



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN**

**MODELO PARA MEJORAR SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
Y SERVICIO**

MSPS

MANUAL

Por: Kleber Barcia Villacreses
Profesor de Producción Esbelta
Carrera de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial
FIMP - ESPOL

Octubre 2012

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Presentación: Metodología para identificar y eliminar desperdicios en los procesos de producción..... | 3 |
| Pasos Básicos..... | 3 |
| División de los pasos..... | 5 |
| Paso 1: Definición de los problemas del proceso..... | 6 |
| Paso 1-1: Captar información del Gerente de la empresa y del Supervisor de Producción..... | 6 |
| Paso 1-2: Realizar medidas de referencia..... | 7 |
| Paso 1-3: Identificar los problemas del proceso..... | 9 |
| Paso 1-4: Priorizar y seleccionar los problemas..... | 11 |
| Paso 2: Identificación de desperdicios..... | 13 |
| Paso 2-1: Preparar la entrevista..... | 13 |
| Paso 2-2: Entrevistar a los empleados del área de producción..... | 16 |
| Paso 2-3: Analizar los datos..... | 17 |
| Paso 2-4: Interpretar los resultados y clasificar los desperdicios..... | 20 |
| Paso 3: Eliminación de desperdicios..... | 26 |
| Paso 3-1: Planear la eliminación de desperdicios..... | 26 |
| Paso 3-2: Comunicar el plan..... | 29 |
| Paso 3-3: Implementar el plan..... | 30 |
| Paso 4: Medición y evaluación de las mejoras..... | 35 |
| Paso 4-1: Realizar medidas después de las mejoras..... | 35 |
| Paso 4-2: Comparar las mediciones realizadas..... | 36 |
| Paso 4-3: Comunicar los resultados..... | 37 |
| Formas e instrumentos usados en la metodología..... | 39 |
| Bibliografía..... | 47 |
| Nota Biográfica..... | 48 |

PRESENTACIÓN: METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y ELIMINAR DESPERDICIOS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

El propósito de este libro guía es desarrollar un modelo de implementación para la metodología que identifica y elimina desperdicios en los procesos de producción. Este es un manual de consulta para ingenieros industriales, presidentes de empresas, jefes de producción, y facilitadores quienes tienen la tarea de mejorar los procesos de producción en las empresas. Este libro guía incluye una serie de herramientas formales que ayudan a la implementación de la metodología. Este libro guía no es una estricta prescripción de actividades que el profesional debe usar, por el contrario, sugiere una secuencia de actividades que pueden ser modificadas de acuerdo a las necesidades de los procesos que se quieren mejorar.

Cuando se hace una reducción o eliminación de desperdicios para mejorar los procesos productivos, el experto necesita observar los siguientes puntos importantes:

- Entender la variedad de procesos productivos que existen en la industria manufacturera.
- Observar los procesos de producción y entender todas las causas de posibles problemas.
- Establecer hipótesis a cerca de las causas de los problemas y definir políticas de mejoramiento.
- Implementar mejoramiento continuo.

PASOS BÁSICOS

La Figura 1 muestra los cuatro pasos para identificar y eliminar desperdicios en procesos de producción en las empresas. La siguiente es una descripción general de estos pasos.

Paso 1: Definición de los problemas del proceso. El experto, quien trabajará para resolver el problema de proceso y el jefe de producción discuten los problemas del proceso de producción e identifican los tipos de problemas. Se realizan mediciones para cuantificar la situación actual del proceso y se definen las expectativas para a condición futura. Los problemas a ser minimizados o eliminado son seleccionados y priorizados.

Paso 2: Identificación de desperdicios. Este paso involucra el entendimiento del proceso(s) a ser mejorado(s). Esto es un requisito para prepararse para una entrevista con las personas que trabajan

en el proceso. Los datos obtenidos después de la entrevista, son organizados y analizados. Los resultados de la entrevista son interpretados y clasificados para identificar la presencia de desperdicios en el proceso.

