



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERIA DE SISTEMAS – INGENIERIA INDUSTRIAL

**MANUFACTURA ESBELTA. GRÁFICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y ELIMINACIÓN DE
DESPERDICIOS**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
MARCO AURELIO RAMÍREZ CHAPARRO

TUTOR PRINCIPAL
M.I. ARTURO FUENTES ZENÓN
FACULTAD DE INGENIERIA

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, mayo de 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: DR. SUÁREZ ROCHA JAVIER
Secretario: M.I. SOLER ANGUIANO FRANCISCA IRENE
Vocal: M.I. FUENTES ZENÓN ARTURO
1 er. Suplente: M.I. RIVERA COLMENERO JOSÉ ANTONIO
2 do. Suplente: M.I. HERNÁNDEZ GARCÍA SILVINA

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Ciudad de México y Ciudad Juárez, Chihuahua.

TUTOR DE TESIS:

M.I. ARTURO FUENTES ZENÓN

FIRMA

Agradecimientos

Antes que nada, quiero agradecer a mis padres por apoyarme siempre en esta aventura, a mis hermanos, a mis amigos que quiero como si fueran mis hermanos, a los maestros por siempre dar lo mejor de sí y a todas esas personas que conocí o que ya no están para ver como termino todo esto.

No es fácil salir de la zona de confort, dejar todo lo que tienes y llegar a una ciudad nueva sin conocer a nadie, pero al final de cuentas es parte del aprendizaje que me llevo profesionalmente y personalmente.

Gracias a todos los que me ayudaron de una u otra manera.

Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Ambigüedad y complicación del tema.....	3
1.3 Limita la participación del personal.	3
1.4 Propuesta amigable mediante el uso de gráficos.....	3
CAPÍTULO 2. CONCEPTOS BÁSICOS.....	5
2.1 Lean Manufacturing.....	5
2.2 Desperdicio.	6
2.3 Valor.....	6
2.3.1 Actividades que agregan valor.	6
2.3.2 Actividades que no agregan valor.	6
2.4 Siete desperdicios o mudas.....	7
2.5 El octavo desperdicio y otros.	9
2.6 Herramientas de Lean Manufacturing.....	10
CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS DESPERDICIOS.	13
3.1 Sobreproducción.	13
3.2 Movimientos.	14
3.3 Transporte.....	14
3.4 Inventarios.....	15
3.5 Sobre proceso.	15
3.6 Defectos.....	16
3.7 Esperas.....	16
CAPÍTULO 4. MÉTODOS DE MEJORA.....	17
4.1 Análisis de problemas operacionales.....	17
4.1.1 Rutinas de mejora.....	17
4.1.2 Análisis causal.	19
4.1.3 Análisis de procesos.	20
4.2. Rutinas de mejora: variantes.	21

4.2.1. El libro de las mejoras.....	22
4.2.2 Kaizen.....	23
4.2.2.1 Kaizen Lean.....	24
4.2.2.2 Kaikaku.....	26
4.2.2.3 Kaizen Blitz.....	27
4.2.2.4 Gemba Kaizen.....	28
4.2.2.5 Kaizen Teian.....	29
CAPITULO 5. GUIA GRAFICA PARA LA IDENTIFICACION Y ELIMINACION DE DESPERDICIOS.....	30
CONCLUSIONES.....	32
Bibliografía.....	33
Tabla de ilustraciones.....	35
Anexos.....	36
Manufactura esbelta, Guía grafica para la identificación y eliminación de desperdicios...	36
5S Herramienta para comenzar las mejoras.....	67

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.

Lean manufacturing o Manufactura esbelta es una metodología ideada y puesta en práctica en Japón en la Toyota Motor Corporation.



Ilustración 1 Taiichi Ohno, Fuente: <http://www.leanproduction.co/wp-content/uploads/2015/04/taichi-ohno.jpg>

El principal objetivo de esta metodología es la eliminación de desperdicios y excesos en cada proceso de la manufactura, en sus inicios, en la década de los cincuenta Taiichi Ohno (creador de la metodología junto con Shigeo Shingo) aplicó estas técnicas a la manufactura de los motores, pasando después a ser utilizada en el ensamble del automóvil en la década de los sesenta, y por último a toda la cadena de suministro incluyendo a los proveedores durante la década de los setenta, creándose así los primeros manuales que contenían los secretos Lean que se compartirían con las demás compañías asociadas, estos manuales fueron escritos en japonés y fue hasta la década de los ochenta cuando empezaron a ser traducidos al inglés, teniendo un escaso éxito en las empresas de occidente.

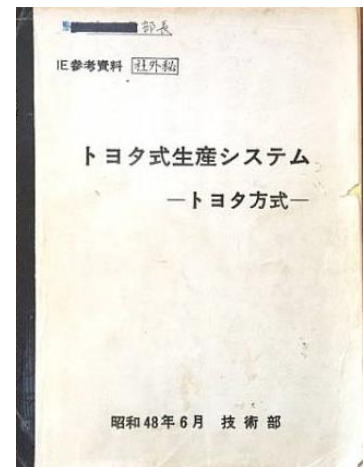


Ilustración 2 Primer manual del Sistema de Producción de Toyota (TPS) hecho en 1973, Fuente: <http://auctions.c.yimg.jp/images.auctions.yahoo.co.jp/image/ra124/users/6/4/9/5/pinebook19-img600x450-1458898379pbtuxc19487.jpg>



Ilustración 3 Modelo AA, el primer automóvil fabricado por Toyota, Fuente:

<http://i.ebayimg.com/images/g/alwAAOSwu4BVmeaH/s-l300.jpg>,

<http://prometheus.med.utah.edu/~bwjones/2007/10/nagoya-castle-and-toyota-commemorative-museum-of-technologyand-industry/>.

En los Estados Unidos el termino de Lean Manufacturing fue introducido a principios de los noventa por James Womack con su libro “La máquina que cambio al mundo”, texto que revolucionó el pensamiento de los directivos de las grandes compañías donde empezaron a recrear las técnicas y estructuras de Lean. (Hines, Holweg, & Rich, 2004)

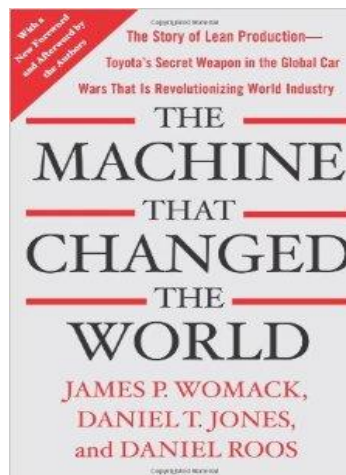


Ilustración 4 Libro “La máquina que cambio el mundo” de James Womack que fue el primer libro sobre Lean Manufacturing que tuvo éxito en occidente. Fuente:

<http://auctions.c.yimg.jp/images.auctions.yahoo.co.jp/image/ra124/>

1.2 Ambigüedad y complicación del tema.

Para aquellos que no están familiarizados con los temas y los términos que se utilizan dentro de Lean Manufacturing, les resulta difícil entender de qué se trata, además de que los términos se asocian con algo diferente a lo que la metodología se refiere, si estos términos se simplifican o se explican con facilidad ayudaría a disminuir la ambigüedad y contribuiría a crecer el aprendizaje.

Tomando como ejemplo la palabra *Lean* o *Esbelto* (en su traducción al español) la primera imagen que se asocia es la figura de un atleta en buena forma física, alto y delgado, o algún pedazo de carne con muy poca o nula grasa, si se busca el significado en los diccionarios como la RAE o el Merriam-Webster los resultados no son muy distintos a lo imaginado, por ejemplo el termino Lean es definido como la falta o deficiencia de carne, falta de riqueza o de productividad, esta diversidad de definiciones e imágenes hacen que para alguien que no conozca la metodología le sea difícil asociar este termino con una metodología de mejora de procesos (Stone, 2012).

Otro factor que aumenta la ambigüedad y confusión han sido las diferentes definiciones que gerentes, consultores y académicos especializados en el área tienen con respecto a lo que significa Lean, debido a que la metodología ha evolucionado durante un largo periodo de tiempo se puede confundir con otros enfoques relacionados como TQM (Gestión de la calidad total en sus siglas en ingles), Six Sigma y el estudio del trabajo entre otros, además de que muchas de las publicaciones que utilizan en su título la palabra "*Lean*" terminan hablando de cosas poco o nada relacionadas con el tema, y sólo logran confundir a los lectores (Shah & Ward, 2007).

1.3 Limita la participación del personal.

Al querer adentrarse en el conocimiento de esta metodología, el lector se encuentra con que la mayoría de los artículos, libros o manuales existentes están escritos por especialistas y dirigidos a ingenieros o gerentes, que son los que toman las decisiones acerca de los problemas, sin dar oportunidad a que las personas que viven día a día con el problema expresen sus ideas de mejora (Kato, 1991).

1.4 Propuesta amigable mediante el uso de gráficos.

El desarrollo de técnicas simplificadas y efectivas de Lean Manufacturing pueden ser aplicadas directamente para la mejora de los procesos, utilizando material que sea accesible para todos los involucrados en los procesos de manufactura, no solo para el ingeniero especializado sino enfocado también para supervisores y trabajadores que se encuentran en contacto directo con los procesos y problemas. (Kato, 1991)

Una propuesta para desarrollar estas técnicas simplificadas y efectivas es mediante el uso de imágenes, ya que se tiene reconocido que es una buena forma de comunicación y de

representación de ideas por su facilidad de entendimiento. Aunque el uso de este medio represente un reto mayor para su realización, el resultado puede ser un material ágil y ameno, que favorece la comprensión de los temas y estimula la inventiva de quien lo consulta (Fuentes Zenón, Diseño de la Estrategia Competitiva, 2003).

CAPÍTULO 2. CONCEPTOS BÁSICOS.

2.1 Lean Manufacturing.

El propósito de lean manufacturing es crear productos de alta calidad en el ritmo que el cliente lo necesita con poco o nada de desperdicio de recursos. El sistema de producción debe estar diseñado para eliminar desperdicio en cada área desde la producción hasta las relaciones con los clientes, pasando por el diseño del producto, los proveedores y el manejo de los almacenes. (Karim & Arif-Uz-Zaman, 2013)

Otra forma de definir el propósito de lean es producir lo requerido, en el momento requerido y en la cantidad requerida, tratando de eliminar los desperdicios y siguiendo un flujo continuo en todo el sistema (desde almacenes hasta la entrega del producto al cliente). (Shah & Ward, 2007)

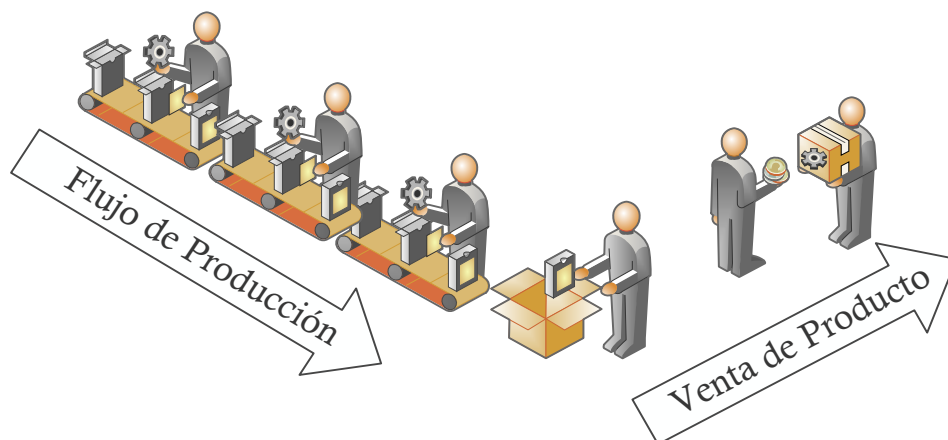
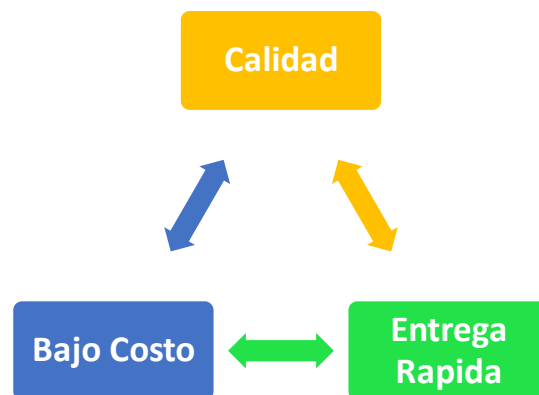


Ilustración 5 Flujo continuo de producción hasta el cliente final. Fuente: (Stewart, 2011)

Lean manufacturing se basa en un proceso de manufactura altamente efectivo y eficiente, obteniendo productos de alta calidad, a bajo costo y de entrega rápida como resultado de eliminar los desperdicios (Domingo).

Ilustración 6 Propósitos Lean Manufacturing (Domingo)



2.2 Desperdicio.

El desperdicio en lean manufacturing es definido como toda aquella actividad que consume recursos de la compañía y que no añade valor al producto, es decir que no es necesario para fabricar el producto (Carreras & Sanchez Garcia, 2010).

2.3 Valor.

El valor es lo que distingue las actividades que son productivas y las que son desperdicio, es definido como las características, necesidades y deseos del cliente que lo motivan a pagar cierto precio por algún producto o servicio (Carreras & Sanchez Garcia, 2010).

Las actividades dentro de un proceso están divididas en dos tipos:

2.3.1 Actividades que agregan valor.

Sólo las actividades que transforman o afectan la materia prima durante el proceso de producción se consideran **actividades que agregan valor**, algunos ejemplos se estas actividades son, pintar algún producto, el corte del producto y el ensamble de las partes involucradas, estas actividades aun y cuando aportan valor a la producción pueden ser mejoradas o modificadas para aprovechar al máximo los recursos.

2.3.2 Actividades que no agregan valor.

Las actividades que forman parte del proceso y que cuando se realizan no afectan al producto, aunque están consumiendo recursos de la empresa son conocidas como **actividades que no agregan valor**. Dentro de estas actividades existen algunas que, aunque no tengan ningún efecto en el producto son necesarias para su realización dado el funcionamiento actual de los procesos, por ejemplo, el mover el producto terminado hacia el cliente, las actividades administrativas y las inspecciones, pese a no ser actividades que agreguen valor se deben seguir realizando a menos que se cambie el proceso para reducir o eliminar estas actividades. Por otra parte, existen las actividades que no agregan valor y que no son necesarias, estas actividades tienen que ser eliminadas, también conocidas como desperdicios puros o Mudras (definición en japonés) (Bell, 2006).

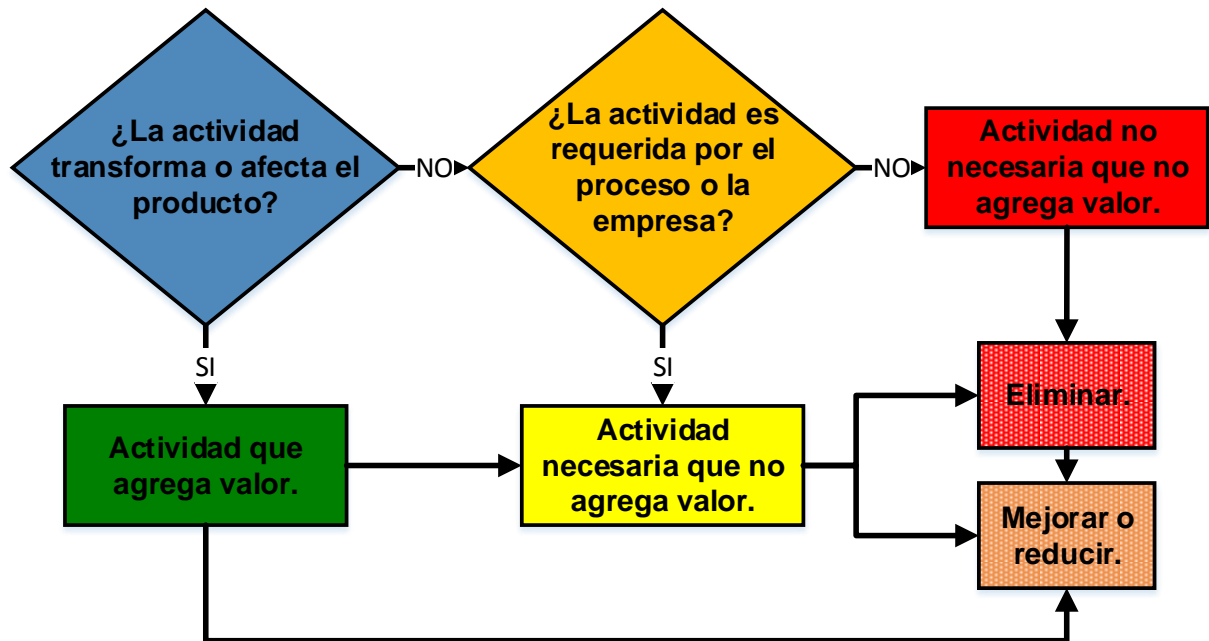


Ilustración 7 Clasificación de actividades. (Díaz, 2010)

2.4 Siete desperdicios o mudas.

Las actividades que no agregan valor están clasificadas en siete tipos de desperdicio o mudas.

En la siguiente tabla se presentan de forma breve cuales son los siete desperdicios de Lean Manufacturing y algunos ejemplos para facilitar su entendimiento. Más adelante se presentará cada desperdicio de una manera más completa e ilustrativa.

Desperdicio	Definición	Ejemplos
Sobre producción	Producir piezas antes de que sean requeridas o en una cantidad mayor a la necesaria.	*Producir un lote que no es requerido por el programa de producción (se utiliza tiempo para producir algo que el cliente no quiere en ese momento). *Producir más piezas de las que el lote de producción requiere (quedarán piezas sobrantes que no se venderán).
Espera	Es el tiempo muerto y el tiempo en el cual la maquina o el operador están sin producir nada, aguardando que se realice una actividad para después continuar con la suya.	*El tiempo perdido esperando material para producir. *El tiempo esperando a que la maquinaria termine su trabajo o El tiempo que la maquinaria espera a que sea cargada con material para realizar su operación. *Todo el tiempo muerto en espera del arreglo de la maquinaria.
Transporte	Es todo el movimiento de material dentro de la fábrica y fuera de ella, es considerado desperdicio porque no modifica el producto solo lo cambia de lugar.	*Mover la materia prima desde la zona de recibos al almacén. *Mover la materia prima del almacén a las líneas de producción. * Mover el material entre estaciones de trabajo. *Mover el producto de las estaciones de trabajo a la zona de embarques. *Enviar el producto al cliente.
Sobre proceso	Son todas las actividades extras que se realizan y no son necesarias para terminar un proceso, o son actividades que se pueden realizar de una manera más fácil y rápida.	*El uso de herramientas inadecuadas para las operaciones (usar un desarmador manual en lugar de uno eléctrico). *Agregar características al producto que el cliente no requiere (agregar tocantitas al estéreo del automóvil). *Las inspecciones de calidad.
Inventario	Es todo el material que permanece en espera de ser transformado o para ser vendido al cliente.	*Materia prima de los almacenes. *Material en proceso esperando a ser utilizado entre operaciones. *Producto terminado esperando a ser vendido.
Movimiento	Son los movimientos que el operario hace para completar una actividad u operación y que no modifican el producto.	*Caminar por herramientas o material. *Mover la máquina de una estación a otra. *Movimientos innecesarios como alcanzar objetos, agacharse por material y levantarlo.
Defectos	Son los productos que no cumplen con las normas de calidad y no se pueden vender al cliente.	*El producto no sirve o tiene fallas. *Productos que sirven, pero su aspecto no es del agrado del cliente.

