



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Herramientas de Ingeniería
Industrial Aplicadas al Área de
Manufactura**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Industrial

P R E S E N T A

Arturo Montiel Pimentel

ASESORA DE INFORME

MI. Silvina Hernández García



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

Contenido

Introducción.....	4
Antecedentes	4
Problemática	4
Objetivo.....	5
Capítulo 1. Marco de referencia.....	6
Empresa	6
Historia.....	6
Tamaño	8
Campos de aplicación.....	8
Objetivo.....	8
Organigrama	9
.....	10
Giro.....	10
Oil & Gas.....	10
Rodillos de corte & fresas dentales.....	13
Insertos de corte	14
Proceso general.....	15
Capítulo 2. Marco teórico	17
Metodologías	17
5's	17
Planes de control.....	20
Hojas de trabajo estándar.....	21
Ayudas visuales.....	21
7 Desperdicios (MUDA).....	22
VSM.....	24
Capítulo 3. Estado inicial del proyecto.....	26
5S's	26

Planes de control	27
Hojas de trabajo estándar.....	27
Ayudas visuales.....	28
7 desperdicios.....	29
VSM.....	30
Mapeo de la producción de un lote de rodillos.....	30
Layout (Distribución de planta)	31
Tipo de flujo y distribución.....	31
Capitulo 4. Análisis y propuestas.....	33
5S's	33
Planes de control	33
Hojas de trabajo estándar.....	34
Ayudas visuales.....	34
Información relativa al proceso	34
Juntas TIER.....	35
Pizarrón electrónico de producción	36
VSM.....	36
Mapeo de la producción de un lote de rodillos.....	36
Layout (Distribución de planta)	37
Tipo de flujo y distribución.....	38
Capítulo 5. Estado final, resultados.....	40
5S's	40
Ayudas visuales.....	41
Planes de control & Hojas de trabajo estándar	42
Información relativa al proceso	44
Juntas TIER.....	45
Pizarrón electrónico de producción	46

Layout (Distribución de planta)	46
Tipo de flujo.....	47
Conclusiones.....	49
Referencias	51
Bibliografía.....	51
Anexos	52

Introducción

Antecedentes

En octubre del año 2014, en la empresa SANDVIK de México comencé mis actividades como becario en el área de Lean Manufacturing. Etapa en la cual usé herramientas de esta misma disciplina para lograr una dispersión de la cultura de la mejora continua dentro de la planta. Inicialmente se detectaron varios aspectos que no habían sido propiamente atendidos como la disposición del *layout*, y algunos otros aspectos como la estandarización de procesos, herramientas de trabajo Lean, entre otras, que requerían de un mejor seguimiento y evolución de las mismas. Había procesos en los cuales encontré distintas actividades que provocaban una eficiencia no del todo óptima y que acumuladas representaban un problema mayor para fines de eliminación de los 7 desperdicios, se veían directamente reflejados en la gestión de la política de calidad. La falta de orden y estandarización dentro de los procedimientos que complementan el sistema de calidad de la empresa tenían oportunidad de mejora, ya que había que reforzar la capacitación a todo el personal para facilitar la ejecución de las herramientas de manufactura esbelta.

Después de un periodo de análisis y observación detallada se puede concluir que el área de manufactura esbelta cuenta con diversas áreas de oportunidad para poder implementar mejoras en el sistema de producción y control de calidad.

Problemática

Dentro de la empresa hay zonas con una mala distribución de planta, lo cual contribuye a que no haya un flujo óptimo de la producción. Mismas áreas que tienen desperdicios, tales como, traslados innecesarios, cuellos de botella, sobreproducción, falta de estandarización etcétera. Razón por lo cual me di a la tarea de identificar las áreas con mayor problemática, analizarlas minuciosamente y convertirlas en oportunidades de mejora con base a mis conocimientos y guías que me dieron dentro de la empresa, con el

objetivo de establecer mejores condiciones de trabajo adecuadas para operar y mejorar el sistema de calidad.

Esta problemática se veía reflejada en gastos extra o innecesarios para la empresa, por ejemplo, el tiempo extra que se tiene que pagar a los operadores para poder cubrir la demanda requerida por los clientes y que evidentemente afecta las finanzas de la compañía. También, se ve afectada en otros indicadores. El principal, precisión de entrega al cliente [*Delivery Accuracy*] y quejas de los clientes debido a piezas que no cubren los estándares de calidad y tienen que ser chatarreadas [*% Scrap*] o retrabajos.

Objetivo

Analizar y ejecutar las herramientas de ingeniería, en específico de manufactura esbelta dentro de los procesos de producción para poder mejorar el sistema de calidad, minimizar los tiempos muertos, eficientar el tiempo de producción y posteriormente ver los resultados reflejados directamente en los *KPI's* relacionados con la producción (entrega al cliente, chatarra y auto-calidad).

Es importante hacer énfasis, que dentro del objetivo es muy importante que todos los proyectos de mejora que se realicen tengan un costo mínimo o preferentemente no involucren una inversión monetaria, para lograr que las mejoras sean lo más redituables para la empresa y cumplan con la ideología de los eventos *Kaizen*.

Capítulo 1. Marco de referencia

Empresa

Sandvik de México

Historia

Sandvik es una compañía fundada en 1862 por Göran Fredrik Göransson, en Sandviken, Suecia. Inicialmente la empresa se llamaba Högbo Stål & Jernwerks AB pero en 1868 la empresa cambió de nombre a Sandvikens Jernwerks AB. De esta forma quedó registrado el nombre de Sandvik AB.

Casi desde su fundación Sandvik tenía la ambición de estar cerca de sus clientes y operar sucursales en los países más industrializados. A principios de los años 60's abrir una empresa en México se convertía en una excelente opción, ya que el gobierno del Presidente Adolfo López Mateos, daba pie a una apertura económica y una campaña internacional en beneficio de la inversión extranjera en el territorio, logrando así un gran progreso económico para el país. A esta década en nuestro país se le conoce como "el milagro mexicano" debido a que mundialmente México es percibido como un país política y económicamente estable y destaca entre los países latinoamericanos en vías de desarrollo.

Sandvik, aprovechó las ventajas competitivas del mercado mexicano y decidió abrir una sucursal bajo el nombre de Sandvik de México S.A. de C.V. con fecha de fundación el 17 de marzo de 1961, según acta constitutiva. Sin embargo, dicha entidad se mantuvo inoperante por lo menos un año, ya que se desconocía el mercado mexicano y aún no se nombraba al responsable de dirigir a la compañía localmente. No obstante, en esos momentos Sandvik contaba con presencia en México gracias a 3 representantes, quienes se encargaban de distribuir los productos para la industria minera y acerera principalmente.

Fue hasta principios de febrero de 1962 que Joel Larsson, ejecutivo de Sandvik a nivel global, nombra al Sr. Svensson como el líder del proyecto. Poco tiempo después, la

necesidad de producir localmente barrenas de carburo de tungsteno para la minería abrió la puerta para la construcción de un taller y oficina. Así inició la búsqueda de un terreno de 50 mil metros cuadrados en Tlalnepantla, donde se buscó construir una estructura de concreto pretensado, método usado por primera vez en México para un edificio grande. Finalmente, el 28 de junio de 1967 se inauguró oficialmente la planta de Sandvik de México.

Apenas había comenzado la organización de las nuevas oficinas y fábricas cuando la importación de piezas de carburo de tungsteno fue prohibida. Pero como el terreno de Tlalnepantla contaba con suficiente espacio, se tomó la decisión de instalar localmente la fabricación de piezas de carburo de tungsteno con base de polvo importado. Así es como en 1968 Coromant agrega su línea de fabricación nacional con la amplia gama de herramientas de corte de carburo de tungsteno, tan indispensable para las industrias automotriz y metal-mecánica del país.

- En 1975 comienza la fabricación de partes contra desgaste.
- En 1982 se remodelan las oficinas y la planta de producción, teniendo como invitados al Presidente de la República el Lic. José López Portillo y a los Reyes de Suecia.
- En 1985 se exportan insertos Coromant al almacén central en Holanda.
- En 1992 Se expande la planta de Minería para exportar a Canadá y EEUU.
- En 1993 se incorporan las divisiones comerciales de Sierras y Herramientas y CTT Tools.
- En 1994 la empresa obtiene el certificado de ISO 9000.
- En 1997 inicia la producción del producto más pequeño que maneja el grupo, Microballs. Al mismo tiempo la producción de Coromant desaparece dejando únicamente el área de Herramientas Especiales.
- En 1998 inicia la producción de rodillos de la división Hard Materials.
- En 1999 desaparece la división de Sierras y Herramientas.
- En el 2001 desaparece la producción de Minería dejando únicamente como área de producción a Hard Materials y obtiene su segunda Certificación de ISO 9000.

