



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores
Plantel Aragón

“Metodología Lean Manufacturing: Filosofía, Cultura,
Herramientas e Impacto en la Industria”

T E S I S

Que para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A:

Rodrigo Hevia Ibararán

Asesor:

Ing. Gustavo C. Ruiz Cerezo



Nezahualcóyotl, Estado de México

Mayo 2022



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.

Dedicatorias y Agradecimientos

A mi madre, que, sin su apoyo, amor y motivación, no hubiera podido lograr todo lo que hasta el momento he logrado. Gracias por esas noches de desvelo, por el esfuerzo que haces día con día y por el apoyo incondicional. Sin duda alguna, eres el motor de todos y cada uno de mis logros.

A mi hermana, por todos los años, momentos vividos y risas que han alegrado hasta los días más grises. Por ser una pieza indispensable en mi vida.

A mis abuelos, por ser siempre un ejemplo a seguir, por los sabios consejos, por ser mis cómplices y por el amor incondicional. Deberían ser eternos.

A mi padre, por ser parte de mi formación y ser pieza indispensable en forjarme como hombre, persona y profesionalista.

A mis maestros, por su paciencia y por todas las enseñanzas que me han permitido seguir avanzando y creciendo. Gracias por dar lo mejor para entregarnos lo que nadie nos puede quitar.

A mis amigos y compañeros, por hacer más amenas las horas de clase, por su incondicional ayuda, por estresarnos juntos, por las horas de estudio y también por los momentos de festejo.

"Ever tried. Ever failed. No matter. Try Again. Fail again. Fail better."

-Samuel Beckett

Contenido

<i>Dedicatorias y Agradecimientos</i>	2
<i>Ilustraciones</i>	5
<i>Tablas</i>	5
<i>Gráficas</i>	6
<i>Introducción</i>	7
<i>Capítulo No. 1: La historia detrás del pensamiento Lean</i>	8
El Sistema de Producción Toyota (TPS)	9
<i>Capítulo No. 2: Pensamiento y Cultura Lean</i>	12
De Toyota para el mundo	12
¿Qué es Lean?	13
Filosofía y cultura Lean	13
Los 14 principios de Toyota	15
Desarrolla líderes	19
Autocrítica y reflexión (Hansei)	20
<i>Capítulo No. 3: Lean Manufacturing</i>	21
Los 8 tipos de desperdicio	22
Flujo Continuo	27
Sistema Pull	33
Kanban	36
Las 3 M's	38
Nivelar la carga de trabajo (Heijunka)	40
Detener la producción para solucionar los problemas emergentes (Jidoka)	45
¿Por qué es importante estandarizar procedimientos?	48
La importancia del control visual	50
Las 5's	51
Observa los procesos (Genchi Genbutsu)	53
Toma de decisiones	54
Mejora Continua (Kaizen)	57
Causa raíz	61
Hoshin Kanri	66
<i>Capítulo No. 4: Casos de éxito en las empresas</i>	69
Organizaciones latinoamericanas	69
Fima Perú	72
Industria de alimentos	76
Lean aplicada a una PyME	78
<i>Conclusiones:</i>	81
<i>Bibliografía:</i>	82

Ilustraciones

Ilustración 1. "The Toyota Trinagle"	14
Ilustración 2. Relación cliente-proveedor en los procesos	22
Ilustración 3. Desperdicio en el Proceso.....	25
Ilustración 4. Desperdicio en una línea de producción.....	25
Ilustración 5. Línea de producción por lotes.....	28
Ilustración 6. Línea de producción de flujo continuo	29
Ilustración 7. Maquinaria acomodada por tipo de máquina.....	31
Ilustración 8. Célula de Trabajo	32
Ilustración 9. Por departamentos/áreas	32
Ilustración 10. Células de trabajo.....	33
Ilustración 11. Sistema "push"	35
Ilustración 12. Sistema "pull".....	35
Ilustración 13. Sistema Kanban	37
Ilustración 14. Las 3 M's del sistema Lean	38
Ilustración 15. Producción desnivelada.....	41
Ilustración 16. Modelo de producción mixta y nivelada	43
Ilustración 17. Código de colores sistema Andon	47
Ilustración 18. Torreta de sistema andon.....	47
Ilustración 19. Metodología 5's	51
Ilustración 20. Reporte A3	56
Ilustración 21. Ciclo Deming PDCA	58
Ilustración 22. Los 7 pasos de solución de problemas.....	64
Ilustración 23: Matriz Hoshin o Matriz X.....	67

Tablas

Tabla 1. Ejemplo "5 ¿Por qué?	62
Tabla 2. Ejemplo 2 "5 ¿Por qué?".....	63
Tabla 3. Defectos prioritarios Fima	72
Tabla 4. Resultados proceso armado	73
Tabla 5. Resultados proceso habilitado	73
Tabla 6. Escala de colores nivel de impacto	74
Tabla 7. Impacto de herramientas sobre defectos prioritarios.....	74
Tabla 8. Impacto de herramientas sobre defectos prioritarios.....	74
Tabla 9. Beneficios financieros Fima	75
Tabla 10. Resultados aplicación JIT	76
Tabla 11. Resultados 5's	76
Tabla 12. Resultados TPM	77
Tabla 13. Incremento productividad.....	77
Tabla 14. Beneficio económico (OEE).....	77

Gráficas

Gráfica 1. Resultados primera evaluación PyME.....	78
Gráfica 2. Tiempos de espera antes y después de aplicar Lean.....	79
Gráfica 3. Eficiencia operacional antes y después de aplicar Lean	80

Introducción

En el presente trabajo se explicará el pensamiento y la filosofía Lean, las herramientas que utiliza, el impacto que tiene sobre la industria, la historia y evolución que ha tenido a través del tiempo, la adaptación de esta filosofía a la gestión y al área administrativa, así como los resultados de mejora que han tenido diferentes organizaciones que han adoptado esta metodología.

La filosofía Lean se desarrolló por la empresa japonesa automotriz Toyota en los años 80's como una estrategia para poder competir contra las grandes organizaciones automotrices líderes en el mercado, las cuales contaban con enormes fábricas y gran poder financiero para soportar y alimentar la producción en masa bajo la cual se trabajaba.

Gracias a esta metodología, Toyota logró posicionarse entre las empresas con mayor margen de ganancia del sector automotriz y romper varios paradigmas que hasta el momento se tenían respecto a los sistemas de producción.

Esta metodología nació en las líneas de producción y estaba enfocada al área manufacturera (de la industria automotriz). Con el paso de los años, se adaptó para optimizar el área administrativa de las organizaciones a todos los niveles, desde la alta gerencia, hasta los últimos puestos de la cadena organizacional. La filosofía Lean se utiliza hoy en día a todos niveles en todas las áreas de las organizaciones, de todos los giros de la industria.

Es importante mencionar que no todas las organizaciones logran adoptar el pensamiento y filosofía Lean, ya que es un largo proceso en el cual se rompen paradigmas y conlleva a un cambio cultural tanto dentro como fuera de la organización.

Capítulo No. 1: La historia detrás del pensamiento Lean

“Ponemos mayor valor en la implementación y toma de acciones. Hay muchas cosas que uno no comprende, y, aun así, nos preguntamos el por qué no solamente seguimos adelante y tomamos acción de ello, ¿Ya lo hicimos?

Te das cuenta lo poco que sabes y enfrentas tus propios fracasos, y simplemente corriges y lo intentas de nuevo, y en el segundo intento surgen otros errores u otras cosas que no te gustan, corriges y lo vuelves a hacer. Entonces por la mejora continua, o, mejor dicho, mejora basada en toma de acciones, uno puede avanzar al siguiente nivel de práctica y conocimiento”

Fujio Cho, President, Toyota Motor Corporation, 2002

(Liker, 2004)

Cuando Toyota captó la atención del mundo, fue en los años 80's cuando era claro que los vehículos que fabricaban eran de muy buena calidad y eficiencia. Sus vehículos duraban mucho más que los de las marcas líderes en el mercado en ese entonces (Ford, Chrysler, GMC), requerían de menos reparaciones y menor atención mecánica. Si bien es cierto, no eran vehículos ostentosos ni apantalladores, pero su manejo era suave, no tenían un mal diseño y la eficiencia era bastante buena.

Para los años 90's, Toyota fabricaba los automóviles más rápido, con mayor fiabilidad y a un costo mucho más competitivo; todo esto considerando los relativamente altos salarios de los trabajadores japoneses. Pero aún más impresionante para el mundo, era que cada vez que tenían un error o mostraban alguna debilidad en cualquier sector, se fortalecían y lo solucionaban de tal manera que no volviera a ocurrir nuevamente.

Para el 2013, Toyota se posicionaba como la segunda empresa automotriz más grande del mundo con 224,500 mdd. en ventas y un valor de mercado de 167,200 mdd., solo por detrás de la empresa alemana Volkswagen con 254,000 mdd. en ventas y un valor de mercado de 94,400 mdd. (Forbes, 2013).

El Sistema de Producción Toyota (TPS).

Entendamos un poco la situación de Japón después de la Segunda Guerra Mundial, el país se encontraba devastado por dos bombas atómicas, la mayoría de las empresas destruidas y el pueblo sin dinero. La situación del mercado para Toyota era pésima y no podría soportar un sistema de producción en masa si pensaban sobrevivir como empresa.

Toyota desarrolló el TPS después de la Segunda Guerra Mundial, ya que mientras Ford y GM trabajaban bajo el sistema de producción en masa y utilizaban maquinaria pesada para fabricar el mayor número de piezas que fuera posible, lo más barato posible; Toyota enfrentaba una situación muy diferente y bastante difícil. Su mercado era pequeño y tenían que producir diferentes modelos en la misma línea de producción para satisfacer a sus clientes (gracias a esto, ya contaban con flexibilidad en sus procesos) esto le ayudó a hacer un descubrimiento crítico en la historia del TPS: cuando se disminuyen los tiempos y se mantienen los procesos flexibles, se puede obtener mejor calidad en el producto, mejor respuesta del mercado, mayor productividad, y optimizar tanto el uso del equipo, como del espacio.

Ford contaba con mucho capital, tenía participación en el mercado internacional y contaba con una cadena de suministro sólida y completa. Toyota no contaba con mucho dinero, su mercado era un país pequeño y en crisis, por lo que necesitaba adaptar la producción a menores volúmenes de diferentes modelos, utilizando la misma línea de producción (la baja demanda en el mercado automotriz oriental no era suficiente para tener una sola línea de producción dedicada a un solo modelo) y tenía la necesidad de materializar rápidamente los pedidos para recibir el pago cuanto antes.

En resumen, Toyota necesitaba adaptar el sistema de producción en masa de Ford a sus necesidades para obtener alta calidad del producto, bajo costo, tiempos cortos de producción y flexibilidad en los procesos, todo de manera simultánea.

En los años 50's, concentraron sus esfuerzos en eliminar la pérdida de tiempo y el desperdicio de material en todos y cada uno de sus procesos, desde la recepción de materia prima hasta el producto terminado, a estos dos conceptos les llamó "desperdicio". De esta manera, todos los procesos fueron adaptados para lograr el mismo objetivo: transformarse en un proceso rápido y flexible que entregue lo que

el cliente necesita, cuando lo necesita, con la mejor calidad posible y a un costo aceptable.

El proceso comienza en 1950, cuando Eiji Toyoda (dueño) y el grupo gerencial de Toyota realizan un viaje de investigación de 12 semanas para conocer más a fondo el sistema de producción en masa de las fábricas en Estados Unidos. Durante su estancia, identificaron muchas pérdidas y deficiencias en los procesos.

Lo que el grupo vio, fueron costosas máquinas produciendo grandes cantidades de piezas para ser almacenadas y más tarde trasladadas a otro departamento, en donde otras máquinas las procesarían y serían almacenadas nuevamente, continuando así en cada una de las etapas. Identificaron que los procesos estaban basados en la producción de grandes volúmenes con tiempos de espera entre ellos que solo generaba acumulación de inventario y tiempos de espera de las piezas a ser procesadas. Vieron lugares de trabajo desorganizados y fuera de control, la supuesta eficiencia para reducir el costo por pieza, donde los obreros estaban ocupados solamente en mantener a las máquinas trabajando, y la gerencia se preocupaba en que la maquinaria produjera el mayor número de piezas posibles, resultando en sobreproducción y un proceso que no era fluido, con errores y defectos escondidos en los grandes inventarios esperando salir a la luz hasta semanas después.

El sistema de producción en masas de Ford era atractivo en lo barato de fabricar piezas en una máquina, pero el mercado busca mucho más que la ventaja costo-producto. Lo que el mercado quiere es una mayor variedad de opciones y no conformarse solamente con lo que se ofrece.

Tahiichi Ohno (gerente de planta), fue el encargado de transformar el sistema de producción. Perteneció al grupo que realizó el viaje de 12 semanas a Estados Unidos, y también estudió el libro escrito por Henry Ford "Today and Tomorrow". Ohno sabía que Toyota no se podía dar el lujo de tener tanto desperdicio, así que tomó la idea de Ford del flujo continuo de material y desarrolló un sistema de flujo de pieza donde los procesos eran flexibles y se podían adaptar de acuerdo con las necesidades del cliente. A dicho sistema le llamó "one-piece flow"

Este sistema, junto con otras metodologías de trabajo tales como el sistema pull, Justo a Tiempo (JIT), mejora continua, ciclo Deming (PDCA), DMACI y 5's dieron vida al Sistema de Producción Toyota, TPS por sus siglas en inglés "Toyota Production System". Lo que en el mundo se conoce hoy en día como "Lean Manufacturing".

"Lean Manufacturing" va mucho más allá de un sistema de manufactura en donde se trata de eliminar el desperdicio y optimizar la cadena de valor del producto. Para que este sistema fuera capaz de impactar de la manera como lo hizo en las líneas de producción, tenía que haber detrás una cultura e ideología que lo respaldara y más importante aún, hacer que todos los colaboradores la hicieran parte de su día a día, no solamente en el trabajo, si no, que la adoptaran como parte de su cultura.

Lo que Ohno y su grupo crearon, fue un nuevo paradigma en la industria tanto manufacturera como de servicio, puesto que esta filosofía es adaptable para cualquier industria de cualquier giro y cualquier tamaño. Crearon una nueva forma de ver, entender e interpretar lo que sucede en los procesos de producción.

Capítulo No. 2: Pensamiento y Cultura Lean.

“Muchas empresas americanas toman en cuenta a sus colaboradores y practican la mejora continua y otras herramientas del TPS. Pero lo que en realidad importa, es tener todos esos elementos y herramientas juntas como un sistema. Deben ser puestas en práctica día con día de forma consistente, no solamente a ratos en las líneas de trabajo”

*Fujio Cho, President, Toyota Motor Corporation.
(Liker, 2004)*

De Toyota para el mundo.

Una vez que se dio el cambio dentro de Toyota, el primer paso para que se pudiera esparcir esta filosofía fue transmitirla hacia sus principales proveedores y posteriormente a todos los involucrados en su cadena de suministro, de tal manera que Toyota contaba con un sólido modelo de negocios en donde todos los involucrados trabajaban bajo la misma cultura y los mismos principios.

Pero el sistema Lean era todavía desconocido fuera de la organización y su cadena de suministro. En 1973, cuando la crisis petrolera golpeaba al mundo, el gobierno japonés mandó a varios de sus colaboradores para aprender la filosofía Lean, lo que dio paso a que esta filosofía saltara a los ojos de todo Japón.

La evolución que ha tenido la industria manufacturera a través del tiempo ha sido un poco lenta. Después de la segunda guerra mundial, toda la industria se enfocaba en el costo y la reducción del mismo, luego llegó la cultura de la calidad con Deming, Juran e Ishikawa, donde se aprendió que enfocarse en la calidad del producto también reducía costos y aumentaba la satisfacción del cliente. Finalmente, en los 90's, la filosofía Lean llegó al mundo gracias al bestseller de Womak, Jones y Ross titulado “The Machine that changed the world” (La máquina que cambió al mundo).

¿Qué es Lean?

Si buscamos en cualquier diccionario la palabra lean, uno de los significados que seguramente aparecerá es: *“With little fat”* → *Sin grasa o con poca grasa, esbelto.*

¿Pero esto qué significa para la industria? Si adaptamos el significado a los procesos, podemos decir que sería tener procesos sin excedente ni desperdicio. Al fin de cuentas, un proceso es Lean porque:

- Utiliza menos material
- Requiere menos inversión
- Utiliza y genera menor inventario (tanto intermedios como final)
- Utiliza menos espacio

Filosofía y cultura Lean

Lean debe ser entendido en tres diferentes niveles. Primero está la filosofía, la cual encamina las metas y la cultura, luego tenemos los aspectos de la importancia de la calidad en la que se basa, y, por último, tenemos la estrategia, tácticas y herramientas de control de calidad para poder convertirse en Lean. El corazón de Lean está su filosofía a largo plazo, la cual es de crecimiento mediante la generación de valor para el cliente, la sociedad y la economía con el objetivo de reducir costos, optimizar tiempos, así como mejorar la calidad del producto a través de la eliminación total del desperdicio.

Tenemos que entender al sistema como un todo, en donde existe una filosofía a largo plazo en la cual se basa el pensamiento y la cultura, y tiene que ser adoptada por todos los colaboradores de la empresa para que las metas y objetivos estén alineados a un bien común. El proceso tiene que ser fluido y sin desperdicio, utilizando el sistema pull para evitar grandes inventarios, la carga de trabajo nivelada, así como también el ritmo de producción, y las buenas prácticas estandarizadas. Se tiene un respeto por las personas, ya sean colaboradores de nuestra organización o que formen parte de nuestra red de negocio, se les incita a crecer y desarrollarse, se les escucha y hace partícipe en la solución de problemas y mejoras de la organización. Finalmente, se aprende mediante la mejora continua y se trata de solucionar los problemas desde su causa raíz de forma permanente.

Sabemos que Toyota estaba prácticamente en banca rota, por lo que era necesario el recorte de gastos. Este recorte no se dio a través del despido de personal, en lugar de eso, se recortaron gastos a través de la eliminación del desperdicio en todas las áreas de la organización y sentidos posibles.

La metodología desarrollada por Ohno enfocada en eliminar desperdicio de los procesos, por lo general, traía como consecuencia el remover a un trabajador de una línea de producción y colocarlo en otra línea u otro puesto. De esta manera, la organización se ahorraba el contratar a un nuevo personal y gastar en capacitarlo en materia de la cultura y filosofía, y en muchas ocasiones, capacitarlo en materia del trabajo a desarrollar.

Todos los colaboradores son considerados de vital importancia en Toyota, ya que se ve a la compañía como un organismo que se nutre por si solo, todos entienden su lugar dentro del compañía y forman parte de la historia de esta. Todos trabajan para un bien común, se enfocan en fortalecer y hacer crecer a la organización, trabajan en crear valor para el cliente, en eliminar desperdicios, en corregir errores desde la causa raíz de tal manera que no vuelvan a ocurrir, se trabaja en la mejora continua de los procesos y también en la mejora continua personal y profesional del personal. De esta manera, la cuestión económica pasa a segundo plano como consecuencia del trabajo en conjunto de los colaboradores hacia un bien común.

