



Improving Production

With

Lean Thinking

JAVIER SANTOS • RICHARD AMANN • JOSE M. TORRES

“Improving Production With Lean Thinking”

Este libro es una rama diferente de los libros de producción tradicionales. Es un libro escrito para ser usado en cursos de control de producción, sistemas de manufactura o administración de operaciones y su intención es dar una visión comprensiva de los problemas relacionados con estas áreas, con un enfoque específico en principios de ingeniería esbelta.

Capítulo 1. Continuous improvement tools

Mejora continua es una filosofía de administración que se basa en sugerencias de los empleados. Cuando esta filosofía se mezcló con los círculos de calidad que se usaban en Japón, se creó Kaizen.

Crear estándares usables y significativos es la llave hacia el éxito de cualquier empresa, no es la solución pero es el objetivo al que se debe enfocar el cambio. En los sistemas de producción, los cambios evolucionarios y revolucionarios son soportados a través de innovación de productos y procesos. La evolución consiste en mejora continua tanto en proceso como en producto.

Para mejorar actividades de producción es necesario saber la fuente del problema de la fábrica. Sin embargo para encontrarlo es importante definir y entender la raíz de este. Cualquier desviación del valor estándar de una variable representa un problema. Los tres factores más importantes que los administradores de producción temen son: calidad deficiente, incremento en el costo de producción y un incremento en el lead time.

Just in time

De acuerdo a este principio filosófico, nada es manufacturado hasta que es demandado, cumpliendo con requerimientos del cliente. Para esto, la flexibilidad de la planta es total pero nunca se obtiene completamente. Actualmente, es crítico que el inventario sea minimizado porque la obsolescencia del producto puede hacer los trabajos terminados un desperdicio.

Para cumplir con esta filosofía, se necesita identificar y eliminar en forma sistemática todos los desperdicios de negocio y producción.

Shigeo Shingo identificó los siete desperdicios más importantes comunes en las fábricas:

- Sobreproducción
- Inventario
- Transportación
- Defectos
- Procesos
- Operaciones
- Inactividades

Manufactura esbelta

Manufactura esbelta es la eliminación sistemática del desperdicio. Lean también ha sido aplicado exitosamente en actividades de administración e ingeniería. Manufactura esbelta es una forma de definir el sistema de producción de Toyota, otra definición que define a manufactura esbelta es producción libre de desperdicio.

La manufactura esbelta es soportada por tres filosofías, JIT, kaizen, y jidoka. Jidoka es una palabra japonesa que se traduce como “automatización”

20 claves para mejorar el lugar de trabajo

Creado por Iwao Kobayashi, estas claves se dividen entre costo, lead time y calidad. A su vez el dividió cada clave en 5 niveles y estableció un criterio para subir de un nivel a otro. Kobayashi recomienda mejorar cada clave equitativamente.

Medición y priorización de las mejoras

En este libro una clasificación de metodologías de mejora esta presentada sobre una tasa conocida de producción: eficiencia global de equipo. Considerando el tiempo disponible de trabajo, hay un tiempo establecido para paradas planeadas: mantenimiento preventivo, descanso del operador, etc. El resto del tiempo es considerado tiempo de carga. Las causas para pérdidas que afectan la productividad de la maquina son: descompostura, setups, sin uso, velocidad reducida, defectos y retrabajos y pérdidas por iniciar.

Capítulo 2. Material flow and facilities layout

Este capítulo demuestra como el flujo de materiales puede ser mejorado significativamente por medios de análisis del layout. En este tipo de proyectos de mejora, el estudio de la situación actual permite identificar restricciones que reducen el número de alternativas posibles a ser consideradas. Las mejoras propuestas reducirán el flujo de material, permitiendo a la compañía incrementar el flujo de una pieza propuesto por la filosofía de manufactura esbelta.

Mejoras del layout

Mejoras del layout de fábricas normalmente ocurren más de una vez durante la vida de una fábrica. El estudio de diseños de planta busca localidades óptimas para todos los recursos de la producción.

