



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

Trabajo final de grado

“Introducción a la metodología Lean Manufacturing en la empresa aeronáutica”

Alumno: Salvador Francisco Peña Vallés

Tutor: Vicente Barres Fabado

Curso: 2015-2016

INDICE

RESUMEN	4
1.- Historia evolutiva de la producción y aparición de la metodología Lean Manufacturing	5
1.1.- HISTORIA DE LA PRODUCCION.....	5
1.1.1.- Período antiguo.....	6
1.1.2.- Período de la Revolución Industrial	8
1.1.3.- Período de la evolución histórica de la administración de la producción y de las operaciones	10
2.- Grandes áreas de la metodología Lean Manufacturing	16
2.1.- Estandarización	16
2.2.- Heijunka	18
2.3.- Kaizen	19
2.4.- Jidoka	20
2.5.- JIT	23
2.6.- Herramientas	26
3.- Desarrollo de las distintas herramientas para la eliminación de desperdicios en la metodología Lean Manufacturing.....	28
3.1.- Control visual	28
3.2.- 5s.....	32
3.3.- Kanban	34
3.4.- SMED.....	38
3.5.- TPM	40
3.6.- Layout.....	43
3.7.- Supermercados	48
4.- La empresa	54
5.- Lean en Airbus Helicopters España.....	57
6.- Proyecto Kaizen.....	64
6.1.- Problema	64
6.2.- Marco teórico.....	65
6.3.- Propósito	68
6.4.- Metodología.....	69
6.5.- Presupuesto	74
6.6.- Formulario.....	77
6.7.- Resultados.....	77
7.- Conclusiones	81
BIBLIOGRAFÍA.....	84

RESUMEN

Con este trabajo se pretende entender cómo se ha implantado la filosofía “lean” en una empresa concreta, Airbus Helicopters España, así como los beneficios que dicha organización ha obtenido.

Entendemos que este tema es importante porque en los últimos años la competencia en la industria aeronáutica ha crecido muchísimo y ello supone la necesidad de una constante adaptación de las empresas que la conforman. Los consumidores son más exigentes en todos los sentidos, por lo que las empresas han de ser más flexibles y la utilización del LM da resultados satisfactorios. El trabajo empieza explicando los orígenes de la teoría “lean”, así como los principios y las herramientas más comunes que la conforman. También se comentan las generalidades a la hora de implantar la filosofía productiva y los resultados que se logran según diversas investigaciones.

Posteriormente, mostramos los resultados alcanzados por Airbus con la introducción de esta filosofía en sus plantas. Se analizan los principios y las herramientas que han utilizado, muchos de los cuales coinciden con los comunes, pero también observamos que crean otros nuevos. Además, explicamos algunos de los procesos que se llevan a cabo a diario en la factoría.

Por último, y en base a los resultados en términos de productividad alcanzados, concluimos que el establecimiento del LM es beneficioso para la organización, ya que refuerza todo el proceso de fabricación, lo hace más ligero y flexible y, por tanto, menos costoso. Y ello, en definitiva, favorece a la empresa y a sus clientes.

1.- Historia evolutiva de la producción y aparición de la metodología Lean Manufacturing.

1.1.- HISTORIA DE LA PRODUCCION

Antes de poder hablar de la historia de la producción, procederemos a definirla para saber qué es lo que nos concierne.

En principio se definió como un proceso que al final del cual se obtendría algo útil y vendible, pero al analizar dicho concepto la realidad se impone. Todo lo que se produce no es útil, como por ejemplo la producción de drogas ilegales, no son útiles a la sociedad pero son vendibles.

Según el diccionario:

Proceso por medio del cual se crean los bienes y servicios económicos. Todo proceso a través del cual un objeto, ya sea natural o con algún grado de elaboración, se transforma en un producto útil para el consumo o para iniciar otro proceso productivo. La producción se realiza por la actividad humana de trabajo y con la ayuda de determinados instrumentos que tienen una mayor o menor perfección desde el punto de vista técnico.

La definición conclusiva que alcanzamos es:

Un proceso de transformación social de la naturaleza, mediante el trabajo y el capital en objetos de valor y de uso. Además podemos decir que la producción es un sistema, ya que es un conjunto de partes o elementos relacionados unos con otros para formar un todo.

Una vez queda definida lo que es la producción podemos dar paso al desarrollo de la historia de su evolución.

Hay tres periodos fundamentales en la historia de la producción: antiguo, la revolución industrial y la administración de la producción.

1.1.1.- Período antiguo

Se puede afirmar que el hombre prehistórico, según los restos arqueológicos hallados en diversos lugares del planeta, principalmente en Europa, se preocupó por satisfacer sus necesidades básicas de alimentos y vestido. Para lograr este propósito se valió de una gama de procedimientos aplicados a la agricultura y a la caza, en donde primero se limitó a la utilización de un esfuerzo manual directo; para posteriormente incorporar herramientas que hicieran más funcional el trabajo y que fue mejorando paulatinamente en la medida que transcurría el tiempo.

Desde el punto de vista de la producción es bueno destacar que el hombre observó que al mejorar sus procedimientos de trabajo también mejoraba sus condiciones de vida, esto se presentaba ya que la producción se multiplicaba con respecto a un procedimiento anterior de manera relevante. Así fue como surgieron los primeros cuchillos, hoces, arados elaborados de diferentes materiales y que representaron una mejora espectacular en su momento.

Con la invención de la escritura se sientan las bases de la historia, se inicia la evolución cronológica de las actividades humanas con el medio en el cual se desenvuelve, así tenemos y para el desarrollo de este tema, que se enfocará esta rama del saber humano desde el punto de vista de la producción. Si nos remontamos a aproximadamente 10.000 años atrás, nos daremos cuenta que las primeras civilizaciones utilizaban métodos arcaicos de producción, sin embargo no deja de asombrar al hombre de ciencia moderno, las construcciones fabulosas fruto de una organización disciplinada y rígida en donde se plasmaba toda la grandeza del soberano del momento.

Una de las características notables del período antiguo es que el modo de producción-trabajo, estaba concentrado básicamente en el sometimiento del hombre por el hombre y en algunos casos el pueblo pagaba tributo al gobierno o recibía alguna remuneración en especies si colaboraba con la construcción de templos y palacios.

En el periodo antiguo se puede considerar a la producción como un elemento importante para el desarrollo de los pueblos, pero en contraste a ello tenemos una

percepción muy de la época de esclavizar al hombre para obtener los beneficios necesarios derivados de la producción. Las grandes civilizaciones no se preocupaban por fomentar la creación de nuevas tecnologías que mejorasen el trabajo, ya que estos eran llevados a cabo por los esclavos y en algunas culturas se consideraba al trabajo como una maldición de los dioses que solo podía ser ejercida por estas infortunadas personas.

Claro está, que esto no impidió que en algunas civilizaciones aparecieran hombres que hayan quedado reflejados a través de la historia por sus valiosos aportes a la producción. En este orden de ideas se podría mencionar al inventor griego Arquímedes (287-212 a.C.) el cual dio la concepción básica del tornillo que lleva su nombre, estudió la mecánica de la balanza e inventó la romana. También el esfuerzo combinado del hombre a través del tiempo en perfeccionar la rueda hidráulica y los molinos de viento que accionaban el bombeo del agua para los sistemas de riego y la molienda del grano para la obtención de la harina. Con respecto a la Edad Media, de Kranzberg citamos lo siguiente:

En la época de los francos, las guadañas se hicieron corrientes y a finales del siglo VIII Carlomagno quiso dar al mes de julio la denominación de <<mes del forraje>>. Ya que además de la obtención de forraje las tierras se fertilizaban. Después de cada cosecha el ganado de cada pueblo era llevado a campo abierto para que ramonease el rastrojo, dejando además sus heces como abono para la siguiente cosecha. Por tanto los campesinos medievales de la región noroccidental de Europa crearon un nuevo sistema de producción alimentaria más equilibrado y eficiente que todo lo que se hubiera hecho hasta entonces.

De acuerdo al párrafo citado, en este período se comienza a tomar conciencia en la importancia de la fertilización de los suelos. Con este descubrimiento se incrementó considerablemente la productividad de los sistemas de transformación agrícolas. Por lo demás, se percibió que en la edad media no se mostraron aportes significativos en el mejoramiento de los sistemas productivos.

1.1.2.- Periodo de la Revolución Industrial

En la búsqueda de nuevas rutas de comercialización en el siglo XVI, los países de Europa occidental trataron de encontrar vías de navegación que les permitiera el intercambio de productos sin incurrir en las dificultades que comúnmente se presentaban por el bloqueo turco.

Esta empresa tuvo éxito, ya que por los descubrimientos geográficos se encontraron nuevas rutas y el poder de estos países se incrementó por el fructífero comercio llevado con las nuevas tierras descubiertas. Este es el caso de América, donde varias civilizaciones encontradas por los europeos estaban bastante desarrolladas en varios renglones, aunque en otros estaban sumamente atrasadas. Más aun en otras regiones sin descubrir para ese entonces, como el continente que conocemos hoy en día que lleva el nombre de Oceanía. Ello influyó considerablemente en los sistemas de producción de cada región. Sin embargo es justo reconocer que los Incas en América, tenían un sistema de producción por terrazas aplicados a la agricultura que evitaban la erosión de los suelos y por analogía los indios Timoto-Cuicas lo aplicaban en los Andes venezolanos. Por otro lado, los sistemas de irrigación agrícola aplicados por los Aztecas en México, asombraron a los españoles a su llegada a ese imperio.

Mientras tanto en Europa se comercializaba en los puertos con artículos desconocidos para la época, como lo era el tabaco, la caña de azúcar, el cacao y el café entre otros, provenientes de las tierras conquistadas y a su vez, en la medida que las colonias se poblaban surgía la necesidad de abastecerlas con diversos productos; especialmente con los textiles, condición que habría de perdurar durante todo el siglo XVII. En Inglaterra no hubo otro insumo tan importante como el algodón, ya que el mismo dio origen a la mecanización textil en serie.

Es importante destacar que en este país aproximadamente para el siglo XVIII existía una crisis en el campo debido a la insuficiencia de tierra y a la superpoblación rural. El campesino prefería incorporarse a las crecientes urbes en condiciones de salubridad ínfimas, pero que al menos le aseguraba el sustento diario. Por otro lado la creciente demanda de productos, la existencia de un capital cuantioso derivado de un floreciente comercio y la abundancia de una mano de obra barata, fueron los factores

que motivaron la innovación de herramientas y maquinarias utilizables en el diseño de nuevos procesos productivos que fueran capaces de satisfacer la demanda existente. Si los productos elaborados no ofrecían una calidad muy elevada, este hecho no era necesariamente importante, siempre y cuando fuese barata.

Todo este movimiento que se produjo especialmente en Inglaterra, es lo que ha quedado señalado en la historia como la Revolución Industrial. Dicha revolución permitió la concepción de maquinarias e ingenios que posibilitó aumentos extraordinarios en la producción, al transformar las materias primas, agilizar el transporte y las comunicaciones de la época e hizo posible la especialización del trabajo, dejando atrás la autonomía de las personas en la elaboración de los productos ya que se les entrenó para trabajar en grupo.

La proliferación de inventos en un periodo relativamente corto en relación a la historia precedente, es lo que ha permitido ubicar a la Revolución Industrial entre comienzos del siglo XVIII y finales del siglo XIX y para algunos eruditos la Revolución Industrial sigue en vigencia hasta nuestros días. Entre algunos inventos importantes que caracterizaron este período, podemos mencionar el perfeccionamiento de la máquina textil introducidos por Juan Kay y Vaucanson en los comienzos del siglo XVIII, mientras Kay inventa la lanzadera volante que aumenta la velocidad del tejido, algunos escritores ingleses atribuyen a Vaucanson el mejoramiento de la barra, el movimiento de cremallera y piñón para regir las lanzaderas. En Italia, el desarrollo del molino de viento hacia finales del siglo XV, fue la última aportación a la lista de motores primitivos, hasta la invención de la máquina de vapor. Luego de varios intentos con fenómenos de vapor (motor atmosférico por Newcomen y aportes en trabajos con pistones por Hautefuille, Roberto Hooke y a Samuel Molerand) surge la concepción de la Máquina de vapor por James Watt en 1764. Dicha máquina permitió el accionamiento rápido del transporte fluvial y terrestre para la época.

La Revolución Industrial significó un cambio radical en las formas de producir de aquella época y se puede asegurar que lo continúa siendo hasta nuestros días. Los cambios primordiales se pueden resumir en los siguientes puntos:

a) La sustitución paulatina de los sistemas agrícolas por los sistemas industriales.

- b) La máquina desplaza al procedimiento manual.
- c) El aumento de los grandes centros industriales y concentración de capital.
- d) La internacionalización de los mercados.
- e) Los obreros se constituyen como nueva clase social.
- f) Producción escandalizada y a gran escala.

Las grandes inversiones y las ganancias producidas se invirtieron en nuevas industrias mecanizadas. Empieza a notarse a nivel mundial la diferencia de países pobres con respecto a los ricos, producto del grado de industrialización de estos últimos con respecto a los primeros.

1.1.3.- Período de la evolución histórica de la administración de la producción y de las operaciones

Los períodos precedentes han tratado de hacer un recuento histórico de lo que ha sido la producción a través del tiempo y como ha estado arraigada a la vida del hombre en la satisfacción de sus necesidades primarias. Aunque con los principios enunciados por Charles Babbage se da introducción a lo que es la Administración Científica del trabajo, es el ingeniero Frederick Taylor quien postula formalmente esta nueva rama del saber humano para comienzos del siglo XX.

Frederick Taylor publica una serie de trabajos en donde el hombre ocupa un puesto importante en el proceso productivo y es el primero que hace una sistematización de la producción. Por esta razón es que a continuación se desarrolla una serie de etapas que tratarán de explicar el proceso de evolución de la administración de la producción y de las operaciones.

1.3.1.- Etapa de la administración industrial

Se caracteriza por estar influenciada por los años de la revolución industrial en donde el operario se consideraba como una máquina andante y que lo único que lo incentivaba al trabajo era la remuneración salarial. Es aquí donde Taylor postula la sistematización de la producción basándose en dos puntos importantes:

a) La División del Trabajo: Tomar la especialización como base para la repartición de los trabajos. Taylor consideraba que si un operario se especializaba en una tarea determinada, con el tiempo y debido a la experiencia acumulada, podía contribuir al mejoramiento de la productividad.

b) La Separación del Trabajo: Propuso que todo trabajo intelectual debe ser separado del trabajo manual o físico. Ello condujo a la racionalización del trabajo y consecuentemente el diseño de cargos simples y elementales.

Además de estos dos puntos esenciales Taylor aportó el análisis de estudios de tiempos y movimientos, que buscaba la eliminación de movimientos inútiles en el trabajo; programas de motivación y recompensa salarial de los obreros y el mejoramiento de las condiciones en los talleres.

Análogamente los esposos Gilberth acentúan los trabajos de estudios de movimientos en los puestos (1901). En la administración de los inventarios es importante señalar la derivación de la curva de todos los costos relevantes que tienen que ver con los mismos, llamado lote económico aportado por Ford Harris (1915).

Se profundiza en el estudio del comportamiento del hombre y entran nuevos profesionales en la rama de la psicología que demuestran que no solamente el salario motiva al hombre. Estos estudios están reflejados en la escuela de las relaciones humanas llevadas a cabo en Hawthorne por Elton Mayo en 1927. Podemos considerar que esta etapa se inició en los primeros años de La Administración Científica y perduró hasta los años 30.

1.3.2.- Etapa de la Administración de la producción

Esta se particulariza por la utilización de la inferencia estadística para el estudio de la producción y es así como surgen los programas de muestreo e inspección y las cartas de control.

Además se desarrollan estrategias matemáticas para la optimización de los recursos bélicos durante la segunda guerra mundial y se establece la concepción de la investigación de las operaciones, que una vez culminado el conflicto mundial sus técnicas fueron tomadas por la administración de las empresas. Es importante saber

que el hombre en esta etapa empieza a tomar conciencia que lo importante no es la producción en masa como se pensaba en la Revolución Industrial, sino que existe un cliente al cual hay que satisfacer con productos de buena calidad.

1.3.3.- Etapa de la Administración de las Operaciones

Se señala la concepción de esta etapa alrededor de los años 50 y se diferencia de las etapas anteriores en que la producción no solamente se basa en la fabricación de bienes tangibles, sino también en la generación de productos intangibles denominados servicios. Es conveniente entonces, denominar a la gerencia de bienes y servicios como una función de operaciones, en donde se debía estar íntimamente relacionado con las funciones de mercadotecnia y finanzas. Surge la aparición de las computadoras y la automatización que permite la rapidez de las operaciones en las empresas. En Japón, Tahichi Ohno estudia el mejoramiento de la productividad por medio del sistema de producción Toyota cuya esencia principal es el aprovechamiento del tiempo invertido entre proveedores, organización y clientes mediante la filosofía del justo a tiempo. Aunque este sistema existía 30 años antes no fue sino a raíz de la primera crisis del petróleo en 1973 que tomó importancia para occidente.

Es en esta empresa, Toyota, es donde aparece la primera concepción de la metodología Lean Manufacturing.

A continuación se detallan tres definiciones; dos de las cuales son técnicas y extraídas del diccionario y la tercera es la imagen que tiene Airbus Helicopters de lo que debe ser Lean:

-Lean Manufacturing es “una filosofía /sistema de gestión sobre cómo operar un negocio”. Enfocando esta filosofía/sistema de herramientas en la eliminación de todos los desperdicios, permitiendo reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorando la calidad y reduciendo los costos.

- 1) El Just In Time «producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan», este pilar es más conocida que su segundo pilar.

2) Jidoka que en esencia significa no dejar pasar nunca un defecto a la siguiente operación y liberar a la gente de las máquinas.

-Lean Manufacturing, como una filosofía de trabajo, cuyo objetivo es la eliminación de todo tipo de desperdicio, para así conseguir la máxima eficiencia en todos los procesos y, por ende, la competitividad de las empresas, siempre basándonos en la aportación de las personas relacionadas.

Lean Manufacturing (Airbus):

Sistema de producción basado en tres ideas como : valor añadido, la parte del producto por la que el cliente paga; no valor añadido necesario, herramientas que utiliza la empresa para la reducción en el coste de producción y los desperdicios, todo valor no añadido e innecesario que la empresa debe eliminar para lograr la máxima rentabilidad.

Conclusión:

Lean:

Filosofía de producción basada en el análisis de todos los procesos con el objetivo de eliminar los desperdicios.

Desperdicios:

- Todo por lo que el cliente no paga.
- Todo aquello que no manipula ni altera el producto.

Todo lo que definimos como desperdicio es innecesario; otra cosa es que podamos o no eliminarlo, entonces hablaremos de “no valor añadido NECESARIO”.

