los cimientos de esta metodología, sin embargo, habría que insistir en el concepto y matizarlo, ahora conociendo la noción de valor podemos definirlo así: "El desperdicio es toda actividad que no añade valor para el cliente, que no transforma el producto, ni contribuye visiblemente a la

consecución del bien final, que además consume recursos y por tanto genera un sobrecosto para el productor que de ser posible debe ser reducida o eliminada”.

Por tanto, se trata de el conjunto de actividades que no transforman el producto, que son ejecutadas por la empresa durante el proceso productivo, pero que no intervienen en la conversión de las materias primas en el producto final, pero que por el contrario gastan recursos, aumentan los los costos y hacen que el cliente no esté dispuesto a pagar el sobrecosto que generan, en síntesis, a los ojos del cliente son un desperdicio, una “muda” como lo denomina la terminología japonesa.

Así pues, todas las acciones y los trabajos empleados en el proceso industrial deben añadir valor, pero en la práctica y con frecuencia, muy pocas lo hacen verdaderamente, las que llamamos precisamente “actividades de valor añadido” el resto de las acciones empleadas don un desperdicio, en cuanto que no aportan nada al valo final del producto por lo que deben ser minimizadaso eliminadas.

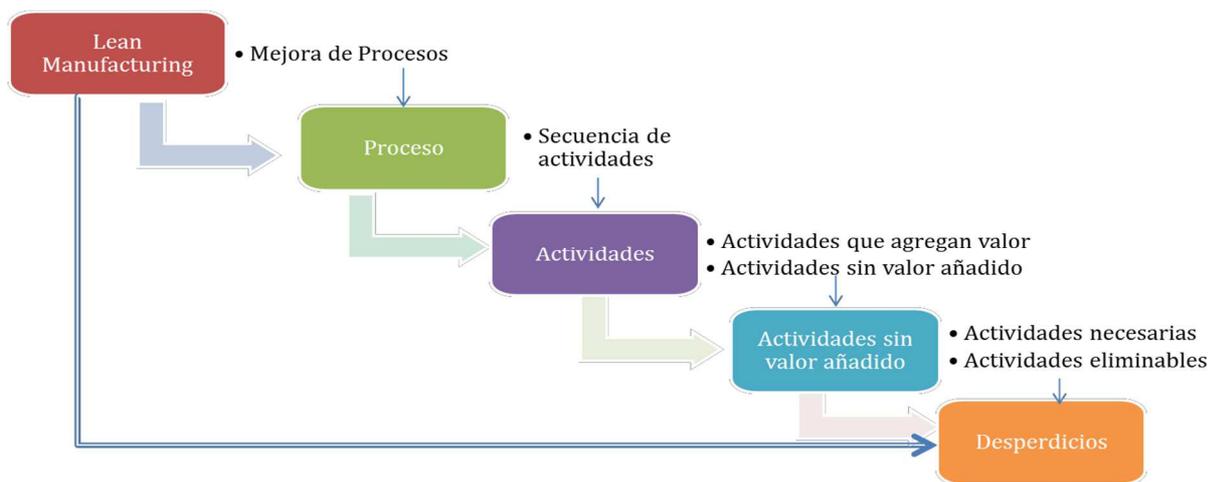


Figura 3-3: Diagrama de Flujo del proceso de la metodología Lean

Redundando en la necesidad de eliminar o reducir los desperdicios se plantea “la guerra contra el desperdicio” que pretende dirigir todas las actividades dque ejecuta la empresa a eliminar el desperdicio, implicando a todo el personal de la empresa, de manera que puedan aprender a hacer visible, identificar, proponer soluciones y acabar con los desperdicios en cuatro etapas:

La primera consiste en señalar y localizar los desperdicios, identificando las múltiples fallas que se originan en el proceso productivo, algunas se pueden observar a simple vista como los excesos de stocks, los fallos de máquina, los productos con defectos...etc. Y sepueden analizar fácilmente en el propio lugar del trabajo, se identificados como desperdicio. Sin embargo, hay otros desperdicios ocultos en la línea del proceso productivo y necesitan de un análisis concienzudo para que tanto el grupo de trabajo ligado al nuevo método como el conjutno de la fábrica puedan consideralos como evidentes.

La figura nº4 muestra que los desperdicios y las disfunciones en la organización de las empresas, se comportan como un gran iceberg, en el que se runen todos los probemas y rémoras y desperdicios que

van obstaculizando el funcionamiento de la empresa, de manera que solo logramos hacer visibles los que se ven en la superficie, pero los más graves y profundos están ocultos bajo el agua.

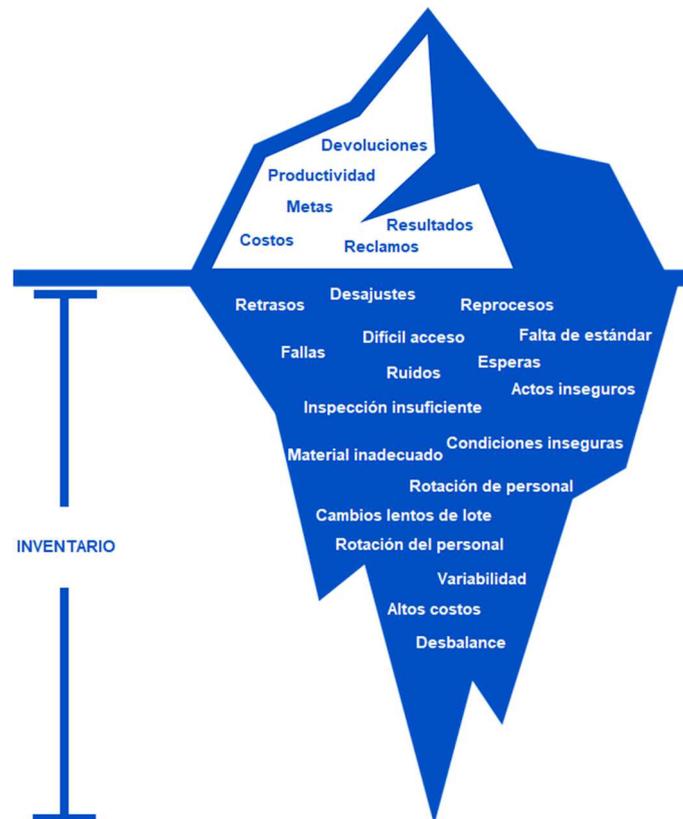


Figura 3-4: Iceberg de despilfarros

La segunda, una vez identificados los problemas y desperdicios de la empresa, se impone tener un impulso o una motivación para iniciar el proceso que lleve a la eliminación del conjunto de los desperdicios, para lo que se necesita hacer un análisis de las causas y consecuencias que producen estos desperdicios en el roceso productivo, para poder llegar a la tercera fase.

En la tercera es fundamental identificar y localizar los desperdicios para ello es clave un plano del proceso donde se señalen los lugares donde hay desperdicio, en el flujo detrabajo cotidiano, en esta fase se logrará dimensionar la profundidad y proporción del desperdicio en cada momento del proceso para poder evaluar los daños que está produciendo.

En la cuarta etapa se dirige a la eliminación de desperdicio para lamejora del proceso, para lo que se necesita hacer un análisis en relación con los desperdicios y los métodos de eliminación existentes y posibles.

3.4- Caracterización de los desperdicios

En la metodología Lean, el objetivo principal es eliminar el desperdicio. Anteriormente definimos el desperdicio como aquella actividad que no añade valor de cara a los clientes; es decir, no aporta valor de manera visible y tangible al bien en sí, tampoco transforma el producto y que, además al consumir productos, nos genera un sobre coste en la producción, que debe ser reducido o eliminado.

A menudo, los desperdicios no están claramente definidos en una empresa, pueden estar no visibles u ocultos, por ello en éste capítulo se va a estudiar con precisión el concepto de desperdicio, así como a saber detectarlos; Éstos se clasifican principalmente en siete, cada uno con su correspondiente caracterización.

Para conocer bien éstos desperdicios tenemos cinco posibles causas que se clasifican en cinco criterios:

- 1- Las causas que se refieren a los equipos e instalaciones.
- 2- Aquellas que se atribuyen a la dirección de operaciones.
- 3- Las que son una consecuencia de las políticas de la empresa.
- 4- Aquellas que pueden surgir por la falta de prevención.
- 5- Y, por último, aquellas que dependen del factor humano directamente

Además de las posibles causas de los desperdicios presentadas arriba, se expondrán las excusas utilizadas en la industria para explicar la permanencia de los desperdicios en los procesos; es decir, excusas o formas de negación que hacen que la empresa sea incapaz de asumir el desperdicio en sí.

Los principales efectos que provocan los desperdicios en el proceso productivo se clasifican en tres tipos, según al aspecto en el que influyen:

- 1- Los que influyen directamente en la eficiencia de los procesos (costes, tiempo y calidad).
- 2- Aquellos que influyen al factor humano.
- 3- Y, los que dependen de otros desperdicios.

En la metodología Lean Manufacturing son calificadas “mudas” las actividades del proceso productivo que no añaden valor, es decir, los desperdicios. Dichas actividades “mudas” tienen que ser discriminadas, medidas, calificadas y finalmente suprimidas mediante una sucesión de mejoras en los procesos para así aumentar la productividad. Se pueden clasificar en siete bloques principales: sobreproducción, esperas, movimientos de los materiales, traslados innecesarios de los trabajadores, defectos, inventarios y sobreprocesamiento.

Existen otras actividades que se pueden identificar como desperdicios llamadas en japonés: Muris y Muras. Aquellas que denominamos como Muris hacen alusión a la sobrecarga que soportan las instalaciones y las máquinas, así como los operarios que sufren desgastes, dolores, cansancio y a veces

enfermedades por hacer no sólo sobreesfuerzos de los trabajadores, sino que además las tareas que realizan no tienen las características ergonómicas adecuadas, las cuales también influyen en las máquinas e instalaciones, acelerando el desgaste de las herramientas, perjudicando el correcto funcionamiento de las máquinas, así como provocando altos costes e ineficiencias en las operaciones.

Las Mudas se refieren a aquellos desperdicios que se relacionan con la insuficiente estandarización de los procesos y desbalances en la producción, ya sea debido al diseño de los estándares o a la capacidad para ejercer su trabajo de los operarios, de manera que por alguna de éstas razones se provocarían estos desperdicios.

En nuestro proyecto de la fábrica de Acesur, sólo se han tratado los desperdicios asociados a las Mudas, que son aquellos que de manera general tratan éstas dos categorías como factores o efectos en el siguiente análisis que vamos a exponer más abajo.

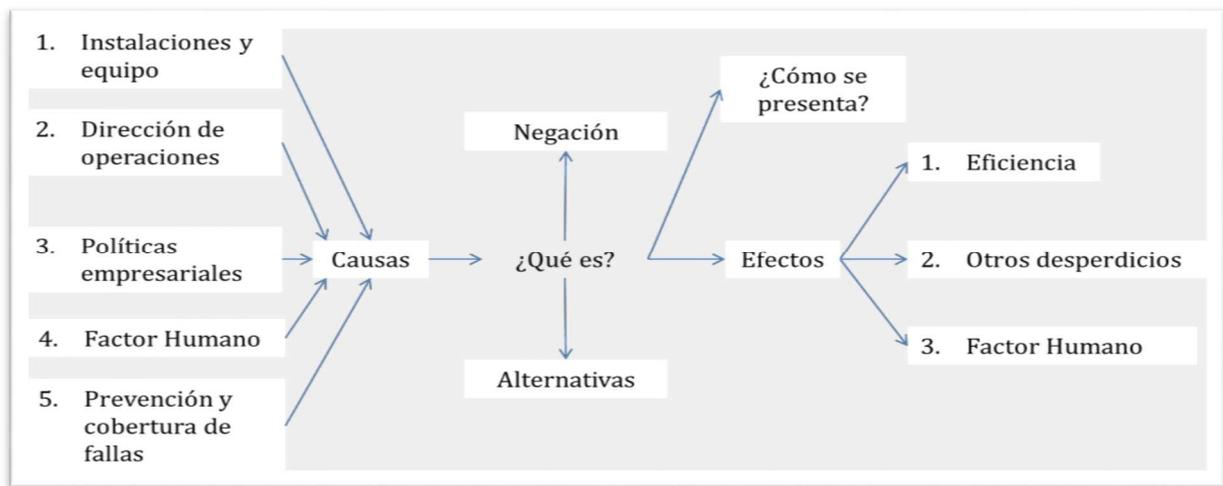


Figura 3-5: Esquema de gestión de los desperdicios

3.4.1-La sobreproducción:

Los trabajos derivados de una fabricación adelantada y expeditiva que genera cantidades mayores de productos a las necesarias en cada momento o producidas para otro proceso o en cantidad superior a lo exigido por el cliente, provocan la acumulación de inventarios innecesarios ya que la cadena de producción no trabaja con relación con respecto a la demanda.

Producir sin ton ni son, con anticipación o en mayor proporción de lo demandado, provoca que los trabajadores y la maquinaria tengan que parar y estén desocupadas en ocasiones y en largos periodos. De forma que, si se produce de forma indiscriminada, aumentan los costos ya que se están consumiendo nuevas inversiones, materiales, mano de obra, energía etc... para producir más de lo debido; Y desde luego, hay que contabilizar también como derroche el desgaste que sufren tanto las máquinas como el

propio personal.

Hay que tener en cuenta que este desperdicio, la sobreproducción, puede originar daños, como la multiplicación de los defectos, dada la gran cantidad de productos producidos y acumulados, el descontrol que se deriva y los daños de máquina producidos por el desgaste, al fabricar al límite de su capacidad, todo lo cual redundará en altos niveles de ineficiencia y en un decrecimiento de la calidad.

Si profundizamos en el estudio de este desperdicio se entiende que está producido por tener instalaciones, máquinas o manipulaciones por los trabajadores innecesarias, o lo que es lo mismo estar capacitados para producir más de lo que se necesita para atender a la demanda, ya que considerando que el objetivo de la empresa es, más que nada, "Producir", la industria suele caer en este defecto, para poder aprovechar toda su capacidad de producción instalada y mantener así los ritmos y márgenes de fabricación, sin tener en cuenta las verdaderas exigencias de los clientes.

De forma semejante, muchas políticas de empresa generan sobreproducción, así muchas fábricas laboran siguiendo unos estándares de productividad, activando a sus trabajadores con incentivos para lograr retos diarios o mensuales, lo que se traduce en la generación de más desperdicio y sobreproducción.

Otra forma de desperdicio relacionado con las políticas industriales se deriva del tamaño del lote, ya que esta variable incide directamente a la producción, ya que siempre un lote de gran tamaño genera producción en exceso, porque casi nunca coincidirá el volumen de piezas demandado con el volumen del lote producido.

Otros factores están relacionados con el proceso industrial, ya que si bien, la mayor parte de los utillajes de ingeniería industrial procuran la mejora del proceso de producción, muchos problemas se resolverían con un proceso sistemático de dicho utillaje o maquinaria. Las principales causas productoras de desperdicio en el proceso industrial suelen ser las siguientes: el desajuste o desbalance de la línea de fabricación, "set-up" (adecuación y mantenimiento de la máquina) no apropiado y una mala programación de la fabricación.

Estos factores ya enunciados determinan claramente la sobreproducción, ya que cuando falta la continuidad en el proceso (desbalance de la línea), unas máquinas producen más de la cuenta y otras pueden estar sin trabajo, porque la anterior tiene menos ritmo, produciendo sobreproducción en ciertos puntos del proceso. Igualmente, la puesta en línea o la preparación de las máquinas puede ser larga o inconexa, complicada o poco clara, lo que implica que la maquinaria debe trabajar más de la cuenta para compensar los productos faltantes en la línea o en la demanda del cliente.

Aunque el factor más importante, en el campo de la dirección de operaciones, es la errónea programación de la producción, bien por falta de conocimiento de la demanda o debido a la mala previsión de la misma, por lo cual se produce en exceso, sin coordinar la producción con la demanda.

Examinando otras causas inesperadas, como los daños de maquinaria, las deficiencias de calidad e inestabilidad de la demanda, es fácil detectar estos factores ligados al desperdicio de la sobreproducción, ya que, el deterioro de una máquina afecta a todo el proceso y provoca sobreproducción en otra máquina que continúa fabricando, mientras se repara la máquina estropeada.

Además, las deficiencias en el campo del control de calidad crean más sobreproducción, ya que, al estropearse los productos, hay que producir más cantidad para compensar los defectuosos, y por fin, la falta de estabilidad en la demanda es una causa no controlable que hace que el proceso de fabricación se deba readaptar constantemente, lo que desgraciadamente no se hace, generando sobreproducción.

Sin olvidarlo ni quitarle importancia, el factor humano interviene también en la generación de este desperdicio, ya que al estar sometidos los trabajadores a las fórmulas de estándares de trabajo, se supone que el operario tratará de incrementar su estándar para lograr más beneficio, sin considerar que siguiendo este principio se fabrica en exceso y sin necesidad; de igual manera que si el operario se ausenta de su labor, puede producir que se acumule inventario y se produzca más desperdicio.

En realidad, la superproducción es además de un desperdicio, “el generador de todos los desperdicios”, ya que si hay superproducción se generan más inventarios, más transportes más movimientos, por la necesidad de trasladar todos los materiales transformados, al mismo tiempo que aumentan las esperas y defectos, que tanto las pérdidas de tiempo, como los niveles de inventarios, hacen aumentar la proporción de defectos.

Seguramente la propia empresa no es capaz de identificar este desperdicio, ya que son inventarios, y los considera como un bien o una plusvalía al cumplir o superar los niveles de producción establecidos, lo que puede hacer pensar que todo funciona a la perfección, y que se fabrica al máximo de su capacidad, haciendo más difícil la supresión de un desperdicio no entendido como tal.

En este contexto, es necesario tener en cuenta otras razones que suele esgrimir la empresa para que, en ocasiones, tienda a negar este desperdicio o mantenerlo en la fábrica, justificándolo como un elemento de seguridad y tranquilidad, como producción de reserva para responder a cualquier cliente o para poder introducirlo en el proceso industrial, en caso de necesidad.

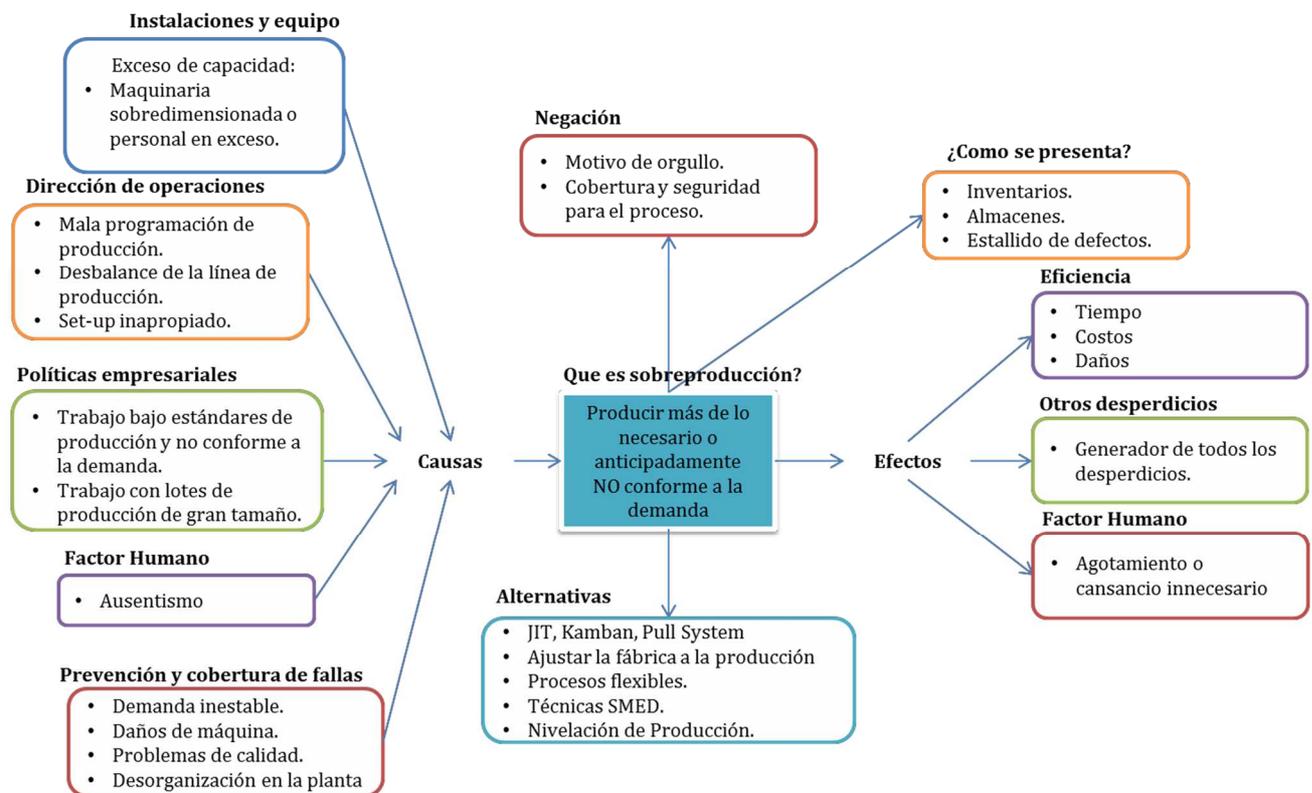


Figura 3-6: Resumen Sobreproceso

3.4.2-Las esperas:

Cuando los trabajadores o las máquinas se mantienen parados sin realizar trabajo alguno, porque un trabajo previo les impide iniciar su labor o cuando se está realizando un trabajo y tiene que mantenerse en espera hasta que termine, se produce un desperdicio que llamamos “espera”. Estas actividades, paros o circunstancias se entienden como desperdicios, porque son tiempo perdido en el proceso de fabricación, tanto para el trabajador como la máquina, que se mantiene esperando sin necesidad, sin hacer un trabajo que contribuya al procesado del producto.

Aunque las esperas no podrían calificarse como acciones, y en principio no se entenderían como desperdicio, no obstante, al vincularse al tiempo en que el trabajador o maquinaria están parados, constituyen un tiempo perdido, un desperdicio.

Aunque esta inoperancia, cuando el obrero o la máquina no están trabajando, es fácil de observar y medir, no es fácil de controlar y menos de eliminar, porque exige una alta concordancia temporal en las actividades y en la línea de fabricación.

Al revisar una línea de producción es fácil encontrar varias situaciones de espera: El operario espera a que la máquina termine.

- El trabajador aguarda a que la máquina finalice.
- La maquinaria está parada esperando que el trabajador acabe.
- El obrero y la máquina están a la espera, o lo que es lo mismo, no se hace nada en el puesto de trabajo
- Las máquinas pueden estar paradas, siguiendo un plan o sin planificación alguna.

Es probable que en muchas industrias las esperas no se consideren desperdicios, ya que se suelen entender como necesarias para que la cadena de producción funcione y el producto siga avanzando, de forma que se impone investigar las causas y los efectos que pueden producir las esperas en la línea de producción, para que, de esta forma, el investigador tenga mayor respaldo para la anulación de estos desperdicios.

En principio, el factor principal de la espera está vinculado con la gestión y el diseño de las operaciones industriales, pues al no sincronizar debidamente las fases de la cadena de producción surgen los cuellos de botellas, la falta de balance adecuado en la línea de fabricación, el aumento de los inventarios y otros problemas que traen consigo que unos trabajadores se mantengan ociosos, mientras que otros se ven saturados, de forma que se generan desperdicios de tiempo en algunos tramos o recursos.

Igualmente hay otros factores debidos a la dirección de las operaciones, como sería la mala planificación de la demanda de materiales para la línea de fabricación y los prolongados periodos de preparación de la maquinaria (Set-up), al producir que los materiales o máquinas no estén dispuestos para la fabricación, por lo que obreros y maquinaria restan parados.

También se pueden advertir otras circunstancias que permiten apreciar la existencia de este desperdicio en la cadena de fabricación:

- El trabajador aguarda a que otro trabajador le permita seguir o acabe su trabajo.
- El obrero está a la espera de directrices para comenzar o seguir con su trabajo.

Estos fallos se pueden imputar a las políticas de empresa, ya que las técnicas o el faseado de las sucesivas operaciones exigen muchos permisos o elecciones que no dependen del trabajador, sino que requieren la autorización de un supervisor, inspector o jefe, de manera que se dilata el proceso y tanto la maquinaria como los obreros se mantienen parados durante algunas secuencias de la producción.

Así pues, la consecuencia fundamental de este desperdicio son las pérdidas de tiempo, ya que en ocasiones las esperas pueden provocar el incumplimiento de los plazos de entrega a los clientes, pudiendo causar la pérdida de confianza y de clientes, pero no olvidemos que también se provoca la pérdida de tiempo laboral de obreros y de máquinas, de forma que si anulamos este desperdicio se aumenta la capacidad de la empresa y su productividad. Tampoco son despreciables otras consecuencias, como el aumento de los inventarios, debido a los sucesivos paros en el proceso, impidiendo su continuidad, y produciendo la deslocalización de los obreros y la desorganización de los trabajos.

Si analizamos el conjunto de la fábrica, se identifica otro factor de la espera, puesto que, si las máquinas

tienen diferentes capacidades de producción, unas lo hacen más velozmente que otras, producen oscilaciones en la producción y unas actividades se ven obligadas a esperar mientras otras siguen fabricando.

No podemos olvidarnos de identificar como causa de las esperas al factor humano y a la cobertura de fallos, dos factores importantes vinculados al operario, ya que, si éste no está capacitado para trabajar en diversas actividades y solo está implicado en el funcionamiento de su puesto de trabajo, sin conocer ni trabajar en otras labores o fases que lo demanden en un momento dado, se producen demoras igualmente.

En cuanto a los fallos, la maquinaria parada genera demora, y sus causas, los daños de máquina, la ausencia de material suficiente, o las herramientas no disponibles o estropeadas han de ser eliminados para no provocar paradas.