Señales y razones para una necesidad de cambiar el layout:

Cambio de ubicación Algunas compañías fueron fundadas hace muchos años en ubicaciones que se han convertido en pequeñas, otras siguen situadas en áreas urbanas donde la expansión de la fábrica es imposible. Compra de equipo nuevo, problemas con el flujo de material y alto trabajo en proceso son algunas de las razones más comunes.

Los principales tipos de compañías industriales son:

Industrias de procesos, estas industrias tienen cuatro pasos principales: preparación de materia prima, tratamiento, terminación y empaquetamiento.

Compañías de ensamble, la mayoría de los productos que son usados diariamente (carros, televisiones, microondas, etc.) son manufacturadas en compañías que únicamente ensamblan el producto terminado.

Compañías manufactureras. Estas compañías hacen partes de componentes y no pertenecen a los grupos anteriores. Son conocidas por procesos como fundidoras, máquinas de inyección de plástico, prensas, máquinas CNC.

Tipos de layout de fábricas

Este agrupamiento es primeramente el resultado de flujo de materiales en la planta de producción.

- Layout de posición fija
- Layout para el proceso
- Layout para el producto
- Layout de combinación

Metodología de diseño de layout

Existen seis pasos básicos que son necesarios para diseñar una solución aceptable a un problema de layout.

- **Paso 1.** Formular el problema, es importante definir cuales el objetivo del estudio, incluir nuevas máquinas o modificar el edificio existente, etc.
- **Paso 2.** Analizar el problema
- **Paso 3.** Buscar alternativas
- **Paso 4.** Elegir la solución correcta.
- **Paso 4.** Especificaciones para la solución.
- **Paso 5.** Diseñar el ciclo.

Herramientas para el estudio del layout

Los ocho factores de Muther. Analizando los ocho factores siguientes es posible determinar las principales restricciones y requerimientos que una nueva alternativa de layout puede traer.

- Factor material
- Factor de maquinaria
- Factor laboral
- Factor de movimiento
- Factor de espera
- Factor de servicio

- Factor del edificio
- Factor de cambio

Capítulo 3. Material flow and the design of cellular layouts

En este capítulo la metodología y requerimientos para el diseño de celdas son desarrollados. El layout en forma de U ha sido elegido como el mejor diseño de celda, sin embargo este layout requiere trabajadores multifuncionales para ser eficiente. Adicionalmente, este capítulo presenta algunas metodologías, como el tiempo de estudio y tecnología de grupo, que deben ser usadas para realizar efectivamente un diseño de celdas. Sin embargo, el uso de estas metodologías no está limitado al diseño de celdas de manufactura.

La línea de ensamble

La industria de ensamble ha evolucionado desde la aparición de la primera línea de ensamble durante el tiempo de Henry Ford. La primera línea de ensamble móvil fue creada para hacer el modelo T de Ford. Antes de este desarrollo, los carros eran manufacturados en un layout de posición fija, donde los materiales y trabajadores tenían que moverse a la ubicación del carro.

Bases teóricas

Producción en masa

Un amplio rango de productos es manufacturado en lotes muy grandes para satisfacer la demanda del mercado. La producción en masa tiene dos características básicas: bajos precios comparado con el costo de los productos hechos a mano y la habilidad de reemplazar partes del componente en los modelos que se acaban.

Líneas de flujo o de ensamble

La manera recomendada para manufacturar artículos que son producidos en masa es usando líneas de flujo o líneas de ensamble. Las líneas de flujo son usadas para producir componentes individuales y las líneas de ensamble son usadas para ensamblar componentes para hacer productos de valor. Estos sistemas consisten en estaciones de trabajo dedicadas a la manufactura progresiva y ensamble de partes y son integradas usando dispositivos que manejan materiales que permiten movimiento a las partes de máquina a máquina o estación de trabajo a estación de trabajo.

Justificación de diseño de layout de celda.

El ambiente de la manufactura ha cambiado significativamente en los últimos años. Los requerimientos para cumplir con las especificaciones del cliente han creado la necesidad de personalización en masa de productos, donde varios atributos del producto pueden ser hechos a la medida de un cliente en particular.

