

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Agronómica y del Medio Natural



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

Implementación de la metodología Lean Manufacturing a una empresa agroalimentaria dedicada a la transformación del trigo

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

Trabajo Fin de Grado

Curso académico 2020-2021

Autor: Sola Moreno, Ignacio

Tutor: Benedito Fort, José Javier

Valencia, Febrero 2021



RESUMEN

En el presente TFG se describirán tanto la metodología Lean Manufacturing como algunas de sus herramientas para hacer posible su aplicación, que en este caso va a consistir en una simulación sobre los procesos de producción de una industria agroalimentaria dedicada a la transformación del trigo. En primer lugar se hace un análisis de la situación actual de la industria agroalimentaria así como una descripción de los orígenes de esta metodología en la industria automovilística.

En la segunda parte del trabajo se desarrolla una amplia descripción de esta metodología y de alguna de las herramientas fundamentales para su aplicación.

Por último se hace una simulación de la aplicación de esta metodología en una empresa dedicada a la transformación del trigo, donde cabe destacar de manera general que la implementación de esta metodología tiene como consecuencia una disminución de los despilfarros, y por tanto una mejora de su eficiencia. Este objetivo se consigue mediante la estandarización y control continuo de todas las actividades y registro de los mismos, que permite en reuniones periódicas corregir posibles desfases. Por otro lado también se propone la digitalización de la gestión de la información que tendrá como consecuencias inmediatas: disminución de los errores humanos, estandarización de formatos de registro y por tanto esta medida supondrá una mejora de la eficiencia.

Palabras clave: Lean Manufacturing, mejora continua, herramientas y técnicas, mejora de eficiencia en la producción, rendimiento.

ABSTRACT

In this TFG, both the Lean Manufacturing methodology and some of its tools to make its application possible will be described, which in this case will consist of a simulation of the production processes of an agri-food industry dedicated to the transformation of wheat. First, an analysis of the current situation of the agri-food industry is made, as well as a description of the origins of this methodology in the automobile industry.

In the second part of the work, a broad description of this methodology and some of the fundamental tools for its application is developed.

Finally, a simulation of the application of this methodology is made in a company dedicated to the transformation of wheat, where it should be noted in a general way that the implementation of this methodology results in a reduction in waste, and therefore an improvement in its efficiency. This objective is achieved through the standardization and continuous control of all activities and their recording, which allows correcting possible gaps in periodic meetings. On the other hand, the digitization of information management is also proposed, which will have the immediate consequences: reduction of human errors, standardization of record formats and therefore this measure will mean an improvement in efficiency.

Keywords: Lean Manufacturing, continuous improvement, tools and techniques, production efficiency improvement, performance.

RESUM

En el present TFG es descriuran tant la metodologia Lean Manufacturing com algunes de les seves eines per fer possible la seva aplicació, que en aquest cas va a consistir en una simulació sobre els processos de producció d'una indústria agroalimentària dedicada a la transformació de l'blat. En primer lloc es fa una anàlisi de la situació actual de la indústria agroalimentària així com una descripció dels orígens d'aquesta metodologia en la indústria automobilística.

A la segona part de la feina es desenvolupa una àmplia descripció d'aquesta metodologia i d'alguna de les eines fonamentals per a la seva aplicació.

Finalment es fa una simulació de l'aplicació d'aquesta metodologia en una empresa dedicada a la transformació de l'blat, on cal destacar de manera general que la implementació d'aquesta metodologia té com a conseqüència una disminució dels malbarataments, i per tant una millora de la seva eficiència. Aquest objectiu s'aconsegueix mitjançant l'estandardització i control continu de totes les activitats i registre dels mateixos, que permet a reunions periòdiques corregir possibles desfasaments. D'altra banda també es proposa la digitalització de la gestió de la informació que tindrà com a conseqüències immediates: disminució dels errors humans, estandardització de formats de registre i per tant aquesta mesura suposarà una millora de l'eficiència.

Paraules clau: Lean Manufacturing, millora contínua, eines i tècniques, millora d'eficiència en la producció, rendiment.

En primer lugar, me gustaría dedicar este trabajo a mis abuelos Javier, Mari Carmen y Antonio, y en especial mi abuela Teresita, la cual ha sido todo para mí.

En segundo lugar, quisiera agradecer a mis padres y a mi hermana la ayuda y el apoyo recibido en los tan difíciles momentos vividos en el pasado año 2020.

Y por último, me gustaría agradecer a mi tutor José Javier Benedito su ayuda y paciencia que ha demostrado conmigo durante la ejecución de este trabajo.

***Por los que ya no están,
pero que vivirán
eternamente en nuestro
recuerdo.***



ÍNDICE GENERAL

0.	ANTECEDENTES	1
1.	OBJETO: descripción de la metodología y desarrollo del plan.....	2
2.	DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA.....	3
2.1	Pilares fundamentales.....	5
2.2	Herramientas.....	6
2.2.1	Las 5 S	6
2.2.1.1	Seiri (seleccionar)	6
2.2.1.2	Seiton (ordenar)	7
2.2.1.3	Seiso (limpiar).....	7
2.2.1.4	Seiketsu (estandarizar).....	7
2.2.1.5	Shitsuke (disciplina).....	7
2.2.2	Técnicas de calidad.....	8
2.2.2.1	Matriz de auto calidad	8
2.2.2.2	Análisis PDCA.....	8
2.2.2.3	Seis Sigma	9
2.2.3	SMED	9
2.2.4	Kanban.....	10
2.2.5	Cadena de valor y mapa de la cadena de valor.....	10
2.2.6	TPM (Mantenimiento Productivo Total)	13
2.2.7	Sistemas de participación de personal (SPP)	13
3.	DESARROLLO DEL PLAN.....	13
3.1	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.	13
3.1.1	Introducción.	13
3.1.2	Detalles generales de la empresa.....	14
3.1.3	Análisis de procesos.	14
3.1.3.1	Recepción de trigo.....	15
3.1.3.2	Almacenamiento	16
3.1.3.3	Antelimpia (limpia suave).....	17
3.1.3.4	Preparación de receta.....	17
3.1.3.5	Primera limpia.....	17
3.1.3.6	Segunda limpia	18



3.1.3.7 Molienda	18
3.1.3.8 Almacenamiento y venta	19
3.1.3.9 Análisis del Sistema de Intercambio de Información y Grado de Capacitación del personal.....	19
3.2 PROYECTO PILOTO/APLICACIÓN	19
3.2.1 Las 5S.....	20
3.2.1.1 Seiri (Eliminar)	20
3.2.1.2 Seiton (ordenar)	20
3.2.1.3 Seiso (limpiar).....	20
3.2.1.4 Seiketsu (estandarizar).....	21
3.2.1.5 Shitsuke (disciplina).....	21
3.2.2 TPM. Mantenimiento productivo total	22
3.2.3 Tarjetas Kanban.....	23
3.2.4 Técnicas de calidad.....	24
3.2.4.1 Matriz de auto calidad.....	24
3.2.4.2 Análisis PDCA.....	24
3.2.4.3 Participación del personal y grupos de mejora	25
3.2.4.4 Digitalización de la gestión de la información.....	25
3.2.5 VSM	26
4. CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFÍA.....	28



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0-1 Beneficios de la implantación Lean.....	2
Figura 2-1 Principios básicos metodología Lean Manufacturing	3
Figura 2-2 Gráfico despilfarros.....	5
Figura 2-3 Representación de la metodología	6
Figura 2-4 Representación Análisis PDCA	8
Figura 2-5 Simbología cadena de valor o VSM.....	10
Figura 2-6 Ejemplo VSM	11
Figura 2-7 Tiempo de ciclo- Tiempo Takt.....	12
Figura 2-8 Ejemplo VSM futuro.....	12
Figura 3-1 Resultado tratamiento del trigo.....	14
Figura 3-2 Esquema general de la sección de semolería	15
Figura 3-3 Esquema general de la sección de semolería	15
Figura 3-4 Ficha muestra de trigo	16
Figura 3-5 Silos de trigo.....	16
Figura 3-6 Criba grande para el trigo Figura 3-7 Separador magnético.....	17
Figura 3-8 Canal aspiración con recirculación de aire.....	17
Figura 3-9 Molino industrial de harina.....	18
Figura 3-10 Salvado	18
Figura 3-11 Harina dorada	18
Figura 3-12 Sémola.....	19
Figura 3-13 Germen	19
Figura 3-14 Tarjeta Roja	20
Figura 3-15 Cartel 1 Figura 3-16 Cartel 2	22



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Hoja de Control de Limpieza	21
Tabla 3-2 Descripción de tareas de limpieza.....	21
Tabla 3-3 TPM Carretilla elevadora.....	23
Tabla 3-4 Kanban Transporte	24
Tabla 3-5 Kanban de producción.....	24
Tabla 3-6 Matriz de autocalidad.....	24
Tabla 3-7 Facetas del ciclo PDCA.....	25



0. ANTECEDENTES

La cuarta revolución industrial consiste en la digitalización de todos los procesos de un sistema productivo, en la industria agroalimentaria es denominada Agroindustria 4.0 (Ferrer, 2017). El sector alimentario debe adaptarse a las nuevas tendencias que afectan tanto al consumidor, como a los procesos internos de producción y distribución. Esta revolución afecta a todos tipos de empresas, pequeñas medianas y grandes, que para seguir siendo competitivas deben acelerar este proceso de digitalización.

Según Joyanes (2017) la digitalización tiene muchas ventajas en comparación con el funcionamiento tradicional de las empresas, entre las que cabe destacar:

-Reducción de hasta un 50% del tiempo de salida del producto debido a una mejora, tanto en la gestión como en la producción.

-Un análisis sistemático de datos mediante Big Data, por ejemplo aportará una toma de decisiones más ágil, inteligente y competitiva, y una mejora continua tanto del producto como de la empresa. (Ferrer, 2017)

-Optimización de la gestión de los procesos que provocará un aumento del rendimiento y de la calidad. Esta optimización producirá un ahorro de costes mediante una reducción de pérdidas y defectos.