Tamaño

- Opera en más de 130 países
- 3 Mil millones de coronas suecas en I + D anualmente
- 8,000 Patentes activas
- 47,000 empleados
- 89 Mil millones de coronas suecas en ventas
- 60 Centros globales de I + D

Campos de aplicación

INGENIERÍA ▾

22%



ENERGÍA ▾

14%



AUTOMOTRIZ ▾

11%



AEROSPAZIAL ▾

5%



MINERÍA ▾

32%



CONSTRUCCIÓN ▾

11%



DE CONSUMO ▾

3%



OTROS

2%

■ Porcentaje del total de ventas del Grupo en 2014, según segmento



Objetivo

Es nuestro principio guía. *Fijamos el estándar de la industria...* eso significa que no nos conformamos con otra cosa que ser el número uno.

Visión: Queremos ser percibidos como la unidad de producción más confiable dentro del grupo Sandvik

Misión: Debemos cumplir o exceder las expectativas de todos aquellos que interactúan con nosotros tales como, Grupo Sandvik clientes, empleados, sociedad y proveedores.

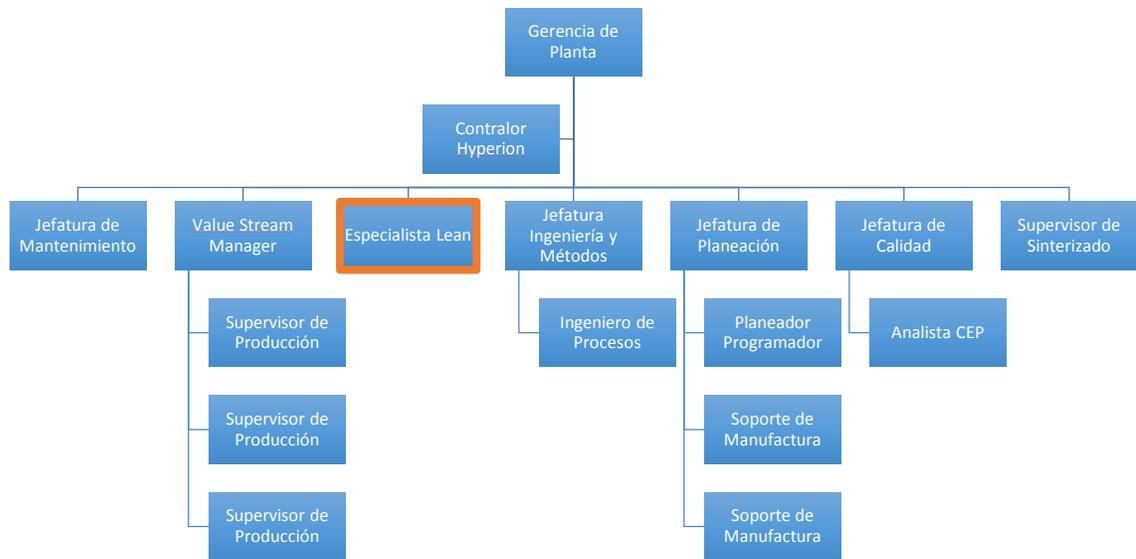
Organigrama

Mi labor dentro de Sandvik comenzó como becario, dividido en dos etapas, Lean Manufacturing y Sistemas de Calidad. Posterior a estas etapas me encuentro cubriendo la posición de *Lean Specialist*.

El principal objetivo es dar apoyo a las áreas que componen la planta Hyperion México para mejorar su desempeño a través de la creación de talleres de mejora continua e implementaciones de mejora en todos los procesos de la planta; utilización de la metodología A3 para la solución de problemas y promover la cultura Lean Manufacturing en toda la organización con herramientas como: 5S's, talleres Kaizen, análisis estadísticos, diagramas de Ishikawa, SMED y 5W's.

Por otra parte, el proyecto principal, optimización del *layout*, teniendo como prioridad el área de rectificado. Debido al incremento de demanda, en específico de la cuenta de rodillos de corte, se hizo una expansión en la planta con la finalidad de incrementar la capacidad instalada y así cubrir la demanda del mercado.

Con base en este crecimiento en la demanda de la producción, surge mi principal reto. Crear células de trabajo altamente eficientes e independientes. El objetivo principal es elevar la cantidad de piezas pulidas en un promedio de 50 mil piezas semanales a 90 – 100 mil piezas.



Giro

Sandvik que se dedica a la manufactura de herramientas de corte principalmente de carburo de tungsteno. Los sistemas de fabricación e ingeniería de Sandvik están diseñados para satisfacer las demandas dinámicas de desarrollo de nuevos productos para la industria. Una característica clave del carburo cementado es el potencial para variar su composición de manera que las propiedades físicas y químicas resultantes garanticen la máxima resistencia al desgaste, deformación, fractura, corrosión y oxidación. Nuestro sistema permite la creación rápida de prototipos de diseños de los clientes para ayudar a crear un ambiente de manufactura esbelta. En México se tienen tres divisiones de productos.

- I. Mining Oil & Gas
- II. Rodillos de corte & fresas dentales
- III. Insertos de corte

Oil & Gas

De manera general los productos que componen este mercado son botones para la industria de la minería. El diseño del grado de estos productos está diseñado para

promover la eficiencia de perforación que tiene un impacto directo sobre una variedad de formaciones de roca.

- Botones balísticos y cónicos

Se utilizan para perforaciones en donde existen condiciones de tierra semiduras y duras. Pueden ser especificados por el cliente o con base en las geometrías estándar ya existentes.



- Botones con cincel

La geometría cincel, en conjunción con la tecnología y el grado, mejorará la resistencia y minimizará la rotura.



- Botones de geometría superior plana y semi-redondos

Se utilizan para reducir el desgaste al lado del medidor en las piernas y los conos de brocas rotativas. Las formas pueden ser fabricadas según las especificaciones del cliente o en una opción estándar.



- Botones hemisféricos

Pueden ser de un radio completo usado en las formaciones duras para los conos de brocas rotativas. También se pueden fabricar con un radio de punta más grande, que se utiliza cuando se requiere la fuerza adicional.



- Botones tallados

Con diseño y fabricación de mayor capacidad estas geometrías tienen un mejor desempeño para herramientas en donde se requieren altas tasas de penetración en diferentes formaciones rocosas.



- Botones dentados

Similar a la geometría plana, botones dentadas se utilizan para evitar el desgaste de la superficie de acero tales como las piernas y los conos de brocas rotatorias. La ventaja de utilizar este tipo de botón es que el bolsillo ubicación no necesita taladrado de precisión y proporciona un mejor agarre para los botones.



- Botones de cuña con cresta

Este tipo de botón se utiliza principalmente en la fila exterior o medidor de brocas rotativas. El diseño de cuña aumenta la fuerza botón.



Rodillos de corte & fresas dentales

Son herramientas rotativas, mayormente de forma de cilíndrica. Esta geometría es la materia prima para las herramientas de corte de precisión, ya que tienen que ser muy precisas y consistentes. Estos productos representan el 70% del volumen producido en la planta.

Dependiendo del metal de corte para la herramienta rotativa tiene distintas aplicaciones

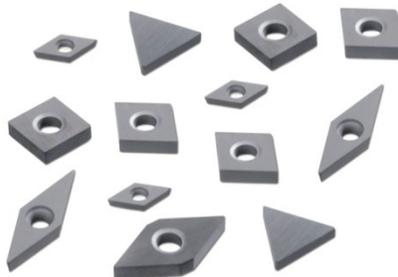
- Blanks solidos
Son utilizados para transformarlos en brocas o fresas, como sus dos principales finalidades.
- Blanks para la bio-medicina
Utilizados principalmente en la industria de la odontología como herramientas para realizar intervenciones dentales.



Insertos de corte

El corte de metal moderno exige que los insertos mantengan un rendimiento constante y garanticen una productividad de alto rendimiento. La tecnología de manufactura y características de producción aseguran que los insertos de Sandvik aseguran cumplen estas condiciones exigentes de maquinado.

A través de la tecnología de fabricación avanzada se ofrece una amplia gama de geometrías. Hay amplia selección de grados de carburo cementado para diferentes aplicaciones.

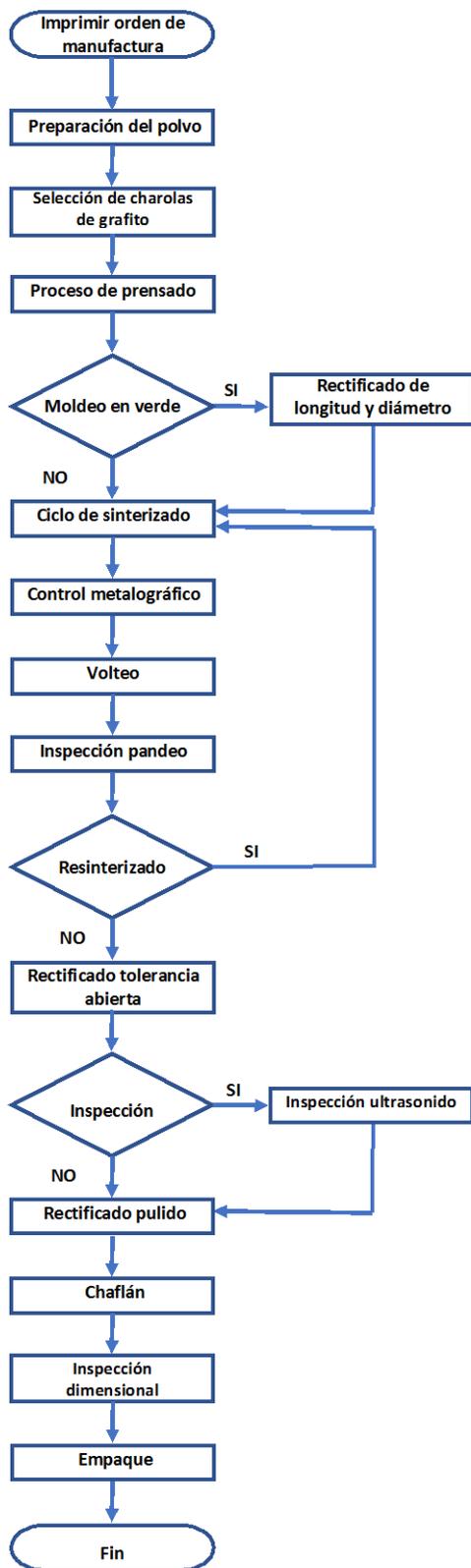


Proceso general

El proceso general de cualquier pieza que vaya a ser producida es el siguiente:

- 1) Se elige el polvo que se va a utilizar dependiendo de las características que necesite la pieza y el cliente, las variables principales son el grado del polvo y el sustrato que indica la cantidad de elemento liga que va a contener la pieza (Cobalto).
- 2) Se elabora el troquel o herramienta con el diseño pedido por el cliente.
- 3) Se realiza la planeación de producción de la orden de manufactura.
- 4) Comienza la producción con el proceso de prensado.
 - I. Se hace un proceso de rectificado en verde en algunos diseños.
- 5) Posteriormente se lleva a cabo uno de los procesos más importantes, el ciclo de sinterizado.
- 6) Se realiza una inspección visual y dimensional de las piezas.
- 7) Se pasa al proceso de rectificado para meter las piezas dentro de las tolerancias especificadas por el cliente mediante un proceso de rectificado.
 - I. Rectificado de tolerancia abierta. Es un desbaste de la pieza en la cual la tolerancia geométrica y de atributos aún no es alcanzada.
 - II. Rectificado pulido. Acabado final que se le da a la pieza según los requerimientos del cliente, hay distintos tipos de acabados.
- 8) Se hace una última inspección visual del producto y se empaca el producto.
- 9) Se envía el producto terminado y empacado al almacén para ser enviada al cliente.

DIAGRAMA DE FLUJO DE UN RODILLO



Capítulo 2. Marco teórico

Metodologías

5's

Es un método de origen japonés denominado así por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

Es una técnica basada en cinco principios simples:

1. Selección (Seiri):

Es la primera de las cinco fases. Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario.

Normas:

- Se desecha todo lo que se usa menos de una vez al año.
- De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez al mes se aparta.
- De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez por semana se aparta no muy lejos (típicamente en un armario en la oficina, o en una zona de almacenamiento en la fábrica).
- De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por día se deja en el puesto de trabajo.
- De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por hora está en el puesto de trabajo, al alcance de la mano.
- Y lo que se usa al menos una vez por hora se coloca directamente sobre el operario.

2. Orden (Seiton):

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden, identificando los elementos y lugares del área. Es habitual en esta tarea el lema (leitmotiv) «un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar». En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía.

Normas:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo (proximidad, objetos pesados fáciles de tomar).
- Definir las reglas de ordenamiento.
- Hacer obvia la colocación de los objetos.
- Los objetos de uso frecuente deben estar cerca del operario.
- Clasificar los objetos por orden de utilización.
- Estandarizar los puestos de trabajo.
- Favorecer el PEPS (primeras entradas, primeras salidas).

3. Limpieza (Seisō):

Una vez seleccionado (seiri) y ordenado (seiton) el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo (seisō). Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

Normas:

- Limpiar, inspeccionar, detectar las anomalías.
- Volver a dejar sistemáticamente en condiciones.
- Facilitar la limpieza y la inspección.
- Eliminar la anomalía en origen.

4. Estandarización (Seiketsu):

Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos. Aunque las etapas previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa (seiketsu) se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día.

Normas:

- Hacer evidentes las consignas de cantidades mínimas e identificación de zonas.
- Favorecer una gestión visual.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.
- Involucrar a todos los niveles de la organización.
- Diseñar un plan de acción a seguir, con reglas y lineamientos en acuerdo al orden y limpieza que debe de existir.
- Revisión constante por parte de los mandos.
- Métodos de gestión visual. Considerar colores, formas e iluminación.
- Estandarización de los uniformes e higiene del personal.

5. Disciplina (Shitsuke):

Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el círculo de Deming (Planificar, hacer, verificar y actuar). Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5S pierde su eficacia.

Establece un control riguroso de la aplicación del sistema. Tras realizar ese control, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y, si es necesario, se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos.

Mediante esta etapa se pretende obtener una comprobación continua y fiable de la aplicación del método de las 5S y el apoyo del personal implicado, sin olvidar que el método es un medio, no un fin en sí mismo.

Beneficios:

- Mantener un ambiente de trabajo sano, limpio y agradable.
- Obtener áreas más seguras.
- Fortalecer el trabajo en equipo.
- Mejorar la gestión de la calidad.
- Orientar nuestros esfuerzos hacia la satisfacción del cliente.
- Motivar y mejorar la moral de los trabajadores.
- Incentivar la creatividad.

- Reducir gastos de tiempo y energía.
- Reducir riesgos de accidentes o sanitarios.

Planes de control

Es una metodología direccionada a la estandarización de procesos, cumpliendo con la calidad de acuerdo con los requerimientos del cliente. Esta herramienta proporciona un enfoque estructurado para el diseño, selección e implementación de métodos de control con valor agregado para el sistema de producción, además de clasificar las operaciones con base en su nivel de criticidad. Proporciona una descripción escrita y resumida de los sistemas utilizados para minimizar la variación en el proceso y en el producto. Sin embargo, debe considerarse que el Plan de Control no reemplaza la información contenida en las instrucciones detalladas del operador.

Beneficios:

- Reducción de la variación y los desperdicios
- Mejora de la calidad de los productos
- Identificación de las características del producto y proceso y los métodos de control para las fuentes de variación (variables de entrada), que causan variación en las características del producto (variables de salida)
- Contribuye a la satisfacción del cliente, al enfocarse a las características del producto y del proceso que son importantes.

Un plan de control puede aplicarse a un grupo o familia de productos. Es un documento vivo que debe ser actualizado cuando se mejoran los procesos y los sistemas. En las etapas tempranas del ciclo de vida del producto, el propósito del plan de control es documentar el plan inicial para el control del proceso. En etapas subsecuentes es una guía para la manufactura para controlar el proceso y asegurar la calidad del producto.

El plan de control debe contener información detallada sobre los siguientes puntos:

- a. Control vs. medición
- b. Características críticas del producto
- c. Características críticas del proceso
- d. Técnicas de evaluación
- e. Métodos de control
- f. Plan de reacción

Hojas de trabajo estándar

Dentro de las herramientas de Lean Manufacturing, esta es la herramienta fundamental para la correcta implementación de Lean en una empresa. Esta representa el trabajo estandarizado y es fundamental debido a que es la herramienta que nos apoya en hacer siempre las cosas de la misma manera, encontrando el método más adecuado de trabajo, y promoviendo la mejora continua en el mismo.

Beneficios:

- Lograr el establecimiento de métodos de trabajo repetibles, en el menor tiempo posible, y que sean auditables a fin de promover y lograr la mejora continua en el proceso y se logren eliminar los desperdicios y mejoras en el proceso y la calidad que este entregue.

Ayudas visuales

La gestión visual es cualquier medio visual de comunicación que nos indique el estado de algo con un solo vistazo, permitiendo identificar si está fuera del estándar. Ayuda a los empleados a ver cómo están haciendo su trabajo.

La premisa para resaltar la importancia y relevancia de la gestión visual es que básicamente como seres visuales, la mayoría de la información que procesamos se aprecia de manera visual. Representa el 83% de la información adquirida por una persona de manera regular.

Beneficios:

- Información justo a tiempo (para poder tomar decisiones y ejecutarlas rápidamente).
- Informar status del trabajo (meta, actual y % de desperdicio, CpK, etc.).
- Informar cuál es el procedimiento estándar para la operación.
- Resalta la información importante de manera que no pueda ser ignorada.
- Alertar y ayudar a exponer, prevenir y eliminar los desperdicios.
- Evitar la sobrecarga de información para que los empleados puedan ver sus resultados.

- Reduce significativamente el tiempo necesario para entender la información.
- Aumenta la rentabilidad de una empresa.

Diseño de indicadores

Aplicando la filosofía Lean, la cual se enfoca en la creación de equipos autónomos, que se parezcan mucho a pequeñas empresas dentro de la fábrica, sus indicadores deben abarcar como mínimo un indicador de seguridad y uno de calidad, más los indicadores de desempeño relevantes para la compañía, los cuales deben estar alineados con los objetivos generales dictados por la estrategia actual, con el fin de que toda la compañía esté trabajando en una sola dirección.