Paso 3: Eliminación de desperdicios. El Jefe de Producción y el experto desarrollan un plan para eliminar los desperdicios identificados Este plan es comunicado a los trabajadores de planta. El experto selecciona las técnicas esbeltas que van a ser enseñadas a los trabajadores. Estas técnicas serán las que se utilizarán para eliminar los desperdicios en el proceso. Todos participan en la implementación del plan.

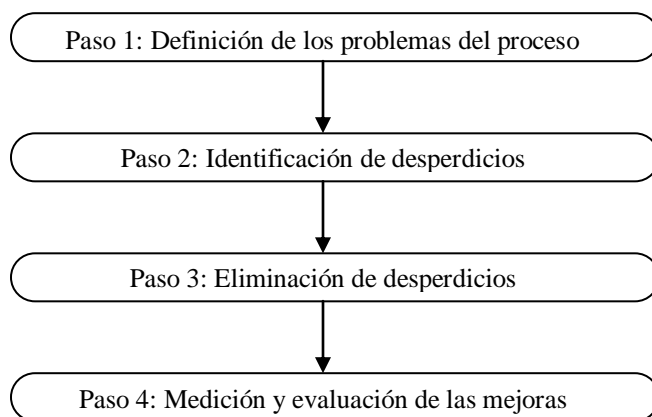


Figura 1 Pasos Básicos para Identificar y Eliminar Desperdicios en Procesos Productivos

Paso 4: Medición y evaluación de las mejoras. Se realizan mediciones después de la implementación del plan de eliminación para conocer si las metas propuestas fueron alcanzadas. Las mediciones realizadas antes de la implementación del plan de eliminación y las mediciones realizadas después de la implementación son comparadas y los resultados son comunicados al Presidente de la empresa. Este paso genera una retroalimentación que ayuda a decidir si el proceso de producción tiene que ser mejorado nuevamente.

DIVISIÓN DE LOS PASOS

La Figura 2 muestra la división de los cuatro pasos de la metodología.