No cabe duda que en todo proceso industrial, y por tanto en la industria agroalimentaria, deben controlarse como medida de la eficacia del proceso de producción los tiempos de todos sus ciclos, de inventario y de transporte. Los excesos sobre una situación óptima de desarrollo es lo que se denomina **despilfarro**.

En el presente TFG se desarrolla una descripción de la metodología **Lean Manufacturing** y las herramientas de la misma. Al no disponerse de datos concretos, y tras la descripción de la metodología y de sus herramientas, se ha realizado una simulación de aplicación de esta metodología en una empresa ficticia dedicada a la transformación del trigo.

Según indican Sánchez y col (2010), esta metodología no requiere la implantación de los principios de digitalización de la Industria 4.0 pudiéndose, no obstante, usarse como complemento a la Industria 4.0, mejorando los beneficios obtenidos con ella. Los pilares fundamentales de esta metodología son:

- Mejora continua
- Control total de calidad
- Eliminación del despilfarro

Existen tres tipos de actividades en la cadena de suministro de un producto o servicio, estas son descritas por Trent (2008) de la siguiente manera: (1) las actividades que agregan valor, (2) actividades que no agregan valor y (3) actividades de desperdicio. Las actividades que agregan valor al producto o servicio son aquellas que transforman los materiales o información en lo requerido por un cliente y por lo que está dispuesto a pagar. Las actividades que no agregan valor son aquellas que

son necesarias en el proceso y el cliente también paga por esto, pero no le agregan nada al producto o servicio final. Un ejemplo de estas actividades es el transporte de un producto de un punto a otro; lo que se busca en estas actividades es reducir el tiempo que toma realizarlas. Por último, las actividades de desperdicio son aquellas que son inmediatas candidatas a ser eliminadas, ya que no aportan nada, ni al proceso ni al cliente y por lo general traen costos adicionales.

En esta metodología en concreto, y según indica Borris (2012), se entiende como despilfarro a todas aquellas acciones que no aporten valor al producto. Estos despilfarros se pueden producir en el: transporte, inventario, movimiento, espera y en todos los procesos de transformación y conservación y tienen su imagen más clara en los defectos de producción. Mediante la eliminación de los “despilfarros” y la optimización de procesos y recursos de la empresa se conseguirá un aumento de rendimiento, una respuesta más rápida siempre aplicando la filosofía de mejora continua inherente a la metodología **Lean Manufacturing**. Los beneficios que pueden obtenerse con la aplicación de esta metodología se reflejan en la Figura 0-1

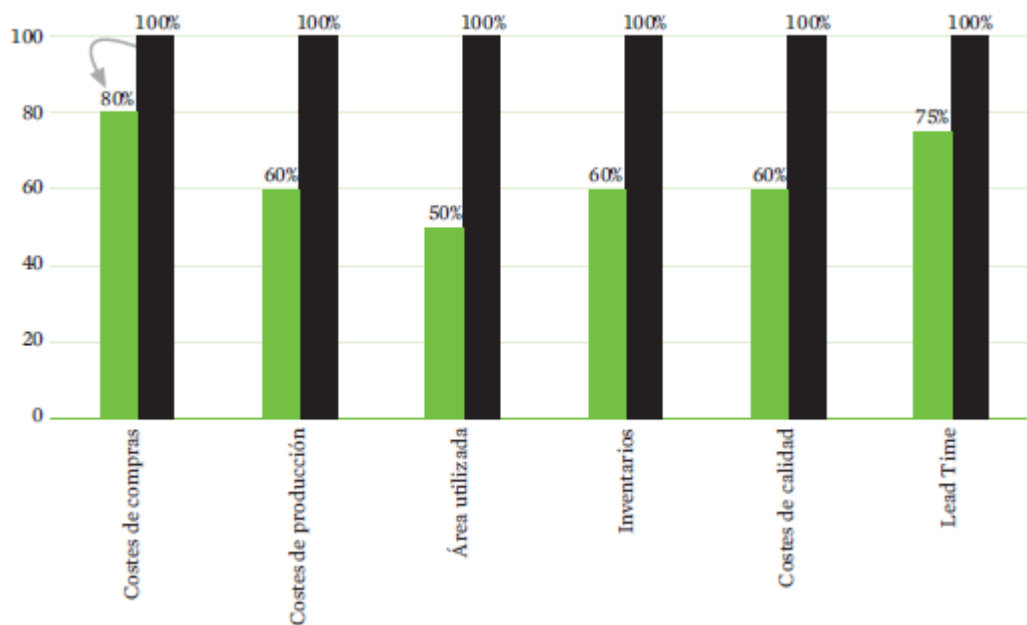


Figura 0-1 Beneficios de la implantación Lean.

1. OBJETO: descripción de la metodología y desarrollo del plan

El objeto del trabajo consistirá en una descripción de la metodología **Lean Manufacturing** y de un desarrollo de un plan de implementación en una empresa de producción de salvado, germen, harina y sémola de trigo.

A continuación se desarrolla una descripción de la metodología: se comentarán el origen, los fundamentos y las herramientas propias de “Lean Manufacturing”. El desarrollo del Plan de Implementación de la metodología comprende un análisis de los procesos, encuestas para conocimiento de la capacitación del personal, propuesta de talleres formativos y desarrollo de un proyecto piloto, aplicando las herramientas anteriormente descritas. Un seguimiento de las mejoras que se vayan consiguiendo, que en definitiva se materializan en disminución de “despilfarros”, mediante la revisión periódica de indicadores de gestión (KPI), que se crean a tal efecto.

2. DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA

En este punto se procederá a la descripción de la metodología **Lean Manufacturing** y origen de la misma, y de las distintas herramientas. Los principios básicos de esta metodología son (Figura 2-1):

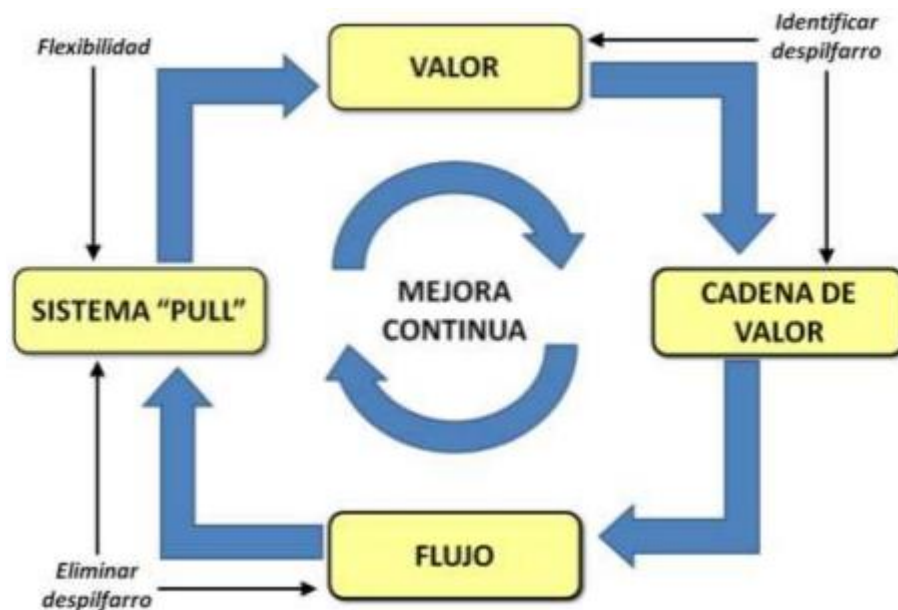


Figura 2-1 Principios básicos metodología Lean Manufacturing.

Estas técnicas de organización surgen a principios del siglo XX por la necesidad de buscar nuevas formas para mejorar la producción y la organización de la planta, además de una sincronización entre procesos. Los artífices de estas nuevas técnicas fueron F.W. Taylor y Henry Ford, pero es en Japón donde estos métodos evolucionaron de manera considerable. Ocurre esto debido a la necesidad que tenía el pueblo nipón de reconstruir una industria y una economía destruida por la segunda guerra mundial. Estas necesidades obligaron a la compañía de automóviles Toyota a encontrar soluciones a problemas como el stock o aprovechar las capacidades de los trabajadores. (Hernández y col, 2013)

Como solución al problema del stock se desarrolló el sistema de producción "Just in Time" o Justo a Tiempo. Según indica O Grady (1992) consiste en producir únicamente lo que se demande y cuando el cliente lo quiera. Se pudo observar la ventaja que produce transformar las operaciones a flujo continuo, sin pausas ni interrupciones, para proporcionar al cliente lo que pida, concentrando los esfuerzos en la reducción de tiempos de producción.

El sistema de producción "Just in Time" impulsó a Toyota por encima del resto de empresas japonesas. Debido a este éxito el gobierno japonés fomentó el uso y la implementación del modelo empleado en la empresa de automóviles para la reconstrucción y reforma del resto de empresas. Pero no es hasta la década de los 90 que el modelo japonés gana importancia y relevancia en occidente debido al libro *Programa de vehículos a motor* realizado por el MIT, en el cual se analizan las diferencias entre el modelo de producción occidental y el modelo oriental.

En este contexto, se entiende por **Lean Manufacturing** a la persecución de la mejora en la producción a través de la eliminación de los despilfarros o desperdicios (Figura 2-1). Se denomina despilfarro o desperdicio a todo proceso o acción que no aporte valor al producto y encarezca el

precio final. Tiene por objetivo la eliminación de éstos mediante el uso de unas herramientas o técnicas que fueron desarrolladas en Japón.

Existen siete tipos de despilfarros (Villaseñor y col, 2009): transporte, stock, movimiento, espera, sobre-procesamiento, sobre-producción y defectos (Figura 2-2).