Los indicadores deben ser:

- a. Sencillos de calcular, la gestión visual no debe quitar tiempo o estaría perdiendo la esencia de éste.
- b. Los indicadores se deben llenar a mano.
- c. Fácil de entender a simple vista.
- d. Tener reglas de reacción estandarizadas, ¿qué hacer en dado caso de pasar de verde a amarillo o a rojo? (un aspecto muy importante de la gestión visual)
- e. Notas a mano del estado actual explicando desviaciones del plan.
- f. Generalmente se abarcan indicadores de Seguridad industrial, calidad, entregas y productividad.

7 Desperdicios (MUDA)

La forma más sencilla de describir el desperdicio es "algo que no agrega valor". Nuestros clientes no estarían felices de pagar por cualquier acción que tomemos que no agregue valor.

La eliminación continua y sostenible de desperdicios es el principal objetivo de Lean. Desde la perspectiva de este sistema, un desperdicio se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio.

Dentro del concepto de Lean se identifican siete (7) tipos de desperdicios, y se presentan desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto. Adicionalmente, se considera un octavo tipo de desperdicio, que enfatiza usar los recursos humanos eficientemente. A continuación, se explica cada uno de ellos:

1. **Sobreproducción:** Procesar artículos en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.
2. **Transporte:** Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia el almacenamiento.
3. **Espera:** Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando respuestas.
4. **Sobre proceso:** Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
5. **Inventario:** Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.
6. **Retrabajos:** Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.
7. **Movimiento:** Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.
8. **Talento Humano:** Este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc.

Aunque la identificación de desperdicios es importante, lo fundamental es eliminarlos. Todo el personal de la empresa se debe convertir en especialista en la eliminación de

desperdicios, para lo cual la dirección de la organización debe propiciar un ambiente que promueva la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios.

Beneficios:

- Reducción del costo de producción
- Aumento de la productividad
- Organización del área de trabajo

VSM

El método del Mapeo de Flujo de Valor (*Value Stream Mapping*) es una herramienta de visualización orientada a la versión de la producción exacta (Sistema de producción Toyota). Ayuda a entender y a perfilar procesos de trabajo usando las herramientas y las técnicas de producción exacta.

La meta del *Value Stream Mapping* es identificar, demostrar y disminuir el desperdicio en el proceso. O cualquier actividad que no agregue valor al producto final.

También sirve como un punto de partida para ayudar a la gerencia, ingeniería, programadores, proveedores y clientes a reconocer el desperdicio e identificar sus causas. El mapeo de flujo de valor es sobre todo una herramienta de comunicación, pero puede también ser utilizada como herramienta de planeamiento estratégico.

El mapeo de flujo de valor mapea visualmente el flujo de materiales y de información. En el momento en que los materiales ingresan como materias primas hasta cuando salen como producto terminado, trazando las actividades en el momento de fabricación con las duraciones de ciclo, tiempos muertos, inventarios en proceso, movimientos de materiales y flujos de información.

El proceso incluye mapear el estado actual y el estado futuro. El esquema resumido del trabajo es el siguiente:

- I. Escoger una familia de productos
- II. Comprender cómo se trabaja con esta familia
- III. Diseño del flujo basado en los principios de la producción Lean.
- IV. Planificar como llegar al diseño futuro

Beneficios:

- Se puede visualizar el flujo que va siguiendo la cadena de valor.
- Con el mapeo de la cadena de valor se plasman todas las operaciones para una mejor visión de los procesos que lleva a la elaboración de un producto.
- Se visualizan todos los datos proporcionados por el cliente y todos los materiales que intervienen en el proceso.
- Ayuda a formar y hacer su mapa de estado futuro de la cadena de valor para visualizar las oportunidades de mejora que requiere el proceso.
- Resalta las actividades necesarias para lograr el mapa de su estado futuro.

Capítulo 3. Estado inicial del proyecto

5S's

La planta se encontraba con un nivel medio-alto de 5S's. Había áreas establecidas en la quinta S (Disciplina), sin embargo, las áreas de manufactura carecían de un seguimiento constante de 5S's. Siendo éstas las que son de mayor valor agregado a la operación. En estas áreas la principal problemática estaba entre la tercera y cuarta S (limpiar y estandarizar). La falta de constancia en el seguimiento de las acciones de mejora fue debida en parte a que la posición de *Lean Specialist* quedó vacante una considerable cantidad de tiempo.

A pesar de esto existía ya un estándar a seguir sobre las 5S's, en donde estaban definidos los códigos de colores por área, como debían ser identificados las herramientas en los lugares de trabajo, las zonas de chatarra, desperdicios peligrosos etcétera.

A continuación, se puede observar la manera de evaluar las 5S's en la planta. La auditoría consta de 20 preguntas, 4 por cada una de las 5S's. Los resultados eran publicados en cada una de las áreas haciendo énfasis en las áreas de oportunidad encontradas.

Auditoría de aplicación de 5S's												
PRENSADO												
Fecha:		Auditor:		Firma:								
Octubre 2014		Responsable: Sergio A Garcia		Firma:								
No.	Concepto a evaluar	Calificación										Observaciones
		42	44	46	48	50	52	2	4	15		
Selección	1 ¿Hay materiales innecesarios?	2	3	3	3	3	3	3	3	2		
	2 ¿Se respetan los cantidades de materiales, no hay excesos?	2	2	3	3	3	3	3	3	2		
	3 ¿Hay separación al disponer los materiales de scrap, basura, cartón y plástico?	1	2	3	3	3	3	3	3	2		
	4 ¿Hay materiales sobrantes de procesos anteriores?	3	3	3	3	3	3	3	3	2		
Orden	1 ¿Existe un lugar específico para cada artículo?	3	3	3	3	3	3	3	3	2		
	2 ¿Están marcados visiblemente cada espacio?	2	2	2	2	3	3	3	3	2		
	3 ¿Se respetan los espacios para cada artículo?	1	1	1	2	2	2	2	2	2		
	4 ¿La secuencia de órdenes de trabajo es adecuada?	2	2	3	3	3	3	3	4	4		
Limpieza	1 ¿Esta limpia toda el área de trabajo?	1	1	2	3	3	3	4	4	3		
	2 ¿Están limpios los equipos?	1	1	2	2	2	2	4	2	1		
	3 ¿Existen acumulaciones de basura en las áreas de trabajo?	2	1	2	3	3	3	3	3	2		
	4 ¿Existe un exceso de órdenes de trabajo en el área? (MAX 4)	1	1	3	3	3	3	3	4	4		
Estandarización	1 ¿Las 3S's existen y se mantienen?	2	2	2	2	2	3	2	2			
	2 ¿Están definidos los procedimientos y responsabilidades de limpieza, los conoce el personal y los aplica?	1	1	2	2	2	2	2	1	1		
	3 ¿Existe seguimiento a las acciones de mejora?	1	1	2	2	2	2	2	2	2		
	4 ¿Están señalizadas visiblemente las áreas de trabajo?	2	3	3	3	3	3	3	4	3		
Disciplina	1 ¿Las tarjetas de flujo KANBAN han sido actualizadas correctamente?	1	1	1	1	2	2	2	2	3		
	2 ¿Las herramientas y partes son almacenadas correctamente?	3	3	3	3	3	3	3	2	2		
	3 ¿Los controles de stock existen y se respetan?	2	2	3	3	3	3	3	3	3		
	4 Los procedimientos e información existen y se actualizan regularmente?	2	3	3	3	3	3	3	3	2		
		35	38	49	52	54	58	56	46	0	0	0

Planes de control

En la mayoría de los procesos existía el plan de control, sin embargo, no todos estaban actualizados y había procesos nuevos que no tenían el documento. Una de mis tareas fue revisar que todos los planes de control siguieran siendo útiles para la operación.

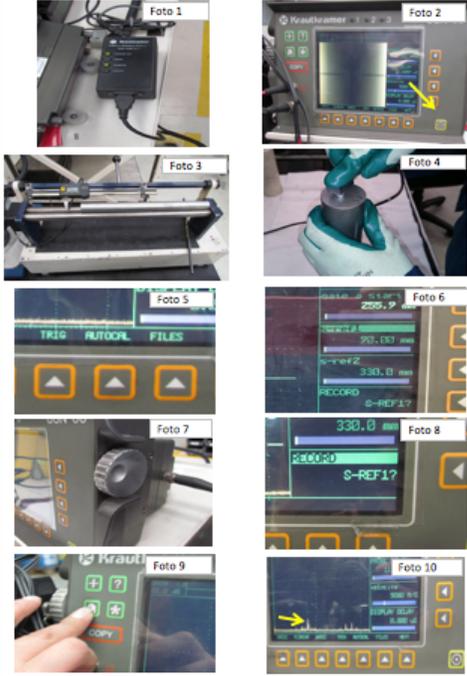
Había un total de 19 planes de control dados de alta.