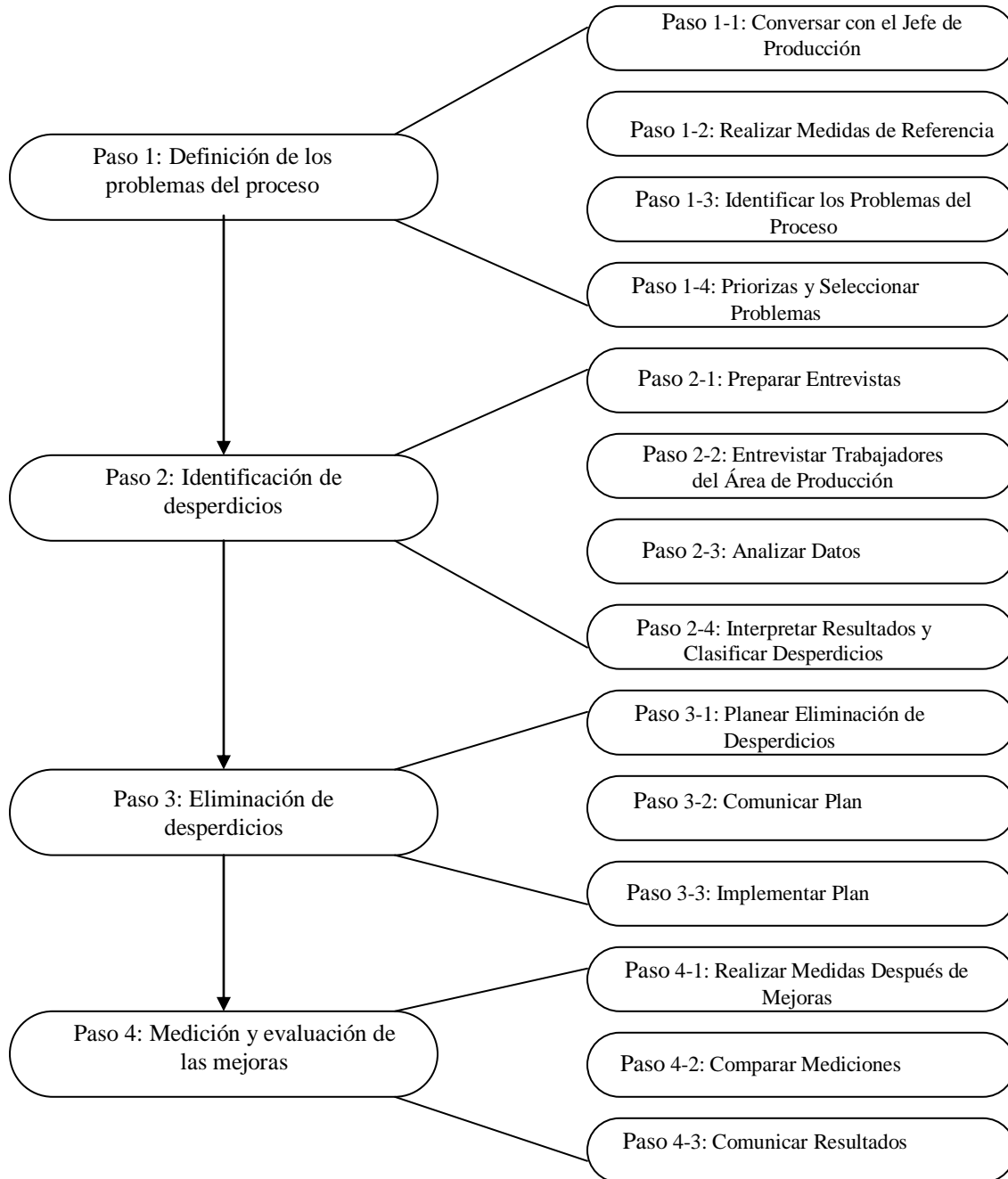
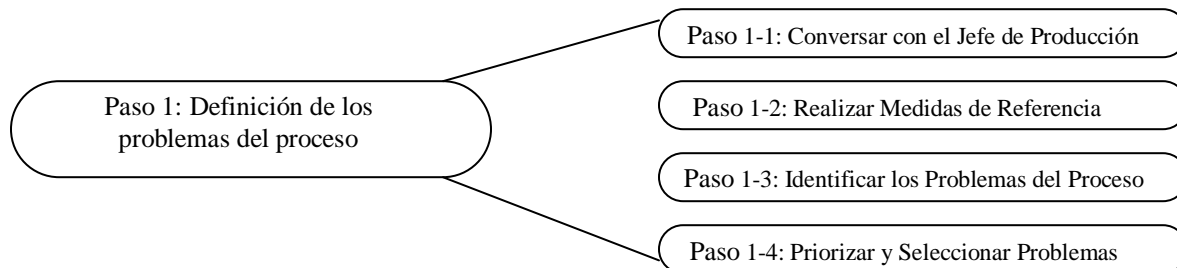


Figura 2 Pasos para Identificar y Eliminar Desperdicios en los Procesos. (Pasos Básicos y Segundo Nivel)

PASO 1: DEFINICIÓN DE LOS PROBLEMAS DEL PROCESO



PASO 1-1: CONVERSAR CON EL JEFE DE PRODUCCIÓN

El propósito es captar información del jefe de producción o supervisor de producción sobre los procesos de producción en planta. La información ayudará a identificar los problemas existentes en estos procesos. Durante la reunión usted debe usar un grupo de preguntas y debe tomar nota de los datos importantes que da a conocer le jefe de producción. La última sección de este manual contiene un grupo de preguntas que pueden ser usadas en esta reunión. Algunos ejemplos son:

- ¿Cómo es el proceso de producción?
- ¿Quién toma las decisiones en los procesos de producción?
- ¿Existe intercambio de comunicación en el ambiente de producción?

Para que la reunión sea efectiva entre el experto y el jefe de producción, deben seguirse estos cinco lineamientos (Marca y McGrowan 1988):

- Iniciar la reunión
- Hacer las preguntas
- Validar las respuestas
- Tomar notas
- Finalizar la reunión

Lo más importante es iniciar la reunión en forma apropiada y mantener el flujo de información desde el jefe de producción hacia usted, no a la inversa. Limite la reunión a una hora o menos. El flujo de información disminuirá notablemente después de una hora de reunión (Marca y McGrowan 1988).