Tabla 1 Los siete desperdicios definición y ejemplos. (Galgano, 2003) (Bell, 2006) (Cuatrecasas, 2015)

2.5 El octavo desperdicio y otros.

Para muchos autores además de los siete desperdicios que se enlistaron en la *tabla 1* existe un octavo, el **desperdicio del potencial humano**, es decir, el no aprovechar en su totalidad las capacidades del personal y sus ganas de aportar valor a sus actividades, limitando al personal a ser una máquina más. Este tipo de desperdicio es causado por la poca o nula participación que se le da al personal, teniendo como consecuencia apatía al realizar sus actividades, creando baja productividad y mala calidad. (Bell, 2006)

Existen otros elementos o condiciones que afectan a los procesos y por consecuencia a la eficiencia y productividad de la compañía por lo que también se debe considerar sus posible eliminación o reducción.

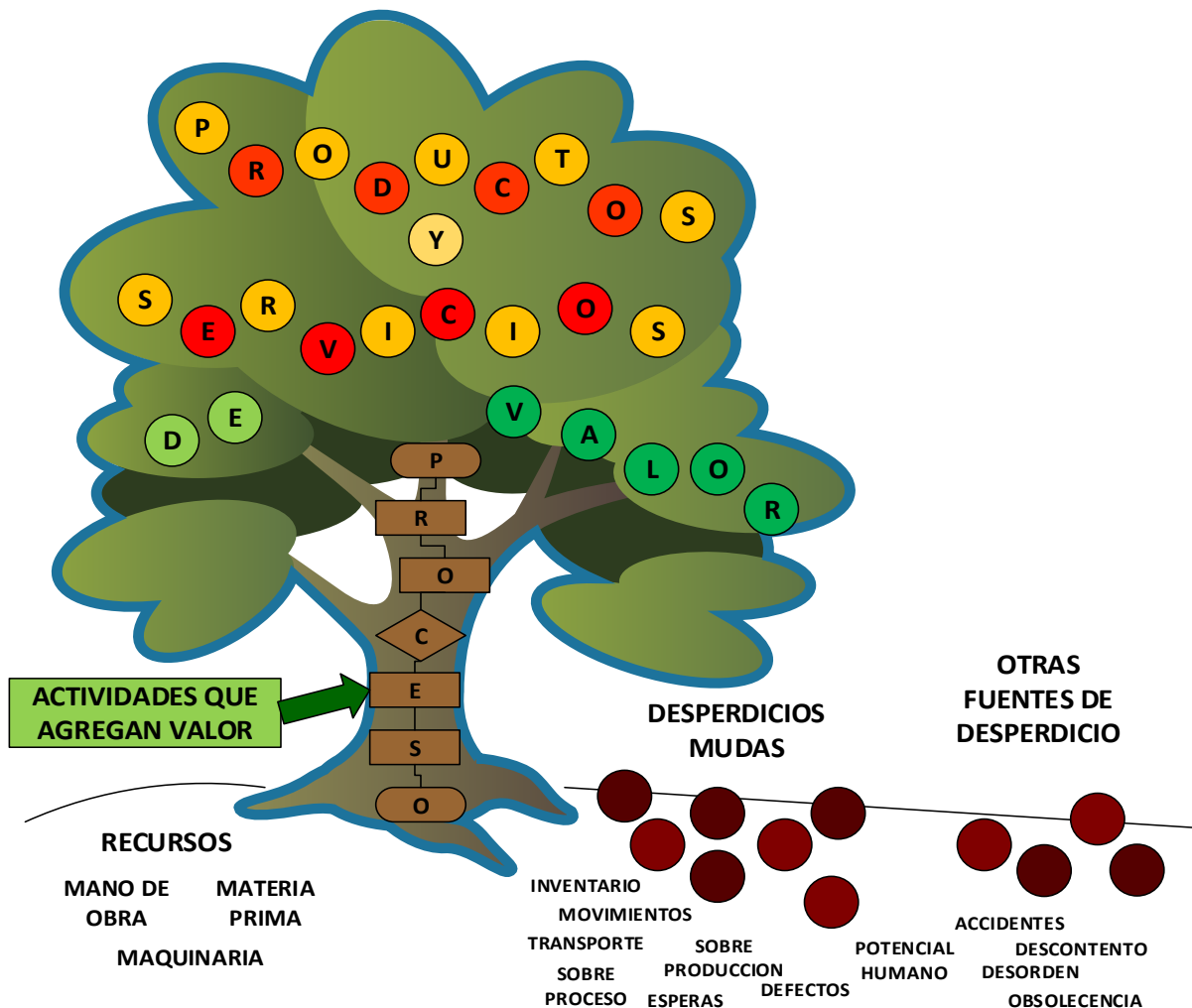


Ilustración 8 Tipos de desperdicios.

2.6 Herramientas de Lean Manufacturing.

Existen varias herramientas propuestas por lean manufacturing, diseñadas para eliminar los desperdicios y obtener las metas propuestas, como la alta calidad en los productos a un bajo costo, cumpliendo con las entregas en tiempo y conforme a lo establecido con el cliente.

Estas herramientas son comúnmente representadas en forma de una casa, en la cual los cimientos o las bases se encuentran técnicas como: el **TPM o Mantenimiento Total Preventivo** en su traducción al español, el cual consiste en realizar inspecciones y reparaciones programadas cada cierto tiempo en las maquinarias y equipos, con el fin de evitar averías.

Otra técnica que sirve como cimiento es **5 S**, que es un proceso de cinco pasos que sirven para ordenar las estaciones de trabajo mediante eliminar lo innecesario, ordenar las herramientas de trabajo, limpiar e inspeccionar, estandarizar estableciendo reglas para respetar los pasos anteriores y la disciplina para crear un hábito en los empleados.

El **Kaizen o Mejora Continua** es una técnica que consiste en pequeñas mejoras dentro de las operaciones o procesos, se divide en fases como el encontrar el problema, desarrollar ideas para solucionarlo, seleccionar la mejor idea, implantarla y verificar los resultados, en caso de ser buenos los resultados la mejora debe de mantenerse y volver a empezar el ciclo Kaizen para buscar una mejora en el mismo proceso o en algún otro.

En la representación de la casa de Lean manufacturing existen dos columnas que son las que sostienen esta filosofía, una dedicada la producción y otra a la calidad, en la primera columna tenemos como base el sistema de producción **Just in Time (JIT) o Justo a Tiempo**, su objetivo general es fabricar las piezas requeridas en las cantidades requeridas y en el momento que se ordenan por el cliente. Este sistema de producción se apoya en técnicas como el **Tack time o tiempo de ciclo** (el tiempo en el que se debe terminar una operación), **el sistema de producción "Pull"** (cuando la siguiente operación tome las piezas que requiere, se deben producir solo el número de piezas que se tomaron), **el flujo continuo de la producción**, **el SMED o cambios rápidos de modelo** (la facilidad de cambiar las herramientas y materiales de manera rápida para producir un producto diferente), el diseño de **células de trabajo** y **el sistema de producción Kanban** (sistema que utiliza señalizaciones en forma de tarjetas, en cuanto se toman piezas de una operación se coloca la tarjeta que indican la cantidad de piezas que se tomaron o se necesitaran).

Existe la técnica llamada **Heijunka o producción nivelada**, que adapta la producción a la demanda variable del cliente a lo largo de la cadena de suministro (desde el proveedor de material hasta el cliente), nivelando las cantidades a producir con el uso de lotes pequeños de varios modelos, sin defectos y en poco tiempo, en lugar de producir lotes grandes de un solo modelo y después producir otro lote de otro modelo.

El otro pilar de la casa Lean Manufacturing es el referido a la calidad del producto, como base se tiene la técnica llamada **Jidoka o sistema de control de defectos**, en la cual el empleado puede parar la maquina si detecta que algo no está bien o el producto presenta defectos, facilitando la reparación del producto en el mismo instante, la búsqueda de las causas del defecto y prevenir su repetición, además reducir la posibilidad de encontrar defectos en operaciones siguientes.

El Jidoka se apoya en técnicas como **Andon**, (sistema de alerta mediante lámparas de colores para avisar sobre descomposturas de maquinaria o defectos en los productos), **Pokayoke** (técnica que utiliza mecanismos que evitan los errores al momento de ensamblar o realizar actividades, ejemplo la forma y señalización de las baterías evita que se coloquen de manera contraria a su polaridad) y la técnica de los **5 Porque** (preguntar el porqué de los problemas hasta llegar a la causa raíz que los provoco). La calidad del producto recibe ayuda de la **estandarización del trabajo** que se define como los procedimientos para realizar los trabajos de la mejor y más fácil manera posible para todos los empleados (Carreras & Sanchez Garcia, 2010).



*Ilustración 9 Casa de Lean Manufacturing. Fuente:
<https://logisticsmgepsupv.files.wordpress.com/2014/05/house-of-lean.jpg>*

Como podemos darnos cuenta, la mayoría de las técnicas utilizadas dentro de Lean Manufacturing están dirigidas para el uso de personal de alto mando (directivos) y medio mando (especialistas en el tema, ingenieros, etc.), ya que para ser puestas en marcha se necesita de una gran planificación, y tener a la disposición ciertos recursos claves (dinero, instalaciones, herramientas, mano de obra, etc.). Aunque algunas pueden ser adaptadas para su uso a nivel operativo, ejemplo 5´S, SMED, ANDON, Pokayoke, siendo estas técnicas apoyadas para su puesta en marcha por el nivel operativo con la ayuda de especialistas en el tema.

En conclusión, estas técnicas están diseñadas de manera que no son útiles para el nivel operativo, sino por especialistas y personas encargadas en la toma de decisiones dentro de la empresa, pero se pueden rescatar algunas cosas para ser implementadas con la ayuda de los operadores.

CAPÍTULO 3. DEFINICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS DESPERDICIOS.

Como hemos revisado con anterioridad, un desperdicio es definido como cualquier actividad desarrollada por la empresa que consume recursos y no produce valor para el cliente, ni contribuye a la transformación del producto, sabemos que para la manufactura esbelta los desperdicios se pueden separar en siete diferentes tipos, algunos pueden ser causados por otro desperdicio o pueden ser complementarios, lo importante es poder identificarlos dentro del espacio laboral y después tratar de reducir sus efectos o eliminarlos.

A continuación, se presentará cada desperdicio con mayor detalle y se ilustrará con ejemplos para su mayor entendimiento y poder identificarlo con facilidad.

3.1 Sobreproducción.

La sobreproducción se puede definir simplemente como “el producir más productos terminados de los que son requeridos por el cliente en ese momento” (Stewart, 2011).

El sobre producir genera otros problemas como la necesidad de espacio para guardar estos productos, generando otro de los desperdicios el inventario, otro problema generado es que se utiliza materia prima y tiempo de producción que se podrían usar en la fabricación de otro producto que en realidad es necesitado por el cliente, por otra parte, genera el transporte de productos (otro tipo de desperdicio) a los almacenes, que no serían necesario si esos productos extra no existieran, también la calidad del producto puede verse afectada, ya que por concentrarse en producir más piezas se deja en segundo plano la calidad del producto, además de hacer más tardado y difícil la revisión de estas piezas.

Una de las causas de este desperdicio es la poca confianza que se tiene sobre los procesos, maquinarias o el medio ambiente, por lo general se tiene la idea de producir más piezas de las necesitadas para tener producto terminado listo para ser enviado al cliente en caso de que ocurriera algún problema (una maquina descompuesta, falta de personal, falta de material o algún fenómeno natural).

Otra de las causas son los tamaños de lotes de producción que suelen ser muy grandes, entonces, aunque el cliente solo ordene por ejemplo 5 piezas se deben de producir 30 para que los costos (costo de material, costo de mano de obra, el costo del tiempo perdido en ajustar las maquinarias) sean los mínimos (Carreras & Sanchez Garcia, 2010).

También la sobreproducción es provocada por la mala comunicación entre cliente y proveedor o la mala previsión de la demanda, por ejemplo, si se tiene estimado que para mediados de año se estarán vendiendo 500 piezas y se trabaja durante meses para producir

esta cantidad, pero en realidad solo se vendieron 300 piezas, las restantes 200 piezas tendrán que ser guardadas bajo el riesgo de que nunca sean utilizadas o sufran algún desperfecto mientras sean vendidas.

En resumen, la sobreproducción es el producir más de lo requerido o antes de lo requerido por el cliente, este desperdicio puede ser ubicado fácilmente dentro de las empresas, al observar los almacenes que guardan los productos hasta que estos son vendidos.

3.2 Movimientos.

Este desperdicio se define como todos los movimientos que los operarios realizan y que no agregan valor al producto o servicio (William Bentley, 2010), es decir, este desperdicio ocurre cuando los operadores dan vueltas en círculos dentro de su estación de trabajo o dentro de la planta para buscar herramientas, tomar y mover materia prima, acomodar el material o producto terminado, entre otras actividades (Corredor Gutierrez, 2015).

Estas actividades pueden ser vistas como necesarias por el proceso actual o la forma en que se realizan las cosas, pero como lo habíamos visto en la *Ilustración 7 en la clasificación de actividades*, existen actividades necesarias que no agregan valor al producto y es conveniente eliminarlas o reducirlas.

El exceso de movimientos que las personas o maquinas realizan no son tomadas como caso serio, porque desde el punto de vista de lo quienes diseñaron el proceso o lo realizan es la única forma de hacer las cosas, sin tener en cuenta que estos movimientos pueden llegar a generar enfermedades o problemas de salud y cansancio extra en los trabajadores.

Estos movimientos suelen ser generados por la distribución del puesto de trabajo y de la planta, en donde los almacenes y depósitos de herramientas están muy lejos del puesto de trabajo, y en otros casos es generado por el mal diseño de los procesos, en donde se deben realizar varias vueltas en el puesto de trabajo para terminar con el proceso.

Para identificarlos basta con seguir durante unos minutos los movimientos de algún operador y revisar cuáles de las actividades que realiza provocan un cambio en el producto y cuáles solo son movimientos que si bien pueden ser necesarios no hacen que el producto se modifique.

3.3 Transporte.

El desperdicio de transporte ocurre al mover la materia prima, el producto en proceso y el producto terminado dentro de la planta y fuera de ella, puede ser confundido con el desperdicio de movimiento, pero en este caso solo se limita al movimiento de material sin importar como lo hagas (usando montacargas, carretillas, diablitos, camiones, cargándolos en las manos, bandas transportadoras, etc.) y la dirección en que se realice (Corredor Gutierrez, 2015).

El transporte es considerado desperdicio porque dentro de su trayectoria el material o producto no sufre ningún cambio aunque esta actividad es vista como necesaria, las trayectorias que se contemplan son desde que la materia prima se envía del proveedor hasta que esta llega y se mueve a los almacenes, cuando se mueve la materia prima del almacén a los puestos de trabajo, cuando el producto en proceso se mueve entre puestos de trabajo y de inspección y por ultimo cuando se envía el producto al cliente final.

Las causas de este desperdicio son la mala ubicación de la planta (geográficamente) y del mal diseño de su interior, ya que la mayoría o los movimientos más largos y tardados suelen ser los de la entrega de la materia prima y del producto terminado.

3.4 Inventarios.

El inventario es toda la materia prima, productos en proceso y productos terminados que están en espera de ser procesados o vendidos, se encuentran en los almacenes (materia prima y producto terminado) y en las líneas de producción (producto en proceso) (Corredor Gutierrez, 2015). Se le considera desperdicio porque es necesario utilizar recursos para mantener su control (espacio en almacenes o líneas de producción, personal para el manejo y control del inventario, sistemas de información y seguros) y el tenerlo en espera no agrega valor a el producto final.

El inventario es el resultado de tener mayor cantidad de material necesario para satisfacer las necesidades inmediatas de la empresa, es el peor de los desperdicios ya que al tener un exceso de material permiten que el proceso siga un ritmo normal, aunque, esconden grandes problemas dentro de la empresa como el ausentismo, la mala calidad de los productos, las descomposturas de las maquinas, las pérdidas de tiempo, la mala planeación de la demanda y los problemas del proveedor para entregar el material.

Este desperdicio es causado principalmente por la sobreproducción, pero también influyen la mala planeación de la producción y de las compras, los cuellos de botella, los desbalances de la producción y los procesos que no son normales.

Los inventarios generan costos adicionales a los previstos, además de los costos de los espacios de almacenamiento, del personal para su manejo y control, los sistemas de información y de equipos para manipularlos, se generan costos por obsolescencia de material, por perdidas de material y por fallas a causa de golpes en el traslado o acomodo.

3.5 Sobre proceso.

El sobre proceso ocurre cuando se realiza más trabajo del necesario para terminar una actividad, es decir, se presenta cuando se le agregan al producto procesos o materiales extra que no son requeridos por el cliente, en otras ocasiones ocurre cuando las actividades que se realizan para obtener el producto pueden ser simplificadas por medio de mejores herramientas, cambios en el diseño de las partes o cambios en los procesos de producción.

Estas actividades extras o complicadas son actividades que no agregan valor ya que no realizan ningún cambio en el producto y consumen recursos, algunos ejemplos de estas actividades son: las inspecciones excesivas de calidad, los procesos burocráticos y los retrabajos de los productos. Como se vio en la *Ilustración 7* estas actividades que no son requeridas por el cliente deben ser eliminadas o reducidas.

3.6 Defectos.

Los defectos son el desperdicio más obvio dentro de la empresa, se trata de todos los productos que no cumplen con los requerimientos estéticos o de funcionalidad que el cliente ordena, ocasionando que el producto sea desechado o “re-trabajado”.