1.3.4.- Etapa de la Administración por Procesos

De acuerdo a las últimas tendencias relacionadas con enfoques gerenciales, se pronostica que éste es el nuevo enfoque que se le dará a la gerencia de operaciones ya para finalizar el siglo XX; y está basado en las siguientes corrientes:

- a) Calidad Total (1980). La cual toma dos grandes aspectos aportados por el Dr. Deming, el primero es el compromiso de los trabajadores y la alta gerencia de tomar una actitud positiva hacia la calidad en todos los niveles de la organización, y el segundo es el mejoramiento estadístico de los procesos.
- b) Reingeniería de los Procesos (1990). Corriente que afirma que existen dentro de la organización procesos que aunque se mejoren continuamente, siempre van a dar más de lo mismo. En este caso simplemente hay que estudiar los procesos y rediseñarlos totalmente, adaptándolos a las nuevas exigencias del mercado.
- c) Organizaciones Inteligentes (1990). Se basa en el estudio de cinco disciplinas básicas que rigen el comportamiento del recurso humano para prepararlo hacia una actitud para el cambio, en un mundo moderno que se encuentra en constante interacción y en medio de una globalización de los mercados que se vuelve cada día más exigente y competitivo. A estas cinco disciplinas se les denomina de la forma siguiente: Visión Compartida, Maestría Personal, Modelos Mentales, Aprendizaje en Equipo y Pensamiento Sistémico.
- d) Benchmarking (1990). Enfoque administrativo que estudia los procesos más exitosos de las mejores empresas para ponerlos en práctica en las organizaciones con problemas en sus propios procesos. Se puede decir entonces que una empresa cuando busca aplicar benchmarking, es decir, aprender de otras organizaciones, busca su mejoría y por lo tanto una mejor productividad, puesto que todas las investigaciones realizadas e ideas obtenidas le permitirán a la organización poner en marcha estrategias que le permitan redundar en un incremento significativo de la productividad.
- e) Supply Chain (1990). Enfoque de cadenas de suministros cuya propuesta básicamente se centra en la integración de procesos como elemento fundamental en la optimización de resultados organizacionales. Con esta propuesta entonces, resulta imperativo que los miembros de una cadena de suministro trabajen en un esfuerzo conjunto a fin de minimizar los costos totales de transportación, almacenamiento, distribución, y colocación final del producto. La eficiencia y la efectividad de la

administración del flujo de materiales a través de la cadena de suministro se consideran de vital importancia a la hora de alcanzar el éxito organizacional.

2.- Grandes áreas de la metodología Lean Manufacturing.

La empresa, según la filosofía Lean Manufacturing, se sustenta sobre unos pilares que son el resultado del uso de unas herramientas o procedimientos que definiremos a continuación. Estos pilares a su vez se apoyan sobre una base. Así queda pues definida una especie de casita en la que el tejado es la propia excelencia industrial (mayor calidad, menores costes, menor plazo de entrega, mayor seguridad, motivación plena) de la empresa en cuestión.

Base: la base consta de tres conceptos: Estandarización, Heijunka y Kaizen.

A continuación definiremos y explicaremos cada uno de estos conceptos para así poder comprender la base de la filosofía en la que consta este trabajo.

2.1.- Estandarización

Es la consecución de la estabilidad en los procesos. Y a esta estabilidad se llega resolviendo cuestiones como:

- ¿Qué tengo que hacer?
- ¿Cómo lo tengo que hacer?
- ¿A qué velocidad lo tengo que hacer?

Para hacerlo más fácil utilizaremos el ejemplo de la producción de una empresa ficticia en la que se producen 3 tipos de cajas cuya materia prima es el cartón.

En la cadena de producción hay 9 trabajadores, pero cada uno está formado para un solo proceso en la cadena de producción, 3 para cada habilidad (corte, doblado y acabado final).

Pues bien, actualmente cada operario se encarga de realizar el proceso entero de la manufacturación de cada tipo de caja. Y cada caja tiene un proceso de producción distinto.

Lo que propone el primer fundamento de la base de esta filosofía es que cada operario explote la habilidad para la que anteriormente ha sido formado. Para resolver las preguntas, deberemos establecer unos principios:

- Hay 3 operarios para corte, 3 para doblado y 3 para acabado final, cada uno para un tipo de caja.
- Debemos establecer el tiempo de producción que le debemos establecer a cada tipo de caja. Por ejemplo:

Tipo de caja	Tiempo en minutos
1	2
2	5
3	10

Tabla 1

- También el tiempo que nos proporciona el cliente para entregarle el lote para así poder extraer el tiempo de dedicación que le daremos a cada tipo de caja.

Ahora ya podemos resolver las preguntas:

- ¿Qué debo hacer?
Cada operario ha sido formado para dedicarse a una fase del proceso de producción, por lo tanto el que corta, siempre cortará y nunca se dedicará a doblar o a darle el acabado final al producto. Y su proceso siempre se realizará en la misma ubicación de la fábrica.
- ¿Cómo lo tengo que hacer?
De esto se ocupa el propio formador de la empresa en cuestión, aunque es habitual que en un proceso de producción en una factoría siempre haya una especie de guía para ayudar a cada operario por si ese operario en cuestión es novato o movido de ubicación.

- ¿A qué velocidad lo tengo que hacer?

Estos tiempos quedan estipulados según la demanda del mercado, eso sí, nunca se incrementarán los minutos de producción, siempre bajarán o se estabilizarán; aunque esto no nos concierne en estos momentos.

Para alcanzar la estandarización absoluta deberemos respetar las pautas ahora descritas e incluso, en la medida de lo posible, hacerlas más exigentes si cabe.

En el momento en el que alguna de las respuestas no se efectúe como estipula la empresa, ésta pierde el crédito de proceso de producción estandarizado y no puede alcanzar la cúspide de la “casita” siendo esta la excelencia industrial.

2.2.- Heijunka

Es el elemento de la base posiblemente más relevante del Lean Manufacturing. Es el equilibrio, dependiendo de la demanda del mercado de las unidades producidas evitando a toda costa un nivel de inventario elevado. Tener stock significa pérdidas, ¿por qué? Una unidad en stock supone un gasto de almacenamiento, una unidad que no proporciona ganancias a la empresa, más bien pérdidas de mantenimiento por ejemplo.

En el caso de nuestra empresa ficticia:

- Tenemos un cliente que nos pide un lote de 200 cajas tipo 1, 75 cajas tipo 2 y 50 cajas tipo 3.
- Tenemos otro cliente que nos pide un lote de 150 cajas tipo 1. 100 cajas tipo 2 y 30 cajas tipo 3.

Así tenemos un total de 350 cajas tipo 1, 175 cajas tipo 2 y 80 cajas tipo 3.

Nosotros como responsables de la gestión de la producción decidimos producir 600 cajas tipo 1, 500 cajas tipo 2 y 400 cajas tipo 3 porque pensamos que en pocos días llegarán más clientes que nos pedirán lotes ya que tenemos precios con los que podemos revolucionar el mercado.

Entregamos los lotes y nos quedamos con: 250 cajas tipo 1, 325 cajas tipo 2 y 320 cajas tipo 3. A estas alturas nuestros competidores en el mercado han mejorado sus precios

llegando a nuestro precio incluso y por lo tanto siendo una competencia fuerte. Pues bien ahora no solo no tenemos muchos clientes sino que de los que teníamos muchos ya no nos piden a nosotros los lotes de cajas porque nos superan en relación calidad precio, por ejemplo.

Pues bien, esas cajas pasan a ser parte del stock y hasta que consigamos venderlas debemos almacenarlas y mantenerlas. A parte de perder espacio en la fábrica, debemos incluir el gasto de los operarios debido a que ellos siguen trabajando y produciendo.

El Heijunka, también llamado nivelado de la producción pretende evitar el caso anteriormente mencionado.

Aunque este elemento de la base es muchas veces el más importante considerado, es desde el bajo de punto empresarial el más fácil de resolver y mantener. Producir una vez tengamos el producto vendido.

2.3.- Kaizen

También llamado mejora continua, es el elemento de la base de la filosofía Lean más importante bajo el punto de vista de los expertos dado que es el elemento en el que todos los trabajadores de la organización empresarial están involucrados o deberían de estarlo para que funcione la metodología.

Implantar este elemento en la empresa es sencillo, lo complicado es lo anteriormente mencionado, la involucración de todos y cada uno de los integrantes de la empresa desde altos cargos hasta los operarios de taller.

Para implantarlo necesitamos que la gente esté motivada por ayudar a la empresa en su constante renovación para poder conseguir y mantener la competitividad en el mercado.

Continuando con la empresa de las cajas de cartón, podemos implantar el Kaizen realizando un formulario en el que solicitemos la información de la persona que propone la mejora, la zona y área del taller y/u oficina, el ámbito de mejora, la descripción de la misma y el beneficio esperado.

Ejemplo:

Persona: Juan López.

Zona: Taller (Corte). Área: Caja tipo 1.

Ámbito de la mejora: Reducción en el plazo de entrega.

Descripción de la mejora: En lugar de suministrar planchas de una dimensión X con la cual desperdiciamos Y cantidad de cartón, traer planchas de la dimensión 2X para poder reducir los desperdicios tan elevados de cartón y así multiplicar la producción de planchas de cartón cortadas por cada plancha de materia prima.

Beneficio esperado: En lugar de entregar 1 plancha cortada, se entregarían 2 y reduciríamos el tiempo de producción.

Muchos consideran que el Kaizen es el elemento más importante de la base por el hecho de ser el método más directo de reducción de desperdicios que en sí es lo que busca la metodología Lean manufacturing.



Figura 1

Pilares: Los pilares del Lean manufacturing son dos: JIDOKA y JIT.

Estos pilares sustentan el tejado de la casa (excelencia industrial) y se apoyan sobre la base, es decir, sin los tres elementos básicos no se pueden construir estos pilares.

A su vez estos dos pilares se construyen y mantienen mediante las diferentes herramientas creadas con el propósito de dividir las distintas tareas necesarias para su consecución.

2.4.- Jidoka

Es una palabra japonesa que traduce como “autonomación”, que significa “automatización con un toque humano”. La idea es que los trabajadores no tengan que supervisar constantemente el funcionamiento de las máquinas, sino dotar de mecanismos que hagan este control automático y que el trabajador sólo tenga que

intervenir cuando algo va mal, disponiendo de medios para solucionar los problemas en el momento que se producen y evitando que los defectos se propaguen en el proceso productivo.

El concepto de Jidoka es revolucionario por muchos motivos. En primer lugar, choca frontalmente con los esquemas de organización anteriores, donde sólo el jefe de planta podía detener la cadena de producción y donde los trabajadores necesitaban ser supervisados mediante una escalera jerárquica de mando.

Para poder asumir la responsabilidad de detener la línea de producción, el trabajador pasa de ser un peón, que no conoce cómo encaja su labor dentro de todo el proceso, a ser un trabajador cualificado, con visión extremo a extremo del proceso productivo, y con capacidad para tomar decisiones. La figura del controlador o del supervisor es eliminada. Pero, ¿trabajan las personas cuando no las supervisan? Sí, sí que trabajan y además de forma más productiva. El compromiso de los trabajadores es mucho mayor cuando se delega en ellos responsabilidades y cuando se les otorgan medios para denunciar los obstáculos y solucionarlos que cuando rige el paradigma de mando y control donde los trabajadores obedecen y callan.

Otro aspecto revolucionario del concepto de Jidoka es el relacionado con el control de calidad. Tradicionalmente, el control de calidad era realizado por un departamento dedicado, al final del proceso productivo, que desechaba aquellos productos que tenían defectos mediante labores de inspección. Con Jidoka, sin embargo, los departamentos de control de calidad fueron suprimidos. La calidad no se controla. El concepto de “control de calidad” es obsoleto.

Generalmente, el control de calidad por inspección es fruto de la resignación ante la inviabilidad de evitar los defectos. Es decir, cuando es más barato desechar el defecto que prevenirlo o evitarlo, entonces se recurre al control de calidad por inspección. Esto era característico de los sistemas productivos tayloristas y fordistas, exhaustivamente planificados desde el principio a muy largo plazo, donde una vez en marcha la menor modificación del proceso era algo caro, lento, y burocráticamente angustioso y pesado.

Evidentemente, el final del proceso es el lugar donde más caro resulta encontrar los defectos. Producir para desechar es un despilfarro. Además, los departamentos de

control de calidad solían ser áreas temibles de la empresa, que ejercían un control policial sobre el resto de áreas. Lamentablemente, los controles policiales degeneran siempre en pillería. Ante la imposibilidad de solucionar los problemas, y ante el miedo a denunciarlos, los trabajadores no tienen más remedio que encubrirlos y trasladarlos al siguiente eslabón de la cadena. Por esto las actitudes policiales suelen ser contraproducentes, ya que los problemas se ocultan en vez de denunciarse.

La idea de Jidoka es no resignarse ante la producción de defectos, ni al control de calidad por inspección. La calidad no se controla, se produce. Si un proceso produce defectos lo que se produce por sistema es no-calidad. Lo que habrá que hacer es modificar el proceso productivo para que estos defectos no se produzcan y no sea necesario desechar nada. Lógicamente, la modificación de un proceso productivo sólo es posible cuando éste es flexible y está preparado para el cambio, mientras que es inviable cuando las modificaciones son caras, lentas y burocráticamente pesadas. Por esto la adaptación al cambio es un requisito previo del aseguramiento de la calidad.

Con Jidoka los temibles departamentos de control de calidad ya no son necesarios, porque la calidad no es responsabilidad de un único departamento, sino de todos los trabajadores de la empresa. Idealmente no debería haber operarios exclusivamente dedicados a la supervisión de las máquinas, ni a la inspección de los productos. Si hay algún proceso que requiere supervisión constante, la solución es corregir ese proceso para que no la requiera, de forma que la calidad quede automatizada o integrada dentro del propio proceso productivo. El concepto de Jidoka representa esta automatización del control de calidad, agregándole “un toque humano”.

Uno ejemplo de este control de calidad automatizado es el telar inventado por Sakichi Toyoda en 1924. Este telar era capaz de detectar cuándo el hilo se rompía, deteniendo la producción y evitando desperdicios o defectos en el tejido final.

Los Poka-Yoke son mecanismos a prueba de fallo que impiden que algo se haga de forma incorrecta. Por ejemplo, el diseño de muchos conectores como los USB impide que puedan ser conectados del revés. De esta forma, es el propio diseño del proceso de montaje lo que permite asegurar la calidad del producto, sin necesidad de procesos finales de inspección.

Siendo Jidoka un enfoque opuesto al del control de calidad por inspección, con la adaptación al cambio como requisito de partida, es chocante que la mayor parte de las empresas certificadoras de calidad se centren en el establecimiento de puntos de control o inspección para asegurar el estricto seguimiento de un determinado proceso productivo. No se trata de establecer puntos de control por todas partes, sino de modificar el proceso productivo para que dicho control sea innecesario o automático, de forma que no haga falta dedicar operarios a la inspección, y estos puedan dedicarse a labores más productivas. Por otra parte, cuando se insiste en el estricto seguimiento de un proceso, lo que se transmite es un enfoque reaccionario al cambio. Si un proceso produce no-calidad, y lo que se asegura el seguimiento de dicho proceso, entonces lo que se asegura es la no-calidad.

¿Qué tiene que ver todo esto con la Ingeniería de Software? El concepto de calidad que predomina en el mundo de la Ingeniería de Software suele estar ligado a dos aspectos: garantizar el seguimiento de un determinado proceso de producción de software mediante el establecimiento de informes y puntos de control, y garantizar la ejecución de un plan de pruebas exhaustivo por parte de un equipo de pruebas o certificación.

Las pruebas del software, entendidas como una fase final del proceso de desarrollo, no son más que el clásico control de calidad por inspección al final del proceso productivo. Se trata de una práctica diametralmente opuesta al concepto de Jidoka. Desde el enfoque Jidoka las pruebas deberían ser automáticas y los errores no deberían propagarse nunca hasta el final del proceso de desarrollo.

2.5.- JIT

Se traduce en un sistema que tiende a producir justo lo que se requiere, cuando se necesita, con excelente calidad y sin desperdiciar recursos del sistema.

El JIT es una metodología de organización de la producción que tiene implicaciones en todo el sistema productivo. Además de proporcionar métodos para la planificación y el control de la producción, incide en muchos otros aspectos de los sistemas de fabricación, como son, entre otros, el diseño de producto, los recursos humanos, el

sistema de mantenimiento o la calidad.

Una definición para describir el objetivo de partida de un sistema JIT podría ser:
«Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan».

Así, el objetivo de partida de los sistemas JIT, se traduce en la eliminación del despilfarro; es decir, en la búsqueda de problemas y en el análisis de soluciones para la supresión de actividades innecesarias y sus consecuencias, como son:

- Sobreproducción (fabricar más productos de los requeridos)
- Operaciones innecesarias (que se tratan de eliminar mediante nuevos diseños de productos o procesos)
- Desplazamientos (de personal y de material)
- Inventarios, averías, tiempos de espera.

El concepto de eliminación del despilfarro conlleva dos aspectos fundamentales de la filosofía JIT:

El enfoque proactivo, que consiste en la búsqueda de problemas antes de que sus consecuencias se manifiesten espontáneamente. Dicho enfoque se refuerza mediante las iniciativas de mejora continua en todas las áreas del sistema productivo.

La desagregación del objetivo general de la filosofía JIT en objetivos que afectan a todos los aspectos de la producción, y que dan lugar a diversas formas de actuación recogidas en las técnicas de producción JIT:

Líneas de modelos mezclados

Según esta configuración, la fabricación de distintos artículos se realiza en una sola línea, en vez de utilizar varias líneas especializadas. De esta forma, cualquier puesto de trabajo de una línea debe estar preparado para trabajar, consecutivamente, con unidades de diferentes artículos.

Líneas de fabricación en forma de u: fabricación celular

En su intento de simplificar la fábrica, el enfoque JIT propone organizarla de modo que

se simplifiquen los flujos de material.

Para poder aumentar la flexibilidad mediante distintas asignaciones de trabajadores, la disposición que se ha mostrado más adecuada es distribuir los equipos de las líneas secundarias en forma de U, donde el comienzo y el final de la línea están juntos.

Sistemas de información PULL

Los sistemas tradicionales de producción se caracterizan por la utilización de sistemas de producción tipo push (o de empuje). Esta forma de producción genera, a partir de pedidos en firme y previsiones, las órdenes de aprovisionamiento y producción, que se controlan mediante un sistema de información centralizado.

Así, la finalización de dichas órdenes desencadena el lanzamiento de los correspondientes procesos posteriores.

Como contraposición a estos sistemas de información, en los sistemas JIT se utilizan sistemas de información pull (o de arrastre). En un sistema pull el consumo de material necesario para un proceso desencadena la reposición por el proceso precedente, con lo que únicamente se reemplaza el material consumido por el proceso posterior. Esto se gestiona a través del Kanban, herramienta que desarrollaremos más adelante.

Sistemas de aprovisionamiento JIT

Las características de los sistemas productivos JIT obligan a los suministradores de materias primas y componentes a programas con entregas muy exigentes. Para que se puedan cumplir estos programas, a veces con varias entregas diarias, es necesario que los suministradores de material sean considerados como parte del sistema de producción, y que se establezca un trato de cooperación que permita entregas de calidad y sin retrasos. Debido a ello, la calidad concertada entre el fabricante y los proveedores es una práctica muy difundida en los sistemas de producción JIT.

Por último queda enumerar las distintas herramientas las cuales sirven para la creación y manutención en el tiempo de estos dos pilares. Las enumeramos e incidimos

brevemente en qué consisten ya que más adelante las desarrollaremos en profundidad.