El enfoque de las líneas de flujo o de ensamble ha estado en el uso de sistemas enfocados en procesos. Estos sistemas maximizan la flexibilidad pero tienen otros problemas.

Nomenclatura básica de diseño de celdas

- **Tarea**, cada tarea corresponde a los pasos necesarios en los que se descompone el trabajo.
- **Estaciones de trabajo**, estas estaciones son las estaciones específicas de manufactura o ensamble definidas para realizar las tareas.
- **Takt time y tiempo de ciclo**, takt es la palabra alemana para ritmo y es un término crítico para diseño de sistemas de manufactura. Takt time es el tiempo disponible para producir un producto al ritmo que demande el cliente. Tiempo de ciclo es el tiempo normal para completar una operación sobre el producto en cada estación de trabajo.
- **Tiempo de ciclo de estación de trabajo total**, la suma de los tiempos de proceso de cada una de las tareas en cada estación determina el tiempo total del ciclo asignado a cada estación de trabajo.
- **Tiempo de espera**, el tiempo de espera de una estación corresponde a la diferencia entre el takt time y el tiempo de ciclo, o trabajo total en cada estación.
- **Diagrama de precedencia**. El ensamble de un producto no es una actividad aleatoria, normalmente requiere una secuencia precedente. Es necesario saber el resumen y restricciones de la operación que existen cuando se ensambla el producto.

Metodología del diseño de celda

La metodología para desarrollar celdas de producción es muy directa, los diferentes pasos que deben seguirse son:

- Formar la familia de productos
- Cambio de ubicación de las máquinas
- Calcular la tasa de salida de la producción, la asignación de tarea en cada estación y el número necesario de trabajadores en cada celda
- Planear y controlar la celda.

Herramientas de diseño de celda

Balanceo de línea, el principal propósito de técnicas de balanceo de línea es asignar tareas a estaciones de trabajo para tener el mínimo número de estaciones, donde cada tarea necesitada para producir una parte es asignada a solo una estación.

Pasos generales en la metodología del diseño de celdas.

- **Paso 1.** Definir las tareas y sus tiempos
- **Paso 2.** Especificar las relaciones de precedencia
- **Paso 3.** Determinar el takt time
- **Paso 4.** Calcular el mínimo número de estaciones

- **Paso 5.** Elegir la regla para asignar tareas
- **Paso 6.** Asignar tareas hasta que el tiempo asignado sea igual al takt time o no sea posible asignar más tareas por limitaciones del tiempo
- **Paso 7.** Determinar el tiempo de espera total y la eficiencia de la línea.
- **Paso 8.** Si la solución obtenida no es considerada aceptable, es necesario elegir otra regla de asignación de tareas.

Las reglas de asignación de tareas. No hay una forma óptima de elegir las tareas, sin embargo existe un número de métodos heurísticos que llevan en muchos casos a una solución única o casi óptima.

Tecnología de grupo

La formación de fabricas auto dirigidas no siempre es sencillo, hay metodologías específicas, especialmente aquellas que han sido usadas en tecnología de grupo para facilitar la formación de familias de productos. Es una herramienta usada en ingeniería y producción para identificar productos similares y agruparlos en familias.

Las ventajas de la tecnología de grupo son: la reducción del número de dados requeridos para trabajos de prensado, reducción en la costo de compra haciendo clústeres y agrupando ordenes de componentes similares, simplificación de los calendarios debido a la reducción del número de tipos de producto y la formación de celdas auto-administradas.

Las desventajas de la tecnología de grupo son: la clasificación en familias consume tiempo y esfuerzo, la instalación de celdas de manufactura demanda cambios en los hábitos de trabajo, la duplicación de algunas maquinas para crear celdas, implica baja utilización de equipo que pudo haber sido de mejor uso antes del cambio.