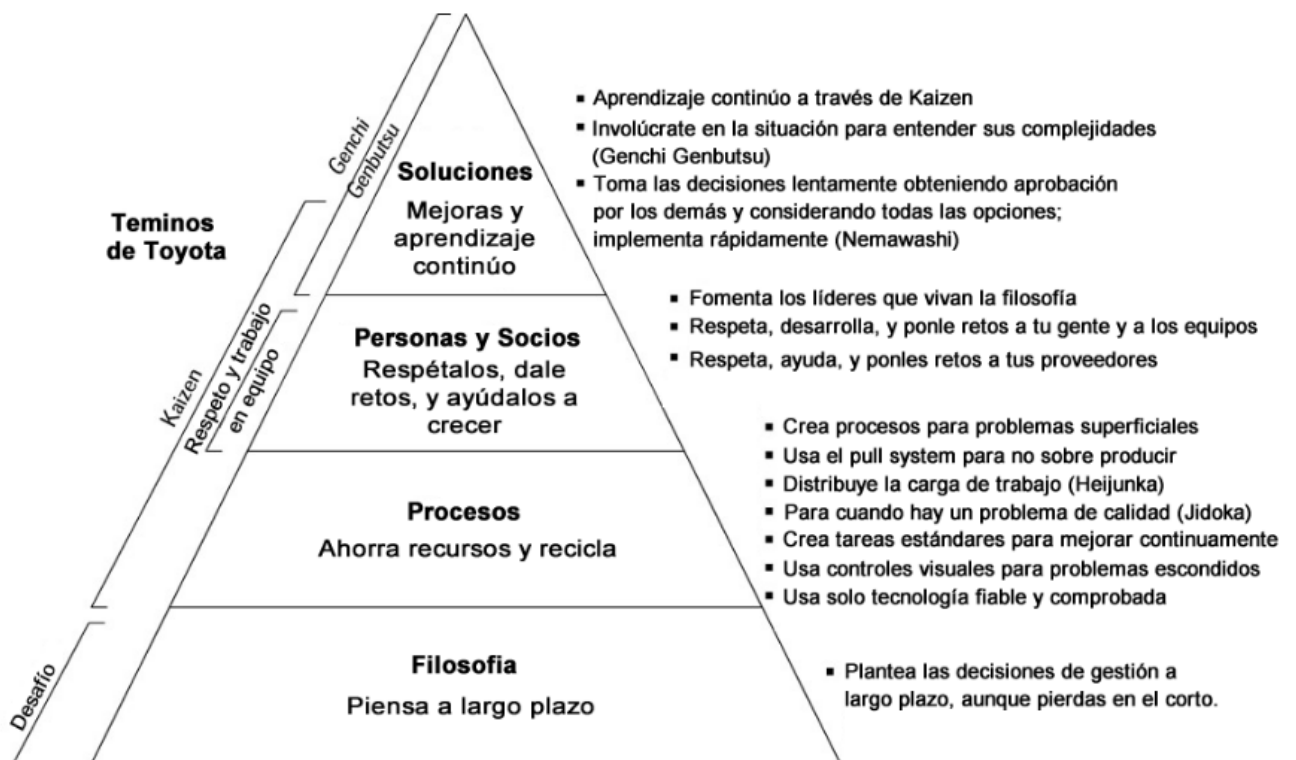


Ilustración 1. "The Toyota Trinagle"

Los 14 principios de Toyota

1. Basa las decisiones tomadas en una filosofía a largo plazo, aún a expensas de las metas financieras a corto plazo.

Inculca el sentido de un propósito a largo plazo. Cualquier decisión tomada a corto plazo, debe de estar alineada a los objetivos a largo plazo de la organización.

Generar valor para el cliente, la sociedad y la economía es lo principal. Evalua cada proceso de la organización en términos de la posibilidad de lograr lo anterior.

Ser responsables. Esforzarse en decidir nuestro propio destino, actúa por voluntad propia y confía en tus habilidades. Acepta las consecuencias de tus actos y adopta una costumbre de auto mejora continua.

2. Crea un proceso de flujo continuo para desenmascarar posibles problemas.

Rediseña el proceso para crear un flujo continuo de valor agregado. Esforzarse en reducir a cero el tiempo perdido por los empleados, ya sea por ocio o por espera del proceso anterior.

Vincula procesos y colaboradores para que el material y la información se muevan de forma rápida y efectiva.

Inculca este flujo continuo en la cultura de la organización, esto será de vital importancia para el correcto proceso de mejora continua de los procesos y de los colaboradores.

3. Utilizar el sistema "pull" para evitar sobreproducción.

Provee a tus clientes lo que ellos quieren, cuando ellos quieren y en medida que ellos quieren.

Reduce los productos en proceso y los inventarios intermedios, almacena pocas cantidades de piezas en proceso y reemplazarlas cuando estas sean utilizadas.

Estar preparado para los cambios en la demanda del producto. No basarse en un itinerario rígido o metas de producción.

4. Nivelar la carga de trabajo.

Elimina la sobrecarga de trabajo a los colaboradores y máquinas, así como eliminar las desigualdades en la producción.

Tratar de nivelar el ritmo de la producción y la carga de trabajo.

5. Detener la producción para solucionar problemas emergentes.

El equipo utilizado debe de tener la capacidad de detectar problemas y detenerse solo. Implementa un sistema visual para alertar que la máquina o el proceso necesita atención.

Transmitir a los colaboradores que es mejor bajar el ritmo y en ocasiones detener el proceso para obtener un producto con buena calidad a la primera.

6. Estandarizar procesos para hacer efectiva la mejora continua.

Estandariza procesos para obtener un tiempo establecido y una calidad constante de los productos. De esta manera se asegura que sea una efectiva mejora continua.

Permite que los colaboradores propongan soluciones y mejoras para estandarizar nuevamente el proceso.

7. Implementar el control visual.

Utiliza indicadores visuales simples que ayude a los colaboradores a identificar si se encuentran dentro del estándar o se están desviando del mismo.

Desarrolla un sistema visual donde se almacena el inventario (intermedio y final) para facilitar el flujo y el sistema "pull".

En medida de lo posible, trata de utilizar solamente una hoja para los reportes en donde solo se incluirá la información necesaria.

8. Utilizar tecnología confiable que apoye a los colaboradores y procesos.

Usa la tecnología para apoyar a los colaboradores, no para reemplazarlos.

Nueva tecnología que no se ha probado con anterioridad, puede ser difícil de estandarizar y pone en riesgo el flujo del proceso. Si se piensa cambiar o actualizar los equipos, es conveniente incorporarlos mediante un proceso paralelo.

Alienta a los colaboradores a buscar y proponer tecnologías que ayuden en los procesos o los hagan más rápidos.

9. Desarrolla líderes que entiendan el trabajo, vivan la filosofía y enseñen a otros.

Crea líderes de los mismos colaboradores dentro de la organización, no los traigas de fuera.

Los líderes deben ser un ejemplo de la filosofía de la compañía y buenas prácticas dentro del trabajo.

Un buen líder debe entender el trabajo que se realiza día con día detalladamente, así será el mejor maestro dentro de la organización.

10. Desarrolla al personal y equipos de trabajo de tal manera que sigan la filosofía de la organización.

Imparte una fuerte y estable cultura en donde los valores y creencias de la compañía estén reflejados.

Capacita a los colaboradores y equipos de trabajo en la filosofía de la organización para lograr excelentes resultados. Trabaja en reforzar continuamente la filosofía en los colaboradores.

Cuida que los equipos de trabajo sean multidisciplinarios y diversos, utiliza esos equipos de trabajo para mejorar la calidad y productividad.

Haz un esfuerzo en enseñar a los colaboradores a trabajar en equipo para lograr metas comunes.

11. Respeta a tu red de negocios y proveedores, ayúdalos a mejorar.

Respeta a toda tu red de negocios y trátalos como a una extensión de tu organización.

Aliéntalos a crecer y desarrollarse, demuestra que los valoras.

12. Involúcrate para entender completamente la situación.

La mejor manera de resolver un problema y mejorar los procesos, es involucrándote personalmente e ir a ver el problema por ti mismo en lugar de hacer teorías por lo que otra persona te dice o lo que se muestra en la pantalla de la computadora.

Siempre habla y piensa con base en datos y situaciones verificadas por uno mismo.

Inclusive la alta dirección se tiene que involucrar de manera personal en los procesos.

13. Toma las decisiones lentamente y considerando todas las opciones. Implementa las decisiones de manera rápida.

No tomes ninguna decisión hasta haber considerado todas las alternativas, una vez que tomes la decisión, implementa el plan de acción rápida pero cautelosamente.

14. Conviértete en una organización que aprende a través de la reflexión y la mejora continua.

Una vez que establecimos un proceso estable, utiliza herramientas de mejora continua para determinar futuros problemas raíz e implementa efectivos planes de acción.

Diseña procesos que casi no requieran inventario, esto hará más evidente el desperdicio, y una vez que se identifique, elimínalo.

Cuida el conocimiento mediante el desarrollo de personal estable.

Procura no cometer los mismos errores en futuros proyectos.

Como se mencionó anteriormente, el beneficio económico pasa a segundo plano y se enfoca en hacer lo correcto para el cliente, buscando siempre su beneficio. Así mismo, esta filosofía indica que nunca hay que sobreponer las decisiones de negocio ante las personas, es de vital importancia que los empleados le tengan confianza a la compañía y que la compañía les tenga confianza a sus empleados.

Una vez creada la confianza entre los empleados y la organización, hay que mantenerla y cuidarla, por lo que las decisiones de negocio nunca deben desgastar la confianza ni el respeto mutuo, tanto para los empleados como para los clientes y proveedores.

Desarrolla líderes

La mayoría de las empresas cambian de líder a nivel ejecutivo (CEO, CFO, COO) cuando las cosas comienzan a ir mal y contratan a una persona nueva ajena a la empresa que da un cambio radical, reorganizan a la empresa y traen su propia filosofía y personal de confianza. Aunque la mayoría de las veces funcionan estos cambios, el gran inconveniente que acarrear es el cambio radical en la esencia de la organización, ya que implican nuevas formas de trabajar, nuevas filosofías, cambio en la cultura de la organización y muchas veces cambio en su estructura organizacional interna.

En la filosofía Lean, lo que se busca es desarrollar estos líderes ejecutivos, que sean colaboradores dentro de la empresa y que, por ende, conozcan su esencia, filosofía y cultura. De esta manera nuevas ideas y perspectivas se llevan a la práctica y la filosofía y cultura se mantienen.

Construir y transmitir una cultura organizacional no es fácil y lleva tiempo, y lograr que los colaboradores adopten esta cultura es aún más difícil y conlleva mucho más tiempo. La mayoría de los líderes ejecutivos no están el tiempo suficiente en el puesto para lograr transmitir completamente la cultura y filosofía que acarrear y mucho menos para lograr que la empresa adopte esta cultura. Esto afecta en la capacidad que tienen de implementar mejoras en la misma.

“Respetar a las personas significa respetar sus habilidades y capacidades. No esperas que desperdicien su tiempo y respetas la capacidad que tienen. La gente piensa que trabajar en equipo es solamente trabajar con quien te agrada. El respeto y confianza mutua significa respetar y confiar que el otro hará su trabajo y lo hará bien, de tal manera que todos conseguimos el éxito como compañía. Trabajar en equipo no es solamente agradarnos y querernos entre nosotros.”

Sam Heltman, senior VP Administrativo.

(Liker, 2004)

Autocrítica y reflexión (Hansei)

Un factor esencial para el aprendizaje y crecimiento tanto personal como profesional, es el concepto “hansei”. Es una de las prácticas más difíciles de adquirir de la cultura Lean.

Hansei es un concepto muy arraigado a la cultura japonesa y traducido burdamente, se puede definir como “reflexión”. Este concepto resalta la necesidad de autocrítica y reflexión sobre lo que se hizo mal, analizar en dónde se cometió el error y tener la verdadera intención e iniciativa de que no se repita nunca más. Es algo que se tiene que realizar por voluntad propia para que se logre el verdadero aprendizaje.

“En japon, cuando un niño hace algo mal y sus padres le dicen “Haz el Haisen”, eso significa que el niño debe estar arrepentido, analizar lo que hizo mal y mejorar su actitud, debe de haber un cambio verdadero. Entonces cuando unos padres dicen “Haz el Hansei”, el hijo comprende lo que sus padres le están pidiendo”
(Liker, 2004)

Es mucho más profundo que simplemente reflexionar, es ser verdaderamente sincero con uno mismo sobre sus debilidades y tomar acción para mejorarlas. Toma las debilidades como áreas de oportunidad y trabaja para fortalecerlas.

Hansei va muy de la mano con kaizen (mejora continua), sin el primero, no se puede obtener el segundo. Hansei es el núcleo de kaizen, es lo que impulsa a una mejora sólida y continua. Si primero no se practica el hansei, entonces kaizen es simplemente mejorar por mejorar, sin sentido alguno.

Capítulo No. 3: Lean Manufacturing

“Si algún problema ocurre en un proceso de manufactura “one-piece flow”, toda la producción se detiene. En este sentido es un pésimo sistema de manufactura. Pero cuando esto ocurre, todos los colaboradores se ven forzados a trabajar en resolver el problema inmediatamente. Entonces todos como equipo tienen que pensar en una solución, y mediante el pensamiento y análisis, los colaboradores crecen y mejoran tanto como miembros del equipo, como personas.”

*Teruyuki Minoura, ex Presidente, Toyota Motor Manufacturing, North America
(Liker, 2004)*

Una muy buena forma de empezar el cambio hacia el sistema Lean, es crear un flujo continuo de los procesos, tanto en los procesos en donde fluye la información, como en los que fluye el material.

Tener un flujo continuo en todos y cada uno de los procesos es una de las bases para lograr implementar este sistema. Una vez que se logre tener un flujo continuo, como consecuencia se reducirá el tiempo que tarda el proceso en convertir la materia prima en el producto final, lo que a su vez conlleva una mejora de calidad en el producto final, reducción de costos y menor tiempo en la entrega del producto.

Cuando nuestros procesos trabajan en un flujo continuo, somos arrastrados a implementar otras herramientas de mejora continua y prevención, tales como mantenimiento preventivo riguroso y “jidoka” (hecho con calidad). Ohno maneja una analogía del flujo continuo en los procesos donde lo relaciona con el nivel del agua en un río. Cuando implementamos el flujo continuo en los procesos, los niveles de inventario bajan y salen a la luz varios problemas y errores que se tienen que resolver de inmediato, de no ser así los procesos colapsan. La analogía está en que cuando el nivel del agua en un río baja, las piedras del fondo salen a la superficie, las piedras representan los problemas que traen arrastrando los procesos.

Una de las características de la producción en masa son los grandes niveles de inventario, los cuales pueden esconder errores y problemas durante mucho tiempo sin que nadie los note. Estos errores y problemas tarde o temprano salen a la luz, convirtiéndose en más desperdicio.

Los 8 tipos de desperdicio

Hasta el momento, hemos hablado bastante de la eliminación del desperdicio y sus beneficios, pero ¿qué es el desperdicio?

Primero tenemos que definir los tipos de clientes que tiene toda organización. Toda compañía tiene clientes internos y externos a los cuales satisfacer. Los clientes externos, son aquellas personas u organizaciones ajenas a nuestra compañía, que consumirán el producto final o que se beneficiarán del mismo. Un ejemplo de cliente externo, son todos aquellos que adquieren un vehículo automotor de cierta compañía.

Mientras que los clientes internos son todos los procesos o áreas de la misma organización que necesitan el producto final de otros procesos o áreas para poder trabajar.

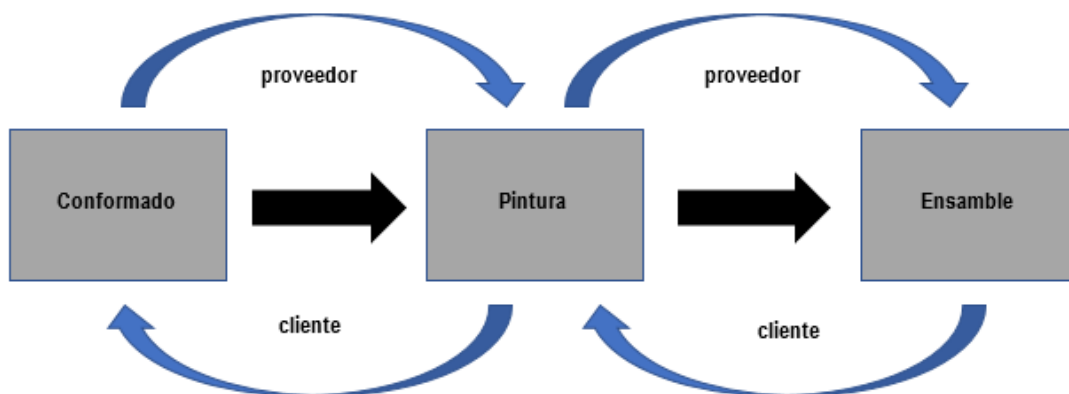


Ilustración 2. Relación cliente-proveedor en los procesos.

En la ilustración anterior podemos ver la secuencia que se llevan a cabo dentro de una misma organización, en donde la pieza que sale del proceso de conformado entra al de pintura y posteriormente al proceso de ensamble. En este ejemplo, el proceso de pintura es cliente interno de conformado y proveedor de ensamble. El proceso de pintura tiene requisitos y expectativas que el de conformado debe de satisfacer, y a su vez, este debe satisfacer los requisitos y expectativas del proceso de ensamble.

Cuando aplicamos la metodología Lean, comenzamos a ver todos los procesos desde el punto de vista del cliente (tanto internos, como externos). Las primeras preguntas siempre deberán ser “¿Qué es lo que el cliente quiere de este proceso?” “¿Qué es lo que el cliente espera?” Desde este punto de vista podemos observar cualquier proceso e identificar los pasos o subprocesos que le agregan valor al producto y los que no agregan valor ante el cliente.

Si realizáramos este análisis, seguramente nos sorprenderíamos al ver que la mayoría de los pasos o subprocesos no agregan valor al producto, por lo que el objetivo sería eliminarlos. Pero ya que algunos de estos resultan ser necesarios y no pueden ser eliminados, se busca reducir lo más que se pueda el tiempo que gastamos en realizarlos.

Podemos definir entonces que el desperdicio es todo aquello que no agrega valor al cliente o que el proceso no necesita.

Toyota identificó 7 tipos de desperdicios o “muda” y posteriormente se agregó un 8vo desperdicio, estos son:

1. Sobreproducción.

Todos aquellos elementos o partes en producción y producidas que no fueron pedidas por el cliente. La sobreproducción genera grandes inventarios, tanto finales como intermedios; genera gasto en almacenamiento, transporte y mantenimiento.

2. Esperas.

El desperdicio se genera cuando el trabajador simplemente está viendo la máquina trabajar, cuando está esperando a que una máquina o herramienta se desocupe, cuando está esperando a que el proceso anterior al suyo termine para tener material con cual trabajar, o simplemente no hay materia prima para trabajar. Este desperdicio también se da cuando una máquina falla o cuando tenemos cuellos de botella.

3. Transporte innecesario de bienes.

Todo movimiento de material o herramienta que no sea necesario para el proceso es desperdicio, ya sea moverla 1 metro o 100 km. Cuando una pieza, material o herramienta estorba en el lugar de trabajo y es trasladada a otro lugar es desperdicio. Cuando las piezas son trasladadas al almacén y luego

trasladadas nuevamente a la fábrica para continuar con su proceso de manufactura, es desperdicio.

4. Sobreprocesamiento.

Realizar pasos innecesarios para producir una pieza. Producción ineficiente debido a mal herramental o un diseño deficiente. El desperdicio también se genera cuando producimos productos de mucha mayor calidad de la necesaria.

5. Inventarios excesivos.

Exceso de materia prima, piezas en proceso y producto terminado causa retrasos, material obsoleto, producto dañado y gastos de transporte y almacenaje. Así mismo, los grandes inventarios esconden varios problemas y errores tales como retrasos en el pedido de materia prima, productos defectuosos, grandes pérdidas de tiempo y grandes fluctuaciones en la producción.

6. Movimiento innecesario del personal.

Todo movimiento del personal que no sea exclusivo para la producción es desperdicio. Buscar una herramienta, trasladarse al almacén por material o dejar material, buscar una orden de trabajo, etc.

7. Productos defectuosos.

Producir piezas defectuosas y corregirlas (retrabajo). Desechos, reemplazar las piezas defectuosas y la inspección del lote defectuoso es desperdicio de recursos, tiempo y esfuerzo.

8. Creatividad y habilidades no explotadas.

Se desperdician habilidades, ideas, creatividad y mejoras cuando no tomamos en cuenta y escuchamos a todos los colaboradores.