El tener que desechar o re-trabajar el producto genera desperdicios al utilizar una cantidad mayor de recursos de los necesitados en un principio (materia prima extra, doble uso de maquinarias, mayor cantidad de personal para realizar estas actividades y es necesaria un mejor y mayor proceso de inspección).

Además de los recursos desperdiciados, existe la posibilidad de que un producto defectuoso llegue a manos del cliente o consumidor, que al no cumplir con lo requerido por el cliente cause que la reputación de la empresa baje.

Son generados por procesos de fabricación complicados, el uso maquinaria no adecuada, los errores de los trabajadores, el uso de materiales de baja calidad o que no son los adecuados y la falta de entrenamiento o de experiencia del trabajador.

3.7 Esperas.

El desperdicio de las esperas ocurre cuando los operarios o maquinas permanecen sin realizar ninguna labor, es considerado desperdicio porque durante ese “tiempo muerto” no se producen actividades que agreguen valor al producto.

Las esperas pueden ocurrir de diferentes maneras como el operario espera a que la maquina termine de operar para continuar, la maquina espera a que el operario termine una actividad para continuar, un operario espera a que otro operario termine su actividad, el operario o maquina esperan a que la materia prima esté disponible para continuar, el operario espera a que se repare alguna avería de la máquina.

Las causas de este desperdicio son los métodos de trabajo mal diseñados, los desbalances de la capacidad en los procesos o cuellos de botella, los grandes lotes de producción y los largos tiempos para ajustar las maquinas.

CAPÍTULO 4. MÉTODOS DE MEJORA.

En muchas ocasiones al observar nuestras áreas de trabajo no nos damos cuenta de los desperdicios con los que vivimos o las oportunidades de mejora que están frente a nosotros.

4.1 Análisis de problemas operacionales.

Los problemas operacionales son esas situaciones en las que se busca corregir las fallas o mejorar el desempeño de la organización, ya sea en un nivel general o en cualquiera de los procesos o partes.

El proceso de solución tiene como tarea fundamental averiguar la razón de las fallas detectadas o identificar los posibles puntos de mejora, para poder definir los ajustes que es necesario implementar.

Para tratar con esta clase de problemas se han desarrollado distintos enfoques, que pueden integrarse en alguna de las tres siguientes líneas (Fuentes Zenón, Un sistema de metodologías de planeación, 1994):

- Rutinas de mejora.
- Análisis causal.
- Análisis de procesos.

4.1.1 Rutinas de mejora.

Las rutinas de mejora están basadas en el siguiente pensamiento “*Nadie sabe más sobre su trabajo que el que lo hace y mientras se hace surgen distintas ideas de cómo mejorarlo*”, si a este pensamiento se le agrega la participación del trabajador como un gran medio para estimular la satisfacción y el compromiso se pueden lograr desarrollar el potencial humano.

Lo que se propone es invitar al personal a utilizar sus conocimientos y habilidades para mejorar su propia área de trabajo, sin darle importancia al tamaño o impacto que esos cambios puedan tener, con la expectativa de que los pequeños esfuerzos acumulados sean tan importantes como los generados por los grandes proyectos.

El reto se encuentra en darle vida a estos procesos de mejora, para mejorar las oportunidades de éxito se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Primero, crear una cultura de mejora que atraiga la atención de las personas, que ayude a reconocer que aun los problemas pequeños son importantes y que siempre existe oportunidad de mejora.
- Segundo, implementar un proceso de análisis amigable que favorezca la participación, con un lenguaje simple y paso claros que todos capten de inmediato.

- Tercero, estructurar un sistema que reúna y de respuesta rápida a las propuestas de cambio, para su implementación (Fuentes Zenón, Un sistema de metodologías de planeación, 1994).

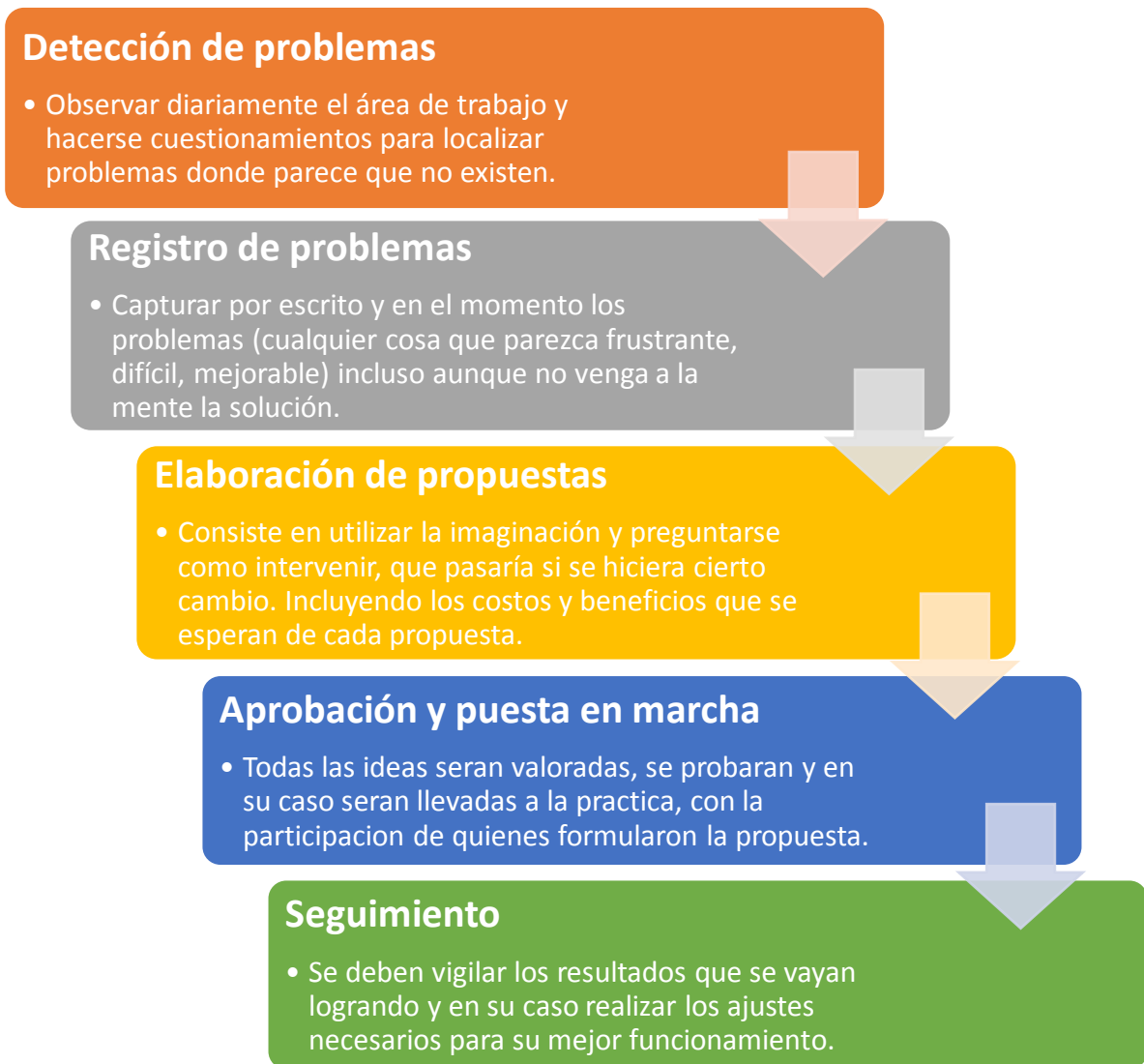


Ilustración 10 Guía para los procesos de mejora Fuente: (Fuentes Zenón, Un sistema de metodologías de planeación, 1994)

4.1.2 Análisis causal.

El análisis causal está dirigido a esos casos donde los problemas o las mejoras son notorias o visibles, ante estos casos es necesario primero determinar la causa de los desperdicios o errores y después enfocarse en como eliminar las posibles causas o aliviar el impacto negativo.

Este método utiliza datos estadísticos y un nivel alto del conocimiento de los procesos para determinar las posibles causas generadoras de desperdicios.

Se apoya en el uso de diferentes diagramas como el diagrama de causa-efecto, diagrama de Ishikawa o diagrama de pescado, donde en un extremo se coloca el problema que se analizara y los diferentes factores que pueden ser los provocadores del problema.

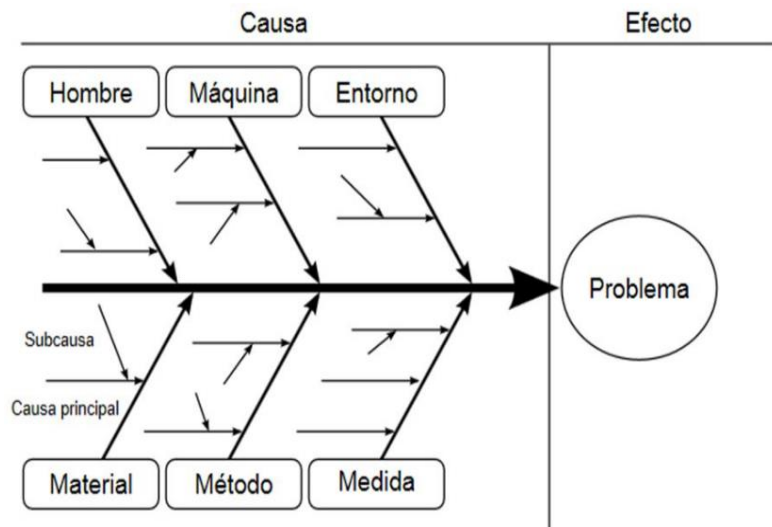


Ilustración 11 Diagrama de Causa-Efecto Fuente: http://images.slideplayer.es/7/1732834/slides/slide_50.jpg

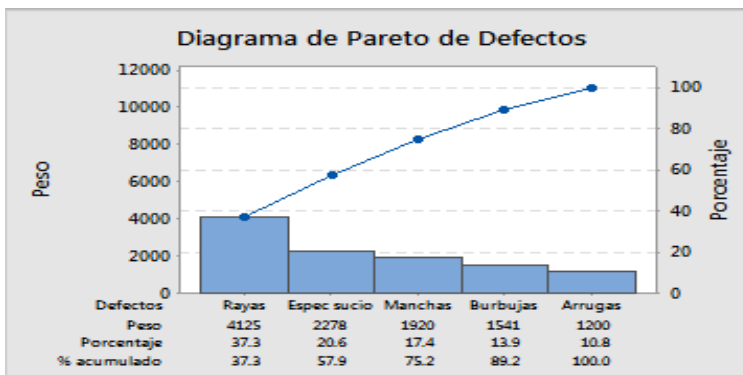


Ilustración 12 Ejemplo diagrama de Pareto Fuente: http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/pareto_chart_weightedwrinkles.png

Otro diagrama utilizado es el diagrama de Pareto, que mediante un análisis estadístico de frecuencias señala cuál de los factores analizados tiene mayor impacto para el problema alineándolos de mayor a menor.

Las alternativas de solución pueden ser de dos tipos: las que alivian el problema temporalmente y las que atacan al problema desde la raíz, las primeras tienen ventaja porque

son más fáciles de aplicar y muestran resultados rápida y visiblemente, aunque los problemas puedan volver a presentarse o agravarse, las alternativas que atacan al problema de raíz pueden ser más complicadas de implementar y requieren de tiempo para mostrar resultados, pero suelen ser duraderas y efectivas.

Los procedimientos para el análisis y solución de problemas causales se describen a continuación.

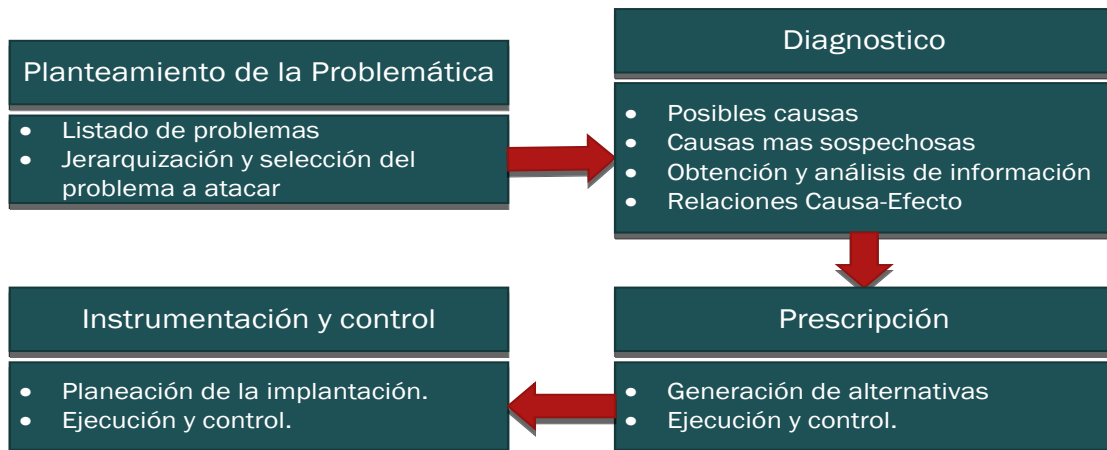


Ilustración 13 Guía para el análisis causal.

4.1.3 Análisis de procesos.

El análisis de procesos se utiliza en casos en donde para lograr una mejora no es suficiente con eliminar ciertas fallas o intervenir en cierto factor, sino que es necesario hacer un análisis de todo el sistema.

Los problemas que necesitan este tipo de mejora son los que:

- Se detectan fallas totales en el sistema.
- Las dificultades están relacionadas con la forma de hacer y organizar los procesos.
- Se quiere alcanzar una mejora global en la compañía.

Para comenzar este análisis es necesario crear una representación gráfica de los procesos, esta representación permite tener una visión amplia de la situación y sirve como guía en la búsqueda de los problemas. De esta manera se pueden representar procesos completos como el abastecimiento de materia prima, la producción de algún producto o la operación de una terminal de carga (Fuentes Zenón, Un sistema de metodologías de planeación, 1994).

Para la elaboración de la representación gráfica se recomienda seguir los siguientes pasos:

- 1) Definir cuáles son los procesos involucrados.
- 2) Establecer las funciones o propósito de cada proceso y las actividades que se realizan para cumplir con cada propósito.
- 3) Definir las conexiones entre los diferentes procesos y con el exterior, ya sean flujo de materiales, de información o de otro tipo.
- 4) Desarrollar y dividir las actividades en subactividades, para tener un mayor detalle del proceso.

Una vez desarrollada la representación gráfica se realiza el análisis de procesos como se describe en la siguiente ilustración:

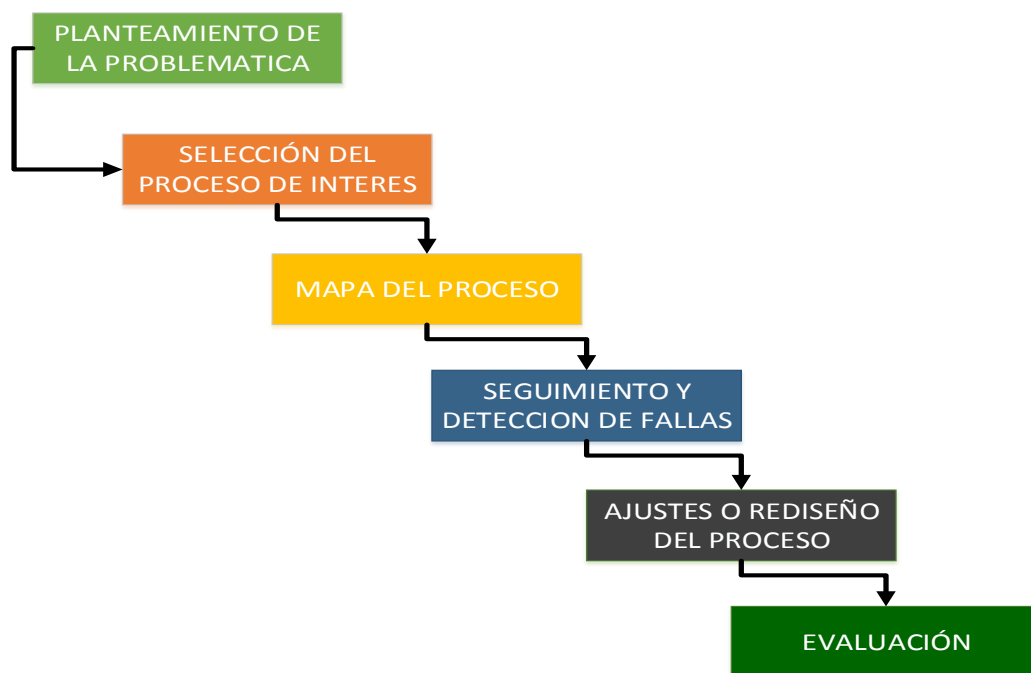


Ilustración 14 Método de análisis y mejora de procesos.

4.2. Rutinas de mejora: variantes.

Desde que surge la propuesta de mejora continua de Masaaki Imai (Kaizen) se han elaborado distintas variantes que de una u otra manera se apoyan en el lean, lo cual en los últimos años han tomado una gran fuerza.

A continuación, se hace breve presentación de las propuestas más importantes.

4.2.1. El libro de las mejoras.

Para la metodología de la resolución de problemas se utilizará la descrita por Tomo Sugiyama en el "Libro de las mejoras" (ejemplo en *Ilustración 13*), en la cual se presentan dos opciones al momento de detectar los problemas, primero cuando la solución no es obvia o sencilla se propone un análisis detallado del problema, sus causas, el diseño de propuestas para eliminación, la evaluación de estas propuestas, la selección de la adecuada, el diseñar el plan de implementación y por último la implementación y estandarización de la mejora, la otra opción que se presenta cuando la solución al problema es obvia o sencilla, tiene la ventaja de poder saltar los pasos de análisis, evaluación y selección, y pasar a la implantación de la mejora y su estandarización de manera directa.