Nivelación de la producción

Una herramienta usada en la filosofía de “just in time” se llama nivelación de la producción. La nivelación de la producción lleva a la producción constante de diferentes productos, esta herramienta fuerza a la compañía a cambiar su estrategia de cambio de calendarización. Generalmente es difícil obtener soluciones factibles cuando se manufacturan diferentes productos. Para lograr este objetivo, planeación de producción y calendarización en la fábrica debe ser nivelada, lo que significa que los pasos de producción deben de ser sincronizados para favorecer un flujo continuo de una pieza.

Capítulo 4. Equipment efficiency: quality and poka-yoke

El capitulo tiene el objetivo principal de presentar una de las muchas herramientas de mejoras relacionados con calidad: el poka-yoke. La filosofía de manufactura esbelta considera esta herramienta como uno de los pilares para mejorar el OEE . Este capítulo presenta varios ejemplos de este tipo de dispositivo, mostrando que para que un dispositivo sea considerado como poka-yoke, debe de ser ingenioso, simple y barato.

POKA-YOKES

La eliminación de defectos usando poka-yokes es parte de la filosofía JIT. Los poka-yokes mejoran la calidad, reduciendo la tasa de defectos, que es parte de la tasa OEE. El concepto fue creado por singo, al principio llamados dispositivos a prueba de tontos.

Metodología del diseño de poka-yokes

Para diseñar un poka-yoke, se puede basar en el peso, dimensiones y forma del elemento. Otras estrategias son los contadores, el método de repuestos, o una secuencia establecida en el proceso de ensamble.

Capítulo 5. Equipment efficiency: performance and motion study

En este capítulo son presentadas algunas herramientas para facilitar el estudio de movimiento en una compañía. Diagramas operador-maquina y maquina-maquina facilitan la identificación de tiempo de espera en ciclos de trabajo. Gracias a las metodologías de mejora presentadas, es posible eliminar esos tiempos. Por lo tanto, la tasa desempeño aumenta.

Estudio de movimiento

El estudio de movimiento está definido como la metodología cuyo objetivo es disminuir la cantidad de trabajo o ciclo de trabajo, mejorando los métodos existentes de trabajo y el layout. El resultado de un estudio de movimiento bien conducido es que los tiempos de inactividad sean reducidos o eliminados completamente.

Si esta metodología es aplicada a la preparación de una maquina puede ser considerada como la herramienta SMED (single minute exchange of die). En el estudio de movimiento, métodos alternos para realizar una operación de producción son propuestos y analizados. El nuevo procedimiento al principio puede parecer peor que el actual, pero esto puede ser por falta de familiaridad con el nuevo proceso.

El estudio de movimiento también puede ser usado para diseñar un nuevo procedimiento de trabajo o eliminar la variabilidad, cambiando la forma en que una tarea es conducida. La importancia de eliminar paros menores depende del proceso, su complejidad, su relación con otros procesos anteriores y el tiempo de takt y de ciclo.

Herramientas de estudio de movimiento

- Análisis de valor, se enfoca en el movimiento del trabajador y el lugar de trabajo.
- 5W2H y el método de 5-¿porqué? Es una herramienta muy simple y consiste en preguntar una serie de preguntas acerca de la tarea que se está analizando.
- Diagrama hombre-máquina, representan la secuencia de la tarea que realiza el trabajador cuando interactúa con la maquina.
- Relación maquina-trabajador, si la duración de la tarea de la maquina es muy tardada, el operador puede operar más de una maquina.

- Diagrama maquina-maquina, es similar al diagrama hombre-máquina, puede ser usado para analizar el flujo de producto y el tiempo inactivo en un ciclo de trabajo cuando dos o más máquinas están relacionadas.

Capítulo 6. Equipment efficiency: availability, performance, and maintenance

Este capítulo presenta una síntesis de mantenimiento, un aspecto crítico de manufactura esbelta. Planeación y actividades de mantenimiento son factores determinantes para la eficiencia de empresas lean. Desafortunadamente, el mantenimiento normalmente es considerado como un mal necesario y no como una actividad de ingeniería. El capítulo enmarca algunas de las políticas y procedimiento de mantenimiento que pueden ser usados para obtener el objetivo de cualquier sistema de producción: operar tan eficientemente como posible al menor precio.