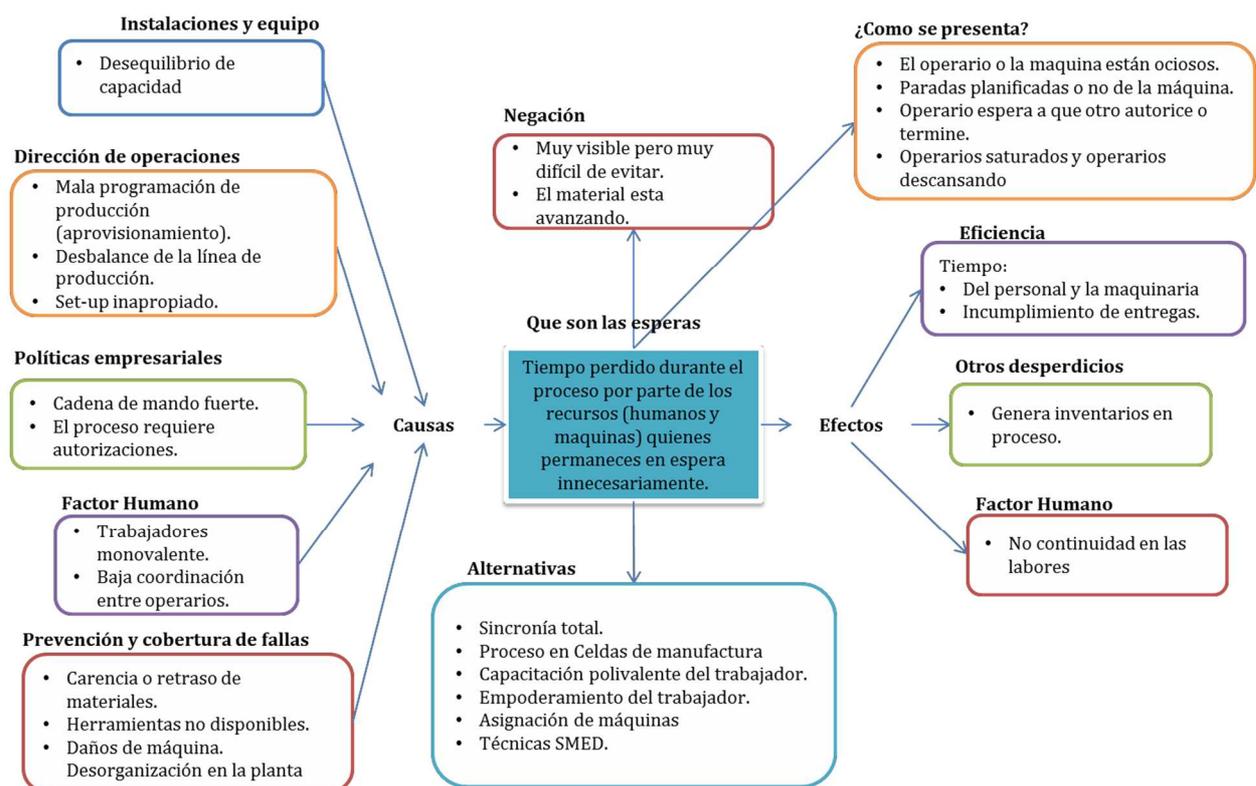


Figura 3-7: Resumen Esperas

3.4.3-Los transportes:

La distribución en una fábrica condiciona directamente a los transportes. Así, una incorrecta o desastrosa organización del espacio es el factor básico de este desperdicio, es decir, el conjunto de actividades que están ligadas al traslado de herramientas, materiales o productos de un lugar a otro para su transformación, procesamiento o almacenaje, o lo que es lo mismo: acumular, trasladar, apilar, ordenar, cargar, descargar y también mover vacías las máquinas que colaboran en el transporte: carretillas, contenedores, montacargas, toritos, diablitos.... Para después llevar los materiales al lugar requerido.

Si analizamos una fábrica, centrándonos en el material, lo primero que observamos es que éste se mueve continuamente, que necesita almacenaje, bandas transportadoras, contenedores, además de un personal específico para carga y descarga y sin embargo en ocasiones no se ha pensado en la mejora de su distribución, de forma que las empresas suelen negar este desperdicio arguyendo que las máquinas no se pueden mover o es complejo modificar la cadena o los procesos de fabricación para evitar movimientos innecesarios del material.

Igualmente hay desperdicios en el transporte cuando se llevan piezas desacertadas a lugares errados o en un momento inadecuado, ya que se utilizan transportes no necesarios que podrían interpretarse como errores humanos o que inducen a llevar el material al almacén cuando está haciendo falta en otro lugar o proceso o debe responder a otros requerimientos, en el fondo se deben a un proceso mal diseñado, o que no es claro, es complicado o no tiene bien definidos la trayectoria que debe seguir el material para ser transformado en producto.

También algunas políticas diseñadas por la propia empresa, como el tamaño de los lotes, pueden provocar que surjan o aumenten los transportes de material entre diversas partes de la fábrica o entre estaciones o en dirección al almacén que suele estar alejado del área de producción, potenciando los transportes innecesarios y sus efectos: aumento del tiempo del proceso, incremento de las inversiones y del número de piezas o utillaje dañado.

- Falta de organización en el espacio fabril
- Esperas (paradas y retrasos en el proceso productivo).
- Desperfectos en los materiales y productos (inventarios averiados, inadecuados u obsoletos)
- Aumento del periodo de tiempo en la fabricación
- Desaprovechamiento del espacio
- Desperdicio de tiempo y energía

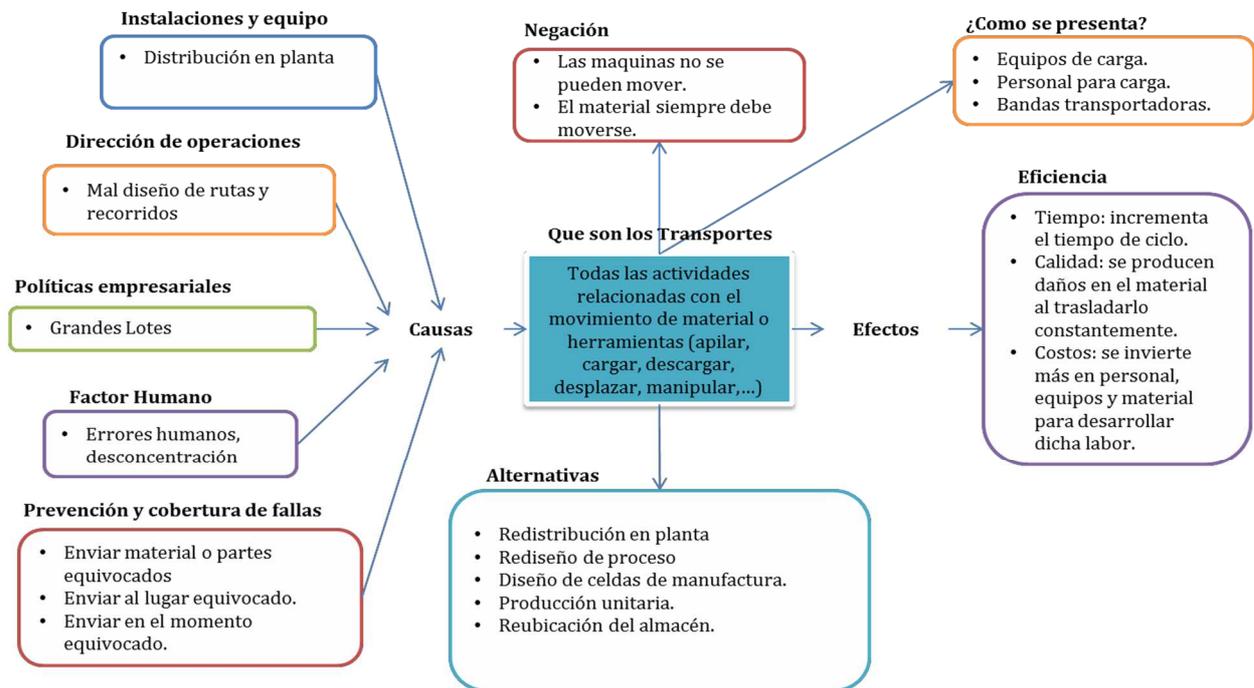


Figura 3-8: Resumen Transporte

3.4.4-Los movimientos:

Se trata de las acciones que hacen los operarios de forma innecesaria, en su puesto concreto de trabajo o desplazamientos por la planta, como coger partes, trasladar partes, buscar herramientas, doblar, acomodar, caminar, levantar o realizar traslados excesivos, es decir, acciones innecesarias o incómodas que sin embargo se han de hacer obligatoriamente por imponerlo el actual modelo de proceso aunque lo perjudiquen ya que aumentan el tiempo empleado en la actividad, por lo que se han de considerar como un desperdicio.

Estas actividades son demasiado frecuentes en la industria, pero no se les presta atención puesto que se considera que es la única forma de diseñar el proceso, o no se considera relevante, puesto que la fabricación está marchando y lo más importante que considera la empresa es que fluya y avance, sin tratar de disminuir los desperdicios de tiempo y de desgaste del operario durante la fabricación. En una investigación general es complicado detectar este desperdicio pues el análisis se ha de hacer puesto por puesto de trabajo y estudiando los movimientos concretos de cada trabajador, incluso se debería estudiar ergonómicamente el desgaste y esfuerzo empleado por el obrero en cada labor y movimiento.

Sin duda, este desperdicio es el causante principal de enfermedades y accidentes laborales, problemas de salud etc... por su relación con los movimientos y maniobras realizadas por el operario durante la fabricación, además puede causar más problemas, los vinculados a la seguridad en el trabajo y los gastos que a su vez estos pueden originar como los daños en los materiales, la falta de motivación de los trabajadores, los problemas de tráfico, pérdidas de tiempo y la falta de control sobre la duración de la

fabricación del producto ya que los desplazamientos de los obreros causan esta problemática.

Entre las causas más destacadas de la existencia de estos desperdicios están las siguientes:

En primer lugar, la localización y distribución de los trabajadores, en el puesto de trabajo o en la planta suele provocar que el obrero tenga que buscar, levantarse, alcanzar o trasladarse para poder disponer de los materiales y del utillaje necesario, así la ubicación de los almacenes o depósitos de herramientas pueden provocar este desperdicio, igualmente muchas veces es el propio diseño o la complejidad de la maquinaria la que hace que el obrero tenga que hacer muchos movimientos improductivos.

En segundo lugar, teniendo en cuenta la naturaleza de los movimientos, esto es, su estrecha relación con el puesto de trabajo y las maniobras que realiza el obrero, la causa que genera este desperdicio es la organización y planificación del puesto de trabajo, pues el trabajador se halla subordinado a la distribución y localización diseñada por la dirección de operaciones, los cuales son también los que organizan y controlan la manera de hacer el trabajo y, por tanto, causan también muchos movimientos inútiles, ya sea porque las instrucciones de trabajo son deficientes, en muchos casos no existen, o por negligencia del trabajador, que realiza su trabajo a su criterio, no está capacitado, o le falta experiencia para ejercer su trabajo sin hacer movimientos innecesarios.

En tercer lugar, el factor fundamental de este desperdicio es claramente, la organización del puesto de trabajo y de la planta ya que fomenta que el obrero, tenga que desplazarse más de la cuenta para coger una herramienta o un parte, obligándose a colocar, mover, coger, agarrar, alcanzar buscar, seleccionar o encontrar, objetos o materiales, acciones que no sirven para transformar el en síntesis producto y, en síntesis, son desperdicios.

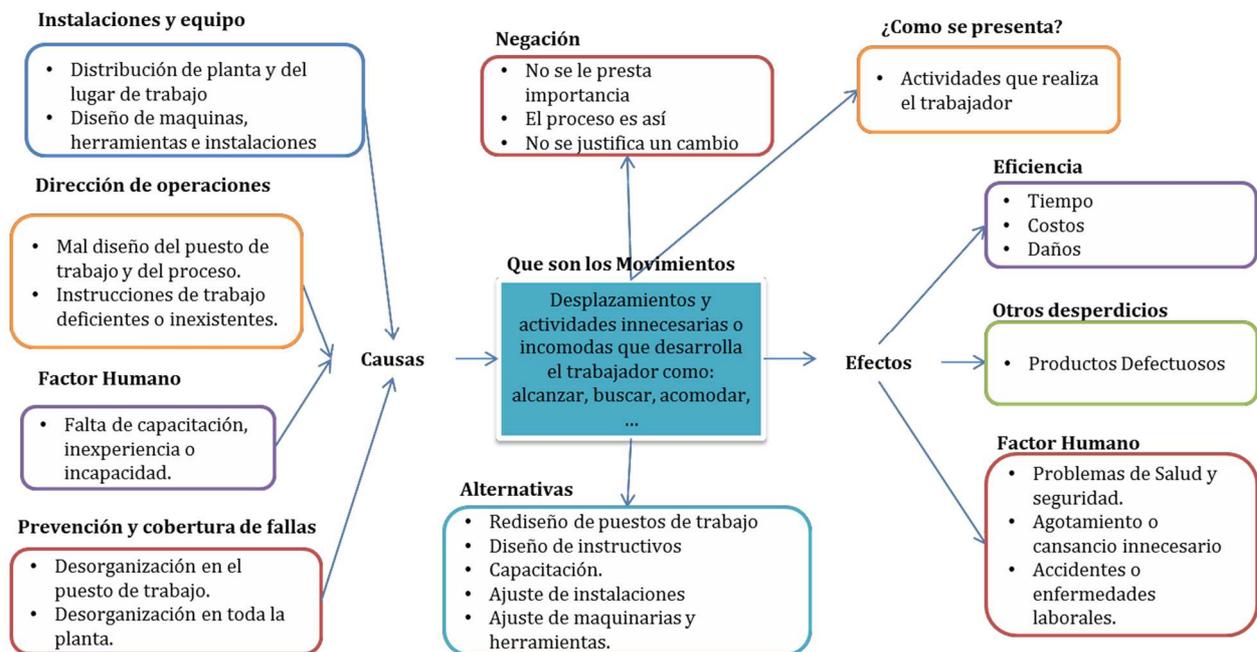


Figura 3-9: Resumen Movimientos

3.4.5-Los defectos:

El desperdicio provocado por los defectos no se entiende inmediatamente como una actividad, ya que son objetos con defectos, sin embargo, aunque sean productos, previamente se han empleado en ellos actividades y recursos que ya no se pueden recuperar. Además, incluso si los defectos se pudieran reparar necesitan de otras operaciones complementarias para solucionarlos. Por todo ello, los defectos son el desperdicio más generalizado en la industria. Están tan asumidos que se establecen espacios concretos y puestos de trabajo para repararlos, zonas de inspección para identificar elementos, darles el visto bueno o descartarlos, utillajes especiales para volver a manufacturar los productos que no han resultado aceptables la primera vez y oficinas para devoluciones, actividades que desde la perspectiva del método Lean, son todas ellas desperdicios, porque lo que se ha de garantizar es transformara el producto una sola vez y que esté perfecto en un solo proceso.

El desperdicio calificado de defectos está compuesto por todas aquellas partes, que han sido descartadas, ya que tienen defectos o no cumplen las especificaciones exigidas y no pueden ser enviadas al cliente, teniendo que ser reparadas o descartadas definitivamente. Además, habría que incluir en este apartado el conjunto de los productos que han sido devueltos por funcionamiento incorrecto o por fallos de calidad.

Las causas más frecuentes de los defectos son:

1. Plantas, cadenas de producción, maquinaria, utillajes no adecuados o no adaptados que dañan

los productos durante el proceso de fabricación.

2. Patrones seguidos en la producción, órdenes, programas o métodos de inspección incorrectos que van encaminados principalmente al análisis y observación de las piezas después de la fabricación y no a lo largo del proceso, en ocasiones, suelen ser complejas o difíciles de llevar a cabo, provocando con frecuencia defectos.
3. Errores o fallos en la maquinaria o falta de cuidados de conservación del equipo.
4. Otras causas vinculadas al factor humano: errores personales, fallos en la atención, incapacidad o falta de preparación, fallos en el interés o en la motivación con la que el obrero ha de acometer su trabajo, todas ellas influyen en la fabricación defectuosa.

Un factor trascendental, que está en el origen de otras muchas causas de desperdicio son las políticas de la empresa, especialmente, el diseño del producto, ya que si no se ha pensado y proyectado el producto debidamente en origen, el producto está mal trazado o no se ha marcado convenientemente una estrecha vinculación funcional producto-fabricación es imposible que el producto se fabrique con las características que impone su proyecto, lo que degeneraría en una continua generación de este tipo de desperdicio y no podría controlarse a través del departamento de dirección de operaciones.

En teoría, sería fácil identificar este desperdicio y vincularlo con sus causas, sin embargo la supresión del mismo es muy dificultosa, ya que todas las fábricas consideran ya un número de defectos más o menos aceptables, pueden ser entendidos como algo normal en el proceso productivo, que ocurre accidentalmente y que no influye en la cadena de producción, si existe un defecto se repara o se fabrica otro para reemplazarlo, lo que hace muy complejo su supresión, en realidad muchos procesos tienen previsto la presencia de defectos, sin considerar las importantes consecuencias.

Recordemos las posibles consecuencias:

Primeramente, influye de forma directa a la eficacia del proceso ya que hay que fabricar más de lo necesario para sustituir las manufacturas dañadas, aumentando el tiempo del proceso industrial, y el gasto y el trabajo empleado. Influye también en otros aspectos como la imagen de la marca, que puede deteriorarse a partir de que le llegue una pieza defectuosa, o cuando se incumple con los plazos de entrega, síntoma de que no ha marchado bien el proceso de fabricación.

Además, se producen otros gastos y actividades logísticas añadidas cuando se quieren manejar estos productos defectuosos, tanto en el interior de la fábrica (movimientos y manipulación de re-trabajos) como fuera de la empresa (la gestión de las devoluciones) y otras acciones añadidas como la reprogramación de los pedidos, de los lotes ya que se impone el cumplimiento de los plazos de entrega.

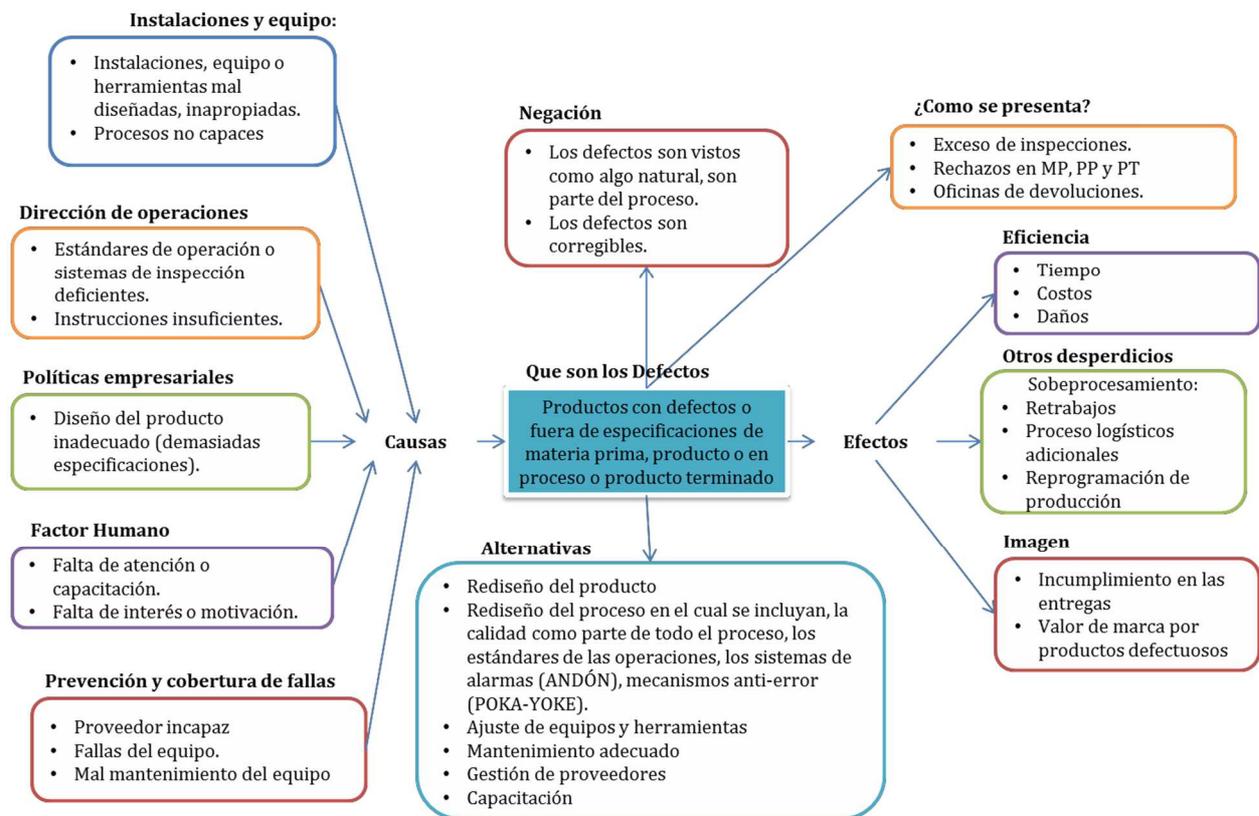


Figura 3-10: Resumen Defectos

3.4.6-El sobreprocesamiento:

Este desperdicio suele pasar desapercibido, porque en contraposición a otras actividades, las que podemos definir como sobreprocesamiento, forman parte del proceso de fabricación y apoyan o permiten la fabricación del producto, por lo que se entienden como acciones que producen valor añadido, por lo cual es fundamental subrayar que han de considerarse desperdicio ya que con ellas se emplea más trabajo del imprescindible para obtener la producción acabada, o son labores que se eliminarían al mejorar la cadena de producción y no es evidente su supuesto valor añadido. Así, pasar dos veces la producción por la misma maquinaria, retrabajar algunas partes del producto, apretar una tuerca en un tornillo en varias ocasiones para ajustar una pieza en lugar de modificar el diseño de la pieza para que solo sea necesario apretarla una o dos veces (Fig. 3-11).

Las labores de este tipo no son imprescindibles para la fabricación del producto, son perfectibles o no son suficientemente eficaces, por tanto, con un análisis de operaciones y una mejora del proceso productivo pueden cambiarse y mejorarse para hacerlo más eficiente.

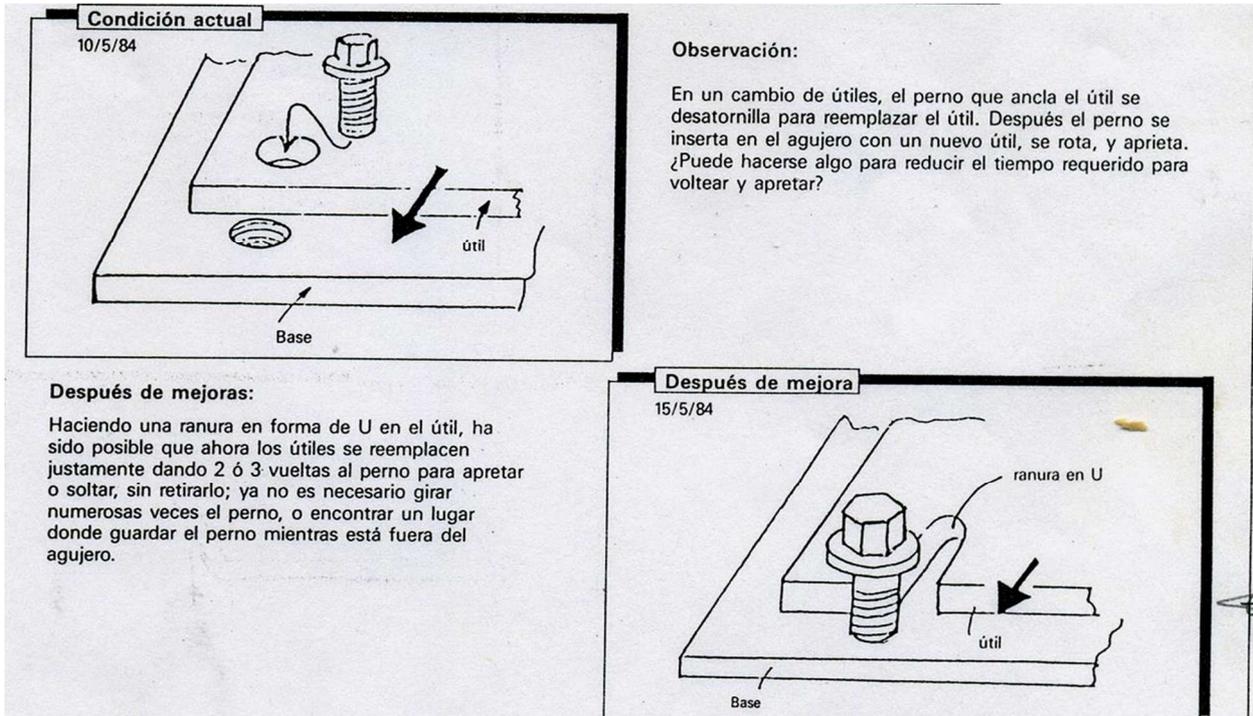


Figura 3-11: Ejemplo de sobreprocesamiento

Seguramente este sea el desperdicio más complicado a la hora de eliminarlo, porque normalmente se identifica como una labor valiosa, beneficiosa e incluso esencial para el proceso, de forma que para eliminarlo o reducirlo habría que suprimir las fases o actividades innecesarias en la fabricación, que son prescindibles o no son eficientes, en todo caso, siempre hay que usar la creatividad y la intuición para introducir mejoras en la fabricación y no trabajar más allá de lo necesario, que es de lo que se trata.

Se suele negar la existencia de este desperdicio al imponer procesos alternativos en previsión de situaciones no previstas que exijan una reacción inmediata ante cualquier cambio, por lo que este desperdicio provoca un aumento constante al producir fallos de máquinas, defectos, mantenimiento defectuoso, inadaptación y sobre todo falta de flexibilidad, tanto en la cadena de producción como en la maquinaria, lo que a su vez produce labores complementarias, o lo que es lo mismo, sobreprocesamiento.