PLAN DE CONTROL SANDVIK HYPERION MÉXICO										
SANDVIK		Equipo de Desarrollo:	Área/Producto:					Número de Control:	XXXXXX	
		Revisó:	PRENSADO 200 TON					Fecha de Emisión:	jun-15	
		Autorizó:						Fecha de Revisión:	jun-15	
								Revisión No.	1	
NÚMERO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO / DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	MÁQUINA, DISPOSITIVO, HERRAMIENTA DE AJUSTE	CARACTERÍSTICA DEL PRODUCTO / PROCESO	TIPO DE DEFECTO "CTQ"	ESPECIFICACIÓN, DOCUMENTO DE REFERENCIA Y/O TOLERANCIA	MÉTODO TÉCNICA DE EVALUACIÓN	MUESTRA		MÉTODO DE CONTROL	PLAN DE REACCIÓN
							TAMAÑO	FRECUENCIA		
1	Prensado	DORST TPA	Peso	C	Base de datos de prensa 200 TON	Balanza	3	1 hr	Registro CEP para cada orden	Parar y ajustar el proceso
2			Altura	C	Base de datos de prensa 200 TON	Micrómetro o calibrador Vernier	3	1 hr	Registro CEP para cada orden	Parar y ajustar el proceso
3			Tonelaje	C	Display máquina	PLC	---	Durante el proceso	Registro en bitácora del CEP	Parar y ajustar el proceso
4	Inspección ocular		Fracturas	C	No se aceptan fracturas abiertas	Microscopio / MicroViewer	---	Al inicio del proceso	Documentar en bitácora del CEP	Parar y ajustar el proceso
			Despostillado		No se aceptan despostillados					Parar y ajustar el proceso
Observaciones:			<p style="text-align: center;">CRÍTICO PARA LA CALIDAD (CTQ)</p> <p>1- C = Crítico. Aquel que no permite el uso adecuado del producto, que puede ser molesto o repulsivo para el consumidor.</p> <p>2- M = Mayor. Aquel que tiene grandes probabilidades de provocar una falla o reducir en forma drástica la utilidad del producto para el fin que se le destina.</p> <p>m = menor. Aquel que no tiene grandes probabilidades de reducir en forma drástica la posibilidad de uso para el fin que se le destina.</p>							

Hojas de trabajo estándar

Al igual que los planes de control, ya existía el documento para la mayoría de los procesos, pero faltaban seguirse desarrollando debido a la adquisición de equipos nuevos o clientes nuevos con procesos distintivos a los previos.

Había un total de 14 hojas de trabajo estándar dadas de alta.

UNIDAD/ÁREA: INSPECCIÓN PANDEO	PROCESO: ULTRASONIDO	Operación: INSPECCIÓN DE FRACTURAS	DOC.: xxxxxxxx FECHA: 05/08/2015 PÁGINA: 1 DE 1															
EQUIPO: KRAUTKRAMER		NÚMERO DE OPERADORES: 1																
<p style="text-align: center;">AYUDA VISUAL</p> 		<p style="text-align: center;">ACTIVIDADES PRINCIPALES</p> <p>No. S Utilizar el equipo de seguridad</p> <p>10 Conectar cable a cargador de la batería [Foto 1]</p> <p>20 Prender el equipo de ultrasonido [Foto 2]</p> <p>30 Medir la longitud de 3 piezas, la que resulte con la longitud mas grande será con la que se calibre el aparato para el ultrasonido [Foto 3]</p> <p>40 Poner gel en cualquiera de los extremos del rodillo y colocar el transductor para calibrar [Foto 4]</p> <p>50 Presionar el boton de AUTOCAL [Foto 5]</p> <p>60 Verificar en el display que "gate a start" esté en minúsculas, de lo contrario presionar el botón al lado hasta que esté en minúsculas y verificar que s-ref1 esté en 90.00mm y s-ref2 en 330.00mm [Foto 6]</p> <p>70 Ajustar con la perilla situada al costado del equipo la longitud obtenida en la medición de la pieza [Foto 7]</p> <p>80 Verificar en el display que "RECORD" tenga en la parte inferior S-REF1? [Foto 8]</p> <p>90 Pulsar el botón con la casa y volver a ajustar la longitud de la pieza con la perilla [Foto 9]</p> <p>100 Iniciar el ultrasonido</p> <p>110 Si en la parte izquierda de la gráfica hay picos o crestas, es indicador de que hay una fractura interna, los picos o crestas del lado derecho de la gráfica indican la longitud de la pieza (si hay fractura se hacen más pequeñas)[Foto 10]</p> <p>*Nota - No mover ninguna de los demás ajustes del equipo - Si las crestas no son muy visibles aumentar la carrera con la perilla del lado izquierdo</p> <table border="1" data-bbox="737 831 1456 993"> <thead> <tr> <th data-bbox="737 831 992 856">EQUIPO DE SEGURIDAD</th> <th data-bbox="992 831 1068 856">TIPO DE RIESGO</th> <th data-bbox="1068 831 1456 856">HERRAMIENTA Y/O EQUIPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="737 856 992 882">Gafas de Seguridad</td> <td data-bbox="992 856 1068 882" rowspan="4" style="text-align: center; background-color: #008000; color: white; font-weight: bold;">C</td> <td data-bbox="1068 856 1456 882"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="737 882 992 907">Guantes de látex</td> <td data-bbox="1068 882 1456 907"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="737 907 992 932">Tapones Auditivos</td> <td data-bbox="1068 907 1456 932"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="737 932 992 957">Zapato de seguridad</td> <td data-bbox="1068 932 1456 957"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="737 957 1068 993" style="text-align: center;">Parámetros</td> <td data-bbox="1068 957 1456 993"></td> </tr> </tbody> </table> <p>Elaboró: _____ Revisó: _____ Aprobó: _____</p>		EQUIPO DE SEGURIDAD	TIPO DE RIESGO	HERRAMIENTA Y/O EQUIPO	Gafas de Seguridad	C		Guantes de látex		Tapones Auditivos		Zapato de seguridad		Parámetros		
EQUIPO DE SEGURIDAD	TIPO DE RIESGO	HERRAMIENTA Y/O EQUIPO																
Gafas de Seguridad	C																	
Guantes de látex																		
Tapones Auditivos																		
Zapato de seguridad																		
Parámetros																		

Ayudas visuales

En este campo se carecía de ayudas visuales recientes y claras cerca de las máquinas y/o operaciones las cuales fueran propias a la operación. Las pocas que existían se encontraban desactualizadas y fuera de lugar.

En muchas de las operaciones no se contaba con información necesaria para que el operador estuviera al tanto del estado actual de la operación antes y después de su proceso. El personal operativo no estaba al tanto de los indicadores más importantes de desempeño de la planta tales como: días sin accidentes, % chatarra, eficiencia, piezas producidas, cumplimiento de TPM y proyectos Lean.

7 desperdicios

El uso de esta herramienta estaba bien implementada. Se cuenta con una metodología propia de la compañía llamada Sandvik Square, en la cual el objetivo es situarse en un punto fijo cerca del lugar de trabajo, que permita una visión del área de trabajo. Con base en las observaciones hechas se determinaba qué desperdicios eran los que afectaban el lugar de trabajo y donde no se habían realizado análisis de la afectación de los 7 desperdicios en las áreas productivas.



SANDVIK SQUARE

Si nos detenemos y observamos un proceso sin interrupción, podremos ver cosas increíbles

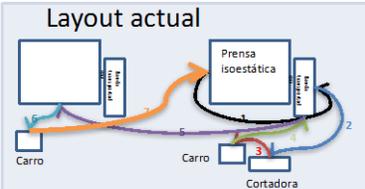
Fecha:	23/01/15	<h3>6 Pasos de observación</h3>	Área:	Prensado
Hora:	9:40		Máquina:	Isostática mult.

Paso 1. ¡Preséntate!
 Acércate con el operador y explícale lo que vas a realizar. Recuerda enfocar tus palabras al proceso. 🕒 5 min.

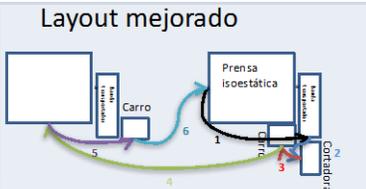
Nombre del Operador:	David
Supervisor del área:	Sergio García

Paso 2. Identifica el proceso
 Realiza un diagrama del proceso para identificar los pasos claves en él. 🕒 30 min.