Mantenimiento de equipo

El principal objetivo del departamento de mantenimiento de cualquier compañía es mantener los recursos productivos en un alto nivel de operación para asegurar su servicio a un costo esperado. Los elementos que necesitan mantenimiento en una fábrica son numerosos. Incluyen equipos de producción directos e indirectos. Todos los equipos requieren mantenimiento:

- Maquinas y herramientas
- Instalaciones y construcciones
- Sistemas de información y transportación

Tipos de mantenimiento

- **Preventivo.** Este tipo de mantenimiento tiene dos variantes
 - o **Mantenimiento preventivo sistemático**, este tipo de mantenimiento es usado en componentes que se desgastan o usan generalmente como baleros y filtros y se aplica en equipos con costo de fallas alto.
 - o **Mantenimiento predictivo**, el mantenimiento preventivo sistemático puede ser costoso porque varios componentes pueden ser reemplazados sin importar que todavía sean útiles, el mantenimiento predictivo se usa para cambiar componentes basándose en su estado actual.
- **Mantenimiento correctivo**, hay dos tipos de mantenimiento correctivo
 - o **Reparaciones urgentes**, es para maquinas que se han descompuesto, causando que esta pare.
 - o **Correctivas programadas**, este tipo de mantenimiento aparece como resultado de reparaciones urgentes. Cuando una maquina vuelve a operar hay que programar un tiempo para repararla completamente.

TPM: total production maintenance

Claves del TPM:

- **Maximizar OEE**, esto se hace eliminando las seis grandes pérdidas descritas en el capítulo 1.
- **Implementación de mantenimiento autónomo**. Se hace para acabar con la forma de pensar de *“yo opero, tu reparas.”*
- **Ingeniería preventiva**, se hace para evitar la necesidad de llevar a cabo mantenimiento en equipo, mejorando su duración de mantenimiento.
- **Entrenamiento de operadores para mejoras de mantenimiento**, los trabajadores que operan las máquinas deben ser capaces de proponer métodos para aumentar la disponibilidad del equipo, eliminando fallas o haciendo reparaciones.
- **Administración inicial de equipo**, esto se hace para evitar efectos negativos en el proceso de preparación de la máquina.

RCM: Reliability-Centered Maintenance

Para empezar la implementación RCM, es necesario tener un mantenimiento completo y un record de las fallas por cada pieza de equipo. El objetivo de RCM es determinar tareas de mantenimiento que son más efectivas para componentes críticos.

Herramientas de mantenimiento:

- **FMEA** para equipos, (failure mode and effects analysis), es una guía para analizar en una forma organizada, causas de posibles fallas de equipos.
- **Confiabilidad**, esta es una probabilidad que puede ser definida en base a la frecuencia relativa de fallas. Otra importante variable es la mantención, que es definido como la probabilidad que si hay una falla esta se repare en un tiempo predeterminado siguiendo un procedimiento específico de reparación.

Análisis P-M

Los defectos que ocurren en equipos resultan de dos causas principales, pérdidas esporádicas y crónicas. Estas pérdidas son debidas a causas que pueden ser analizadas y eliminadas. Este tipo de análisis es responsable de eliminar pérdidas crónicas en disponibilidad de equipo. Este análisis debe ser aplicado después de mejoras convencionales y tiene su propia metodología de implementación.

Capítulo 7. Equipment efficiency: availability, quality, and SMED

Este capítulo presenta una metodología básica para reducir el tiempo de preparación en una maquina, la metodología SMED. Esta metodología propone arreglar las herramientas necesitadas en el proceso de preparación antes de que la maquina termine el lote anterior. El principal beneficio de la reducción del tiempo de operación es la flexibilidad de producción. La flexibilidad es un concepto clave en la estrategia de manufactura esbelta. Pero también la justificación económica de un proyecto SMED que se enfoca en mejoras de flexibilidad es muy difícil.