Esta “muda” suele permanecer enmascarada porque suele ser complicado entender que el proceso de fabricación, ya establecido, puede ser perfeccionado o que pueden existir otras fórmulas o mecanismos de llevar a término cada una de las actividades que componen el proceso productivo de forma más eficaz, cómoda y económica. Fórmulas que implicarán siempre un cambio tecnológico, procedimental o incluso en las instrucciones laborales y políticas empresariales, en las capacitaciones de los trabajadores, entre otras reformas, que, precisamente, algunas empresas no quieren admitir porque exigen múltiples cambios, recursos e inversiones adicionales, hasta el punto de preferir admitir este desperdicio como mal

menor y aceptarlo como parte del proceso.

Muchas veces el sobreprocesamiento deriva de la falta de comunicación entre los departamentos de ingeniería y diseño y los de producción, ya que si uno de los departamentos hace cambios en el proceso y no informa o instruye de los cambios al otro, y le confía los objetivos que se pretenden alcanzar, se pueden producir interferencias o redundancias en la cadena de producción que no podrán ser subsanadas hasta realizar un estudio científico de las operaciones. De igual manera si las particularidades o el diseño del producto se cambian por decisiones de la empresa o por exigencias del cliente, el proceso productivo tendrá que ser adaptado, ya que no se suele hacer una mejora en todo el proceso, sino que se agregan labores nuevas o se modifican parcialmente algunas para sacar adelante el nuevo producto, siendo así una nueva causa de desperdicio.

Solo se podrá evitar, o disminuir sustantivamente este desperdicio si se halla el balance y la conexión adecuada entre el proceso, el producto, el personal y el conjunto de maquinaria y cadena productiva, en esencia hay que buscar diseñar el proceso idóneo para producir con la tecnología y los recursos humanos apropiados, el producto exigido, por el contrario en la mayoría de las empresas se adaptan las cadenas de producción a los equipos tecnológicos con los que se cuenta, para fabricar un producto lo más adecuado posible al cliente, ocasionando que este desperdicio aumente, ya que el proceso está mal proyectado, las órdenes de trabajo no están ajustadas al objetivo final y generan más labores de las requeridas, sin estar certeramente adaptadas al cliente, provocando desperdicio de tiempo y aumento de costo.

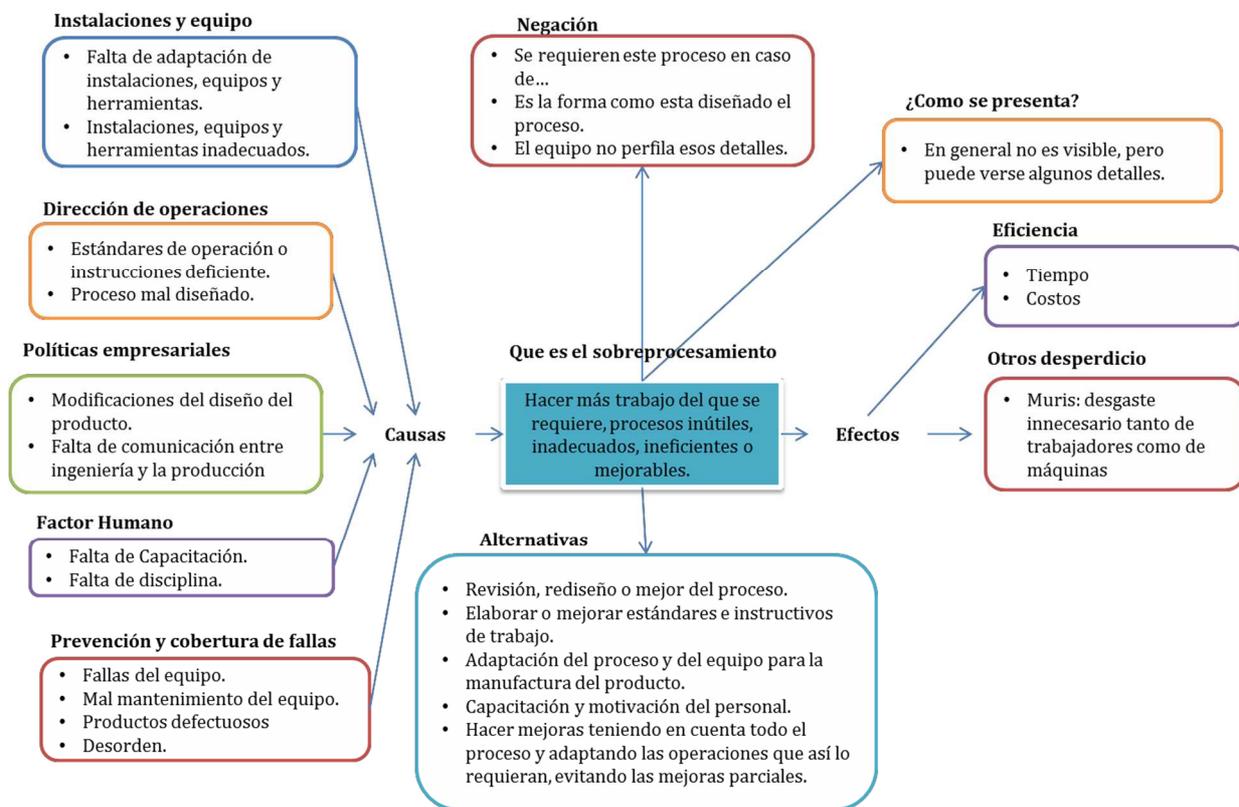


Figura 3-12: Resumen Sobreprocesamiento

3.4.6-El inventario:

Está formado por el conjunto de materias primas, semiprocesadas o productos (productos acabados, insumos, partes o materiales) que se hallan en espera de ser fabricados, procesados o vendidos y que se localizan tanto en la línea de fabricación, o en los almacenes, elementos que exigen una serie de labores, manipulaciones etc. Como el control y conservación del inventario, la coordinación con la producción, la gestión o la simple manipulación y transporte.

Tampoco el inventario se suele entender como desperdicio, porque son productos acabados, partes o materias, que pueden ser necesarios en cualquier momento para la producción o para la petición inesperada, por lo que se entienden como algo necesario para la empresa, para responder mejor a los vaivenes del mercado y a las exigencias de la producción, sin embargo, a pesar de todas estas justificaciones aparentemente razonables, este desperdicio es el peor de todos los posibles, ya que esconde las fallas y errores presentes en la empresa.

En el gráfico siguiente se puede observar la estrecha relación que existe entre la presencia de amplios márgenes de inventario y los problemas más frecuentes en las empresas industriales. Así comprobaremos porque se le califica tan duramente y su identificación será necesaria para la eliminación más ajustada y adecuada en la mejor de los diferentes procesos.

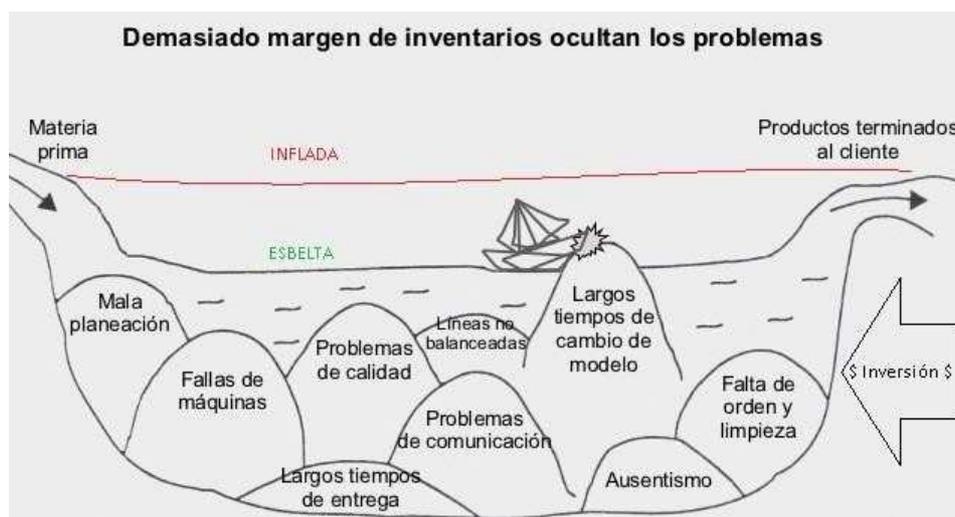


Figura 3-13: Relación entre Inventarios y Problemas

Ya vimos que la negación de este desperdicio suele estar relacionada con la consideración de los inventarios como activos de la empresa, olvidando que su presencia exige recursos, espacios

instalaciones, personal, sistemas informáticos y de control, seguros, que añaden sobrecosto en la fabricación y que no se visibilizan en los resultados económicos de la empresa, pues al aparecer como activos, ocultan los gastos complementarios que generan e impiden cuantificar la pérdida.

Una segunda vinculación importante es la que existe entre la calidad del producto y la acumulación de inventarios, ya que la mera existencia de éstos produce pérdidas en los productos por desperfectos, por caducidad o daños en la fase de transporte o de almacenamiento. Conforme crece el inventario, tiene que aumentar la manipulación y el control necesarios, que a su vez se traducen en más inversión y sistemas de control de las empresas, no obstante, cuando pasa el tiempo y dados los acelerados cambios que se suceden hoy, los inventarios se convierten en obsoletos con facilidad, seguramente lo más perjudicial para una empresa sea conservar una gran cantidad de productos obsoletos, averiados o errados, en sus instalaciones que nunca se podrán vender y que en cualquier caso representa una acumulación de pérdidas.

Igualmente, se pueden determinar innumerables vinculaciones entre inventarios y los problemas técnicos y programáticos de la fabricación (fallos de maquinaria, esperas técnicas, mecánicas y de personal, ausentismo y fallos en la programación de la producción). En realidad la empresa está acostumbrada a que estos problemas se solucionen con un inventario importante para cubrir los fallos de producción, permitiendo que la fabricación continúe de manera casinatural, mientras se elimina el fallo imprevisto, tal como podemos ver en la figura 3-12, sin embargo si redujésemos el inventario se comenzarían a visualizar los problemas y por el contrario si hay inventario suficiente, los problemas quedarán ocultos y la fábrica aparentará que funciona correctamente.

Comprender esta estrecha relación entre inventarios y problemas es imprescindible para avalar el éxito de la implantación del sistema Lean y de la supresión de los desperdicios, ya que es inviable el suprimir los inventarios de manera definitiva sin ir solucionando de manera progresiva o anticipadamente todos los fallos que se pueden visualizar en la figura citada.

De hecho, ocultar un problema con una aparente solución transitoria como los inventarios, es precisamente la justificación más utilizada para mantener el desperdicio, pues a pesar del sobrecosto en manipulación, espacio y tiempo, transporte, reparación de averías que, a su vez, aumentan los problemas, las empresas continúan manteniendo inventarios en la fabricación. De manera que el inventario se presenta como el gran colchón que frena todos los demás desperdicios y los problemas de la fábrica, para evitar que las líneas de producción fracasen, o se vea condicionado, todo ello pagando un alto coste por la manipulación de los inventarios y el seguro impulso de los problemas

Aunque muchos problemas citados podrían entenderse como factores de este desperdicio, ya hemos visto que la única causa de los inventarios es la superproducción, ya que si tenemos espacio y capacidad técnica excesiva aparece siempre como un mal menor y producir en demasía este desperdicio. Además, hay otras causas que acaban aumentando los inventarios, como la no coordinación temporal entre

procesos complementarios, la falta de balances homogéneos en las líneas, la existencia de cuellos de botellas, las esperas por ajustes o preparación de la maquinaria, al final lo que falla es la defectuosa planeación y sincronización de la producción, imposibilitando que la producción continúe con normalidad, provocando el surgimiento de inventarios inútiles.

La demanda, como factor no controlable y variable, se convierte también en una causa condicionante en la aparición de inventarios, al no poder siempre controlar exactamente la cantidad de productos exigidos, provocando alternativamente escasez o exceso de este desperdicio, solo cabe controlarla bien con buenos pronósticos para evitar inventarios innecesarios.

A estas alturas ya entendemos las consecuencias de mantener inventarios en las fábricas: la producción de costos y de inversiones complementarios, tanto en locales, como en instalaciones, en sistemas de información y de control, en personal para la gestión y manipulación de los mismos, gastos o sobrecostos en los seguros correspondientes, vigilancia y salvaguardas, obtención y tratamiento de información, administración análisis e inspección, auditorías prevención de averías, obsolescencia de los productos, y alojamiento en almacenes especiales, en síntesis, pérdida de tiempo y dinero que provocan además sobreprocesamiento (es decir, los procesos complementarios para la gestión de los inventarios) y los transportes, defectos y esperas consecuentes.

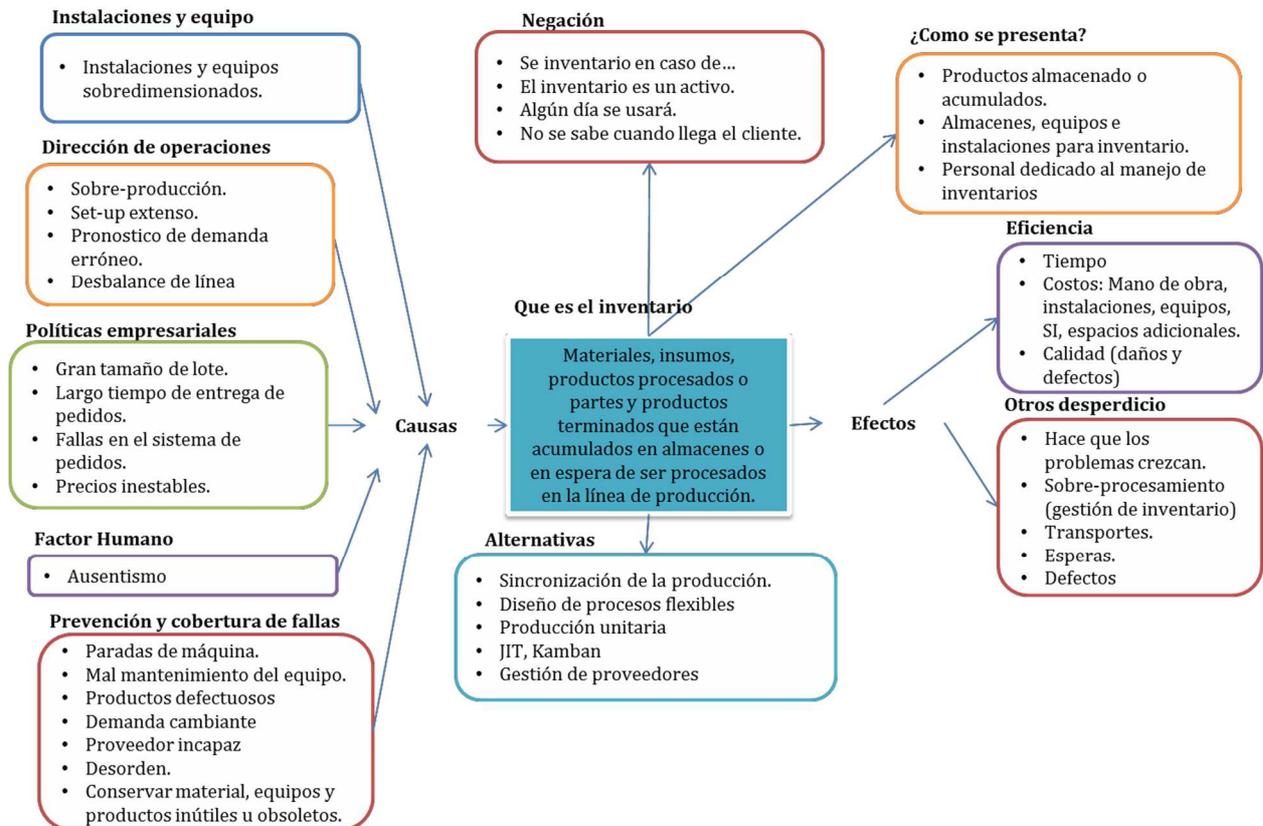


Figura 3-14: Resumen Inventario

La estrecha vinculación entre inventarios y problemas habituales en la cadena de producción se puede observar también en los demás desperdicios porque en la mayoría de los casos parten de las mismas situaciones derivadas de las políticas de la empresa o de los diseños de la producción, siempre los generan o los aumentan de forma que no se puede eliminar los desperdicios o mejorar los procesos si no se entiende esta premisa.

Así pues, si identificamos los desperdicios y sus causas, la fórmula de eliminarlos es precisamente el análisis de las estrechas relaciones que existen entre ellos para localizar los puntos de mejora del proceso productivo y conseguir la supresión final del desperdicio.

3.5- Sistema de Gestión de Mejora Continua

La base del sistema de mejora continua es la lucha constante contra el desperdicio. La herramienta principal para ganar la guerra contra el desperdicio es: trabajar en equipo.

El espíritu Kaizen es todo cambio de actitud en las personas. Es una forma de pensar hacia la mejora, haciendo uso de la capacidad de todas las personas que forman la empresa, de ésta manera vamos

avanzando en el sistema poco a poco hasta transportarlo al éxito.

Puede parecer de primeras “la mejora continua” un concepto muy fácil, y la mayoría de las veces, lógico y de sentido común, pero luego en la realidad, cuando ya pasamos a la acción que se trata de un proceso muy complicado en el que cuesta mucho su implantación en el entorno empresarial si no se ha cambiado la organización y el pensamiento de forma radical a lo largo del tiempo, y no de una manera concreta y puntual. Las mejoras tras su aplicación si observamos los estudios, nos dicen que las empresas que hacen un esfuerzo en mantener los proyectos implantados de mejora continua tienen crecimientos sostenidos mayores al 10% anual.

Una frase que refleja a la perfección el espíritu de mejora continua es: “siempre hay un método mejor”; dicha frase consiste en una evolución, un progreso, poco a poco con innovaciones y pequeñas mejoras, elaborado por todos y cada uno de los empleados, sin olvidarnos de la dirección, haciendo que entre todos se vayan acumulando éstos pequeños proyectos, conduciéndonos a una garantía de calidad, sobretodo una mejor calidad en los procesos, reduciendo los costes y las demoras a los clientes, haciendo que cada vez más se cumplan los plazos fijados. El proceso de mejora continua tiene como filosofía de actuación lo siguiente: cada vez que aparezca un problema, se detiene el proceso productivo, analizamos las distintas causas y se toman medidas correctoras, con lo que al resolver dicho problema aumentamos la eficiencia del sistema.

Extraído de la fuente LeanSis se puede enumerar en 10 puntos clave el espíritu Kaizen:

- 1) Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
- 2) En lugar de explicar lo que no se puede hacer, reflexionar de cómo hacerlo.
- 3) Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
- 4) No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
- 5) Corregir un error inmediatamente e in situ.
- 6) Encontrar las ideas en la dificultad.
- 7) Buscar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
- 8) Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.
- 9) Probar y después validar.
- 10) La mejora es infinita.

4 TÉCNICAS DE LEAN Y SU IMPLANTACIÓN EN LA EMPRESA

El mundo que hemos creado es un producto de nuestro pensamiento; no se puede cambiar sin cambiar nuestra forma de pensar

- Shigeo Shingo -

No ha sido fácil dar inicio a este gran cambio, el cual ha dejado más de una discusión apasionada y varias canas como recuerdo. Inconsistencia de información, ideas diferentes, ganas de hacer las cosas rápido y el típico “así lo hemos hecho siempre”, fueron varios de los obstáculos auto-impuestos en un inicio. El ingrato “status quo” difícil de romper, pero nunca imposible.

Es así como apoyados en las ideas de Lean comenzamos nuestro propio camino de mejora continua empujados y guiados por la visión que nosotros mismos creamos en equipo.

4.1-SMED

La herramienta Single Minute Exchange Die más conocida como SMED que significa: el tiempo que se emplea en cambiar de útil en minutos de un solo dígito. Ésta técnica de “mejora en planta” es una de las mejores que existe en el ámbito de la ingeniería Industrial debido a que nos plantea reducir o eliminar lo máximo posible los tiempos en los que la máquina está parada, analizando cada una de las tareas realizadas durante los cambios de formato. Éste estudio realizado es muy exhaustivo en cuanto al tiempo y a las operaciones realizadas durante la parada de la máquina.

La técnica SMED tiene como objetivo mejorar las operaciones de ajuste y preparación de máquina para así reducir los tiempos en los que la máquina está parada y poder realizar de ésta manera lotes menores que aporten flexibilidad al sistema productivo. Al aplicar SMED conseguimos minimizar de manera radical los tiempos de máquina parada, aumentar el tiempo en el que la máquina está en marcha, así como la cantidad producida como consecuencia de la reducción de los costes del sistema de producción. Nuestro objetivo principal es reducir el tiempo que transcurre desde la producción del último producto de la referencia saliente hasta la producción del primer producto bueno de la referencia entrante. A continuación, vamos a ver en el ejemplo como en poco tiempo una mínima acción SMED consigue importantes ahorros en la producción.

Definiremos los tipos de operaciones o tareas realizadas durante el cambio de la siguiente manera:

Operación INTERNA: operaciones que es necesario realizarlas con la máquina PARADA:

- Aflojar los tornillos de sujeción de la etiquetadora
- Extraer el utillaje de la máquina correspondiente al formato anterior
- Vaciar el aceite de la llenadora correspondiente al formato anterior

Operación EXTERNA: operaciones que se pueden realizar o realizadas con la máquina EN MARCHA:

- Transportar los utillajes hasta la máquina
- Preparación de la orden de fabricación del siguiente producto
- Transportar los MMAA

Operación ELIMINABLE: operaciones que se pueden eliminar del proceso de cambio

Operaciones SIMULTÁNEAS: operaciones que pueden ejecutarse mientras se realizan otras tareas de preparación.

Los beneficios que se espera de la aplicación de esta herramienta son los siguientes:

Flexibilidad: los tiempos reducidos de cambios permiten la fabricación de series cortas.

- Fabricamos en menos tiempo un mayor número de referencias: ajuste a la demanda (nivelado)
- Reducimos el tiempo de reacción ante cambios inesperados en la planificación (demanda).

La Productividad: reduciendo el coste de mano de obra en las distintas actividades de cambio, como consecuencia tenemos mayor disponibilidad de la maquinaria, de manera que aumentaremos la producción usando menos recursos.

La Calidad: al fabricar series menores reducimos el coste de no calidad ante la detección de un defecto.

La Capacidad: al reducir los tiempos de cambio aumentamos la disponibilidad de la máquina y como consecuencia se aumenta la capacidad de producción.

El trabajo de mejora se dividió en varias fases:

- **Fase 0: Análisis de la situación inicial: ¿Cómo se ejecuta el cambio?**
 - Operaciones realizadas antes de parar la máquina.
 - Operaciones realizadas con la máquina parada.
- **Fase 1: Separación de las operaciones internas y externa, con el objetivo de transformar los ajustes y la preparación interna en externa.**

Esta primera fase implica diferenciar entre la preparación con la máquina parada (preparación interna) y la preparación con la máquina en funcionamiento (preparación externa). En el primer caso se hace referencia a aquellas operaciones que necesitan inevitablemente que la máquina esté parada. En el segundo caso se hace referencia a las operaciones que se pueden realizar con la máquina en marcha. El primer paso consiste

en diferenciar este tipo de operaciones, es decir, cuando la máquina está parada no se debe realizar ninguna operación de la preparación externa. En las operaciones con la máquina parada se deben realizar exclusivamente la retirada y la colocación de los elementos particulares de cada producto (utillajes, etiquetas, etc.). Una actividad de apoyo que puede soportar esta fase es la realización de un vídeo, el cual nos ayudará a separar estas operaciones y ver el tiempo real de cambio, así como también las mejoras de tiempo.

Por ejemplo, para la preparación de cambio de máquina en la línea de Coosur se contempla la realización de varias actividades: el cambio de aceite, el cambio de encajonadora, el cambio de botellas y cambio de tapones. Al terminar la fase de separación de actividades externas e internas, se identificó que la actividad de cambio de botellas corresponde a una tarea externa, ya que es una actividad que hace un operario junto con el despaletizador, los cuales distribuyen las botellas a las tres líneas fundamentales "Itálica 1", "Itálica 2" y "Coosur"; con lo que dicha actividad puede efectuarse mientras el equipo está cambiando el aceite de las llenadoras y cambiando la encajonadora, es decir, con el equipo en funcionamiento. ¿Por qué se incluía en la lista de tareas de la preparación? Es normal que esta pregunta no tenga respuesta, o que su respuesta sea: Porque siempre se ha hecho así.

En adelante, al realizar solo las actividades: cambio de aceite, cambio de encajonadora y cambio de tapones; podremos observar una mejora en el tiempo de preparación del equipo no sólo de la línea de Coosur sino además en las otras dos líneas.

- **Fase 2: Transformar las actividades internas en externas**

Es claro que esta actividad debe efectuarse siempre y cuando sea posible. Sin embargo, la conversión de actividades internas en externas no se limita de ninguna manera a efectuar actividades de preparación sobre la máquina cuando esta se encuentra operando, puesto que existen un sinnúmero de actividades que constituyen una conversión de actividades internas en externas sin compromisos de seguridad, como, por ejemplo, efectuar una preparación de los utillajes de la máquina (llenadora, etiquetadora, encajonadora) previo a montarse en la máquina.

- **Fase 3: Organizar y estructurar las operaciones externas**

En ésta fase nos centramos en cómo están colocadas todas las herramientas y materiales que usamos en las operaciones externas, es decir, en su disposición; ya sea en matrices, elementos para fijarlas en la pared, etc. Todos éstos materiales deben estar colocados cerca de la máquina después de haberse hecho la reparación necesaria de todos los elementos que van a entrar en el cambio. Normalmente en ésta fase se debe invertir en almacenamiento, transporte e incluso en activos de manutención.

Para entender ésta fase vamos a poner un ejemplo: cuando nos disponemos a realizar el alistamiento de moldes para inyección, una tarea crítica dentro de éste proceso es el transporte de éstos, es decir, toda distancia recorrida para realizar cualquier cambio o ajuste implica tiempo, por ésta razón a veces hacemos uso de carretillas o montacargas especiales y con ajustes específicos que son considerados muy buenas herramientas para evitar recorrer éstas distancias que implican perder tiempo y como consecuencia pérdidas de valor en la línea, menor productividad. Se recomienda observar la colocación de las herramientas en un "pit stop" para poder entender mejor ésta fase.