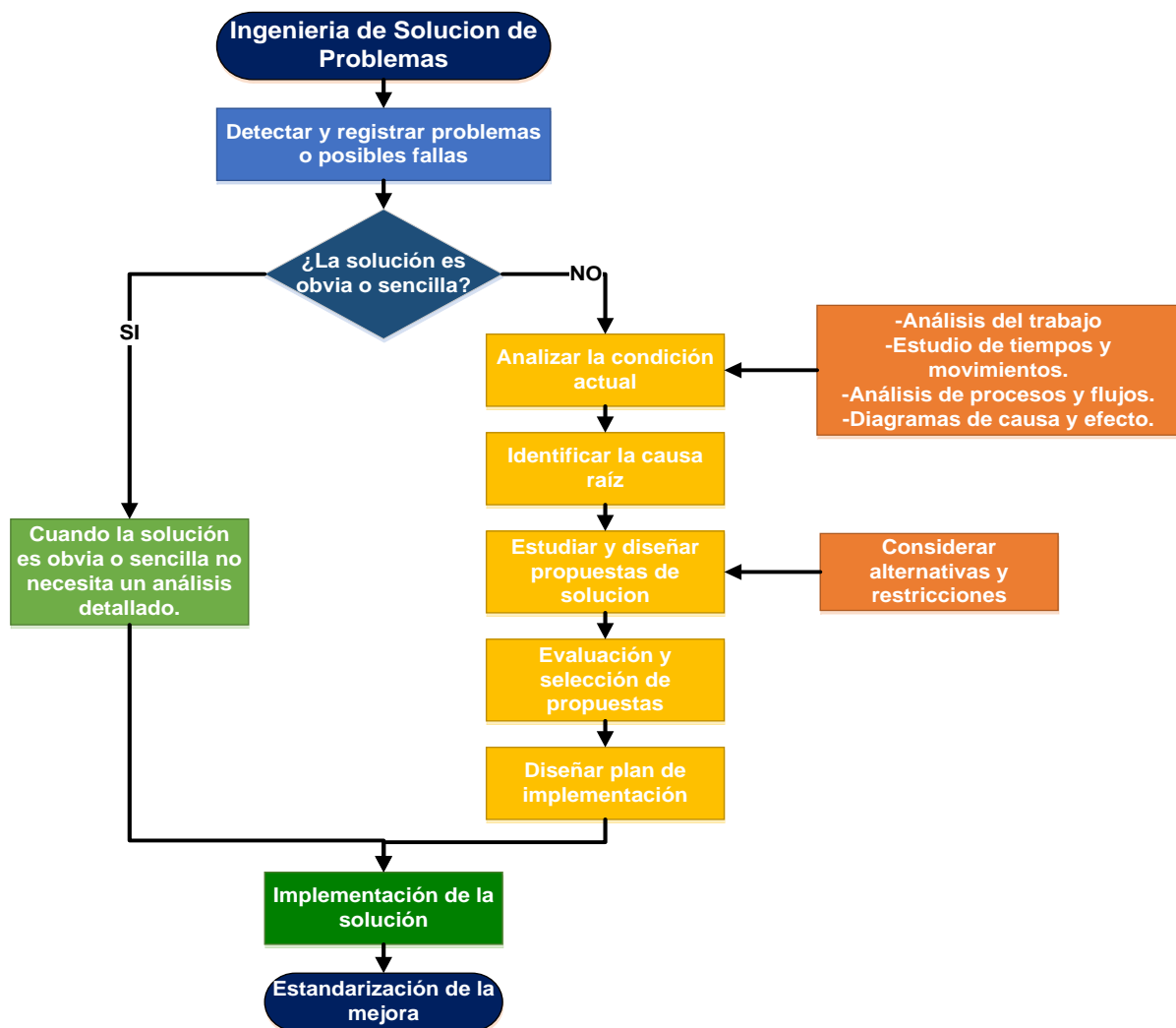


Ilustración 15 Solución de problemas según Sugiyama

Este esquema de solución invita a enfrentar los diferentes tipos de problemas, desde los que se pueden solucionar de una manera sencilla, hasta los problemas que requieren de un estudio y evaluación de alternativas antes de ser solucionados.

Teniendo clara estas dos opciones de solución de problemas, la forma de solución de problemas obvios y sencillos es la que se adecua a lo que se pretende hacer en este manual, ya que se centra en una solución rápida, sencilla y que puede ser realizada por cualquier persona con el uso mínimo de recursos.

4.2.2 Kaizen.

Kaizen es un término japonés compuesto de dos palabras "Kai" que significa cambio y "Zen" que significa bueno, es una herramienta de Lean Manufacturing también llamada Mejora Continua.

Kaizen es una serie de mejoras graduales, incrementales y continuas a las actividades para agregarles más valor y reducir los desperdicios o las actividades que no agregan valor, originada con base en la frase "Siempre hay un método mejor", las mejoras realizadas involucran a todos los empleados y para su realización se utilizan equipos de trabajo conformados por empleados de todo tipo (incluyendo personal de departamentos operativos y ejecutivos).

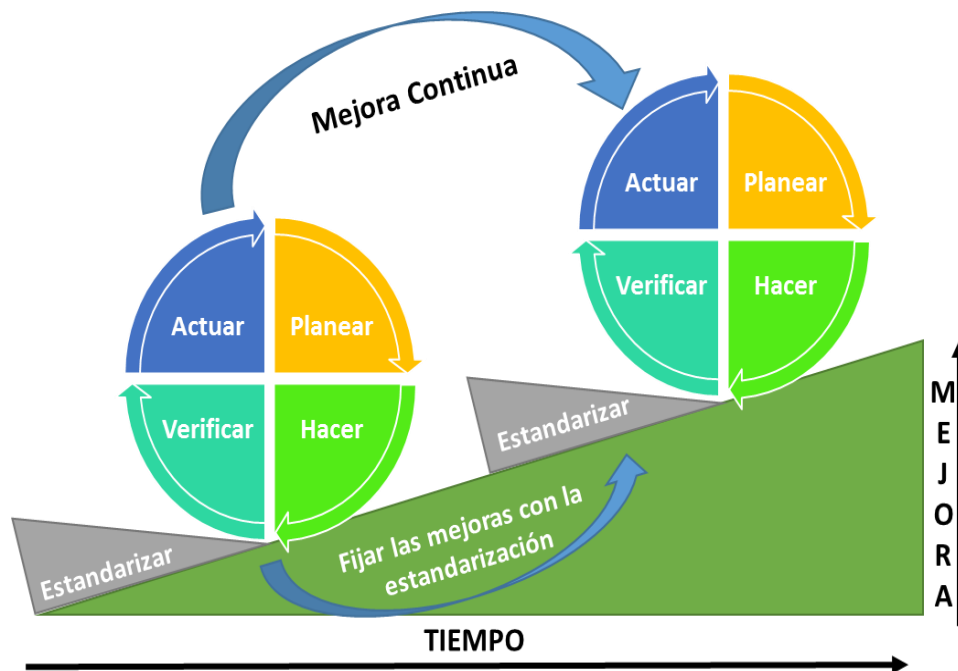


Ilustración 16 Mejora continua o Kaizen. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PDCA_Process.png

Se enfoca en realizar pequeñas mejoras de manera recurrente, para realizar las mejoras se necesita Planear que es lo que se quiere mejorar, Hacer las mejoras correspondientes, Verificar los resultados y Actuar según los resultados, si no son los planeados se vuelve a iniciar el ciclo, y si los resultados son buenos se toman acciones para estandarizar los nuevos procesos y fijar las mejoras que permitan incrementar el nivel de mejora de los procesos.

Existen diferentes tipos de Kaizen cada uno con ventajas y desventajas que se adaptan a ciertas necesidades de la empresa y del problema.

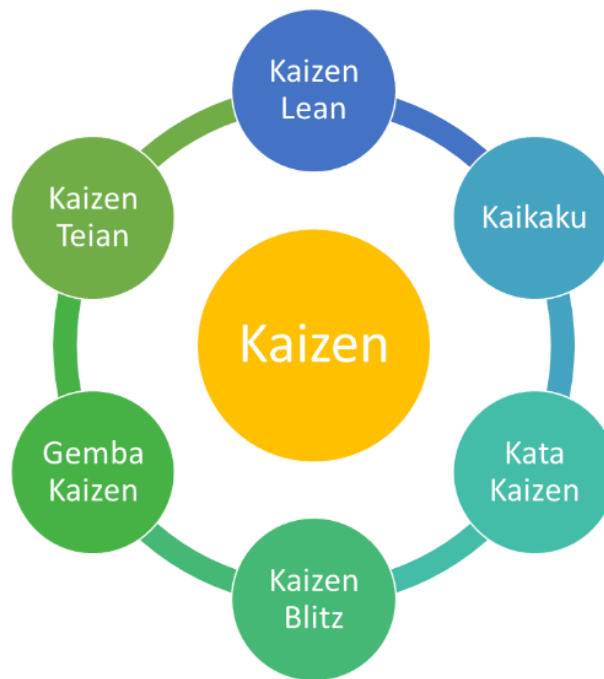


Ilustración 17 Tipos de Kaizen.

4.2.2.1 Kaizen Lean.

Kaizen Lean es la forma en la cual se realizan pequeños cambios de manera gradual identificando los problemas, sus causas y sus posibles soluciones, con el objetivo de llegar a una posición ideal o perfecta (aunque nunca se llegue a esa posición, pues los objetivos con cada mejora van cambiando) (Stewart, 2011), se realiza constantemente en los eventos Kaizen por un equipo de empleados que represente a las diferentes áreas de la empresa y sigue los siguientes pasos como su metodología para la solución de problemas o eliminación de desperdicios.

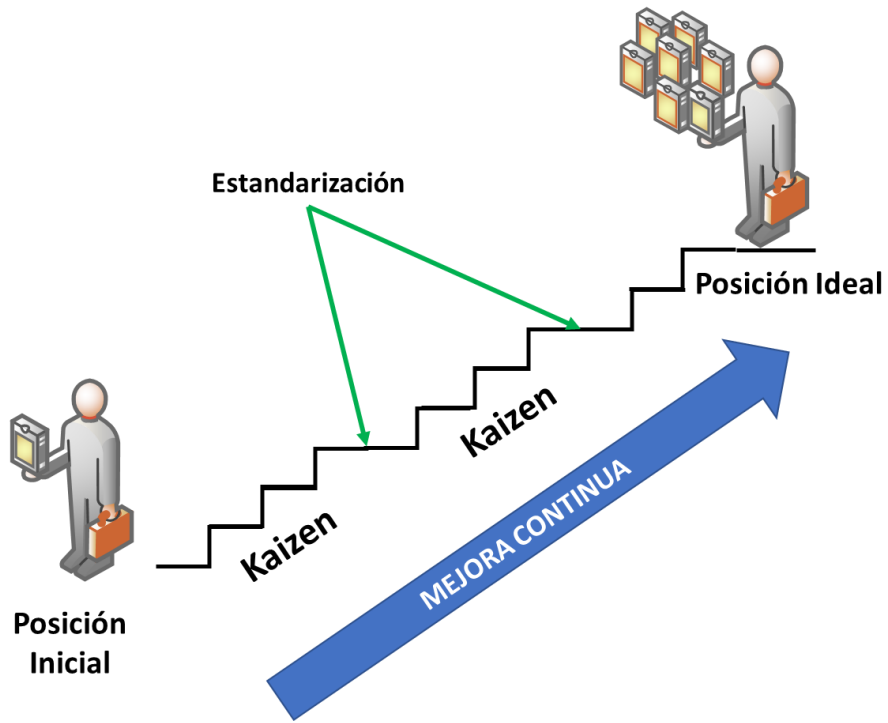


Ilustración 18 Búsqueda de la posición ideal. Fuente: (Stewart, 2011)



Ilustración 19 Kaizen Lean o Mejora continua.

4.2.2.2 Kaikaku.

Kaikaku es una palabra japonesa que significa **cambio drástico o reformación**, y que para propósitos de la manufactura esbelta es interpretado como **Mejoras Radicales**, a diferencia del Kaizen tradicional este tipo de mejoras tienen un impacto muy grande en un periodo corto de tiempo, también es conocido como innovación, este tipo de mejoras radicales son aplicadas comúnmente en los países avanzados donde la creación de nuevas tecnologías de producción, de procesos o de equipos es necesaria para seguir creciendo y compitiendo con otras compañías. (Yamamoto, 2013) Estas mejoras de gran impacto al igual que las pequeñas pero continuas mejoras realizadas con el Kaizen Lean, deben de tener un proceso de estandarización implementando procesos de control para no perder con el tiempo los avances producidos.

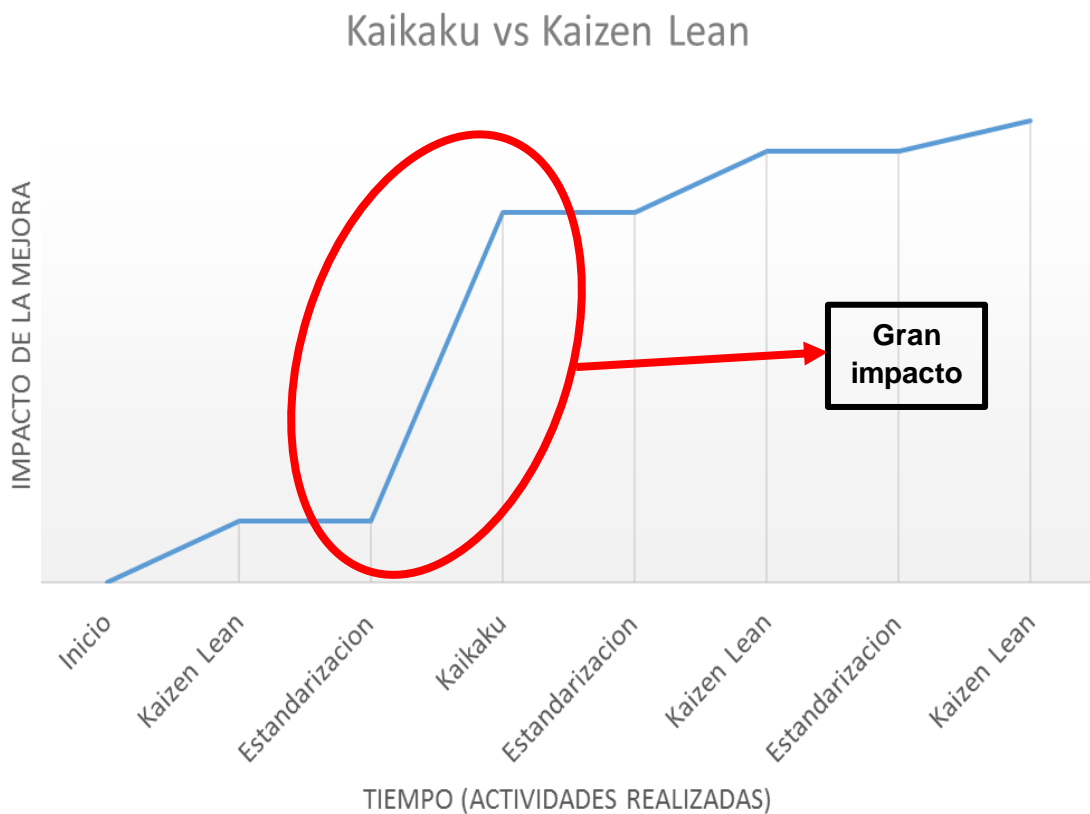


Ilustración 20 Kaikaku o Innovaciones.

4.2.2.3 Kaizen Blitz.

El Kaizen Blitz es una metodología del Kaizen utilizada en occidente, consiste en intensificar la forma de obtener mejoras o cambios en un periodo corto y limitado de tiempo (3 a 5 días), utiliza el trabajo de un pequeño equipo de trabajo conformado de personas de diferentes áreas, realizando pruebas de ensayo y error como sus principales armas, los resultados obtenidos son la identificación y eliminación de desperdicios de una manera rápida, simples y que no requieren de muchos recursos para ser implementados. (Suárez-Barraza & Miguel-Dávila, 2009)

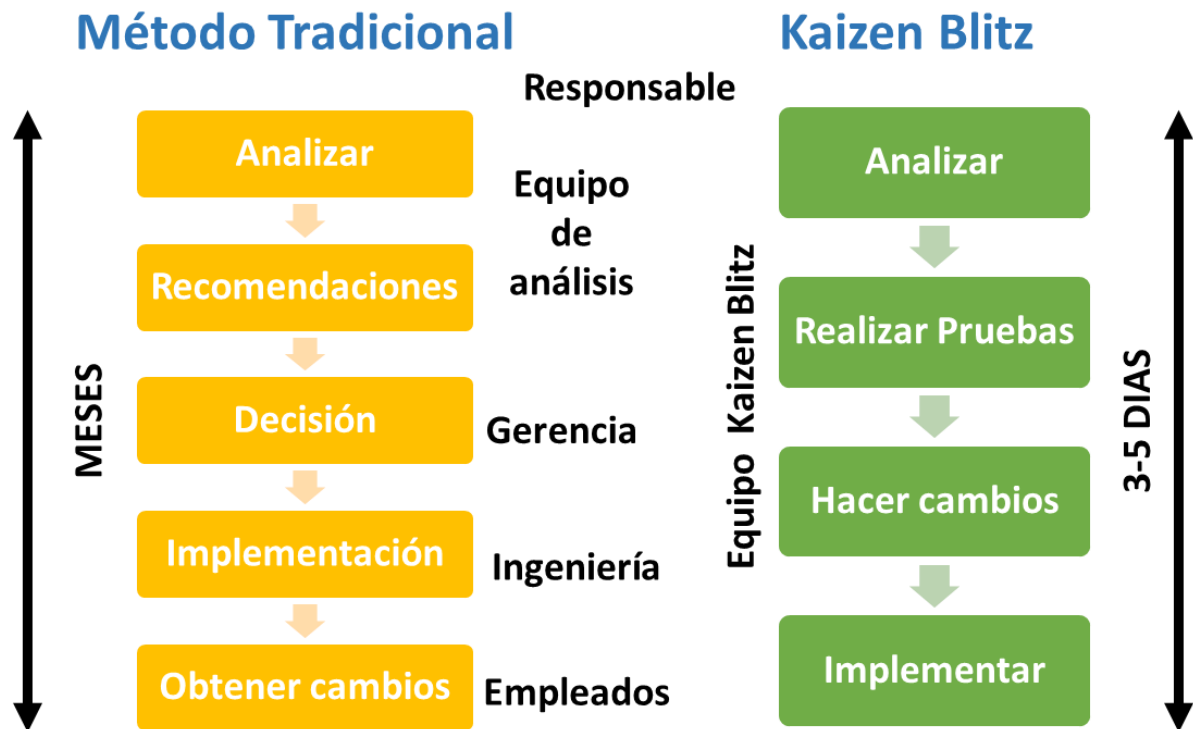


Ilustración 21 Método tradicional vs Kaizen Blitz

4.2.2.4 Gemba Kaizen.

Gemba Kaizen, en su traducción significa Mejora continua en el lugar real, el primer objetivo de esta herramienta es que el equipo Kaizen recorra las instalaciones productivas e identifique desperdicios o problemas que afectan la producción o pongan en riesgo a los trabajadores o maquinaria, alguien que no conoce que esta pasando afuera no puede resolver los problemas desde su escritorio. El segundo objetivo es revisar los procesos e identificar problemas, mejoras, situaciones de riesgo o peligrosas, después proponer soluciones y se verifica su implementación en los siguientes recorridos. (Dysko)

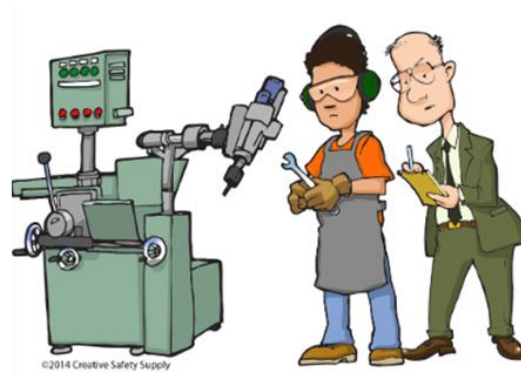
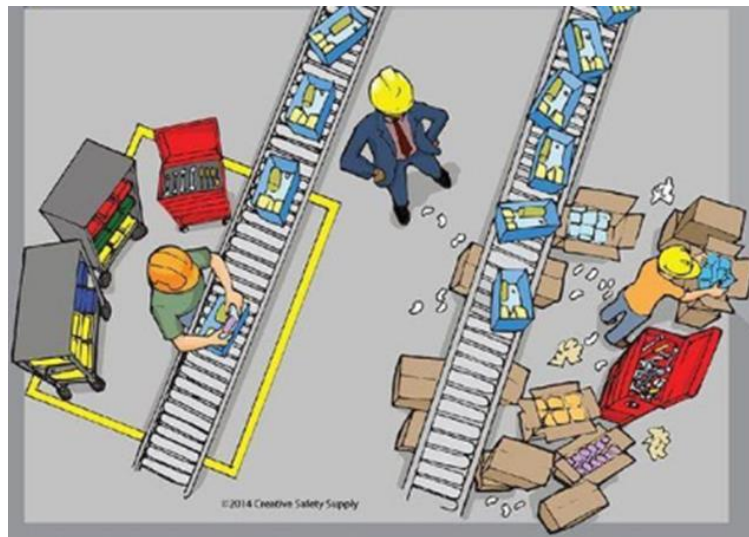


Ilustración 22 Método Gemba Kaizen

4.2.2.5 Kaizen Teian.

Kaizen Teian, es una variante para la mejora continua que se basa en la obtención de ideas por parte de los empleados de manera voluntaria, que permiten localizar problemas con los que el empleado tiene que batallar día a día, también permite que las ideas de mejora sean escuchadas, valoradas (sin importar que tan pequeña sea la mejora) y que la persona que las propuso sea reconocido y recompensado por la empresa.