Si eliminamos lo más que se puedan estos desperdicios y reducimos las actividades necesarias en todos los procesos, entonces como consecuencia se reducirá el tiempo que tardamos en transformar la materia prima en el producto final.

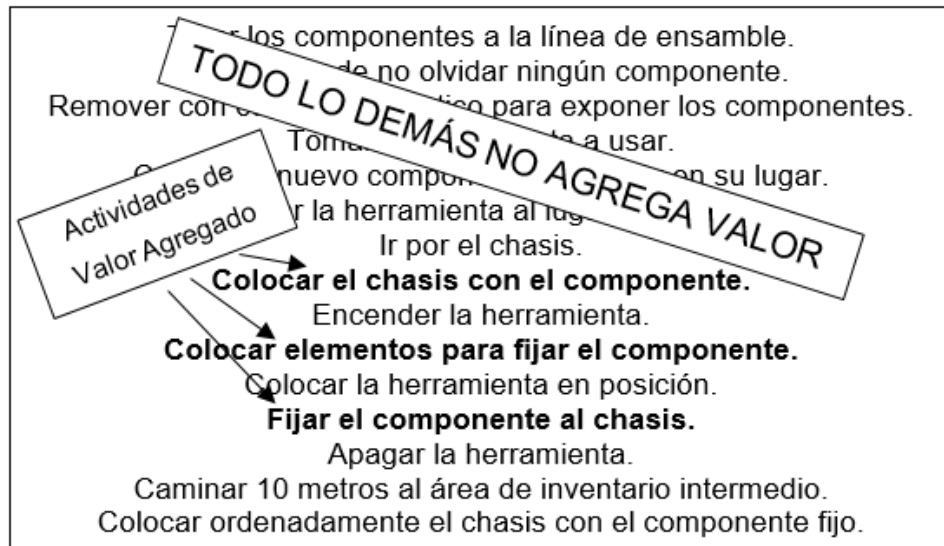


Ilustración 3. Desperdicio en el Proceso

En la ilustración 3 se muestra el procedimiento en una línea de ensamble de una camioneta, el cual consta de 15 pasos. Como se puede observar, de esos 15 pasos, solamente 3 le agregan valor al producto y lo demás es desperdicio. Como ya comentamos, de los 12 pasos que no agregan valor, habrá algunos que son completamente necesarios pero que podemos reducir el tiempo que tarda el operador en realizarlos. Por ejemplo, el operador necesita una herramienta para poder realizar el proceso, por lo cual no podemos eliminar el paso de ir por la herramienta, pero podemos reducir el tiempo que tarda el operador en realizar esta tarea, acercando su área de trabajo al almacén de herramental o poniendo un estante para herramientas en su área de trabajo.

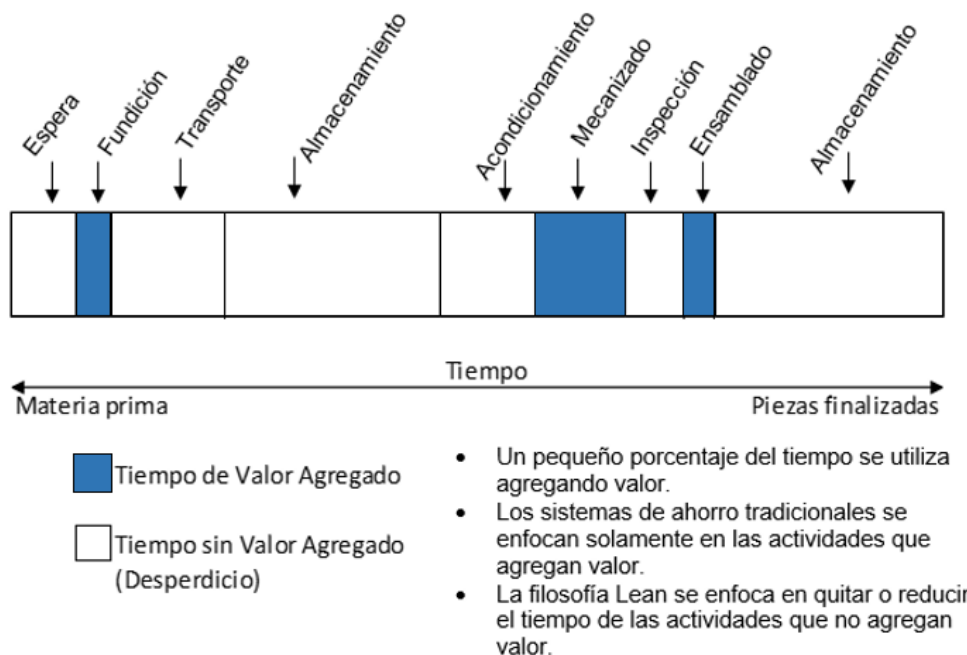


Ilustración 4. Desperdicio en una línea de producción.

En la forma tradicional de operar de las industrias siempre existe un gran inventario final y un considerable volumen de inventarios intermedios. Entonces ¿por qué para Toyota son tan malos los inventarios?

El problema de los grandes inventarios es que representan un gasto y esconden defectos y errores. Para tener grandes niveles de inventarios es necesario tener gran extensión de terreno donde almacenar las piezas, que, por lo general para los inventarios finales, las organizaciones tienen toda una nave como almacén y apartadas de la fábrica, lo que a su vez representa gasto en el transporte de las piezas. A esas unidades almacenadas se les tiene que dar cierto mantenimiento, ya sea simplemente no dejar que se acumule el polvo o un mantenimiento más complejo, por lo que se requiere de personal que realice esta función. Entonces un gran inventario representa desperdicio de terreno, gastos de transporte, gasto y desperdicio de personal que se podría ocupar en otra cosa y todo el desperdicio de tiempo que conlleva el realizar estas tareas.

Flujo Continuo

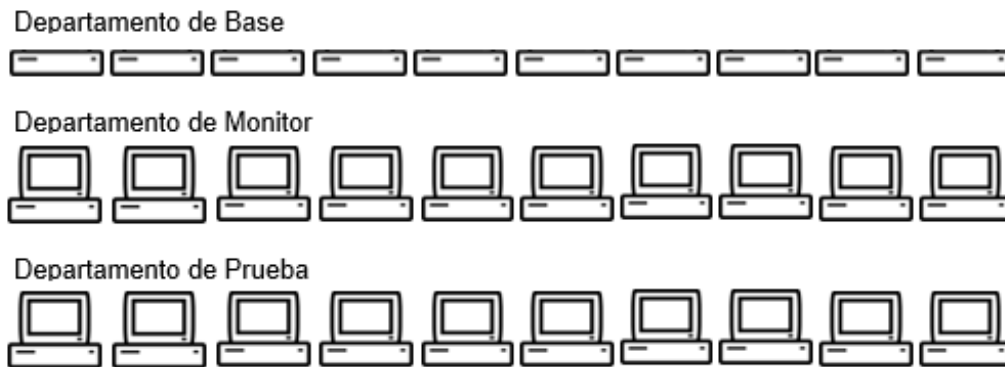
Imaginemos que tenemos alguna molestia o estamos delicados de salud, es necesario ir al doctor para que nos atienda. ¿Qué es lo primero que se hace para que el médico nos atienda? Agendar una cita, la cual por lo general nos la agendan días después de solicitarla y tenemos que esperar esos días. El día de la cita llegamos a la hora programada, avisamos nuestra llegada y por lo general tenemos que esperar en una sala a que el médico nos pueda recibir. Una vez que entramos a consulta, el médico nos examina y si es un problema sencillo, nos da indicaciones o una receta médica; si el problema no es sencillo, nos canaliza con un especialista con el cual tendremos que agendar otra cita y esperar nuevamente algunos días. Llegamos con el especialista, anunciamos nuestra llegada y nuevamente tenemos que esperar en una sala a que el médico nos pueda recibir. En consulta, el especialista nos examina y si sabe qué tenemos, nos da indicaciones o una receta médica; pero si no, nos manda a realizarnos unos estudios médicos, que por lo general, es un laboratorio aparte, en donde tendremos que agendar otra cita y nuevamente esperar unos días. Llegamos al laboratorio, anunciamos nuestra llegada y esperamos en una sala a que un médico nos reciba para realizarnos los estudios. Ya con los estudios, volvemos a agendar cita con el especialista, esperamos unos días, esperamos en una sala y pasamos a consulta. Y este proceso se repite hasta que el especialista tenga una idea de lo que tenemos para que nos recete un medicamento y poder ir a una farmacia a conseguir el medicamento, en donde lo más seguro es que tengamos que hacer fila para ser atendidos.

En el ejemplo anterior, si analizamos los tiempos, nos daremos cuenta de que la mayor parte del tiempo fue de espera. Espera a que llegue el día de la cita y espera a ser atendido. Si todo este proceso tuviera un flujo continuo, en donde el médico, el especialista, el laboratorio y la farmacia estuvieran en el mismo edificio y se pudieran programar las citas el mismo día y te atendieran inmediatamente, en lugar de tardarte semanas o meses en saber qué es lo que tienes, el proceso duraría pocos días o inclusive algunas horas.

Algo muy similar pasa en los procesos industriales, la mayor parte del tiempo, el material espera a ser transformado y la información espera a ser procesada. La materia prima sale del proceso 1 y se vuelve parte de un inventario intermedio en donde puede esperar hasta semanas su turno de entrar al proceso 2, para después esperar nuevamente a entrar al proceso 3 y así sucesivamente. De esta manera, el tiempo que tarda la materia prima en convertirse en el producto final se convierte en meses.

Cuando creamos un flujo continuo en los procesos, recortamos el tiempo de ciclo de los mismos, y en lugar de tardarnos meses en obtener un producto final desde la materia prima, nos tardaríamos unas cuantas horas.

A menudo se piensa que recortar el tiempo que tardamos en obtener un producto, significa sacrificar la calidad de este. Más rápido es más descuidado. Pero crear un flujo continuo, de hecho, ayuda a mejorar la calidad del producto y ayuda a detectar antes las fallas o errores que el proceso pueda acarrear.



- El primer lote de 10 computadoras tarda 30 minutos en estar completo.
- Primera computadora lista en 21 minutos (más transporte entre departamentos).
- Por lo menos 21 computadoras en producción al mismo tiempo.

Ilustración 5. Línea de producción por lotes.

En la ilustración 5, se aprecia una línea de producción de computadoras por lote, en el que cada lote consta de 10 piezas. Las piezas no pasan al siguiente departamento hasta estar completo el lote. El primer departamento es de producción de la base, el segundo es de producción del monitor y ensamble base-monitor, y el tercer departamento es la prueba de calidad. Cada departamento tiene una duración de 10 minutos, por lo que cada lote habrá pasado por los 3 departamentos en 30 minutos y la primera computadora estará lista en 21 minutos. Cuando un lote de computadoras está en el último departamento, ya hay otros dos lotes en producción, uno en la base y otro en el monitor, por lo que siempre hay 30 computadoras en proceso.

Supongamos que el área de prueba detecta un fallo en la base de la computadora número 5 del lote, lo que significa que ese fallo lo pueden traer las otras 5 computadoras restantes en ese proceso, las 10 computadoras en el proceso de monitor y se está generando en las 10 computadoras que se encuentran en el proceso de base, hay 25 computadoras que pueden traer ese fallo, 25 computadoras que van a generar desperdicio en forma de retrabajo, tiempo y/o desecho, dependiendo de la gravedad del fallo, pero también significa que se tardó 25 minutos en encontrar el fallo.

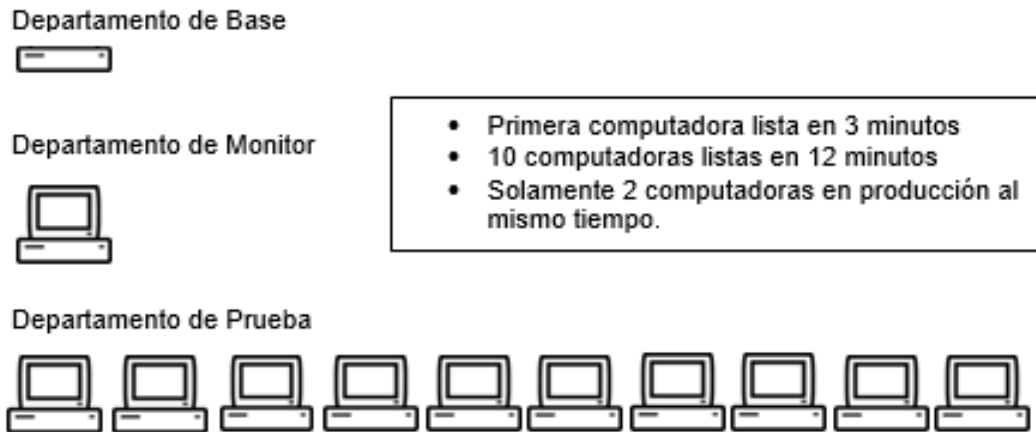


Ilustración 6. Línea de producción de flujo continuo

La ilustración 6 representa una línea de producción de flujo continuo, en donde la pieza que se encuentra en el área de monitor no pasa al siguiente departamento hasta que se haya terminado de inspeccionar la pieza en el área de prueba y así sucesivamente. En esta línea de producción, solo hay 3 computadoras en proceso, la primera computadora estará lista en solo 3 minutos y un lote de 10 computadoras estará listo en 12 minutos. De esta manera, si se detecta un fallo en la base de la computadora que se encuentra en el área de prueba, solo 2 computadoras más podrían tener el mismo fallo, solamente 3 computadoras que generarán desperdicio de retrabajo, tiempo y/o desecho, dependiendo la gravedad del fallo. El proceso se tardó solamente 3 minutos en encontrar el fallo.

Lo cierto es que cuando se manejan lotes enormes dentro de las líneas de producción, cada proceso puede tardar semanas en completarse y hasta meses en que un problema o error sea encontrado, lo que hace muy difícil encontrar la causa raíz del problema y casi imposible corregir todas las piezas defectuosas.

Ahora se introducirá un concepto que es de vital importancia para el flujo continuo de los procesos, el "*Takt*" (*Takt* es una palabra alemana que significa ritmo).

Imaginemos una competencia de remo, en donde cada equipo está conformado por 3 remadores y un coordinador, que probablemente es el miembro más importante de todo el equipo. El coordinador indica el ritmo al que los demás integrantes deben remar, y en cuanto grita ¡Remen!, todos reman al parejo. Si al equipo se integra un remador que no respeta las indicaciones del coordinador, el bote irá más lento, no importa si el nuevo remador trabaja más rápido y fuerte que los demás, el bote bajará la velocidad.

Lo mismo pasa en las organizaciones, si un área trabaja al disparejo de todas las otras áreas, el proceso se hará más lento. Si solamente se optimiza un área y trabaja a mayor velocidad que las demás, entonces todas las otras áreas se llenarán de trabajo por hacer, lo que genera aumento en inventarios intermedios. Si se descuida un área y trabaja con menor eficiencia, se crea un cuello de botella y todas las áreas posteriores tendrán tiempos de espera por falta de material.

Es por eso por lo que tenemos que cuidar que todos los procesos trabajen con el mismo *Takt*. ¿Pero quién va a ser ese coordinador que marque el ritmo de trabajo de los procesos? Como lo indica el sistema pull, el cliente es el que marca el ritmo al cual tienen que trabajar los procesos.

Para ejemplificar un poco mejor lo que es el *Takt*, supongamos que en una organización se trabajan 7 horas y 20 minutos diarios (440 minutos), por 20 días al mes. Los clientes consumen 17 600 unidades de producto final de manera mensual, por lo que se tendrían que estar haciendo 880 unidades diarias, en otras palabras, cada 30 segundos se debe de estar produciendo una unidad nueva. Ese es el ritmo al cual debe trabajar esa organización, 30 segundos por pieza. En un sistema de flujo continuo, cada proceso debería de estar produciendo una pieza nueva cada 30 segundos, si algún proceso trabajara más rápido, tendríamos sobreproducción (desperdicio); por el contrario, si algún proceso trabajara más lento, tendríamos un cuello de botella y tiempos de espera en los procesos subsecuentes (desperdicio).

Muchas veces para favorecer el flujo continuo, tenemos que acomodar la maquinaria y estaciones de trabajo en células, y como consecuencia, la flexibilidad de los procesos aumenta.

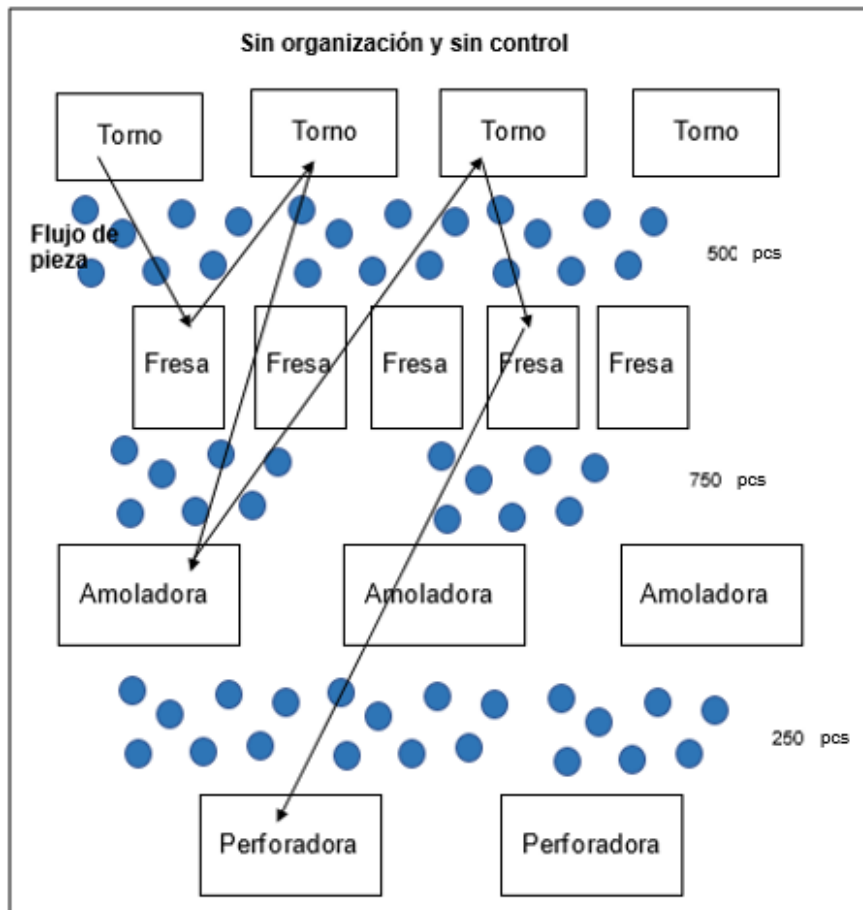


Ilustración 7. Maquinaria acomodada por tipo de máquina.

La ilustración 7 representa una fábrica con la maquinaria acomodada por tipo de máquina. Las flechas representan el flujo del proceso de producción, como se puede observar, hay mucho desperdicio en movimiento de la pieza, lo que hace el proceso más tardado y el riesgo de accidentes aumenta por trasladar herramienta y material grandes distancias.

Pero si hacemos un reacomodo de la maquinaria para formar células de trabajo, no solo ayudamos a que exista un mejor flujo del proceso, sino que también eliminamos desperdicio de tiempo en traslados y movimientos. Tal y como se observa en la ilustración 8.