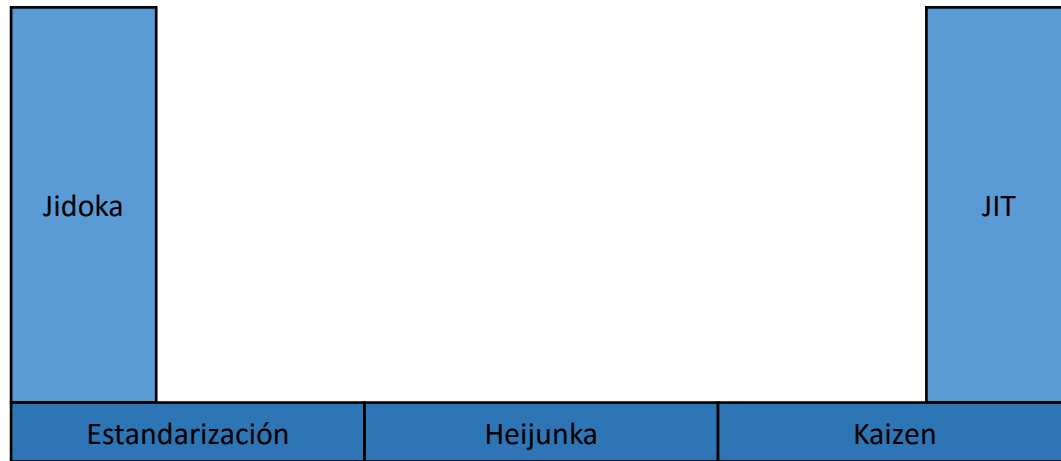


Figura 2

2.6.- Herramientas

- Control Visual: VSM
- 5S
- Kanban
- SMED
- TPM
- Gestión visual: SQCDP
- Supermercados

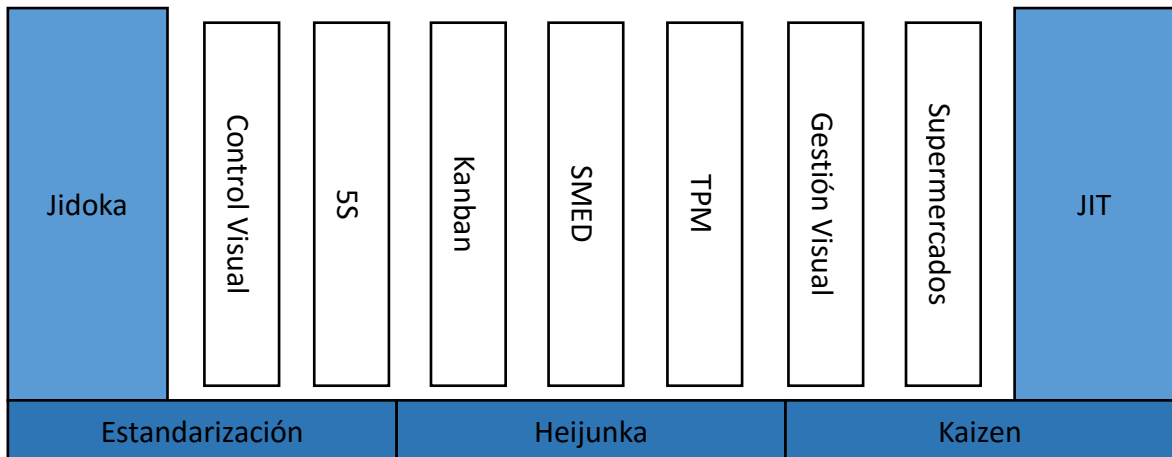
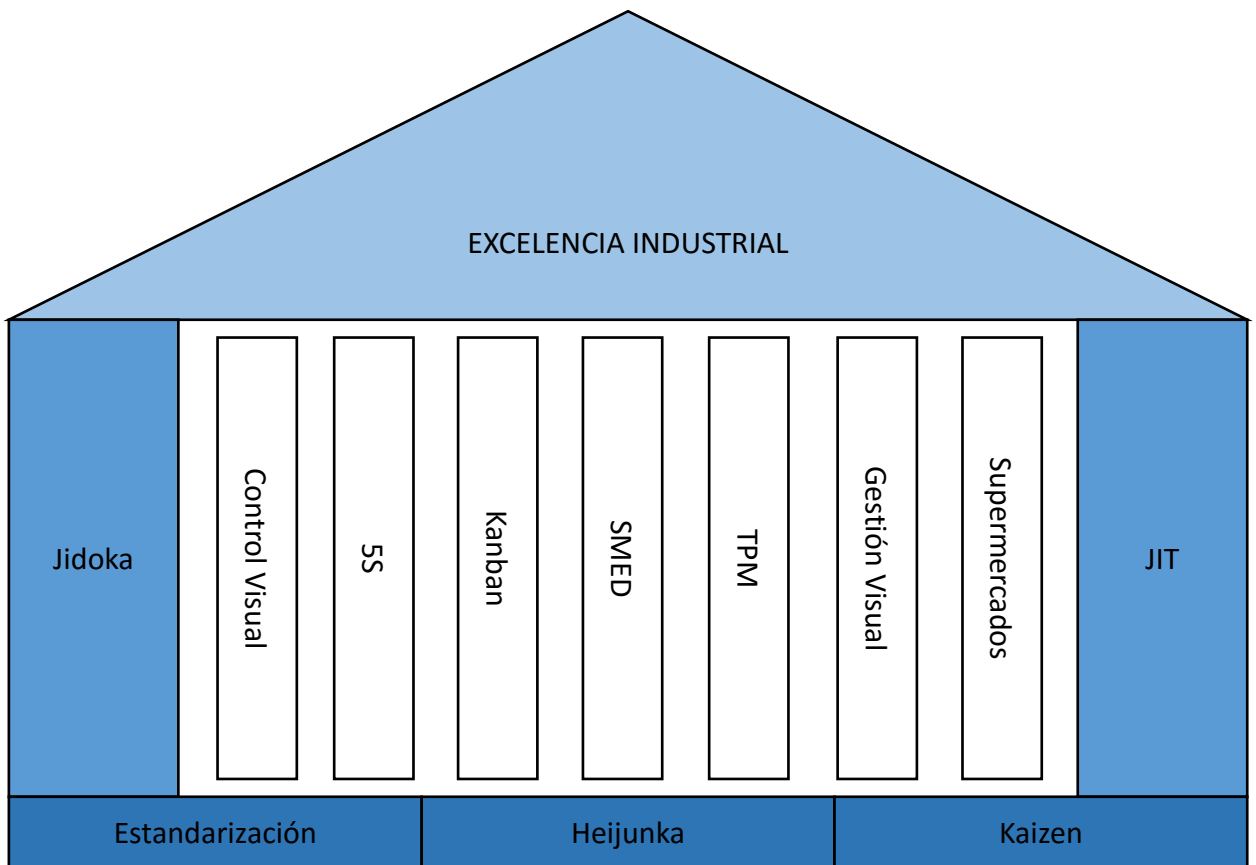


Figura 3

Una vez descritos todos los componentes de la “casita” podemos decir que si una empresa tiene todos estos conceptos integrados y puesto en marcha diariamente y funcionan correctamente, la empresa alcanza la Excelencia Industrial considerada según la filosofía Lean Manufacturing.



3.- Desarrollo de las distintas herramientas para la eliminación de desperdicios en la metodología Lean Manufacturing.

En este módulo pasaremos al desarrollo en profundidad de las herramientas, utilizadas en la metodología Lean Manufacturing, las cuales hacen posible la manutención de los pilares de la “casita” que sujetan el tejado, el objetivo de toda empresa dedicada a la manufacturación, la excelencia industrial.

Desarrollo de las 7 herramientas:

3.1.- Control visual

VSM (Value Stream Mapping/Mapa del Flujo de Valor):

Es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas, VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados.

¿Cómo se implementa un VSM?

Para realizar un VSM se deben realizar una serie de pasos de forma sistemática que se describen continuación.

Implementación de un VSM



www.leansolutions.co

Figura 5

1) Identificar la familia de productos a dibujar

Para identificar una familia de productos se puede utilizar una matriz producto-proceso, teniendo en cuenta que “Una familia de productos son aquellos que comparten tiempos y equipos, cuando pasan a través de los procesos”.

Una vez realizada la matriz debe lucir como la siguiente:

Matriz producto - proceso

Producto	Maquina Operación 1	Maquina Operación 2	Maquina Operación 3	Maquina Operación 4	Maquina Operación 5
Ref. A	X	X	X	X	
Ref. B	X	X	X	X	
Ref. C	X	X	X	X	
Ref. D		X	X	X	X
Ref. E	X	X	X		
Ref. F				X	X
Ref. G		X	X	X	X
Ref. H		X	X	X	X
Ref. I		X	X	X	X

Figura 6

www.leansolutions.co contacto@leansolutions.co

En esta matriz se identifican 2 familias, las maquinas/equipos u operaciones que pertenecen a cada familia se deben agrupar para iniciar una formación por flujo del producto y poder implementar herramientas como SMED, Kanban, etc. Y sobre todo para poder disminuir el inventario en proceso.

2) Dibujar el estado actual del proceso identificando los inventarios entre operaciones, flujo de material e información.

En esta etapa se debe hacer el levantamiento del VSM actual, el cual muestra el flujo de información y el flujo de producto, generalmente cuando no se ha implementado Lean Manufacturing los mapas que se obtienen se ven como el siguiente ejemplo.

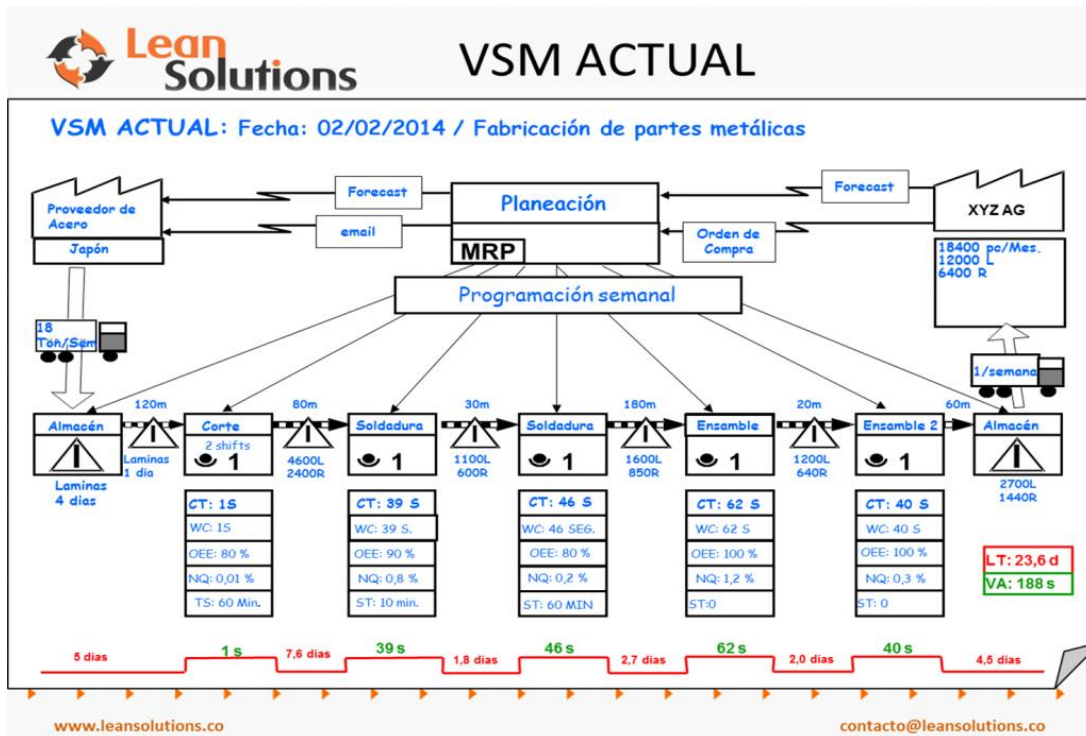


Figura 7

Ejemplo de VSM Actual

3) Analizar la visión sobre cómo debe ser el estado futuro.

Este pasa es el más complicado de todos ya que requiere de experiencia para poder diseñar el estado futuro en muchas herramientas Lean como Kanban, SMED, Kaizen.

En esta etapa se debe establecer como funcionara el proceso en un plazo corto, se debe analizar y responder las preguntas ¿qué procesos se integran?, ¿cuantos operarios requiere la línea?, ¿cuántos equipos?, ¿qué espacio? y ¿cuánto el stock en proceso?

El Takt Time (TT), se calcula dividiendo el tiempo de apertura menos los tiempos bajos por día entre la cantidad de piezas a producir por día.

El Lead Time (LT) es la suma de todos los tiempos muertos que aparecen en rojo en el ejemplo.

El Contenido de trabajo (WC), es el tiempo en el cual se le imprime valor al producto, es la suma de los tiempos en verde del ejemplo.

La cantidad de operarios requeridos se calcula dividiendo el contenido de trabajo (WC) entre elTack time (TT).

4) Dibujar el VSM futuro

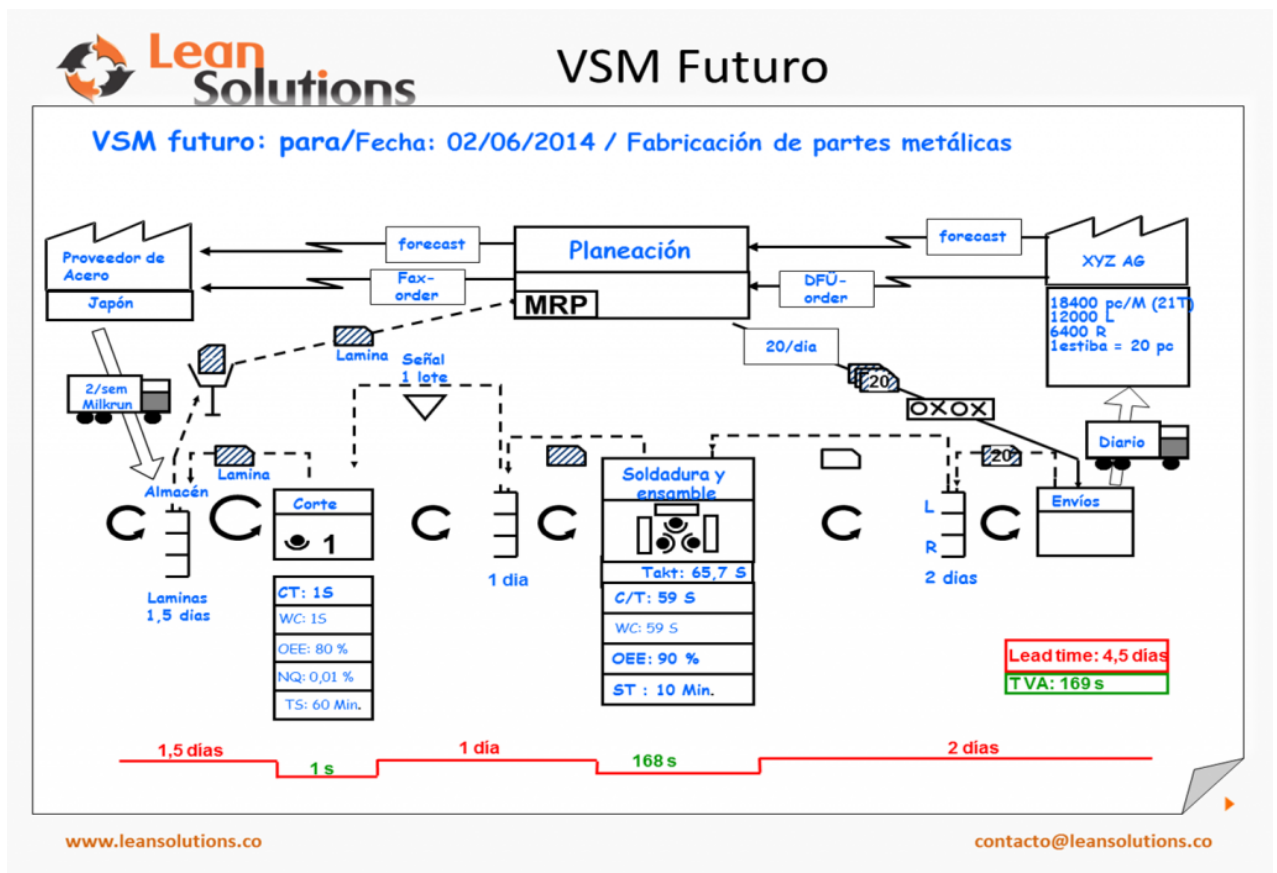


Figura 8

VSM Objetivo o futuro

El propósito del Value-stream Map (VSM) es resaltar las fuentes de desperdicios, por eso la implementación de un esta futuro debe hacerse en un periodo corto de tiempo, la meta es construir procesos que estén vinculados con los clientes, trabajando al Tack time, en flujo continuo y tirados por el cliente (Pull).

En el VSM se debe identificar:

- El proceso cuello de botella
- El donde se desperdician productos
- El donde se desperdician recursos (tanto hombres como maquinas) y
- Definir inventarios Max y min., identificar la causa de estas existencias
- Las soluciones adecuadas para eliminarlos.
- Cual flujo empujado debería ser jalado y en consecuencia y a cuales les falta el respeto por el FIFO.

5) Plasmar plan de acción e implementar las acciones

Para llegar al estado futuro, se deben hacer cambios los cuales deben estar plasmados en un plan de acción, hacerle seguimiento hasta alcanzar el estado futuro, una vez alcanzado este estado, se inicia el proceso nuevamente para alcanzar la excelencia operacional que tantas empresas persiguen a diario.

3.2.- 5s

La técnica de las 5S del LM define los pasos a seguir para conseguir puestos de trabajo organizados, ordenados, limpios y que además se mantengan a lo largo del tiempo. Los resultados que se buscan con la aplicación de esta herramienta es hacer que la empresa trabaje mejor reduciendo el esfuerzo humano en la empresa, la inversión de los equipos además del tiempo de desarrollo de productos. La expresión 5S proviene de las iniciales de cinco palabras japonesas: “Seiri”, “Seiton”, “Seiso”, “Seiketsu” y “Shitsuke”.

A continuación se explican sus significados: “Seiri” (organizar), separar los elementos necesarios de los innecesarios y eliminar estos últimos; “Seiton” (ordenar), es la clasificación de los artículos necesarios de forma que cualquiera pueda encontrarlos y usarlos con facilidad; “Seiso” (limpieza), eliminar todos los focos de suciedad; “Seiketsu”(estandarización), establecer procedimientos y métodos de trabajar a respetar por todos; y “Shitsuke” (disciplina), cumplir los procedimientos establecidos a lo largo del tiempo.

Las 5S se controlan mediante una auditoría externa con la ayuda de un formulario tal como el que se muestra a continuación;

FORMULARIO "OPERARIO"							
Nº	INSTRUCCIONES <i>Marcar la casilla seleccionada según su respuesta</i>	Inaceptable	Insatisfactorio	Mejorable	Satisfactorio	Excelente	Comentarios (¿Qué falta para ser un 5?)
		1	2	3	4	5	
SEPARAR - SEIRI							
1	Todos los equipos, herramientas y materiales que se usan todos los días se guardan muy cerca de la estación de trabajo.						
2	No existen elementos innecesarios (equipos, herramientas, utillajes o cajas) en el área de trabajo.						
3	No se ven equipos, materiales o herramientas en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado.						
4	El trabajo en progreso está en un área específica.						
5	Todas las herramientas están calibradas y en perfecto estado para su uso.						
6	Documentos obsoletos o fuera de fecha están archivados.						
ORGANIZAR - SEITON							
1	Cada equipo, herramienta o utillaje tiene definido su lugar específico.						
LIMPIAR - SEISO							
1	El área (Herramientas, utillaje, estanterías y suelo) está limpio y en buenas condiciones.						
2	Están identificados los componentes necesarios (aspiradora, recipientes aceite, trapos, etc) para prevenir la suciedad en el area de trabajo.						
ESTANDARIZAR - SEIKETSU							
1	Existe una rutina establecida para el mantenimiento de las 5S.						
2	Los trabajadores disponen de toda la información necesaria (normas, procedimientos, fichas técnicas) para llevar a cabo su trabajo diario.						
DISCIPLINA - SHITSUKE							
3	Existe una rutina establecida para el mantenimiento de las 5S.						