- **Fase 4: Reduiremos los tiempos de las operaciones internas**

En ésta fase intentaremos reducir lo máximo posible las tareas de los ajustes. Éstos procesos engloban el 50% o incluso el 70% de las actividades de preparación interna. El mejor método para la reducción es la estandarización de las distintas características de los sistemas de sujeción de cada uno de los elementos móviles de las máquinas. Debemos destacar también que en ésta fase estudiamos los tiempos de ajuste y parametrización para lograr la calidad en el producto; por ello en éste caso debemos tener como objetivo el fijar un estándar de cada una de las actividades del proceso de cambio de formato o cambio de aceite que dependan directamente de los parámetros de calidad. Para obtener éstos resultados y poder realizar unos buenos estándares recurrimos con frecuencia a los métodos de mejoras de la ingeniería.

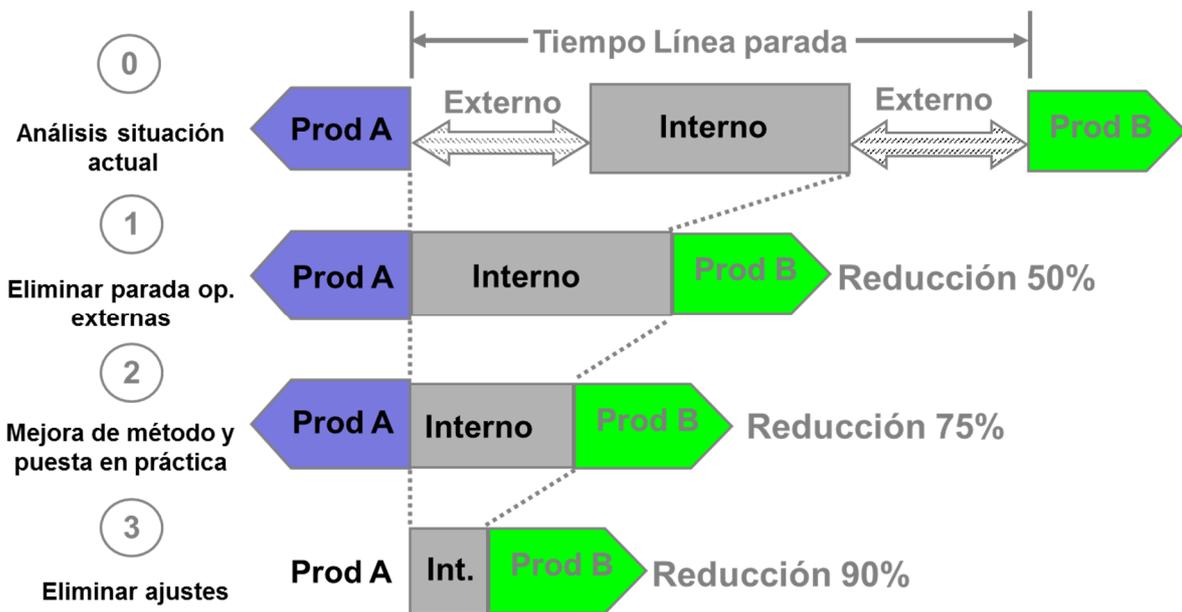


Figura 4-1: Desglose de actividades internas y externas para reducir tiempos de operación

Para seleccionar en cual de las líneas de envasado actuar como piloto, se dividió en tres fases:

1. Analizamos los datos actuales de OEE (Overall Equipment Effectiveness; es un indicador de la eficiencia global de los equipos y se utiliza para medir la eficiencia productiva de las máquinas ó líneas de producción) como ya sabemos existen tres pérdidas distintas según el OEE que son: pérdidas por disponibilidad, pérdidas por rendimiento y pérdidas por calidad; y concretamente el indicador de disponibilidad, siendo la línea coosur la de menor eficiencia, fijándola pues como nuestra línea de estudio.

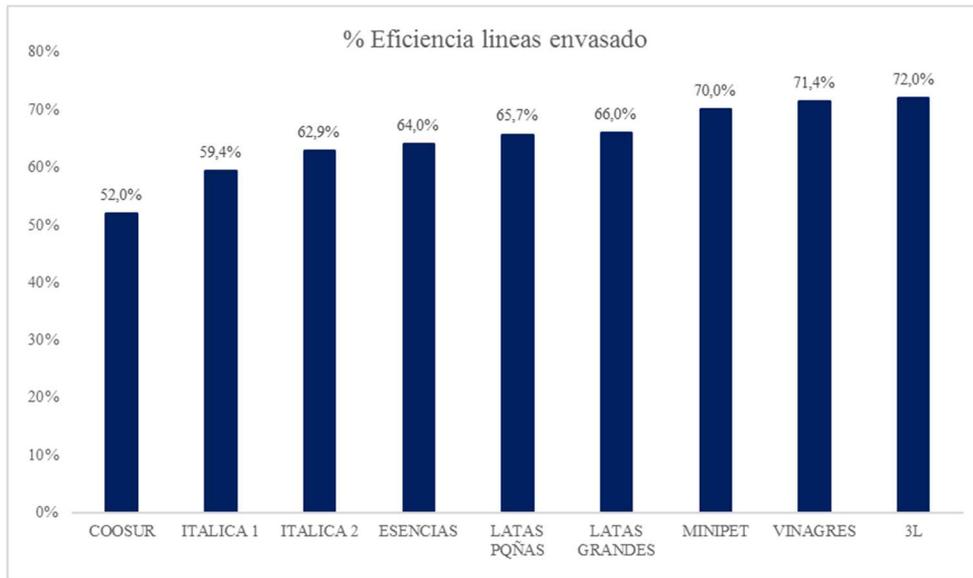


Figura 4-2: Análisis de eficiencia de las líneas de Acesur

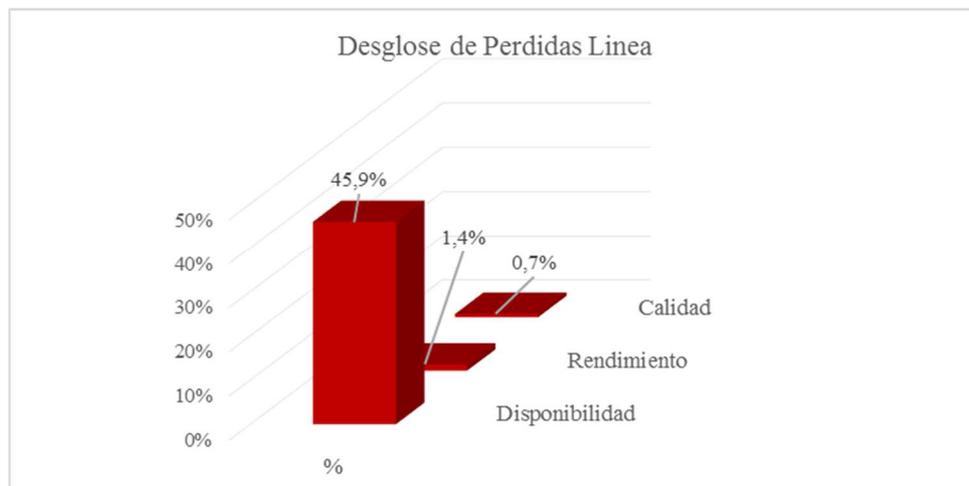


Figura 4-3: Desglose del OEE de la línea COOSUR

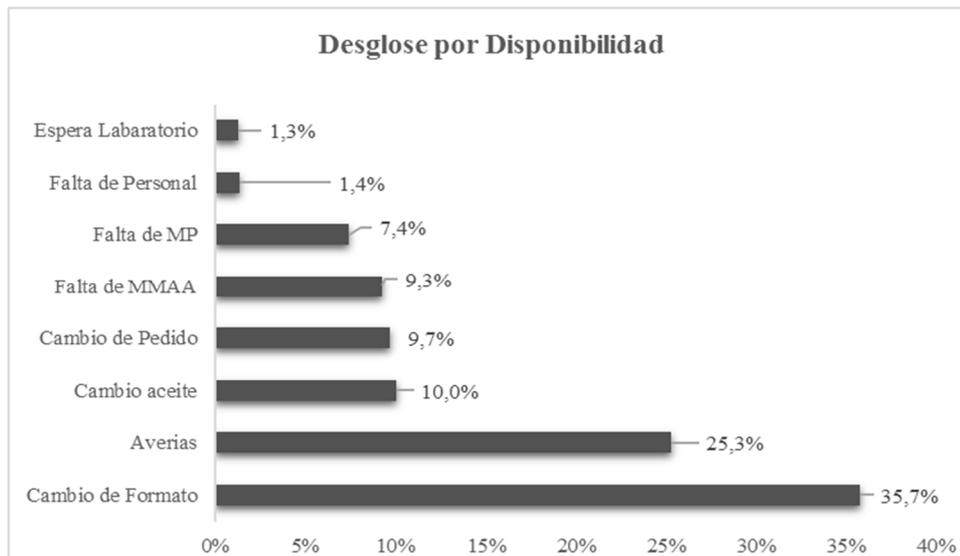


Figura 4-4: Pérdidas por disponibilidad de la línea COOSUR

2. Ejemplo de trabajo de campo: Una actividad SMED en la máquina y realización de las instrucciones de cambio.

Tras analizar las diferentes pérdidas por disponibilidad en la línea de Coosur decidimos empezar a estandarizar los procesos de cambio de aceite y de cambio de formato, para ello hicimos uso de la herramienta de Lean que hemos definido al principio del capítulo: “el SMED” que como ya comentamos es el tiempo que se emplea en cambiar de útil en minutos de un solo dígito.

A continuación, adjuntamos el ejemplo de trabajo de campo en una tabla de la actividad SMED, para uno de los cambios de formato que hay en ésta línea, así como su plan de acción tras realizar dicho trabajo y sus instrucciones ó estándares de cambio de formato en concreto: el cambio al pasar de Bertolli 1L a Marasca 1L con dos opciones: con cambio de aceite y sin cambio de aceite en la máquina de Coosur.

SMED - ESTANDAR DE CAMBIOS LINEA COOSUR

CAMBIO TIPO : BERTOLLI 1L / MARASCA 1L

TIPO 1: COLOR BOT.(SI/NO),CAMBIO ACETIE (CON ENJUAGUE), ETIQ., CODF., CODF. CAJAS.

COORDINADOR	30	LLENADORA	30	ENCAJONADORA	30
CONTROLAR CANTIDAD DE MAT. AUX. DE LA REFERENCIA EN USO.		CONTROLAR CANTIDAD DE MAT. AUX. DE LA REFERENCIA EN USO.		PREPARAR CODIFICADO DE LA CAJA.	
PEDIR MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA.		PEDIR MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA.			
		TENER MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA PREPARADAS.		ASEGURARSE DE QUE HAY ROLLOS DE TINTA Y PEGATINAS PARA LA CODIFICADORA	
		MIRAR ORDEN PARA PONER MULTIVIAS EN SU POSICIÓN			
		ASEGURARSE DE QUE HAY BIDON PARA EL CAMBIO			
APURAR LLENADORA.	10	CAMBIAR TAPONES	5	APURAR ENCAJONADORA Y CUADRAR CAJAS	5
HACER CAMBIO DE ACEITE	10	APURAR BOTELLAS HASTA LA ETIQUETADORA.	2	CAMBIAR CODIFICADO DE LA BOTELLA	1
LLENAR LLENADORA Y QUITAR ETIQ. ANTERIORES Y PONER SIGUIENTES.	10	LIMPIEZA	23	LIMPIEZA + METER MATERIA AUXILIARES	24
VERIFICAR CODIFICADOS Y MAT. AUX.		CERRAR CAJAS DE TAPONES ANTERIORES Y SACAR MAT. AUX.		QUITAR CAJAS ANTERIORES Y PONER NUEVAS	

TIPO 2: COLOR BOT.(SI/NO), CAMBIO ACETIE (SIN ENJUAGUE), , ETIQ., CODF., CODF. CAJAS.

COORDINADOR	20	LLENADORA	20	ENCAJONADORA	20
CONTROLAR CANTIDAD DE MAT. AUX. DE LA REFERENCIA EN USO.		CONTROLAR CANTIDAD DE MAT. AUX. DE LA REFERENCIA EN USO.		PREPARAR CODIFICADO DE LA CAJA.	
PEDIR MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA.		PEDIR MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA.			
		TENER MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA PREPARADAS.			
		MIRAR ORDEN PARA PONER MULTIVIAS EN SU POSICIÓN			
APURAR LLENADORA.	10	CAMBIAR TAPONES	5	APURAR ENCAJONADORA Y CUADRAR CAJAS	5
LLENAR LLENADORA Y QUITAR ETIQ. ANTERIORES Y PONER SIGUIENTES.	10	APURAR BOTELLAS HASTA LA ETIQUETADORA.	2	CAMBIAR CODIFICADO DE LA BOTELLA	1
		LIMPIEZA	13	LIMPIEZA	14
VERIFICAR CODIFICADOS Y MAT. AUX.		CERRAR CAJAS DE TAPONES ANTERIORES Y SACAR MAT. AUX.		QUITAR CAJAS ANTERIORES Y PONER NUEVAS	

* Las tareas marcadas en azul, deberán realizarse con máquina en marcha

SI ES EXPORTACIÓN, AVISAR A MANTENIMIENTO PARA QUE CAMBIE EL PALETIZADOR

ACTUALIZADO:
09/09/2018

VALIDADO:
01/10/2018

Tabla 4-1: Estándar de Cambio de Aceite

3. Ejecución del plan de acción lanzado por el equipo.

Como hemos explicado antes tras hacer la actividad de SMED, para que tenga un sentido y actuando según la filosofía Lean, se llevará a cabo un plan de acción para así ver en qué podemos mejorar y qué podemos eliminar de ese cambio de formato.

		PLAN DE ACCIONES DE MEJORA SMED			
	ACCIONES	RESPONSABLE	Fecha Lanz	FECHA Obj	REALIZADO
1	Hacer marcas/colores para los ajustes de la encajonadora, sin que pierda el punto	Carlos M	04-jun	20-jul	OK
2	Hacer marcas/topes/guias/molde de los pasillos de las calles	Carlos M	04-jun	04-jul	OK
3	Hacer topes para la altura de la sopladora para cambiar y comprobar la altura de la pinza	Carlos M	04-jun	25-jun	OK
4	Hacer marcas en la guía de los sinfines de entrada de la etiquetadora, asignar colores	Carlos M	04-jun	25-jun	OK
5	Las guías tienen tornillos hexagonales, muchas acciones de ajustar. Cambiar por palometas. Antonio I pasa pedido a repuestos en una semana	Carlos M	04-jun	25-jun	OK
6	Las pinzas de la llenadora están atornilladas, cambiar por palometas de inox	Carlos M	04-jun	25-jun	OK
7	Poner ruedas giratorias, fijada a la máquina, a la mesa de introducción del cartón	Carlos M	04-jun	25-jun	OK
8	TENER PINZAS DE BASCULA(2) , PLATOS (3) DE REPUESTO para ambos formatos	Carlos M	04-jun	25-jun	OK
9	Cambiar válvula bloqueada	Amador	04-jun	25-jun	OK
10	Formar y poner en marcha ficha de cambio	Pepe	04-jun	05-jun	OK
11	Diversas acciones en cambio para producción, asegurarse de su correcto funcionamiento	Pepe	04-jun	11-jun	OK
12	Puesta en marcha y verificación del estándar de cambio de formato, ajustar	Juan Luis	04-jun	25-jun	OK

Tabla 4-2: Plan de Acción

- Elaboración del nuevo modelo de método de cambio y comprobación de la eficacia, consolidación.

En esta fase tras haber aplicado el plan de acción, diseñamos el estándar de cambio de formato más idóneo para que sea una herramienta útil para todos los trabajadores donde puedan verificar todos los materiales auxiliares necesarios para realizar el cambio y sobretodo para conseguir una mejor eficiencia aplicando las instrucciones diseñadas.

 FICHA DE CAMBIO DE FORMATO				
FECHA: _____	Jefe Linea _____			
DATOS DEL CAMBIO A REALIZAR (RELLENA J.Linea)				
HORA PREVISTA INICIO: _____	FORMATO SALIENTE: _____			
FORMATO ENTRANTE: _____	ENJUAGUE A REALIZAR: _____			
ACEITE ENTRANTE: _____	ACEITE SALIENTE: _____			
TAPONES ENTRANTES: _____				
CAPUCHONES ENTRANTES _____				
ETIQUETAS ENTRANTES: _____				
CODIFICADO DE ETIQUETA ENTRANTE: _____				
CAJA ENTRANTE: _____				
PALET ENTRANTE: _____				
MOSAICO PALETIZADO ENTRANTE: _____				
PREVIO AL INICIO DEL CAMBIO (RELLENA DAI)				
AEREOS SIN BOTELLAS	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
FIN DE CICLO LLENADORA REALIZADO	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
CAMBIO DE ACEITE REALIZADO	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
BIDON DE CAMBIO PREPARADO	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
TAPONES SALIENTES RETIRADOS	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
TAPONES ENTRANTES EN LINEA	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
CAPUCHONES SALIENTES RETIRADOS	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
CAPUCHONES ENTRANTES EN LINEA	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
ENCAJONADORA VACIA	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
ETIQUETAS ENTRANTES EN LINEA	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
CAJAS ENTRANTES EN LINEA	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
CODIFICADO ENTRANTE PUESTO	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
PALETS ENTRANTES EN LINEA	<table border="1"> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td>_____</td> </tr> </table>	SI	NO	_____
SI	NO	_____		
* DAI/SAI ENTREGA HOJA A ANTONIO I. O JUAN LUIS				
REALIZACION DEL CAMBIO (RELLENA MTO)				
HORA INICIO: _____	HORA FIN: _____	DURACIÓN: _____	Nº DE OPERARIOS: _____	
INCIDENCIAS: _____				

Tabla 4-3: Estándar de verificación del cambio

4.2-5s's

Toyota creó en los años 60 la metodología de las 5S que engloba unas actividades que se realizan con el fin de crear unas condiciones de trabajo que permitan hacer las distintas tareas de forma ordenada, organizada y limpia. Éstas condiciones de trabajo son creadas mediante el refuerzo de los correctos y buenos hábitos de comportamiento e interacción social, formando así un ámbito de trabajo productivo y eficiente.

Ésta técnica favorece y ayuda a mejorar las condiciones de trabajo de una empresa a través de la limpieza, el orden y la organización en cada puesto de trabajo. Las 5S es un acrónimo que se refiere a las iniciales de cinco palabras en japonés, que son: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu

(Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina).

Como hemos comentado, el origen de ésta metodología es japonés, y su denominación hace referencia a las iniciales correspondientes a las 5 etapas de dicho método, debido a que todas empiezan en japonés por la letra “S”.

Las finalidades concretas de ésta metodología son:

- Mantener y mejorar el puesto de trabajo de cada trabajador a través de los tres pilares fundamentales de las 5S's: organización, orden y limpieza.
- Crear condiciones de seguridad, de eficiencia y de motivación mediante un entorno de trabajo limpio y ordenado.
- Suprimir los desperdicios o despilfarros de la organización.
- Optimizar la calidad de la organización.

Las cinco etapas o principios de las 5S's son:

Seiri (Organización ó Clasificación)

Éste principio trata de identificar la naturaleza de cada elemento; es decir, lo que hace es separar lo que sirve de lo que no sirve en realidad, definiendo y separando lo necesario de lo innecesario, ya sean equipos, útiles, información o herramientas.

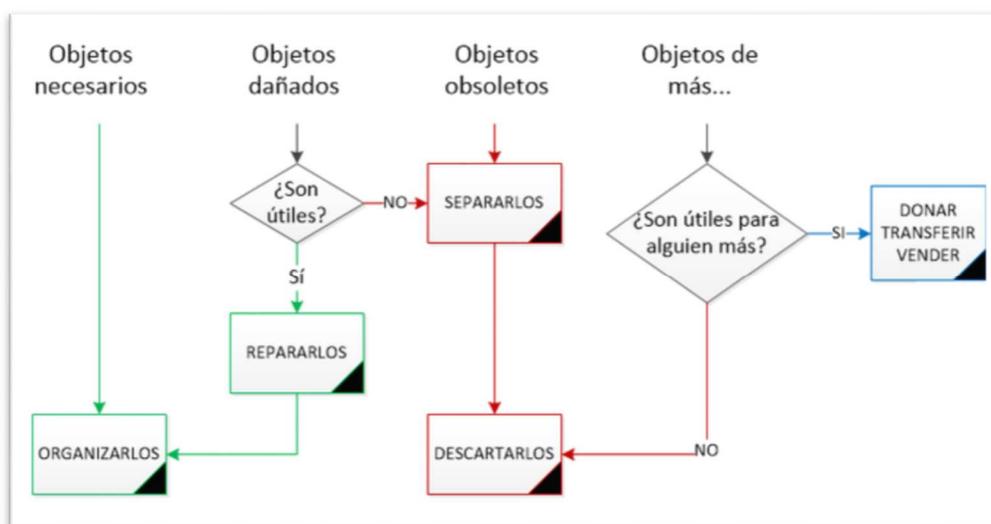


Figura 4-5: Flujograma del proceso de clasificación

Los beneficios que se presentan después de esta clasificación son los siguientes:

- Coseguimos espacio adicional
- Reducimos los movimientos innecesarios
- Eliminamos los elementos obsoletos y el exceso de utillajes
- Vamos reduciendo los excesos de tiempo en los inventarios
- Eliminamos los desperdicios

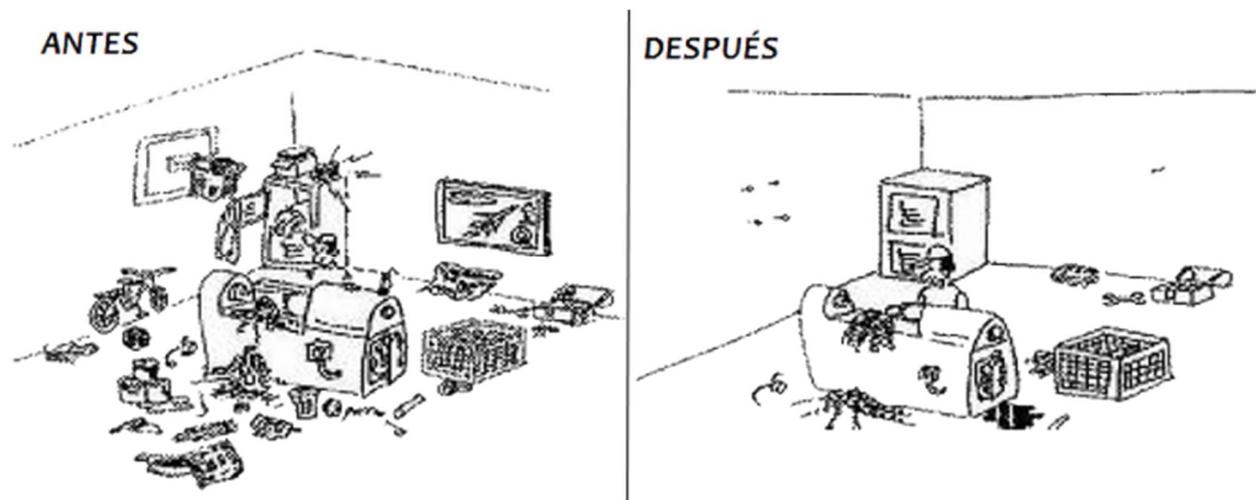


Figura 4-6: Ejemplo de Seiri

Seiton (Orden)

EL objetivo de éste principio es ubicar en un lugar concreto cada elemento que ha sido definido como necesario. Éstos lugares deben estar perfectamente identificados para colocar los elementos que se usan con menos frecuencia, utilizando para ello la identificación visual de manera que las personas que no pertenezcan a éste área sean capaces de colocar todo correctamente.

Debemos definir las cantidades exactas que tiene que haber para cada artículo, así como establecer los medios necesarios para que cada útil vuelva a su lugar de ubicación una vez que haya sido utilizado.

Otro punto importante que debemos analizar es la frecuencia con la que utilizamos cada elemento para tenerlo en cuenta a la hora de definir las ubicaciones y así reducir en la mayoría de lo posible aquellos movimientos que son innecesarios.

En éste apartado hicimos para cada línea una lista con la frecuencia de uso de las herramientas que tenían en el puesto de trabajo e incluimos, como se puede ver en la tabla la disposición que debe tener cada herramienta.