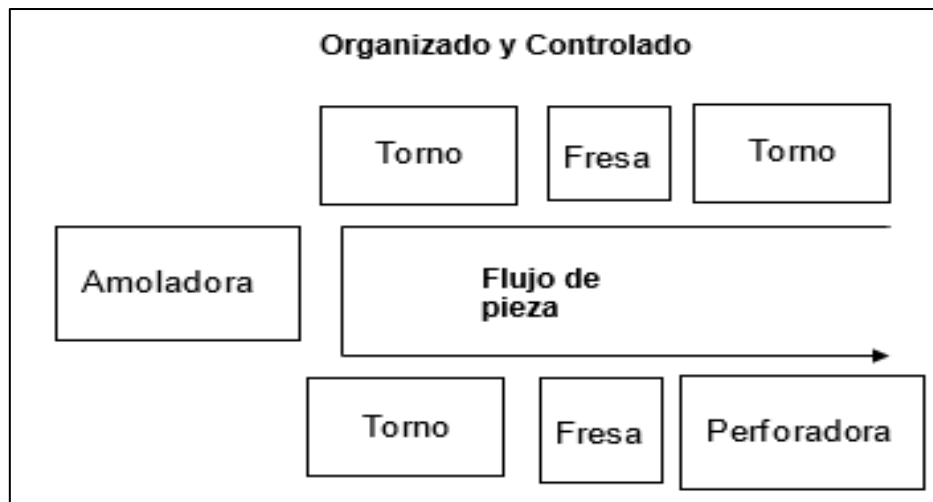


Ilustración 8. Célula de Trabajo

En la ilustración 9, se observa una fábrica organizada por departamentos, en donde el proceso es más fluido que en el ejemplo anterior (ilustración 7) pero en un momento, las piezas se mueven varias veces entre un departamento y otro.

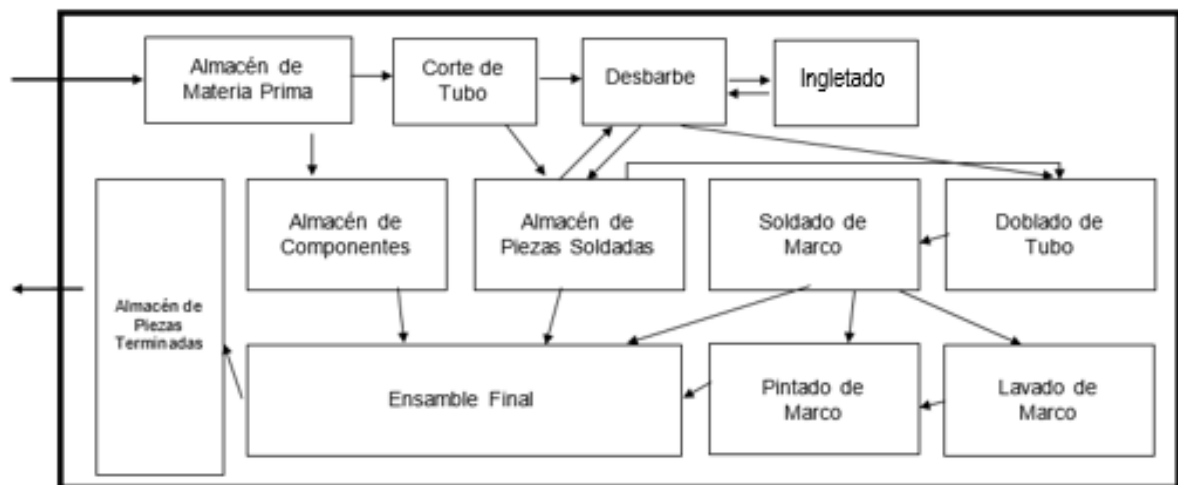


Ilustración 9. Por departamentos/áreas

Nuevamente el flujo se puede mejorar si se realiza un reacomodo de maquinaria para formar células de trabajo (ilustración 10).

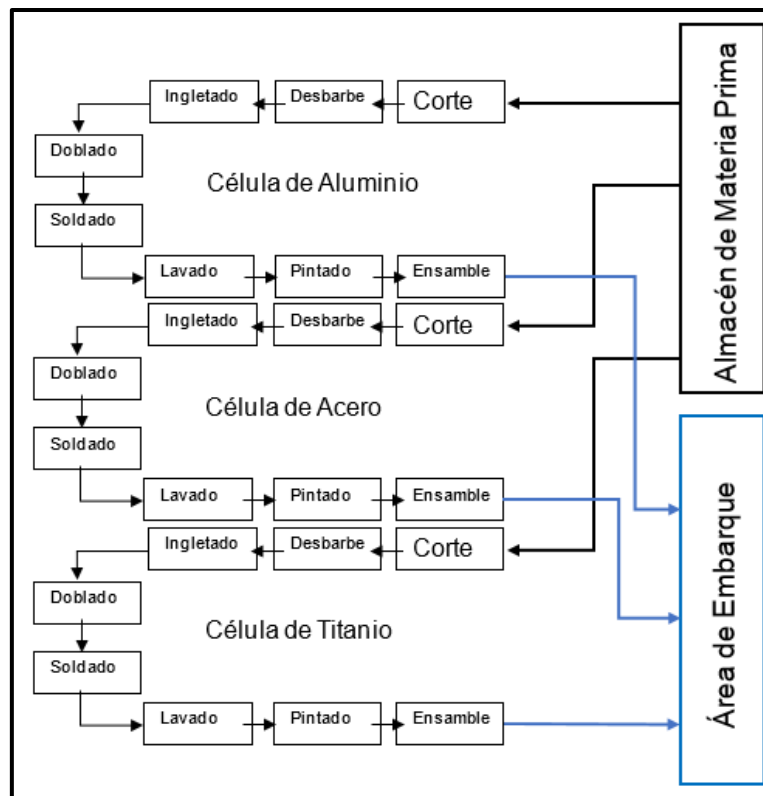


Ilustración 10. Células de trabajo.

Sistema Pull

La mayoría de las industrias trabajan bajo un sistema de producción tradicional en masa, en donde sus proveedores les entregan cierto volumen de materia prima de forma periódica y ellos a su vez, entregan cierto volumen de producto final igualmente de forma periódica. Esto se realiza en base a un itinerario previamente establecido, el problema radica en que esto es pensado para anticipar la demanda de cliente. Todo el sistema se basa en una demanda proyectada.

Pero ¿qué sucede cuando la demanda baja? Los proveedores van a seguir entregando el mismo volumen de materia prima con la misma periodicidad, la fábrica va a seguir produciendo el mismo volumen de productos terminados al mismo ritmo, y como consecuencia se va a incrementar el volumen de inventario. Esto es el sistema “push”, en donde las organizaciones producen lo más que se pueda y lo más rápido que se pueda, buscando bajar el precio por pieza sin tomar en cuenta la demanda del producto. Producen con base en un itinerario y empujan el producto hacia las tiendas, ya sea que se venda el producto o no.

Como ejemplo imaginemos una cafetería que se encuentra cerca de una escuela y tiene muy buenas ventas, por lo que hace convenio con una despachadora para que se le entregue cierta cantidad de insumos semanalmente con su respectivo descuento. En época de vacaciones, las ventas de la cafetería disminuyen un 40%, pero la despachadora sigue entregando semanalmente la misma cantidad de insumos, por lo que la cafetería semana tras semana tiene un excedente de 40% de materia prima. La despachadora empuja siempre la misma cantidad de insumos hacia la cafetería, sin importar si esta la necesita o no.

A diferencia del sistema “push” en donde el itinerario detona la producción, en el sistema pull, lo que detona la producción es la demanda del cliente. Visto de una manera muy sencilla, es la reposición de un producto que ya se terminó o está por terminarse. Se le llama sistema “pull” porque se le permite al cliente (interno y externo) jalar solamente lo que necesita en la cantidad que necesita y cuando lo necesita.

Los dueños de la cafetería al ver esta situación deciden cambiar su sistema de reabastecimiento. Ahora cada viernes, envían una lista a la despachadora de los insumos que están por escasear y esta les entrega el pedido entre domingo y lunes. De esta manera la cafetería solo recibe los insumos que necesita reemplazar en el momento que necesita reemplazarlos.

En la industria, el sistema pull correctamente implementado abarca a todo el sistema de producción, en donde se trabaja con un inventario reducido pero suficiente para mantener la producción fluida y cada proceso produce de tal forma que se van reemplazando las unidades que el proceso siguiente va tomando del inventario intermedio (cliente interno).

El sistema push trabaja hacia adelante en donde cada organización y cada proceso produce a su ritmo sin tomar en cuenta si el producto es demandado, lo que ocasiona sobreproducción (desperdicio) y este a su vez ocasiona grandes niveles de inventario (desperdicio). Cada proceso empuja su producto hacia el proceso siguiente, y este a su vez hacia el proceso siguiente y así sucesivamente hasta llegar al usuario o cliente final.

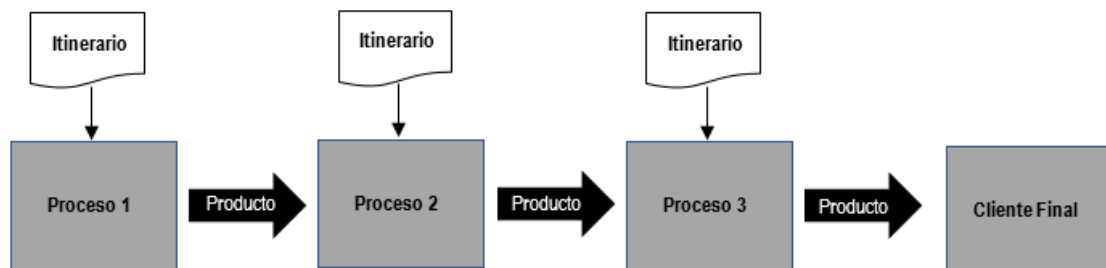


Ilustración 11. Sistema "push"

Cada proceso empujando producto hacia el proceso siguiente se traduce en grandes inventarios intermedios. Cada organización empujando producto hacia sus clientes, se traduce en grandes inventarios finales. Y como vimos anteriormente, el inventario es uno de los 8 desperdicios que el sistema Lean busca eliminar.

El sistema pull, por otro lado, es totalmente lo contrario al push. Pull trabaja hacia atrás, la demanda del producto es lo que detona la producción y marca el ritmo de la misma. Todo el sistema comienza cuando el cliente jala producto del inventario final de la organización (toma solo lo que necesita y cuando lo necesita), el proceso 3 produce solamente la cantidad de producto que el cliente tomó del inventario final, el proceso 2 produce lo que el proceso 3 tomó del inventario intermedio y así sucesivamente "hacia atrás".

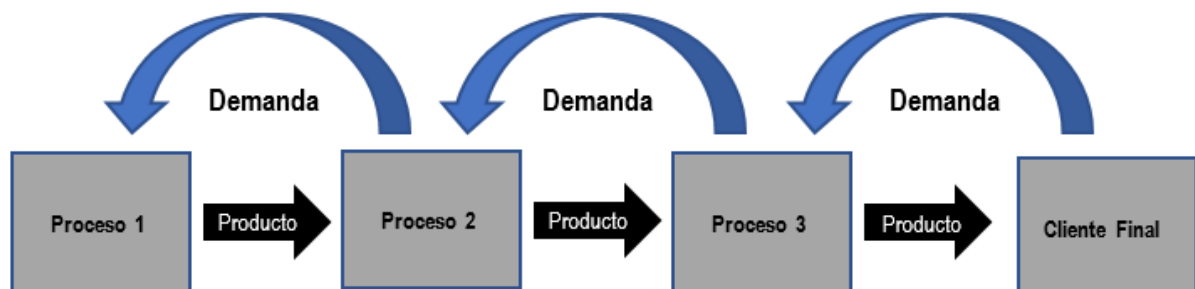


Ilustración 12. Sistema "pull"

El sistema pull no es un sistema libre de inventarios. Lo que se busca es tener un nivel de inventario bajo, pero suficiente para mantener la producción con un flujo continuo.

Kanban

Poder implementar el flujo continuo en todos los procesos dentro de una organización sería lo ideal, pero la realidad es que existen muchos procesos en los que trabajar con un flujo continuo es casi imposible, ya sea porque los tiempos de ciclo son muy diferentes, los procesos se encuentran en distintas fábricas o alguna otra razón que no permita ajustar el proceso a un flujo continuo. Para esos casos, Toyota desarrollo un método para que la línea de producción no cayera nuevamente en el desperdicio de los grandes inventarios, el *Kanban*.

Más que una metodología, es un control visual. Utilizando un Kanban, no importa que tan lejos se encuentren los proceso, ni que tan disparejos estén los tiempos de ciclo, lo que sigue detonando la producción es la demanda del proceso siguiente (cliente interno).

Consideremos una planta de ensamble de Toyota que trabaja con el sistema pull, en donde mensualmente llegan órdenes de entrega de las concesionarias Toyota y en base a estas órdenes se realiza un itinerario de producción, por ejemplo: 2 Corollas blancos, seguido de 4 Corollas negros, luego 3 Corollas plata, 4 Camry azul, etc. Uno de los procesos es el ensamble del cofre al chasis, donde algunas piezas se tienen que soldar, otras ajustar y los cofres se producen por estampado. El tiempo de ciclo del ensamble es de 60 segundos en promedio, mientras que el tiempo de ciclo del estampado es de 1 segundo, por lo que crear un flujo continuo entre estos dos procesos no es práctico, además, el proceso de estampado se realiza en otras instalaciones. Entonces ¿cómo se coordinan estos procesos? Se utiliza una especie de sistema pull entre ambos y lo que detona la producción del estampado de cofres es un apoyo visual.

El proceso de ensamble del cofre al chasis trabaja a su ritmo (60 segundos por ensamble) con un pequeño inventario dentro de la planta. Cuando los operadores hayan utilizado cierto número de cofres blancos para Corolla, un contenedor vacío con una tarjeta especificando las piezas solicitadas (*Kanban*) es mandado a la fábrica en donde se realiza el estampado, de esta manera se comienzan a estampar tantos cofres blancos para Corolla como el Kanban lo indique. Así la planta envía un Kanban a su proveedor (estampado) y el proveedor regresa el material solicitado en la tarjeta. La planta recibe lo que quiere, cuando lo quiere y en la cantidad que lo quiere.

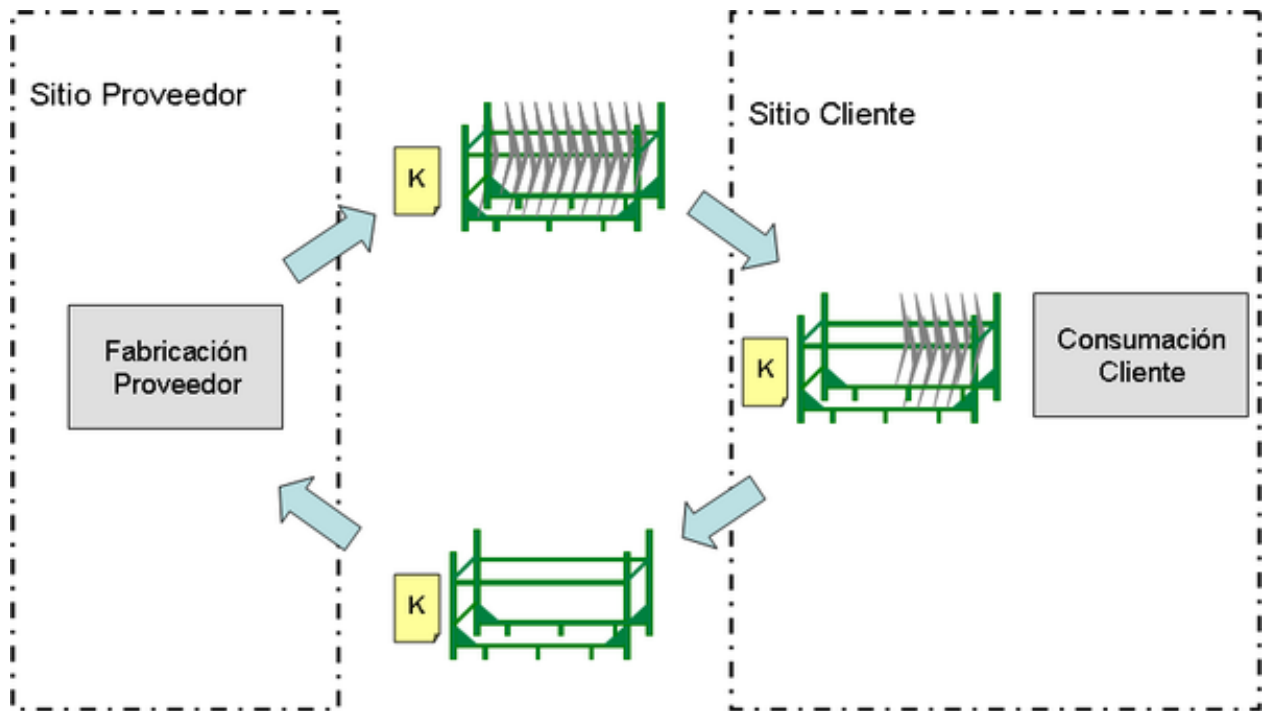


Ilustración 13. Sistema Kanban

Existen 6 reglas para implementar correctamente el sistema Kanban

- 1) No se debe de mandar material defectuoso a los procesos siguientes
- 2) Se deberá de producir en las cantidades y secuencia indicada en el Kanban
- 3) Ningún material es producido ni transportado sin un Kanban
- 4) El Kanban siempre tiene que acompañar a las piezas
- 5) El Kanban es un medio para evitar especulaciones
- 6) Estabilizar y racionalizar el proceso

Las 3 M's

En Lean, se utiliza el término “*muda*” cuando se refiere al desperdicio, entonces la mayoría de las herramientas y metodologías están enfocadas en eliminar los 8 tipos de desperdicio. Pero existen otros dos conceptos igual de importantes que “*muda*” para el sistema Lean, y estos son: “*Muri*” y “*Mura*”.

Las 3 M's del sistema Lean:

- *Muda* (desperdicio) incluye los 8 desperdicios mencionados anteriormente, estas son cualquier actividad que no agregue valor al producto y no sea necesaria para su producción, así como grandes niveles de inventario y pérdidas de tiempo.
- *Muri* (sobrecargar) considera tanto la sobrecarga de trabajo a la maquinaria como la sobrecarga de trabajo a la mano de obra. Cargas excesivas de trabajo resultan en descuidos en la seguridad y problemas en la calidad. Cargas excesivas a la maquinaria causan colapsos de esta y defectos en las piezas fabricadas.
- *Mura* (irregularidad) en la carga y ritmo de trabajo. Trabajar bajo un estricto sistema pull y flujo continuo donde el ritmo lo marcan solamente los clientes, resulta en irregularidades en la carga de trabajo, ya que podemos tener mucho trabajo una semana, pero si a la semana siguiente la demanda baja, habrá muy poco trabajo que realizar en las líneas de producción. Este concepto va un poco en contra del sistema pull y flujo continuo.



Ilustración 14. Las 3 M's del sistema Lean

Hasta el momento, nos hemos enfocado en el desperdicio y en cómo eliminarlo o reducirlo, pero muchos de estos métodos o herramientas tienden a caer en los problemas de excesos e irregularidades (muri y mura).

Toyota logró idear un método para poder controlar los excesos e irregularidades y lo llamó "*heijunka*". Es importante mencionar que esta metodología se debe trabajar a la par y como parte del sistema pull, ya que, si nos enfocamos solamente en una, probablemente estemos afectando más de lo que beneficiamos a la organización.

Nivelar la carga de trabajo (Heijunka)

En un estricto sistema pull de flujo continuo, se produce solamente lo que el cliente va demandando y en la cantidad que lo demanda eliminando casi por completo los inventarios. El problema de trabajar bajo un estricto sistema pull de flujo continuo radica en que la demanda del cliente nunca es constante y es en extremo variada, por lo que considerando una línea de producción de dos productos diferentes (A y B) y siguiendo el orden de demanda, tendríamos un itinerario como el siguiente: AABABBBABAABB. Ahora, si se produce solamente bajo la demanda del cliente, supongamos que la demanda del miércoles fue el doble que la demanda del jueves, tendríamos que estar pagando horas extra el miércoles para cumplir con la producción y tener descansando a tus colaboradores el jueves en la tarde. Esto provoca itinerarios completamente irregulares, entonces habrá días en los que sean de mucho estrés y arduo trabajo, y otros días de relajación total. Esto es lo que se busca regular.

Heijunka es el término japonés que significa nivelar la producción. Nivelar tanto en el volumen como en la variedad de piezas producidas diariamente.