Las propuestas seleccionadas pasan al ciclo de mejora continua para su solución, implementación y estandarización con ayuda del equipo Kaizen y los empleados que participaron en las propuestas. (Association, The Japan Human Relations, 1992)

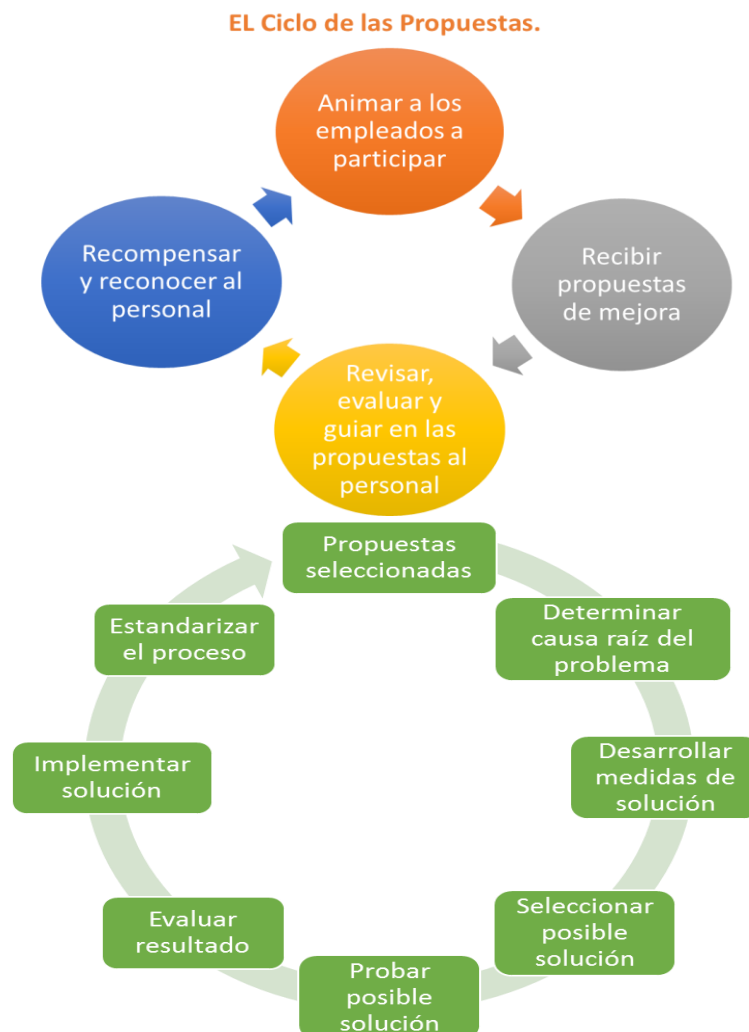


Ilustración 23 El ciclo de las propuestas y pasos del Kaizen Teian

CAPITULO 5. GUIA GRAFICA PARA LA IDENTIFICACION Y ELIMINACION DE DESPERDICIOS.

Las propuestas de mejora que se presentaron en el capítulo anterior son efectivas y de gran ayuda, pero no muy prácticas para el propósito general de este manual, el cual busca proporcionar herramientas simples para la identificación y eliminación de los desperdicios de la manufactura esbelta por empleados en sus áreas de trabajo.

Se busca simplificar los términos utilizados en la literatura sobre Lean Manufacturing para que estos puedan ser entendidos, aplicados por cualquier persona y en cualquier tipo de industria, para esto se utilizara un formato en donde las ilustraciones ayuden a la comprensión de la terminología y a la vez tengan mayor atractivo para el lector.

Para la metodología de la resolución de problemas se utilizará la descrita por Tomo Sugiyama en el "Libro de las mejoras", utilizando la opción que proporciona para cuando las soluciones son obvias y pueden ser inmediatas, se pueden saltar los pasos de análisis, evaluación y selección, y pasar a la implantación de la mejora y su estandarización de manera directa.

A continuación, se adjuntan dos documentos (Ver sección Anexos o dar clic en las imágenes), el primero titulado "Manufactura Esbelta, Guía grafica para la identificación y eliminación de desperdicios" en donde se presentan puntos claves para el entendimiento de la manufactura esbelta y en especial de los siete desperdicios, el segundo documento titulado "5S Herramienta para comenzar las mejoras" explica de que trata esta técnica, sus ventajas y la descripción de cada paso siguiendo el mismo estilo del uso de gráficos.

**Manufactura Esbelta, Guía grafica para la identificación y eliminación de desperdicio,
5S Herramienta para comenzar las mejoras.**

Presionar tecla Ctrl y dar clic en la imagen para revisar al documento.

**Manufactura esbelta,
Guía grafica para la
identificación y
eliminación de
desperdicios.**

Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ingeniería
Maestría en Ingeniería de Sistemas
Ing. Marco Aurelio Ramírez Chaparro

**5S Herramienta para
comenzar las mejoras.**

Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ingeniería
Maestría en Ingeniería de Sistemas
Ing. Marco Aurelio Ramírez Chaparro



CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta tesis era el ayudar al lector a comprender una parte importante de la metodología de la manufactura esbelta (Lean Manufacturing), simplificando la terminología con el uso de ejemplos gráficos y de un lenguaje adaptado para que cualquier persona pueda entender los conceptos.

Durante los diferentes capítulos se va adentrando al lector a los temas básicos de la manufactura esbelta, desde el surgimiento de los principios en Japón, la definición del objetivo de la metodología (La detección y eliminación de desperdicios) y otros conceptos básicos (Los siete desperdicios, el valor agregado) y las principales herramientas que soportan la metodología (Casa de lean manufacturing), se da una explicación detallada de los siete desperdicios y se plantean bases para poder eliminarlos por medio de diferentes tipos de análisis de problemas y rutinas de mejora.

Al final se presenta en los anexos, una serie de diapositivas que condensan los temas y los presentan de una manera amena para su entendimiento y puesta en práctica en los lugares de trabajo o la vida cotidiana, siendo este el principal logro de esta tesis.

Bibliografía

- Association, The Japan Human Relations. (1992). *Kaizen Teian 2: Guiding Continuous Improvement Through Employee Suggestions*. Productivity Press.
- Bell, S. (2006). *Lean Enterprise System: Using IT for Continuous Improvement*. John Wiley & Sons, Inc.
- Carreras, M. R., & Sanchez Garcia, J. L. (2010). *Lean Manufacturing, La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Corredor Gutierrez, I. A. (2015). *Sin identificacion de los 7 desperdicios no hay lean (Tesis para Maestria en Ingenieria)*. Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Cuatrecasas, L. (2015). *Lean Management: La gestion competitiva por excelencia*. Profit Editorial.
- Díaz, A. H. (1 de Mayo de 2010). *Capsulas de competitividad y excelencia*. Obtenido de <http://haaz-calidad.blogspot.mx/>: <http://haaz-calidad.blogspot.mx/2010/05/cadena-de-valor.html>
- Domingo, R. T. (s.f.). *Lean Management Principles*. RTDOnline.
- Dysko, D. (s.f.). Gemba Kaizen - Utilization of human potencial to achieving continuous improvement of company. *The International Journal of Transport & Logistics, Medzinárodný časopis DOPRAVA A LOGISTIKA*, 10.
- Fuentes Zenón, A. (1994). *Un sistema de metodologías de planeación*. Ciudad de Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fuentes Zenón, A. (2003). *Diseño de la Estrategia Corpetitiva*. Mexico, D.F. : Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Galgano, A. (2003). *Tres Revoluciones, Caza del desperdicio: Doblar la productividad con la "Lean Production"*. Diaz de Santo.
- García-Alcaraz, J. L., Maldonado-Macías, A. A., & Cortes-Robles, G. (2014). *Lean Manufacturing in the Developing World, Methodology, Case Studies and Trends from Latin America*. Springer.
- Hernandes Matías, J. C., & Vizán Idolpe, A. (2013). *Lean Manufacturing, Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundacion EOI.
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to Evolve, A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 994-1011.

- Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K. (2013). A methodology for effective implementation do lean strategies and its performance evaluation in manufacturin organizations. *Bussines Process Management Journal*, 169-196.
- Kato, K. (1991). *IE FOR THE SHOP FLOOR, Productivity Through Motion Study*. Cambridge, Massachusetts: Productivity Press, Inc.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 785-805.
- Soccinini, L. (2008). *Lean Manufacturing, Paso a paso*. Tlanepantla, Mexico: Norma Ediciones, S.A. de C.V.
- Stewart, J. (2011). *The Toyota Kaizen Continuum, A practical guide to implement Lean*. Productivity Press.
- Stone, K. B. (2012). Four decades of lean: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 112-132.
- Suárez-Barraza, M. F., & Miguel-Dávila, J.-Á. (2009). *Encontrando al Kaizen: Un análisis teório de la Mejora Continua*. Metepec, Mexico: Tecnológico de Monterrey.
- Sugiyama, T. (1989). *The Improvement Book*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- William Bentley, P. T. (2010). *Lean Six Sigma Secrets for the CIO*. Boca Raton: CRP Press.
- Yamamoto, Y. (2013). *Kaikaku in production toward creating unique production systems*. Västerås, Sweden: Mälardalen University.

Tabla de ilustraciones.

Ilustración 1 Taiichi Ohno, Fuente: http://www.leanproduction.co/wp-content/uploads/2015/04/taichi-ohno.jpg	1
Ilustración 2 Primer manual del Sistema de Producción de Toyota (TPS) hecho en 1973, Fuente: http://auctions.c.yimg.jp/images.auctions.yahoo.co.jp/image/ra124/users/6/4/9/5/pinebook19-img600x450-1458898379pbtuxc19487.jpg	1
Ilustración 3 Modelo AA, el primer automóvil fabricado por Toyota, Fuente: http://i.ebayimg.com/images/g/alwAAOSwu4BVmeaH/s-l300.jpg , http://prometheus.med.utah.edu/~bwjones/2007/10/nagoya-castle-and-toyota-commemorative-museum-of-technologyand-industry/ .	2
Ilustración 4 Libro “La máquina que cambio el mundo” de James Womack que fue el primer libro sobre Lean Manufacturing que tuvo éxito en occidente. Fuente: http://auctions.c.yimg.jp/images.auctions.yahoo.co.jp/image/ra124/	2
Ilustración 5 Flujo continuo de producción hasta el cliente final. Fuente: (Stewart, 2011)	5
Ilustración 6 Propósitos Lean Manufacturing (Domingo)	5
Ilustración 7 Clasificación de actividades. (Díaz, 2010)	7
Ilustración 8 Tipos de desperdicios.	9
Ilustración 9 Casa de Lean Manufacturing. Fuente: https://logisticsmgpsupv.files.wordpress.com/2014/05/house-of-lean.jpg	11
Ilustración 10 Guía para los procesos de mejora Fuente: (Fuentes Zenón, Un sistema de metodologías de planeación, 1994)	18
Ilustración 11 Diagrama de Causa-Efecto Fuente: http://images.slideplayer.es/7/1732834/slides/slide_50.jpg	19
Ilustración 12 Ejemplo diagrama de Pareto Fuente: http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/pareto_chart_weightedwrinkles.png	19
Ilustración 13 Guía para el análisis causal.	20
Ilustración 14 Método de análisis y mejora de procesos.	21
Ilustración 15 Solución de problemas según Sugiyama	22
Ilustración 16 Mejora continua o Kaizen. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PDCA_Process.png	23
Ilustración 17 Tipos de Kaizen.	24
Ilustración 18 Búsqueda de la posición ideal. Fuente: (Stewart, 2011)	25
Ilustración 19 Kaizen Lean o Mejora continua.	25
Ilustración 20 Kaikaku o Innovaciones.	26
Ilustración 22 Método tradicional vs Kaizen Blitz	27
Ilustración 23 Método Gemba Kaizen	28
Ilustración 24 El ciclo de las propuestas y pasos del Kaizen Teian	29

Anexos

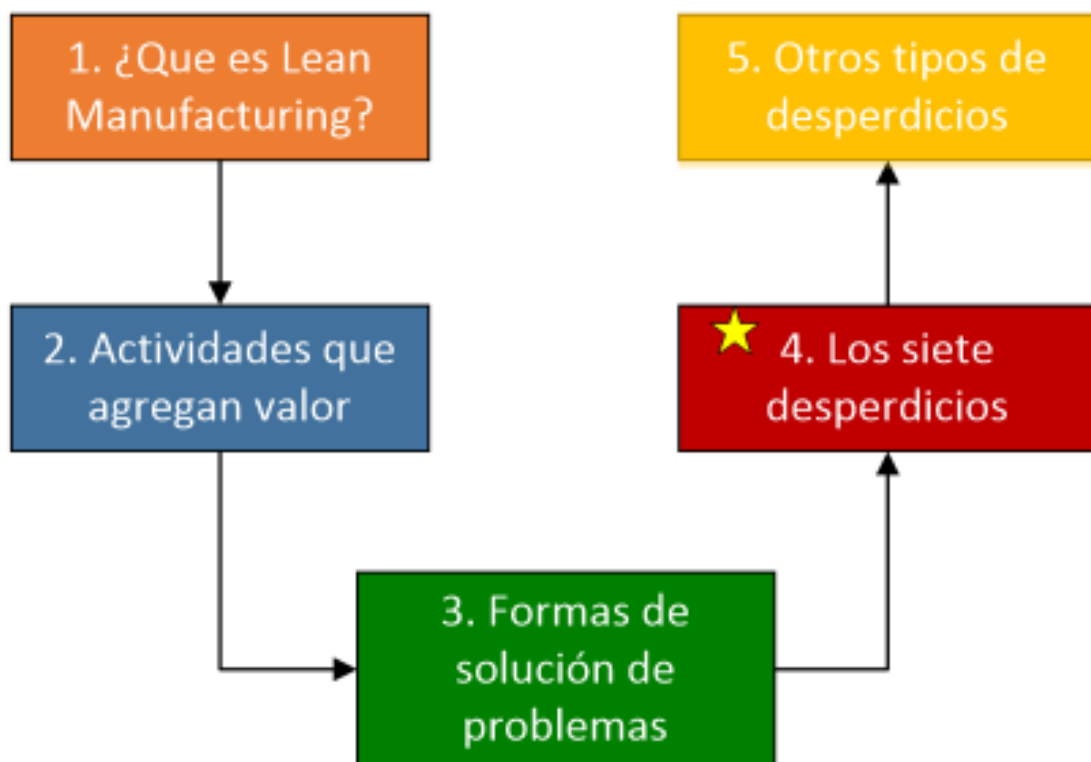
Manufactura esbelta, Guía grafica para la identificación y eliminación de desperdicios.

Manufactura esbelta, Guía grafica para la identificación y eliminación de desperdicios.

Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ingeniería
Maestría en Ingeniería de Sistemas
Ing. Marco Aurelio Ramírez Chaparro

Introducción.

El objetivo de la presente guía es brindar un apoyo grafico que facilite y promueva la identificación y eliminación de desperdicios en los lugares de trabajo.



1. ¿Qué es Lean Manufacturing?

Lean manufacturing o Manufactura esbelta es una metodología ideada y puesta en práctica por primera vez en Japón en la Toyota Motor Corporation.



El propósito de Lean



Producir lo requerido, en el momento requerido y en la cantidad requerida, eliminando los desperdicios y siguiendo un flujo continuo en todo el proceso.