Iniciar la Reunión

Cuando usted inicia la reunión, tómese su tiempo y hágalo pausadamente, asegúrese de presentarse y definir el objetivo de la reunión. Esto ayudará a evitar mal entendidos o desviar la comunicación a temas irrelevantes. Después de considerar estos puntos inicie el flujo de información proponiendo la primera pregunta (Marca y McGrowan 1988).

Hacer las Preguntas

Antes de la primera pregunta, recuerde que ésta establece el escenario para el resto de la reunión, por esta razón la primera pregunta debe ser motivadora. Una vez que la interacción quede establecida entre usted y el jefe de producción, trate de mantener el flujo de información haciendo las preguntas continuamente (Marca y McGrowan 1988).

Validar las Respuestas

Valide las respuestas de sus preguntas. Por ejemplo, existen algunas preguntas que pueden ayudar a validar la información:

- ¿Puede darme un ejemplo?
- ¿Existen excepciones para esta regla?
- ¿Puede darme algunas cifras que soporten lo que usted dice?

Tomar Notas

Toda la información dada por jefe de producción debe ser recolectada tomando notas y/o usando diagramas o bosquejos. Usted podrá obtener el máximo de la reunión si el jefe de producción se siente libre de decir lo que él o ella quiera y no lo que a usted le gustaría escuchar (Marca y McGrowan 1988).

Finalizar la Reunión

Finalice la reunión en una forma suave, no abruptamente. Resuma los puntos principales y revise sus notas y datos. Programe otra reunión si requiere mayor información que la obtenida hasta el momento.

PASO 1-2: REALIZAR MEDIDAS DE REFERENCIA

Una vez que la información del proceso de producción ha sido recogida, es necesario realizar otro grupo de preguntas para conocer la situación actual de la eficiencia, eficacia, rapidez y calidad de los procesos a mejorar (SBDC y TMAC 2002). No debe tomarse ninguna decisión de cambio de un proceso existente sin antes tener un claro entendimiento del porqué del cambio. Esta es la razón del porque es

necesario realizar medidas de referencia antes de cualquier intento de identificar y eliminar desperdicios en los procesos de producción que permitan mejorarlos.

Las siguientes son las preguntas que se deben hacer para conocer la situación actual de los procesos a ser mejorados:

1. ¿Cuántos productos terminados por día de trabajo son procesados completamente en la línea de producción?
2. ¿Cuál es el tiempo promedio para procesar un producto terminado?
3. ¿Cuántos productos quedan en la línea de proceso después de un día de trabajo?
4. ¿Cuántos productos por día son procesados incorrectamente?

Medición de la Producción

La pregunta 1 mide la producción del proceso. Por ejemplo, número de teléfonos producidos por día; número sillas producidas por día.

Medición del Tiempo del Ciclo de Producción

La pregunta 2 mide el tiempo del ciclo del proceso de un producto terminado. Por ejemplo, el tiempo desde que la materia prima entra en el proceso de fabricación de una silla hasta que la silla terminada este lista para ser entregada al centro de distribución o al consumidor final.

Medición del Trabajo en Proceso

La pregunta 3 mide la cantidad de trabajo que queda en el proceso. Por ejemplo, el número de sillas semi-terminadas que están en proceso de producción pero que al final del día de trabajo no están listas para ser entregadas a los centros de distribución o al consumidor final.

Medición de Calidad

La pregunta 4 mide la calidad de proceso. Por ejemplo, número de sillas con problemas de ensamble por día de trabajo.

Una vez que todos los datos han sido recogidos El jefe de producción y usted establecen las expectativas para la condición futura del proceso de producción a ser mejorado. La Tabla 1 es un ejemplo de un proceso de producción de sillas de oficina en una industria. La información existente en la Tabla 1 será usada posteriormente para hacer una comparación entre la condición actual y la condición futura después de implantar el plan de eliminación de desperdicios en el proceso de producción. La última sección de este manual contiene una tabla vacía de medidas y expectativa e impacto.