Este concepto no trabaja acorde al flujo actual de la demanda de los productos, la cual puede incrementar o caer drásticamente, sino que toma la demanda total de un periodo y la nivela de tal manera que diariamente se produzca la misma cantidad de volumen y variedad de producto. Pero siempre manteniendo un bajo nivel de inventarios.

La ilustración 15 nos muestra un ejemplo de un sistema tradicional de producción de una armadora de tractores. En este caso, la línea de producción fabrica 3 tipos de tractores: grandes, medianos y chicos. Los más vendidos son los tractores medianos, es por esto que son los primeros en producirse en la semana, luego se producen los chicos, y por último, los tractores grandes, ya que es el producto menos popular de la compañía.

Lunes:



Martes:



Miércoles:



Jueves:



Viernes:



Ilustración 15. Producción desnivelada

Este sistema tiene 4 grandes desventajas:

1. Los clientes no consumen de manera que se pueda predecir la demanda. Los clientes compran los 3 tipos de tractores durante la semana, entonces si hay una inesperada alta demanda de tractores grandes el lunes o martes, la fábrica no podrá cubrir esa demanda. La única manera de poder cubrirla es teniendo un alto nivel de inventario (desperdicio) de los 3 tipos de tractores.
2. Siempre existe el riesgo de no vender toda la producción. Si la compañía no vende todos sus tractores medianos producidos en la semana, los tendrá que mantener en inventario y se irán acumulando con los tractores producidos la semana siguiente.
3. Uso de recursos desequilibrado. Cada tipo de tractor requiere y demanda diferentes niveles de materia prima y diferente carga de trabajo, por lo que, a inicios de semana, se tendrá una carga y esfuerzo medio, a mediados de semana un esfuerzo bajo y a finales un alto nivel de esfuerzo y carga de trabajo.

4. Se desencadena una desnivelada demanda en toda la cadena de suministro.
La planta demanda diferentes tipos de piezas durante la semana a sus proveedores (dependiendo del tractor que se fabrica). Si de pronto se produce una inesperada demanda de tractores grandes y la fábrica decide dedicar una semana entera a la producción de estos modelos, la compañía requerirá solamente la materia prima para producir tractores grandes, por lo que los proveedores tendrán que estar siempre preparados para este tipo de escenarios y contar con grandes niveles de inventario de piezas correspondientes a los 3 tipos de tractor.

Cada vez que se realiza un cambio en la producción, hay un tiempo de cambio de herramientas, en donde se adecúa la maquinaria con la herramienta necesaria para la producción del próximo modelo a fabricar. Este tiempo perdido entre modelos representa desperdicio para las empresas, ya que es tiempo que se paga a todos los colaboradores incluyendo al operador de la máquina, la cual está parada. Los tiempos de cambio pueden ser tan extensos que se requieran horas. Por lo anterior, la solución lógica sería producir grandes lotes de producto antes de realizar el cambio de herramental, pero como ya vimos anteriormente, esto no es aceptable para el pensamiento Lean, ya que se generarían grandes niveles de inventario (desperdicio).

En el caso de la producción de tractores, la compañía realizó una detallada investigación y llegaron a la conclusión que los tiempos tan largos requeridos para el cambio de herramienta era debido al tiempo gastado en sacar y almacenar todas las piezas y herramientas necesarias para la producción del nuevo modelo.

La solución a esto fue colocar pequeñas cantidades de materia prima, necesaria para la producción de los 3 tipos de tractor, en estantes cerca de la línea de producción. Así mismo, todas las herramientas necesarias para la producción de los 3 tipos de tractores fueron colocadas de manera ordenada a lo largo de la línea de producción. Esto redujo en gran medida el tiempo tardado en el cambio de herramientas, lo que permitió que se pudieran producir los 3 modelos de tractor el mismo día. Gracias a esto, se pudo realizar un itinerario de producción nivelada durante toda la semana.

La ilustración 16 muestra un modelo de producción mixta y nivelada.

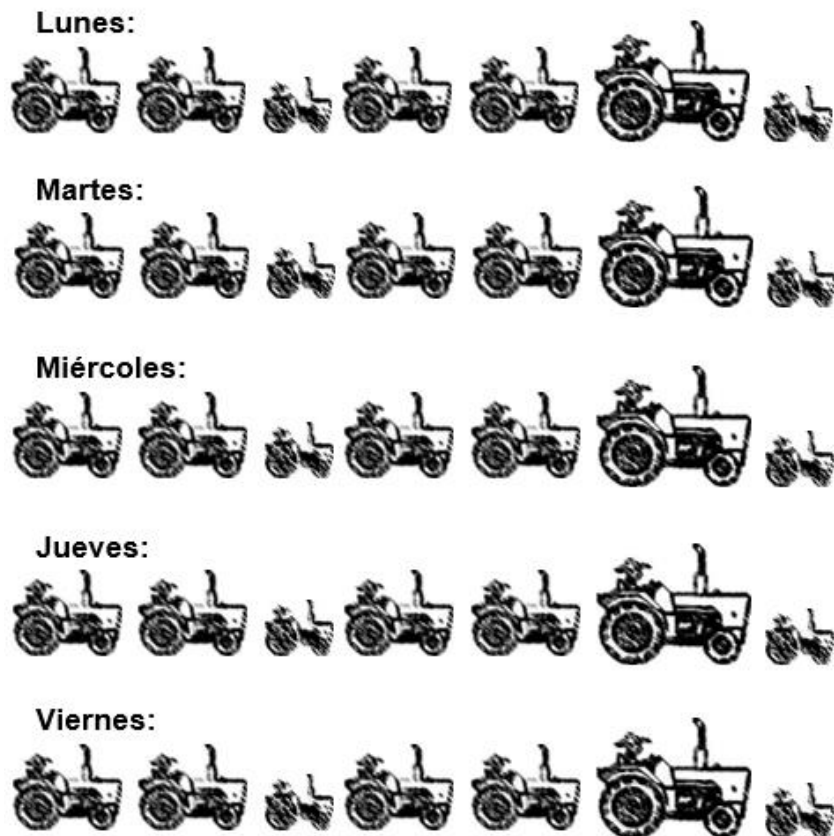


Ilustración 16. Modelo de producción mixta y nivelada

Nivelando la producción podemos observar 4 beneficios:

1. El proceso se vuelve flexible para producir lo que el cliente quiere cuando lo quiere. Esto reduce los niveles de inventario y elimina todos los problemas que acarrearán los grandes niveles de inventario.
2. Se reduce el riesgo de productos no vendidos. Si la compañía fabrica dependiendo la demanda de los clientes, evita el almacenamiento de los bienes no vendidos. De esta manera, si la demanda de tractores grandes aumenta inesperadamente, la fábrica fácilmente puede adaptarse a esta demanda y cambiar la producción.

3. Uso de recursos balanceado. Al nivelar la producción, la compañía debe tener en cuenta que los tractores grandes demandan mucho más trabajo que los pequeños y medianos. Mientras la producción de un tractor grande no sea seguida de otro tractor grande, se evita estrés innecesario en la mano de obra de la fábrica.

Claro está que cuando la compañía se enfrenta a aumentos inesperados en la demanda de tractores grandes, la producción debe cambiar y adecuarse para cubrir esta demanda, dedicando tal vez toda una semana en la producción de tractores grandes e induciendo estrés a la fuerza de trabajo de la compañía, pero esto se presenta en casos extraordinarios.

4. Se nivela la demanda a lo largo de la cadena de suministro. Si la compañía de tractores trabaja con un esquema justo a tiempo y solicita material a sus proveedores diariamente, estos podrán también nivelar su producción y trabajar con una carga de trabajo estable.

Toyota se percató que en sus procesos de estampado se perdía mucho tiempo preparando la maquinaria para los cambios de producción. Luego de un profundo análisis, pudieron observar que la mayoría del trabajo realizado para el cambio de producción caía en dos categorías: o era desperdicio o era trabajo que se podía llevar a cabo mientras las prensas seguían produciendo. A esta segunda categoría, le llamaron preparación externa ya que se podía realizar sin necesidad de parar la máquina, mientras que la preparación interna es todo ese trabajo que se tiene que realizar con la máquina apagada.

Ir por las próximas herramientas al almacén, precalentar y lubricar la herramienta, y colocarla a un lado de la prensa son ejemplos de preparación externa. Para cuando la máquina sea apagada, la única preparación interna que se realiza es el desmontaje y montaje de herramientas. Con esto, se logró reducir el tiempo de preparación de las enormes prensas, lo que antes tardaba varias horas y se frenaba la producción, ahora se realizaba en tan solo unos minutos.

Detener la producción para solucionar los problemas emergentes (Jidoka)

Otra gran diferencia entre el sistema de producción en masa y el sistema Lean, es la forma de solucionar problemas. En el sistema de producción en masa el objetivo de producir el mayor número de piezas cada turno se debe cumplir sin importar lo que suceda ni los problemas que se presenten, y en cuanto se detectan piezas defectuosas estas solo son apartadas para posteriormente tratar de ser reparadas por el mismo u otro departamento. Esto genera desperdicio por donde se vea: desperdicio en forma de piezas defectuosas, desperdicio en forma de inventario, desperdicio en forma de retrabajo y desperdicio en piezas inservibles. Además, solamente la alta dirección tiene el poder de detener las líneas de producción y esto se realiza en circunstancias muy críticas.

En cambio, en la metodología Lean, en cuanto se detecta un problema o piezas defectuosas, se detiene la producción y todos los colaboradores se enfocan en tratar de resolver el problema de tal manera que no se repita nunca. Se le da el poder a cualquier colaborador de detener la línea de producción en cuanto identifique un problema.

En el momento en el que se incluye a todos los colaboradores de esta manera, se produce un sentimiento de pertenencia y empoderamiento por parte del colaborador. De esta manera el obrero toma el proceso como suyo y se involucra de manera más profunda con la compañía.

“En el caso de la maquinaria, se instrumentan de tal manera que sean capaces de detectar anomalías y se paren automáticamente. En el caso de los colaboradores, se les da el poder de parar las líneas de producción con tan solo presionar un botón o jalar una cuerda. Cada integrante tiene la responsabilidad de parar las líneas cada vez que identifique un defecto o situación fuera de los estándares. Así es como ponemos la calidad en manos de nuestros colaboradores. Ellos sienten la responsabilidad, se sienten con poder y saben que cuentan para la compañía.”

Alex Warren, exvicepresidente ejecutivo, Toyota Motor Corporation.

(Liker, 2004)

¿Cómo se le puede otorgar dicho poder a cualquier colaborador y cómo se controla? La respuesta a ambas preguntas recae en el sistema *andon*.

Imaginemos una línea de producción que cuenta con 10 estaciones de trabajo, en cada estación de trabajo hay un control con botones de alerta y un semáforo que indica el estado de la estación de trabajo. En cuanto el operador de la estación 3 detecta algún fallo o problema, este presiona el botón de alerta e inmediatamente se enciende el semáforo avisando que hay un problema en la estación número 3, pero la línea no se detiene. El supervisor de producción tiene que acudir inmediatamente a la estación 3 para analizar el problema, y tiene hasta que la pieza llegue a la siguiente estación para decidir si es necesario parar por completo la línea de producción o no, antes de que esta se pare de manera automática

Cuando un colaborador presiona el botón de alerta, no se detiene por completo la línea de producción, sino que se alerta al supervisor del problema y este cuenta con cierto tiempo para tomar la decisión de parar la línea o resolver el problema inmediatamente. Ya que la mayoría (si no es que en su totalidad) de las líneas de producción se encuentran segmentadas en procesos, cuando se habla de parar la línea de producción, nos referimos a parar el proceso en el cual se suscitó el problema o defecto.

Una vez que un proceso se detiene por completo, el proceso siguiente puede seguir trabajando gracias al inventario intermedio que se tiene entre procesos. Este inventario otorga al proceso siguiente alrededor de una hora para seguir trabajando antes de que se quede sin materia prima con la cual laborar. Un defecto en el proceso 1 afecta al proceso 2 y así sucesivamente si no se resuelve el problema a tiempo.

Utilizando la metodología Lean, es de vital importancia para el sistema de producción hacer las cosas bien y con buena calidad a la primera, ya que debido a los bajos niveles de inventario, no existe gran holgura para piezas defectuosas.

Con este concepto (Jidoka), se rompen paradigmas, ya que a pesar de que las líneas de producción no trabajan el 100% del tiempo a su máxima capacidad, Toyota es considerada una de las compañías más productivas y rentables en la industria automotriz. De esta manera queda demostrado que parar la producción para la solución de problemas desde causa raíz y evitar su propagación, ahorra tiempo, dinero y esfuerzo.

Código de Color	Condición	Acción
	Producción Normal	Siguiente proceso
	Problema	Análisis de causa raíz
	Producción Detenida	Intervención del supervisor

Ilustración 17. Código de colores sistema Andon



Ilustración 18. Torreta de sistema andon

¿Por qué es importante estandarizar procedimientos?

“La estandarización de hoy, crea las bases necesarias para el mejoramiento del mañana. Si pensamos en la estandarización como lo que es mejor actualmente, pero deberá ser mejorado en un futuro, entonces habrá progreso. Pero si pensamos en los estándares como el confinamiento, entonces el progreso se detiene”

(Ford, 1926)

Estandarizar un proceso no es solamente encontrar la mejor manera de realizar una tarea, escribir el procedimiento en una hoja de trabajo y tener a los empleados realizando sus tareas de una misma manera, repetida y eficientemente. Estandarizar un proceso es lograr una calidad constante en el producto y sentar las bases para la próxima mejora.

Es imposible mejorar cualquier proceso mientras este no se encuentre estandarizado. Antes de realizar cualquier tipo de mejora en cualquier proceso, este debe estar previamente estandarizado y estabilizado. Cuando comenzamos a practicar cualquier deporte, primero nos enseñan lo básico (cómo se pateo un balón, cómo se bota, cómo se lanza) y te hacen practicarlo horas y horas hasta que lo realizas perfectamente; es entonces cuando puedes comenzar a mejorar tu juego. Lo mismo sucede con los procesos.

La mejor manera de garantizar la calidad de cualquier producto o servicio es a través de la estandarización. Todos los colaboradores deben de conocer el procedimiento estandarizado de los procesos que llevan a cabo, de hecho, una buena práctica es no tener el procedimiento escrito en las áreas de trabajo. Cuando se realiza una mejora a cualquier procedimiento, todos los colaboradores involucrados en dicho procedimiento deben recibir capacitación sobre las mejoras implementadas y deben ser entrenados en el nuevo procedimiento para lograr la estandarización y estabilización del mismo.

Es importante mencionar que se debe tomar en cuenta a los trabajadores para realizar cualquier mejora a los procesos, de esta manera se empodera a los colaboradores y toman el proceso como suyo. Además, no hay mejor ayuda para mejorar un proceso que el personal que lo realiza todos los días.

Un procedimiento correctamente estandarizado debe de declarar los pasos a seguir estrictamente, pero siendo lo suficientemente flexible para que el trabajador pueda realizarlo “a su manera”. Y es este el verdadero reto en la estandarización, encontrar un balance entre la rigidez del procedimiento y proporcionar la libertad suficiente al trabajador para su comodidad y mejora del proceso.

“La alta eficiencia productiva se mantiene previniendo la recurrencia de los productos defectuosos, los errores y accidentes operacionales e implementando las ideas de los colaboradores. Y todo esto es posible gracias a la estandarización”

Taiichi Ohno

(Liker, 2004)

La importancia del control visual

Cuando uno camina por las áreas de trabajo en una fábrica donde hay gran desorden, es desagradable a la vista, pero lo crítico radica en lo que no se puede ver. Con todo el desorden y todas las pilas de inventario en el piso y estantes, no se podrá saber si hay piezas y herramientas fuera de su lugar, no se podrá saber si hay piezas defectuosas o si existe algún problema con el trabajo que se realiza. Todos estos problemas y defectos no se pueden observar hasta que pasan a la línea de producción y los tienes frente a ti, entonces se les da una solución inmediata y momentánea hasta que el siguiente defecto o problema salta a la luz y así sucesivamente. Es como estar tapando fugas de agua, pequeñas y grandes, sin saber qué es lo que las está ocasionando.

El objetivo del control visual es poder tener noción de lo que sucede con tan solo una mirada, desde si una herramienta se encuentra en uso o fuera de su lugar, hasta el avance en el cumplimiento del itinerario de producción.

Un elemento de control visual debe ser sencillo y fácil de comprender, que arroje la información necesaria de la manera más simple posible. Puede ser desde una luz que se encienda cuando algo va mal, la silueta remarcada de las herramientas en su estante, hasta una gráfica en la oficina de la gerencia. El sistema andon es un claro ejemplo de control visual. Cada organización define sus elementos de control visual y utiliza el que mejor se adapte a sus necesidades.

El control visual parte del orden y la limpieza, ya que de nada serviría una gráfica enterrada en un mundo de papeles en el escritorio de la gerencia o la silueta de las herramientas en el estante si nunca son regresadas a su lugar.

Las 5's

En Japón, el orden y la limpieza siempre han sido motivo de orgullo y un gran factor para el éxito de muchas de sus organizaciones. Pero para los japoneses no se trata solamente del orden por el orden y que todo luzca limpio, los esfuerzos relacionados a este tema van mucho más allá, un ejemplo de esto es la metodología de las 5's.



Ilustración 19. Metodología 5's

Esta metodología consta de 5 pasos, los cuales son:

1. **Seiri (seleccionar)**: Seleccionar solamente los elementos del área de trabajo que sean necesarios para realizar las tareas que se realizan día con día.
2. **Seiton (ordenar)**: Un lugar para todo y todo en su lugar.
3. **Seiso (limpiar)**: Tener siempre limpia el área de trabajo y eliminar o modificar aquellas prácticas que puedan ensuciar sin necesidad.
4. **Seiketsu (estandarizar)**: Crear estándares para mantener las primeras 3's.
5. **Shitsuke (mantener)**: Mantener la metodología como un ciclo infinito.

Esta herramienta ayuda a la eliminación del desperdicio, ya que, sin su implementación, los problemas y defectos se esconderían en el desorden.

Las 5's crean un ciclo continuo e infinito de mejora continua en el medio ambiente de las áreas de trabajo. Este comienza seleccionando los elementos y herramientas que son necesarios para realizar los procesos del área y que se utilizan diariamente, cualquier elemento que quede fuera de los seleccionados, deberá ser retirado y colocado en una bodega o almacén de forma ordenada.

De los artículos seleccionados como necesarios, se definen lugares permanentes para cada uno, dependiendo de qué tanto y qué tan seguido se utilizan. El colaborador deberá ser capaz de alcanzar fácilmente todos los artículos y herramientas como si estuviera en un quirófano.

La tercer S hace referencia en mantener el área de trabajo limpia, pero más allá de simplemente limpiar, se busca eliminar o modificar cualquier actividad que ensucie innecesariamente. Así mismo, se debe limpiar el área de trabajo antes y después de la jornada laboral.

Los dos últimos pasos son los más complicados de lograr, ya que aquí es donde implica un cambio en la cultura. Como lo comentamos anteriormente, la estandarización es de vital importancia para tener bases que impulsen a una mejora. En el caso de las 5's, el objetivo del cuarto paso es crear estándares de orden y limpieza en las zonas de trabajo para poder estabilizar el proceso.

Y, por último, el 5to paso. Shitsuke resulta ser el paso más fácil de explicar, pero el más difícil de lograr. Hace referencia en mantener el ciclo de las 5's continuo e infinito, realizando los tres primeros pasos día tras día y estandarizando cuando se realice una mejora, en este paso se busca hacer de esta metodología un hábito y que todos los colaboradores la adopten como parte de su cultura. Muchas veces, la alta gerencia realiza auditorías internas espontaneas de 5's como ayuda para crear el hábito de realizar el ciclo diariamente.

Observa los procesos (Genchi Genbutsu)

“Observa el taller y los procesos sin percepciones y con la mente en blanco. Hazte la pregunta ¿por qué? 5 veces para cada problema.