Proceso de preparación

El proceso de reparación corresponde al tiempo requerido para ir del final de la última buena parte de un lote a cuando la primera buena parte del siguiente lote es producida. Usando esta definición, las pruebas necesarias para obtener el primer buen producto son consideradas parte del proceso de preparación y por lo tanto deben ser estudiadas, analizadas y mejoradas.

La metodología SMED está diseñada para que el proceso de preparación pueda ser realizado en menos de 10 minutos. Su implementación mejora la tasa de disponibilidad y de calidad porque SMED reduce todo el tiempo de preparación. Este tiempo de preparación incluye el pase de prueba para tener la primera pieza bien.

Pasos básicos en un proceso de preparación

- Preparar, ajustar, y verificar
- Remover herramientas anteriores e instalar las nuevas en la maquina
- Medir, establecer y calibrar
- Producir partes iniciales y ajustar la maquina

Estrategias tradicionales para mejorar el proceso de preparación

- **Estrategias basadas en habilidades**, muchas empresas usan especialistas en preparación para reducir el tiempo de cambio de operación. Estos trabajadores son hábiles en la operación de maquinas específicas y están familiarizados con las herramientas y métodos necesitados para llevar a cabo el cambio.
- **Estrategias basadas en lotes grandes**, esta estrategia se basa en la idea de que en cuanto más largo sea el lote, menor impacto tiene el tiempo de preparación.
- **Estrategia económica de tamaño de lote**, es una relación entre el costo de inventario y el costo de preparación. Si el costo de preparación disminuye, el tamaño económico del lote también disminuye hasta que el tamaño de lote de unidad de producto se alcanza.

Metodología SMED

Esta metodología consiste de cuatro etapas conceptuales:

- **Etapa preliminar**, esta etapa consiste de estudiar el proceso de preparación actual para conocer el proceso antes de mejorarlo.
- **Etapa 1**: separar preparaciones internas de las externas, consiste en separar las operaciones que deben ser llevadas a cabo cuando la maquina sigue procesando el lote anterior y aquellas donde es necesario llevarlas a cabo con la maquina detenida.
- **Etapa 2**: convertir preparaciones internas a externas, esta etapa examina dos aspectos importantes de la operación:
 - o Reevaluar las operaciones internas de preparación para revisar y ver si algunas de ellas fueron consideradas internas por error.

- Buscar alternativas que permitan preparaciones internas ser llevadas a cabo en grupo o en una parte como operaciones externas con la maquina en operación.
- **Etapa 3:** alinear todos los aspectos del proceso de preparación, esta etapa trata de mejorar todas las operaciones de preparación, internas y externas, reduciendo su duración y si es posible eliminar ciertas operaciones.

Efectos y beneficios de SMED

- Procesos de preparación más fáciles, reduciendo la complejidad de operaciones.
- Producción con inventario en mano, si el tiempo de preparación disminuye, el lote de manufactura puede ser reducido también.
- Simplificación de tareas en el lugar de trabajo, codificación de herramientas y un ambiente limpio de máquina, son estrategias que ayudan a simplificar el lugar de trabajo.
- Productividad y flexibilidad, son los beneficios principales de la implementación de SMED. Aumento en productividad y aumento en flexibilidad.

Capítulo 8. Environmental improvements and the 5s methodology

Este capítulo se enfoca en una de las herramientas de manufactura esbelta, agrupa algunas acciones comunes explicadas en los capítulos anteriores, sin embargo, la metodología 5s tiene un objetivo que no puede ser alcanzado por medios de otras metodologías: educar y mantener una actitud para soportar los hábitos de los trabajadores. La metodología de 5s construye una cultura en la compañía que facilita la implementación del resto de las metodologías y estrategias de mejora.

Un espacio de trabajo limpio y organizado

La metodología de 5s nos ha concientizado de la organización y la limpieza en el ambiente de la compañía. Esta actitud no se basa en posters colgados si no en inculcar a través de herramientas 5s buenos hábitos que harán más sencillas la implementación herramientas de mejora.