Figura 8

En cuanto a los beneficios que genera, decir que la implementación de las 5S es especialmente significativa, ya que implica utilizar un enfoque hacia la mejora continua, se lleva a cabo trabajando en equipo con todo el personal de planta, sienta las bases para la estandarización de los procesos y prepara a la planta para posteriores implantaciones de mayor complejidad. Las 5s se suelen utilizar como iniciador del cambio para la transformación global de la empresa a la filosofía LM. Después de su implantación se observa que: los materiales y herramientas innecesarios se han eliminado, todo se encuentra en su sitio e identificado, y existen normas sencillas y controles visuales que nos permiten detectar las desviaciones y anomalías. Y todo lo anterior se mantiene y mejora continuamente.

3.3.- Kanban

(Literalmente letrero o cartel) Es un sistema de planificación para la lean manufacturing y producción just-in-time (JIT). Kanban es un sistema para controlar la cadena logística desde el punto de vista de la producción, y no es un sistema de control de inventarios. Kanban fue desarrollado por Taiichi Ohno, en Toyota, para encontrar un sistema de mejora y mantenimiento de un nivel de producción alto. Kanban es un método a través del cual se consigue el JIT.

Kanban se convirtió en una herramienta efectiva para el soporte de un sistema de producción en su conjunto, y ha demostrado ser una forma excelente de promover las mejoras. Las áreas con problemas se señalaron a través de la reducción del número de kanban en circulación. ¿Para qué? Uno de los aspectos determinantes del éxito de la planificación de la producción basada en “empujar” la demanda es la capacidad de predicción de la demanda para recibir un “empuje” (push). Kanban, por el contrario, es parte de un método “pull” donde el tirón procede de la demanda. El suministro o la producción se determinan de acuerdo con la demanda real de los consumidores. En contextos donde el tiempo de entrega es lento y la demanda es difícil de predecir a menudo lo mejor que uno puede hacer es responder rápidamente a la demanda observada. Esta situación es exactamente lo que consigue un sistema de kanban, en el cual se usan como una señal de la demanda que viaja inmediatamente a través de la cadena de suministro. Ésto asegura que los stocks intermedios que se quedan en la

cadena de suministro están mejor gestionados y son habitualmente menores. Donde la respuesta de suministro no es suficientemente rápida para cumplir con las fluctuaciones reales de demanda, causando por tanto pérdidas de ventas significativas, el mantenimiento de stocks puede ser considerado más apropiado, y esto se puede conseguir colocando más kanban en el sistema. Taiichi Ohno estableció que un sistema kanban debía seguir unas estrictas reglas de uso para ser efectivo. Por ejemplo Toyota tiene seis reglas simples, y una monitorización exhaustiva de esas reglas es una tarea sin fin que asegura que el kanban hace lo que se necesita.

Las seis reglas de Toyota

No enviar productos defectuosos al proceso siguiente.

Retirar sólo lo que se necesita por parte del siguiente proceso.

Producir sólo la cantidad exacta retirada por el siguiente proceso.

Nivelar la producción.

Kanban es un sinónimo de un modo de ajuste fino.

Estabilizar y racionalizar el proceso.

¿Cómo?

Tarjetas kanban

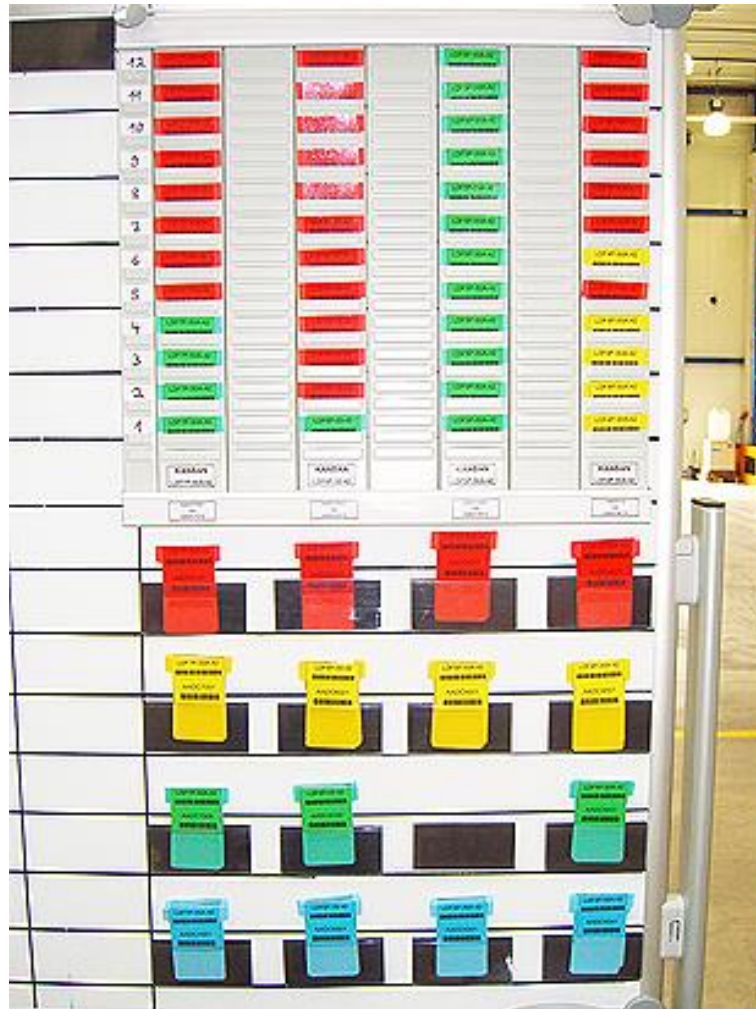


Figura 9

Las tarjetas kanban son un componente clave de kanban y señalan la necesidad de transportar materiales dentro de una fábrica o desde un proveedor externo a la fábrica. La tarjeta kanban es, en efecto, un mensaje que señala que hay una necesidad de productos, repuestos o inventario, y cuando se reciben el kanban lanza el proceso de reposición de ese producto, repuesto o inventario. El consumo por tanto dirige la demanda de más producción, y la demanda de más producto se señala a través de la tarjeta kanban. Las tarjetas kanban por tanto ayudan a crear un sistema dirigido por la demanda. Es ampliamente sostenido por defensores de la producción ajustada (lean manufacturing) que llevan a sistemas dirigidos por la demanda a rotaciones más rápidas y menores niveles de inventario, ayudando por tanto a las empresas a implementar dichos sistemas para ser más competitivos.

En los últimos años los sistemas que envían señales kanban electrónicamente se han hecho más extendidos. Mientras esta tendencia lleva a una reducción de las cartas kanban en conjunto, aún es común en instalaciones de producción ajustada modernas encontrar un uso generalizado de tarjetas kanban. En los ERP de Oracle se usa kanban para señalar la demanda de vendedores a través de notificaciones por e-mail. Cuando el stock de un repuesto se reduce en la cantidad asignada por una tarjeta kanban, se crea una señal kanban, que puede ser automática o manual, se envía un pedido de compra al vendedor con una cantidad predefinida en la tarjeta, y el vendedor se supone que despachará el material en un periodo de tiempo especificado.

Las tarjetas kanban simplemente señalan la necesidad de más materiales. Una tarjeta roja sobre un carrito vacío expresa que se necesitan más piezas.

Sistema de tres canastas

Un ejemplo de implementación simple del sistema kanban es el sistema de tres canastas para las piezas suministradas, donde no hay producción propia. Una canasta está a pie de fábrica (el punto inicial de demanda), otra está en el almacén de la fábrica (el punto de control de inventario), y otra en la empresa suministradora. Las canastas usualmente tienen una tarjeta extraíble que contiene los detalles del producto y otra información relevante, la clásica tarjeta kanban.

Cuando la canasta a pie de fábrica se queda vacía (una indicación de que hay demanda de piezas), la canasta vacía y la tarjeta kanban se devuelven al almacén de fábrica (el punto de control de inventario). El almacén reemplaza la canasta con una nueva del almacén que también contiene una tarjeta kanban y la repone a pie de fábrica. El almacén entonces se pone en contacto con la empresa proveedora y devuelve la canasta vacía con su tarjeta kanban. La canasta llena del suministrador, con su tarjeta kanban, es enviada entonces al almacén de fábrica, completando el paso final en el sistema. Por tanto la cadena nunca se queda sin producto y esto se puede describir como un bucle cerrado donde se provee exactamente la cantidad requerida, con sólo una canasta de repuesto de modo que nunca va a haber exceso de aprovisionamiento. Esta canasta de repuesto atiende las incertidumbres en el suministro, uso y transporte que se encuentran en el sistema de inventario. El secreto de un buen sistema kanban es calcular

exactamente la cantidad de tarjetas kanban requeridas para cada producto. La mayoría de las fábricas que usan kanban utilizan el sistema de tableros de colores o caja heijunka. Esta placa ranurada fue creada especialmente para sujetar las tarjetas.

Sistemas de kanban electrónicos

Muchos fabricantes han implementado sistemas electrónicos de kanban o sistemas e-kanban. Estos ayudan a eliminar problemas comunes como errores de registro manual o tarjetas perdidas. Los sistemas e-kanban se pueden integrar en sistemas ERP, permitiendo la señalización de la demanda en tiempo real a lo largo de la cadena de suministro y una mejor visibilidad. Los datos obtenidos de sistemas e-kanban se pueden usar para optimizar los niveles de inventario mediante un mejor seguimiento del aprovisionamiento y de los tiempos de reposición.

3.4.- SMED

SMED (Quick Changeover) por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología o serie de técnicas, de Lean Manufacturing, que hacen posible la reducción dramática en el tiempo de alistamiento y cambio de referencia de una máquina.

El tiempo de cambio de referencia se define como el tiempo que transcurre desde que se produce la última pieza correcta del producto A hasta que se produce la primera pieza correcta del producto B a la eficiencia total.

Los objetivos de SMED son:

Crear la posibilidad de producir mediante lotes más pequeños sin afectar el costo

Reducir la cantidad e inventario

Mejorar la calidad del producto

Reducir desperdicios (tiempo, movimientos y material)

Incrementar la flexibilidad de la planta

Mejorar en el tiempo de entrega del producto

En el enfoque de SMED las operaciones de alistamiento o cambio de referencia se componen de actividades internas y actividades externas. Las actividades internas son aquellas que se deben realizar mientras el equipo está apagado o no se encuentra produciendo; por ejemplo un nuevo dado solo se puede instalar en la prensa cuando esta se encuentra parada. Las actividades externas en cambio son las que se pueden realizar mientras el equipo está operando; por ejemplo los tornillos para instalar el dado, pueden ser ensamblados y ordenados mientras la prensa está operando.

La clave del SMED está en poder identificar las actividades que son internas y externas, separarlas, convertir la mayor cantidad de actividades internas a externas y luego perfeccionarlas para optimizar la operación la máximo.

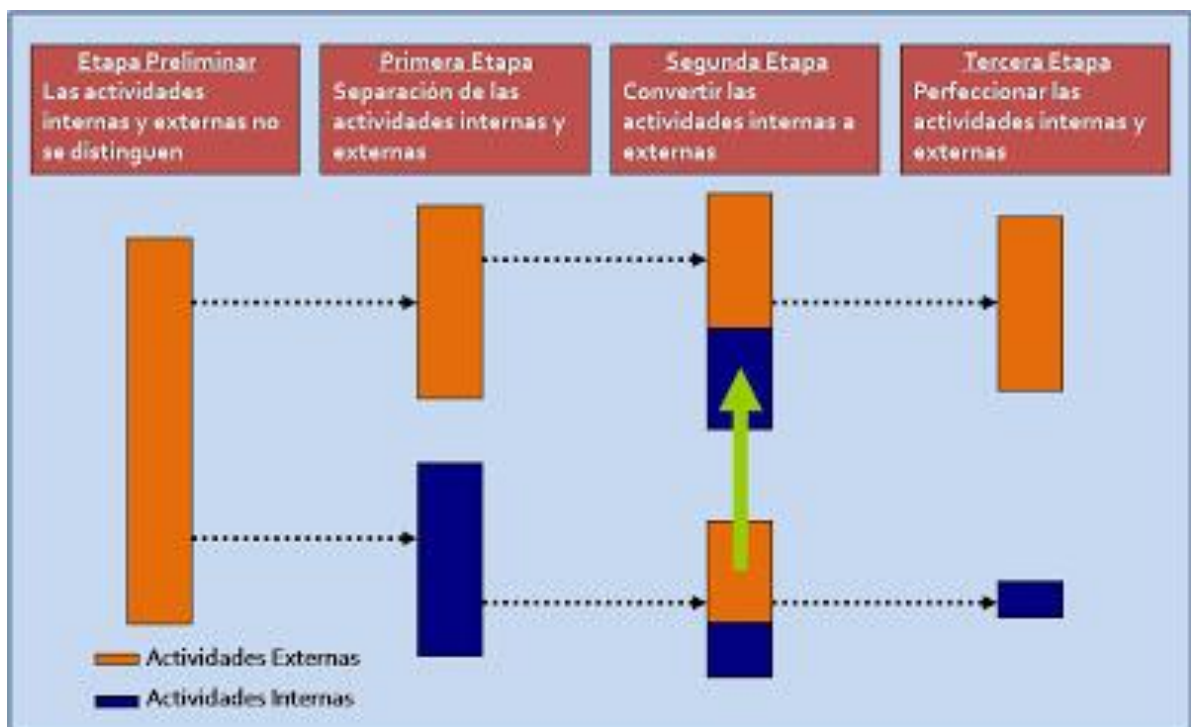


Figura 10

3.5.- TPM

“Producción y Mantenimiento trabajando en equipo para mejorar la eficiencia, la calidad y la seguridad”.

La adaptación de la filosofía Lean, en empresas intensivas en maquinaria, se ha acuñado con el nombre de TPM (Mantenimiento Productivo Total).

TPM se fundamenta en la búsqueda permanente de la mejora de la eficiencia de los procesos y los medios de producción, por una implicación concreta y diaria de todas las personas que participan en el proceso productivo. Cero defectos, cero accidentes, cero paradas.

Objetivos del TPM

- Crear una organización corporativa que maximice la eficiencia de los sistemas de producción.
- Gestionar la planta con el objetivo de evitar todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción.
- Involucrar a todos los departamentos de la empresa en la implantación y desarrollo.
- Involucrar a todas las personas, desde la alta dirección a los operarios de planta, en un mismo proyecto.
- Orientar decididamente las acciones hacia las cero pérdidas, cero accidentes y cero defectos, apoyándose en las actividades de pequeños grupos de mejora

Las bases del TPM

- TÉCNICA DE LAS 5S, para la mejora de la organización, orden y limpieza de las áreas de trabajo. Es el cimiento en el que después se sustentan los pilares.
- IMPLANTACIÓN DEL INDICADOR OEE, que permitirá conocer la eficiencia con que trabajan máquinas y procesos, y ante todo nos permitirá conocer y cuantificar las pérdidas.

Los 8 pilares del TPM

- MEJORAS ENFOCADAS. Grupos de trabajo interdisciplinarios formados en técnicas para la mejora continua y la resolución de problemas. Estos grupos enfocarán su trabajo a la eliminación de las pérdidas y la mejora de la eficiencia.
- MANTENIMIENTO PLANIFICADO, actividades de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo orientadas a la prevención y eliminación de averías.
- MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, basado en operaciones de inspección y pequeñas actuaciones sencillas, realizadas por los operarios de las máquinas.
- MANTENIMIENTO DE CALIDAD, basado en actuaciones preventivas sobre las piezas de las máquinas que tienen una alta influencia en la calidad del producto.
- PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO, basado en la gestión temprana de las condiciones que deben reunir los equipos o las instalaciones, para facilitar su mantenibilidad en su etapa de uso.
- MANTENIMIENTO ÁREAS SOPORTE, buscando el apoyo necesario para que las actividades de TPM, aseguren la eficiencia y la implicación global.
- MEJORA DE LA POLIVALENCIA Y HABILIDADES DE OPERACIÓN. Formación continua del personal de producción y mantenimiento para mejorar sus habilidades y aumentar su polivalencia y especialización.
- SEGURIDAD Y ENTORNO, la seguridad y prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias responsables. La seguridad se promueve sistemáticamente en las actividades de TPM.



Figura 11

El TPM es una iniciativa encabezada por la manufactura que crea un enfoque colaborativo entre todas las partes interesadas dentro de una organización – particularmente entre operaciones y mantenimiento – en un esfuerzo por alcanzar eficiencia en la producción, operaciones ininterrumpidas y asegurar una respuesta de mantenimiento rápida y proactiva para prevenir problemas específicos del equipo.

El objetivo es crear un ambiente de producción libre de averías mecánicas e interrupciones técnicas involucrando a todos en las labores de mantenimiento sin depender grandemente de los mecánicos o ingenieros.

La modernización y la automatización en curso en diferentes industrias han ampliado notablemente la brecha entre operarios y sus máquinas.

Hace algunos años, los operarios de máquinas se limitaban a controlar sus respectivos puestos. Cuando se da un problema mecánico, los operarios dejarían de trabajar y llamarían a los mecánicos para corregir el problema. Incluso con el menor inconveniente, los operarios dejarían todo a mantenimiento por el miedo de hacer peor el problema y además ellos no quieren encargarse de los trabajos de los mecánicos.

Por otro lado, los mecánicos tradicionales podrían amar el olor de una avería. Ellos saben que se han vuelto especialistas indispensables en el negocio – tienen asegurado un trabajo estable cada vez que se necesita un arreglo. Por lo que, el círculo vicioso sigue y sigue y las repercusiones de lo que es una inmensa cantidad de desperdicio: horas-hombre, tiempo de producción, pérdida de oportunidades y el gasto del mantenimiento se incrementa.

Pero con la adopción y adaptación del Mantenimiento Productivo Total, el círculo vicioso ha llegado a su fin. Ahora, el TPM se basa en los conceptos japoneses clásicos de mantenimiento autónomo con mapeo del proceso para labores multifuncionales.

Asociado con las herramientas correctas y capacitación, el TPM equipa a los operarios con las habilidades necesarias para señalar problemas mecánicos o relacionados con el equipo. Llamar a los ingenieros y mecánicos ya no es necesario ya que los operarios ya están preparados y tienen confianza para tratar los problemas.

Sin duda alguna, el Mantenimiento Productivo Total es una de las formas más efectivas para crear una organización lean con ciclo de tiempo reducido y eficiencia operacional mejorada.

3.6.- Layout

La palabra inglesa “Layout” cuyo significado estricto sería *diseño*, tiene en entornos industriales una traducción que se suele interpretar como “disposición”: dónde y cómo se ubican los diferentes elementos e instalaciones que componen nuestra planta.

Una moderna instalación industrial o logística, se plantea desde un diseño general, que abarca la totalidad de la superficie donde se desarrollan las operaciones, además de las zonas anexas, donde se desarrollaran actividades auxiliares y complementarias igualmente importantes y que se deben integrar en un conjunto de manera armónica.

Además de un Layout de Planta, que abarque toda la instalación, es necesario entrar en el detalle de todas las operaciones y procesos que se realicen. Para ello se implementarán Layouts de Línea, Layouts de Célula, Layouts de Muelles, etc... Con el mayor grado de detalle que podamos conseguir dentro de un enfoque Lean.

Vamos a centrarnos en el caso de plantas industriales

La primera consideración que se debe hacer al diseñar una planta de fabricación es el flujo de procesos, especialmente materiales de entrada y producto terminado. En Lean Manufacturing siempre vamos a favorecer procesos en flujo continuo.

El ciclo completo desde que entra el material en el muelle de descarga de componentes o materia prima, hasta que sale por el muelle de envíos de producto terminado debe ser el mínimo posible, intentando que los tiempos de almacenaje o espera sean mínimos o nulos. Lo cual no siempre va a ser posible, especialmente cuando la variedad de productos sea alta.