Taiichi Ohno

(Liker, 2004)

No se puede asegurar el conocimiento de la situación de ningún área si no se observan presencialmente los procesos. Es totalmente erróneo suponer algo o crearse un criterio basándose en un reporte ejecutivo. Generalmente, las gerencias y altos mandos en las organizaciones pasan todo el día en sus oficinas frente a la computadora o sumergidos en reportes ejecutivos, o en junta tras junta y realizando, llenando y firmando reportes, sin darse tiempo de recorrer las líneas de producción.

Un recorrido al taller, que es donde se llevan a cabo los procesos de producción, otorga una muy buena noción de la situación actual de las líneas de producción, el ambiente laboral, el flujo continuo, el nivel de los inventarios, la eficiencia de los procesos, etc. Y con base en la información obtenida en los recorridos, podremos tomar decisiones y/o generar planes de acción más puntuales a cada situación.

No solo se trata de ir y ver qué es lo que pasa, se tiene que observar y comprender el estado de los procesos, analizar el flujo continuo e identificar lo que se está realizando incorrectamente o lo que se puede mejorar. Así mismo, en cuanto se detecte o surja algún problema o baja calidad, analizar la situación y llegar al verdadero problema, la causa raíz.

Toma de decisiones

El proceso de toma de decisiones es diferente y un poco más lento que en cualquier organización que no siga la filosofía Lean, ya que se tienen que considerar todos los aspectos y analizar desde todos los puntos de vista para estar realmente informados. La toma de decisiones es lenta y cuidadosa en la etapa del análisis y planeación, pero rápida y concisa en la etapa de implementación.

“Si consideramos un proyecto que deberá ser implementado en 1 año, la mayoría de las empresas se tomarán de dos a tres meses en el análisis y planeación, y comenzarán a ejecutar el proyecto. Seguramente durante la ejecución se enfrentarán a numerosos problemas y tardarán lo que resta del año en la corrección y finalización del proyecto.

Dando el mismo periodo de 1 año, en Toyota, la etapa de análisis y planeación durará aproximadamente 10 meses, luego se implementará mediante un programa piloto y para fin de año estará completamente implementada, sin problemas importantes.”

Alex Warren, exvicepresidente Toyota Motor Manufacturing, Kentucky.

(Liker, 2004)

El proceso de toma de decisiones está conformado por 5 pasos principales:

1. Averigua lo que realmente está sucediendo (utiliza Genchi Genbutsu).
2. Encuentra la causa raíz.
3. Considera ampliamente soluciones alternativas y desarrolla una justificación detallada para la solución seleccionada.
4. Crea consenso dentro del equipo, incluidos los empleados y socios externos.
5. Comunica a través de medios altamente efectivos.

Ya que los pasos 1 y 2 se han analizado con anterioridad, se explicará a partir del 3er paso.

3. Considerar ampliamente soluciones alternativas y desarrollar una justificación detallada para la solución preferida:

Todo problema tiene más de una solución, y cada solución impacta de manera diferente al sistema y tiene diferentes cualidades. Con cada problema que se presente, se tienen que considerar todas y cada una de las posibles soluciones, analizar sus pros y contras y la forma en la que ésta puede llegar a impactar en el sistema u organización.

Con cada posible solución, nos tenemos que preguntar ¿Qué tanto se soluciona el problema? ¿La solución impacta otras áreas? ¿Qué inconvenientes o problemas se pueden llegar a derivar de la solución? ¿Qué ventajas o desventajas se tiene sobre las soluciones alternativas?

Una vez realizado este análisis, se puede tener un mejor panorama de todas las posibles soluciones y elegir la que mejor se adapte al problema y a la misma organización.

4. Creación de consenso dentro del equipo, incluidos los empleados y socios externos.

Como se mencionó en el punto anterior, cada solución impacta de manera diferente al sistema, y siempre se verán afectadas otras áreas de la organización, ya sea que afecte a otro departamento u otros equipos dentro del mismo, por lo cual, también se deben de considerar en la toma de decisiones. El objetivo es crear un consenso considerando a todo aquel que impacte y/o afecte tanto el problema como la posible solución, en donde todos participen y opinen, esto ayuda a ver la situación desde distintas perspectivas.

El objetivo de crear un consenso es llegar a una solución que satisfaga el problema y que, a su vez, impacte lo menos posible de forma negativa a otras áreas de la organización. Es importante mencionar que no a todas las áreas involucradas se les va a poder satisfacer en sus peticiones, lo que se busca es afectar lo menos posible y considerar a todas las áreas involucradas.

La situación del consenso no solamente se limita a las áreas dentro de una organización, de hecho, es mucho más importante realizarlos cuando las partes interesadas externas a la organización se ven afectadas.

5. Comunica a través de medios altamente efectivos.

Generalmente es complicado hacer juntas y meetings para realizar consensos por la cuestión de horarios y tiempos disponibles de todas las áreas, y más cuando esto se realiza con cada problema de todos los departamentos de la organización. Por esto que se tienen que buscar medios altamente efectivos para comunicar e informar, en donde la información transmitida sea clara, concisa y de rápida lectura.

Un ejemplo de comunicación clara, concisa y de rápida lectura es el reporte A3, el cual es muy utilizado en el TPS (Toyota Production System). El reporte A3 es un reporte en donde se plasma e informa el proceso de resolución de un problema o de toma de decisiones, este comienza explicando el problema a resolver, la situación actual del proceso, valores actuales y la causa raíz del problema. Una vez que se definieron los antecedentes y la situación, se detalla en el reporte cada paso del ciclo Deming: planear, hacer, verificar y actuar (PHVA o PDCA por sus siglas en inglés plan, do, check, act). Este reporte recibe el nombre de "reporte A3" porque la idea es que toda la información antes descrita quede plasmada en una sola cara de una hoja de tamaño A3 (297mm x 420mm).

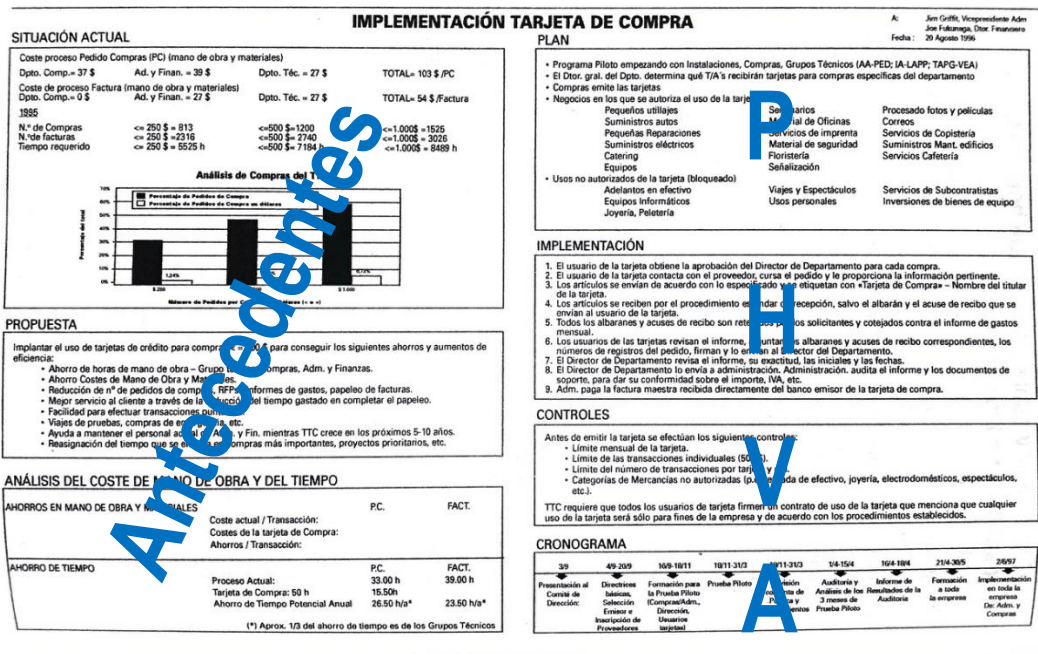


Ilustración 20. Reporte A3

El uso correcto de esta herramienta facilita y agiliza el flujo de información y es de gran ayuda para llevar a cabo juntas con mayor eficiencia.

Mejora Continua (Kaizen)

“Nosotros vemos los errores como oportunidades. En vez de buscar un culpable, todos como organización tomamos acciones correctivas, aprendemos de la situación y compartimos el conocimiento adquirido con cada experiencia. El aprendizaje es un proceso en el cual participa toda la empresa desde los altos mandos y la experiencia adquirida se comparte a todos los niveles de la organización, así como también de predecesor a sucesor”

The Toyota Way, 2001, Toyota Motor Corporation.

(Liker, 2004)

La mejora continua involucra aprender de los errores, determinar causa raíz de los problemas, tomar contramedidas efectivas, alentar a los colaboradores a implementar los planes de acción y transmitir el nuevo aprendizaje a toda la organización para hacerlo parte de la compañía.

Es un error enfocarse en objetivos financieros a corto plazo y cerrarse al cumplimiento de programas mensuales como prioridad, sin importar el cómo se llegó al cumplimiento de este. Para Lean, lo más importante es el proceso y las personas, el cómo se realizan las cosas y qué se puede aprender y mejorar. Al darle mayor importancia al proceso y a la mejora continua, el cumplimiento de los objetivos financieros y programas mensuales se cumplirán como consecuencia.

Como se mencionó anteriormente, la mejora continua solamente se puede llevar a cabo una vez que los procesos se encuentran estandarizados y estables. Cuando se trabaja con procesos estables, se empiezan a hacer visibles la ineficiencia y el desperdicio en el proceso, entonces ya se tiene algo que mejorar y surge la oportunidad de aprender.

Pero aún más allá de los procesos, para lograr ser una organización que aprenda de sus errores y logre aplicar exitosamente el ciclo de mejora continua, es necesario contar con estabilidad y crecimiento del personal. De esta manera se evita la fuga de aprendizaje y se garantiza que la organización camine hacia delante en la mejora continua.

“Aprender significa tener la capacidad de construir conocimiento sobre tu pasado y avanzar progresivamente. En lugar de empezar desde cero y reinventar con nuevos colaboradores en cada nuevo proyecto”

(Liker, 2004)

Generalmente, se tiene a la crítica y el aceptar los errores en un concepto negativo y señal de debilidad, se acostumbra a buscar culpables y señalar cuando algo sale mal. La esencia de *Kaizen* es totalmente lo contrario, es adoptar una actitud y pensamiento de autocrítica y reflexión en materia de la mejora continua por parte de todos los colaboradores de la organización. Se considera como muestra de fortaleza y madurez cuando una persona acepta abiertamente y notifica sus errores o que algo va mal y se hace responsable para tomar acción ante la situación. Las medidas implementadas para solucionar el problema deben ser pensadas para que este no se vuelva a presentar jamás.

El ciclo Deming o ciclo PDCA es una metodología para llevar a cabo la mejora continua de cualquier proceso. Esta metodología consta de 4 pasos o etapas:

1. Planear (plan)
2. Hacer (do)
3. Verificar (check)
4. Actuar (act)

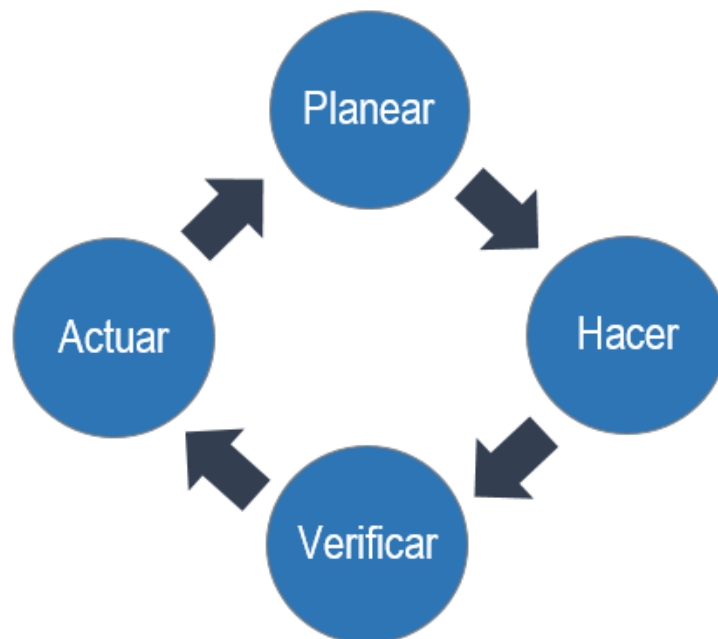


Ilustración 21. Ciclo Deming PDCA

1. Planear:

La primera etapa del ciclo está asociada con la planeación, en esta etapa se analiza la situación actual. Es necesario que se comprenda todo el entorno que rodea la problemática y para esto es necesario recopilar todos los datos disponibles. Se localiza la causa o causas raíz mediante el uso de una o varias metodologías tales como 5 ¿por qué? o Ishikawa. Se generan varias soluciones que satisfagan el problema raíz, se analizan (impacto y factibilidad), se comparan las soluciones entre sí y se elige la mejor opción. Una vez que se haya elegido la mejor solución, se debe generar un plan de implementación e identificar todos los tipos de fallas posibles, se generan planes de acción que satisfagan las fallas potenciales y se designan responsabilidades. Se definen objetivos de mejora. Es la etapa más larga del ciclo de mejora.

2. Hacer:

La segunda etapa del ciclo hace referencia al desarrollo del plan de implementación, este debe ser seguido de manera estricta. En esta etapa se implementa la mejora y se monitorea el avance, en caso de que se presente algún inconveniente, se debe de llevar a cabo el plan de acción previamente generado.

3. Verificar:

La tercera etapa es de análisis de los resultados. Se resumen y analizan los datos obtenidos del proceso con la mejora implementada, se evalúan los resultados y se comparan con los objetivos establecidos en la etapa de planeación. Se analizan los inconvenientes que surgieron y la efectividad de los planes de acción que se llevaron a cabo. Se determina la efectividad de la mejora implementada y su viabilidad, si la mejora resulta efectiva y viable, se procede con la 4ta etapa del proceso, en caso contrario, se vuelve a la etapa de planificación para analizar soluciones alternativas.

4. Actuar:

La última etapa del proceso es una etapa de estandarización y seguimiento de la mejora. Como hemos mencionado con anterioridad, toda mejora a los procesos debe ser estandarizada y estabilizada, ya que esto dará las bases para la próxima mejora del proceso. En esta etapa se normaliza la práctica de la mejora implementada y se le da seguimiento a la misma. Se registra y comunica el aprendizaje adquirido.

La mejora continua debe de ser vista como un ciclo infinito en el cual a cada mejora debe de seguirle una estandarización de la misma, es decir, cada que se realice una mejora a un proceso, este se debe de estandarizar y estabilizar. Cuando a un proceso sin estándares e inestable se le pretende realizar una “mejora”, esta simplemente será una variante más del proceso y pasará desapercibida.

Realizar constantemente mejoras, estandarizar, monitorear y buscar qué más se puede mejorar en el proceso, es un ciclo infinito que busca la perfección, pero nunca lo tiene como objetivo. Es buscar la perfección a sabiendas de que es imposible obtenerla. La mejora continua tiene como objetivo el aprendizaje constante manteniendo los procesos fluidos, afrontando cada error y problema de tal manera que no se repitan nunca.

Causa raíz

Para darle solución a un problema, y que esta solución sea pensada a largo plazo, no basta con encontrar la fuente del problema, sino que tenemos que encontrar la causa raíz, esto para poder idear un plan de acción que se ajuste a la misma y poder eliminarla. Por ejemplo, se puede rastrear un problema que surgió en las líneas de ensamble hasta su fuente que resulta ser un proveedor o un centro de maquinado en el taller, pero para encontrar la causa raíz, se tiene que ahondar un poco más en el análisis de la situación.

Supongamos que el problema es un centro de maquinado en el taller que está maquinando piezas irregulares y por eso no se pueden ensamblar correctamente las piezas, entonces el problema surge en las líneas de ensamble y su fuente es el centro de maquinado, pero ¿por qué se están maquinando piezas irregulares? A la hora de maquinar una pieza, la máquina arroja mucha viruta, misma que se acumula en todo el mecanismo de la máquina y hace que esta trabaje irregularmente, por lo que la velocidad de avance y las RPM del husillo varían conforme se realiza el maquinado. Ahora la pregunta sería, ¿por qué se acumula tanta viruta en el mecanismo? La respuesta podría ser por falta de mantenimiento y la razón de esto es un plan de mantenimiento desactualizado. Entonces la causa raíz de un problema que surgió en el área de ensamble, resulta ser un programa de mantenimiento desactualizado en el taller de manufactura.

Una vez localizada la causa raíz, se tendrá que idear un plan de acción que la satisfaga y de esta manera eliminar el problema desde su origen.

Si en lugar de realizar el análisis para encontrar la causa raíz, se decide solucionar el problema inmediato, esto generará desperdicio y gastos innecesarios en la organización. Ya que, si se hubiera querido solucionar el problema en el área de ensamble, nunca se hubiera localizado el problema raíz y la máquina hubiera seguido maquinando piezas irregulares, lo que se traduce en desperdicio en forma de retrabajos, pérdida de tiempo y en un inventario de piezas irregulares en espera de ser corregidas.

Método 5 ¿por qué?

Un método muy usado para encontrar causa raíz de un problema, es el método de los 5 ¿por qué? Este resulta ser efectivo, muy sencillo y es aplicable a cualquier tipo de problema que se presente, desde lo más simple, hasta lo más complejo.

Este método conlleva a preguntarse el por qué suceden las cosas partiendo desde el problema. Por cada ¿por qué? que se pregunte, las respuestas nos irán adentrando mucho más en el proceso y en la misma organización, inclusive repercutirá en otras áreas o departamentos de esta con el fin de encontrar la verdadera causa raíz de los problemas.

Un problema tan sencillo como el derrame de aceite en el piso del taller, nos puede llevar a tomar acciones de cambio de política cuando ahondamos en el problema.

Nivel de la situación	Solución correspondiente
Se encontró un charco de aceite en el piso del taller.	Limpiar el charco de aceite.
¿POR QUÉ?	
La máquina tenía una fuga	Reparar la fuga
¿POR QUÉ?	
Un empaque se fisuró muy rápido	Cambiar el empaque
¿POR QUÉ?	
Se compran empaques de mala calidad	Cambiar tipo de empaque
¿POR QUÉ?	
Se consiguió mejor precio por esos empaques	Buscar opciones de empaques que cumplan con la calidad
¿POR QUÉ?	
Se le da mayor importancia al precio de las refacciones que a la calidad	Modificar las políticas de compra de refacciones

Tabla 1. Ejemplo "5 ¿Por qué?"

Después de llevar a cabo el método, la causa raíz del problema resultó ser una mala política de adquisición de refacciones en el departamento de compras, por lo que al modificar dicha política a una más adecuada que se ajuste a las necesidades de calidad de las refacciones, nos aseguramos de que no se vuelva a presentar el problema de baja calidad en refacciones para ninguna máquina del taller. Aun así, cada solución correspondiente a cada nivel de la situación se tiene que llevar a cabo para haber solucionado por completo la problemática.

El método lleva por nombre 5 ¿por qué?, sin embargo, el número 5 simplemente es una sugerencia y no una obligación. La finalidad es preguntarnos el porque de las situaciones hasta hallar la causa raíz, esta puede ser encontrada al 3er ¿por qué? o inclusive extenderse un poco más hasta el 8vo u 9no.

Problema	Los colaboradores de la organización tienen quejas sobre el nuevo sistema de comunicación electrónica
¿Por qué?	Los colaboradores no saben utilizar el sistema
¿Por qué?	Los colaboradores no recibieron una capacitación adecuada sobre cómo utilizar el sistema
¿Por qué?	No se tuvo una planeación adecuada por parte de la gerencia correspondiente a la implementación del nuevo sistema
¿Por qué?	El gerente no tuvo tiempo de realizar la planeación adecuada
¿Por qué?	Carga de trabajo excesiva durante el mes anterior a la actualización del nuevo sistema.
¿Por qué?	No se nivela de forma adecuada la carga de trabajo a gerencias.