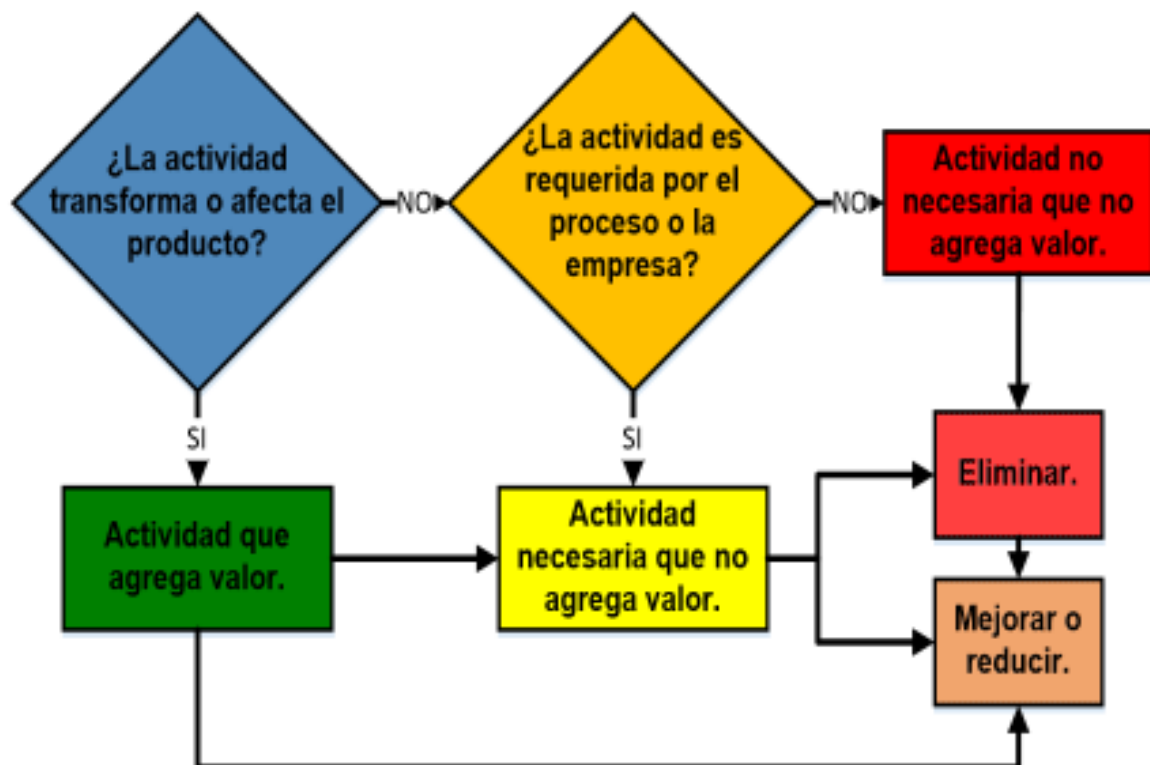
Sus objetivos son obtener productos de alta calidad, a bajo costo y de entrega rápida como resultado de eliminar los desperdicios en los procesos.

2. Actividades que agregan valor

El valor es lo que distingue las actividades que son productivas y las que son desperdicio. Las actividades productivas son las que cumplen con las necesidades y deseos del cliente (Calidad, Servicio y Costo).

$$\begin{matrix} \mathbf{V} & = & \mathbf{Q} & + & \mathbf{S} \\ \text{VALOR} & & \text{CALIDAD} & & \text{SERVICIO} \end{matrix}$$

Clasificación de actividades (agregan valor o no agregan valor)



Clasificación de actividades (agregan valor o no agregan valor)

Un desperdicio es toda aquella actividad que consume recursos de la compañía y que no añade valor al producto.

Actividades de valor agregado.

Actividades por las cuales el cliente esta dispuesto a pagar (cambios en el producto)

Actividades que no agregan valor necesarias.

Aunque no agregan valor son requeridas por el proceso actual, se deben de eliminar o reducir.

Actividades que no agregan valor y que no son necesarias o Desperdicios puros.

Consumen recursos y no generan cambios en el producto, deben ser eliminadas.

3. Formas de solución de problemas

Para la resolución de problemas o la eliminación de los desperdicios se utilizara la metodología descrita por Tomo Sugiyama, la cual propone dos tipos de soluciones, la primera después de detectar el problema si la **solución es obvia e inmediata** pasa directamente a la implementación y estandarización de la mejora, ejemplo si se detecta un empaque dañado en la línea de empaquetado, la solución obvia e inmediata es cambiar el lote de empaque por otro que se tenga en el almacén y así no afectar el envío del producto al cliente. El segundo tipo de solución se presenta cuando **la solución no es obvia** y requiere un análisis a profundidad de la situación y un plan para su implementación, ejemplo al detectar el empaque dañado se debe detener la línea de ensamble, revisar el material que ya fue empaquetado, analizar las posibles causas de los defectos, determinar las acciones a tomar y las fechas cuando debe de estar solucionado el problema.



4. Los siete tipos de desperdicio

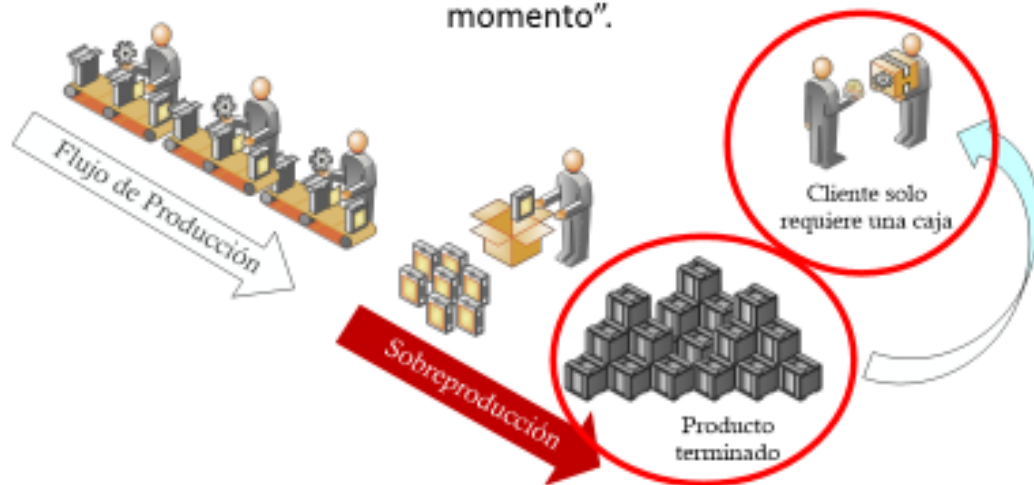


Las actividades que no agregan valor están clasificadas en siete tipos de desperdicio.

Desperdicio	Definición
Sobre producción	Producir piezas antes de que sean requeridas o en una cantidad mayor a la necesaria.
Espera	Es el tiempo muerto y el tiempo en el cual la maquina o el operador esperan sin producir nada a que se realice una actividad para después continuar con la suya.
Transporte	Es todo el movimiento de material dentro de la fábrica y fuera de ella, es considerado desperdicio por que no modifica el producto solo lo cambia de lugar.
Sobre proceso	Son todas las actividades extras que se realizan y no son necesarias para terminar un proceso, o son actividades que se pueden realizar de una manera más fácil y rápidamente de otra forma.
Inventario	Es todo el material que permanece en espera de ser transformado o para ser vendido al cliente.
Movimiento	Son los movimientos que el operario o la maquina hacen para completar una actividad u operación y que no modifican el producto.
Defectos	Son los productos que no cumplen con las normas de calidad y no se pueden vender al cliente.

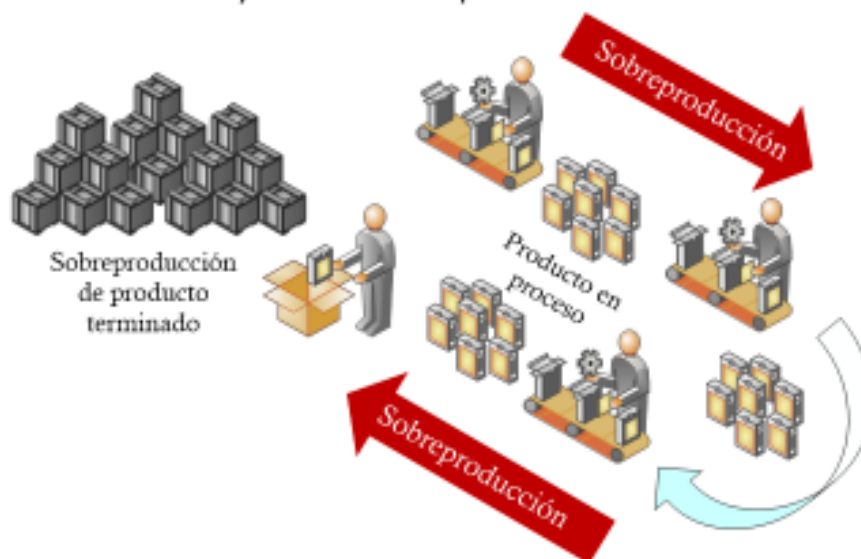
Desperdicios: Sobreproducción.

La sobreproducción se puede definir simplemente como “el producir más productos terminados de los que son requeridos por el cliente en ese momento”.



Generador de problemas

El sobre producir genera otros problemas como los inventarios de productos en espera a ser vendidos, la utilización o gasto de materia prima y tiempo de producción que se podrían usar en otro producto que en realidad es necesitado por el cliente, también generan transportes extras de productos a los almacenes y la calidad del producto no es la deseada.



Sobreproducción.

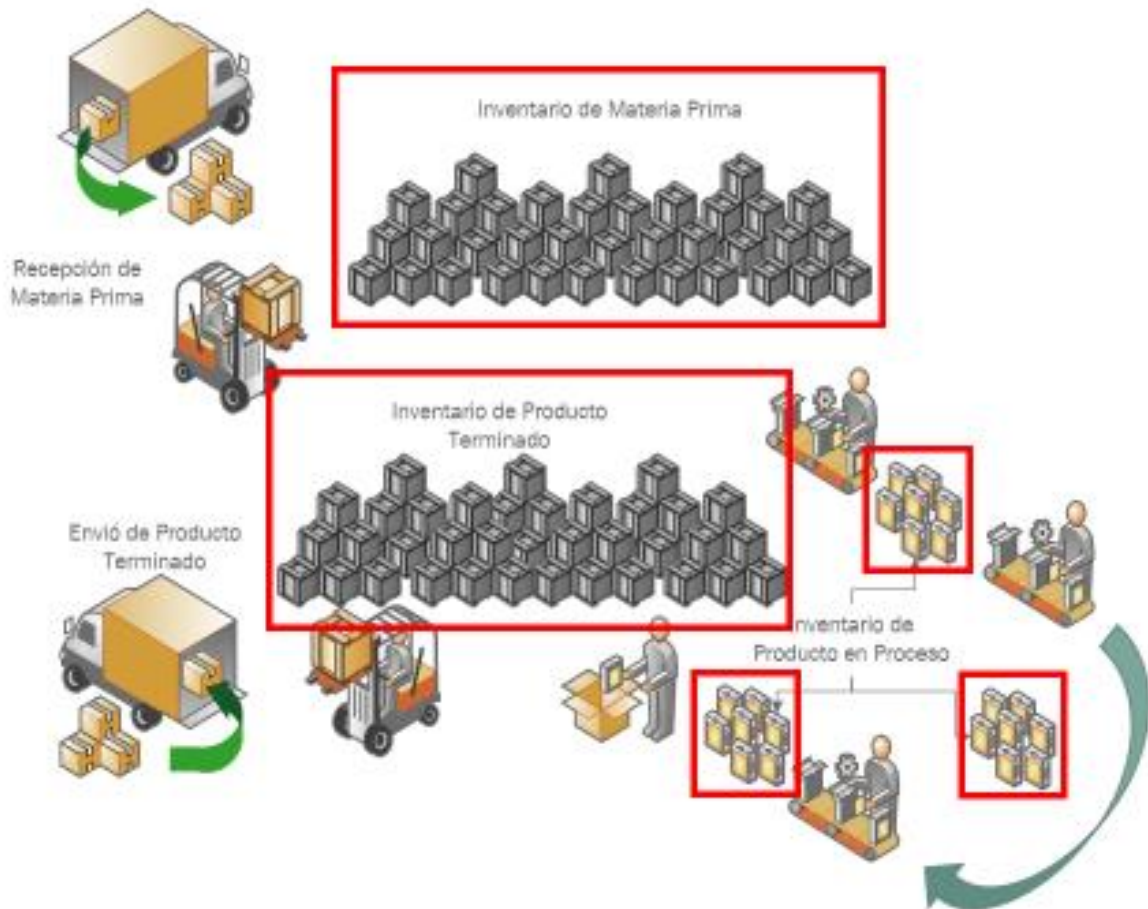


Inventarios.



Desperdicios: Inventarios

El inventario es toda la materia prima, productos en proceso y productos terminados que están en espera de ser procesados o vendidos, se encuentran en los almacenes (materia prima y producto terminado) y en las líneas de producción (producto en proceso).



El Peor de los Desperdicios

El inventario es el resultado de tener mas material del necesario para satisfacer las necesidades de la empresa y es el peor de los desperdicios porque esconden grandes problemas dentro de la empresa.

Este desperdicio es causado por la sobreproducción, también influyen la mala planeación de la producción y de las compras, los cuellos de botella y los desbalances de la producción.



Para visualizar mejor el daño que la sobreproducción y los inventarios hacen a las empresas, se muestra una imagen en donde un barco está atravesando el mar pero para que pueda llegar a su destino, el nivel del agua debe ser mayor a la altura de las rocas que están en el fondo.



En este ejemplo el alto nivel de los inventarios permite que el barco siga su curso (llevar productos al cliente) sin tener que detenerse en ningún momento a causa de alguna de las rocas (problemas), y si en algún momento el nivel de inventario bajara el barco quedaría detenido entre las rocas.

34

Inventarios.

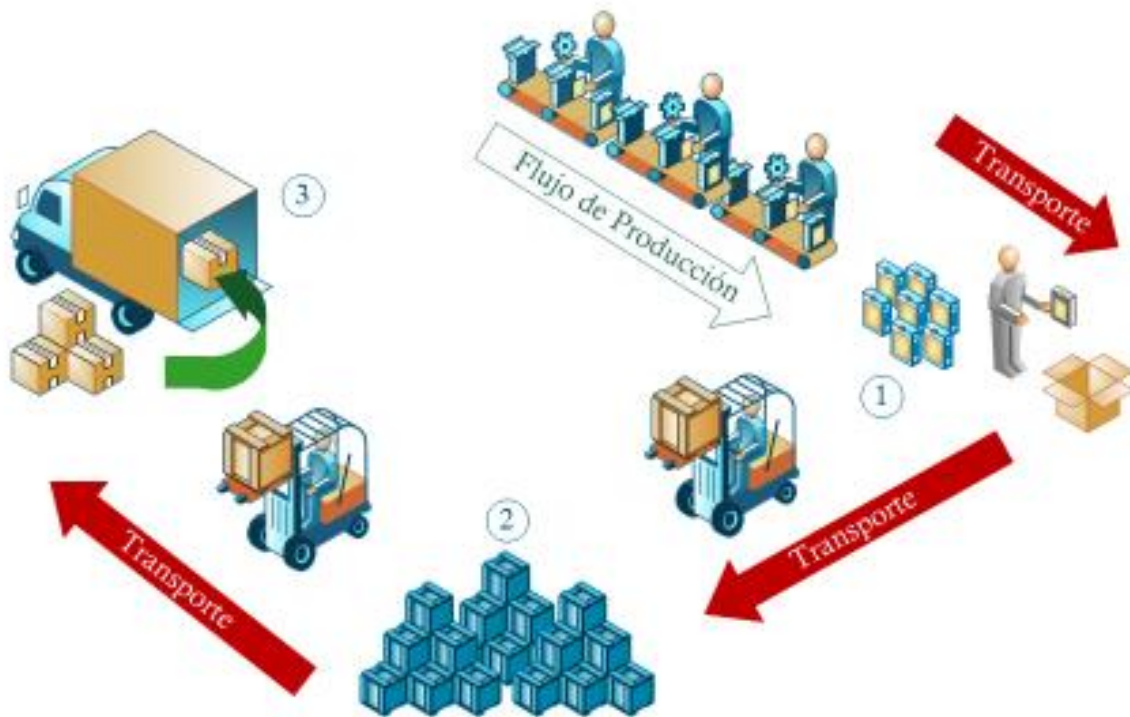


Transporte.



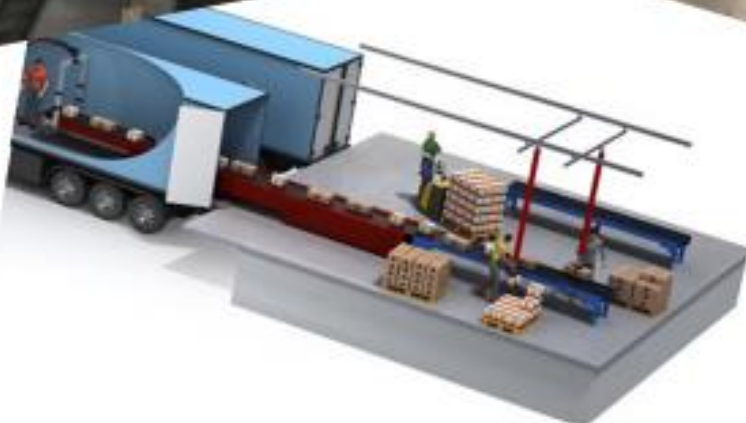
Desperdicios: Transporte

Es todo el movimiento de material dentro de la fábrica y fuera de ella, es considerado desperdicio por que no modifica el producto sólo lo cambia de lugar.