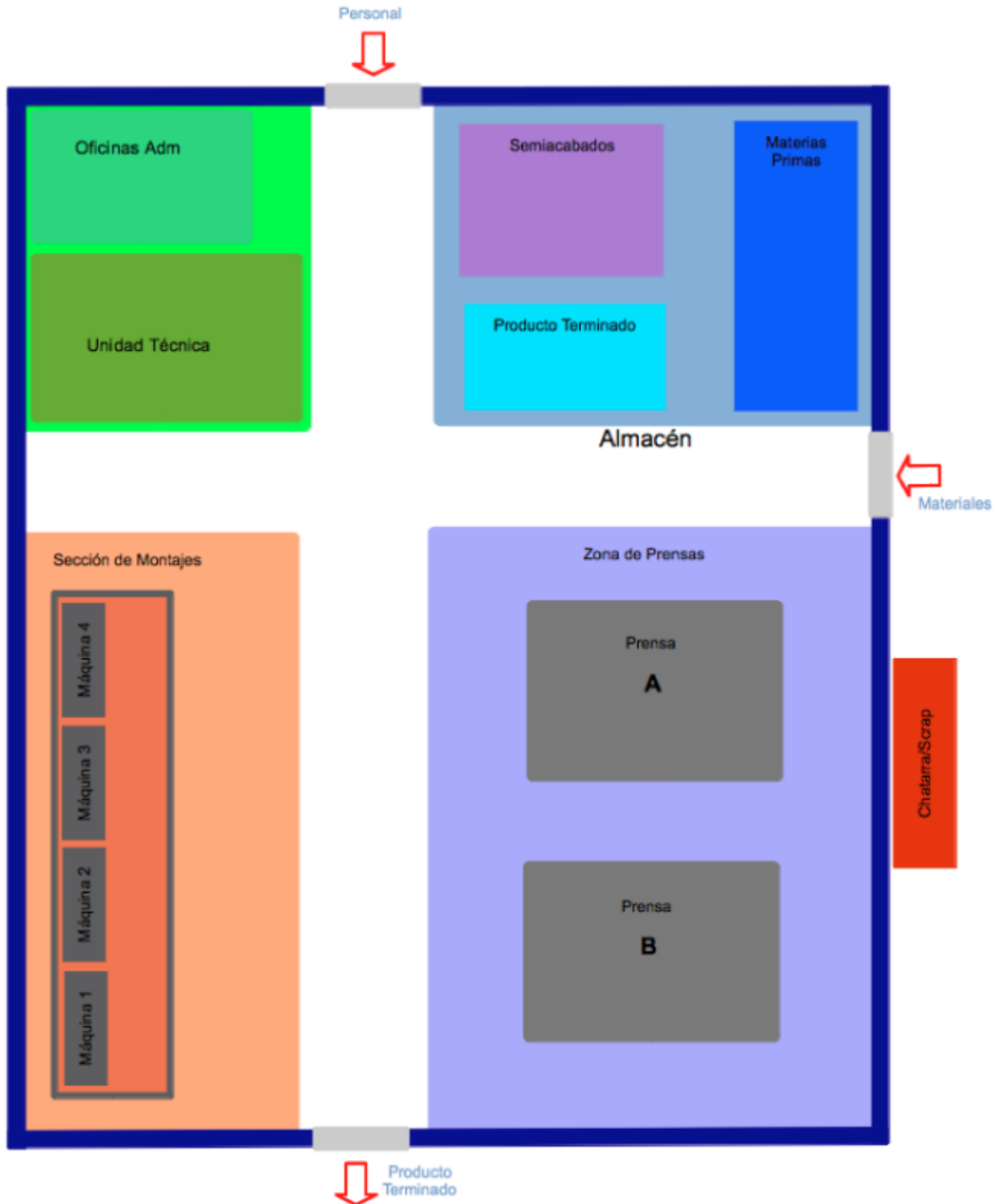


Figura 12

Ejemplo: Layout de Planta

Diferenciar la entrada y salida de materiales es altamente recomendable, trazando una ruta de reparto entre las diferentes líneas de montaje o células de trabajo lo más corta

posible. En esta ruta se realizarán entregas y posiblemente recogidas, por lo que debemos analizar si elegimos una planta con las rutas que se crucen o preferiblemente un recorrido perimetral con las zonas de producción en el centro.

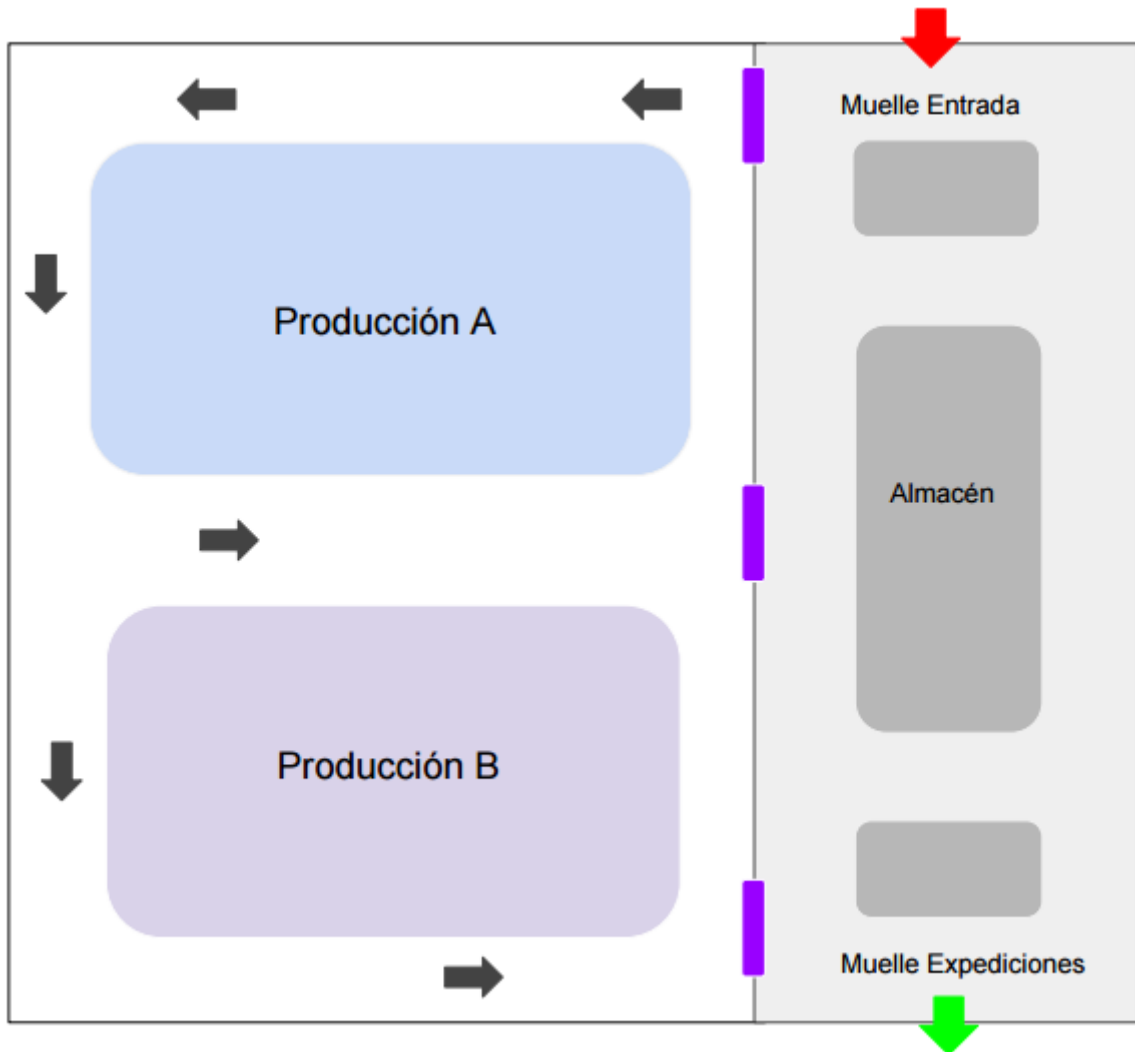


Figura 13

Ejemplo: Layout con circuito perimetral

Para líneas de producción largas ambos sistemas pueden convivir, pero en caso de líneas cortas o fabricación celular en forma de estaciones de trabajo, siempre que sea posible, el reparto y recogida perimetral es ideal. Como optimización del flujo de materiales, podemos colocar estanterías cercanas a las estaciones de trabajo donde ubicar parte de los componentes y facilitar el abastecimiento al puesto de trabajo, o incluso practicar el autoabastecimiento.

También puede ser necesario crear zonas de entrega internas para producto semiacabado, que se deberá trasladar a otro punto de producción para un siguiente procesado. Como siempre, deseamos un flujo continuo, por lo que habrá que dimensionar cuidadosamente dichos puntos de entrega-recogida para que pueda absorber la producción sin ocupar un espacio excesivo.

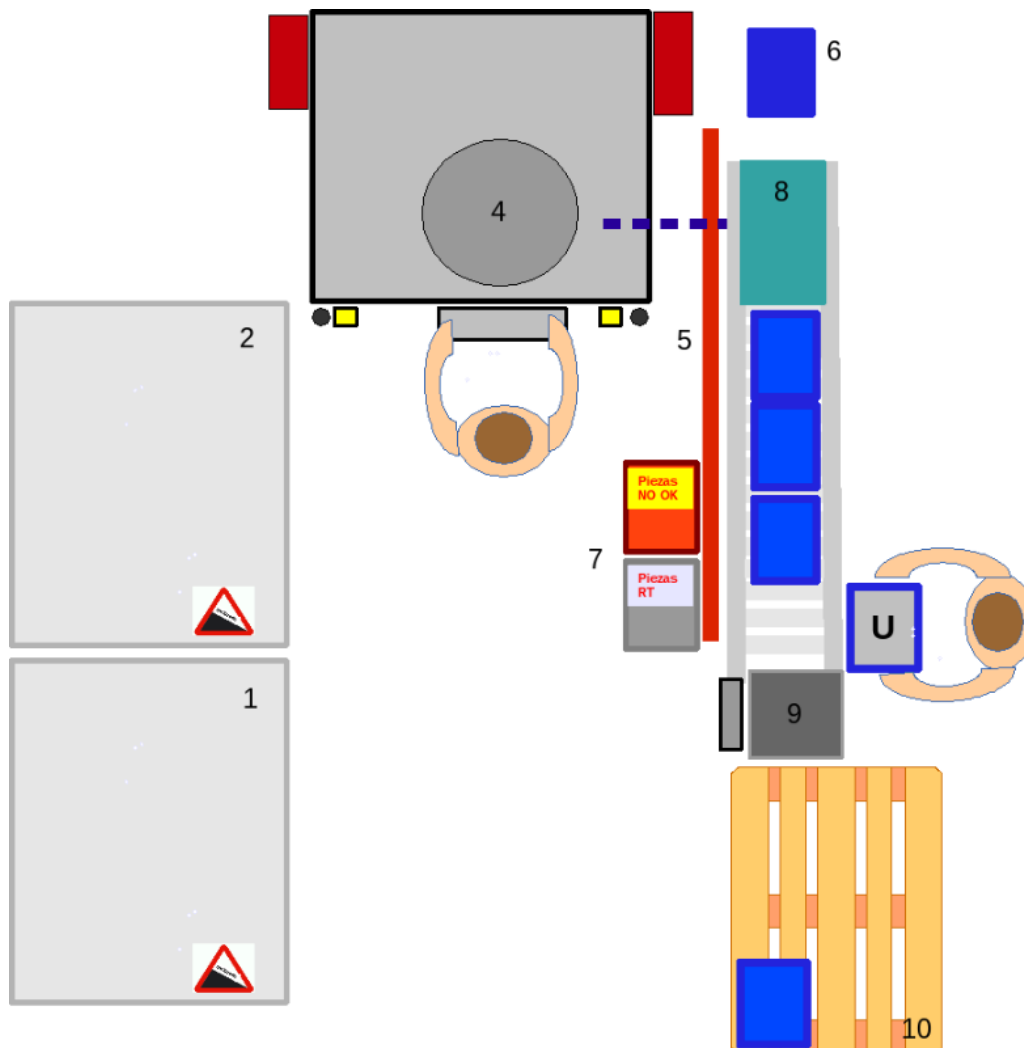


Figura 14

Ejemplo: Layout de Estación de Trabajo

En caso de flujo continuo completo, el material circulará por cintas de transporte o elementos equivalentes, desde el punto de inicio a la entrega final de producto. En ocasiones una configuración completamente lineal puede ser no conveniente, siendo

preferible utilizar configuración en “U”, para que los operadores puedan atender -si es necesario, o no se necesita emplear toda la capacidad del equipo- varios puntos de la línea de producción. La disposición en “U” disminuye las distancias en la línea, permitiendo realizar varias tareas, o apoyar una tarea clave.

Además de definir en la documentación genérica de la planta, Procedimientos, Manuales de trabajo, Instrucciones de montaje, es importante que el equipo pueda disponer de documentación (*visual management*) que le especifique sobre cómo debe ser la disposición del puesto o línea, cómo y dónde colocar los materiales y elementos móviles e incluso parámetros o información clave del proceso.

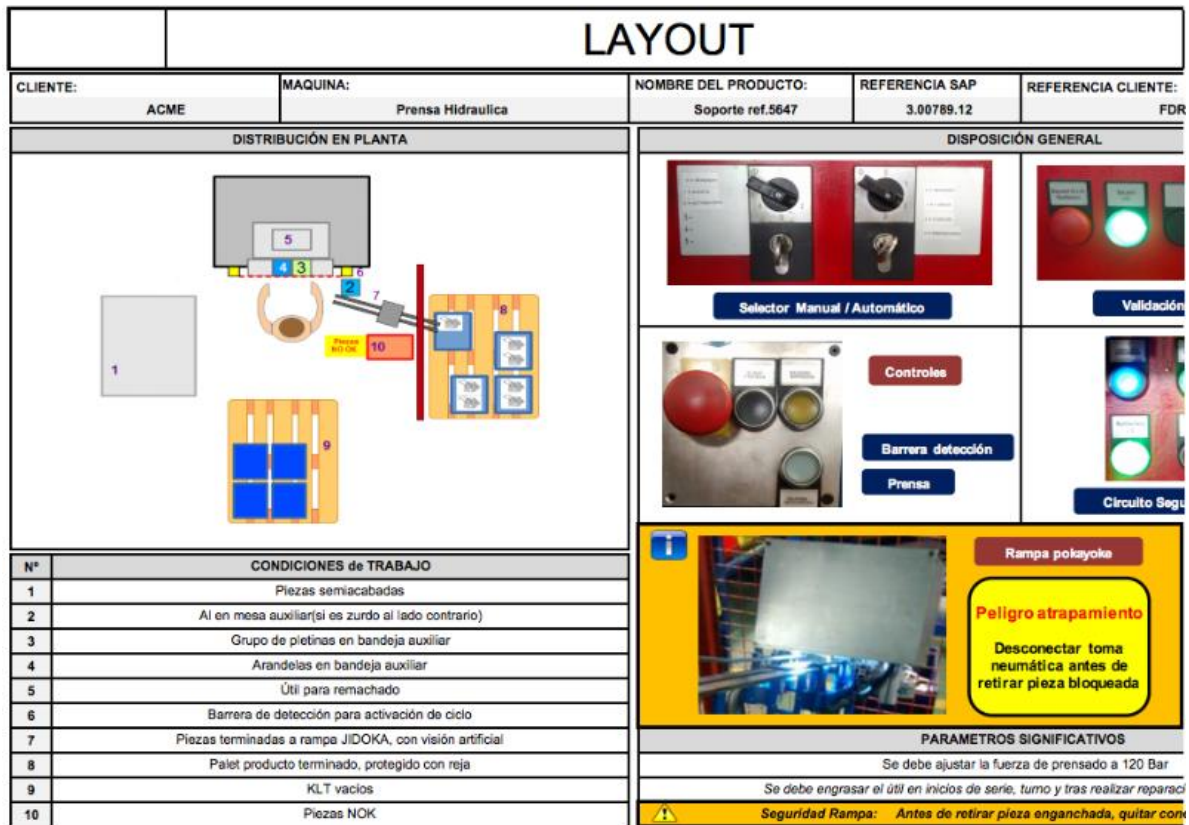


Figura 15

Esa documentación visual acompañará a Ficha de Proceso, Instrucción de Trabajo, Control Plan y demás estándares de producción Lean. Es tarea importante por el equipo de producción mantener y respetar el Layout, por lo que un protocolo de validación al inicio de los turnos de trabajo debería formar parte de nuestro de Plan de Control de Fabricación.

Por todo ello, es imprescindible un buen diseño de Layout para conseguir desarrollar convenientemente un sistema de producción libre de *mudas*, esperas y movimientos logísticos innecesarios.

3.7.- Supermercados

El flujo – pull, es la orientación básica de los procesos lean. Con el flujo se consigue enlazar directamente todas las actividades que han de conducir al cliente, haciendo de éste el objetivo principal y facilitando la eliminación de todos los desperdicios que podrían entorpecer, desviar y, con frecuencia, interrumpir la operativa en su camino hacia el cliente. Con la operativa pull aseguraremos que este flujo de actividades se concentre en lo que el cliente realmente demanda, en la medida que lo demanda y cuando lo demanda. Sin embargo, para implantar el flujo – pull en la práctica debemos superar los problemas que pueden presentar cada una de estos dos planteamientos de la operativa:

1) Por lo que se refiere al flujo, éste no será siempre posible mantenerlo sin interrupciones, a lo largo de todas las actividades que han de conducir al cliente (y menos aún, en los primeros intentos de una implantación lean). Habrá puntos concretos en el flujo de producto, en los que sea conveniente la existencia de un cierto stock que evite interrupciones en el mismo, que también pueden afectar al flujo aguas abajo. Problemas de tiempos de ciclo demasiado distintos o de estabilidad de la operativa o una distancia excesiva en la implantación física, tiempos de preparación, problemas de calidad, mantenimiento u otros aún no resueltos, pueden ser las causas de tales interrupciones.