PASO 1-3: IDENTIFICAR LOS PROBLEMAS DEL PROCESO

Los problemas en los procesos de producción son condiciones o conjuntos de circunstancias que un experto o un grupo de trabajadores de planta consideran que deben ser cambiados. Existen cinco categorías de problemas (SBDC y TMAC 2002). La primera categoría ocurre cuando el proceso no está definido. Es prácticamente imposible tener una idea clara de mejoras específicas o cambios. La segunda categoría de problemas ocurre cuando el proceso está definido para un propósito específico, pero no es confiable. Este proceso no produce los resultados deseados en una manera consistente. La tercera categoría es cuando el proceso produce consistentemente el mismo resultado; sin embargo este resultado no es el deseado. La cuarta categoría de problemas es cuando el proceso cumple consistentemente con los resultados deseados, pero algo ha ocurrido y no estamos alcanzando las expectativas. La última categoría de problemas ocurre cuando todo se realiza de acuerdo a las normas de producción pero el proceso aún busca cambios para mejorar.

Para el propósito de este manual, los problemas en los procesos de producción son clasificados de la siguiente manera:

- Problemas de Cultura
- Problemas de Proceso
- Problemas de Tecnología

Una vez que usted ha finalizado la reunión con el jefe de producción y ha realizado las medidas de las condiciones actuales, empiece a identificar los posibles problemas en el proceso de producción de la compañía. Revise sus datos y notas e identifique y clasifique los problemas.

| Medidas | Actual | Expectativas | Futuro |
|--------------------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| Producción | 8 Sillas/Día | Incrementar 200 % | |
| Tiempo de Ciclo | 0.8 hrs./Silla | Reducir 70 % | |
| Trabajo en Proceso | 48 Silla en 1 Día | Reducir 80 % | |
| Calidad | 3 Sillas/Día son rechazadas | Reducir 100 % | |

Tabla 1 Ejemplo de Medidas y Expectativas

Identificación de Problemas de Cultura

Un problema de cultura es un problema en cualquiera de las categorías antes mencionadas que hace ineficiente el uso de las actitudes, valores, creencias, expectativas y costumbres de los trabajadores del proceso.

Identificación de Problemas de Proceso

Un problema de proceso es un problema en cualquiera de las categorías antes mencionadas aplicado al proceso de producción.

Identificación de los Problemas de Tecnología

Un problema de tecnología es un problema en cualquiera de las categorías antes mencionadas que se manifiesta en la aplicación inapropiada de conocimientos para lograr una tarea asignada.

Por ejemplo, la Tabla 2 muestra una columna con la lista de respuestas obtenidas de la reunión entre el experto y el jefe de producción y otra columna con la clasificación de los problemas. La última sección de este manual contiene un formato vacío de esta tabla.

| Respuestas del Jefe de Producción | Clasificación de los Problemas |
|---|---|
| <i>El proceso es muy lento. Toma mucho tiempo en ensamblar partes</i> | <i>Problema de proceso / Problema de cultura</i> |
| <i>Tenemos muchos productos terminados defectuosos</i> | <i>Problema de tecnología / Problema de cultura</i> |
| <i>Las partes no se mueven rápido</i> | <i>Problema de proceso</i> |
| <i>Excesivo inventario de productos semi-elaborados</i> | <i>Problema de tecnología / Problema de cultura</i> |
| <i>El proceso es muy largo</i> | <i>Problema de proceso</i> |
| <i>Mala supervisión</i> | <i>Problema de cultura</i> |
| <i>El gerente es el único que toma las decisiones</i> | <i>Problema de cultura</i> |

Tabla 2 Ejemplos de Clasificación de Problemas en un Proceso de Producción

PASO 1-4: PRIORIZAR Y SELECCIONAR LOS PROBLEMAS

Los problemas seleccionados deben ser los problemas más críticos en el ambiente de trabajo. Estos van a ser minimizados o eliminados. Los pasos a seguir para la selección son:

1. Ordenar los problemas de cultura, de proceso y de tecnología de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia, desde alta frecuencia hasta baja frecuencia.
2. Considerar la existencia de un problema si este ocurre por lo menos una vez.

Los problemas que tienen una alta prioridad son problemas de alta frecuencia. La prioridad de los problemas se basa en el siguiente criterio:

1. Son problemas de alta frecuencia los que existen igual o más del 50% del total de los problemas existentes en el proceso.