1. **Transporte:** desplazamientos de materiales y productos terminados dentro de la planta que puede dañar el producto, y en ocasiones, ese transporte es innecesario. El transporte de materiales y productos realizado por el operario provoca que dicho operario que esté realizando esa tarea de transporte, esté dejando de realizar su labor y durante ese transporte no estará produciendo, es decir, no hará nada productivo. Además de que cada vez que se mueve o transporta el producto se corre el riesgo de ser dañado y, por ende, ser devaluado. Además de las consideraciones mencionadas previamente, la optimización del transporte incidirá sobre la reducción del coste energético del mismo.
2. **Stock:** materiales que pueden ser materias primas, piezas de recambio, productos terminados, etc, los cuales son almacenados sin tener una salida al momento. Se ha de tener cuidado con esto ya que con el tiempo puede quedar dañado u obsoleto el inventario y provocar pérdidas a la empresa.
3. **Movimiento:** para evitar accidentes tanto para equipos como para los operarios, se debe acondicionar el lugar de trabajo para que sea cómodo y tenga todo lo necesario para desempeñar su labor.
4. **Espera:** son momentos en los que el operario y/o la máquina está sin producir. Esto puede darse debido a fallos en la cadena de producción o una falta de materias primas para ese proceso. Se emplean tiempo y espacio si un producto no está siendo procesado.
5. **Sobre procesamiento:** realizar más operaciones de las necesarias, ya sea burocracia o de procesos sobre un producto, puede llevar al uso excesivo de material y aumentar el tiempo de producción y con ello los gastos.
6. **Sobre producción:** consiste en la elaborar o producir sin exigencia interna o demanda externa. Todo esto genera costes debido al inventario. Es importante conocer la demanda para elaborar en función de ésta, de esta forma se podrán recortar gastos extras.
7. **Defectos:** estos defectos pueden darse debido a errores en la cadena de producción y genera pérdidas de calidad. Eliminar este desperdicio requiere de un plan de acción para localizar y resolver el problema que produce estos defectos para que no vuelvan a ocurrir.

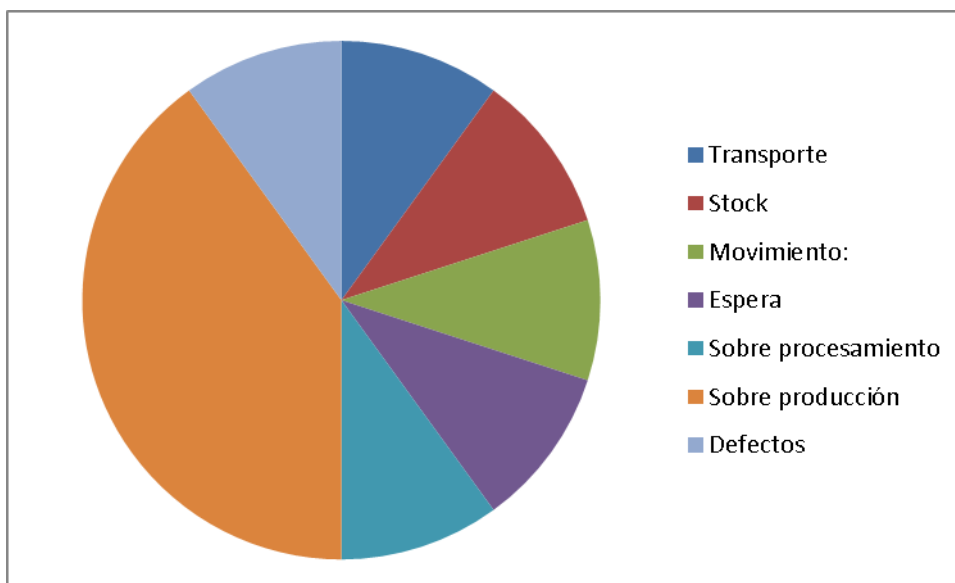


Figura 2-2 Gráfico despilfarros.

2.1 Pilares fundamentales

Según Collado y col (2013), la metodología Lean se basa en tres aspectos:

- Una organización orientada a satisfacer la demanda del mercado, en otras palabras, el cliente.
- La organización son sus empleados y recursos.
- El uso de las herramientas Lean fomenta el aumento de la eficiencia de los procesos.

Esta metodología se suele representar como una casa diferenciando sus distintas partes (Figura 2-3):

La parte superior se "guía por dos principios": tiempo de respuesta y retirar las actividades y procesos que no aporten valor al producto. Esto se logra con una alta calidad, bajo coste y disminuir los tiempos de procesos.

Las partes laterales están formadas por las necesidades organizativas y técnicas Lean, es decir, el sistema "just in time" y la automatización de procesos sin errores.

La parte central está compuesta por trabajadores, maquinaria y materias.

La parte baja es donde se localizan las técnicas principales para la eliminación de los siete despilfarros, normalizar la producción.

Esta metodología utiliza diversas técnicas con el fin de lograr la mejora continua. Todas esas técnicas funcionan de manera independiente entre sí pero con un objetivo común: identificar, prevenir y eliminar el despilfarro.

Satisfacer las necesidades del cliente		
Disminuir tiempo de respuesta. Eliminación de actividades que no agreguen valor		
Conseguir: Alta Calidad, Bajo Coste, Reducir tiempos de proceso		
PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO (producir lo que se necesita cuando se necesita)	Personas Máquinas Materiales	AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS (sin errores)
PRODUCCIÓN ESTABLE: ESTANDARIZACIÓN		

Figura 2-3 Representación de la metodología.

2.2 Herramientas

A continuación se describirán las herramientas o técnicas más utilizadas según Torrubiano (2004).

2.2.1 Las 5 S

Ésta es una técnica japonesa denominada de esta forma debido a que estas cinco herramientas empiezan por la letra "s", y son: *Seiri* (seleccionar o clasificar), *Seiton* (ordenar), *Seiso* (limpiar), *Seiketsu* (estandarizar), *Shitsuke* (disciplina).

Según Hernández y col (2013), el concepto 5S es una técnica que todas las empresas aplican y que debido a su simplicidad y efectividad permite obtener extraordinarios resultados. Es por ello que es la primera herramienta o técnica a aplicar en toda empresa que aspire a implantar la metodología Lean Manufacturing. Produce resultados notorios y cuantificables y un impacto de forma inmediata.

Los principios de las 5S son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere grandes inversiones financieras. Por simple que parezca, es una herramienta muy potente que en general a la hora de aplicarla obtienen los efectos deseados. Su aplicación tiene como finalidad eliminar algunos y, a ser posible, todos los elementos que tengan relación de forma directa con la falta de eficiencia de la empresa. Algunos de estos elementos según indican Socconini y col (2020) pueden ser:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.

2.2.1.1 *Seiri* (seleccionar)

El significado de la primera S de las 5S es seleccionar o clasificar y su objetivo es retirar de la zona de trabajo la maquinaria u objetos que no se estén empleando para que, de esa forma, el área de trabajo sea más espaciosa, e incluso se pueda colocar otra maquinaria que sí sea útil y funcional. Se suele emplear una tarjeta de color rojo para señalar qué maquinaria u objetos deben ser retirados y el destino.



2.2.1.2 Seiton (ordenar)

El significado de la segunda S de las 5S es ordenar. Una vez se ha aplicado Seiri, y los puestos de trabajo quedan libres de objetos y maquinaria inútiles, se procede a ordenarlos de forma que, el día que quieran ser empleados de nuevo, se encuentre de forma fácil y rápida. Esto provocará una bajada del tiempo empleado en buscarlos. Los resultados de aplicar Seiton pueden ser entre otros:

- Un aumento de la rapidez al acceso de los elementos requeridos.
- Un aumento del rendimiento general de la planta.
- Un aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.
- Una mejora de la información para su accesibilidad y localización.

2.2.1.3 Seiso (limpiar)

El significado de la tercera S de las 5S es limpiar y consiste en detectar fuentes de suciedad y eliminarlos, obteniendo de esa forma una zona de trabajo limpia. Esta acción ofrecerá la oportunidad de anticiparse a tener defectos.

- Incorporar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Tomar la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Necesidad de eliminar los focos de suciedad.
- Conservar los materiales en condiciones óptimas, lo que supone adecuarlos para su uso más eficiente.
- La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de ésta pueden observarse averías, fallas y despilfarros potenciales.
- Para inspeccionar y revisar el material y maquinaria debe limpiarse previamente, para detectar cualquier error debe inspeccionarse previamente, y para corregirlo se debe detectar el fallo o la avería.

2.2.1.4 Seiketsu (estandarizar)

El significado de la cuarta S de las 5S es estandarizar, y como fin tiene que las tres etapas previas sigan un protocolo de clasificación, orden y limpieza.

La aplicación supone:

- Mantener los objetivos logrados en las tres primeras "S".
- Confeccionar y cumplir estándares y protocolos de limpieza.

Los beneficios pueden verse evidenciados en aspectos como:

- La creación de rutinas de limpieza.
- Pueden evitarse futuros errores y accidentes mediante la limpieza.
- Una mejora notoria en el tiempo de actuación sobre averías y errores.
- Muestra la correlación entre causa y efecto.

En definitiva, la estandarización provocará que las medidas aplicadas sean preventivas y no reactivas a la hora de la anticipación y eliminación de defectos y/o despilfarros.

2.2.1.5 Shitsuke (disciplina)

La última de las 5S tiene por objetivo crear hábitos. En este caso es crear como hábito la aplicación de lo previamente descrito. De esta forma la aplicación la herramienta de las 5S estará dentro de su

rutina y finalmente se habrá normalizado e interiorizado por parte de los empleados. La aplicación supone:

- Respetar las normas y estándares reguladores del funcionamiento de una organización.
- Realizar auditorías que faciliten la evaluación.