2) Por lo que se refiere a la operativa pull, producir lo que el cliente pide, en la medida que lo pida y cuando lo pida, podrá hacerse desde determinado punto del flujo, aquel que suponga un tiempo total hasta la entrega del producto acabado, inferior al plazo de entrega. Ello supone que las operaciones previas a este punto han debido producir lo suficiente para que en él, se halle lo necesario para la producción a entregar al cliente: de nuevo un stock a disposición del proceso a efectuar. Así pues, para llevar a cabo una operativa flujo – pull que se ajuste a los principios del lean management, se precisará la existencia de puntos concretos en el flujo, en los que se halle un determinado stock que,

por supuesto, se limitará a la cuantía estrictamente necesaria para asegurar el flujo correcto. Una variante de este stock controlado y limitado es el denominado supermercado, en referencia a la forma en que se desarrolla el suministro a los clientes y el correspondiente reaprovisionamiento, en los supermercados típicos de alimentación: los clientes retiran productos de las estanterías donde se hallan situados por tipos de producto y en cantidades limitadas. Luego basta con rellenar los huecos dejados por los clientes, con los productos correspondientes, con lo cual el suministro se habrá ajustado a la demanda. En los supermercados, los huecos que dejan las unidades de producto retiradas, generan órdenes para que el proceso anterior elabore nuevas unidades como las extraídas del supermercado y se realice la correspondiente reposición. Como alternativa al flujo pull mediante supermercados, el stock necesario en determinados puntos del flujo puede estar integrado por un conjunto de unidades de producto dispuestas en un orden concreto e invariable, el que mantenían en el propio flujo, lo que no deja de ser una “cola”: este sistema es el conocido como FIFO (First In First Out). En este caso, el flujo de la producción se produce con una secuencia de unidades producto ya establecida que se mantiene desde el proceso anterior hasta el que sigue al stock. Dado que la secuencia en la que serán procesados los productos ha podido ser preestablecida y respetada, no será necesario que el proceso posterior “tire” del anterior, puesto que debe elegir la primera unidad que, enviada desde dicho proceso, se halla en la cola de productos del FIFO. Este procedimiento impide que el proceso aguas abajo pueda elegir el producto más conveniente a procesar cada vez (lo que sí podía hacerse con el supermercado) pero, en cambio, permite una variedad muy elevada de producto, lo que en un supermercado implicaría una gran cantidad de stock, aunque la cantidad de cada variante de producto fuera muy pequeña. El FIFO sigue suponiendo un stock intercalado en el flujo, lo mismo que el supermercado, pero permite que el flujo entre ambos procesos se mantenga de forma total y es el sistema ideal de entrega de producto entre procesos, siempre y cuando no haya problemas para mantener la secuencia de unidades de producto, es decir, que el proceso aguas abajo siempre pueda procesar, sin problemas, la primera unidad que le llegue. Sin embargo, tanto el FIFO como el supermercado, permiten absorber los efectos de las interrupciones del flujo por las distintas razones anteriormente expuestas, simplemente

disponiendo de un pequeño stock entre procesos. Naturalmente, la magnitud de las interrupciones no podrá sobrepasar las posibilidades de absorción de las mismas que tenga el stock creado o, dicho de otra manera, deberá determinarse el montante del stock de forma que se cubra el máximo desajuste en el punto del proceso en el que se halle. Por ejemplo, si el flujo de producto puede llegar a interrumpirse en un punto dado, durante un máximo de treinta minutos y, el proceso que sigue opera con un ciclo de un minuto por unidad, un stock de al menos treinta unidades de producto (un minuto por treinta unidades) antes del mismo, permitirá que este proceso no pare. Naturalmente, todo ello es aplicable a las operaciones industriales y de servicios por igual. Así, un proceso de chequeo médico, en el que el “producto” es una persona y el “stock” es una acumulación de personas en espera de recibir el servicio, las diferencias entre las distintas pruebas a realizar en el flujo de personas a chequear, podrán exigir puntos intermedios entre pruebas con una cantidad de personas en espera, bien sea en forma de una cola que mantenga el orden (FIFO), cuando la prueba que sigue pueda tomar cualquiera de las personas del flujo, bien sea en una salita de espera (que actuaría como supermercado), para que el proceso siguiente (por ejemplo, una radiografía que no fuera la misma para cualquiera persona) pudiera elegir de la salita, la persona que más se ajustara a sus disponibilidades. Evidentemente, a medida que van reduciéndose los montantes de las interrupciones en el flujo de actividades hacia el cliente de cualquier tipo de proceso, el stock en los puntos del flujo que lo precisen, también deberá disminuir e, incluso puede desaparecer, si desaparece también la causa de la inestabilidad en el flujo. Todo ello, sin embargo, hace referencia básicamente al problema de la inestabilidad en el flujo (el primero de los problemas que hemos planteado para mantener un flujo regular e ininterrumpido) pero ¿cómo afrontaremos el segundo, el tiempo de respuesta al cliente final, vía pull, si el flujo completo tiene un tiempo de proceso demasiado largo? Si los puntos con stock intermedio están constituidos por supermercados, bastará con que éstos tengan unidades de los distintos tipos posibles a demandar por el cliente para que, desde el supermercado más cercano al cliente (el que se halle más aguas abajo), pueda suministrarse lo que pida el mismo, prescindiendo de los procesos situados aguas arriba de dicho supermercado, con lo cual, el tiempo de respuesta al cliente será el que se precise desde este supermercado hasta

la entrega de producto a dicho cliente. Sin supermercados suficientemente cerca, aunque haya puntos con stock en FIFO, la solución pasa por ir enviando desde el inicio del flujo (o el último supermercado), unidades de producto de todos los tipos, en pequeñas cantidades, de manera que siempre haya disponibles unidades del tipo que se precise para el cliente final. El principio básico de Los supermercados LMS es que los materiales estén al alcance de las personas, sin necesidad de utilizar montacargas, con el fin de llevar los materiales fácilmente hacia los carros para el transporte a las líneas de producción.

Los Supermercados LMS se pueden dimensionar de acuerdo a los materiales a contener con el fin de reducir en gran medida los voluminosos almacenes de grandes canastas.

SQCDP:

A) Paneles SQCDP

Reflejan la evolución de los indicadores clave de la producción (S seguridad, Q calidad, C coste, D entrega y P personas), así como los problemas identificados en relación con cada uno de ellos. Se sitúan en áreas donde el equipo de trabajo entero se puede reunir, y permite visualizar y comprobar que dicho equipo se está ajustando a los principios “lean”.

Entre sus objetivos encontramos: visualizar fácilmente el desempeño diario, mostrar los problemas en los distintos niveles de la organización y que los equipos de trabajo de los diferentes niveles se reúnan diariamente y analicen la situación. En palabras del entrevistado “nos reunimos cada día a primera hora y tras acabar el turno de trabajo para discutir sobre la ejecución de las tareas”.

Para que tenga éxito, los puntos importantes que hay que respetar son una buena estructura en la organización, la liberación de todos los equipos de trabajo al mismo tiempo y la definición de buenos indicadores, con unos objetivos marcados de antemano.

B) Proceso de confirmación

Se trata de un chequeo de la rutina para apoyar las actividades clave de la compañía.

La confirmación se hace “in situ” y la respuesta es “sí” o “no”. Si se detecta una desviación, se lleva a cabo el plan de acción en el panel del nivel 1.

La finalidad de este proceso es asegurar la implementación y continuidad de las nuevas iniciativas y mejoras, es decir, de los nuevos principios.

C) Indicadores clave (KPIS)

Consiste en la creación de indicadores que puedan medir y trazar el camino para alcanzar la visión de futuro de la compañía. Lo primero es definirlos claramente y establecer el modo de medirlos y, después, designar a quién será el encargado de actualizar los paneles y de informar al personal.



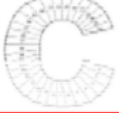


La idea es que haya pocos indicadores pero eficaces y bien definidos. Asimismo, es muy importante detallar los objetivos al máximo y comunicárselos a la organización eficazmente. Mostramos a continuación los aspectos principales de la herramienta:

Qué.

Medir un objetivo predeterminado y medible en el desarrollo de la actividad, tales como seguridad (S), calidad (Q), coste (C), entrega (D) y personas (P).

Un ejemplo de la leyenda llevada a cabo para crear el panel SQCDP es la siguiente, la cual la define cada equipo de trabajo.

Detalle del seguimiento en panel NX

	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente de trabajo o riesgo detectado que pueda causar un accidente. Reportar problemas N2 Oficinas y talleres • Reporta todo el equipo Industry (8 personas), producción tiene en cuenta personal calidad 	0	> 0
	<ul style="list-style-type: none"> • (QN y defectos) x 100 horas productivas, reportado por los 3 reponsables de Calidad. En Airframe se reporta QN's, y en FAL 's defectos. • Concesiones x hc se informa en panel D 	$\leq 0,6$	$> 0,6$
	<ul style="list-style-type: none"> • Fichaje realizado a subactividad (esperas) e industrial perturbation, reportado por los 3 responsables de producción 	Subactividad $\leq 1,6\%$	$> 1,6\%$
		Ind. perturbations $\leq 7,5\%$	$> 7,5\%$
	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión avance aparatos y módulos, indicar los que están en peligro de no cumplir siguiente hito. Reportado por los 3 responsables de producción • Letra doble turno controlar FAL y Airframes 	≤ 1	> 1
	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia total o parcial no planificada de algún miembro del equipo + funciones de soporte (no disponibilidad) • Reporta todo el equipo Industry (8 personas), producción tiene en cuenta personal calidad 	$\leq 10\%$	$> 10\%$



(*) Todos estos indicadores son revisados mensualmente en IRM con respecto a sus objetivos mensuales - anuales

Figura 16

NX Hace referencia al nivel de cada equipo de trabajo.

Quién. Todo el personal de la factoría.

Dónde. Se deben colocar cerca de los paneles.

Cuándo. La información de los KPIS se debe actualizar mensualmente

Por qué. Todo el personal de la factoría debe saber en qué estado se encuentra mensualmente cada KPIS y actuar en consecuencia.

4.- La empresa

Airbus Helicopters España es una empresa dedicada a la producción de productos aeronáuticos, concretamente Helicópteros. La producción consta en la creación total de dos helicópteros, Tigre y NH 90 dedicados exclusivamente a uso militar; y la realización desde cero de las colas (rearfuse) del resto de helicópteros, tanto de uso militar como de uso civil (H135, H160, H175)

Situación:

La parcela se halla ubicada en El Parque Aeronáutico y Logístico de Albacete a 3.9 kilómetros de la ciudad de Albacete, capital de la provincia albaceteña.

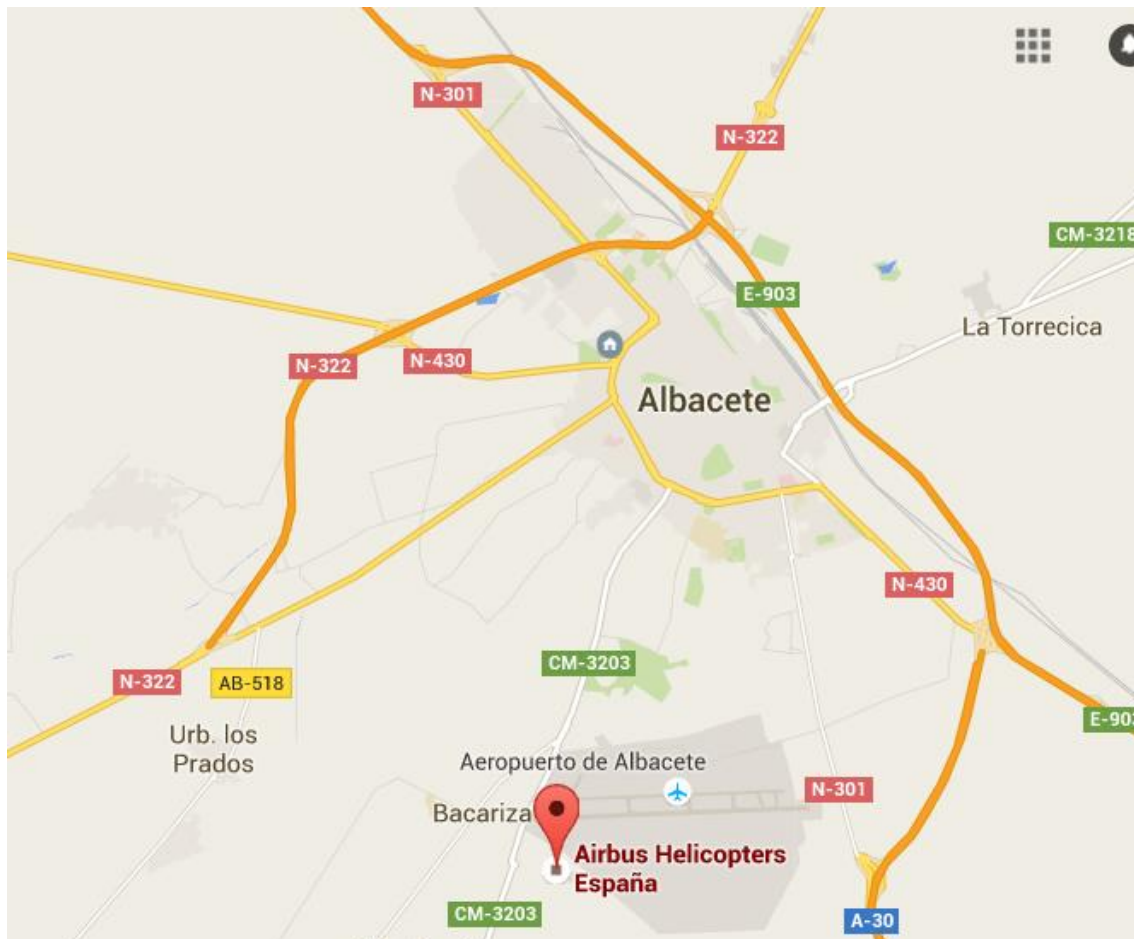


Figura 17



Figura 19

Programas llevados a cabo:

Tigre:

Se desarrolla el rearfuse y, junto al centerfuse y el frontfuse procedentes de Francia y Alemania respectivamente, se ensambla y se le realizan los tests necesarios hasta la consecución de la entrega al cliente.

NH90:

Se desarrolla el frontfuse y, junto al centerfuse y el rearfuse procedentes de Francia y China respectivamente, se ensambla y se le realizan los tests necesarios hasta la consecución de la entrega al cliente.

H135:

En Airbus Helicopters España únicamente se lleva a cabo el ensamblaje del rearfuse.

Novedades que llegan a la producción de Airbus: Los nuevos productos solicitados por Airbus Group son los MCAs del rearfuse H135, H160 y H175. ¿Qué son? Son las respectivas instalaciones electromecánicas e hidráulicas necesarias para que cuando llegue a la línea de ensamblaje final solo haya que conectar el rearfuse al centerfuse y siga operativo sin necesidad de realizar ninguna revisión ni control de calidad en dicho rearfuse.

5.- Lean en Airbus Helicopters España



Figura 20

Ahora continuamos con la parte más interesante del estudio. Es la parte donde unimos los conceptos explicados durante todo el Trabajo y la empresa en cuestión donde he comprobado la puesta en marcha de dichos conceptos.

Para situarnos mejor donde están implantada la metodología Lean nos apoyaremos de la fotografía arriba expuesta.

En el núcleo central de la fotografía Hay una unión de 4 naves interconectadas mediante puertas cifradas. De abajo arriba las naves son A, B, C y D. En la parte superior de la fotografía está la nave de pintura, la cual no interesa en este documento dado que pertenece a Airbus pero en ella trabaja una empresa subcontratada. Y en los laterales tenemos a la izquierda la nave E (junto con un cobertizo perteneciente a los bomberos) y a la derecha, en la parte superior, tenemos lo que podríamos llamar el supermarket, que aunque también sea una empresa subcontratada la que gestiona el almacén sí que nos interesa dado que es una colaboración dentro de la misma

empresa, la cual afecta al objeto de este Trabajo aunque no esté implementado el Lean en dicha nave (F).

Bien una vez explicada la distribución de la empresa, disponemos a desarrollar las áreas Lean.

La metodología Lean Manufacturing está actualmente implantada en las naves C, D y E.

La nave D:

En esta nave Airbus realiza el ensamblaje del rearfuse del H135. Del supermarket mediante la herramienta Kanban y utilizando el programa SAP ABAP4 llegan las piezas: pieles revestimientos, tornillería, adhesivos... En este programa (H135) Airbus Helicopters España únicamente se encarga de ensamblar dichas piezas y enviar el rearfuse montado hasta Alemania donde lo ensamblarán con el resto de piezas y acabarán la producción del H135.

El mismo proceso es el requerido para realizar el ensamblaje del frontfuse del NH90 llevado a cabo en la nave D

El rearfuse del Tigre cambia, se ensambla el rearfuse igual que el resto de componentes mencionados a diferencia de que una vez ensamblado la gran mayoría de componentes se procede a la instalación eléctrica, mecánica e hidráulica. Esto hace que este componente sea el que más tarda en salir de la cadena de producción.

En esta nave se realizan los frontfuses de todos los países que tienen contratado a Airbus para la realización de NH90.

Los rearfuses del Tigre, en cambio, solo se producen los franceses y alemanes a parte de los propios españoles al igual que los frontfuses del NH90.

Tanto los frontfuses del NH90 con los rearfuses del Tigre españoles, una vez terminados en esta nave, pasan a la cadena de producción de la nave C. El resto de piezas ensambladas en la nave D se envían a los países solicitantes.

La nave C:

En esta nave se lleva a cabo la Línea Final de Ensamblaje, llamada FAL por sus siglas en inglés.

En cuanto a la cadena de producción es muy similar a la nave D; mucho más complejo dado que en la nave D hay una estación para cada uno de los tres programas y en esta nave hay cinco estaciones para cada uno, cinco para el Tigre y cinco para el NH90. Cada estación dura cuarenta días aproximadamente y en cada estación se lleva a cabo distintos procesos, por ejemplo: en la estación 1 se ensamblan los tres componentes: rearfuse, centralfuse y frontfuse; en la estación 2 se completa la instalación eléctrica del helicóptero ya ensamblado; en la 3 empiezan a trabajar los mecánicos y realizan las instalaciones mecánicas e hidráulicas pertinentes; en la 4 y 5 compaginan el trabajo los mecánicos y los aviónicos los cuales son los encargados de realizar las simulaciones de vuelo iniciales, a esta fase se le llama B-Test.

Una vez terminado el proceso de producción en esta nave, se procede a llevar el Helicóptero a la nave E.

La nave E:

Esta nave es la llamada Línea de Vuelo, dónde hay situado un helipuerto continuo a ella donde se realizarán las distintas pruebas de vuelo. Los datos que puedo proporcionar de esta nave son escasos dado que son datos encriptados por la OTAN y no tengo autorización.

En esta nave se llevan a cabo los últimos retoques y se realizan las pruebas de vuelo con pilotos de Airbus para posteriormente realizar el vuelo de aceptación del cliente.

En cuanto a las funciones del departamento Lean, dispondremos ahora la explicación de cada una de las herramientas implantadas. Todas y cada una de las herramientas están implantadas por igual en las tres naves de producción

No todas las herramientas están en la misma fase dado que la empresa es “joven” y la implantación del Lean es un trabajo largo y costoso.

Lo primero que hay que se realizó en la empresa y hay que mantenerlo constantemente, también considerado fundamental para esta empresa, es la implicación personal de todos y cada uno de los trabajadores de ésta, porque son ellos los que utilizaran dichos recursos Lean.

Las dos herramientas que más tiempo llevan implantadas y por lo tanto mejor funcionan son las 5s y el Kanban.

Las 5s:

Los operarios son los encargados de mantenerlas. El departamento Lean es el responsable de cada mes realizar una auditoría al Team Leader (persona sin cargo jerárquico elegido por los compañeros del propio GNT, grupo natural de trabajo (cada año se hacen unas elecciones donde los compañeros se presentan y son votados) para comprobar que la herramienta se utiliza.

FORMULARIO "OPERARIO"							
Nº	INSTRUCCIONES <i>Marcar la casilla seleccionada según su respuesta</i>	Inaceptable	In satisfactorio	Mejorable	Satisfactorio	Excelente	Comentarios (¿Qué falta para ser un 5?)
		1	2	3	4	5	
SEPARAR - SEIRI							
1	Todos los equipos, herramientas y materiales que se usan todos los días se guardan muy cerca de la estación de trabajo.						
2	No existen elementos innecesarios (equipos, herramientas, utillajes o cajas) en el área de trabajo.						
3	No se ven equipos, materiales o herramientas en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado.						
4	El trabajo en progreso está en un área específica.						
5	Todas las herramientas están calibradas y en perfecto estado para su uso.						
6	Documentos obsoletos o fuera de fecha están archivados.						
ORGANIZAR - SEITON							
1	Cada equipo, herramienta o utillaje tiene definido su lugar específico.						
LIMPIAR - SEISO							
1	El área (Herramientas, utillaje, estanterías y suelo) está limpio y en buenas condiciones.						
2	Están identificados los componentes necesarios (aspiradora, recipientes aceite, trapos, etc) para prevenir la suciedad en el área de trabajo.						
ESTANDARIZAR - SEIKETSU							
1	Existe una rutina establecida para el mantenimiento de las 5S.						
2	Los trabajadores disponen de toda la información necesaria (normas, procedimientos, fichas técnicas) para llevar a cabo su trabajo diario.						
DISCIPLINA - SHITSUKE							
3	Existe una rutina establecida para el mantenimiento de las 5S.						