 Necesarios- Frecuencias Uso	
Frecuencia de uso	Disposición
Lo utiliza en todo momento	A mano
Lo utiliza varias veces al día	Disponer cerca a la persona
Lo utiliza todos los días, no en todo momento	En mesa de trabajo o cerca de la máquina
Lo utiliza todas semanas	
Lo utiliza una vez al mes	Cerca del puesto de trabajo
Lo usa menos de una vez al mes, posiblemente una vez cada dos o tres meses	En almacén, perfectamente localizado

Tabla 4-4: Estándar de frecuencia de uso de elementos en el puesto

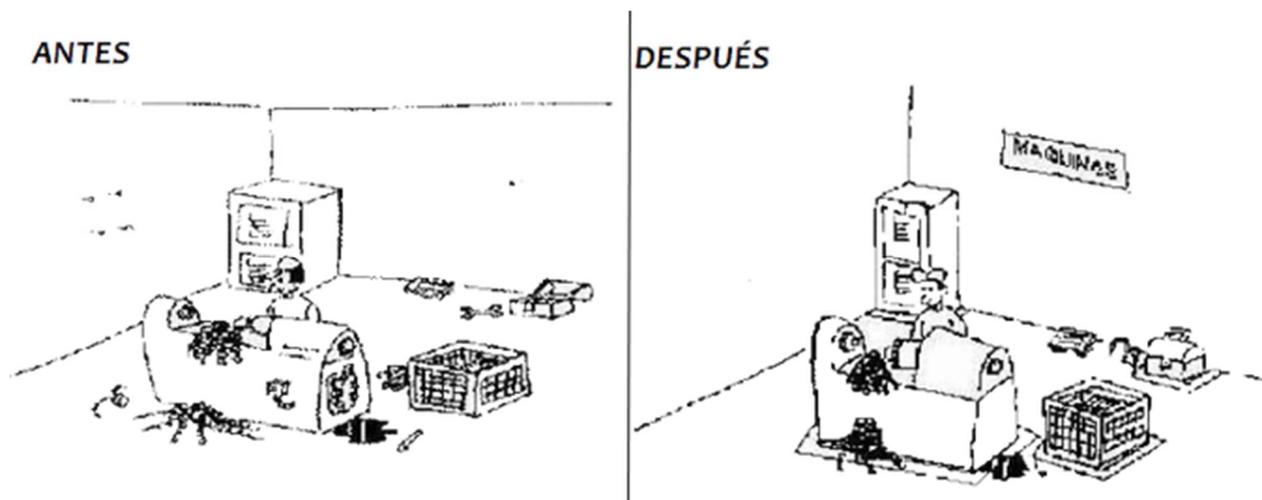


Figura 4-7: Ejemplo de Seiton

Seiso (Limpieza)

En ésta etapa buscamos que la limpieza forme parte del trabajo diario, integrando la limpieza como una tarea más de mantenimiento diario y autónomo. Es aquí donde eliminaremos la diferenciación entre operario de la limpieza y operario del proceso. Además de eliminar la suciedad, eliminaremos las fuentes de contaminación.

Obtenemos las siguientes ventajas al realizar la limpieza:

- La limpieza alarga la vida útil de los equipos y de las herramientas
- Aumentamos el conocimiento del equipo cuando limpiamos
- Incrementa la motivación de los trabajadores al conservar limpio el lugar de trabajo
- Con la limpieza se produce una mejora en la percepción de los clientes respecto al producto y los procesos productivos.
- Se aumenta la calidad de los procesos productivos con una limpieza rutinaria

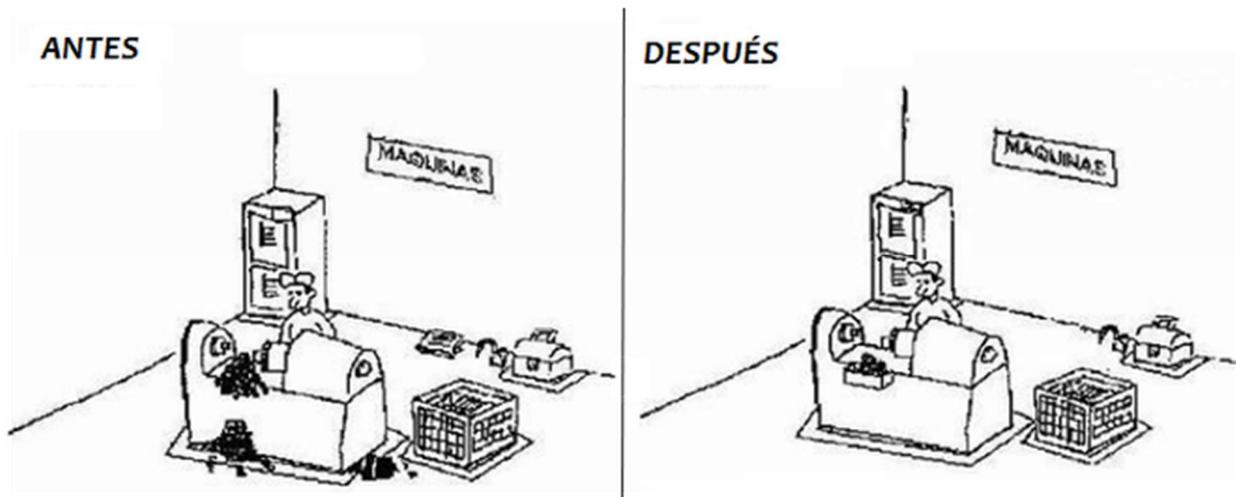


Figura 4-8: Ejemplo de Seiso

Seiketsu (Estandarización)

Consiste en conservar el estado de organización, orden y limpieza que hemos logrado en las tres primeras etapas; mediante el uso de manuales, procedimientos, señalizaciones, identificaciones y normas de apoyo. Para conseguir mantener todo el trabajo realizado hasta ahora instruiremos a los trabajadores y a los encargados de liderar éste método en el diseño de esas normas de apoyo (en el caso de Acesur, yo formé parte del grupo de colaboradores y junto a mi superior, Mercedes Mendoza Raya iniciamos éste proyecto de implantación de las 5S's). Nos apoyaremos en elementos visuales (fotos) para indicar cómo deben mantenerse las áreas, los útiles y los equipos. Para conservar dicho orden haremos uso de plantillas o moldes.

Shitsuke (Disciplina)

En ésta última etapa implantaremos en la empresa una cultura de respeto a los estándares y normas de apoyo establecidos, y por los resultados logrados en las tres etapas primeras: organización, orden y limpieza. Promocionaremos que los trabajadores sean autosuficientes y que cada uno controle los

principios anteriores de la metodología de las 5S's en su correspondiente área. Procuraremos una filosofía de mejora, es decir, siempre tendremos presente que todo se puede hacer mejor, siempre podemos mejorar. Tendremos presente en todo momento que aprenderemos haciendo y enseñaremos con el ejemplo, con esto queremos decir, que haciendo visibles los logros de la metodología 5S's nos será más fácil enseñar cómo hay que proceder a los demás.

Usamos éstas tarjetas cuando tuvimos que decidir si algo valía o no valía, o si teníamos dudas de su uso en el futuro, éstas fueron las utilizadas en Acesur con el logotipo de la empresa.

The image shows a red-bordered card with the Acesur logo at the top right. Below the logo, the text '5s' is written in a large blue font. Underneath, there are five red labels with corresponding horizontal lines for input: 'Fecha:', 'Área:', 'Quién Detecta', 'Elemento:', and 'Cantidad:'. Below these is the heading 'MOTIVO DE LA TARJETA' followed by two more horizontal lines. At the bottom, there are four checkboxes with red text labels: 'ELIMINAR', 'REPARAR', 'REUBICAR', and 'RECICLAR'.

Figura 4-9: Estándar tarjeta roja

Como en otras herramientas Lean, después hemos realizado su plan de acción correspondiente:

Acesur PLAN DE ACCION 5S'S								
Descripcion Punto de Mejora	Acción	Responsable Acción	Area/linea	Fecha Compromiso	Fecha Ejecución	Estado (Abierto/Cerrado)	Foto ANTES	Foto DESPUES

Tabla 4-5: Plan de Acción 5s

Para que todo el personal tanto de fábrica como de oficinas tuviera el mismo conocimiento de la herramienta de las 5s se realizó una formación en la que yo era la que las daba a los trabajadores de fábrica y personal de oficinas con la previa introducción de uno de los directivos para así hacer ver a todos los trabajadores que éramos todos un equipo y que estábamos todos implicados, hasta la propia dirección.

Para hacer un seguimiento de las 5s hemos realizado un plan de auditorías internas cruzadas en la que nos vamos rotando de manera que cada quince días, cada jefe de área audita al área que le toca a su derecha, y así sucesivamente, y esto no tiene como objetivo ponerle a cada jefe de área mejor o peor nota, esto es para que todos nos impliquemos más y sintamos que somos verdaderamente los guardianes de nuestra casa, Acesur.

A continuación, se verá una tabla con la formación de Housekeeping (guardianes de la casa) de fábrica de la planta de Sevilla, que es dónde yo he sido líder de éste proyecto (tabla 4.6), otra tabla con el Estándar de Housekeeping de auditoría con los líderes de área y las puntuaciones de cada área (tabla 4.7); y por último otra tabla con el calendario de las auditorías internas cruzadas que hacemos cada quince días (tabla 4.8).

Cada vez que realizamos una auditoría interna los líderes de área utilizamos la siguiente hoja de evaluación de las 5s:

Acesur 							HOJA DE EVALUACIÓN 5S						
1S Seiri: Separar y Eliminar							0	1	2	3	NA	Comentarios	
1	Todos los materiales especificados en el inventario se encuentran presentes						x						
2	Todos los materiales presentes están especificados en el inventario							x					
3	No hay desperdicios por el suelo (innecesarios)								x				
4	Todos los materiales en el lugar de trabajo se usan regularmente.									x			
5	No hay documentación obsoleta o innecesaria en paredes, tableros, etc.									x			
6	No hay efectos personales, comida, botellas de agua en el puesto de trabajo									x			
7	No hay objetos en pasillos, escaleras, delante de puertas de emergencia, extintores, etc.									x			
8	No hay riesgo para las personas (agua, aceite, productos químicos, máquinas)									x			
9	Todas las máquinas y equipos se usan regularmente.									x			
10	Todas las herramientas, útiles o similares se usan regularmente.									x			
1ªS							1	1	1	7	0	76%	
2S Seiton: Ordenar e Identificar							0	1	2	3	NA	Comentarios	
1	La zona de innecesarios ha sido eliminada							x					
2	Existe un lugar para cada cosa (no hay nada útil sin ubicación definida)							x					
3	Cada cosa está en su lugar								x				
4	No hay objetos (que no están siendo utilizados) fuera de su sitio								x				
5	No hay objetos almacenados de manera peligrosa - riesgo para el personal								x				
6	No hay objetos sin una ubicación clara y fácil de identificar									x			
7	No hay objetos amontonados en cajetines									x			
8	El personal no pierden tiempo buscando o yendo a por cosas									x			
9	Los pasillos, puestos de trabajo o ubicación de equipos están claramente identificados									x			
10	Las salidas/elementos de emergencia están claramente marcados.										x		
2ªS							0	2	3	4	1	63%	
3S Seiso: Limpiar							0	1	2	3	NA	Comentarios	
1	No hay salpicaduras de pintura, adhesivo, productos químicos etc.									x			
2	No hay óxido en las máquinas									x			
3	No hay fugas de aceite en las máquinas									x			
4	El suelo está limpio (incluyendo las zonas de difícil acceso)									x			
5	Se dispone de útiles de limpieza y están a mano									x			
6	Los operarios limpian su puesto de trabajo sistemáticamente								x				
7	El marcado de los equipos/ubicaciones, etiquetas, signos, etc. no están ni sucios ni rotos								x				
8	Las mesas de trabajo están limpias de polvo							x					
9	Las máquinas, equipos y paredes se mantienen limpias de salpicaduras y de polvo								x				
10	Los armarios, estanterías y taquillas están limpias (sin polvo)							x					
3ªS							0	2	3	5	0	67%	
4S Seiketsu: Estandarizar							0	1	2	3	NA	Comentarios	
1	Las ubicaciones de los objetos móviles están pintadas								x				
	Las ubicaciones de los elementos necesarios están identificadas								x				
2	Los armarios están identificados								x				
3	El inventario de los necesarios esta visible y actualizado								x				
4	Existen gamas y calendarios de limpieza								x				
5	Es posible ver si un objeto está en su sitio o no								x				
6	Las gamas de limpieza están visibles en el tablero 5S								x				
7	Existe un panel 5S claro y actualizado en el área de trabajo								x				
4ªS							0	0	8	0	0	50%	
5S Shitsuke: Sustener. Construir Hábito							0	1	2	3	NA	Comentarios	
1	Se respetan las gamas de limpieza									x			
2	Las gamas de limpieza están correctamente rellenas									x			
3	Se realizan auditorías 5S en la zona									x			
4	Las auditorías son validadas por el mando jerárquico correspondiente									x			
5	Los resultados de las auditorías mejoran									x			
6	Se realizan acciones como consecuencia de las no conformidades detectadas en las auditorías									x			
7	Se actualizan las gamas de limpieza ante propuestas de mejora									x			
8	Las últimas 3 auditorías están visibles en el tablero 5S								x				
5ªS							0	0	1	7	0	94%	
GLOBAL							1	5	16	23	1	70%	

Criterios de puntuación: 0 => se aplica menos de un 10%; 1 => se aplica entre un 10% y un 50%; 2=> se aplica entre un 50% y un 90%; 3 => se aplica más de un 90%; NA => No aplica

Cuando se rellene esta auditoría en el fichero informático, marcar las puntuaciones con la letra X.

Evaluación realizada por:
Fecha:

Evaluación validada por:
Fecha:

Tabla 4-9: Check List auditoría 5s

4.3-Estandarizar en los Cambios de Aceite

En esencia, el trabajo estándar consiste en realizar una determinada operación siempre de la misma forma según unas pautas determinadas para obtener un resultado uniforme.

La estandarización es un ingrediente fundamental en el sistema Lean, este concepto no es el instrumento rígido ni mucho menos estático de los modelos de producción clásicos; cuando se encuentra con una forma de operar más adecuada, el procedimiento se actualiza. Con la estandarización se busca determinar la mejor manera de realizar las operaciones y obtener un nivel de calidad homogéneo, productos estándares y una mayor eficiencia en el proceso. En la cultura de la mejora continua es un requisito, significa avanzar de un estándar a otro mejor sin volver hacia atrás.

La finalidad de la estandarización es buscar que sean mínimas las variaciones en un proceso. Con su implementación, se consigue estabilizar y reducir dichas variaciones – defectos, desviaciones, disconformidades – que en este contexto son fácilmente reconocibles. Podríamos definirlo como la forma conocida más eficiente para realizar un trabajo seguro y de calidad, sentando las bases para la evaluación, el mejoramiento del proyecto y de la organización de los procesos. Un proceso realizado según lo pautado proporciona un resultado comparable con los datos anteriores, lo que permite a sus responsables la introducción de modificaciones al proceso y la valoración de las mismas.

Antes de proceder a la estandarización, es necesario liberar a todas las operaciones de los respectivos desperdicios observados. Después de eliminar los desperdicios de cada operación, habría que asegurarse de que las condiciones de trabajo son óptimas.

Igualmente es imprescindible que cada trabajador esté perfectamente capacitado para cada puesto de trabajo, al mismo tiempo que deberá conocer perfectamente las peculiaridades de su trabajo específico.

La definición de los estándares se basa en la recogida y formalización de los datos en una serie de documentos, como, por ejemplo, una hoja de trabajo estándar o una instrucción de trabajo. Esta documentación es fundamental para detectar con facilidad cualquier anomalía en el desempeño del proceso y asegurar que las operaciones son seguras y efectivas al que se irán incorporando mejoras en el futuro, en un ciclo que no tiene fin. Tanto las hojas de trabajo estándar o las instrucciones de trabajo deben estar redactadas sintética y clara para que cualquier trabajador que lo lea se capaz de reproducir correctamente el trabajo que se le demanda. La suma de estas buenas prácticas constituye la base para la conformación de los equipos, grupos de trabajo y la mejor fórmula para que integren en ellos.

A la hora de elaborar los documentos de trabajo estándar hay que tener en cuenta a sus usuarios, los mejores conocedores del proceso, y hacerles partícipes de su elaboración. Una oportunidad para la empresa de reforzar su sentimiento de pertenencia e involucrarlos en las mejoras futuras. Para

facilitar su aprendizaje y uso por parte del personal, la documentación debería ser muy fácil de asimilar y lo más sencilla y visual posible.

Cuando se haya establecido y redactado una hoja descriptiva de cada operación o actividad y se hayan ubicado correctamente en cada uno de los puestos de trabajo, habrá que comprobar y asegurarse de que cada operario, cada vez que realiza una actividad, siga estrictamente lo que el mismo escribió. Así pues, esta hoja será siempre un documento vivo.

Puesto que una operación o actividad solo es susceptible de ser mejorada si se puede medir, y solo se podrá medir si está debidamente estandarizada, la estandarización se convierte en el primer escalón de lo que será la mejora continua.

La Estandarización produce los beneficios siguientes:

- Perfecciona la eficiencia y eficacia del trabajo y aumenta la seguridad del trabajador, al estudiar detalladamente los movimientos y actividades de las personas.
- Confirma la calidad de los productos
- Colabora en la mejora de la organización de los turnos con un mismo criterio y permite compartir las mejoras en otras áreas
- Otorga al trabajador la posibilidad de definir y mejorar su labor
- Es el fundamento para el entrenamiento del obrero
- Controla las variaciones en la producción
- Permite trasladar las mejoras obtenidas e instalarlas en otras áreas

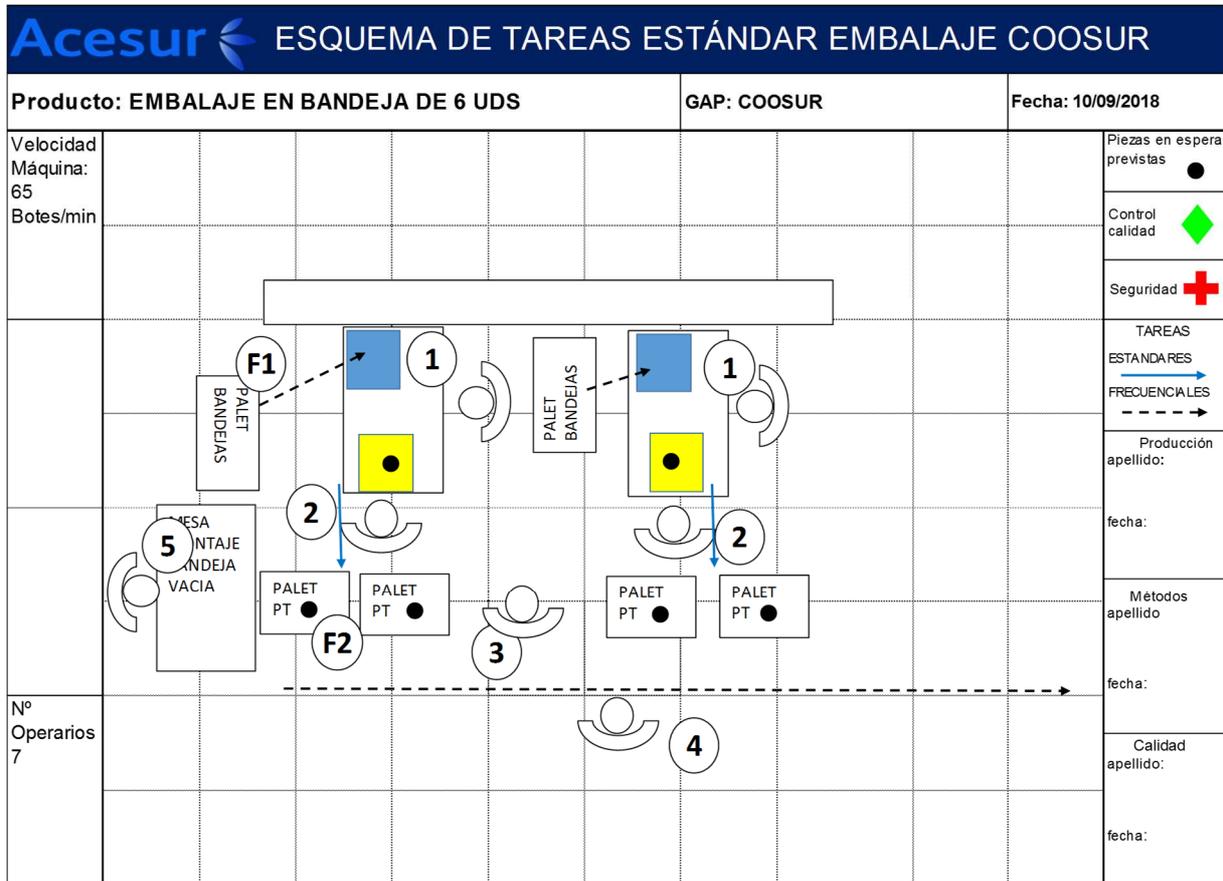


Figura 4-10: Estándar de trabajo

Estos son los 3 elementos básicos del Trabajo Estandarizado:

- Takt Time
- Secuencia de Trabajo
- Trabajo Estándar en Proceso (Standard Work in Process o SWIP)

Takt Time

Y regresando a los conceptos, Takt Time es el ritmo al cuál un cliente compra nuestro producto o servicio. También se conoce como el latido o ritmo del proceso de producción, ya que este tiempo es la velocidad al que los procesos deberían funcionar, o si se puede un poco más abajo, para poder satisfacer la demanda del cliente.

Un error muy común es cuando la gente piensa que pueden medir el Takt Time con un cronómetro. Esto es incorrecto ya que el Takt Time debe calcularse con las siguiente formula:

Takt Time = Tiempo Neto Disponible por Día / Demanda Diaria del Cliente

Una buena forma de recordar esta fórmula es pensar en el fútbol americano, asumiendo que pensamos en las siglas en inglés, ya que TD (Touch Down) podríamos interpretarlo como "T" (Tiempo) / "D" (Demanda). Por otro lado, típicamente anotamos el Takt Time en "segundos por pieza".

El Takt Time es un tiempo muy importante, y una vez que se ha calculado todos los procesos deberían operar a ese ritmo. Por ejemplo, Toyota opera con un Takt Time de 50-60 segundos. ¿Increíble verdad?

Secuencia de Trabajo

La Secuencia de Trabajo es simplemente el orden en el que un operador realiza las operaciones manuales (incluyendo el caminar y esperar). Es muy importante determinar la forma más eficiente en la que los operadores lleven a cabo su trabajo. Esto ayudará a asegurarnos que los procesos sean consistentes y estables. Siempre que sea posible, tenemos eliminar desperdicio de movimiento, como el tratar de alcanzar cosas, caminar de más o cualquier otra actividad sin valor agregado.

Trabajo Estándar en Proceso (Standard Work in Process o SWIP)

Y el tercer elemento es el Trabajo Estándar en Proceso (SWIP). Este tiempo es calculado con la siguiente formula:

$$SWIP = (Tiempo Manual + Tiempo Automático) / Takt Time$$

Cuando un proceso está operando al ritmo o por debajo del Takt Time, normalmente el SWIP sería de 1 pieza.

Una excepción de esta regla sería si la suma del Tiempo de Ciclo de dos procesos secuenciales fuera menor que el Takt Time. En este caso, querrán solo tener una pieza de SWIP para esos dos procesos. Y si un proceso tiene un Tiempo de Ciclo mayor que el Takt Time, el SWIP debería ser de al menos

dos piezas, posiblemente más dependiendo el resultado de la fórmula.

S

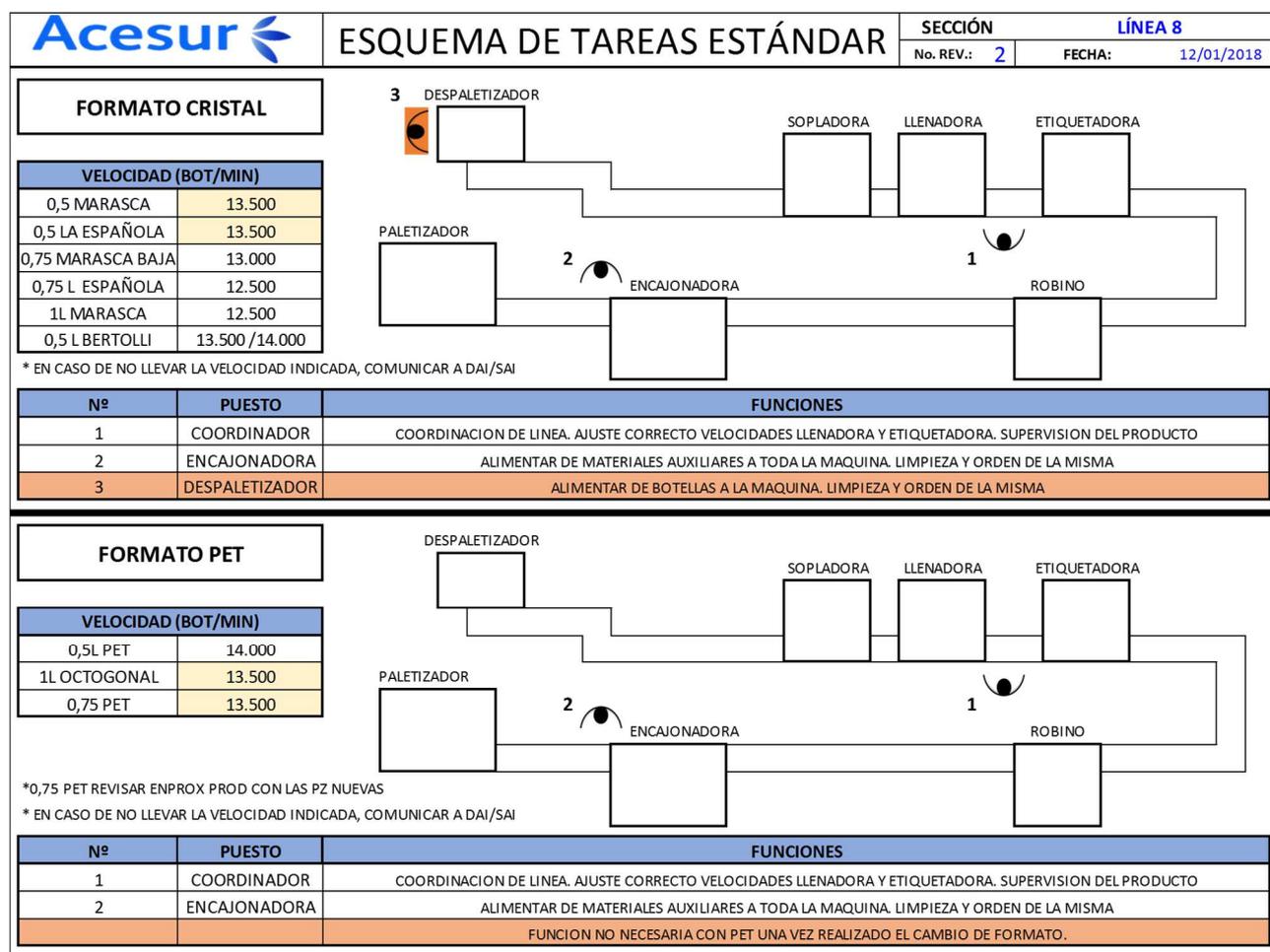


Figura 4-11: Estándar de trabajo

4.4-Manufacturing Execution System o MES

El llamado Sistema MES (Manufacturing Execution System) es una metodología informática de fábrica para la gestión y el control en tiempo real de todo el proceso de producción, desde la orden de fabricación hasta la entrega del producto terminado, con el objetivo de alcanzar la excelencia en producción. El MES cubre las funcionalidades necesarias entre los sistemas corporativos o ERP's y los sistemas PLC/Scada y permite por tanto cerrar la brecha de información entre el nivel corporativo/toma de decisiones y el nivel ejecutivo, comunicando con todos los recursos y la automatización de plan.