2.2.2 Técnicas de calidad

La búsqueda continua de la calidad y la mejora constituye un pilar muy importante en el ámbito de Lean Manufacturing. El uso de las técnicas de calidad son una forma de afianzar que todos los componente o piezas, las cuales forman la empresa y sus flujos de producción, cumplan al detalle con las exigencias impuestas por la misma empresa. La metodología Lean Manufacturing fomenta un uso intensivo de unas técnicas denominadas Total Quality Management (TQM). A continuación se describen las más destacadas (González, 2017).

2.2.2.1 Matriz de auto calidad

Se trata de una herramienta de apoyo a la calidad donde es posible observar los errores o fallos con el fin de hallar el origen del problema. Se originan a partir de las observaciones de los errores de los operarios en cada uno de sus turnos. Para los errores que se cataloguen como más importantes, se diseñará un plan de acción para su resolución (Torrubiano, 2007).

2.2.2.2 Análisis PDCA

Según indica González (2017) dentro de las técnicas de calidad, el ciclo PDCA (Figura 2-4), es considerado como una de las técnicas esenciales a la hora de identificar y corregir los defectos. A este ciclo también se le conoce como círculo de Deming. El ciclo PDCA significa Plan-Do-Check-Act, o en español Planificar-Ejecutar-Verificar-Actuar. En lo que a la metodología Lean Manufacturing se refiere, es la técnica que guía el proceso de mejora continua.

- Plan/Planificar: determinar los problemas y sus límites, concretar los objetivos y la maniobra para abordarlos.
- Do/Ejecutar: efectuar las acciones.
- Check/Verificar: analizar los resultados.
- Act/Actuar: estudiar los resultados obtenidos y sacar conclusiones. En caso de alcanzar los objetivos se cierra el ciclo, en caso de no alcanzarlos se reinicia el ciclo PDCA.



Figura 2-4 Representación Análisis PDCA.

2.2.2.3 Seis Sigma

La herramienta de las Seis Sigma se sustenta en tres pilares fundamentales:

- Herramienta de medida. Es un indicativo del rendimiento del funcionamiento de un proceso.
- Metodología de trabajo. Apoya a la mejora continua de los procesos y protocolos de actuación mediante herramientas de estadística.
- Objetivo. Un proceso con la herramienta de las Seis Sigma garantiza la producción de bienes y servicios no defectuosos, es decir, busca lograr cero defectos.

Según Pande y col (2002), la metodología Seis-Sigma se basa en la curva de distribución normal (como manera de conocer el nivel de variación de un proceso), para diseñar una serie de etapas con el objetivo de aumentar el control sobre la calidad, y optimizar los procesos industriales. El objetivo del Seis-Sigma es lograr un 99.999966% de eficiencia.

La filosofía Seis Sigma trabaja o funciona en dos niveles:

- 1.- Dirección: análisis de los procesos para aumentar la eficiencia o calidad de los productos y servicios ofertados a los clientes.
- 2.- Operación: análisis estadístico de las variables de los procesos para detectar, y de esa forma prevenir, los defectos que han de ser como máximo de 3.4 defectos por millón.

Las fases de esta herramienta son cinco: definir el producto y/o servicio, identificar los requisitos de los clientes, comparar los requisitos de los productos, describir el proceso, y cuantificar los defectos que se produzcan.

2.2.3 SMED.

Las técnicas SMED (single minute exchange of die) o cambio rápido de herramienta, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio. Esta técnica requiere un cambio de mentalidad enfocada en un método de mejora continua.

Agilizar el cambio de herramientas dará como resultado una preparación más sencilla, segura y fiable, y por tanto, una mejora en la eficiencia de cualquier proceso

Con esta reducción de tiempo se podría lograr reducir los tamaños de los lotes y, por consiguiente, menguar el stock, reduciendo los tiempos de inventario.

Debido a la competencia que existe hoy en día en el mercado, las empresas están forzadas a tener unos sistemas flexibles que les permitan actuar de forma correcta ante cualquier cambio o imprevisto.

Según Montes y col (2013) los beneficios conseguidos con SMED son apreciables para tiempos de cambio menores a 10 minutos. En la actualidad se alcanzan tiempos de cambio del orden del minuto. La aplicación de esta técnica no radica en los encargados de organización, sino las personas que lo llevan a cabo son los propios operarios aplicando las tres ideas fundamentales de las que consta SMED.

- Posibilidad de la reducción casi total o total de los tiempos de cambio.
- Para obtener un rendimiento máximo, deberán seguirse las normas y los protocolos los más estrictamente posible.

2.2.4 Kanban

Es un sistema visual y simple de comunicación y transmisión de órdenes de fabricación y retirada de materiales. Esto provoca que todo se encuentre en el sitio correcto. Esto se consigue mediante unas tarjetas de papel donde se encuentra toda la información acerca de cuánto, cuándo y de qué manera producir y transportar. La finalidad de aplicar esta herramienta es sistematizar los movimientos en la planta de producción. Según indica Monden (2012) kanban es una manera de obtener una producción Justo a Tiempo (*Just in Time*). Una de sus funciones es la de proveer de la información precisa sobre la adquisición y transporte de los materiales. De esta forma se podrá obtener una producción ajustada, es decir, evitar una sobreproducción y el transporte excesivo, donde ninguna pieza se produce o transporta sin un kanban que lo justifique (Tapia, 2018). Se distinguen dos tipos de kanbans: el kanban de producción y el kanban de transporte.

- El kanban de producción indica qué y cuánto hay que fabricar para el siguiente proceso.
- El kanban de transporte que indica qué y cuánto material se retirará del proceso previo.

2.2.5 Cadena de valor y mapa de la cadena de valor

Las etapas necesarias para transformar una materia prima en producto elaborado se le denomina cadena de valor. Recibe este nombre debido a que en cada una de estas etapas adquiere valor. El mapa de la cadena de valor (VSM) es la representación gráfica del proceso de producción incluyendo el flujo de información. La representación gráfica posee unos signos propios, los cuales se representan en la Figura 2-5:

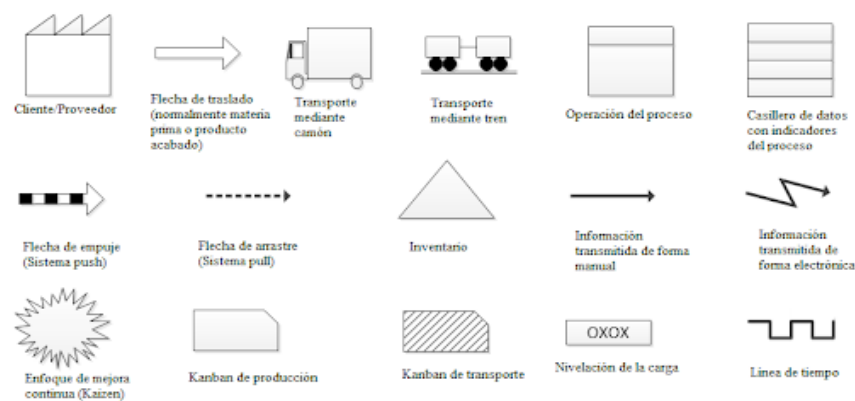


Figura 2-5 Simbología cadena de valor o VSM.

La dinámica de trabajo sobre el VSM parte de la representación gráfica del mapa de flujo existente (VSM Actual) con toda la información asociada: requerimientos del cliente, tiempos de ciclo, tiempos de inventario, que como resultado final e indicadores del mapa de flujo dará la estimación de la suma de tiempos de inventario (Leat Time o LT) y el valor agregado, suma de tiempos de ciclo de cada uno de los procesos (Valor Agregado VA) (Rother y col, 1999). En el ejemplo representado en la Figura 2-6, correspondiente a una empresa de fabricación de piezas metálicas, se puede observar que el tiempo de inventario o LT es igual a 23.6 d y que el valor agregado o VA es igual a 188 s.

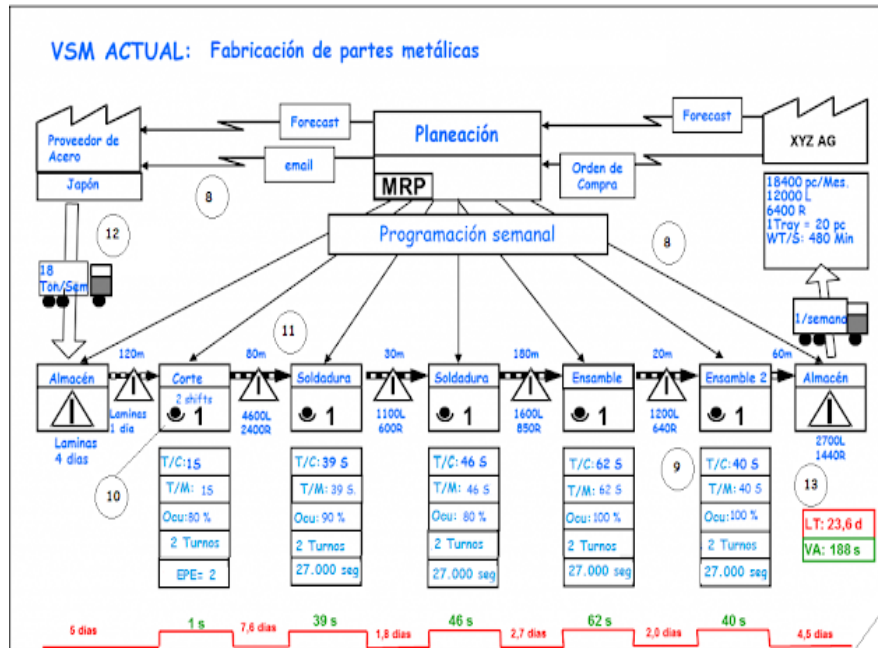


Figura 2-6 Ejemplo VSM.

Concebir el VSM futuro requiere identificar oportunidades de mejora en el VSM actual, y plantear la situación ideal en la que las mismas se han aprovechado para reducir los desperdicios.