Tabla 2. Ejemplo 2 "5 ¿Por qué?"

Los 7 pasos para solucionar un problema

El uso del método de los 5 ¿por qué?, es un paso más dentro de la solución de problemas. Antes de poder implementar alguna metodología de búsqueda de la causa raíz, se deben seguir algunos pasos anteriores para garantizar o ayudar a la comprensión de la situación.

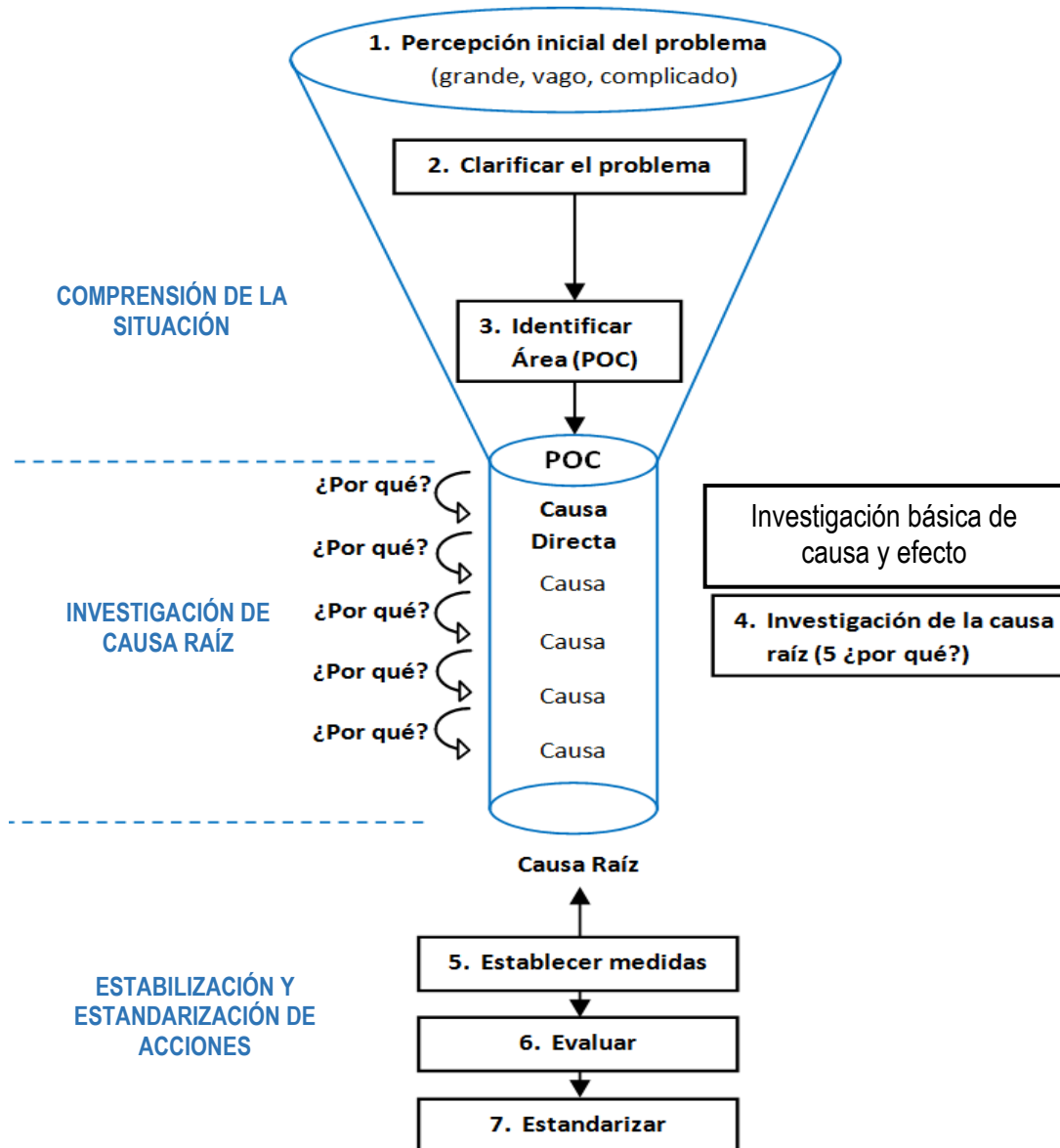


Ilustración 22. Los 7 pasos de solución de problemas.

Comprender la situación actual en la que se encuentran los procesos es de vital importancia para poder identificar la fuente del verdadero problema. Para esta etapa del proceso, es de mucha ayuda el concepto de Genchi Genbutsu.

Luego de que un problema surge, es necesario clarificarlo, ¿Qué es lo que realmente está pasando? ¿Cuál es el verdadero problema? Para posteriormente identificar la fuente del mismo (POC por sus siglas en inglés Point of Cause). Una vez que se localiza la fuente del problema, podemos comenzar con la búsqueda de la causa raíz, la cual se puede descubrir mediante la herramienta de los 5 ¿Por qué?

El quinto paso corresponde al análisis y toma de decisiones sobre la solución adecuada, el análisis y toma de decisiones se tienen que realizar tal y como se mencionó anteriormente.

El sexto paso corresponde a la evaluación de la efectividad de la solución implementada, y en caso de resultar exitosa, se implementará el paso número 7, el cual corresponde a la estandarización de la mejora y estabilización del proceso, en caso contrario, se deberá poner nuevamente en marcha el paso número 5.

Hoshin Kanri

El *Hoshin Kanri* es un enfoque de Lean usado para implementar mejoras estratégicas que abarquen todas las áreas de la empresa.

La palabra *Hoshin Kanri* significa gestión de políticas y representa el concepto de guiar a toda una empresa en una dirección consensuada y clara. El nombre está compuesto de tres palabras en japonés: *Hoho* (método), *Hoi jishin* (brújula), *Kanri* (administración). El *Hoshin Kanri* también está vinculado al ciclo Deming (PDCA).

La planificación Hoshin, como también es conocida, consta de 7 pasos o puntos que marcan la dirección de las iniciativas de mejora, las cuales unifican la estrategia organizacional de una empresa.

Paso 1. Estrategia: Crear una visión:

Construye una visión a largo plazo basándote en los datos de los expertos y en la experiencia de tus equipos de liderazgo, reunidos en todas las áreas y ubicaciones de la organización.

Toma en cuenta cuáles aspectos de la visión y objetivos estratégicos de la empresa ya se mantienen, y cuáles necesitan actualizarse, reforzarse o ser sustituidos por unos nuevos.

Paso 2. Táctica: Construir objetivos a mediano plazo:

Traduce la visión a largo plazo en planes más concretos y a mediano plazo. Estos objetivos deben considerar a todas las áreas de la organización y deben estar alineados a la misión y visión a largo plazo de la organización.

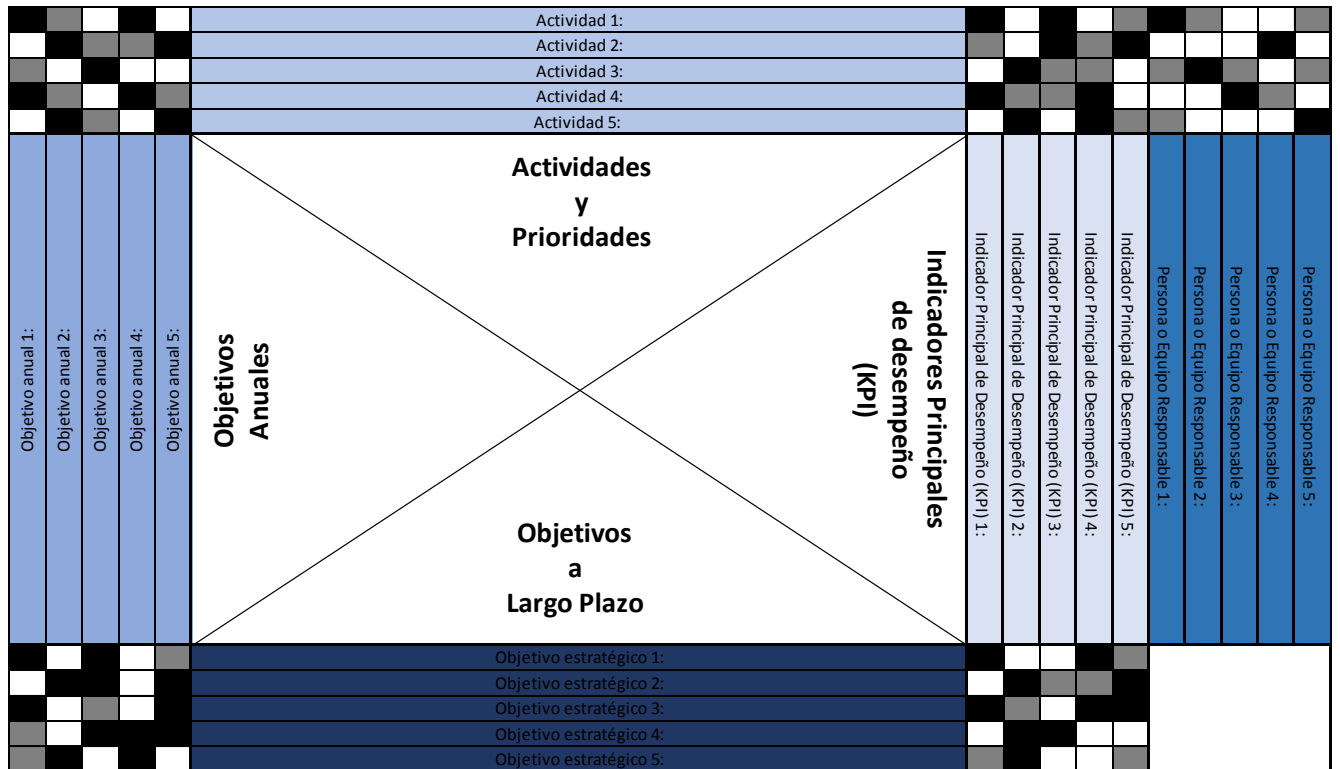
Paso 3: Establecer objetivos anuales detallados:

Una vez establecidos los objetivos a mediano plazo, es momento de fijarse objetivos a corto plazo que desglosen aun más los objetivos a mediano plazo, para asignar estos objetivos anuales a equipos estratégicos y poder crear planes para definir cómo es que estos se alcanzarán. Este es un proceso continuo y colaborativo de ida y vuelta, en el cual los planes se van ajustando a la realidad del avance en el cumplimiento de los objetivos y a la situación actual de la organización.

Paso 4. Comunicar los objetivos a las áreas operativas:

Los planes definidos en el tercer paso, son comunicados a los equipos de la organización junto con los KPI's (Indicadores Principales de Desempeño) y los objetivos propuestos. Estos planes son comunicados utilizando la Matriz de Planificación Hoshin, también conocida como Matriz X.

A todos los objetivos estratégicos (a largo plazo), les debe corresponder mínimo un objetivo anual. A cada objetivo anual, le debe corresponder mínimo un actividad o plan. Y cada actividad o plan, debe tener mínimo un KPI asociado para poderse medir a través del tiempo. Así mismo, para cada actividad debe haber por lo menos una persona o equipo responsable con relación directa.



- Correlación Directa
- Correlación Indirecta

Ilustración 23: Matriz Hoshin o Matriz X

Paso 5: Ejecutar y establecer objetivos:

Ya que la información se ha transmitido a todas las áreas de la organización a través de la Matriz Hoshin o Matriz X, se deben poner en acción las actividades o planes definidos, poniendo en práctica el Ciclo Deming (PDCA). El punto clave para este paso, es otorgar a los equipos un marco a través del cual ejecuten las acciones establecidas y sean capaces de planear, ejecutar, medir y actuar.

Paso 6: Monitorear si los objetivos se están cumpliendo:

Los planes y acciones establecidos se monitorean a través de los Indicadores Principales de Desempeño (KPI's) para verificar el avance en el cumplimiento de los objetivos anuales. De esta manera podremos corregir o modificar los planes y acciones para garantizar el cumplimiento de los objetivos, o en caso de ser un éxito, mantenerlos y reforzarlos.

La revisión de los KPI's se debe realizar constantemente, pero el intervalo de tiempo entre revisiones es definido por cada organización para que este se ajuste al tamaño y velocidad de cambio de cada organización.

Paso 7: Analizar los objetivos para el próximo año:

El paso número 7 es el último paso en nuestro *Hoshin Kanri* y el primero en nuestro Ciclo Deming, ya que los resultados obtenidos en el año, serán base para la planificación de los objetivos anuales del año siguiente, y esenciales para definir los futuros planes y acciones.

Capítulo No. 4: Casos de éxito en las empresas

Organizaciones latinoamericanas

Un estudio realizado por el doctor Humberto Pérez Ortiz, en donde se evalúa el comportamiento y resultados de las organizaciones latinoamericanas que adoptaron la filosofía y cultura de trabajo Lean, arrojó los siguientes datos (Ortiz, 2016):

Reducción de costos operativos:

El 56% de las organizaciones investigadas reportaron una reducción en sus costos operativos derivado de las mejoras realizadas en sus procesos, productos y servicios con la metodología Lean y Six Sigma.

La reducción de costos se vio reflejada principalmente por la optimización de recursos y la eliminación de desperdicios tales como:

- Mano de obra ociosa
- Inventarios de materia prima, finales e intermedios.
- Materia prima por reprocesos
- Penalizaciones por incumplimiento de tiempos de entrega.
- Gastos de distribución y almacenamiento.
- Gastos de mantenimiento correctivo de equipo y maquinaria.

Reducción de tiempos de entrega:

El 33% de las organizaciones reportaron una reducción en sus tiempos de entrega derivado de reducciones en los tiempos de ciclo de los procesos.

La reducción de tiempos de entrega se da principalmente por la optimización de procesos con actividades tales como:

- Eliminación o reducción de cuellos de botella.
- Balanceo de cargas de trabajo.
- Eliminación de actividades que no agregan valor.
- Optimización de Flujo de Trabajo.
- Reducción o eliminación de lotes de trabajo.

Reducción de fallas en procesos, productos y servicios:

El 11% de las organizaciones investigadas reportaron una reducción de las fallas en los procesos, productos y servicios.

La reducción de las fallas se da principalmente por actividades de prevención, detección y control, tales como:

- Análisis de riesgos operativos.
- Diseño e implementación de controles operativos de prevención y detección de fallas.
- Planes de monitoreo y control estadístico.

Beneficios financieros:

El 100% de las organizaciones medianas encuestadas (de 101 a 300 empleados), reportaron beneficios anualizados del rango de entre 100 mil y 500 mil dólares.

El 100% de las grandes organizaciones encuestadas (de 301 a 1000 empleados), reportaron beneficios anualizados mayores de 500 mil dólares.

El 80% de las organizaciones encuestadas de más de 1000 empleados, reportaron beneficios anualizados de más de 500 mil dólares.

Adicionalmente, las organizaciones reportaron beneficios con relación a sus partes interesadas:

Clientes:

El 45% de las organizaciones investigadas reportaron una mejora en la percepción de sus clientes. Estas se vieron reflejadas principalmente por:

- Reducción de quejas por productos o servicios defectuosos.
- Reducción de quejas por incumplimientos en tiempos de entrega.
- Mejora en el servicio al cliente.

Empleados:

El 33% de las organizaciones investigadas reportaron una mejora en la percepción de sus empleados. Estas se dieron principalmente en:

- Mayor involucramiento y participación del personal.
- Empoderamiento del personal.
- Mayor y mejor capacitación al personal.
- Desarrollo del personal.
- Reducción de la rotación del personal.

Accionistas:

El 22% de las organizaciones investigadas reportaron una mejora en la percepción de sus accionistas. Estas se dieron principalmente por:

- Incremento en el índice de rentabilidad de las operaciones, derivado de la reducción de costos operativos e incremento de ventas por la reducción de tiempos de entrega.
- Incremento en el retorno de inversión derivado de la reducción de inventarios.
- Incremento en el valor de marca derivado de la mejora en la percepción del cliente .

Fima Perú

El ingeniero Frank Pablo Córdova Rojas realizó un estudio sobre el impacto de las herramientas Lean Manufacturing en una empresa metalmecánica (Fima).

El estudio se realizó en el proceso de fabricación de spools, cuantificando el rendimiento antes y después de la aplicación de herramientas Lean.

Se identificaron un gran número de defectos en el proceso, posteriormente se realizó una priorización de estos para poder enfocarse en los de mayor relevancia. Los defectos a los cuales se les otorgó la calidad de prioritarios fueron los siguientes:

No. De Defecto	Defecto
1	Traslado de accesorios
2	Junta apuntalada
3	Spools armado
4	Espacio armado de spools
5	Nivelado de juntas
6	Desorden del área de corte
7	Conocimiento de las dimensiones del tubo
8	Irregularidad en el corte de tubos
9	Incumplimiento de las tolerancias de corte
10	Soldadura interrumpida
11	Traslado de spools
12	Espera de spools a pintar

Tabla 3. Defectos prioritarios Fima

Una vez definidos los defectos prioritarios, se realizó la aplicación de herramientas Lean para darle solución a los mismos.

Impacto de Kanban sobre los defectos:

En el caso del defecto denominado “traslado de accesorios”, hace referencia al traslado de accesorios no solicitados al área de ensamble, esto se debe a que la solicitud de los accesorios se realiza de manera verbal, sin ningún registro, lo que conlleva una pérdida de tiempo en el proceso de ensamble. El tiempo promedio en la entrega de los accesorios antes de implementar Kanban era de 18 minutos, lográndose reducir a 10 minutos después de aplicar la herramienta, lo que representa una reducción del 44% del tiempo en la entrega de los accesorios.

Impacto del sistema Andon sobre los defectos:

Se realizaron pruebas piloto en los procesos de armado y habilitado, en donde primero se monitorearon los tiempos de respuesta ante ciertas situaciones antes de implementar el sistema Andon, y posteriormente se monitorearon los tiempos de respuesta ante las mismas situaciones después de implementar el sistema Andon. Obteniendo los siguientes resultados:

Proceso de armado:

Tipo de situación	Número de veces que se presentó	Tiempo promedio de respuesta sin Andon (min)	Tiempo promedio de respuesta con Andon (min)
Máquina Descompuesta	2	15	4
Pieza Defectuosa	2	10	3
Falta de Material	2	25	3
Esperas por Cambio en los Planos	1	30	6

Tabla 4. Resultados proceso armado

Proceso de habilitado

Tipo de situación	Número de veces que se presentó	Tiempo promedio de respuesta sin Andon (min)	Tiempo promedio de respuesta con Andon (min)
Máquina Descompuesta	4	16	3
Pieza Defectuosa	4	12	2
Falta de Material	5	8	4
Esperas por Cambio en los Planos	3	15	7

Tabla 5. Resultados proceso habilitado

Impacto de las herramientas Lean sobre los defectos prioritarios:

Se realizó un estudio sobre el nivel de impacto que tuvieron las herramientas Lean utilizadas sobre los defectos considerados prioritarios. Se utilizó la siguiente escala de colores para representar el nivel de impacto:

Nivel de Impacto	Representación
Fuerte	
Medio	
Bajo	
No existe impacto	

Tabla 6. Escala de colores nivel de impacto

Aplicando la valoración correspondiente del impacto de las herramientas sobre los defectos prioritarios, se obtiene una matriz que señala la relevancia y aporte de cada herramienta para la solución de cada problema. A continuación, se muestra el resultado obtenido para los problemas prioritarios.