Layout actual



Layout mejorado



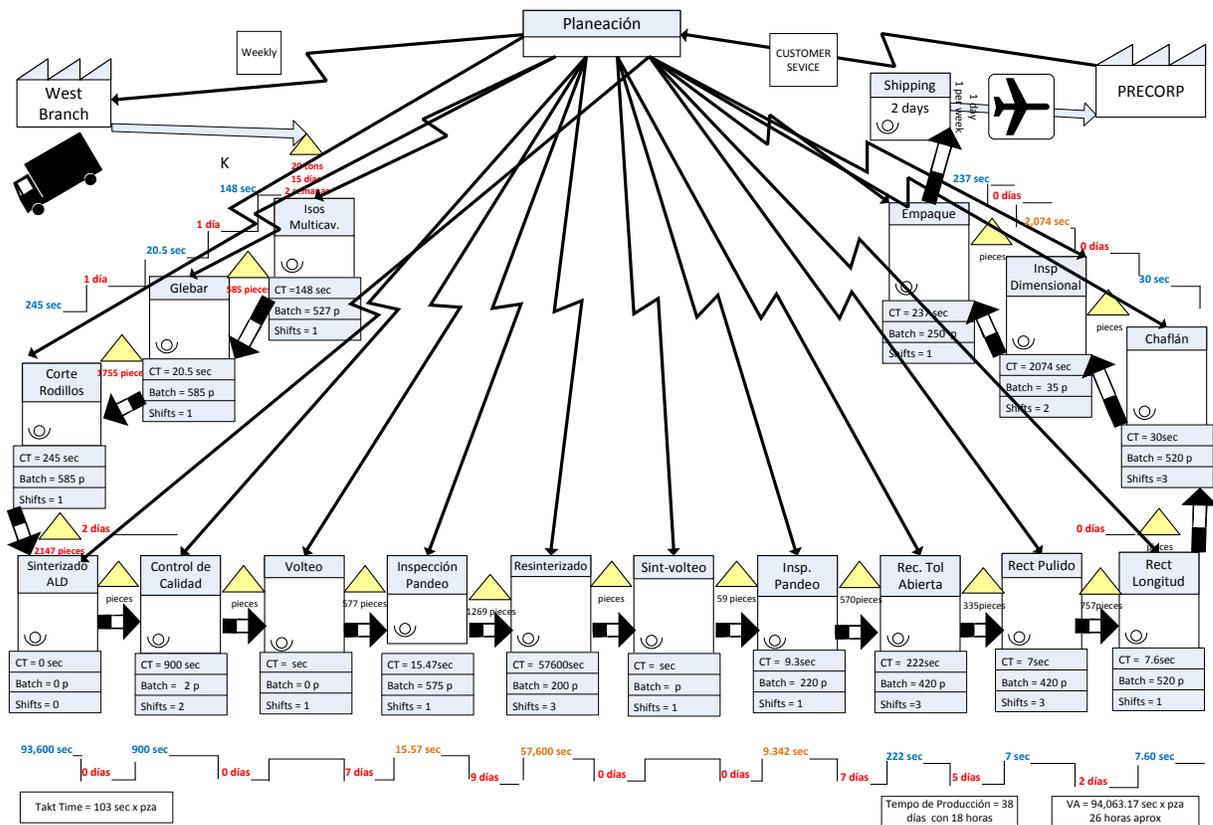
Paso 3. Identifica los desperdicios
 Identifica las oportunidades y/o problemas. Escribe dentro de cada categoría los ejemplos de los 7 desperdicios que pudiste observar dentro del proceso. 🕒 30 min.

<p>1. Sobreproducción</p>	<p>5. Sobre-procesamiento</p>
<p>2. Inventario</p>	<p>6. Espera</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espera a que la máquina termine de prensar
<p>3. Reparación / Rechazos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodillos rotos 	<p>7. Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> • El trayecto para ir por las charolas de grafito [1'30"'] [80.2m]
<p>4. Movimientos</p> <ul style="list-style-type: none"> • De la prensa a la cortadora [16"'] [8.6m] • Regresar la charola a la banda de la prensa [5"'] [8.6m] 	

VSM

El mapeo de procesos estaba limitado a un par de familias de productos. Se tenía conocimiento del *Lead Time*, *Total Manufacturing Time* y *Takt Time* que se necesitaba alcanzar para satisfacer la demanda del cliente. A pesar de esto no había mapeos de los productos *high runners*.

Mapeo de la producción de un lote de rodillos

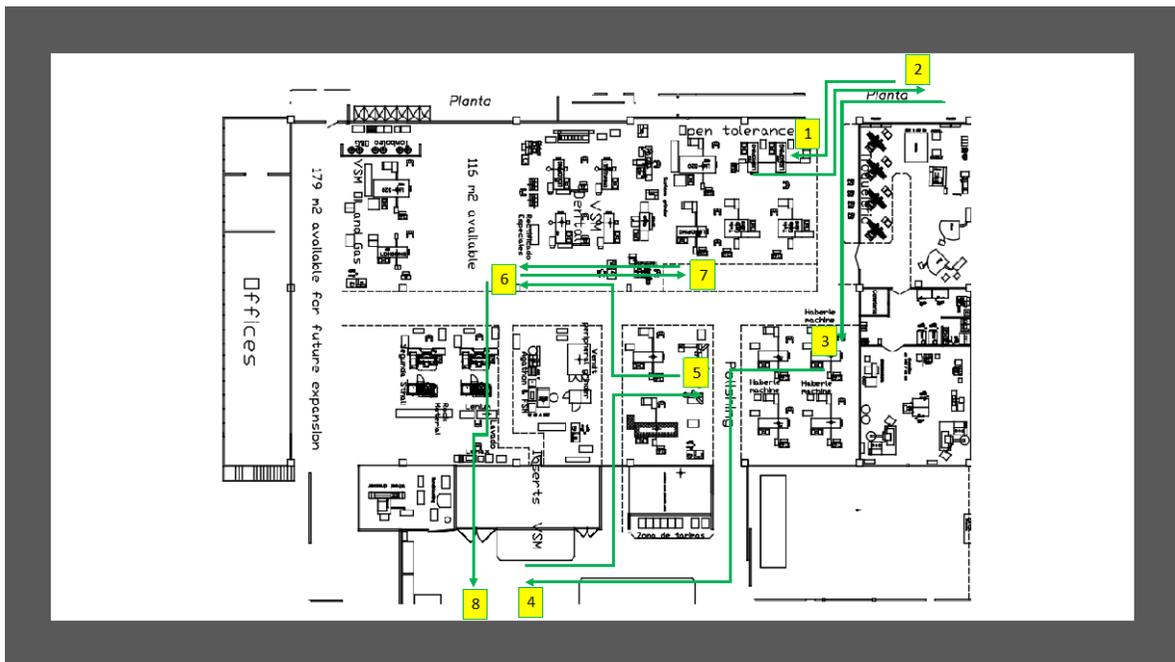


Layout (Distribución de planta)

Tipo de flujo y distribución

Como se puede apreciar en el diagrama de hilos, se carecía de flujo alguno de la producción. Había muchos desperdicios de movimiento y traslado durante la operación. Posterior a la expansión la ubicación de las maquinas carecía de sentido de flujo para las distintas familias de productos, por lo que el *Transporte*, *Tiempo de espera*, *Exceso de inventario* y *Movimientos innecesarios* eran un común denominador.

Hasta 301 metros era lo que se transportaba un lote de rodillos pulidos. Siendo este tipo de productos los atribuibles del 70% de la producción total de la planta. Misma razón por la que este fue mi proyecto principal. Además de falta de herramientas Lean aplicadas al flujo de los distintos pasos del proceso.



No.	Operación destino	Distancia [metros]
1	Rectificado tolerancia abierta	45
2	Inspección ultrasonido	45
3	Rectificado pulido	60
4	Rectificado longitud	34
5	Chaflán	27
6	Inspección dimensional	14
7	Inspección de rugosidad y redondez	22 (x2)
8	Empaque	32
	Total	301

Capítulo 4. Análisis y propuestas

5S's

Me tomé a la tarea de retomar las auditorias de 5S's en todos los departamentos, haciendo reportes quincenales sobre el avance de la planta. Cambié la estrategia de las auditorias, ahora las auditorias no son realizadas por el encargado de Lean Manufacturing sino por los dueños de área y además son cruzadas.

Esto quiere decir que el supervisor encargado del área de prensado tiene por tarea auditar el área de troquelería. Esta idea surge con la intención de crear empatía por las demás áreas y sobre todo evitar la "ceguera de taller", ya que ocasionalmente si las personas auditaban su área de trabajo solían creer que todo estaba en orden. De esta manera haciendo auditorias cruzadas, la otra persona llega con "ojos frescos" y pude sugerir mejoras importantes.

Además, se implementaron tarjetas 5S's para cada una de las 4 primeras S's, las cuales se colocan en el lugar exacto en donde se encontró la oportunidad de mejora, haciendo más visible las acciones que se deben tomar.

Planes de control

A pie de máquina se revisó cada uno de los planes de control, con el fin de analizar su funcionalidad con base en los requerimientos que los distintos clientes exigen. Como era de esperar se modificaron ciertas características críticas del producto y procesos, así como la frecuencia de captura de datos en el CEP.

Se analizó en qué familia de productos había problemas de calidad, ya fuera por un $CpK < 1.3$ o por problemas de atributos, con base en esto se realizaron los cambios en el plan de control. Para tener un mejor control de la producción se incrementó la frecuencia de captura de datos en el CEP. Además, se incrementó la importancia de ciertas variables de operación, que debido a su relevancia era mejor manejarlas como críticas.

Una propuesta inicial fue renovar los accesos directos en todos los equipos de cómputo al plan de control con la finalidad de facilitar el acceso a la información en las estaciones de trabajo aunado a colocarlo físicamente en la zona del proceso.

Hojas de trabajo estándar

Al igual que con los planes de control se realizó una evaluación de la condición de las hojas de proceso estándar para verificar que la información plasmada fuera útil y entendible para los operadores, de lo contrario no cumplían su función. Una buena práctica que se propuso fue abordar al personal nuevo o que no estaba relacionada con determinada área, entregarle la hoja de trabajo estándar y analizar si podía ejecutar las instrucciones de la hoja de trabajo estándar, en caso de no tener éxito, la hoja de trabajo estándar es sujeta a una actualización ya que no era lo suficientemente clara para el personal. Esto como regla básica de las herramientas de manufactura dentro de la cultura *Lean*.