Un sistema MES trabaja en tiempo real y permite responder en tiempo real a los eventos que ocurren en planta, gracias a su interconexión horizontal con todos los recursos y con todas las áreas funcionales:

Producción, Calidad, Materiales y Mantenimiento. De acuerdo a los estándares internacionales, un sistema MES debe cubrir las siguientes funcionalidades:

- Programación avanzada
- Gestión de los recursos y estados
- Envío de las actividades a planta
- Gestión de la documentación
- Trazabilidad y Genealogía de productos
- Análisis de Performance
- Gestión del Laboral
- Gestión de Mantenimiento
- Gestión de Procesos
- Gestión de Calidad

Adquisición y Análisis de datos

Actualmente se está implantando un software en fabrica con diferentes módulos de control de proceso, obteniendo información que permite ser ágiles a la hora de analizar los datos y tomar acciones, gracias a:



Figura 4-12: Pantalla de control del software de producción

- **Cuadros de mandos:** los informes se muestran instantáneamente, organizados según paneles previamente definidos, sustituyendo costosos paneles manuales de papeles por pantallas planas de gran formato y visualice en ellas sus informes en tiempo real e histórico, actualizados continuamente.
- **Informes web:** podemos observar mediante un explorador de internet, en tiempo real, y a partir de un explorador de internet, con cualquier ordenador, tableta o teléfono inteligente, qué personas, maquinaria de la empresa no son suficientemente rentables, y el porqué, con el 100% de detalle.

- **La toma de datos:** indica la generación de productos de cada persona y maquinaria.
- **Información completa:** se conoce en cada instante la labor, la persona y la máquina que trabajan en cada tarea, siguiendo una determinada orden y durante cuánto tiempo, valorando los resultados y rendimientos de manera sencilla y visual.
- **Ergonomía:** Esta fórmula de información visual e interactiva, posibilita el acceso, en tiempo real e histórico, a los datos de las máquinas y personas o grupos de ellos, si son o no rentables para la organización y a sus causas.
- **Solución visual:** Es muy útil disponer de avisos visuales y gráficas de rendimiento, en tiempo real e histórico, que incentive el incremento y la mejora de la producción y la reducción de consumos.
- **Sistema de Alertas importantes:** En determinadas ocasiones, cuando alguna maquinaria, trabajador o grupo no está siendo productivo o cuando algún operario hace un comentario de mejora, es posible recibir emails en los niveles superiores de supervisión.
- **La Supervisión:** Todo lo que afecta de manera directa o indirecta a la organización de la productividad y a la eficiencia total de la producción debe ser conocida por la Dirección y por los supervisores, tanto en tiempo real como diacrónica, debe tener información del 100% de las ineficiencias.
- **Cero papeles:** Hace accesible toda la documentación electrónica o de otras aplicaciones relacionadas con cualquier elemento del sistema productivo: maquinaria, procesos recursos humanos, mantenimientos, calidad etc.

Módulo de Productividad y Eficiencia

En la cadena de fabricación la maquinaria se diseña para una capacidad determinada de producción. Sin embargo, la producción real y efectiva se queda por detrás de la capacidad productiva diseñada. Incluso, las mejoras introducidas no parecen mejorar la productividad.

Tampoco la mayor velocidad implica una mayor producción, porque generalmente hace que se rechacen más productos, y especialmente si nuestro objetivo es la calidad, la maquinaria no funciona adecuadamente. El OEE nos proporciona una radiografía sobre las pérdidas que se producen en el proceso de fabricación. Si la generación de productos en una planta es inferior a la capacidad de producción instalada es que se está empleando no en fabricar productos buenos, sino que se emplea en fabricar más pérdidas.

Disponibilidad: El tiempo que ha estado funcionando una máquina en relación con el tiempo que debería funcionar (descontando el tiempo no planificado) constituye un gran bloque de pérdidas debido a las

paradas y pérdidas debidas a las averías y paradas. Así pues, para detectarlas y procurar eliminarlas es preciso diseñar un sistema o una planilla de cálculo simple que procure obtener esta información, en el momento deseado, con ella podremos recoger los datos, analizarlos en estratos o escalas, confeccionar diagramas tipo causa efecto y el diagrama de Pareto, u otros gráficos más complejos como el histograma o los gráficos de control. La finalidad última es identificar los problemas que generan las averías y paradas para analizar sus causas y tratar de eliminarlas metódicamente.

Para ello, resulta esencial crear un grupo de trabajo interdisciplinar, que no pretenda solucionar los problemas desde el despacho, sino que tenga claro el concepto de disponibilidad y las técnicas para calcularla. La interdisciplinariedad hará que los diferentes profesionales puedan enfrentarse a la diversidad de causas de las diferentes pérdidas observadas, atajando en primer lugar las de mayor impacto en tiempo, gasto o facilidad de ejecución.

Rendimiento: El rendimiento mide el tiempo que ha estado fabricando la planta o la máquina, en relación con cuanto (de calidad o deseable) se ha fabricado realmente, en relación con lo que tendría que haber fabricado en un proceso o ciclo ideal. En el segundo gran apartado se agrupan las pérdidas de velocidad, cuya causa principal suelen ser los continuados fallos de rendimiento que se suelen producir después de los cambios. Estos problemas se pueden atajar del mismo modo que la disponibilidad con técnicas de “Cambio de Formato en un minuto” o SMED, “Single Minute Exchange o Dies”, realizar labores que antes requerían detener las máquinas, haciéndolas externamente o con la maquinaria en funcionamiento.

Calidad: Probablemente sea el indicador más visible de todos. Cuantificar cuanto se ha fabricado de bueno en una fabricación normal cualquiera donde se unen lo bueno y lo malo.

El OEE viene a cuantificar la efectividad de las máquinas que están fabricando en comparación con la máquina ideal

(OEE= 100%)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{T.Carga} - \text{T.Parada}}{\text{T.Carga}}$$

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{T.Ciclo} \times \text{N}^\circ \text{P.Buenas}}{\text{T.Neto}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{T.Ciclo} \times \text{N}^\circ \text{Piezas}}{\text{T.Bruto}}$$

$$\text{OEE} = D * R * TC = \frac{\text{T. útil}}{\text{T.Carga}}$$

Figura 4-13: Fórmula del OEE



Figura 4-14: Parámetros del OEE

En este contexto la máquina ideal sería una máquina que funciona en cualquier momento, a la máxima velocidad y fabricando únicamente productos de calidad a la primera, esta será la referencia de control para nuestras máquinas. De esta manera OEE localiza las pérdidas que luego se traducen en los siguientes beneficios: Incrementa la rentabilidad de las operaciones, reportando incrementos significativos en la eficiencia (OEE) por usar el sistema, ayudando a conocer, sincrónica y diacrónicamente qué operarios y maquinarias de su organización lograrían aumentar su rendimiento y eficiencia, y el 100% del conjunto de sus factores.

Así en cualquier momento y lugar se dispone de los datos necesarios para mejorar desde cualquier dispositivo digital e (PC, móvil o tableta), recibiendo emails con las alertas más importantes.

Group A OEE Previous Shift

Calculado: 03/10/2018 06:35



Group A OEE Actual Shift

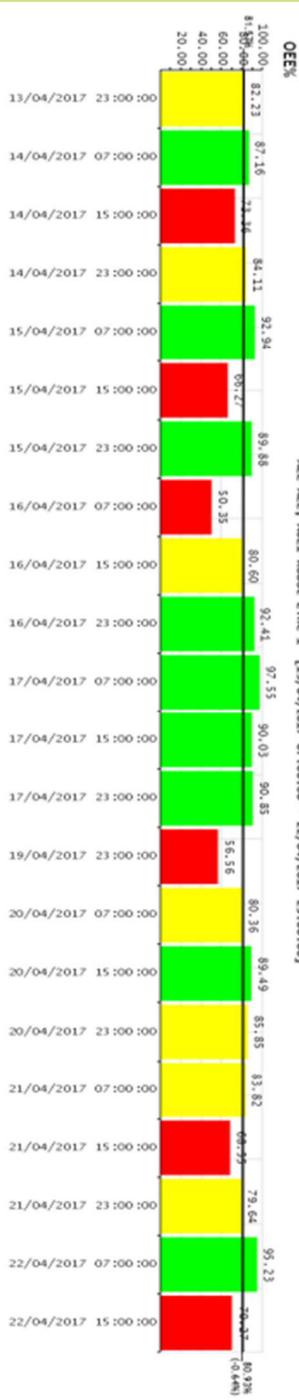
Calculado: 23/09/2018 17:27



OEE Evolution and Trend

ALL-ALL, AML1-Robot Line 1 [13/04/2017 07:00:00 - 22/04/2017 23:00:00]

Calculado: 23/09/2018 17:09



Visual Factory Including External Widgets

Figura 4-15: Ejemplo de medición OEE. Pantalla de control

Módulo de Eficiencia Energética y de Recursos

Este módulo consigue controlar los consumos tanto de energía como de cualquier otro tipo, igualmente puede controlar los costos asociados y la producción de CO2. Comprende todo lo que sea imprescindible para mejorar en tiempo real la fabricación, se trata de monitorizar automáticamente las maquinarias y los operarios, y lo trasmite a cualquier dispositivo digital de forma sencilla y visual, señalando los principales problemas derivados de los consumos.

Se deben recoger y trasladar a las pantallas las reducciones significativas de consumo (OCE), tanto los de tipo energético, como los de materiales, de utilización y amortización de activos, de averías o derivados de exceso de personal en un determinado puesto de trabajo puesto que ayuda a valorar en el momento o en una secuencia histórica qué instalaciones y personas de la fábrica podrían reducir sus consumos y descubrir el 100% de sus causas. Toda esta información perfectamente integrada, el cuadro de mandos y las alertas e informes por correo electrónico, detectarían y permiten corregir las desviaciones en el momento.

Módulo de Costes

Si queremos disminuir las cuantías o costos reales, primero hay que conocerlas y analizarlas. El sistema es capaz de mostrar prácticamente todo lo que ocurre en las operaciones, dado que cuantifica y recoge digitalmente todo lo que sucede en la línea de producción, no existe limitación al número de importes, ya sean inmediatos o colaterales, manuales o automáticos, según sean por tiempo empleado, o por número de unidades fabricadas en cada proceso, reseñando en diferentes colores: rojo, amarillo y verde, si una máquina, o un operario, sobrepasa los costes mínimos para que la operación sea rentable, solicitando, en su caso, una justificación al responsable de esta fase del proceso, mediante un correo a mantenimiento.

Módulo de Visión

Permite la configuración visual y sencilla, paso a paso, de los patrones visuales que el sistema deberá monitorizar después en tiempo real y a alta velocidad. El sistema proporcionará una señal compatible con todo el sistema de monitorización cuando el patrón visual sea reconocido. La conformación de patrones de producción que sean visuales y sencillos deben ser digitalizados y monitorizados de forma que en cada momento y a alta velocidad se produzca una señal, cada vez que un patrón visual sea registrado.

Se podrá controlar mejor si una cámara, puede observarlo y registrarlo. A través de una velocidad adecuada en la toma de muestras y en la identificación de patrones, el módulo permite contabilizar la producción e incluso detectar fallos o anomalías o registrar los controles de calidad, entre otras posibilidades. Combinándolo con otros módulos como el módulo de Desarrollo (API y UDL), el Módulo de Predicción de Averías con redes neuronales o con el Módulo de Control de Calidad y SPC, se pueden lograr infinitas fórmulas de información y de control, al transformar patrones visuales en indicadores estándares, con lo que su utilidad es ilimitada, ya que, las imágenes son convertidas en señales que se pueden combinar con las del resto de los módulos.

Módulo de Planificación

El objetivo es gestionar y mejorar la planificación de las labores y órdenes de trabajo de la fábrica, reduciendo los periodos de ejecución de dichas órdenes y mejorando los tiempos de acabado, pudiendo

analizar y registrar con previsión las tareas y órdenes que se van a concluir en el tiempo previsto, las que se retrasarán si no se interviene, y las que se han retrasado, calculando los tiempos estimados para su conclusión a partir de los datos basados en el rendimiento real del proceso (OEE). Así con este módulo se persigue:

- Planificar velozmente con más detalle, o de manera extensa, combinando todos los elementos, incluyendo maquinaria, trabajadores, fórmulas, consumos de materiales, cronología etc...
- Visualizar el plan de trabajo en una tabla o en un potente Gantt, utilizando la tabla de datos más apropiada en cada caso.
- Ajustar automáticamente todas las tareas dependientes, arrastrando cada labor en el Gantt para ejecutarlas en otra fecha.
- Importar la planificación: desde SAP o mediante Microsoft Project.
- Automatizar la generación de órdenes y operaciones mediante rutas, definiendo previamente estas rutas y las restricciones de producción correspondientes y generando de manera automática las órdenes y operaciones de producción para proporcionar resultados y subproductos, según las rutas y siguiendo las restricciones definidas.
- Recibir alertas y comunicaciones a través de un email periódico, en tiempo real y en cualquier ordenador, tablet o smartfon, sobre aquellas órdenes de trabajo y labores que se han retrasado, están a punto de retrasarse, o que deberían comenzar para no retrasarse.
- Conseguir información compartida tanto de las órdenes de trabajo y de las labores a ejecutar, como de la cantidad de trabajo, las preferencias determinadas, los medios y recursos, materiales y métodos a utilizar.
- Disponer en cualquier momento de la información sobre los desfases entre la cantidad de productos fabricados y la cantidad previamente programada.
- Integrar la información global de la planificación, con otros sistemas de información sincronizándose en cualquier momento con otros métodos y sistemas (ERPs como SAP, PEOPLESOFT, etc.) o con la maquinaria, a través de patrones de calidad como ISA-95 y OPC.
- Acceder inmediatamente a la documentación electrónica o a otras aplicaciones relacionadas con cualquier elemento del sistema.

Módulo de Personal

Para que un equipo gestione mejor, esté motivado e incremente el rendimiento del equipo resulta imprescindible este módulo, ya que realiza con total exactitud, los cálculos de incentivos y nos permite:

- Gestionar y controlar fácilmente y de manera visual quién, cuándo y dónde está trabajando cada operario.
- Conocer su rendimiento en cada caso, ya que es posible registrar en qué puesto de trabajo concreto se halla o en qué máquina están laborando en cada instante.

- Calcularlo individualmente o conjuntamente. De forma que, con varios trabajadores en un puesto, es posible decidir si han de producir más cantidad o en menos tiempo, y el cálculo de su rendimiento se realizará acorde a esta decisión.
- Disponer de un sistema de estímulos motivadores económicos para los trabajadores para al obtener un informe objetivo que indicará la cantidad exacta que le corresponde a cada trabajador.
- Contar con un informe de actividad en cada instante, por cada área, fase, proceso y por cada trabajador, conociendo con exactitud qué puestos de trabajo ha ocupado, cuál es su rendimiento y si ha permanecido todo el tiempo en un puesto o ha habido tiempos sin ocupar un puesto de trabajo.
- El tipo de informe de FTE (Full Time Equivalent) permite, en cada instante, analizar por cada área, proceso y por cada operario, si las jornadas de trabajo que la empresa está pagando coinciden o no, con las realmente trabajadas y con el rendimiento esperado, tanto en número de productos como en servicios. Y en caso contrario, identificar los desajustes.
- Establecer que se sitúe un número máximo y mínimo de operarios en cada lugar de trabajo. Si se supera el número máximo de obreros en un puesto, decidir cómo han de gestionarlo los trabajadores que lo tienen que ejecutar.

Módulo de Stock

Gestiona la cantidad de stock directamente en cada momento y donde se crea y gasta. Este módulo puede conseguir:

- Administrar y gestionar el stock en cada momento y directamente donde se crea y consume, sincronizando a toda la planta o fábrica para que funcione coordinadamente.
- Nos permite utilizar el dispositivo que más se ajuste a las necesidades del puesto; PC, Tableta o Smartphone.
- Definir, según sea el resultado de cada proceso, unas plantillas o tablas de generación y consumo de stocks.
- Determinar con detalle la consumición y creación de stocks que se han de prever en cada orden de trabajo.
- Definir y controlar las consumiciones y creación de stocks que han ocurrido realmente por cada resultado en producción.
- Definir y controlar el itinerario y la trazabilidad del producto, tanto en el caso de los lotes completos, como la trayectoria de cada elemento unitario.
- Disponer de gráficos, comunicaciones o informes que a través de un código de colores permitirán descubrir, en tiempo en el momento o en un periodo determinado más o menos largo, los desajustes en relación con la previsión en los consumos y generación de stock.
- Conocer en cada momento el stock que se está gastando al fabricar y generando en todos sus procesos de fabricación.
- Informar instantáneamente a su ERP de la cantidad stock consumida y generada.
- Examinar y controlar el stock disponible, leyendo instantáneamente en los almacenes (exige la integración con el ERP).

- Disponer de los datos actualizados de disponibilidad de stock, es decir, dónde están, en qué lote, etc. Pudiendo bloquear determinados lotes cuando se decida utilizarlos, de forma que otros operarios no podrán emplearlos.

Módulo de Autocontrol: Gestión del Mantenimiento (GMAO) y Procedimientos

Gestiona y optimiza el mantenimiento y los procedimientos de fábrica. Este módulo nos aporta:

- La programación automática del mantenimiento: las fórmulas y labores de mantenimiento se han de planificar automáticamente, tanto los puntualmente establecidos como los periódicos, sucediéndose según una prioridad establecida entre ellos y con sus igualmente programadas tolerancias, para que los trabajadores las conozcan y sólo se encarguen de llevarlas a cabo.
- Definir previamente las tolerancias a las labores y procedimientos para que se puedan conocer éstos de antemano, disponiendo así de cierto margen de tiempo para realizarlos.
- Proyectar con simulaciones fases temporales futuras para conocer qué tipos de tareas de mantenimiento y procedimientos se necesitarán para programarlas.
- Extraer reportes detallados para estar al día del nivel de cumplimiento de las labores y procedimientos de mantenimiento, y en consecuencia de la eficacia de su realización.
- Recibir notificaciones a través de cualquier Smartphone, PC. o tableta las tareas de mantenimiento y procedimientos que deben realizarse, las que se han realizado incidentalmente, las que no se han realizado y las realizadas según la planificación, así como la información de cualquier máquina que esté parada más de un cierto tiempo, para poder aprovechar y realizar los mantenimientos pendientes, permitiendo ganar tiempo muerto y disminuir los desperdicios temporales y el gasto.
- Clasificar las tareas y procedimientos priorizando los más críticos.
- Supeditar las tareas y/o procedimientos a las condiciones del proceso (paradas, averías, etc.) de manera que se pueda definir y controlar exactamente la gestión y organización de las distintas situaciones y fallas que pueden darse.

Módulo de Calidad y SPC

Incrementa consecutivamente la calidad de la producción y de los procesos, lo que además implica mejorar el rendimiento y reducir los costes derivados del scrap y retrabajos. Este módulo puede conseguir:

- Controlar la calidad de las distintas fases del proceso productivo analizando las diferentes variables de eficiencia manual o automáticamente, de forma periódica, con prontitud y en las fases previas de la cadena de producción, para identificar y corregir los problemas cuanto antes, reduciendo al máximo las pérdidas por falta de calidad.
- Realizar un “Statistical Process Control”, o SPC que conseguirá pasar las certificaciones de calidad y auditorías más severas.
- Recibir notificación de forma visual, indicando el grado más o menos crítico de la avería o de la falla (en rojo o amarillo) y cuándo se han de tomar los datos de calidad.

- Expresar la calidad de los procesos mediante gráficos estadísticos de control e histogramas que muestran los fallos o mejoras tanto sincrónica como diacrónicamente. Éstas gráficas estadísticas son interactivas, permiten extraer información de cualquier variable, ya sea temperatura, presión, e incluso quién tomó la medida o si hubo necesidad de ajustar alguna corrección de calidad.
- Visualizar automáticamente los principales parámetros de calidad como por ejemplo el CPK
- Permitir comparar 2 variables de calidad para identificar posibles influencias entre ambas.

4.5-Mantenimiento Productivo Total. TPM

El TPM o “Total Productive Maintenance”, en castellano: “el Mantenimiento Productivo Total”, surgió en Estados Unidos, como consecuencia de la experiencia consolidada en los años cincuenta del “mantenimiento Preventivo”. Esta metodología consiste en realizar actividades programadas de revisión parcial, que realizan cambios, sustituciones, lubricaciones etc..., antes de que se hagan patentes los problemas.

La industria europea pierde competitividad drásticamente, su mercado se reduce, las series de fabricación también y los países emergentes con grandes mercados en desarrollo, proveen de productos de consumo (y de bienes de equipo) a occidente. Cada vez nos quedan menos resquicios para competir y no podemos pensar que una reducción de salarios compense nuestra falta de competitividad.

Las mejoras que efectuamos son válidas a corto plazo, pero tímidas e insuficientes. Cada año nos enfrentamos con el mismo problema de partida y la crisis encima.

Por ello se impone un cambio radical que nos permita ser competitivos de nuevo, asegurando la supervivencia, obligándonos a hacer las cosas de otra manera y con una mejor tecnología, drásticamente mejor. El mantenimiento, pues, se impone en una cultura de la eficiencia y del ahorro de pérdidas y de desperdicios.

Bases del TPM

“El Mantenimiento Productivo Total” (TPM)

- Mejoras dirigidas
- Mantenimiento independiente
- Mantenimiento Programado
- Mantenimiento de eficiencia cualitativa
- Formación y adiestramiento
- Seguridad y mejora ambiental
- Aunque la Excelencia Administrativa y la Gestión Temprana hoy en día se consideran también bases del TPM.

TPM

Organización Proactiva: Producción- Mantenimiento



Figura 4-16: Pilares del TPM

Puntos clave de la Metodología

- Sistema de medida objetivo
- Los esfuerzos se dirigen hacia la supresión de las perdidas con anterioridad a que se produzcan y a la búsqueda de un entorno de trabajo seguro.
- Trabajo coordinado entre producción y mantenimiento para asegurar la máxima eficiencia del equipo
- Capacitación y tutoría en actividades de mantenimiento, plan de polivalencias
- Cooperación de todo el conjunto del personal, desde el empleado de planta hasta la alta dirección.
- Desarrollo de actuaciones integradas en grupos de trabajo poco numerosos y apoyados por el equipo de Mantenimiento autónomo.
- Optimización en los circuitos de intervención de averías
- Optimización de los planes de mantenimiento preventivo
- Gestión de repuestos críticos
- Estandarización de partes

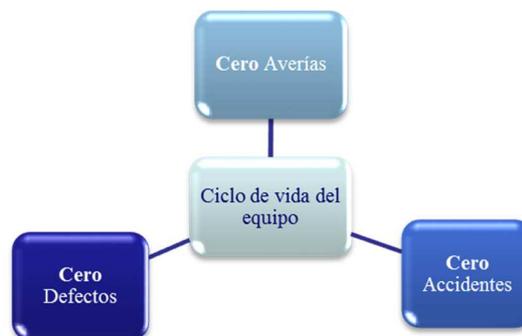


Figura 4-17: Ciclo de vida del equipo

Modelo de Excelencia

Un TPM de alto nivel, engloba a un sistema productivo capaz de responder al cliente y para ello necesita una sinergia especial con el modelo de producción.

Esta sinergia está basada en conseguir la excelencia del mantenimiento, convirtiéndolo en un sistema:

- Flexible: se trata de un modelo adaptable a las condiciones variables del entorno / mercado
- Ágil: Acortando los tiempos de respuesta ante cambios y con gestión eficaz de los recursos
- Polivalente: El sistema de fabricación soporta al máximo cambios de producto.
- Calidad integrada en el proceso: Enfoque a cliente y Motivación de las personas.



Figura 4-18: Fundamentos de la Excelencia

Introducción al Mantenimiento

TPM o Mantenimiento Producto Total, es una metodología que pretende, como objetivo, la obtención del máximo rendimiento o la máxima eficiencia global, OEE (Overall Equipment Effectiveness), de cualquier sistema productivo con la correcta gestión del mismo y de la integración de funciones de las áreas de producción y mantenimiento.

Para arrancar la implantación de TPM lo primero será realizar un diagnóstico basado en datos obtenidos mediante la herramienta Assessment de Excelencia del Mantenimiento, basado en el análisis de las fortalezas y debilidades de la fábrica prestando especial atención a todos los aspectos asociados a la gestión de la eficiencia de equipos.

El Assessment es una herramienta de auditoria que permitirá evaluar a futuro el grado de evolución de la fábrica en la implantación de técnicas avanzadas de mantenimiento y se realiza en colaboración con los mandos intermedios de la organización.