Herramienta	DEFECTO					
	1	3	8	9	12	15
	Traslado de Accesorios	Junta Apuntalada	Spool Armado	Espacio armado de Spools	Nivelado de Juntas	Desorden área de corte
5's						
Kanban						
Jidoka						
Justo a tiempo						
Andon						
Poka Joke						

Tabla 7. Impacto de herramientas sobre defectos prioritarios

Herramienta	DEFECTO					
	17	18	20	24	27	29
	Conocimiento dimensiones de tubo	Irregularidad en el corte de tubos	Incumplimiento de las tolerancias del tubo cortado	Soldadura interrumpida por viento	Traslado de spools	Espera de spools por pintar
5's						
Kanban						
Jidoka						
Justo a tiempo						
Andon						
Poka Joke						

Tabla 8. Impacto de herramientas sobre defectos prioritarios

Beneficios financieros:

Lográndose una reducción del 55% de todos los defectos, el ahorro financiero (considerando inflación e incremento de la demanda) se presenta en la siguiente tabla:

	Año		
	2011	2012	2013
Inflación		2%	3%
Incremento en demanda (%)		12%	18%
Tiempo total por defectos (hr)	548.52	614.3386667	629.6971333
Unidades Adicionales Totales	13.71	15.36	15.74
Ahorro de tiempo real (hr)	301.608	337.89	346.33
Unidades Adicionales Posibles	7.54	8.45	8.66
Valor total en defectos (\$)	\$ 1,819,945.03	\$ 2,079,105.21	\$ 2,514,677.75
Ahorro en defectos (\$)	\$ 1,000,969.77	\$ 1,143,507.86	\$ 1,383,072.76

Tabla 9. Beneficios financieros Fima

Industria de alimentos

Un estudio realizado a una empresa dedicada a la industria de alimentos de consumo masivo, en donde se implementaron algunas herramientas Lean, arrojó los siguientes resultados de mejora. (Vigón & Astocaza, 2013)

Just in Time (JIT):

Se realizó un reacomodo de los equipos en piso para disminuir los recorridos del personal a la hora de realizar los distintos procesos, permitiendo un ahorro en tiempo invertido, lo que se traduce en un aumento de horas hombre disponibles utilizable en cualquier otra actividad productiva sin necesidad de contratar a nuevo personal.

Motivo	Actual			Propuesto			Ahorro Anual (hrs)	Costo hora - hombre	Ahorro Total Anual
	Distancia entre áreas (m)	Traslados diarios	Tiempo recorrido por año (hrs)	Distancia entre áreas (m)	Traslados diarios	Tiempo recorrido por año (hrs)			
Ahorro por traslado (horas-hombre)									
Materia prima - Amasado	10	9	34	5	12	22	11	S/ 5.00	S/ 56.00
Amasado - Cámara	20	18	134	9	24	81	54	S/ 5.00	S/ 268.80
Amasado - Corte	8	9	27	3	12	13	13	S/ 5.00	S/ 67.20
Corte - Moldeado	4	18	27	0	0	0	27	S/ 5.00	S/ 134.40
								S/	526.40

Tabla 10. Resultados aplicación JIT

5'S:

Mediante la implementación de la herramienta 5'S, el personal apoyará a la limpieza de equipos de forma efectiva, generando un ahorro en el tiempo de limpieza de los equipos, los cuales se encuentran fuera de servicio mientras se les realiza la limpieza.

Motivo	Actual			Propuesto			Ahorro Anual (hrs)	Costo hora - hombre	Ahorro Total Anual
	Tiempo de limpieza (min)	Reparaciones al año	Tiempo de limpieza por año (hrs)	Tiempo de limpieza (min)	Reparaciones al año	Tiempo de limpieza por año (hrs)			
Limpieza de equipos (horas-hombre)									
Amasadora	20	36	36	12	2	1	35	S/ 5.00	S/ 175.00
Cortadora	15	60	15	10	2	0	15	S/ 5.00	S/ 75.00
Moldeadora	20	8	3	15	4	1	2	S/ 5.00	S/ 10.00
Inyectora	25	12	5	15	8	2	3	S/ 5.00	S/ 15.00
Empaquetadora	15	15	4	10	8	1	2	S/ 5.00	S/ 10.00
								S/	285.00

Tabla 11. Resultados 5's

TPM:

Mediante la implementación de esta herramienta, se generó un ahorro considerable tanto en horas hombre como en costos de mantenimientos correctivos.

Motivo	Actual			Propuesto			Ahorro Anual (hrs)	Costo por reparación	Costo de materiales	Ahorro Total Anual
	Tiempo de reparación (min)	Reparaciones al año	Tiempo de por año (hrs)	Tiempo de reparación (min)	Reparaciones al año	Tiempo de por año (hrs)				
Limpieza de equipos (horas-hombre)										
Amasadora	25	4	5	25	2	3	3	S/ 14.00	S/ 50.00	S/ 235.00
Cámara	65	4	4	65	2	2	2	S/ 14.00	S/ 100.00	S/ 430.33
Cortadora	20	6	2	20	4	1	1	S/ 14.00	S/ 25.00	S/ 159.33
Moldeadora	50	8	7	50	6	5	2	S/ 14.00	S/ 30.00	S/ 263.33
Horno	125	6	13	125	2	4	8	S/ 14.00	S/ 200.00	S/ 1,316.67
Inyectora	90	36	54	90	12	18	36	S/ 14.00	S/ 40.00	S/ 1,944.00
Empaquetadora	80	24	32	80	12	16	16	S/ 14.00	S/ 50.00	S/ 1,424.00

S/ 5,772.66

Tabla 12. Resultados TPM

Incremento de la productividad

La productividad luego de implementar las herramientas Lean, se vio incrementada por 80.190 cajas anueles.

Motivo	Actual	Propuesto	Unidades Adicionales
Distribución de carga de trabajo			
Cajas producidas al año	240,570	320,760	80,190
Ratio de producción (cajas/hora)	59	79	

Tabla 13. Incremento productividad

Beneficio económico con base en el OEE

Con la implementación de las herramientas Lean y considerando solamente el indicador OEE (Efectividad Total de los Equipos), se genera un aumento en la producción anual de 4,035 cajas, lo que se traduce a una ganancia valorizada en S/.92,956.61 (soles peruanos).

Motivo	Actual	Propuesto	Cajas Producidas Anualmente	Margen Unitario (por caja)	Margen Adicional
Disponibilidad	91.99%	92.44%			
Eficiencia	90.51%	91.12%			
Calidad	97.23%	98.10%			
OEE	80.95%	82.63%	4,035	S/ 23.24	S/ 93,773.40
				TOTAL	S/ 93,773.40

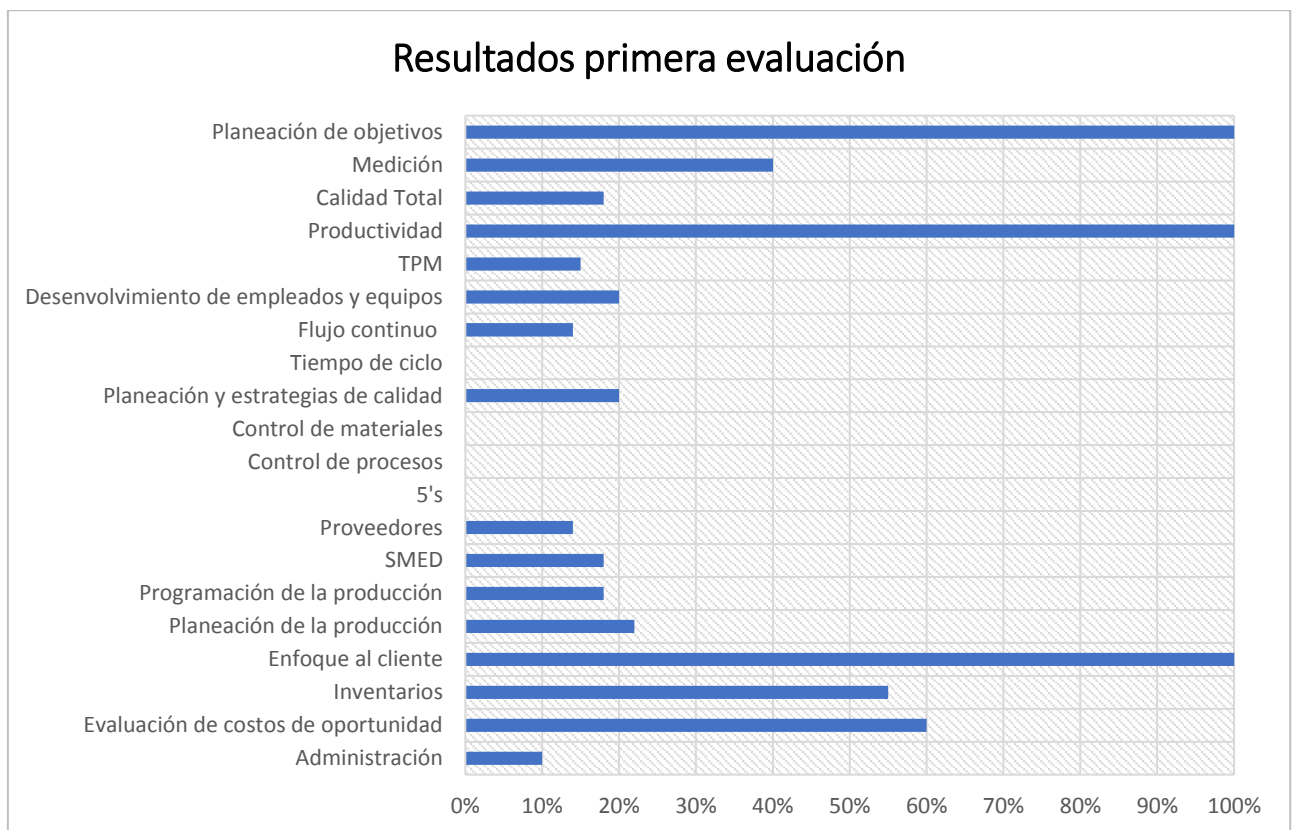
Tabla 14. Beneficio económico (OEE)

Lean aplicada a una PyME

El estudio se llevó a cabo en una pequeña empresa del sector confección con 15 empleados distribuidos en los procesos de recepción y clasificación, diseño, revelado, preparación de bastidores, estampado, planchado y empaque. Dicha empresa presentó problemas de retraso en las entregas a clientes, consecuencia del congestionamiento y descontrol en el flujo de materiales e información. (Pérez, Cardozo, Infante, & Ugueto, 2007).

Se realizó una primera evaluación sobre el uso de algunas herramientas y metodologías para conocer el estado de la empresa antes de la implementación de herramientas y metodologías Lean.

La evaluación arrojó los siguientes resultados:



Gráfica 1. Resultados primera evaluación PyME

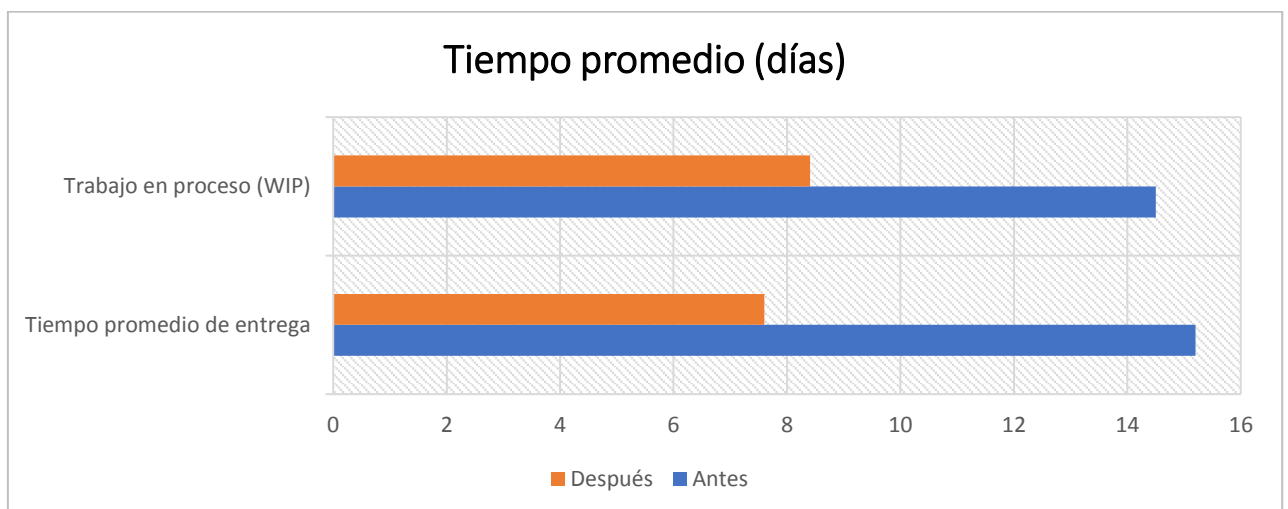
Se realizó la selección de indicadores pertinentes para la evaluación de la empresa:

- Tiempo promedio de entrega: 15.2 días
- Trabajo en proceso (WIP): 14.5 días
- Eficiencia de operaciones (recepción y clasificación): 10.97%
- Eficiencia de operaciones (diseño): 76.21%
- Eficiencia de operaciones (revelado): 25.57%
- Eficiencia de operaciones (estampado): 69.69%
- Eficiencia de operaciones (planchado): 69%

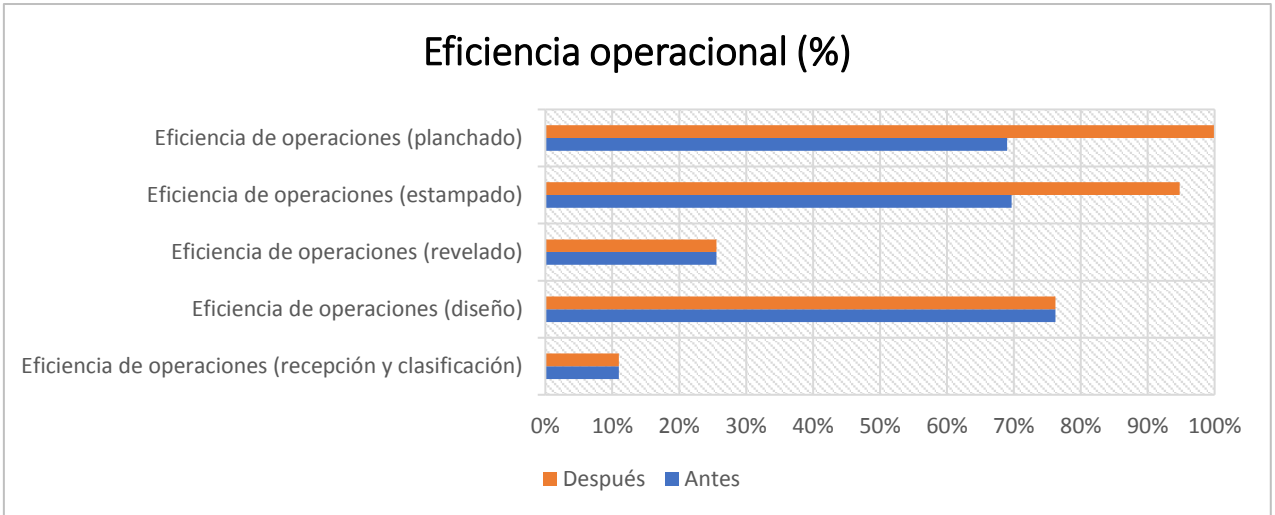
Se seleccionaron y aplicaron algunas herramientas tales como 5's, control visual, SMED, acercamiento de procesos, producción nivelada y Kanban para el control de producción y niveles de inventarios.

Se implementaron las herramientas, se les dio seguimiento y se dejó un periodo de maduración de 3 meses para posteriormente realizar una segunda evaluación de los indicadores previamente seleccionados, obteniendo como resultado:

- Reducción del tiempo promedio de entrega del 50%
- Reducción de trabajo en proceso (WIP) del 58%
- Eficiencia de operaciones (estampado): 94.8%
- Eficiencia de operaciones (planchado): 99.9%



Gráfica 2. Tiempos de espera antes y después de aplicar Lean



Gráfica 3. Eficiencia operacional antes y después de aplicar Lean

Conclusiones:

Lean Manufacturing es una metodología de producción basada en la eliminación de desperdicio y mejora continua de los procesos, la cual fue desarrollada e implementada por Toyota en los años 80's como respuesta a la crisis por la cual pasaba tanto la empresa como el propio país, devolviendo excelentes resultados al posicionar a la marca entre las empresas con mayor margen de ganancia en el sector automotriz.

Así mismo, diferentes industrias de diversos giros han implementado la metodología, obteniendo resultados favorables tanto en eficiencia de procesos, como en reducción de tiempos de ciclo, lo que se traduce en un beneficio financiero y mejora de las percepciones de clientes y accionistas. Es por esto que podemos concluir que Lean Manufacturing es una metodología funcional que arroja resultados favorables y mejoras en diferentes ámbitos de la organización, cuando es correctamente implementada.

A lo largo del trabajo de tesis se han explicado y ejemplificado las diferentes herramientas y metodologías que utiliza Lean Manufacturing para el control, planeación, gestión del cambio, producción y eliminación de desperdicio. Pero ninguna de estas herramientas generaría un gran impacto ni un cambio sustancial sin antes permear a la organización con la cultura y filosofía Lean, la cual es pensada a largo plazo e inculca el respeto y la autocrítica.

Es importante mencionar que para poder desarrollar alguna mejora y que esta sea implementada exitosamente, es fundamental que el proceso se encuentre estable, por lo que la estandarización es la base para la mejora continua. En otras palabras, es el punto de partida.

La Ingeniería Mecánica se auxilia de la metodología Lean para el diseño y/o rediseño de sistemas de producción de flujo continuo, optimizando tiempos y recursos, minimizando el desperdicio y maximizando la eficiencia de los procesos.

Para el ingeniero mecánico, esta metodología se convierte en una herramienta de mucha utilidad y gran prestigio, pues además de tener el conocimiento del cómo y el por qué funciona la maquinaria, tendrá la habilidad y el conocimiento para gestionar el sistema.

Bibliografía:

- ❖ Forbes Staff. (2013). *Las 15 automotrices más importantes del mundo*. Forbes México. URL: <https://www.forbes.com.mx/las-15-automotrices-mas-importantes-del-mundo/>
- ❖ Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. USA: McGraw-Hill.
- ❖ Ortiz, H. P. (2016). *El impacto de Lean Six Sigma en organizaciones latinoamericanas y sus factores críticos de éxito*. (Tesis Doctoral). Universidad Antropológica de Guadalajara, Jalisco, México.
- ❖ Rojas, F. P. (2012). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta*. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica de Perú, Perú.
- ❖ Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Free Press.
- ❖ Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press.
- ❖ Ruffa, S. A. (2008). *Going Lean: How the Best Companies Apply Lean Manufacturing Principles to Shatter Uncertainty, Drive Innovation and Maximize Profits*. New York: AMACOM
- ❖ Schonberger, R. J. (2008). *Best Practices in Lean Six Sigma Process Improvement: A Deeper Look*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- ❖ Gidey, E., Jilcha, K., Beshah, B. & Kitaw, D. (2014). *The Plan-Do-Check-Act Cycle of Value Addition*. Industrial Engineering & Management. DOI: [dx.doi.org/10.4172/2169-0316.1000124](https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000124)
- ❖ Jagusiak-Kocik, M. (2017). *PDCA cycle as a part of continuous improvement in the production company: A case study*. Production Engineering Archives. DOI: [10.30657/pea.2017.14.05](https://doi.org/10.30657/pea.2017.14.05)
- ❖ Vigo, F. M. & Astocaza, R. M. (2013). *Análisis y Mejora del proceso de una Línea Procesadora de Bizcochos Empleando Manufactura Esbelta*. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.

- ❖ Pérez, F. G; Cardozo, N. T; Infante, C. E. & Ugueto, M. G. (2007). *Manufactura Esbelta en la PyME: Pequeños Grandes Cambios*. International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, Madrid. URL:
http://www.adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2007/lean_manufacturing//1281_1289.pdf
- ❖ Wilson, L. (2010). *How to implement Lean Manufacturing*. New York: Mc Graw Hill.
- ❖ Kenneth, W. (2003). *The Lean Manufacturing Pocket Book*. Florida: DW Publishing.