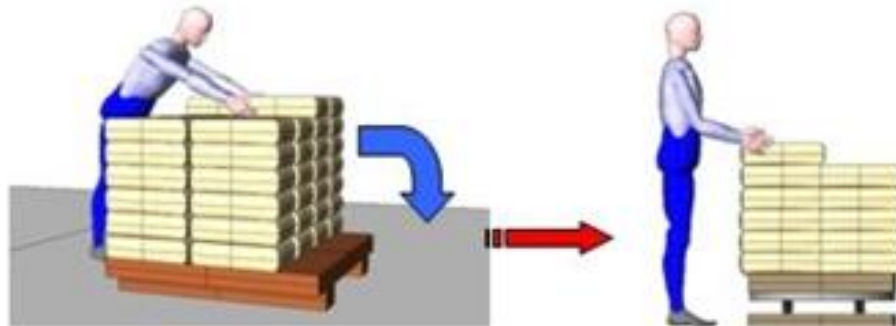
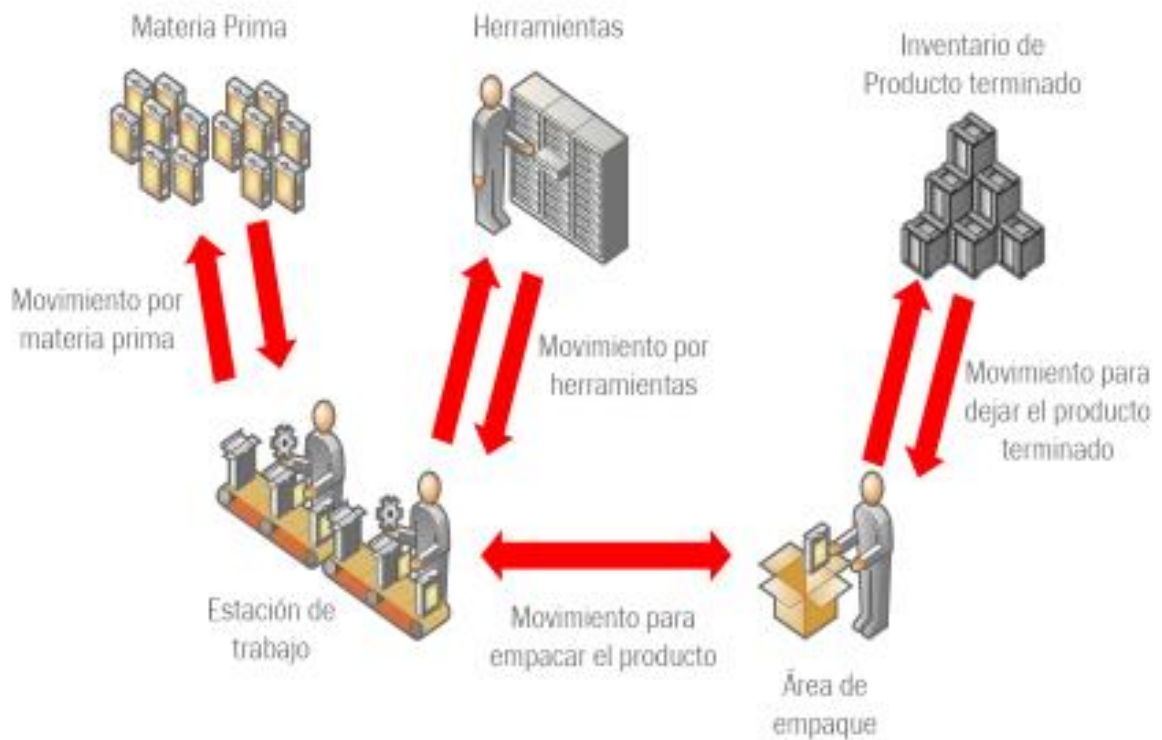
- 1 Transporte de producto en proceso
- 2 Transporte de producto terminado al almacén
- 3 Transporte de producto terminado al cliente

Transporte.

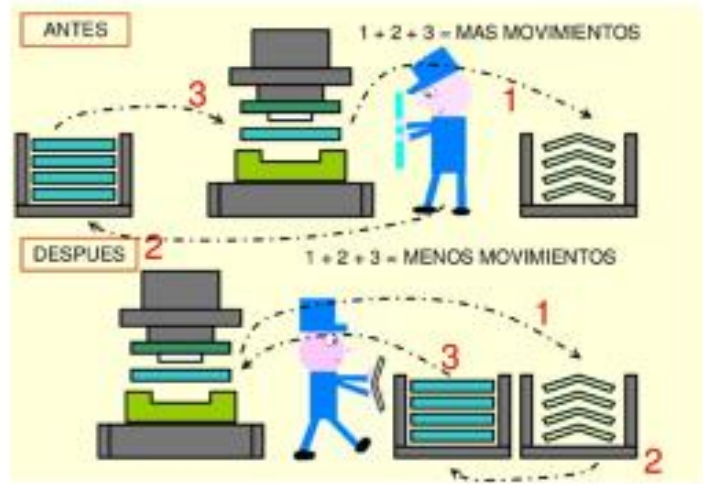
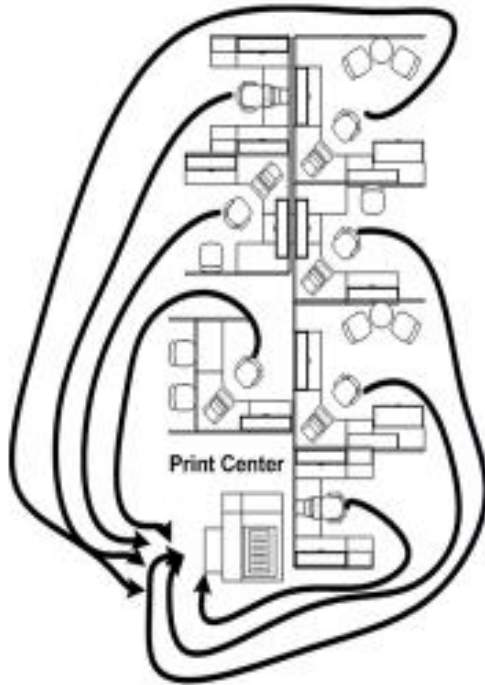


Desperdicios: Movimientos

Son los movimientos que el operario o la maquina hacen para completar una actividad u operación y que no modifican el producto.



Movimientos.

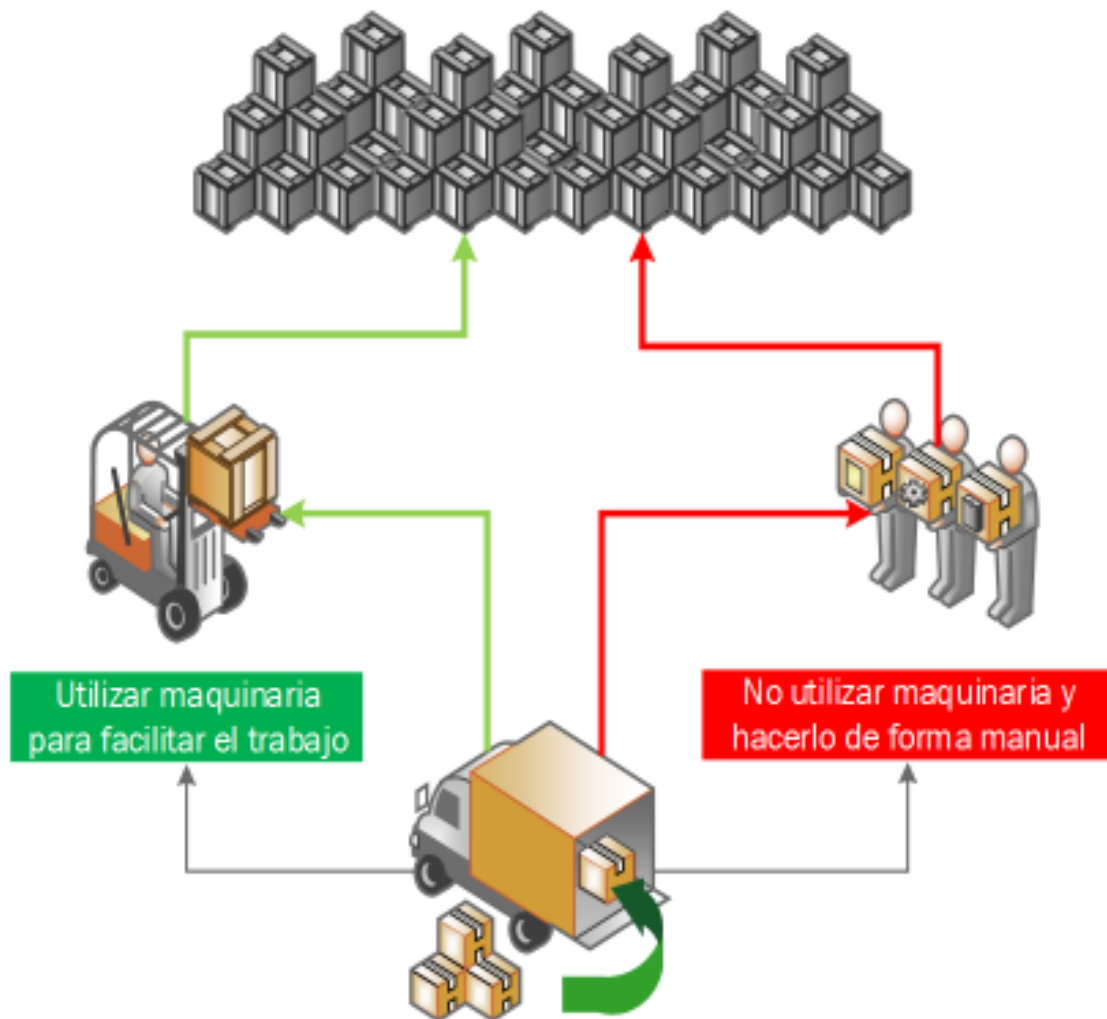


Sobre proceso.



Desperdicios: Sobre Proceso

Son todas las actividades extras que se realizan y no son necesarias para terminar un proceso, o son actividades que se pueden realizar de una manera más fácil y rápidamente de otra forma.



Sobre proceso.

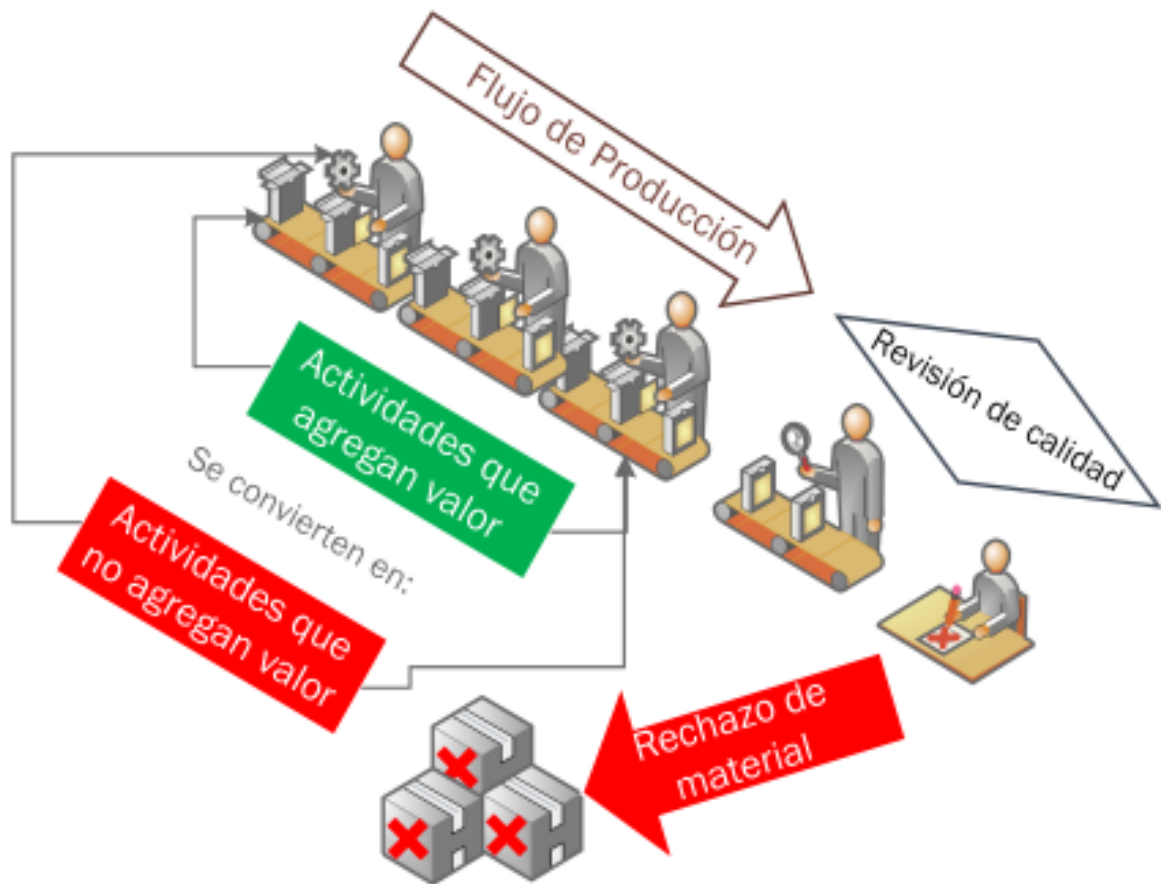


Trabajo Extra: Marcar piezas



Desperdicios: Defectos

Son los productos que no cumplen con las normas de calidad y no se pueden vender al cliente.

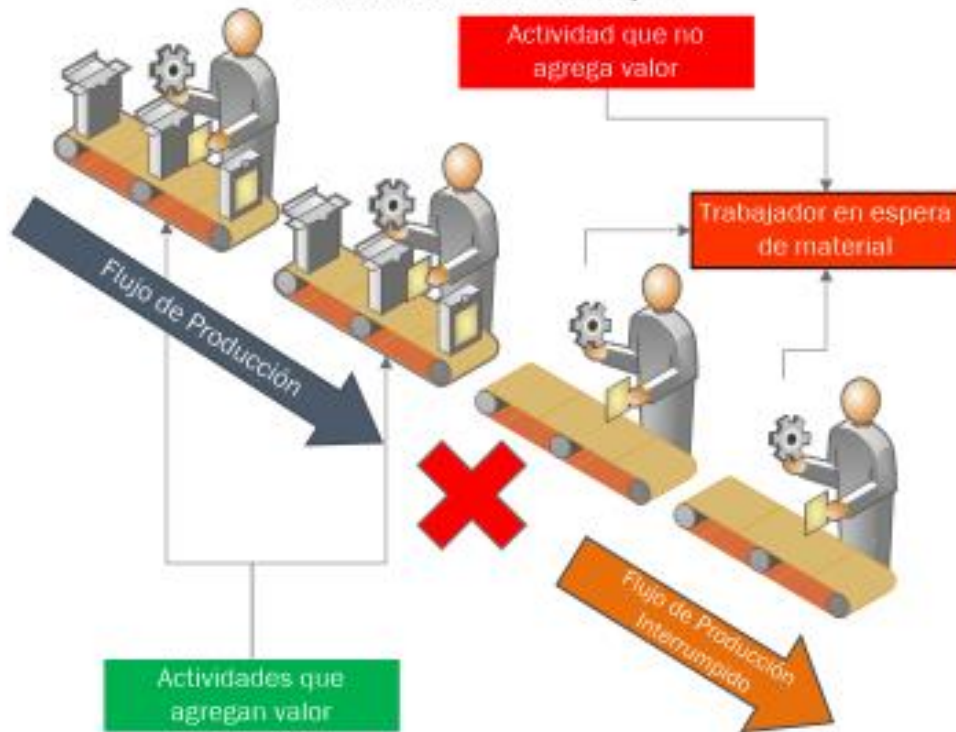


Defectos.



Desperdicios: Esperas

Es el tiempo muerto y el tiempo en el cual la maquina o el operador esperan sin producir nada a que se realice una actividad para después continuar con la suya.



Esperar para la consulta medica

Actividad que no agrega valor



Recibir la consulta medica

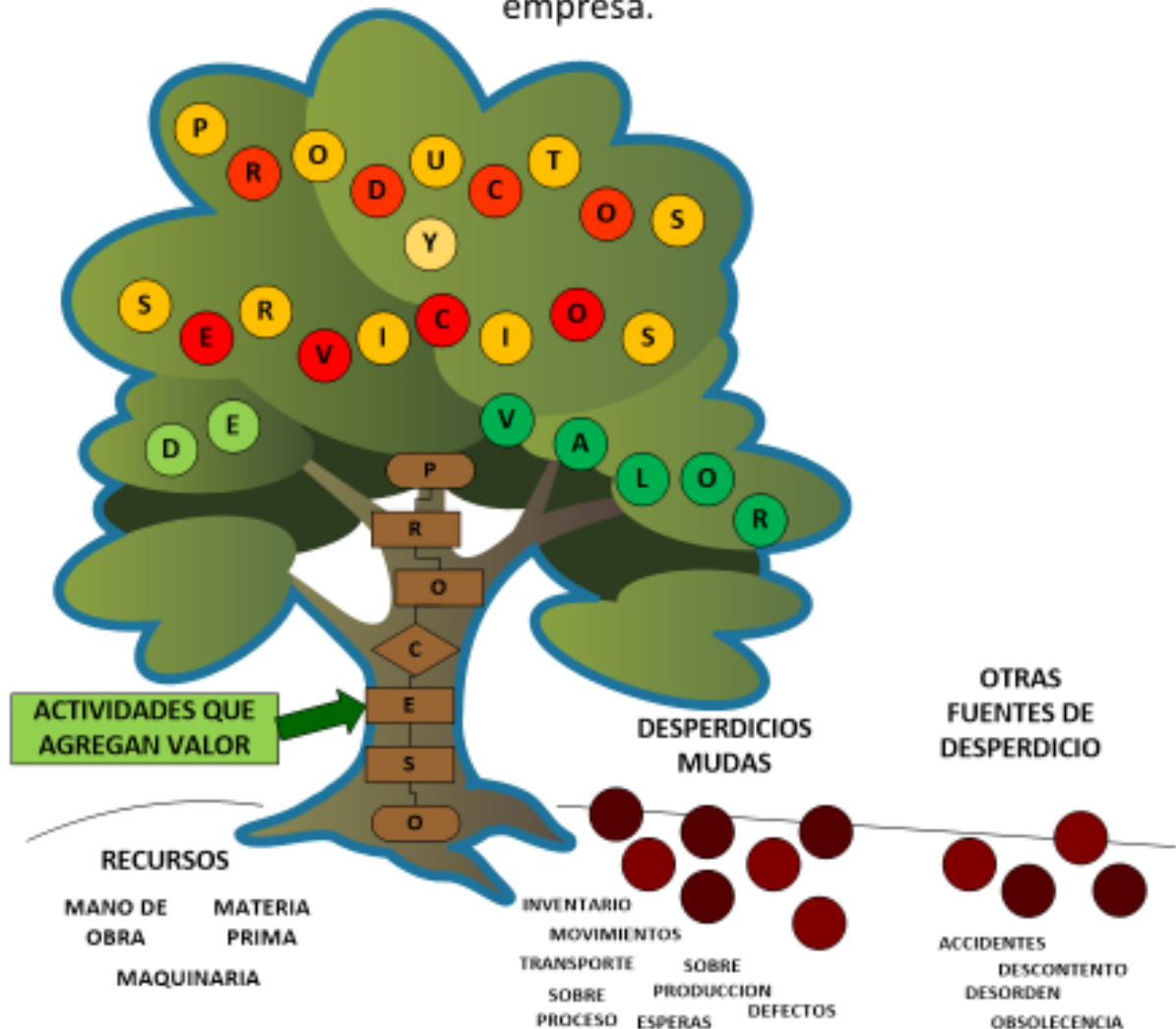
Actividad de valor

Esperas.



5. Otros tipos de desperdicios

Existen otros tipos de desperdicios que no están considerados por Lean Manufacturing, pero que de igual manera deben de eliminarse o reducirse par obtener mayores beneficios para la empresa.