Figura 21

Una vez rellenado el formulario, se pasan los datos a un fichero Excel diseñado a propósito que se actualiza cada mes y es reportado a cada responsable de taller.

El marcaje del suelo junto con el plano del área es una herramienta extra utilizada para hacer hincapié en el orden del taller proporcionando el máximo de información, junto con el layout, de la disposición de los lugares y el trabajo realizado en los mismos.

El resultado de las auditorías así como el plano luego se exponen en un panel dentro del mismo área para que lleven una constancia de cómo están cumpliendo con el uso de la herramienta 5S.

Kanban:

Es un sistema llevado a cabo por dos departamentos: control de producción e ingeniería de producción. El departamento Lean se encarga de comunicar a estos dos departamentos de los posibles fallos que puedan haber que entorpezca el trabajo de los operarios; se intenta predecir los errores para que no se llegue a parar la cadena de producción, por ejemplo: si para remachar un producto se necesitan remaches pero la cantidad de reposición en los árboles Kanban (estantería donde el personal del supermarket dejan las piezas) es de 90 llegará el momento en el que el operario tenga que esperar a que le repongan y eso supone un atraso. Pues bien el departamento de Lean es el encargado de revisar los libros de trabajo y comprobar que las cantidades de reposición son las correctas, o bien hablar con los operarios y preguntarles si ha cambiado algo en el proceso de producción y si es necesario cambiar algún dato en los materiales que llegan por Kanban.



Después tenemos diferentes herramientas utilizadas que hay que mejorarlas o bien están recién implantadas.

Una herramienta que no funciona del todo bien es el SQCDP.

SQCDP:

Esta herramienta es especial, porque la misma herramienta se utiliza hasta en cuatro niveles interconectados: N1: operarios con jefe de taller y Team Leader, N2: jefe de taller, Team Leader y responsables de los distintos departamentos de los que dependa la cadena de producción, N3: jefes de los departamentos y director de industria y por último N4: jefe de industria y CEO de la empresa.

Se considera que esta herramienta está para reforzar sobretodo en la implicación del personal dado que esta herramienta es de las más útiles ya que sirve para solucionar los problemas y a su vez llevar una constancia en el trabajo.

Por último queda explicar la última herramienta desarrollada por mí personalmente en la empresa, esta herramienta es uno de los fundamentos del Lean y por eso la llamamos del mismo modo: mejora continua (KAIZEN).

Kaizen:

Esta herramienta se basa en un formulario que todo personal interno de la empresa puede rellenar via internet o manuscrito, hay formularios expandidos por toda la empresa, en el que el operario debe decir para que área, ámbito de la empresa propone la mejora, que se ahorraría y el beneficio esperado para la empresa. El formulario está encaminado también en la eliminación de todo tipo de desperdicio.

Cada seis meses la Red Lean formada por el departamento Lean y los jefes de taller deben aceptar o rechazar las propuestas.

De las propuestas realizadas y aceptadas se debe elegir la mejor y el trabajador que haya propuesto dicha mejora será premiado y reconocido públicamente en un acto de la empresa.

Esta herramienta está implantada recientemente y se encuentra en fase de prueba. Conforme avance el tiempo se podrá ir modificando y haciendo más compleja.

6.- Proyecto Kaizen

El presente módulo quiere explicar y desarrollar la implementación de la metodología de mejora continua (Kaizen) en la empresa Airbus Helicopters España, en las áreas de Producción correspondientes en Aeroestructuras: H135, Tigre y NH90; FAL (Línea de ensamblaje final): Tigre y NH90 y Línea de Vuelo: Tigre y NH90, implementando una cultura de calidad enfocada a la mejora continua y al cambio de actitud en los miembros de la organización.

La reducción de costos, mejora de la productividad y eficiencia de los procesos e incremento de la satisfacción del cliente, son algunos de los beneficios que se pretenden obtener al implementar esta metodología, utilizando la herramienta Kaizen, ya que ésta se enfoca en la identificación, corrección y eliminación de desperdicios dentro de los procesos y áreas de producción.

6.1.- Problema

Pese a que la empresa lleva funcionando nueve años en Albacete produciendo helicópteros tanto civiles como militares, tan solo lleva cuatro años trabajando bajo la filosofía de Lean Manufacturing y el proyecto Kaizen pese a ser una base fundamental del Lean Manufacturing, la herramienta en sí se ha implementó hace 6 meses. Esto se debe a que la factoría de helicópteros del grupo Airbus en España antes de la puesta en funcionamiento de la filosofía que encuadra este trabajo, recopiló información de la factoría dispuesta en Marignane-Francia y de todas y cada una de las herramientas utilizadas allí en Francia, correspondientes a su vez a las herramientas esenciales y necesarias del Lean Manufacturing, por lo que a la hora de implantar la metodología Lean Manufacturing en España hubieron pasos que no se siguieron y se adoptaron directamente de la factoría dicha anteriormente.

El problema surge cuando a pesar de todos los esfuerzos realizados por el departamento Lean en la empresa española por estar en continua actualización e innovación en los ámbitos de producción correspondientes a la factoría, que es lo que se busca con la filosofía Lean, el departamento se ve saturado de modo que no puede

ocuparse de buscar constantemente mejoras en las áreas de producción y llevar a cabo los procedimientos de seguimiento de cada una de las herramientas del Lean Manufacturing utilizadas hasta el momento en la factoría.

Por esto el departamento Lean propone poner en marcha el “Proyecto Mejora Continua” o “Proyecto Kaizen”, el cual busca mediante la colaboración de todo el personal de la empresa, desde los más altos directivos hasta los operarios de la cadena de producción, una forma de encontrar mejoras en la cadena de producción que el departamento Lean por no conocer a fondo el proceso de producción llevado a cabo en cada una de las estaciones de manufactura no ha podido visualizar o encontrar para eliminar desperdicios, los cuales no aportan valor al producto final.

6.2.- Marco teórico

La Mejora Continua de Procesos con enfoque incremental ó Kaizen.

Desde que autores clásicos como William Deming (1986), Joseph Jurán (1974) y Kaoru Ishikawa (1988) indicaron que el concepto de Mejora Continua de Procesos (MCP), representaba un elemento esencial de esta dimensión. Diferentes metodologías, técnicas y herramientas surgieron y fueron aplicadas en la organización entendida bajo el enfoque Kaizen. El resultado fue que el concepto se convirtió en un término difícil y confuso de entender cuando éste era aplicado dentro de las organizaciones. No obstante, en 1986 se publicó el libro: «Kaizen, La clave de la ventaja competitiva japonesa» de Masaaki Imai, el cual proporcionó la primera aproximación sobre lo que el término «Kaizen» significaba desde la perspectiva japonesa. Para Imai (2005), todas las prácticas, métodos y técnicas conocidas como «puramente japonesas» relacionadas con el TQM se podrían englobar bajo esta filosofía, como una sombrilla que las aglutina.

Ante todo este contexto, la palabra «Kaizen» es una derivación de dos ideogramas japoneses: «KAI» que significa «cambio» y «ZEN» que significa «El bien, para mejorar». En sí se comprende en el mundo empresarial y académico como: «Mejora Continua o Principio de Mejora Continua» (Imai, 2005) acuñador del término, el Kaizen se puede entender como: «Mejoramiento. Por otra parte, significa mejoramiento continuo en la

vida personal, familiar, social y de trabajo. Cuando se aplica al lugar de trabajo como un mejoramiento continuo progresivo que involucra a todos gerentes y trabajadores por igual». En otros términos, el Kaizen es definido como una filosofía que requiere que todas las personas, todos los días, en todos los lugares puedan y deban mejorar (Imai, 2005). Además, esta mejora constante e incremental puede abarcar los ámbitos personales, familiares, sociales y por supuesto del trabajo (Imai, 2005). En este sentido, su práctica les permite a las personas trabajar y vivir bajo un contexto de respeto, ética, honor y armonía por el entorno que le rodea.

Al respecto, otros autores la definen como: «Un proceso de toda la organización que se enfoca en un continuo e incremental esfuerzo de innovación».

Por otro lado, la práctica de esta dimensión en el mundo empresarial occidental también ha generado metodologías de aplicación de la misma entre las cuales se encuentra la conocida como «Kaizen Blitz», entendida como un «bombardeo de mejoras», la cual intenta atacar rápidamente un problema a través de pequeñas y acumulables mejoras en los procesos de trabajo. Generalmente, se asocia al trabajo intensivo de una semana laboral para la resolución de dichos problemas, lo que ha llevado a otros autores a denominarlo como: «Gemba – Kaizen workshop», palabra japonesa que significa “lugar real”, ahora adaptada en la terminología gerencial para referirse al lugar del trabajo o aquel lugar donde se agrega valor a las actividades de los procesos (Imai, 1998). Los gemba-Kaizen workshop (talleres de mejora en el lugar de trabajo) se caracterizan por trabajar durante una semana laboral en la búsqueda de problemas y despilfarros de los procesos, generalmente conforma un equipo entre 6 y 12 personas (empleados y supervisores), los cuales en conjunto con un grupo consultor se forman y trabajan en sesiones para solventar problemas o despilfarros de los procesos de trabajo (Wittenberg, 1994; Montabon, 2005).

A pesar de esta variedad, la literatura nos dice que la MCP enfocada al Kaizen presenta ciertas características comunes que la delimitan, estas son:

- Se orienta a pequeños cambios, graduales e incrementales que pueden implantarse inmediatamente en el sitio de trabajo (en el gemba) (Imai, 1998).

- En todas las mejoras participan todos los empleados, los cuales tienen la responsabilidad directa de mejorar. En ocasiones se emplean pequeños grupos de trabajo (conocidos como «equipos de mejora») los cuales trabajan bajo una perspectiva «bottom-up», es decir, de abajo hacia arriba (de los empleados a la dirección) circulan las iniciativas de mejora.
- Las mejoras se realizan sobre uno ó varios problemas de los procesos de trabajo (Kume, 1985; MacDonald, 1995).
- Se centran en mejorar los métodos y estándares de trabajo a través de la búsqueda de gastos o despilfarros (mudas) (Ohno, 1978; Susaki, 1987).
- Mudas: Palabra japonesa que se traduce como “gasto/despilfarro/desperdicio”, es decir, todas aquellas actividades que no agregan valor a los procesos de trabajo. (Ohno 1978) (Socconini 2008), los clasificó en siete tipos principales:

Muda de sobreproducción, Sobreinventario, Productos defectuosos, Movimientos innecesarios del trabajador, Procesos innecesarios, Esperas, Transporte.

Para Fujio Cho, antiguo director de Toyota el gasto/desperdicio se entiende como:

“todo lo que no sea una cantidad mínima de equipo, materiales, pieza, espacio y tiempo de trabajador, que resultan absolutamente esenciales para añadir valor al producto”.

En base a todas estas características, la MCP enfocada en el Kaizen se comprende como pequeñas mejoras incrementales y acumulables que permiten reducir o eliminar problemas y/o despilfarros (mudas) de los procesos, llevando a la organización a una espiral de innovación incremental. Todo ello, se realiza a través de la participación voluntaria y autónoma de cada uno de los empleados de la organización, ya sea de manera individual o grupal los cuales tiene como tarea principal, la realización de actividades de mejora dirigidas a mejorar los procesos del área de trabajo (el gemba) (Cheser, 1998; Jorgensen et al., 2004).

La estandarización en este contexto es entendida como: “el acto de establecer y usar sistemáticamente estándares”. Un estándar bajo la aproximación de la

MCP con enfoque Kaizen se entiende como: “El conjunto de políticas, reglas, instrucciones y procedimientos establecidos por la administración para todas las operaciones principales, las cuales sirven como guía que capacitan a todos los empleados para desempeñar su trabajo con éxito” (Imai, 2005). Tanto la estandarización, las 5’S y la eliminación de gastos y desperdicios se consideran que propician el cumplimiento exitoso de las variables del elemento transformador de los procesos (calidad, coste, entrega y seguridad) (Imai, 2005).

6.3.- Propósito

Implementar una cultura de mejora continua en los procesos de producción de la empresa Airbus Helicopters España, por medio de eventos estratégicos y tácticos utilizando la herramienta Kaizen.

La reducción de costos, mejora de la productividad y eficiencia de los procesos e incremento de la satisfacción del cliente son algunos de los beneficios que se pueden obtener al implementar una cultura de mejora continua, utilizando la herramienta Kaizen ya que esta se enfoca en la identificación, corrección y eliminación de desperdicios dentro del proceso y área de producción. Estos desperdicios son categorizados de acuerdo a los criterios de manufactura esbelta tales como:

- Sobreproducción/Sobre inventario
- Productos defectuosos
- Transporte de materiales y herramientas
- Procesos/Movimientos innecesarios del trabajador

Estos criterios son posibles debido al directo involucramiento del personal en el proceso Kaizen, siendo los operarios en este caso los expertos de las áreas de producción quienes directamente identifican los focos de desperdicio y aportan las ideas de mejora, de esta forma la participación directa del personal permite el cambio de actitud hacia la calidad y la mejora continua de la organización. Los cambios obtenidos en el desarrollo del Proyecto Kaizen deben ser monitoreados para poder concluir si estos han sido satisfactorios; una de las grandes ventajas de este modelo es

que diversos eventos pueden traslaparse sin afectarse unos con otros obteniendo mejores y mayores resultados de manera más rápida y efectiva.

6.4.- Metodología

La metodología Kaizen se puede aplicar a cualquier proceso, tanto productivo como administrativo, permitiendo reducir costos, optimizar los procesos y aumentando la satisfacción de los clientes. El grupo Airbus Helicopters España ha decidido implementar el Proyecto Kaizen de forma abierta para todo el personal para así aumentar la involucración haciendo accesible a todos los miembros de la empresa la involucración y la participación de cada uno de sus miembros. Es decir, cada vez que había una propuesta de mejora se publicaba en la intranet del grupo para así potenciar la participación de los miembros de la factoría.

La ruta que siguió el departamento Lean para la implementación del proyecto fue la siguiente:

1. Lanzamiento por parte del departamento Lean de la idea del Proyecto a la Red Lean de la empresa (grupo encargado de la sostenibilidad de la metodología Lean y el uso de sus herramientas) comprendida por el departamento Lean, los encargados de cada área de taller y los supervisors de cada uno de los talleres así como personal interconectado entre el taller y la administración de la empresa.
2. Comunicado oficial por parte de la Red Lean a todos y cada uno de los empleados de la empresa Airbus Helicopters España.
3. Elaboración del Proyecto Kaizen.
4. Elaboración de la herramienta Kaizen.
5. Puesta en funcionamiento de la herramienta.
6. Medición de impacto de las mejoras propuestas.
7. Realización de eventos para el reconocimiento público por la participación de cada uno de los empleados en el Proyecto.
8. Estandarización, seguimiento y mantenimiento de la herramienta.

Lanzamiento por parte del departamento Lean de la idea del Proyecto a la Red Lean de la empresa (grupo encargado de la sostenibilidad de la metodología Lean y el uso de sus herramientas) comprendida por el departamento Lean, los encargados de cada área de taller y los supervisors de cada uno de los talleres así como personal interconectado entre el taller y la administración de la empresa.

Debido a la saturación de tareas encomendadas por la empresa para el departamento Lean, éste decidió lanzar el Proyecto Kaizen involucrando así en la medida de lo posible a todo el personal de la factoría situada en Albacete. El departamento Lean decidió que el proyecto se efectuaría de la siguiente forma: mediante un formulario, tanto físico en una hoja de papel como informático colocando ese mismo formulario en la plataforma web del departamento Lean, todos y cada uno de los trabajadores tendrían acceso para cumplimentarlo rellenando una serie de casillas de tal forma que se pudiera detectar el desperdicio a eliminar más rápidamente y a su vez el trabajador debería describir la mejora y el beneficio esperado de la empresa.

El departamento Lean esbozó dicho formulario como idea principal y se realizó una presentación delante de la Red Lean para su posterior modificación y/o aceptación directa. Se expuso frente a la Red Lean, en la cual el departamento de Lean está incluido debido a que son los encargados de tramitar todo lo referente a los procedimientos a llevar a cabo para cada una de las cuestiones referentes a la metodología Lean

Comunicado oficial por parte de la Red Lean a todos y cada uno de los empleados de la empresa Airbus Helicopters España.

La Red Lean en cuestión realizó un comunicado oficial en el que se advertía a todos los empleados del nuevo proyecto que se iba a poner en marcha en el cual todos y cada uno de ellos debían involucrarse al máximo posible con la empresa y formar un ambiente de colaboración favorable para así tener una constante renovación en los procedimientos llevados a cabo en cada una de las estaciones de manufactura mediante la eliminación de los desperdicios que ellos mismos detectasen y así hacer más fácil y rápida la consecución de la pertinente eliminación.

Elaboración del Proyecto Kaizen.

En esta fase de la ruta la Red Lean se reunió para establecer las bases del proyecto, el cual se enfocó, para así motivar más al personal, como una especie de concurso-competición en el que la mejor propuesta realizada en cuestión de seis meses sería premiada por la Red Lean y tendría un reconocimiento público en un evento realizado por la empresa para dicha ocasión. Y cada seis meses se realizaría el mismo ciclo: propuestas, aceptadas/rechazadas, estudiadas y la mejor escogida sería premiada.

El premio era un obsequio valorado alrededor de los 150 euros y al resto de participantes se le haría un obsequio simbólico por haber participado siempre y cuando la propuesta de mejora hubiese sido aceptada.

El filtro para aceptar o rechazar dichas propuestas era la Red Lean ya que estaba compuesta por miembros de todos los ámbitos de la empresa.

Las bases del concurso se podrían resumir en dos conceptos fundamentales:

La mejora debía de ser innovadora.

La mejora debía de eliminar de algún modo desperdicios que hasta el momento no se habían detectado.

Elaboración de la herramienta Kaizen.

La herramienta en sí constaba de un formulario, tanto físico expuesto en una hoja DIN A4 en las zonas de taller y oficinas como informático en la propia plataforma del departamento Lean, a la cual tenían acceso todos los miembros de la factoría.

Cuando surgió la idea de lanzar el proyecto, en el propio departamento Lean se esbozó un formulario el cual en esta fase de la ruta se expuso mediante una presentación en una reunión con la Red Lean por el responsable del departamento en cuestión y director del grupo responsable de las cuestiones que comprenden a los asuntos Lean de la factoría. El formulario que se esbozó en el nacimiento del proyecto se modificó de forma que fuese más accesible su comprensión y cumplimentación por parte de todos los miembros de la empresa.

Una vez corregido y matizado el formulario dejando claras las partes a rellenar y cumplimentar por los trabajadores, las cuales son: nombre del trabajador, nombre de

su responsable, zona de implantación de la mejora (taller u oficinas), área de implantación (nave donde se implantaría la mejora), descripción de la mejora, beneficio esperado de la mejora y ahorro de la mejora en coste y/o tiempo de entrega (que indirectamente afecta al coste), se unió el formulario a las bases del concurso y se hizo un segundo comunicado oficial explicando el uso de esta herramienta y los pasos a seguir para así facilitar la consecución de las mejoras por la Red Lean.

Puesta en funcionamiento de la herramienta.