El primer paso necesario es el cálculo del Takt time que es el tiempo de trabajo disponible entre los requerimientos del cliente en turno.

$$\text{Tiempo Takt} = \frac{\text{Tiempo disponible en un turno}}{\text{Requerimientos del cliente en turno}}$$

En el ejemplo de la empresa ACME se trabajan turnos de 8 h por lo cual el tiempo total en el turno es de 28800 s. Al tiempo total es necesario restarle el tiempo libre o muerto, el cual es de 20 min por turno o 1200 s (descansos). El cliente requiere 460 unidades por turno (18400 uds / 20 d/ 2 turnos). Así:

$$\text{Tiempo Disponible} = 28800 - 1200 = 27600 \text{ s por turno}$$

Luego el tiempo Takt resultante en la Figura 7 es de 60 s:

$$\text{Tiempo Takt} = \frac{27600 \text{ s}}{460 \text{ unidades por turno}} = 60 \text{ s por unidad}$$

Eso significa que, para satisfacer las demandas del cliente dentro del tiempo de trabajo disponible, se necesita producir una pieza cada 60 s para la familia de productos. Se debe intentar que el tiempo de ciclo del proceso sea menor o lo más cercano posible al tiempo Takt. Los ciclos que superen el tiempo takt se denominarán cuellos de botella y habrá que estudiar su optimización.

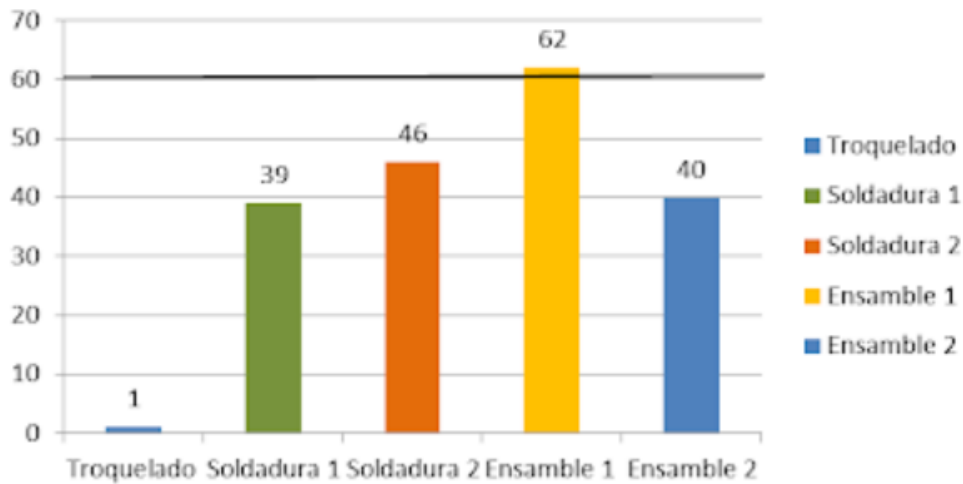


Figura 2-7 Tiempo de ciclo- Tiempo Takt.

Como se puede observar en la Figura 2-7, la actividad *Ensamble 1* es lo que se denomina un "cuello de botella" y deben enfocarse los esfuerzos en encontrar una solución que permita la reducción del tiempo de ciclo.

Como posible solución, se agruparán los procesos de ensamble y soldadura para crear un flujo continuo que comprenda las tareas de ambas.

Queda pues el corte o troquelado como una operación independiente (centro de trabajo con un único operador), y las tareas de soldadura y ensamble con un bucle de 3 operarios.

VSM futuro: Fabricación de partes metálicas

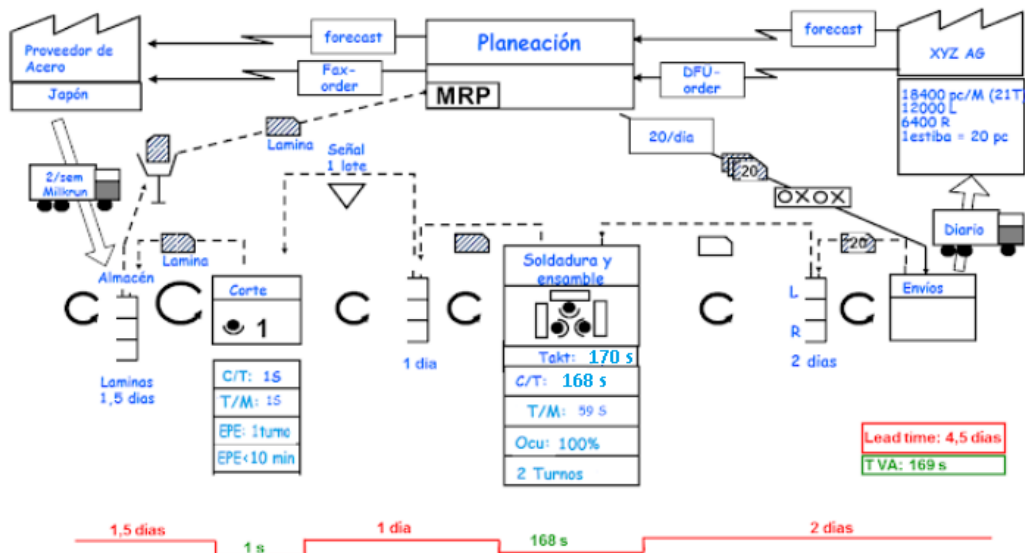


Figura 2-8 Ejemplo VSM futuro.

Como se puede observar en la Figura 2-8, con la agrupación de los trabajos de ensamble y soldadura convirtiéndolos en un flujo continuo se reduce el tiempo de valor agregado para este proceso de 187 s a 168 s.

Mediante la aplicación de kanban se ve reducido el tiempo de inventario de 23.6 d a 4.5 d a través de la adecuación de la producción de los procesos de corte a las necesidades del proceso de soldadura y ensamblaje, y la adecuación del proceso de producción de ensamble a los requerimientos del cliente.

La mejora que se observa en el VSM futuro es la reducción de valor agregado y tiempo de inventario, que se traduce en la reducción de los despilfarros.

2.2.6 TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Según Nakajima (1992), los operarios deben realizar las tareas de mantenimiento y producción de manera conjunta, de esa forma se logrará la unión del compromiso en la organización, el enfoque de calidad hacia el cliente y el uso de técnicas nuevas de mantenimiento. Todo ello provocará un aumento del rendimiento de los equipos de producción dando lugar a una mejora en el producto final.

2.2.7 Sistemas de participación de personal (SPP)

Según Hernández y col (2013), esta herramienta otorga a los empleados la ocasión de manifestar sus ideas o puntos de vista en cuanto a la organización. Llevar a cabo esta herramienta en ocasiones es complicado, ya que se basa en la implicación de los empleados. Esto se logrará mediante un trato directo y la puesta en marcha de técnicas que se ocupen del individuo. Algunas de estas técnicas son:

- Asegurar la seguridad mediante reglas y mecanismos de control.
- Una mejora en las condiciones de trabajo que faciliten un buen ambiente laboral para que incite a la mejora continua.
- Formación para los empleados.
- Es de vital importancia tener una comunicación clara y directa. De esa forma se podrán eliminar dudas de forma más sencilla.
- Mediante la experiencia de los empleados y su formación, podrán participar en el proceso de mejora mediante ideas que mejoren la organización o el proceso de producción, etc.

Habrán dos grupos, uno se encargará de la mejora y el otro grupo se encargará de la producción.

1. Equipos de mejora o equipos Kaizen. Se encargarán de resolver problemas específicos. Poseen formación en técnicas de análisis y técnicas de búsqueda y eliminación de despilfarros o desperdicios
2. Grupos autónomos de producción (GAP). Este equipo se encargará de organizar los procesos y perseguir la consecución de la mejora continua.

3. DESARROLLO DEL PLAN

3.1 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.

3.1.1 Introducción.

El objetivo de implementación de la metodología Lean Manufacturing en la empresa es definir e implantar una nueva estrategia de gestión basada en la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing de mejora continua, particularizada en ella y que suponga una mejora de la eficiencia consiguiendo de esta manera una reducción de los despilfarros.

Los hitos que se plantean en dicha implementación son los siguientes:

- Obtener los flujos de todos los procesos.
- Hacer un análisis de la gestión de la información, con el objetivo de determinar el grado de madurez de la empresa sobre este aspecto que permita decidir sobre la conveniencia de plantear una digitalización de los procesos de intercambio de información, que supondrá una estandarización de todos los registros y sin duda una reducción de errores y aumento de la eficiencia en la transmisión de la información, muy en sintonía con la filosofía LM.
- Análisis, a través de encuestas, del grado de capacitación de los perfiles de todos los Departamentos que componen la empresa a los que se les asignará unas nuevas responsabilidades LM, planteando si se estimara conveniente un plan de formación.
- Aplicación herramientas LM a los distintos procesos.

La situación deseada para esta empresa se caracterizará por una organización y flujos de trabajo similares a los actuales, introduciendo diversos “ajustes” fruto de la aplicación de Lean Manufacturing, que le permitan mejorar la producción y el rendimiento.

3.1.2 Detalles generales de la empresa.

La empresa donde se propone la implementación de la metodología Lean Manufacturing está dedicada a la elaboración, almacenamiento y venta de harina, sémola, germen y salvado. Se cuenta con un almacén de materias primas, laboratorio para realizar los controles y análisis de calidad, y la planta de procesado.

La materia prima con la que se va a trabajar es el trigo. Con dicha materia prima se realizará el siguiente proceso de producción que dará como resultado germen, salvado, harina dorada y sémola (Figura 3-1).



Figura 3-1 Resultado tratamiento del trigo.

3.1.3 Análisis de procesos.

En la Figura 3-2 se representa el diagrama de flujo de los procesos de producción de esta empresa. Todos estos procesos son auditados por el laboratorio de calidad asegurando que todas las secciones cumplan los procedimientos de actuación del modelo diseñado por la empresa. De este modo eso se obtendrá un correcto funcionamiento y estatus de calidad.