Estos problemas son igual de importantes que los desperdicios (mudas) de Lean Manufacturing, ya que limitan las capacidades de los procesos y crean o son actividades que no agregan valor al producto y en varios casos ponen en riesgo la salud de los empleados o reducen el ciclo de vida de las maquinarias.

Bibliografía.

- [http://www.laprensa.hn/csp/mediapool/sites/dt.common.streams.StreamServer.cls?STREAMOID=mcZOWEW4FqGPS0OsYCgvlS\\$daE2N3K4ZzOUsqbU5sYupgOiB\\$QbGiylewf3clVDBWCsjLu883Ygn4B49Lvm9bPe2QeMKQdVeZmXF\\$9I\\$4u CZ8QDXhaHEp3rvzXRJFdy0KqPHLoMevcTL o3h8xh70Y6N_U_CryOsw6FTOdKL_jpQ-&CONTENTTYPE=image/jpeg](http://www.laprensa.hn/csp/mediapool/sites/dt.common.streams.StreamServer.cls?STREAMOID=mcZOWEW4FqGPS0OsYCgvlS$daE2N3K4ZzOUsqbU5sYupgOiB$QbGiylewf3clVDBWCsjLu883Ygn4B49Lvm9bPe2QeMKQdVeZmXF$9I$4u CZ8QDXhaHEp3rvzXRJFdy0KqPHLoMevcTL o3h8xh70Y6N_U_CryOsw6FTOdKL_jpQ-&CONTENTTYPE=image/jpeg)
- <http://static1.businessinsider.com/image/512ff55169beddad1c000016/chinas-manufacturing-decelerates.jpg>
- <http://cde.peru21.pe/ima/0/0/1/1/8/118046.jpg>
- <http://www.diariodemexicousa.com/wp-content/uploads/2015/05/manzanas.jpg>
- http://estaticos01.elmundo.es/elmundo/imagenes/2011/06/25/portada/1308989253_extras_portada_0.jpg
- <http://prevenblog.com/wp-content/uploads/Esperas.jpg>
- http://4.bp.blogspot.com/-sQoMYmu_1Rs/UjHuUzSQ5EI/AAAAAAAAABVo/qMIq_wUUbri/s1600/7+wastes+garment+factory.jpg
- <http://www.usccg.com/wp-content/uploads/2015/07/kanban.jpg>
- <http://automotivelogistics.media/wp-content/uploads/2015/06/plant2.jpg>
- <http://ergonomia.lineaprevencion.com/uploads/web/IMG4ed4a03724de9.jpg>
- <http://www.velaction.com/lean-information/wp-content/uploads/2009/10/big-print-station.gif>
- <http://1.bp.blogspot.com/-Ug6C95WDuMk/TdwNA0NPfpl/AAAAAAAAAAAY/mITZ2wBUt5c/s1600/4.bmp>
- <https://logisticamuialpcsupv.files.wordpress.com/2016/04/blog72.jpg?w=468&h=265>
- <https://image.slidesharecdn.com/disminucindecostosmuda-120829175855-phpapp02/95/disminucin-de-costos-muda-10-728.jpg?cb=1346263343>
- <https://image.slidesharecdn.com/disminucindecostosmuda-120829175855-phpapp02/95/disminucin-de-costos-muda-22-728.jpg?cb=1346263343>
- http://www.superior-quality.com/index_files/small_628673.jpg

5S Herramienta para comenzar las mejoras.

5S Herramienta para comenzar las mejoras.

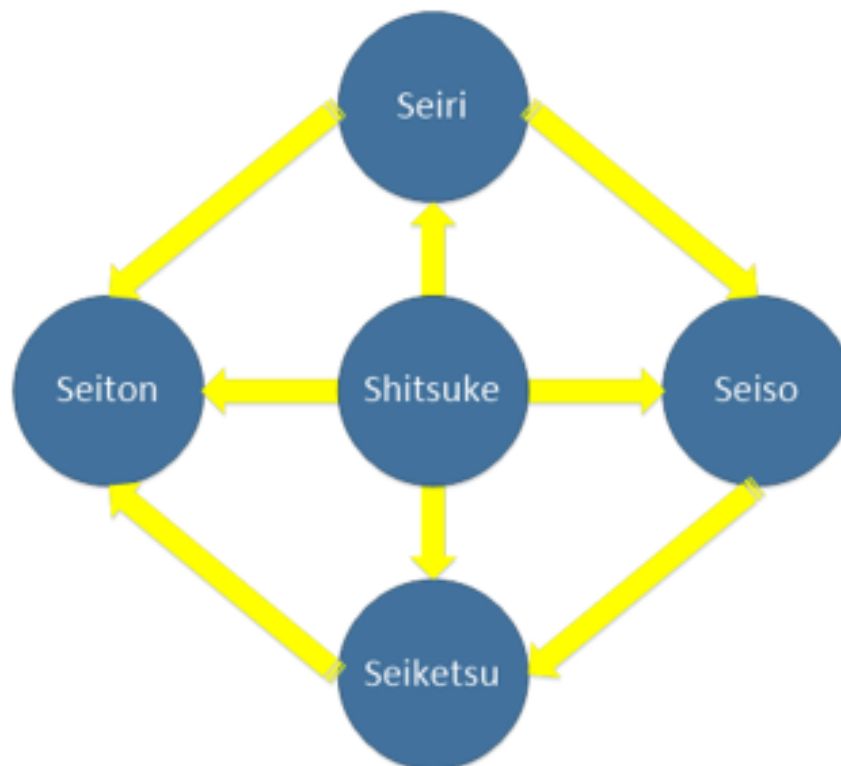
Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ingeniería
Maestría en Ingeniería de Sistemas
Ing. Marco Aurelio Ramírez Chaparro



5S: Herramienta para poder empezar

La herramienta de las 5S's comenzó a ser utilizada con la convicción de hacer los lugares de trabajo lugares organizados, ordenados, limpios y que mejoraran la productividad y el ambiente de trabajo. Utiliza una forma en la cual los empleados participan y contribuyen en la cultura de cambio dentro de la empresa.

El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de cinco palabras que empiezan con la letra S.

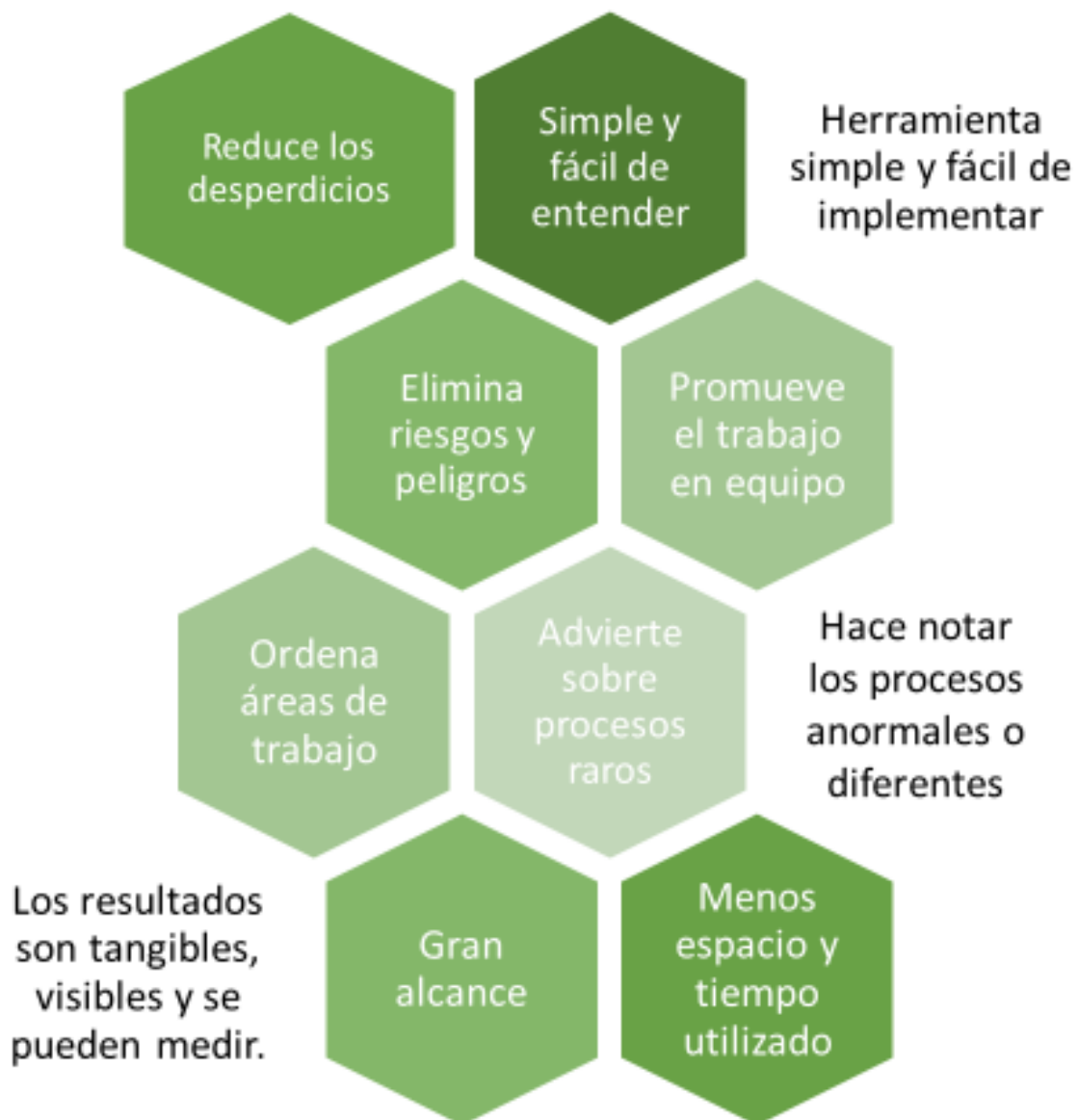


Consta de 5 pasos cada uno con un propósito en particular, pero sin alguno de estos pasos no se pueden obtener los beneficios por completo, y resulta ser una excelente herramienta a implementar para implementar o adoptar una nueva cultura en la empresa.

2

5S: Ventajas de su implementación

Son muchas las ventajas de poder tener cada cosa en su sitio, limpia y lista para usarse, pero estos pasos deben de convertirse en un comportamiento habitual entre todos los empleados

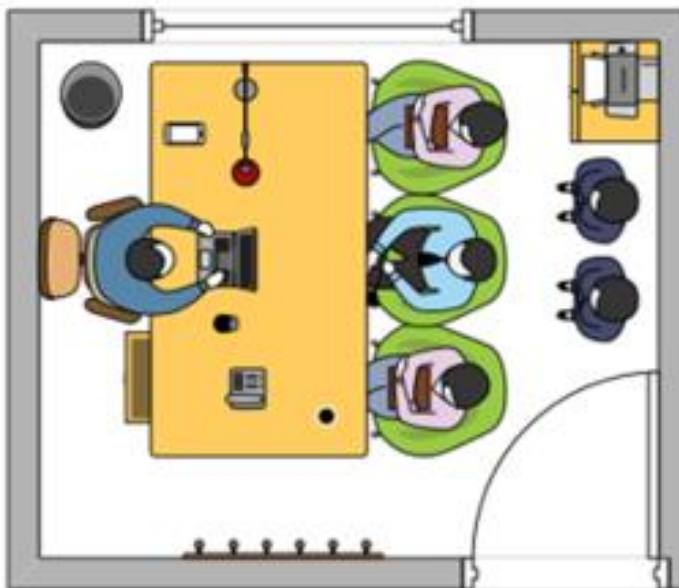


1S: Seiri, Seleccionar

Seiri es el primer paso a implementar, este consiste en seleccionar y clasificar las cosas que son necesarias y las que no lo son de nuestro lugar de trabajo o del lugar que se está analizando. Se deben de retirar todas las cosas que no son necesarias para realizar las tareas asignadas, obteniendo un lugar menos aglomerado y más eficiente para trabajar.



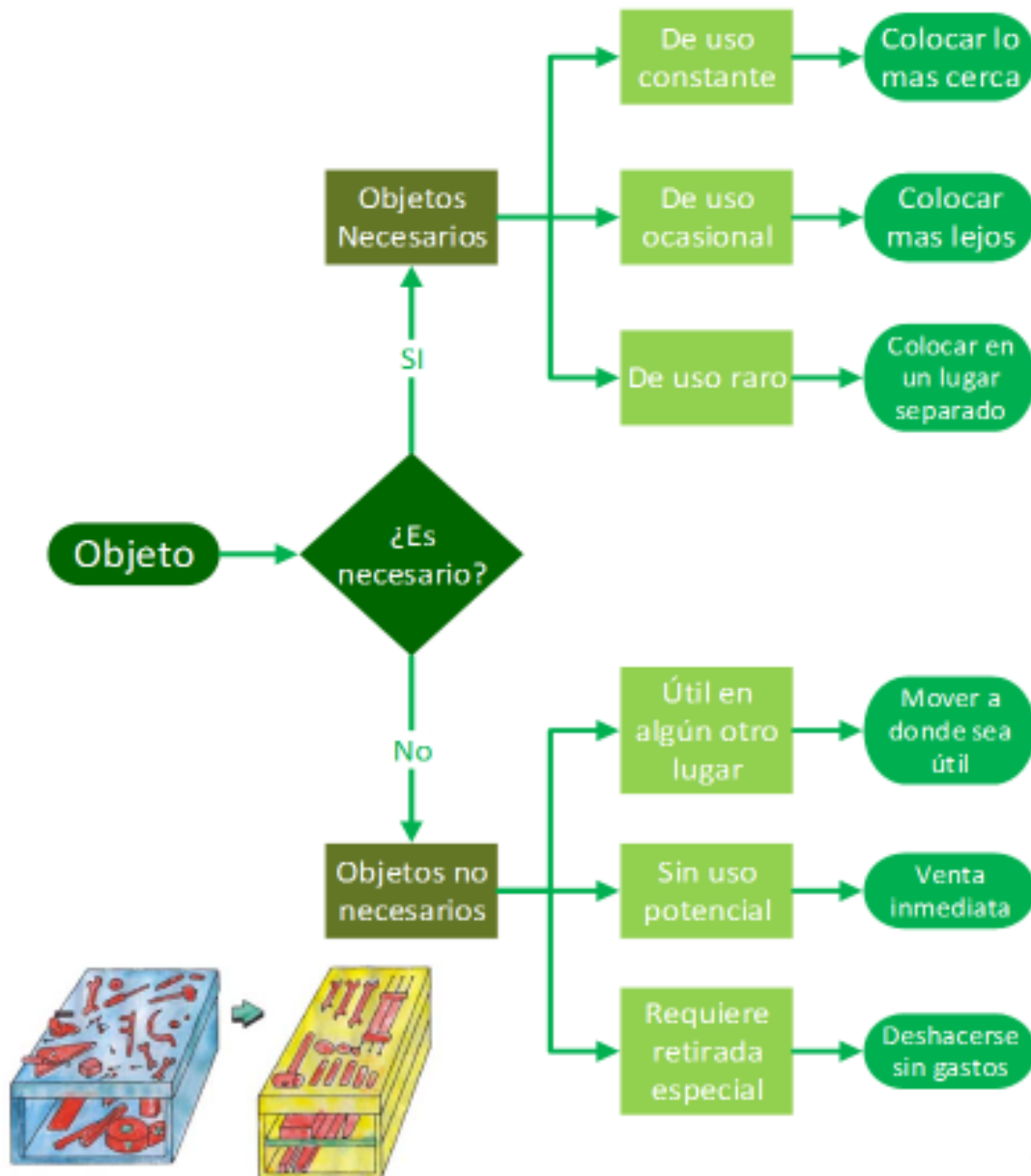
Oficina con objetos innecesarios (copiadoras, tabletas electrónicas, monitores, lámparas, plantas, etc.)



Oficina solo con objetos necesarios (impresora, computadora, teléfono, celular, lámpara)

2S: Seiton, Organizar

Seiton es el siguiente paso a implementar, después de seleccionar y mantener los artículos necesarios para realizar las tareas se deben de organizar los artículos, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite la identificación, localización y regreso al mismo lugar de cada artículo.



5

3S: Seiso, Limpieza

Este paso consiste en limpiar la suciedad y evitar ensuciar el área de trabajo, esta limpieza va más allá de barrer el piso o limpiar la suciedad de las superficies, se trata de una limpieza a fondo también de las maquinarias y equipos, y al realizar esta limpieza buscar descomposturas o problemas como fugas y defectos.



4S: Seiketsu, Estandarización

Seiketsu, consiste en lograr que los procedimientos y actividades logrados en las primeras tres etapas se ejecuten consistentemente y de manera regular en las áreas de trabajo.

Control visual



También en esta etapa se da la estandarización de estas actividades mediante el control visual, ya sea utilizando señalamientos o colores para agrupar los objetos.

5S: Shitsuke, Disciplina

Consiste en que los pasos anteriores se conviertan en un hábito generando un compromiso para todos los empleados. El objetivo es que cada empleado trate su lugar de trabajo como si fuera la sala de invitados de su casa, un área donde sientan orgullo cada vez que alguien la visite. Una buena forma de lograr estos pasos y evaluar los avances que se han tenido son las auditorías.

CATEGORÍA	PREGUNTAS	1	2	3	4	5	COMENTARIOS	
SELECCIÓN	1	Existen elementos innecesarios en los puestos de trabajo?						
	2	Están todas las herramientas arregladas en condiciones sanitarias y seguras?						
	3	Los corredores y áreas de trabajo son lo suficientemente limpias y señaladas?						
	PUNTAJE TOTAL							
ORDENAMIENTO	1	Existe un lugar específico para herramientas, marcadas visualmente?						
	2	Son los lugares para los artículos defectuosos fáciles de reconocer?						
	3	Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?						
	4	Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?						
	PUNTAJE TOTAL							
LIMPIEZA	1	Son las áreas de trabajo limpias, y se usan elementos apropiados para su limpieza?						
	2	El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?						
	3	Es fácil de localizar los materiales de limpieza?						
	4	Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?						
	PUNTAJE TOTAL							
ESTANDARIZACIÓN	1	Los trabajadores disponen de toda la información necesaria como normas, procedimientos para la elaboración de productos en su puesto de trabajo?						
	2	Se respetan consistentemente todas las normas y procedimientos?						
	3	Están asignadas las responsabilidades de limpieza?						
	4	Están los compartimientos de desperdicio vacíos y limpios?						
	PUNTAJE TOTAL							
AUTODISCIPLINA	1	Los trabajadores respetan los procedimientos de seguridad?						
	2	Está siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?						
	3	Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?						
	4	Se respetan las áreas de no fumar y no comer?						
	5	La basura y desperdicio están bien localizados y ordenados?						
	PUNTAJE TOTAL							