Posterior a esto se realizó un análisis de qué operaciones eran críticas y no poseían un documento de trabajo estándar. Hecha la instrucción de trabajo se procede a capacitar al personal para la interpretación de esta ayuda y comprobar su entendimiento, para así asegurar que posteriormente habrá más personal capacitado para realizar estas operaciones críticas.

Es importante mencionar que las hojas de trabajo estándar no se limitan a operaciones de manufactura, también se incluyeron actividades de mantenimiento de máquinas y operaciones de inspección.

Ayudas visuales

Información relativa al proceso

Como punto de partida era importante analizar qué información tenían que tener presente cada una de las áreas de producción. Y como comunicar esa información a la planta de manera efectiva y completa.

El plan a seguir en cuanto a ayudas visuales, es que todas las máquinas y operaciones dentro de la planta tengan esta información a pie de máquina. El objetivo, es facilitar la información crítica para el proceso de manera mucho más sencilla al personal.

La información que se tiene publicada es la siguiente:

- Plan de control
- Hoja de trabajo estándar
- Códigos de chatarra
- Catálogo de defectos pasa – no pasa

Juntas TIER

Implementar las reuniones de TIER se vuelve un elemento integral de la gestión del trabajo diario, para mantener una cultura *Lean* en una organización. Cuando estas reuniones escalonadas y el proceso de responsabilidad diaria se combinan y con la estandarización, controles visuales & trabajo estándar, proporciona una base sólida para crear una cultura sustentable. Esto facilitará la transición para practicar Kaizen diariamente.

Sin embargo, la realidad es que estas reuniones escalonadas no son lo suficientemente efectivas. La eficacia de la reunión escalonada es en gran medida impulsada por el líder de la familia de productos. Cuando decimos, reuniones escalonadas, nos referimos a reuniones en múltiples niveles de jerarquía o liderazgo. Como sabemos, el Nivel 1 generalmente está compuesto por trabajadores directos y supervisores (o líderes de equipo). En el nivel 2, es el líder de la cadena de valor que dirige la reunión con los supervisores y los funcionarios de apoyo. En este nivel, estaremos cubriendo aspectos más amplios. En el Nivel 3, tenemos el Jefe de Planta que lidera la reunión a la que asisten los líderes del flujo de valor. Una vez más, el enfoque será mucho más amplio.

El propósito mismo de las reuniones con niveles es monitorear las métricas de desempeño del proceso en una junta.

Pizarrón electrónico de producción

Con base en el incremento de la demanda y la creación de células de trabajo, se está creando el concepto de que las células de trabajo son como pequeñas fábricas independientes dentro de la misma planta. Por lo que deben estar alertas e informadas de cuál es el desempeño de producción conforme el avance de la semana. Por esta razón se elaboraron pizarrones informativos de producción con la finalidad de reflejar si se está siguiendo el objetivo planteado semana a semana por el área de planeación.

A la vez esta herramienta visual, en caso de ir por debajo del objetivo nos da la habilidad de reaccionar a tiempo y cambiar la estrategia de producción. Es decir, ser flexibles, ser *Lean*.

VSM

Mapeo de la producción de un lote de rodillos

Teniendo en cuenta la importancia de esta herramienta para focalizar diversas áreas de oportunidad dentro de la cadena de valor. Se vuelve indispensable calendarizar estos ejercicios con el fin de tener constantemente monitoreado el flujo de proceso del material.

El siguiente paso es monitorear durante el mapeo, tiempos muertos en cada orden de trabajo, esto ayudara a tener un panorama más detallado de lo que esta pasado en planta y por qué las ordenes de trabajo pueden llegar a salir tarde e incumplir la fecha de entrega al cliente. Hoy en día también es posible empezar a ejecutar mapeos virtuales con los datos del ERP de la planta. Ejercicio que nos ofrecería una visión menos detallada de las razones por las que puede llegar a haber problemas en la planta, pero por otro lado se pueden monitorear el 100% de las ordenes de trabajo, hecho que ayudaría a crear diagramas de Pareto para poder determinar cuáles están siendo las causas principales y saber cuáles son las áreas de oportunidad a atacar.

Layout (Distribución de planta)

La propuesta se enfoca en encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. De forma más detallada, se podría decir que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.

Es evidente que, aunque los factores previamente mencionados puedan ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

- I. Unidad. Al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pertenecer a unidades distintas ligadas exclusivamente a la distribución en planta.
- II. Circulación mínima. El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
- III. Seguridad. La Seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
- IV. Flexibilidad. Se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción.

Tipo de flujo y distribución

Con base en la necesidad de reordenar la distribución de la planta con las bases anteriormente propuestas, el camino a tomar es crear **células de trabajo**.

El concepto de flujo se volvió en “U”. Esta nueva forma de tener el flujo de la producción nos permitirá maximizar los recursos, ya sean humanos, de materiales, de comunicación e información, entre otros.

Las células de trabajo tomarán un nuevo propósito ya que serán pequeñas áreas de producción dentro de la planta en donde puedan monitorear su carga de trabajo, chatarra, cumplimiento de los indicadores. Es muy importante señalar el notable incremento que se va a detonar de administración visual, tanto de índices de producción como servicios concernientes a la célula.

Como punto estelar en esta propuesta de arreglos por células de trabajo es la implementación del proceso de chaflán, calidad en la fuente para eliminar la inspección final y empaque al finalizar el proceso de rectificado - pulido. Estos tres procesos implementados dentro de la célula de trabajo van a contribuir a grandes ahorros de movimiento, tiempo y personal.

Véase en el diagrama de hilos la diferencia de distancias.



No.	Operación destino	Distancia [metros]
1	Rectificado tolerancia abierta	45
2	Inspección ultrasonido	34
3	Rectificado pulido	34
4	Chaflán	0
5	Inspección dimensional	0
6	Inspección de rugosidad y redondez	5 (x2)
7	Empaque	0
	Total	123

Capítulo 5. Estado final, resultados

5S's

El estado final ideal (5^{ta} S - disciplina) aún no ha sido alcanzado, pero ha habido un avance en la aplicación de la metodología. Ha resultado difícil impregnar la disciplina en la gente, y la de la importancia de las 5S's. Las auditorias nos permiten darle el seguimiento adecuado, pero ocasionalmente por falta de tiempo no se cierran las actividades de las áreas de mejora.

Con base en la puntuación obtenida por las auditorias, este es el desempeño de la planta.

Puntuación promedio de la planta:



Beneficios:

Operador (salario promedio por hora)	Tiempo perdido al día buscando (promedio)
\$55.6 MXN	3 minutos por turno

Tasa diaria	Tasa mensual	Tasa anual
\$2.78 MXN *	\$2.78 x 26 días = \$72.28 MXN	\$72.28 x 12 meses = \$867.36 MXN
*[3 minutos al día = \$2.78 MXN]		

Personal total de planta

166 personas x \$867.36 = \$143,981 MXN

Ayudas visuales

El resultado de esta implementación se puede validar al percatarse de cómo el personal operativo está más relacionado con la producción. Esto incluye desde indicadores de producción, chatarra, eficiencia y documentos informativos a la operación. Se torna a un ambiente de concientización en el área de trabajo, que es la necesaria para resolver problemas de una manera más sistemática y documentada.

Cuando la gente está bien comunicada con la estrategia que se está tomando y se les hace participe de ella y además se les dan las herramientas para volverse más independientes, el entorno de trabajo tiene un cambio de mentalidad. Ahora las personas son más autónomas y líderes. Uno de los puntos más importantes es que las personas dueñas de los procesos son más susceptibles a compartir experiencias y conocimientos a supervisores y compañeros.

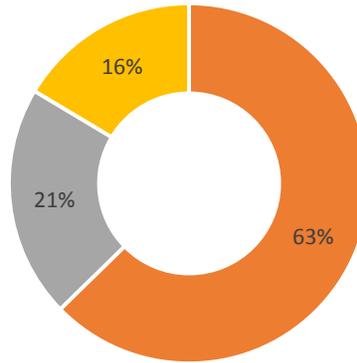
Para los planes de control y las hojas de trabajo estándar el resultado es asequible en el control de calidad de la producción. Ahora hay un mejor conocimiento de la operación y sus variables críticas a controlar. El hecho de que el personal operativo tenga físicamente y digitalmente esta herramienta conlleva a la cultura *Kaizen*, ya que los ambos documentos tienen que ser constantemente actualizados.