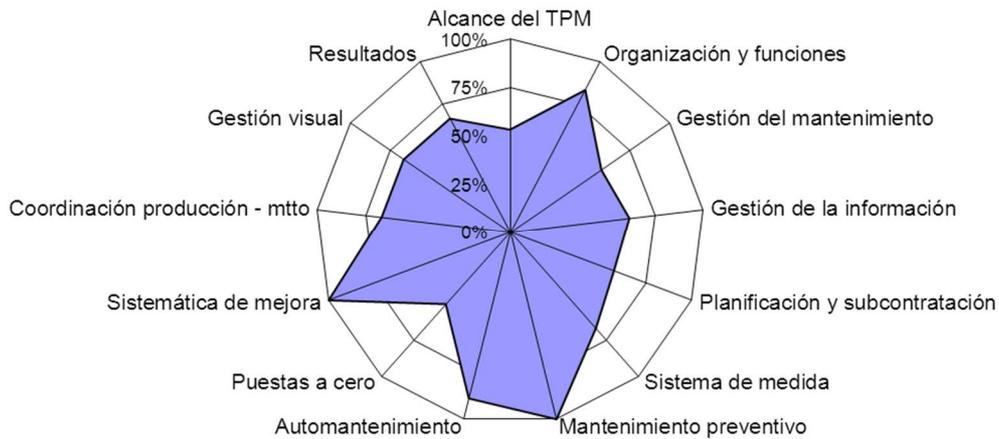


Figura 4-19: Ejemplo de radar chart, nivel de implantación del sistema SGMC Lean Assessment

Este sistema de auditoría evalúa los siguientes puntos:

- Sistema de medida
- Organización y funciones
- Coordinación producción – Mantenimiento
- Automantenimiento
- Puestas a cero
- Circuito de correctivo
- Circuito de preventivo
- Planificación de trabajos
- Gestión de presupuestos
- Gestión de repuestos
- Gestión Visual
- Gestión de subcontratas
- Grado de estandarización de equipos
- Sistema de Mejora
- Disponibilidad, Rendimiento y Calidad de los equipos:
 - Disponibilidad: Averías, Cambios y ajuste
 - Rendimiento: Microparos y pérdida de Velocidad
 - Calidad: Defectos de Calidad y Mermas.

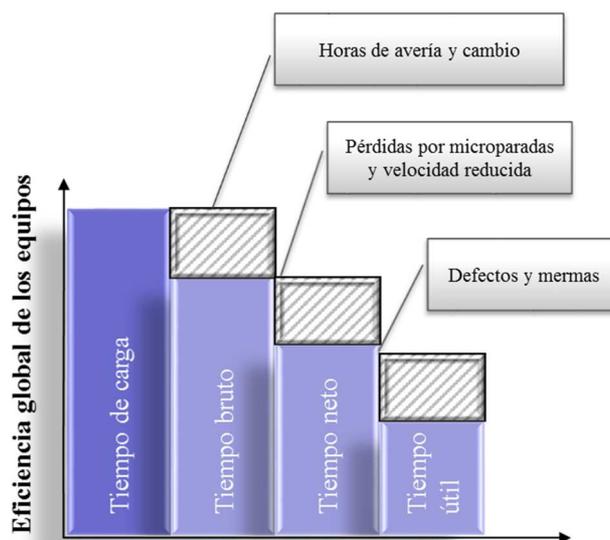


Figura 4-20: Desglose de tiempos de eficiencia de equipos

La situación de partida

- Equipos se paran de manera inesperada, no avisando cuando tienen un problema.
- Los equipos y medios no se «chequean» on-line.
- La organización ha asumido la avería como algo con lo que convivir.
- Mantenimiento adapta su estructura a la situación que se vive:
- Sobredimensiona su estructura o al contrario
- Incrementa sus inventarios de repuestos críticos o ni los clasifica
- Desmonta y monta sin sentido
- Sin rumbo, Sin medida
- Desoyendo la voz del cliente.
- Quieren ver «la avería reparada» no la «desaparición de la avería»
- El conocimiento está basado en las personas. Muchas tareas quedan pendientes hasta que llegue el «Gurú» de la tribu que conoce cómo se hizo la última vez.
- Se confía más en las personas que en las máquinas
- Rara vez se aplican metodologías de
 - Análisis sistemático de las averías
 - Análisis PM del origen de la avería
 - Metodología de reducción de la variabilidad
 - Detección temprana de síntomas de averías
- Muchas industrias que presumen de TPM, no pasan de limpiar cubiertas y quitar viruta.
- Las empresas siguen viendo a mantenimiento como un centro de costes, sin embargo...ni siquiera se sabe hacer un correcto análisis de los costes de mantenimiento.

Revisión de datos de partida

- Identificación de valor añadido y desperdicios asociados a la pérdida de eficiencia
 - A partir de indagaciones directas en planta para conocer la realidad diaria.
- Análisis y estudio de los datos históricos a cerca de las grandes pérdidas ocasionadas.
 - Histórico de averías
 - Histórico de incidencias
 - Registros de microparos
 - Registros de cambios y ajustes
- Identificar problemas puntuales y crónicos:
 - Análisis de variabilidad
 - Medias, medianas, tendencias
- Mermas del proceso, causas raíz de las mismas
- Histórico de rechazos
- Seleccionar procesos clave y críticos
- Costes imputables al área de mantenimiento
- Costes imputables por instalación principal

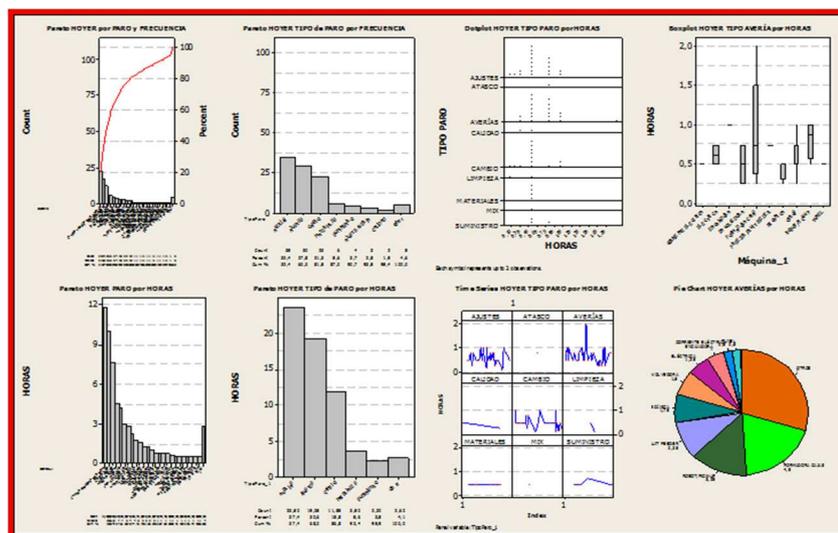


Figura 4-21: Ejemplo de cuadro de datos

“Value Stream Mapping”

EL “VSM” es una metodología que logra examinar la situación actual y futura mediante una representación gráfica del flujo documental y de personas asociados al mantenimiento correctivo, preventivo, compra de repuestos, y otros flujos documentales que se consideren ciertamente sensibles para la planta.

Ejemplo: ¿Cómo se gestiona una Avería? ¿Tiempo de actuación para la Avería? ¿Qué actividades aportan valor??

Permite detectar:

- Procesos de no valor añadido eliminables.
- Procesos de no valor añadido optimizables.
- Reprocesos.
- Desconexiones entre procesos.
- Paradas innecesarias y caminos de información paralelos o entradas duplicadas de información.



Figura 4-22: Ejemplo de VSM

El resultado principal es:

- La representación visual del proceso en sí misma, primera visión para los actores del Mantenimiento
- Ratio de no valor añadido frente a Lead Time
- Formación en la herramienta para análisis futuros
- Identificación del GAP entre la situación actual y la deseada a futuro

Metodología de reuniones

Las reuniones tendrán los siguientes objetivos:

- Recoger investigaciones e informaciones, mediante informes o exposiciones.
- Decidir futuras labores o actuaciones.
- Analizar las etiquetas de una puesta a cero
- Análisis defecto causa acción corrección

- Hacer una evaluación periódica de las acciones introducidas para conseguir mejoras.
- Difundir los avances de la implantación del proyecto.
- Proponer diferentes modelos y niveles de reuniones con diferentes:
 - Según: Objetivos - asistentes – horario – lugar.
 - Según la información a analizar: dependiendo del detalle de los indicadores.
 - Proponer Soluciones a corto plazo, a medio plazo a plazos más largos.

Puesta a Cero de la maquina

La metodología de Puesta a Cero supone:

- Realizar una limpieza profunda unida de una inspección de máquinas
- Mecanismos (rotativos, de mando, ...)
- Sistemas eléctricos
- Sistemas de lubricación y de refrigeración
- Sistemas hidráulicos y neumáticos
- Plantillas, herramientas y útiles
- Detección de defectos y posibles fallos
- Detección de «apaños» o soluciones temporales a averías del pasado
- Diseño y definición de las acciones:
 - Correctoras
 - de Mejora
 - de Automantenimiento
 - de Mantenimiento preventivo
 - de Formación
 - Diseño de la limpieza estandarizada
 - Elaboración de un plan de choque que permita elevar el rendimiento de la instalación
 - Se realiza con un equipo mixto formado por:
 - Operarios
 - Mantenedores
 - Responsables del área

“Mejoras enfocadas” (kobetsu kaizen)

Las mejoras “enfocadas” son acciones y medidas implantadas con la finalidad de optimizar la eficacia general de los equipos, maquinarias, labores y del sistema fabril globalmente considerado. Dichos mejoramientos, incrementados y sostenibles, se implantan mediante una metodología especializada, enfocada al mantenimiento programado y a la supresión de los factores que limitan los equipos.

La Dirección de mejoras establece las directrices y el planteamiento de las finalidades de mejora, con sus correspondientes índices de rendimiento y llevados a cabo de manera individual o colectiva, según sea la complejidad y de la necesidad de implantación más o menos crítica del plan.

Como las “mejoras enfocadas” han de ser de carácter incrementable y sostenible se impone la necesidad de implantar ciclos de mejoramiento continuo, tales como el “PDCA” (Planear - Hacer - Verificar - Actuar), como acciones transversales de la metodología de mejora adoptada por la empresa.

La metodología específica propone unas fórmulas de éxito asegurado:

- La fórmula (8D) o de los ocho fases
 - Conformación del grupo de mejora. medir
 - Delimitación del fallo o problema.
 - Implantación de medidas de contención o limitación.
 - Cálculo, medición y análisis: para definir de las causas raíces.
 - Determinación de soluciones para las causas y problemas raíces.
 - Selección e implantación de soluciones raíces (comprobación).
 - Previsión de la posible recurrencia del problema y de las causas raíces.
 - Evaluación del equipo de mejora enfocada.

- La fórmula de los siete pasos:
 - Elección del tema de estudio.
 - Creación de la organización del proyecto.
 - Identificación de la situación actual y determinación de objetivos para mejorar.
 - Pronóstico del problema a estudiar.
 - Diseño de un plan de intervención.
 - Introducción de mejoras.
 - Examen de resultados.

“Mantenimiento autónomo” (jishu hozen)

“Mantenimiento autónomo” se considera al que es realizado con la participación de los propios trabajadores del proceso. Se fundamenta en la realización diaria de actividades no específicas de su trabajo principal, como lubricación limpieza, ajustes menores, inspecciones, estudios de mejoras, análisis de fallas, entre otras. Es necesario que los obreros estén preparados y sean polivalentes para acometer estas funciones complementarias, y no solo deben dominar la máquina o el equipo en que trabaja, sino que ha de conocer las estructuras de su entorno. La capacitación de los operarios de producción en el Mantenimiento Autónomo de su equipo, no sólo para mantener la máquina en condiciones óptimas de trabajo, sino para identificar anomalías a tiempo, solucionar problemas y emitir sugerencias de mejora.

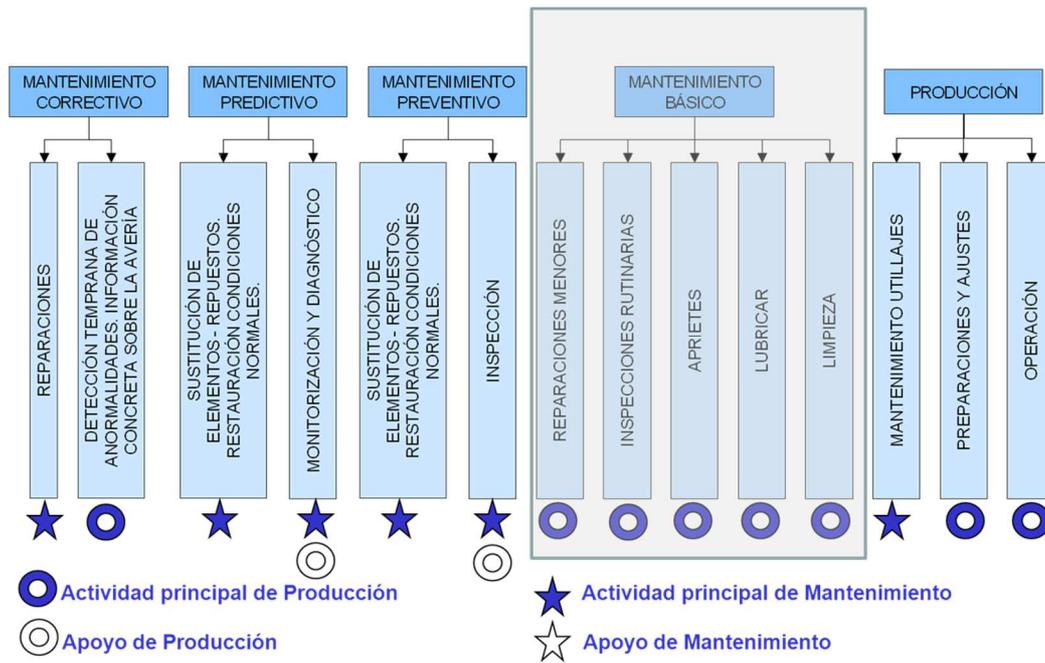


Figura 4-23: Pilares del mantenimiento

Las finalidades del “mantenimiento autónomo” son evidente, pues procuran conseguir la conservación preventiva de los equipos y maquinarias contribuyendo al objetivo final de eliminar desperdicios. Por otra parte, el mantenimiento autónomo consigue:

- Obtener la comprensión y el entrenamiento en el trabajo mediante el estudio del equipo.
- Adquirir destrezas para el análisis y la solución de problemas. Cultura organizadora dirigida al mejoramiento continuo a la mejora y a la acción colaborativa.
- Perfeccionar las ocupaciones y labores del equipo.
- Mejorar las seguridades la productividad y eficiencia energética del equipo.

La metodología específica del “mantenimiento autónomo”, promueve es siguiente procedimiento:

	Nombre	Descripción
1	Limpieza inicial (limpieza profunda).	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de "fugui"; ajustes menores.
2	Acciones correctivas en la fuente.	Evitar que el equipo se ensucie nuevamente, facilitar su acceso, inspección y limpieza inicial; reducir el tiempo empleado en la limpieza profunda.
3	Preparación de estándares de inspección.	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y ajuste. Una vez validados se establecerán en 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 verificación.
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 de producto, patrones de calidad, etc. Elaboración de procedimientos operativos estándar. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno.	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual (Andon), tablas MTBF y tableros Kaizen.

Tabla 4-10: Plan de Acción para la gestión autónoma

Secuencia de actuación:

- Identificar las tareas a pasar de mantenimiento a la propia fabricación, progresivamente
- Determinación de niveles de mantenimiento integral de la máquina.
- Campaña de formación, comunicación y motivación para operarios de producción y trabajadores de mantenimiento, así como para especialistas de calidad y procesos, y conservación a los que les cambia su papel en el proceso productivo de modo trascendental.
- Formación concreta dedicada especialmente al mantenimiento espontáneo y elemental.
- Utilización de fichas de "utomantenimiento" en las que se reflejen las tareas básicas que deben ser ejecutadas por los operarios de producción.
- Implantación gradual con la intervención de expertos y técnicos de mantenimiento, procesos y calidad.
- Evaluación y control continuados de las acciones y labores ejecutadas por los trabajadores de producción, recuperando todo tipo de información y sugerencia con el fin de mejorar el proceso productivo.

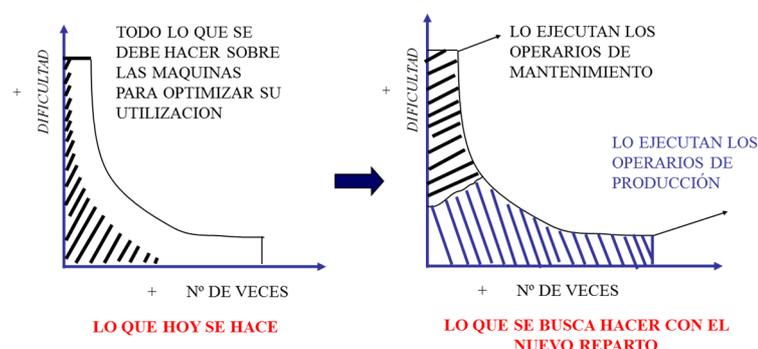


Figura 4-24: Gráfico de la implantación del auto mantenimiento

GAMAS DE AUTOMANTENIMIENTO					Gama
PRENSA					Pág:
					TIPO
					DIARIA
Nombre: GAMA DIARIA DE LA PRENSA DE LA LÍNEA					
PASO	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA	SEGURIDAD	HERRAMIENTAS	OBSERVACIÓN
1	LIMPIEZA GENERAL DEL ENTORNO DE LA MÁQUINA			- TRAJOS - DISOLVENTE DE LIMPIEZA - ASPIRADORA	MÁQUINA PARADA
2	COMPROBAR PARADA DE MICROS DE PRENSA				MÁQUINA PARADA EN EL MANEJO DIARIO DE LA MÁQUINA, COMPROBAR QUE LA MÁQUINA NO FUNCIONA CON LA PUERTA ABIERTA INSPECCIÓN VISUAL: - MICRO DE TAPA DE PROTECCIÓN - PALPADOR
2.1	COMPROBAR PARADA MICRO DE PRENSA: MICRO TAPA DE PROTECCIÓN				MAQUINA EN MARCHA EN EL MANEJO DIARIO DE LA MÁQUINA, COMPROBAR QUE LA TAPA NO PUEDE ABRIRSE CON LA MAQUINA EN MARCHA.
2.2	COMPROBAR PARADA DE MICROS DE PRENSA: MICRO DE PALPADOR				MÁQUINA PARADA REALIZAR LA OPERACIÓN MANUALMENTE.
3	PARTE AMARILLO				EN CASO DE NECESIDAD, RELLENAR EL PARTE AMARILLO DE SOLICITUD DE TRABAJO A MANTENIMIENTO O IDENTIFICACIÓN DE INCIDENCIA

Tabla 4-11: Estándar de trabajo de mantenimiento autónomo

Mantenimiento planificado

El “mantenimiento planificado”, también conocido como “mantenimiento programado o preventivo”, constituye la tercera base del TPM, y se corresponde con el mejoramiento gradual, continuado y sostenible de los dispositivos, máquinas, grupos humanos, instalaciones y del sistema en general de la planta, cuya finalidad última es lograr el “cero averías”.

El planteamiento del “mantenimiento planificado”, como base del TPM, se diferencia de la orientación tradicional del “mantenimiento preventivo”, añadiendo una metodología estratégica de mejoramiento asentada en:

- Labores de prevención y corrección de averías en dispositivos, maquinarias e instalaciones mediante trabajos rutinarios diarios, con periodicidad fija y con fines predictivos.
- Acciones “Kaizen” (cada cuatro a ocho días) para optimizar las características de los equipos, suprimiendo así acciones de mantenimiento tradicional, poniendo al día las órdenes de trabajo y el listado de repuestos, con lo que conseguimos implantar una investigación de confiabilidad (AMEF).
- Labores “Kaizen” para el perfeccionamiento de la organización administrativa y profesional del mantenimiento.

La aportación más trascendental de la implantación del “TPM” estriba en primar el análisis de la información histórica necesaria, para implantar las acciones concretas exigidas por cada equipo, de forma que se instauren ciclos adecuados de mantenimiento, labores certeras de alistamiento (mantenimiento/almacén de repuestos), operaciones específicas de prevención para equipos con alto deterioro.

También se han determinado rutas de “mantenimiento preventivo” preciso, valorando especialmente el estado más o menos crítico y la complejidad de las instalaciones y equipos. Igualmente se han fijado determinadas operaciones y métodos estándar para cada actividad de mantenimiento, implantando en ellos las características propias y necesarias para cada mantenimiento, controlando, al menos, los siguientes: registro, seguridad, calidad, herramientas, entre otros factores significativos para realizar correctamente las actividades de inspección.

Igualmente es necesario promover la cultura de la gestión colaborativa en toda la organización empresarial y en su plasmación en la fábrica. Gestión colaborativa y las técnicas de TPM, son esenciales para que el “mantenimiento planificado” funcione correctamente. Tanto en las pequeñas empresas familiares como en las multinacionales. Precisamente en las multinacionales y grandes empresas con sistemas de gestión del mantenimiento implantado, pueden observarse algunas limitaciones de mantenimiento real como, por ejemplo:

- Revisiones rutinarias y semejantes de mantenimiento en equipos con diferentes deterioros.
- Ordenes de trabajo y listados de repuestos para cada equipo, sin poner al día.
- Imprecisión en las instrucciones de mantenimiento, sin el adecuado nivel de detalle

Así pues, la correcta implantación de las técnicas y tácticas promovidas por TPM, aportan potencia al

desarrollo del “mantenimiento planificado”, siempre y cuando se consiga implicar a todos los agentes de la organización productiva en la definición de labores concretas de mantenimiento y perfeccionamiento de instalaciones y equipos.

Es necesario establecer un método sistemático para la revisión periódica del Preventivo definido en la empresa, que permita:

- Evaluar su efectividad
- Concretar modificaciones a introducir en los Planes de Preventivo existentes, al objeto de:
 - Reducir paros por averías
 - Optimizar costes de mantenimiento
 - Asignación de tareas de Mantenimiento a los distintos departamentos y trabajar hacia una integración de ingenierías (Producción, Calidad y Mantenimiento)
- Se propone un método estructurado para definir el Plan de mantenimiento, empleando como fuentes principales:
 - La experiencia propia: el mantenimiento que se aplica en la actualidad, aunque sea de modo no sistemático.
 - El análisis de averías e incidencias: historial del GMAO
 - Limpiezas TPM y análisis Defecto – Causa – Acción.
 - Documentación técnica y recomendaciones del fabricante / suministrador del equipo.
 - Modificaciones realizadas a las máquinas
 - Diseño inicial del preventivo.

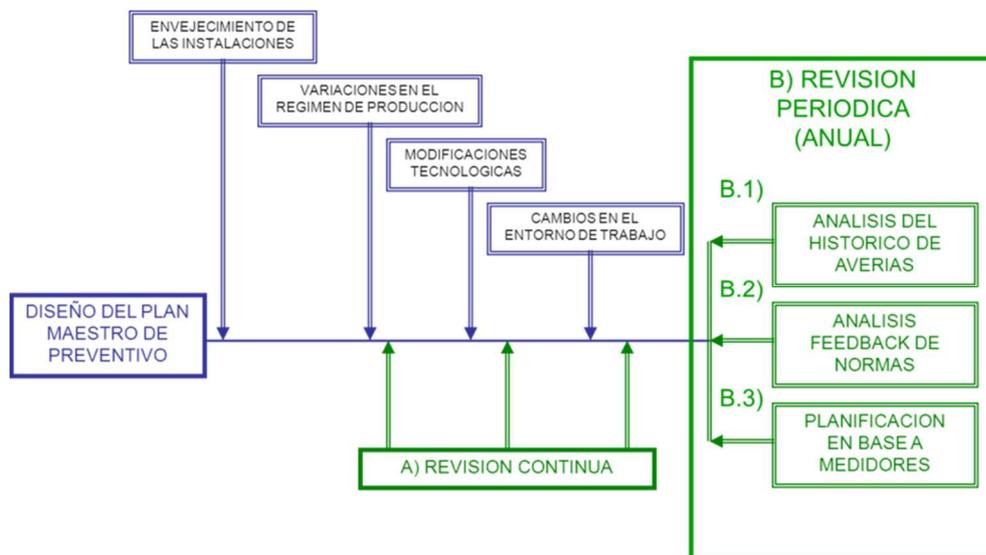


Figura 4-25: Estructura de mantenimiento preventivo

“Mantenimiento de calidad” (hinshitsu hozen)

El “mantenimiento de calidad” es otra de las bases del TPM y su finalidad más importante es el mejoramiento y mantenimiento de las condiciones y propiedades de los equipos y las instalaciones hasta conseguir la meta de "cero defectos", es decir "cero no conformidades de calidad".

Los fundamentos y principios del sistema del “mantenimiento de calidad” son los siguientes:

- Categorización de fallos y defectos y determinación del contexto, la frecuencia, las causas, los efectos, y sus vinculaciones con las condiciones de los equipos.
- Investigación del mantenimiento preventivo para determinar los factores del equipo que podrían producir defectos de calidad.
- Definir características estándar para determinar los factores del equipo que podrían desarrollar defectos de calidad, y diseñar sus respectivos procesos de control y medición.
- Implantar un plan y una cronología de inspección periódica de los factores más críticos.
- Crear matrices de mantenimiento y perfeccionamiento; y evaluar periódicamente los estándares.
- Es fundamental tener las herramientas y la tecnología más adecuada, tanto las referidas a técnicas de control de calidad, contando con los instrumentos precisos de medición y predicción y cuantas otras sean necesarias.

Existen varias fases en la implantación y desarrollo del “mantenimiento de calidad”:

Etapas 1: Determinación precisa de las condiciones actuales del equipo.

Etapas 2: Análisis e indagación de cómo se producen los fallos y defectos.

Etapas 3: Determinación, análisis y relación de causas y efectos en materias primas, maquinaria y personal laboral (3M).

Etapas 4: Analizar y diseñar las operaciones correctivas.

Etapas 5: Indagar, en paralelo, las características del equipo de unidades no defectuosas.

Etapas 6: Planificar eventos de mejora enfocada aplicando las 3M.

Etapas 7: Diseñar estándares coherentes con las 3M.

Etapas 8: Intensificar y mejorar los métodos de inspección.

Etapas 9: Evaluar los estándares utilizados.

“Educación y Entrenamiento”

Como el método TPM exige la cooperación activa de todos los recursos humanos para constituir un

personal capacitado y polivalente. La “educación y entrenamiento” es un fundamento del TPM que se centra en promover el perfeccionamiento de las competencias del personal, siguiendo los objetivos de la organización empresarial.