Alrededor de dos semanas después del comunicado oficial por parte de la Red Lean y con la aprobación de la dirección de la empresa. Se dispusieron unos atriles en cada una de las áreas del taller con los formularios físicos y se envió a todos los miembros de la factoría un e-mail en el cual estaba el formulario en formato pdf para así que se pudiera imprimir dicho formulario en el puesto de trabajo, si no había un atril de los antes mencionados; y en ese mismo e-mail había un enlace directo a la plataforma web del departamento Lean el cual te redirigía directamente al formulario online donde se podía cumplimentar el mismo desde el ordenador y así quedarse registrado directamente en la plataforma. Esto beneficiaba a la Red Lean dado que cada uno de los responsables de las áreas de la factoría, los cuales estaban integrados en la Red Lean, debían recoger todos los viernes los formularios físicos y pasarlos a la plataforma web del departamento Lean donde al lunes siguiente en la reunión de la propia Red Lean se accedería a dicha plataforma y se dispondría a aceptar, rechazar o modificar alguna de las propuestas de mejora planteadas.

Medición de impacto de las mejoras propuestas.

Esta era una de las partes fundamentales del Proyecto Kaizen debido a que el propósito del mismo era que las mejoras tuvieran un impacto económico positivo ganancial considerable para la empresa. De cada una de las mejoras se hacía un estudio de impacto económico futuro de duración máxima de dos años una vez implantada y puesta en funcionamiento de la mejora.

Aquellas propuestas que no pasaban este primer filtro eran rechazadas con la explicación pertinente al trabajador que la había propuesto, se planteó el hecho de no comunicárselo al participante pero era un refuerzo negativo desecharla sin previo

aviso por ello se decidió comunicar la desaprobación de las propuestas de mejora que no pasaban este filtro y por qué para motivar al trabajador a seguir buscando mejoras en su ámbito de trabajo.

Se hacía un segundo estudio el cual consistía en que la empresa debía recuperar el capital invertido en dicha mejora en no más de tres años de modo que si había alguna propuesta de mejora en la que se proponía una recuperación de ese dinero invertido en diez años, por ejemplo se le ponía el estado de pendiente de evaluar y/o modificar. Dado que el Proyecto Kaizen estaba ideado como una búsqueda y eliminación de desperdicios de rápido acceso y recuperación económica para la empresa.

Realización de eventos para el reconocimiento público por la participación de cada uno de los empleados en el Proyecto.

El hecho de que todos y cada uno de los empleados participaran en este proyecto, proyecto de mejora continua o kaizen, suponía para ellos un esfuerzo y un tiempo por el cual la Red Lean creía conveniente agradecer tal hecho a los trabajadores de la factoría. A parte del premio material a la mejor propuesta en el proyecto cada seis meses, se creyó conveniente reconocer también el esfuerzo del resto de trabajadores cuyas propuestas habían sido aceptadas.

Hubieron muchas propuestas, una de las cuales era una copia idéntica a lo que hacían en Airbus Helicopters Francia, en Marignane, la cual proponía que cada seis meses se alquilaba un recinto, ya fuera industrial, hotelero..., y en dicho recinto un día laboral se hacía una especie de fiesta-celebración durante todo el día donde se premiaba la mejor propuesta y se hacían una serie de actividades. A esta celebración estaban invitados dos familiares de cada trabajador. Esta propuesta se desestimó ya que la magnitud de Airbus Helicopters España no tiene nada que ver con la francesa, allí hay alrededor de quincemil trabajadores mientras que en la española están alrededor de quinientos y el presupuesto de Airbus Helicopters España no era tan cuantioso como el de Francia.

La propuesta para la realización del evento que convenció a todos los miembros de la Red Lean fue la que propuso el responsable del departamento Lean. Propuso que cada seis meses, un día laboral de la semana se partiese y se trabajase media jornada y por

la tarde se dedicase el tiempo a esa celebración en el edificio principal de la empresa donde los trabajadores cuyas propuestas fuesen aceptadas tendrían el reconocimiento público delante de sus compañeros en el cual los directores de industria, recursos humanos, de ventas, de proveedores... entregarían un detalle simbólico de la empresa a los participantes.

Después de la entrega y el reconocimiento público de cada uno de los trabajadores que había participado, cuya propuesta había sido previamente aceptada, el CEO de la empresa hacía entrega del premio a la mejor propuesta realizada durante esos seis meses. Esta entrega se hacía en el salón de actos donde previamente se había realizado el reconocimiento de los trabajadores. Una vez culminada la entrega de premios y la realización por parte de los directivos de la factoría del reconocimiento a los trabajadores, la empresa ponía a disposición de todos los trabajadores un catering para terminar el día de celebración.

Estandarización, seguimiento y mantenimiento de la herramienta.

Este último paso de la ruta a seguir del proyecto de mejora continua lo realizaba el departamento Lean.

Debía de conseguir una estandarización, es decir, todos los trabajadores debían de rellenar bien y con el mismo propósito el formulario estándar, no servía una propuesta escrita por e-mail personal por ejemplo.

El seguimiento se realizaba entre todos los miembros de la Red Lean aunque el departamento Lean era el encargado de supervisar que todas las propuestas hubiesen sido contestadas en menos de catorce días.

Por último el encargado del mantenimiento de la herramienta puesta a disposición de los trabajadores de la factoría debía revisar todos los días el estado de los formularios físicos rellenos tanto como la visualización de la plataforma web, para comprobar que la herramienta funcionaba y los trabajadores mostraban una involucración como parte de la empresa.

6.5.- Presupuesto

Aunque la herramienta no sea un útil material el cual se pudiese utilizar en la cadena de producción, es un útil inmaterial el cual debe mejorar dicha cadena de producción y como todas las herramientas, materiales e inmateriales, tiene un coste para la empresa en cuestión.

El presupuesto se estipula para el primer período del proyecto, el cual necesita su promoción y lanzamiento, gastos que luego no serán necesarios.

El primer período igual que los sucesivos serán de seis meses.

Primer período

Tiempo del departamento Lean: 60 horas

Coste de la hora del departamento Lean: 60 euros

Tiempo de la Red Lean: 45 horas

Coste de la hora de la Red Lean: 50 euros X 10 integrantes = 500 euros

Tiempo de los trabajadores de la factoría = 10 minutos X 500 integrantes = 5000 minutos \approx 83 horas

Coste de la hora de los trabajadores: 40 euros

300 hojas Din A4 para los formularios: 15 euros

40 Fundas para los formularios: 3 euros

200 Bolígrafos: 20 euros

Formulario en la plataforma: 0 euros (a plataforma pertenece a la propia empresa)

Premios: 200 euros

Resultado del primer período:

Total de horas = $60 + 45 + 83 = 188$ horas

Total de euros = $60 \times 60 + 45 \times 500 + 83 \times 40 + 15 + 3 + 20 + 0 + 200 = 29.658$ euros

Segundo período y sucesivos

Tiempo del departamento Lean: 10 horas

Coste de la hora del departamento Lean: 60 euros

Tiempo de la Red Lean: 2 horas

Coste de la hora de la Red Lean: 50 euros X 10 integrantes = 500 euros

Tiempo de los trabajadores de la factoría = 10 minutos X 500 integrantes = 5000 minutos \approx 83 horas

Coste de la hora de los trabajadores: 40 euros

300 hojas Din A4 para los formularios: 15 euros

40 Fundas para los formularios: 3 euros

200 Bolígrafos: 20 euros

Formulario en la plataforma: 0 euros (a plataforma pertenece a la propia empresa)

Premios: 200 euros

Resultado del segundo período:

Total de horas = 10 + 2 + 83 = 95 horas

Total de euros = 10 x 60 + 2 x 500 + 83 x 40 + 15 + 3 + 20 + 200 = 5.158 euros

6.6.- Formulario

Apellidos, Nombre		Responsable (Apellidos, Nombre)	
Area de la mejora		Zona de la mejora	
Taller	AE II <input type="checkbox"/>	RF <input type="checkbox"/>	H135 <input type="checkbox"/>
	FAL <input type="checkbox"/>	HBS <input type="checkbox"/>	JAO <input type="checkbox"/>
		TIGER <input type="checkbox"/>	NH90 <input type="checkbox"/>
		B-Test <input type="checkbox"/>	TIGER <input type="checkbox"/>
	FLIGHT LINE <input type="checkbox"/>	TIGER <input type="checkbox"/>	NH90 <input type="checkbox"/>
Oficina	Control de producción <input type="checkbox"/>		
	Ingeniería de producción <input type="checkbox"/>		
	Compras <input type="checkbox"/>		
	Logística <input type="checkbox"/>		
	Calidad <input type="checkbox"/>		
	Otros (especificar) <input type="checkbox"/>		
* <input type="checkbox"/>			
Tipo de ahorro			
Plazo de entrega <input type="checkbox"/>	Calidad <input type="checkbox"/>		
Coste <input type="checkbox"/>	Seguridad <input type="checkbox"/>		
Descripción de la mejora			
Beneficio esperado			

> Entregue la hoja a su responsable o a Salva (Lean Support) para que se realice la evaluación de la mejora

6.7.- Resultados

A continuación se mencionan algunas mejoras durante el primer período, el de implementación:

Flujo de Información: Hay que buscar una respuesta más oportuna de los servicios requeridos entre departamentos, estableciendo el canal y el medio adecuado para solicitarlo y establecer los compromisos de darlo.

Involucramiento del Personal: Se tiene interés en la Mejora, tienen el deseo de involucrarse en procesos de mejora. Durante el evento estuvieron enfocados y el nivel de intensidad y participación fue intensa. La disciplina a nivel suelo se logra mantener a un buen nivel, el personal conserva un buen nivel en la planta, buena actitud, claro con oportunidades básicamente de orden e identificación.

Operativamente se requiere de estandarización y definición de criterios y expectativas claras, HOE, 5S's, Mantenimiento, etc. Es decir sistematización de las actividades.

Se observó cierta desorganización y bloqueos por inventarios principalmente en el área de despacho y carga. Para estos casos se recomienda la utilización de las metodologías LVC: LEAN VALUE CHAIN (lean manufacturing en la cadena de valor)

Mejora Continua: Muestran interés, deseo de aprender y practicar metodologías nuevas para apoyar la mejora continua y los indicadores. Se cuenta con personal para facilitarla, teniendo la oportunidad de estandarizar la actividad para que sea replicable en toda la compañía, será necesario aplicarla en el futuro, con consistencia, si se deciden entrar en la aplicación de Kaizen. Es importante reconocer que se trata de una transformación tanto física como cultural, que incluye efectivamente a los colaboradores de la planta, pero requiere de liderazgo, no solo será hacer la mejora sino involucrar el cambio de conducta consciente por parte del personal de hacer mejor las cosas a la primera y sistemáticamente todos los días, trabajando de manera más inteligente y con menor esfuerzo, evitando al variación.

Es de mucha satisfacción observar que el desarrollo de la metodología Kaizen ha cumplido con las expectativas forjadas durante el proceso de implementación; cada uno de los eventos realizados introdujo cambios de visión, cultura y motivación en los miembros de Airbus Helicopters España en cada una de las áreas sometidas a la metodología. El compromiso de la empresa a la mejora continua se vio fortalecida con los resultados obtenidos y los que aún no han llegado al nivel esperado se han convertido en nuevos retos de mejora donde la creatividad de todos los empleados será puesta a prueba nuevamente en un futuro cercano en la búsqueda de incrementar la satisfacción y fidelidad de los clientes así como la reducción de los costos de sus productos.

Desde el inicio de la implementación de la metodología Kaizen se pudieron observar las virtudes de este modelo, se descubrieron con certeza las áreas más necesitadas de una inyección de mejora, lo cual focalizó de manera efectiva los esfuerzos de todos los involucrados en el proyecto y contribuyó a la determinación de las debilidades actuales de la empresa en sus objetivos de negocio y las áreas de mejora a implementar/evaluar dentro de la misma.

La priorización de eventos puede darse de diversas maneras y como se mencionó con anterioridad la mejor manera es hablando el mismo lenguaje con la alta dirección el cual tiende a ser el beneficio monetario obtenido de un proyecto; es por esto que luego de la determinación de las áreas más necesitadas de mejora, se proyecta el impacto monetario en reducción de costos que cada proyecto de mejora propuesto tendría en la actividades productivas y financieras de la empresa, con esta propuesta de acercamiento se establece el desarrollo cronológico para el desarrollo de cada uno de los eventos Kaizen.

Otro aspecto importante a mencionar es la relación entre el ambiente laboral y la productividad de los trabajadores que desarrollan sus labores diarias en un lugar limpio y ordenado dentro de su misma jornada de trabajo; por esto una de las bases de la metodología es llevar a cabo un análisis de 5'S el cual orienta al equipo a no dejar de lado el orden, la limpieza e higiene laboral.

Otra de las características importantes de la metodología Kaizen es la del seguimiento continuo y cercano de los indicadores y resultados que se van obteniendo después de finalizado cada evento; aunque en la mayoría de empresas se tiene la costumbre del seguimiento de indicadores en el caso particular de metodología se requieren indicadores nuevos enfocados directamente a los resultados que se esperan obtener y de los cuales se requiere información certera, confiable y a tiempo con lo que pueda saber si se están obteniendo los resultados esperados. En este supuesto se pudo observar una característica que no mencionan los autores relacionados al tema; como todo proceso se tiene una curva de desarrollo en la cual se tiene un repunte hacia la mejora casi inmediato durante la semana de desarrollo e implantación del evento Kaizen.

Los miembros del grupo de mejora manifestaron cansancio luego de la jornada de implantación, luego de una sesión de evaluación de resultados los mismos miembros se retomó con mayor vigor lo aprendido de la metodología Kaizen viéndose nuevamente un repunte obteniendo los resultados proyectados al inicio del proyecto de la implementación de mejora continua.

7.- Conclusiones

En este trabajo de investigación se presenta un tema muy importante hoy día dentro de las organizaciones, ya sean fabriles o de servicios, por los resultados que se logran implantando la filosofía de LEAN MANUFACTURING. El objetivo de este estudio ha sido entender la estrategia seguida en la implantación del LEAN MANUFACTURING, con todos los cambios organizativos que la acompañan y las consecuencias y mejoras resultantes tras la implementación.

Para entender el LEAN MANUFACTURING hemos empezado este trabajo hablando de sus antecedentes históricos, buscando definiciones, principios, herramientas y estrategias de implementación que consideramos imprescindibles a la hora de la adopción de la filosofía citada.

En cuanto a la metodología de investigación, hemos optado por el estudio en profundidad de un caso, que es Airbus Helicopters España en su factoría de Albacete, contando con la colaboración de un responsable de Lean que nos ha facilitado toda la información necesaria para la elaboración del trabajo.

Airbus empezó el proceso de implantación con la adopción de los principios fundamentales para el LEAN MANUFACTURING: principio de flujo, sistema “pull”, estandarización, principio de variación 0 o cero defectos y, finalmente, el principio de trabajo en equipo. Con este último, se logró preparar a toda la plantilla y los métodos de trabajo para asimilar los cambios que supone el LM.

Después, el siguiente paso consistió en fijar una estrategia a seguir y los objetivos a lograr, que se formularon en una matriz con las diferentes etapas, ya que la implantación del LEAN MANUFACTURING requiere tiempo y se hace de forma escalonada, es decir, hay herramientas que no se pueden aplicar sin la aplicación anterior de otra herramienta que la respalde.

Con el objeto de observar si la aplicación de esta metodología está dando los resultados esperados, la empresa ha establecido una serie de indicadores para medir y

controlar los objetivos fijados para cada etapa y, en caso de que surgiera algún tipo de problema, actuar rápidamente y hacer algún cambio o modificación.

“La implantación empezó en el área de producción y tuvo mucho éxito, exportando el sistema luego a otras áreas de la empresa”. El proceso de implantación, aunque se inició en el año 2008, no se considera acabado todavía, ya que “está previsto que dure hasta el 2020”.

Por motivos de confidencialidad, no hemos podido contar con datos económicos reales, pero sí en términos de productividad. Conforme se avanza en la implantación del LEAN MANUFACTURING mejoran los resultados obtenidos así como la satisfacción de los trabajadores y de los clientes.

Asimismo, son menores las cifras de accidentes laborales y ha mejorado la calidad de los productos.

Resumiendo, la empresa estudiada ha aplicado con éxito la filosofía LEAN MANUFACTURING, con un planteamiento muy cercano a lo promulgado por los mayores exponentes de la materia, y como se puede observar comparando los pasos descritos en la implantación teórica y la aplicación real de la filosofía LEAN MANUFACTURING, y se han cumplido y siguen cumpliéndose todas las metas fijadas, logrando mejorar no sólo en términos económicos. Con todo ello, se podría decir que vale la pena implantar este modelo por los beneficios que aporta a la organización y también a su entorno.

A pesar de las múltiples ventajas que han logrado desde que son LEAN MANUFACTURING, y de la correcta implantación de la filosofía llevada a cabo en Airbus, creemos conveniente hacer referencia a varias recomendaciones. Éstas son:

- Mantener el pensamiento LEAN MANUFACTURING en todas las plantas de la empresa a largo plazo como se ha hecho hasta ahora, y mejorar en aquellos aspectos en los que se pueda.
- Extender dicha filosofía a todos los ámbitos posibles, ya que quedan latentes los grandes beneficios que genera su implantación.

- Contar siempre con el apoyo de personas comprometidas y favorables al pensamiento LEAN MANUFACTURING, ya que es fundamental que este proceso de mejora continua esté respaldado por profesionales que crean en el proyecto.
- Ser capaces de convencer a los agentes del entorno (proveedores, clientes, etc.) de la importancia de este modelo, para, juntos, seguir una estrategia común que permita la sincronización y una mayor amplitud de mejora.

BIBLIOGRAFÍA

Bonavía Martín, T. y Marín García, J. A. (2007). “Grado de uso y resultados de la producción ajustada en las empresas de pavimentos y revestimientos cerámicos”.

Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa, 16(3), 39-54.

Cabrera, R. (2011). “VSM value stream mapping-análisis de la cadena de valor”.

Del Campo, J. L. (2013). “Coaching para el día a día”. Documento obtenido el 9 de mayo de 2013:<http://delcampovillares.com/?s=lean+manufacturing>

Espejo Alarcón, M. y Moyano Fuentes, J. (2007). “Lean Production: estado actual y desafíos futuros de la investigación”. Investigaciones Europeas de Dirección y

Economía de la Empresa, 13(2), 179-202.

Espinosa Fuentes, F. (2008). TPM –Mantenimiento Productivo Total. Charlas para la gestión del mantenimiento.

Galgano, A. (2004). Las tres revoluciones: caza del desperdicio. Doblar la productividad con Lean production. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Hernández Sampieri, R., FernándezCollado, C. y Baptista, P.(2006). Metodología de la investigación. McGraw Hill.

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche, México (2013).

“Administración de la calidad, sistemas de manufactura”. Documento obtenido el

Lonnie, W. (2010). How to Implement Lean Manufacturing. The McGraw-Hill Companies, Inc.

Martí Ogayar, J. J. y Torrubiano Galante, J. (2013). Guía Lean Management. Lean process: mejorar los procesos para ser más competitivos.

Martínez Jurado, P. J. y Moyano Fuentes, J. (2011). “Lean production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica”. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 17(1), 137-157.

<http://www.leansolutions.es/esp/>

Observatorio Industrial del Sector de Fabricantes de Bienes de Equipo

(2011). “Informe sector aeronáutico y espacial español: situación actual y perspectivas”.

Ohno, T. (1995). Toyota Production System: beyond large-scale production.

Productivity Press Inc.

Profesores, U. C. (2011). “Manufactura esbelta -lean manufacturing

Rajadell Carreras, M. y Sánchez García, J. L. (2010). Lean manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Womack, J. P. y Jones, D. T. (2005). Lean thinking: cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. Ediciones Gestión 2000.

Womack, J. P., Jones, D. T. y Roos D. (1990). La máquina que cambió el mundo.

Madrid:McGraw-Hill.