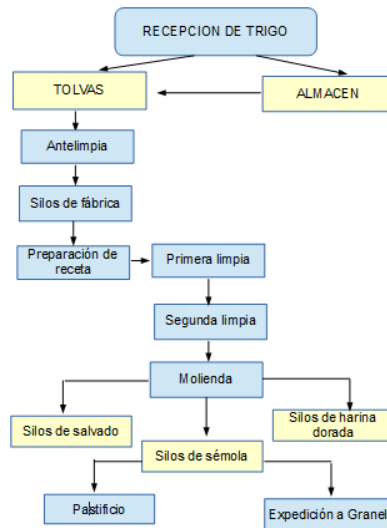


Figura 3-2 Esquema general de la sección de semolería.

3.1.3.1 Recepción de trigo

El proceso que sigue el trigo una vez llega a la fábrica se puede observar en la Figura 3-3:

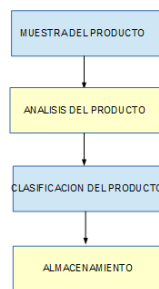


Figura 3-3 Esquema general de la sección de semolería.

Se toma una muestra del trigo recibido para que se analice y catalogue. Una vez tomada esa muestra se procederá a cuantificar la carga mediante una báscula. Una vez que se ha tomado la muestra, el camión se colocará en una báscula para cuantificar su carga.

El análisis de la muestra consiste en rellenar una ficha en la cual se pide la fecha, el proveedor, matrícula del camión, la variedad del trigo y el peso específico entre otras. A continuación, en la Figura 3-4, se puede observar un ejemplo de la ficha mencionada.

MUESTRA DE TRIGO	
Nº MUESTRA	<input type="text"/>
FECHA	<input type="text"/>
PROVEEDOR	<input type="text"/>
FINCA	<input type="text"/>
TFNO	<input type="text"/>
VARIEDAD TRIGO	<input type="text"/>
Peso específico	<input type="text"/>
Vitrosidad	<input type="text"/>
I. caída	<input type="text"/>
Impurezas	<input type="text"/>
MATRÍCULA DEL CAMIÓN	<input type="text"/>
LOCALIDAD	<input type="text"/>
CANTIDAD	<input type="text"/>
Humedad	<input type="text"/>
Proteína	<input type="text"/>
Cenizas	<input type="text"/>
OBSEVACIONES	<input type="text"/>

Figura 3-4 Ficha muestra de trigo.

Una vez es analizado el producto, se catalogará en función del porcentaje de proteínas que el trigo tenga.

- O **Tipo1:** la muestra contiene más del 13% de proteínas.
- O **Tipo2:** la muestra contiene entre el 12 y 13%.
- O **Tipo3:** muestra con menos de 12% de proteínas.

Dicha clasificación puede variar anualmente dependiendo del porcentaje de proteínas que ese año tenga el trigo.

3.1.3.2 Almacenamiento

Una vez realizada la clasificación del trigo se procede a su almacenamiento en silos (Figura 3-5) para su posterior uso. Parte del trigo recibido es empleado al momento y la otra parte se almacena para ser capaces de suministrar salvado, harina dorada y sémola durante todo el año. El coste del almacenaje se supe con la capacidad de suministrar durante todo el año y no tener que comprar trigo fuera de campaña.



Figura 3-5 Silos de trigo.

3.1.3.3 Antelimpia (*limpia suave*)

En las tolvas de recepción del trigo se realiza una limpieza del polvo en suspensión y posteriormente se realiza la antelimpia. En la antelimpia se efectúa un cribado mediante una criba grande por ejemplo (Figura 3-6), para las cáscaras, la paja y piedras grandes, y para otro tipo de residuos como los residuos metálicos se empleará un separador magnético (Figura 3-7).

Una vez retiradas esas impurezas y elementos que sobran se hará pasa a silos de almacenaje en los cuales se encontrará la materia prima lista para su uso, es decir, continuar el proceso de producción.



Figura 3-6 Criba grande para el trigo.



Figura 3-7 Separador magnético.

3.1.3.4 Preparación de receta

En este punto del proceso de producción, se procede a mezclar los trigos catalogados mencionados previamente, en las proporciones correspondientes para respetar el contenido mínimo de proteínas.

3.1.3.5 Primera limpia

En este punto del proceso de producción se eliminan o retiran impurezas o residuos y se mide la humedad del grano del trigo para realizar la molienda. Para que el trigo llegue a este punto del proceso en condiciones óptimas de humedad se requiere una actuación previa en el almacén de materias primas que consiste en el volteo del grano.

Se trasladará al depósito para el primer reposo en el que estará o permanecerá unas siete horas. Pasadas esas siete horas, se llevará para que pase por un canal de aspiración (Figura 3-8) para retirar cualquier impureza que no se haya eliminado previamente. Este canal de aspiración también será capaz de retirar las cáscaras que se hayan desprendido por el rozamiento de los granos entre sí o con las paredes.



Figura 3-8 Canal aspiración con recirculación de aire.

3.1.3.6 Segunda limpia

La segunda limpia consistirá en pelar el grano del trigo. Se hace pasar el grano de trigo por unas máquinas denominadas peladoras. El funcionamiento de dichas máquinas se basa en el rozamiento del trigo con unas piedras que representan la piedra de un molino. Se realizan dos tipos de pelado: uno grueso seguido de uno más fino.

El producto resultante de este proceso es almacenado en un depósito que alimenta al molino.

3.1.3.7 Molienda

Para acabar, la última etapa del proceso de producción es la molienda. La molienda consiste en triturar, el raspado y la compresión del grano del trigo en diversos molinos. Una vez ha sido molido el grano mediante un molino industrial (Figura 3-9), se ha de cribar para catalogarlo según su tamaño.



Figura 3-9 Molino industrial de harina.

Como resultado del cribado se puede tener:

- Salvado: piensos de animales



Figura 3-10 Salvado.

- Harina dorada: elaboración de harina



Figura 3-11 Harina dorada.

- Sémola: producción de pasta



Figura 3-12 Sémola.

- Germen: alimentación



Figura 3-13 Germen.

3.1.3.8 Almacenamiento y venta

Una vez obtenido el producto final se procederá al almacenamiento para su posterior venta.

3.1.3.9 Análisis del Sistema de Intercambio de Información y Grado de Capacitación del personal

Dentro de las actuaciones previas se plantea la realización de unas encuestas para todos los Departamentos y todas las categorías, con un doble objetivo:

1. Conocer el grado de capacitación del personal
2. Conocer los sistemas de intercambio de información.

Del análisis de estas encuestas se deduce la necesidad de establecer unos talleres de formación sobre las herramientas que se van a poner en práctica, con diferentes niveles de profundidad, siendo los más avanzados para el personal seleccionado de cada uno de los departamentos que van a ser los que lideren la puesta en marcha de esta aplicación.

Asimismo, se deduce que el sistema de intercambio de información es muy rudimentario, a base de papel, algunas veces con instrucciones verbales, por lo que se concluye la necesidad de incorporar una propuesta de registros estandarizados e intercambio de información digitales.

3.2 PROYECTO PILOTO/APLICACIÓN

En este punto se procederá a exponer la aplicación de las diferentes técnicas o herramientas explicadas previamente como las 5S o VSM entre otras.

Esta empresa se dedica a tratar y transformar el trigo en sémola, harina dorada, salvado y germen. Todo el trigo se recibe durante la campaña y se almacena para poder suministrar estos productos a otras empresas durante todo el año. Este despilfarro producido por el stock es menor que tener que comprar trigo fuera de campaña para poder suministrar sémola, harina dorada, salvado y germen a los diferentes clientes.

3.2.1 Las 5S

Para la implantación de esta herramienta se deberá realizar una formación previa de todos los operarios y la aplicación de la misma será supervisada en sus primeros pasos por el equipo Lean Manufacturing seleccionado a través de las encuestas.

3.2.1.1 Seiri (Eliminar)

Tras una revisión de la planta se decide retirar con la participación del personal, maquinaria que se observa que está presente no siendo necesaria para el proceso de producción. Del mismo modo se actúa en los talleres de mantenimiento y oficinas, retirando todo aquello que se considere innecesario. Se emplearán unas tarjetas de color rojo (Figura 3-14) que contendrán la información que aparece en el modelo que se adjunta.

TARJETA ROJA	
ARTÍCULO:	
CANTIDAD:	FECHA CLASIFICACIÓN:
PROPIEDAD:	DECIDE DESTINO:
CATEGORÍA	RAZÓN
Máquinas	No se necesita
Accesorios y herramientas	Defectuoso
Materiales	Uso desconocido
Material de oficina	Material de desperdicio
Producto terminado	No se usará pronto
Producto en proceso	Otros _____
DESTINO	
Enviar a cuarentena	Reciclar
Destruir/Tirar	Ajustar cantidad
Enviar a almacén	Compartir
Reubicar	Otros: _____

Figura 3-14 Tarjeta Roja.

3.2.1.2 Seiton (ordenar)

Gracias a la aplicación de la primera de las 5S se garantiza que los espacios de la planta se encuentran libres de maquinaria u objetos que no se estén empleando.

Para la aplicación de la segunda de las 5S se procederá a limpieza de toda la planta para eliminar la suciedad, polvo, óxido, etc. Acto seguido se tendrá que ordenar la oficina, orden en taquillas y baños, delimitación de zona de estacionamiento de maquinaria señaladas con marcas en el suelo. De la misma forma se actuará sobre las zonas de desplazamiento de la maquinaria por la planta. De esta forma estarán despejados los caminos para los operarios y se facilitará el trabajo. Al igual que se delimita y señala la zona para el estacionamiento de maquinaria, se deberá delimitar zonas destinadas para residuos y zonas peligrosas por riesgo eléctrico, uso obligatorio de arnés para trabajos con riesgo de caídas a distinto nivel, etc.