La base de “educación y entrenamiento” persigue prioritariamente los objetivos siguientes:

- Formación de personas preparadas en tecnología de equipamiento, es decir: Análisis avanzados de mantenimiento; implantación de centros y mecanismos de entrenamiento en labores de mantenimiento, y promoción de los especialistas.
- Selección de personas especialistas en la gestión: Líderes que dirigen los programas de TPM, mantenimiento autónomo, alistamiento, predicción y prevención,
- Desarrollo de, destrezas y cooperación: Instauración de una cultura colaborativa en relación con TPM; lecciones puntuales; matriz de destrezas y habilidades.
- Para lograr los objetivos previstos es imprescindible poner en práctica la estrategia secuenciada de crear, adquirir, conservar, transferir y utilizar conocimiento.

“Seguridad y Medio ambiente”

Otro fundamento transversal de la metodología TPM es “la seguridad y el medio ambiente” ya que es prioritario preservar la integridad de las personas y disminuir la huella ambiental que deja cada operación del proceso industrial, tanto en una operación o en un equipo, como en el conjunto de la instalación la planta o la organización integral. Este fundamento pretende implantar un sistema de gestión global de Seguridad y medio ambiente, para finalmente lograr "cero accidentes" y "cero contaminaciones", trasladando los principios del sistema de gestión a cada uno de los niveles de la organización. Tanto la seguridad de las personas, como el impacto ambiental son metas que favorecen la mejora de la productividad, de forma que un puesto de trabajo seguro, y un entorno agradable, son contextos ideales para la consecución de operaciones eficientes.

La base “de seguridad y medio ambiente” tiene la serie siguiente de fundamentos:

- Un equipo deteriorado y con defectos es una fuente evidente de inseguridad.
- La implantación del “mantenimiento autónomo” y las 5's son las herramientas más importantes para base de la localización de condiciones inseguras.
- El método del mejoramiento enfocado constituye el mejor procedimiento para suprimir riesgos innecesarios en los equipos, y para definir medidas de contención.
- Un personal formado y polivalente asume con perspectiva crítica los condicionantes de seguridad de su entorno laboral.

Para la implantación del pilar de “seguridad y medio ambiente”, es necesario seguir estas fases:

Etapa 1: La limpieza inicial en el mantenimiento autónomo (MA) debe ser escrupulosamente segura.

Etapa 2: Perfeccionamiento de los factores del equipo que habitualmente causan trabajos inseguros.

Etapa 3: Difusión y estandarización de las labores rutinarias de seguridad.

Etapa 4: Formación especializada a los encargados de la inspección general del equipo en el campo de la seguridad.

Etapa 5: Inspección general del proceso y del contexto espacial, temporal y de trabajo.

Etapa 6: Implantación sistemática del mantenimiento autónomo de seguridad.

“Mantenimiento predictivo”

Consiste en un mantenimiento que detecte el fallo antes que suceda y que permita corregirlo antes sin perjudicar al servicio, ni detener la producción. Control y conocimiento del estado de la máquina en funcionamiento. Se basa en la experiencia de que la mayoría de los componentes de la máquina suelen dar algún tipo de aviso antes de producir fallos.

La Predicción

La predicción favorece la toma de decisiones que, sin producir daños ni alteraciones en la máquina, hagan posible que siga produciendo hasta que se hayan definido las labores de mantenimiento, consiguiendo así la menor merma posible en la producción.

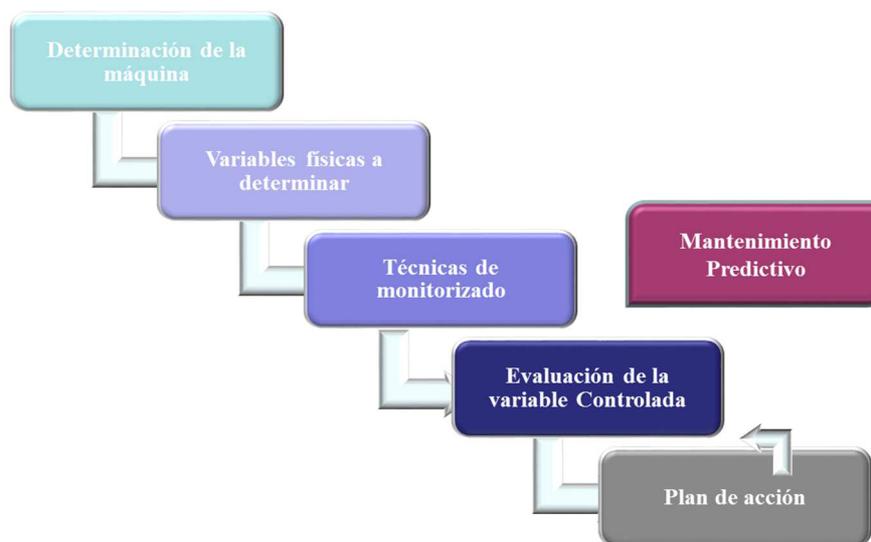


Figura 4-26: Estructura del mantenimiento preventivo

Un sistema bien ajustado de predicción permite:

- Hacer decrecer los datos del parámetro síntoma(A)
- Conservar los parámetros (B) en relación con el eje temporal
- Disminuir la tasa de deterioro. (C)

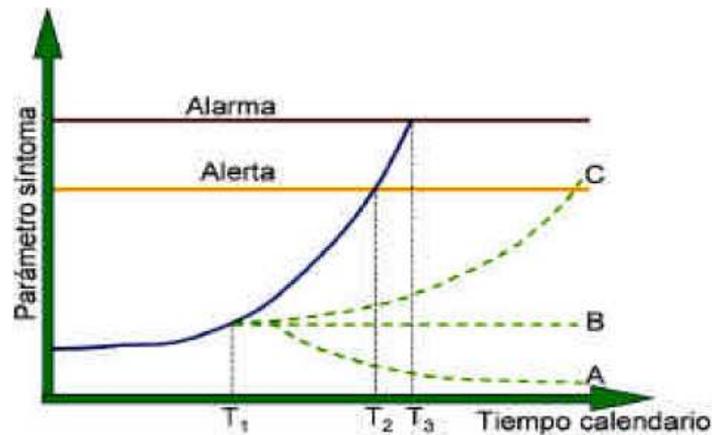


Figura 4-27: Ejemplo gráfico para predicción

La monitorización de una máquina debe responder a los objetivos previos ya citados, debiendo seguir las siguientes pautas:

- **Vigilancia de máquinas:** Su finalidad es detectar y avisar cuándo existe un problema. Distingue entre condición buena y mala, y si es mala indica el grado de deterioro.
- **Protección de máquinas.** Trata de evitar fallas catastróficas. Una maquinaria se considera protegida, si cuando los valores indicativos de su estado llegan a valores considerados peligrosos con lo cual, la máquina se detiene automáticamente.
- **Diagnóstico de fallas.** Su objetivo es definir cuál es el problema específico. Pronóstico de la esperanza de vida de la máquina. Estima cuánto tiempo más podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica.

Para el Mantenimiento especificado se utilizan herramientas de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, ni invasivas como:

“Análisis de lubricantes”.

- **Análisis previos:** Se analizan los lubricantes de aquellas máquinas o instalaciones que han presentado dudas, surgidas en los resultados de los estudios preliminares de lubricación, y permiten correcciones en la selección del lubricante o producto que ha podido motivar el cambio de condición en la operación.
- **Análisis habituales:** Aplicables a equipos se aplican a equipos estimados como críticos o de gran capacidad. Determinando en ellos una frecuencia de muestreo. Su objetivo será determinar el estado del aceite, el nivel de desgaste y la consecuente contaminación., entre otros parámetros.
- **Análisis de incidencia o emergencia:** detectan cualquier tipo de anomalía tanto del equipo como del lubricante.

Este método asegura:

- Máxima disminución de los costes de las operaciones.
- Máxima vida útil de los componentes de la maquinaria por mínimo desgaste.

- Máximo ahorro del lubricante utilizado.
- Elementos de desgaste: hierro, Cromo, Molibdeno, Aluminio, Cobre, Plomo.



Figura 4-28: Ejemplo de análisis de lubricantes

Termografías.

Comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos.

La Termografía Infrarroja es una técnica no invasiva que consigue, desde fuera y sin ningún contacto físico con la máquina, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión, mediante la captación de la radiación infrarroja en una cámara especial.

El análisis de las instalaciones con Cámaras Termográficas Infrarrojas es recomendable para:

- Maquinarias, instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Todo tipo de instrumentos e instalaciones eléctricas: transformadores, cuadros, conexiones, fusibles, bornes, y empalmes eléctricos.
- Generadores, bobinados, motores eléctricos ... etc.
- Frenos, Reductores, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

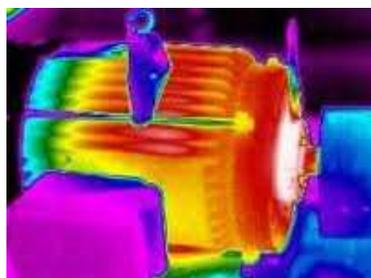


Figura 4-29: Ejemplo termografía

Algunas ventajas:

- Ahorra gastos. al ser un método de análisis sin detención de procesos productivos,
- Seguridad para el trabajador por evitar la necesidad de contacto con el equipo.
- Localización exacta de puntos deficientes en una línea de proceso.

Estudio mediante ultrasonidos

Gracias a esta metodología podemos estudiar las ondas sonoras de baja frecuencia generadas en la maquinaria que no podemos percibir con el oído humano. Así, el ultrasonido pasivo puede ser producido por mecanismos rotativos, por fugas de fluidos o por pérdidas de vacío o por arcos eléctricos no productivos. Se puede detectar con análisis de ultrasonidos.

El análisis por ultrasonido nos permite:

- Localizaciones de fricciones en máquinas rotativas.
- de fallas y/o fugas en válvulas.
- Descubrimiento de fugas de fluidos.
- Localización de Pérdidas de vacío.
- Descubrimiento de "arcos eléctricos".
- Comprobación de la integridad de juntas de recintos estancos

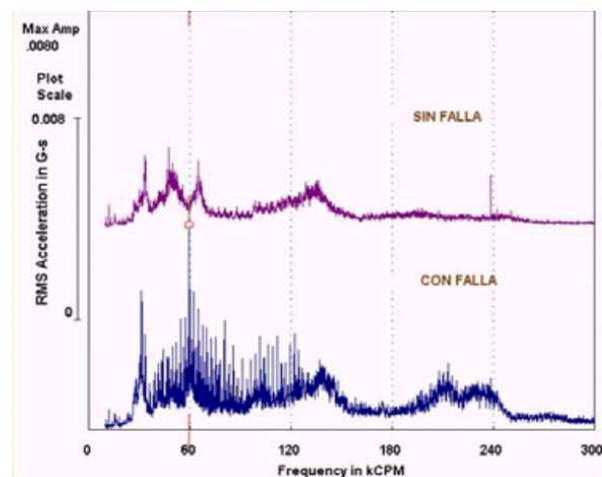


Figura 4-30: Espectro en aceleración. Velocidad = 1000 rpm

La técnica de análisis mediante ultrasonidos se hace imprescindible en maquinarias con equipos rotantes que rotan a velocidades menores de las 300 RPM, es decir donde la técnica de detección de vibraciones es claramente ineficaz.

Análisis de vibraciones. Vibrómetros.

El uso de este instrumento en el análisis de las vibraciones es esencial para este mantenimiento ya que permite la localización y la cuantificación de las amplitudes del movimiento vibratorio en cada elemento o maquinaria, identificando las causas de la vibración, permitiendo la corrección de los problemas que traen consigo.

Los efectos de las vibraciones mecánicas serán más evidentes si no se corrigen, pues provocan el aumento de los esfuerzos y las tensiones de la máquina, generan pérdidas de energía, producen desgaste de materiales y las averías más temidas: daños por fatiga de los materiales. Sin olvidar los tremendos ruidos molestos que contamina el ambiente laboral, etc.

Magnitudes de medida de las vibraciones:

- Frecuencia: periodo de tiempo que emplea un ciclo vibratorio completo. Se miden mediante los CPM (ciclos por segundo) o bien por HZ (hercios).
- Desplazamiento: En cualquier elemento que vibra se trata de la distancia máxima entre un extremo y otro del movimiento ondulante que describe.
- Velocidad y Aceleración: Están relacionadas y derivadas de las magnitudes anteriores.

El análisis de "vibraciones" nos permite:

- Localización de rozamiento o de fricción inadecuada en máquinas rotativas.
- Localización de fallos y/o fugas en válvulas.
- Localización de escapes y fugas de fluidos.
- Mermas en instalaciones de vacío.
- localización de un "arco eléctrico".
- Comprobación de la integridad de juntas de recintos estancos.

5 CONCLUSIONES

*Mejora generalmente significa hacer algo
que nunca hemos hecho con anterioridad
-Shigeo Shingo-*

Conclusiones generales

En éste proyecto hemos querido transmitir que el método Lean es una filosofía que fomenta la cultura de hacer bien las cosas, que parte del análisis directo de los problemas cotidianos en una fábrica y está apoyada fundamentalmente por las observaciones de los operarios en la planta. Esta metodología se desarrolla de la implantación sistemática y cotidiana de un conjunto de herramientas y técnicas que han producido una mejora y una eficacia a la hora de eliminar aquellas tareas que no aportan valor; y su erradicación es primordial por la competitividad que hay en el sector agroalimentario. Debemos destacar que no es sólo un cambio en la terminología empresarial, sino que debe ser un cambio total en la actitud de la empresa ya sea de los operarios como de los cuadros directivos, además debe ir adaptándose a las circunstancias especiales de cada momento y de cada empresa procurando siempre “la mejora continua” de una manera constante en el tiempo.

En la actualidad, el Lean Manufacturing ya no es una opción, sino que se ha convertido en una obligación para estar a la altura de las empresas más competitivas del mercado. Hoy se trata de plantear implantaciones de Lean Manufacturing con proyectos a largo plazo, dejando a un lado las pequeñas pruebas de implantación de algunas técnicas del método. Si las empresas del sector aspiran a ser más productivas y más competitivas tienen que seguir la vía del método Lean.

A lo largo de éste trabajo hemos destacado el papel trascendental de las personas en el proceso de implantación, tanto trabajadores y cuadros intermedios, como directivos y responsables de área, estrechamente unidos por la cooperación, las reuniones y evaluaciones, siempre siguiendo unos objetivos comunes. El éxito del método depende precisamente de la implicación del capital humano. Es fundamental la comunicación y motivación por parte de la dirección con el personal.

Los éxitos en las empresas que han implantado Lean se deben en gran parte al gran apoyo de los directivos que conocen perfectamente el sistema y han decidido su implantación

Conclusiones de la implantación de la metodología Lean Manufacturing en la planta de Acesur

La implantación del sistema Lean en Acesur, está en este momento, en pleno proceso de introducción y de generalización, todavía no concluido, por lo que no podemos dar una evaluación definitiva de los beneficios posibles y/o finales.

Dado que se trata de una Filosofía de la producción industrial, y de una mejora continua y continuada en

el tiempo, necesitaríamos de una mayor perspectiva temporal para poder hacer un balance de los beneficios obtenidos.

La implantación de las técnicas Lean, y sobre todo de la cultura Lean, permite obtener unas claras mejorías en varios aspectos importantes de la empresa: costes, flexibilidad, productividad y participación de todo el personal. Los resultados de éste trabajo son notables en varios departamentos, que son: Producción, Calidad, Laboratorio y Mantenimiento. A largo plazo, ésta metodología se implantará al resto de departamentos.

A pesar de todo ello, es posible, al menos, señalar una serie de avances significativos, especialmente en las líneas de envasado, en los departamentos de laboratorios, calidad etc...

Todavía falta por extender la cultura del Lean a todas las líneas de producción e implicar a todo el conjunto del personal, es posible también encontrar alguna resistencia en los equipos directivos ya que se trata de una empresa agroalimentaria tradicional, de tipo familiar, aunque las nuevas generaciones integradas en la Dirección han sido precisamente las que han apostado por la implantación de estas técnicas.

Poco a poco va calando el concepto de despilfarro y el ahorro en las esperas y en los desperdicios de inventario.

En concreto podemos observar el cambio de manera tangencial en un ejemplo de cambio de formato en la línea Coosur donde anteriormente pusimos el ejemplo de estándar de cambio de aceite; pero ahora para finalizar vamos a analizar los efectos de la aplicación de las 5S's y la transformación de las operaciones internas a operaciones externas en los ajustes de máquina. En la tabla que viene a continuación se recogen varios casos del efecto causado por la implantación del Lean:

SMED-ESTANDAR DE CAMBIOS LINEA COOSUR					
CAMBIO TIPO : BERTOLLI 1L / MARASCA 1L					
TIPO 0 (ANTES): COLOR BOT.(SI/NO), CAMBIO DE FORMATO, ETIQ., CODF., CODF. CAJAS.					
COORDINADOR	240	LLENADORA	80	ENCAJONADORA	70
CONTROLAR CANTIDAD DE MAT. AUX. DE LA REFERENCIA EN USO	10	CONTROLAR CANTIDAD DE MAT. AUX. DE LA REFERENCIA EN USO	10	PREPARAR CODIFICADO DE LA CAJA	5
PEDIR MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA	5	PEDIR MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA	5	ASEGURARSE DE QUE HAY ROLLOS DE TINTA Y PEGATINAS PARA LA CODIFICADORA, Y SINO IR A ALMAC.	20
IR A POR HERRAMIENTAS AL TALLER POR NO TENERLAS A SU ALCANCE	10	NO PREPARADO E IR A POR EL MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA	10		
		MIRAR ORDEN PARA PONER MULTIVIAS EN SU POSICIÓN	5		
		ASEGURARSE QUE HAY BIDON PARA EL CAMBIO	5		
APURAR LLENADORA	10	CAMBiar TAPONES	5	APURAR ENCAJONADORA Y CUADRAR CAJAS	5
HACER CAMBIO DE UTILIAJES (p/e de línea+segundos/operario = 3)	180	APURAR BOTELLAS HASTA LA ETIQUADORA	2	CAMBiar CODIFICADO DE LA BOTELLA	1
LLENAR LLENADORA Y QUITAR ETIQ. ANTERIORES Y PONER SIGUIENTES	10	LIMPIEZA	23	LIMPIEZA+METER MATERIAL AUXILIARES	24
VERIFICAR CODIFICADOS Y MAT. AUX.	15	CERRAR CAJAS DE TAPONES ANTERIORES Y SACAR MAT. AUX.	15	QUITAR CAJAS ANTERIORES Y PONER NUEVAS	15
000! EL CAMBIO DE BOTELLAS LO HACE EL QUE ESTÁ EN EL DESPALETIZADOR					
TIPO 0 (DESPUÉS): COLOR BOT.(SI/NO), CAMBIO DE FORMATO, ETIQ., CODF., CODF. CAJAS.					
COORDINADOR	180	LLENADORA	20	ENCAJONADORA	20
CONTROLAR CANTIDAD DE MAT. AUX. DE LA REFERENCIA EN USO		CONTROLAR CANTIDAD DE MAT. AUX. DE LA REFERENCIA EN USO		PREPARAR CODIFICADO DE LA CAJA	
PEDIR MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA		PEDIR MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA		ASEGURARSE DE QUE HAY ROLLOS DE TINTA Y PEGATINAS PARA LA CODIFICADORA	
HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL CAMBIO CERCA DEL PUESTO DE TRABAJO		TENER MAT. AUX. DE LA SIGUIENTE REFERENCIA PREPARADAS			
		MIRAR ORDEN PARA PONER MULTIVIAS EN SU POSICIÓN			
		ASEGURARSE QUE HAY BIDON PARA EL CAMBIO			
APURAR LLENADORA	10	CAMBiar TAPONES	5	APURAR ENCAJONADORA Y CUADRAR CAJAS	5
HACER CAMBIO DE UTILIAJES	160	APURAR BOTELLAS HASTA LA ETIQUADORA	2	CAMBiar CODIFICADO DE LA BOTELLA	1
LLENAR LLENADORA Y QUITAR ETIQ. ANTERIORES Y PONER SIGUIENTES	10	LIMPIEZA	13	LIMPIEZA+METER MATERIAL AUXILIARES	14
VERIFICAR CODIFICADOS Y MAT. AUX.		CERRAR CAJAS DE TAPONES ANTERIORES Y SACAR MAT. AUX.		QUITAR CAJAS ANTERIORES Y PONER NUEVAS	
000! EL CAMBIO DE BOTELLAS LO HACE EL QUE ESTÁ EN EL DESPALETIZADOR					

Tabla 5-1: Ejemplo del cambio de formato antes y después en la línea COOSUR

*Las tareas marcadas en azul deberían realizarse con máquina en marcha por ello en la situación inicial estaban contabilizando tiempo de máquina parada, pero en la segunda situación, tras aplicar la transformación de las operaciones internas (tareas realizadas con máquina parada) en operaciones externas (tareas que se realizan con máquina en marcha) ya no contabilizan tiempo de máquina parada.

*Los tiempos de las actividades marcadas en verde disminuyen al aplicar la metodología de las 5S's, en concreto, la tercera S: Limpieza; ya que al incluirla en la rutina diaria de trabajo, los operarios no tienen que hacer una limpieza a fondo al realizar un cambio de formato completo.

*Las tareas marcadas en rosa se han transformado en operaciones azules, es decir, tras la aplicación de las 5S's, en concreto, tras acercar los utillajes necesarios para realizar el cambio de formato (segunda S: orden, buscar ubicación concreta a las herramientas) y traer al puesto de trabajo los mat. auxiliares necesarios para la siguiente referencia con la máquina en marcha (transformación de operaciones internas en externas)

*La actividad en sí del cambio de formato, es decir; la tarea marcada en amarillo, con todos los cambios de utillaje que conlleva si lo sometemos a una estandarización del cambio (cuarta S: Estandarización), poniendo los pasos a seguir como mejor nos conviene, es decir, haciéndolo de la manera que tarde menos tiempo, conseguimos reducirlo de 3h a 2h y 40min.

Por lo que, si en la línea de Coosur tienen 3 trabajadores en total (a 15 €/hora aprox.), si calculamos el cambio de formato antes de la implantación del método, el coste del cambio de Bertolli 1L a Marasca 1L sería:

$3 \text{ pers.} \times 240 \text{ min} \times 1 \text{ hora}/60 \text{ min} \times 15 \text{ €/hora} = 180 \text{ €}$ son esas 4 horas de cambio de formato en total al mes.

Ahora este cambio de formato es en un mes por lo que al año sería un coste de:

$$180 \frac{\text{€}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = 2.160 \text{ €}$$

Entonces el cambio de formato antes de las 5S's supone al año un coste de 2.160 € al año sólo en el cambio de formato de Bertolli 1L a Marasca 1L.

Si bien, tras implantar las 5S's el cambio sería realizado en 180 min en vez de 240 min, por lo que supondría un coste al mes de:

$3 \text{ pers.} \times 180 \text{ min} \times 1 \text{ hora}/60 \text{ min} \times 15 \text{ €/hora} = 135 \text{ €}$ supondrían esas 3 horas de cambio de formato en total al mes.

Al año sería un coste:

$$135 \frac{\text{€}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} = 1.620 \text{ €}$$

En resumen, tras aplicar la técnica Lean obtenemos al año en la línea Coosur, en un único tipo de cambio un ahorro de 540 € al año; si lo multiplicamos por el número de cambios de formato en la línea en total al año en todos sus distintos tipos y si esto lo multiplicamos por una decena de líneas, estaríamos hablando

de un ahorro más significativo.

Estas metas se han conseguido con diversas intervenciones en las máquinas correspondientes a la línea COOSUR, previo estudio de sus modos de fallos. Estas intervenciones han sido realizadas gracias a la gestión de etiquetas en las líneas y a la realización de estándares en las mismas.

Como podemos ver, las experiencias analizadas muestran claramente que la aplicación de las técnicas Lean son imprescindibles para la mejora de la tan ansiada y comentada competitividad de la industria en Andalucía.

6 REFERENCIAS

- Beltrán G., Jiménez A. (2002). Estudio de las condiciones de batido de la pasta: tiempo, temperatura y coadyuvantes. Influencia sobre el rendimiento del proceso y los compuestos de interés nutricional y sensorial. Proyecto CA001-019. Jornadas de Investigación y Transferencia Tecnológica al sector oleícola.
- Beltrán G., Jiménez A., Paz-Aguilera M^a, Uceda M. (2005). Estudio de las condiciones de batido de la pasta: tiempo, temperatura y coadyuvantes. Influencia sobre el rendimiento del proceso y los compuestos de interés nutricional y sensorial. Proyecto CA001-019. Programa de Mejora de la Calidad de la producción de aceite de oliva y aceituna de mesa. Actividades de Investigación y Transferencia de Tecnología. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.
- Clodoveo M.L., Dipalmo T., Schiano C., La Notte D., Pati S. (2015). What's now, what's new and what's next in virgin olive oil elaboration systems? Perspective on current knowledge and future trends. *Journal of Agricultural Engineering*.
- Cultura empresarial y negocio. Acesur, curso de formación 2018
- Di Giovacchino L. (1991). Extracción del aceite de las aceitunas por presión, centrifugación y percolación: efectos de las técnicas sobre los rendimientos en aceite.
- Gucci R., Perri E., Servili M. (2004). Il miglioramento delle caratteristiche organolettiche tipiche degli oli extra vergini di oliva rispetto alle esigenze di mercato. www.unaprol.it. Marzo 2007
- Khlif., Rezik H., Arous N. (2003). La cadena continua en la extracción de aceite de oliva en Túnez: modalidades operativas. *Olivae*.
- Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación, EOI 2013
- Martínez-Moreno J.M., Gómez-Herrera C., Janer del Valle C. (1957). Estudios físico-químicos sobre las pastas de aceitunas molidas. *Grasas y Aceites*
- Mugelli M., Migliorini M., Viti P., Cherubini C., Cini E., Zanoni B (2005). Olio extra vergine di oliva. <http://www.fertinezaceites.com> (última visita: noviembre 2018)
- <http://www.infoalimenta.com> (última visita: diciembre 2018)
- <http://www.interempresas.net> (última visita: noviembre 2018)
- <http://www.oleodiel.com> (última visita: noviembre 2018)
- <http://www.ujaen.es> (última visita: enero 2018)