Planes de control & Hojas de trabajo estándar



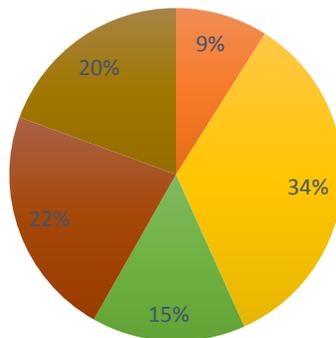
Hojas de trabajo estándar

■ Funcionales (42) ■ Actualizados (14) ■ Nuevos (11)

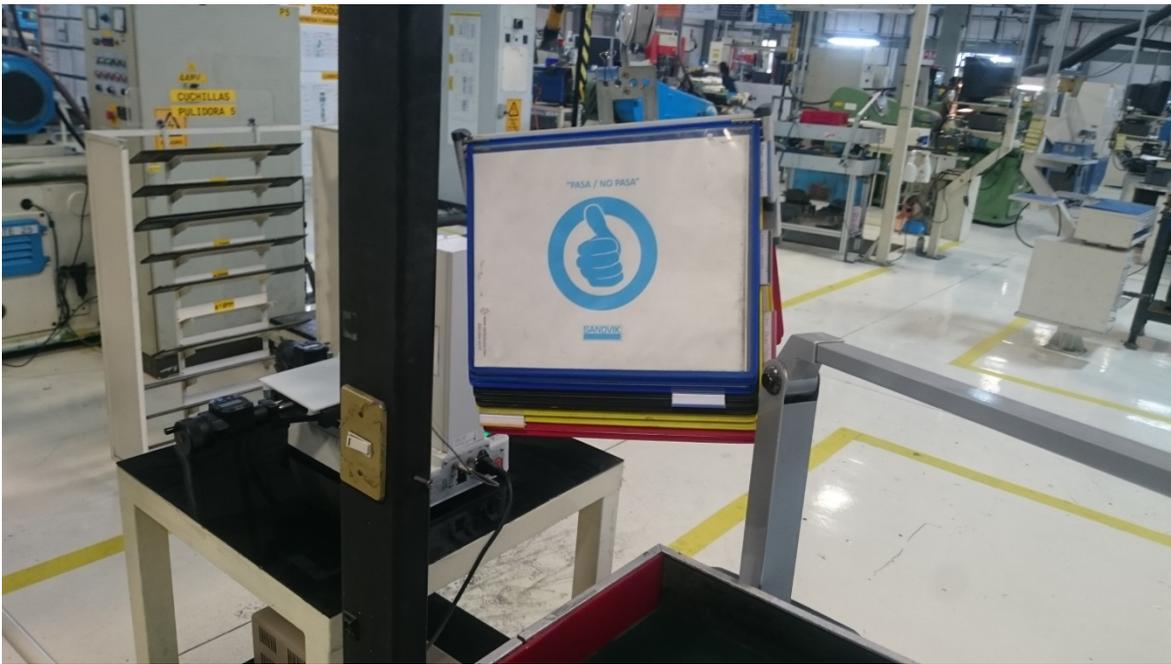


Hojas de trabajo estándar por área

■ Control de calidad: 6 ■ Rectificado: 23 ■ Troquelaría: 10
■ Prensado: 15 ■ Mantenimiento: 13



Información relativa al proceso



Contenido:

- Plan de control
- Hoja de trabajo estándar de set up
- Hoja de trabajo estándar de máquina de chaflanes
- Hoja de trabajo estándar de operación
- Códigos de chatarra
- Alertas de calidad (pasa – no pasa)

Alertas visuales para apegarse al plan de control, frecuencia de captura y ejecución del TPM:



Juntas TIER

ADMINISTRACIÓN VISUAL

CONTENIDO DE LA JUNTA

- seguridad
- Producción
- Calidad
- Eficiencia
- Lean manufacturing

JUNTA TIER I



Pizarrón electrónico de producción



Layout (Distribución de planta)

Alcances obtenidos en la célula 1:

- Kanban: Metodología Kanban para el flujo de material dentro de la célula.
- Autocalidad: Se elimina el último proceso de inspección. Se libera con CpK.
- Proceso de rectificado chaflán: La máquina de rectificado chaflán opera al mismo tiempo que la pulidora y alimenta la misma.
- Proceso de empaque: Se empaquetan piezas para mandarse directo a almacén.

CÉLULAS LEAN

ANTES



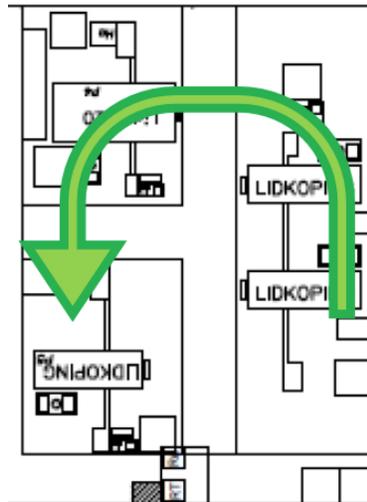
DESPUES



7



Tipo de flujo



Ahorros:

Salario Operador (inspector de calidad y chaflán)	Operación (Chaflán)	Mensual	Anual
\$12,000 MXN*	\$230,000 MXN	\$242,000 MXN	\$2,904,000 MXN

Estos datos se obtienen de la eliminación del proceso de chaflán en otro centro de trabajo y del proceso de inspección dimensional posterior al rectificado pulido.

Salario Operador (empacador)	Operación (No agrega valor)	Mensual	Anual
\$7,000 MXN*	\$0 MXN	\$7,000 MXN	\$84,000 MXN

Estos datos se obtienen de la eliminación del proceso de empaque que hacía esa misma área, ya que las piezas ya llegan empacadas al área de calidad.

**No se contabilizaron las prestaciones de ley ni PTU para esta estimación.*

Ahorros totales por la implementación de la célula de trabajo anuales
\$2,988,000 MXN

Conclusiones

En la primera etapa de esta experiencia profesional, comencé viendo la cultura *Lean* y sus herramientas como algo muy sencillo de hacer, pero con el paso del tiempo y la experiencia adquirida me di cuenta de dos cosas. Primero, sembrar y contagiar un ambiente de trabajo con cultura *Lean* es más complejo de lo que imaginé y segundo, la correcta ejecución de las herramientas *Lean* puede llegar a ser la clave entre tener éxito o nunca dar un paso hacia el progreso.

Tomando el primer punto, es esencial hacer que las personas vean en la cultura de *Lean manufacturing* una puerta hacia la simplicidad en la resolución de problemas, una herramienta que con su uso te da a cambio facilitarte el trabajo del día a día, a su vez te permite ser más eficiente, hacer más con menos, pensamiento obligatorio de un ingeniero industrial. Es de esperarse ver un reflejo de la vida cotidiana fuera del trabajo a la hora de querer hacer cosas diferentes, la negación de las personas al pedirles un extra de esfuerzo o ampliar su visión para romper estándares y salir de la zona de confort es muy común.

Parte fundamental de mi trabajo es lograr cambiar la mentalidad de la gente, demostrándole la utilidad de lo que uno como ingeniero está queriendo cambiar, para esto, es básico lograr que las personas tengan confianza en ti, de lo contrario va a resultar muy difícil cambiar la visión de todo el equipo. También es importante resaltar lo valioso que resulta el ser un líder y trabajar con líderes.

Para lograr una cultura *Lean*, es crítico trabajar como un líder y crear más líderes. De esta manera las personas se irán contagiando unas a otras. En cambio, si un jefe tiene en mente trabajar solo y dejar a la gente a un lado será mucho más complejo alcanzar metas.

Las herramientas *Lean* pueden llegar a ser tan útiles como uno desee, si bien, pareciera que son cosas demasiado simples como unas 5S's o un diagrama de Ishikawa, la ventaja competitiva que se puede obtener de ellas es de grandes magnitudes.

Analizando los cambios hechos en el layout, es sencillo ver como un simple concepto como el de flujo en U, calidad en la fuente, 5S's, entre otras, puede representar un cambio de gran impacto en la producción sin dejar de lado las condiciones de trabajo más simples y seguras para las personas. La información clara y directa cambia por completo la manera en la que las personas pueden enfocarse en su trabajo y sus metas. Se ha logrado el objetivo, pero aún hay que replicarlo en toda la planta.

Me resulta imprescindible mencionar que todo este trabajo se ha hecho gracias al esfuerzo de muchas personas que trabajan en Sandvik persiguiendo las mismas metas y objetivos y sin su apoyo no habríamos logrado los objetivos alcanzados hasta el momento. Mismas personas con las que se crearon relaciones personales que facilitaron el desarrollo de sus habilidades.

Por último, es importante hacer énfasis en que todo este trabajo tiene un propósito muy importante, crear y mejorar la cultura de la sociedad mexicana, cambiando los paradigmas hacia una visión diferente de la manufactura y eficiencia mexicana, poniendo el nombre de México como referencia en el mundo de la manufactura de alta calidad. Agradezco a la Facultad de Ingeniería de la UNAM, por la formación otorgada, siendo pieza fundamental en la contribución de mi desarrollo.

Referencias

Material provisto en el Diplomado de manufactura esbelta de la División De Educación Continua de la UNAM.

<http://leanmanufacturingtools.org>

Bibliografía

Mann, David: *Creating a Lean Culture, Tools to sustain lean conversions*. USA. CRC Press. 2005

Freivalds, Andris; Benjamin W., Niebel: *Ingeniería industrial de Niebel, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 13ª Edición. 2014.

Gran, Steve; Martichenko, Robert; Miller, Walt; Pearce, Roger: *People, A leader's day to day guide to building, managing and sustain lean organizations*. USA. LeanCor. 2012