3.2.1.3 Seiso (limpiar)

La tercera de las 5S consiste en detectar fuentes de suciedad y eliminarlos. Para ello se diseñarán unas hojas de control (Tabla 3-1) de la limpieza. En estas hojas de control se deberá informar de quién ha trabajado en el puesto de trabajo, qué maquinaria se ha empleado y quién es el responsable de la limpieza. Una vez se haya limpiado, se deberá mencionar en dicha hoja de control de que la limpieza se ha llevado a cabo y de manera óptima, indicando las incidencias que se

detecten y la fecha de las mismas. Estas incidencias se analizarán en las reuniones periódicas de seguimiento que se determinen.

Tabla 3-1 Hoja de Control de Limpieza.

HOJA DE CONTROL DE LIMPIEZA							
MES:	L	M	X	J	V	S	D
PUESTO:							
RESPONSABLE:							
Retirada de residuos							
Limpieza de entornos de trabajo							
Mantenimiento de zonas de contenedores							
Control de zonas de estacionamiento de maquinaria							
Control de limpieza y orden en almacenes de materia prima							
Control de limpieza y orden en almacenes de producto elaborado							
OBSERVACIONES							

3.2.1.4 Seiketsu (estandarizar)

El Seiketsu consiste en comprobar que los protocolos de actuación de las tres S previas se cumplen. Se verificará que se siguen los protocolos de actuación mediante otras hojas de control (Tabla 3-2), similar a la hoja de control de la limpieza, donde se tendrá en cuenta quién, cómo y cuándo realiza sus distintas tareas.

Tabla 3-2 Descripción de tareas de limpieza.

DESCRIPCIÓN DE TAREAS DE LIMPIEZA
PUESTO:
RESPONSABLE:
DESCRIPCIÓN DE TAREAS:
- Retirada de residuos de contenedores.
- Limpieza de todos los entornos de trabajo.
- Estacionamiento de toda la maquinaria en las zonas previstas para ello.
- Limpieza y ordenamiento de almacenes de materia prima y producto elaborado (tolvas, cintas, etc.).
- Limpieza y control de almacén de repuestos para maquinaria.
OBSERVACIONES
En observaciones se detallarán las incidencias destacables, indicando la fecha en la que se producen estas incidencias se comentarán en las reuniones periódicas de seguimiento.

3.2.1.5 Shitsuke (disciplina)

Se realizará una reunión con los empleados con la intención de concienciar de los beneficios que puede aportar la herramienta de las 5S. Para ello se analizarán las incidencias detectadas, se

expondrán los resultados esperados que se podrán obtener mediante el trabajo de todos. Se ha de recalcar que es imperativo el cumplimiento y seguimiento de las normas, protocolos y estándares definidos por la empresa. Para involucrarlos en la aplicación, los mismos empleados pueden dar sus puntos de vista, opiniones e ideas para mejorar dichos protocolos. Para recordar la obligación del seguimiento de las normas se colocarán carteles por la planta (Figura 3-15 y Figura 3-16).



Figura 3-15 Cartel 1

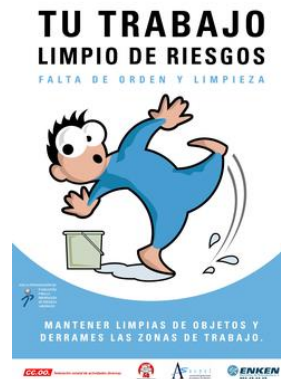


Figura 3-16 Cartel 2

3.2.2 TPM. Mantenimiento productivo total

El primer paso que se ha dado para el establecimiento de las tareas de mantenimiento fue la concienciación de los empleados de la planta. Esto se logró mediante una reunión en la que se han tratado diversos puntos como:

- Un mantenimiento planificado y preventivo. De esta forma se logrará anticipar posibles errores y/o defectos que se pudieran producir.
- Mediante un correcto mantenimiento se podrá proporcionar una mayor seguridad para los empleados, una reducción de los tiempos de producción producidos por averías, defectos, etc.
- Se redactará una ficha individual que depende del puesto de trabajo o de la tarea que ha de realizar para que se lleve a cabo de forma correcta el mantenimiento de la maquinaria empleada (Tabla 3-3).

Tabla 3-3 TPM Carretilla elevadora.

Puesto:

Carretilla elevadora

Responsable:

Regla 1: Preservar la zona de trabajo de la misma forma que se nos entregó, sin manchas, grasa y polvo, facilitando de esa forma la detección de algunas irregularidades

Regla 2: Seleccionar y eliminar las fuentes de suciedad y zonas de difícil acceso respondiendo a las siguientes preguntas:

O ¿Por qué se ha detenido la maquinaria?

O ¿Por qué se ha originado un sobrecalentamiento?

O ¿La lubricación es suficiente?

O ¿Por qué se ha producido una avería?

O Apartar la maquinaria a la zona de inspección para así despejar las zonas de accesos

Regla 3: Instrucción sobre cómo realizar las inspecciones a un equipo mediante una formación de constituida por cursos y una disponibilidad a manuales para los empleados.

O Nivel 1: Inspección (lubricantes, refrigerantes y nivel de combustible)

O Nivel 2: Reemplazo de piezas menores empleando como herramientas solo las manos

O Nivel 3: Reemplazo de piezas menores empleando las herramientas necesarias

Nota: Todos los empleados están capacitados y podrá reclamar

Todo trabajador está cualificado, dispondrá y podrá solicitar los recursos para ejecutar las tareas de los tres niveles

Regla 4: Concienciación por parte de los empleados para ejecutar las tareas de manera independiente siendo ellos mismos los responsables de herramientas y planteando posibles mejoras

Regla 5: Regularmente se trabajará teniendo en cuenta los posibles fallos con el objetivo de evitarlos

3.2.3 Tarjetas Kanban

Es un sistema visual y simple de transmisión de órdenes de fabricación y retirada de materiales entre los distintos centros de trabajo que componen una línea de fabricación mediante unas tarjetas. La transmisión de órdenes se basa en que la línea de montaje final “arrastra” a los materiales que se producen en los centros de trabajo precedentes. Se distinguen dos tipos de kanbans: el kanban de producción y el kanban de transporte.

El kanban de transporte (Tabla 3-4) que indica qué y cuánto material se retirará del proceso previo.

Tabla 3-4 Kanban Transporte.

Próxima localización		KANBAN DE TRANSPORTE
Anterior localización		
Cantidades entregadas		
Transporte		

El kanban de producción (Tabla 3-5) indica qué y cuánto hay que fabricar para el siguiente proceso.

Tabla 3-5 Kanban de producción.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO			
CANTIDAD		F.DE PEDIDO	
PROVEEDOR		F.DE ENTREGA	
RECIBIDO POR		UBICACIÓN	

3.2.4 Técnicas de calidad

3.2.4.1 Matriz de auto calidad

Mediante esta técnica de calidad se podrá controlar de una manera más eficiente y rápida dónde y cuándo se producen los errores. De esta forma se reducirán los tiempos de identificar el error y de las medidas a tomar para corregirlos.

Esta matriz de autocalidad (Tabla 3-6) se constituirá a partir de una hoja de control de errores, anomalías o incidentes. Una vez esté rellena dicha hoja de control se podrá analizar y concretar en qué fase o fases del proceso de producción se producen los errores.

Tabla 3-6 Matriz de autocalidad.

		DEFECTO CREADO				
		PROVEEDOR	PUESTO 1	PUESTO 2	PUESTO 3	TOTAL
DEFECTO DETECTADO	PUESTO 1					
	PUESTO 2					
	PUESTO 3					
	CLIENTE					
	TOTAL					

3.2.4.2 Análisis PDCA

El empleo de esta técnica se efectuará en las reuniones diarias para evitar la aparición de problema o fallas siguiendo los pasos del análisis PDCA (Planificar, Ejecutar, Verificar, Actuar). Tras la aplicación de esta técnica se intenta que no se repitan los fallos y de esa forma mejorar (Tabla 3-7).

Tabla 3-7 Fases del ciclo PDCA.

FASES DEL CICLO PDCA
Fase 1: Análisis de posibles mejoras, bien porque se detecten puntos críticos o defectos o porque el mercado ofrece innovaciones que puedan redundar en la mejora de la eficiencia.
Fase 2: Análisis del impacto de las mejoras que permita su evaluación y puesta en marcha mediante proyectos piloto.
Fase 3: Realizada la prueba piloto deberá constatarse que los resultados de la introducción de las mejoras son los deseados.
Fase 4: Si los resultados son satisfactorios se implanta definitivamente la mejora.

3.2.4.3 Participación del personal y grupos de mejora

El logro de la metodología estudiada en este trabajo, Lean manufacturing, no se sustenta únicamente en la dirección de la empresa, si no que depende de una alta implicación del personal que trabaja en planta. Se ha de concienciar a los empleados de alcanzar el objetivo de cero defectos durante las jornadas laborales.

Para reflejar lo mencionado previamente se determinó:

- La selección del equipo LM por especialidades/departamentos facilitará la implantación de “Lean Manufacturing” en la empresa. Serán los responsables de la motivación de los trabajadores y de la puesta en marcha del proyecto.
- Se propone también la colocación de un buzón de sugerencias para conocer las peticiones de los empleados, que fomente la participación e implicación de “todos”.
- Se plantea, por último, un sistema de mejora continua de los diversos protocolos de los procesos con la participación de todos los trabajadores.

3.2.4.4 Digitalización de la gestión de la información

Todos los procesos de fabricación, más aún los de alimentación, deben disponer de un sistema de trazabilidad que sea capaz, para cualquier lote de producto, de determinar el origen de las materias primas y la información relevante durante la producción referente al cumplimiento de especificaciones de producto, analíticas, controles e incidencias detectadas.