Por esta razón, en la filosofía JIT, la herramienta 5s ocupa el primer lugar. La metodología 5s está identificada con 5 palabras japonesas.

- **Seiri**, clasificar. Se diferencian elementos que son necesarios de aquellos que no lo son.
- **Seiton**, ordenar. El objetivo es organiza los necesarios elementos para que cualquiera pueda encontrarlos.
- **Seiso**, limpieza. Se enfoca en las tareas necesarias para limpiar el área de trabajo.
- **Seiketsu**, estandarizar. Mantiene activa los tres principios previos.
- **Shitsuke**, mantener, estos nuevos procedimientos de trabajo deben ser mantenidos hasta que se conviertan en hábito.

Herramientas 5s

- **Estrategia red-tagging**, este es un método simple y visual para separar los elementos necesarios de los innecesarios. Se asigna una tarjeta roja a elementos que no se usan o que no es común usarse.
- **Estrategia de señales**, se pueden colocar señales en maquinas o varias áreas de la planta, pero las más importantes son aquellas que hacen referencia a inventarios y herramientas porque facilitan las tareas de búsqueda.
- **Estrategia de pintar**, se enfoca primeramente en pisos y paredes, su principal objetivo es separar áreas para caminar de áreas de trabajo.
- **Orden preventivo**, tiene el principal objetivo de evitar regresar a un escenario de desorden. El ordenamiento preventivo busca por tareas retardoras que pueden fácilmente caer en desorden.
- Limpieza preventiva, su objetivo es anticipar fuentes de suciedad y eliminarlas.

Beneficios y efectos de 5s

Los beneficios de las 5s van más allá de solamente mejorar el ambiente de lugar de trabajo. Independientemente de SMED, 5s puede mejorar la ubicación de la herramienta y del dado en la bodega y como resultado disminuir el tiempo de preparación de equipo indirectamente. Una alta porción del desperdicio del equipo está asociado con la búsqueda de partes y componentes, los cuales son eliminados gracias a 5s.

Capítulo 9. Other improvement keys

El objetivo de este capítulo es presentar otras herramientas mencionadas en el libro de Kobayashi que no habían sido aplicadas en capítulos anteriores. Estas metodologías de mejora han sido agrupadas en cuatro características: claves relacionadas con recursos humanos, claves relacionadas con uso eficiente de material, claves relacionadas con control visual y claves relacionadas con tecnología.

Claves de control visual

El control visual hace posible identificar y descubrir, por inspección visual, áreas donde hay problemas y desperdicio. En el capítulo 8, una herramienta llamada estrategia de señal fue presentada, esto es visto como una herramienta de control visual. En este capítulo se presenta andon y kanban como estas herramientas.

- **Andon**, uno de los controles visuales más populares, que significa “luces de alarma.” Estas luces indican o advierten a trabajadores de una actividad que está mal.
- **Kanban**, la filosofía de JIT cambia el flujo de materiales, teóricamente, cuando un componente es usado para manufacturar o ensamblar un producto, genera una orden de compra o producción. Esto es llamado sistema *pull* porque las ordenes de la producción fluyen de un bien terminado a materia prima. Kanban generalmente es traducido a tarjeta, y esto es lo que realmente es. Es una tarjeta ubicada en el contenedor de pares

proveyendo información acerca de la parte, el proceso precedente, la cantidad necesaria para llenar el contenedor, el tipo de contenedor, etc.

Claves relacionadas con tecnología

Jidoka, se traduce como “autonomización.” Es una palabra que consiste de dos conceptos, autonomía del control del equipo y automatización de los procesos en una forma simple. Jidoka es contemplado como una herramienta independiente de las 20 claves, y de la filosofía JIT, es uno de los tres pilares de la manufactura esbelta.

Mejora de equipos por medio de automatización requieren inversión de capital. A menos que procesos de trabajo efectivos hayan sido mejorados antes de la automatización se empiece, el capital invertido puede ser mayor que el necesario. El principal objetivo del control de maquina autónoma es tener maquinas que operen sin producir desperdicio.