El Departamento de Calidad es el responsable de esta información y lo que se plantea en esta propuesta de mejora es la centralización de toda la información operativa de la fábrica, obteniendo información de proceso de forma automática estandarizando los registros y creando un sistema de carpetas en la nube (CDE) con distintas licencias de acceso a estas carpetas de manera que cuando un documento se vise por un responsable, automáticamente se deposite en la carpeta del siguiente en la cadena de gestión. Esto quedaría resuelto mediante macros o sencillamente buscando una aplicación ERP en el mercado. Los operarios introducirán la información de los registros de forma sencilla eliminando el formato en papel, garantizando la trazabilidad de la información y el cumplimiento de especificaciones de producto. Estos datos podrán servir en un futuro para calcular de manera automática los indicadores de gestión/producción (KPI) que se decidan implantar. Cabe destacar que de este modo se consigue una estandarización de los registros para la toma de datos, lo que está en perfecta sintonía con la filosofía Lean Manufacturing facilitándole el trabajo al personal encargado.

Asimismo, en esta estructura de carpetas se crearán también carpetas compartidas con el exterior (proveedores, clientes, colaboradores externos, etc.), para depósito de documentación requerida a proveedores según especificaciones de compra, facturas, etc.

3.2.5 VSM

En relación al VSM, elemento fundamental para la aplicación de la metodología “Lean Manufacturing”, señalar que, al no disponerse de los tiempos de cada proceso de la cadena de flujo actual, no puede desarrollarse el VSM actual para su análisis y propuesta de un VSM futuro, tras la aplicación de las herramientas LM, sin embargo, dadas las características de esta planta se pueden destacar los siguientes aspectos:

- Respecto al inventario de materias primas, como ya se ha expuesto anteriormente, el trigo destinado a producción de un año se adquiere durante la campaña de recolección y se almacena en la planta por ser la opción más ventajosa económicamente y por tanto, no se puede actuar sobre esta variable pues la empresa trabaja con la opción más ventajosa.
- En cuanto a los procesos de producción propiamente dichos, se producen en un flujo continuo, siendo la molienda el proceso con un tiempo de ciclo mayor, constituyendo por tanto el cuello de botella. Con estas premisas deberá trabajarse de manera que se ajusten los tiempos de ciclo de los procesos anteriores para evitar inventarios de producto semielaborado (pendiente de molienda) o incluso puede pensarse en la definición de un almacén de laminación previo a la molienda que absorba las diferencias de tiempo de ciclo.

4. CONCLUSIONES

Es imposible pretender extraer conclusiones concretas de un desarrollo teórico de implantación de la metodología “Lean Manufacturing” en una empresa ficticia. No obstante, y en términos generales, se puede afirmar que las medidas propuestas suponen una mejora en la eficiencia de los procesos de producción de esta empresa.

La primera conclusión que se puede extraer de este estudio es que la metodología objeto de este TFG es aplicable y beneficioso en cualquier proceso industrial, y en concreto en el sector agroalimentario.

En segundo lugar, poner de manifiesto la gran importancia de la estandarización de los procesos que se propone que, sin duda, redundará en un aumento de la eficiencia y evita errores en la transmisión de información.

En tercer lugar, señalar que la propuesta de implantación de un sistema de gestión de la información en un entorno común de registro de datos, redundará, sin ninguna duda, en:

- Agilización de todos los procesos de intercambio de información.
- Minimización del error humano.
- La mejora de la coordinación-colaboración entre los distintos Departamentos (producción, administración, logística, etc.)

Esta propuesta está en perfecta sintonía con la filosofía general de Lean Manufacturing de estandarización de procesos y mejora continua.

Como conclusión final subrayar de nuevo que esta metodología es un gran complemento aplicable a cualquier industria, incluida la agroalimentaria, independientemente de su madurez respecto a las nuevas tendencias de Industria 4.0.



BIBLIOGRAFÍA

BORRIS, S. (2012). *Strategic Lean Mapping: Blending Improvement Processes for the Perfect Solution*. Ed. McGraw-Hill.

FERRER, R. (2017), *Agroindustria 4.0*. <https://www.agrointeligencia.com/agroindustria-4-0/>

GONZÁLEZ BABÓN, J. (2017). *Gestión integral de la calidad*. Ed. BRESCA (PROFIT EDITORIAL).

GRADY, P. J. (1992). *JUST-IN-TIME: estrategia fundamental para los jefes de producción*. Ed. McGraw-Hill.

HERNÁNDEZ MATÍAS, J. C.; VIZÁN IDOPE, A. (2013), *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación*. Ed. EOI ESCUELA DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL.

TORRUBIANO GALANTE, J. (2007). *Lean manufacturing*. Madrid: Ed. CYAN Editores.

JOYANES AGUILAR. L. (2017) *Industria 4.0 La cuarta revolución industrial*. Ed. Marcombo; N.º 1 edición.

RAJADELL, M; SÁNCHEZ, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*, Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

MONDEN, Y. (2012). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*. Ed. 4th. Boca Raton: Taylor & Francis.

NAKAJIMA, S. (1992). *Programa de desarrollo del TPM: implantación del mantenimiento productivo total. Tecnologías de Gerencia y Producción*. Ed. Madrid Tecnologías de Gerencia y Producción.

PANDE, P.S.; NEUMAN, R.P. ; CAVANAGH, R. R. (2002). *Las claves de Seis Sigma*. Ed. McGraw-Hill.

ROTHER, M.; SHOOK, J. (1999.). *Learning to see. Value Stream Mapping to create and eliminate muda*. Ed. The Lean Enterprise Institute Brookline, Massachusetts, USA.

SOCCONINI PÉREZ, L. V.; BARRANTES VERDÍN, M. A. (2020). *El proceso de las 5 s en acción*. Ed. Marge Books

TRENT, ROBERT J. (2008). *End-to-End Lean Management: A Guide to Complete Supply Chain Improvement*. Ed. J. Ross Publishing

VELASCO SÁNCHEZ, J. (2005). *Gestión de la calidad: mejora continua y sistemas de gestión: teoría y práctica*. Ed. Pirámide.

VILLASEÑOR CONTRERAS, A.; GALINDO COTA, E. (2009). *Manual de Lean Manufacturing. Guía básica*. Ed. Limusa.

CARREIRA, B. (2005). *Lean Manufacturing That Works*. Ed. Amacom.

WILSON, L. (2009). *How to implement Lean Manufacturing*. Ed. McGraw-Hill.

Figura 0-1 Beneficios de la implantación Lean. Estudio 300 empresas Aberdeen Group, 2004

Figura 2-1 Principios básicos metodología Lean Manufacturing:

https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/aseguramiento_calidad/unidad3_pdf3.pdf

Figura 2-2 Gráfico despilfarros: Elaboración propia.

Figura 2-3 Representación de la metodología: Elaboración propia.

Figura 2-4 Representación Análisis PDCA: <http://leanroots.com/PDCA-Deming.html>

Figura 2-5 Simbología de la cadena de valor o VSM:

[http://evaluador.doe.upv.es/wiki/index.php/VSM_\(Value_Stream_Mapping\)](http://evaluador.doe.upv.es/wiki/index.php/VSM_(Value_Stream_Mapping))

Figura 2-6 Ejemplo VSM: http://mapadelflujodevalor.blogspot.com/2013/11/ejemplo_21.html

Figura 2-7 Time takt-Tiempo de ciclo:

http://mapadelflujodevalor.blogspot.com/2013/11/ejemplo_21.html

Figura 2-8 Ejemplo VSM futuro: http://mapadelflujodevalor.blogspot.com/2013/11/ejemplo_21.html

Figura 3-1 Resultado tratamiento del trigo: <https://www.cooperativasimbiosis.com/harinas/>

Figura 3-2 Esquema general de la sección de semolería: Elaboración propia.

Figura 3-3 Esquema general de la sección de semolería: Elaboración propia.

Figura 3-4 Ficha muestra de trigo: Elaboración propia.

Figura 3-5 Silos de trigo: <https://pxhere.com/es/photo/773868>

Figura 3-6 Criba grande para el trigo: <https://www.cribas.com.es/criba-grande-trigo/>

Figura 3-7 Separador magnético: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/grain-wheat-maize-seed-magnetic-separator-60528880614.html>

Figura 3-8 Canal aspiración con recirculación de aire:

https://www.buhlergroup.com/content/buhlergroup/global/es/products/air-recycling_aspirator.html

Figura 3-9 Molino industrial de harina: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/amec-professional-grain-maize-corn-processing-industrial-flour-mill-60835284893.html>

Figura 3-10 Salvado: <https://harinaslafuentsanta.com/producto/salvado-detrigo-y-centeno-panificable/>

Figura 3-11 Harina dorada: <https://www.marialunarillos.com/harina-00-especial-pasta-fresca-1-5-kg-el-amasadero.html>

Figura 3-12 Sémola: <https://www.silviocicchi.com/pizzachef/farina-di-semola-e-semola-rimacinata-le-differenze/?lang=es>

Figura 3-13 Germen: <https://www.frutoseco.com/es/semillas-legumbres/56-germen-trigo-400-donde-comprar.html>

Figura 3-14 Tarjeta roja: <https://sgmspanain.wordpress.com/tag/lean-manufacturing/>

Figura 3-15 Cartel 1: <https://www.pinterest.es/pin/630926229022106952/>

Figura 3-16 Cartel 2: <https://app.funprl.es/es/dem/catalog/details/1236>

Tabla 3-1 Hoja de Control de Limpieza: Elaboración propia.

Tabla 3-2 Descripción de tareas de limpieza: Elaboración propia.

Tabla 3-3 TPM Carretilla elevadora: Elaboración propia.

Tabla 3-4 Kanban Transporte: Elaboración propia.

Tabla 3-5 Kanban de producción: Elaboración propia.

Tabla 3-6 Matriz de autocalidad: Elaboración propia.

Tabla 3-7 Facetas del ciclo PDCA: Elaboración propia.