Por ejemplo, usando la información de la Tabla 2 usted puede ordenar los problemas del proceso. Los problemas de cultura se repiten cuatro veces. Estos problemas tienen la frecuencia más alta. Los problemas de proceso se repiten tres veces y los problemas de tecnología se repiten dos veces. Los tres tipos de problemas existen al menos una vez, entonces, los tres tipos de problemas van a ser considerados para un futuro análisis. Vea la Tabla 3.

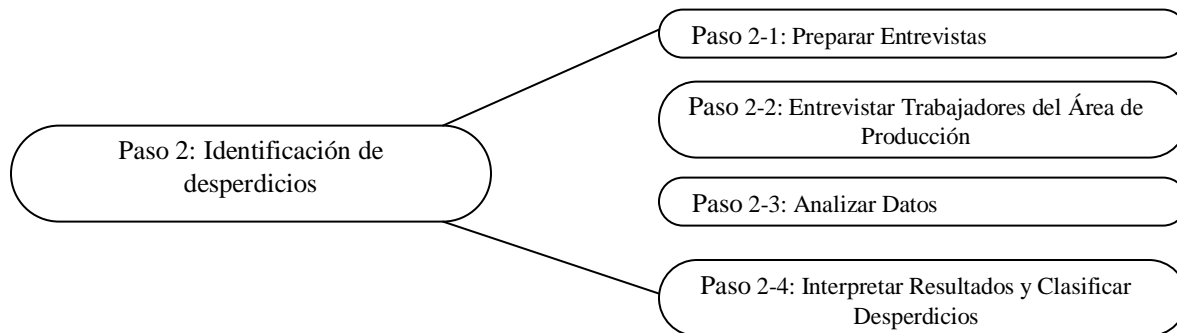
Priorizar los problemas de un proceso de producción también es importante. Los problemas con alta frecuencia tienen que ser considerados de prioridad 1 en el momento en que se entrevisten a los trabajadores de planta. En el ejemplo de la Tabla 3 vemos que los problemas de cultura y los problemas de proceso tienen prioridad 1 sobre los problemas de tecnología. Es claro que los tres tipos de problemas van a ser considerados para futuros análisis y no solamente los de alta prioridad.

| Clasificación de Problemas | Frecuencia |
|-----------------------------------|-------------------|
| Problemas de Cultura | 5 |
| Problemas de Proceso | 3 |
| Problemas de Tecnología | 2 |

Tabla 3 Ejemplo de Frecuencia de Ocurrencia de Problemas de Proceso

En general, si los problemas de cultura, de proceso y de tecnología existen en un proceso de producción, todos serán considerados para futuros análisis y no solamente los de alta prioridad.

PASO 2: IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS



PASO 2-1: PREPARAR LA ENTREVISTA

La preparación de la entrevista es una parte crítica de la metodología, sobre todo cuando se tiene una sola oportunidad de hablar con los trabajadores del proceso de producción que se va a mejorar (Marca y McGrowan 1988). Para lograr una buena entrevista, para optimizar el tiempo y para mantener un buen flujo de información, usted tiene que:

- Observar el proceso a ser mejorado
- Seleccionar las preguntas a usar en la entrevista
- Seleccionar a los participantes de la entrevista
- Hacer una cita
- Establecer una agenda para la entrevista

Observar el proceso a ser mejorado

Observar el proceso a ser mejorado es una buena estrategia para adquirir conocimientos sobre el proceso. A través de la observación y posible participación usted puede ganar un primer conocimiento paso a paso de las operaciones del proceso. Esta actividad le da la oportunidad de validar los problemas seleccionados en el Paso 1-4.

Cuando usted observe el proceso va a tener la oportunidad de hacerse preguntas que nunca se las haría antes de esta observación. Este tipo de preguntas solo aparecen cuando usted observa y conversa con los operarios del proceso.

Seleccionar las preguntas a usar en la entrevista

El uso de un grupo de preguntas en la entrevista es importante porque ayudan a obtener diferente información de una manera rápida acerca de las actividades de la parte de un proceso en particular. Este manual presenta tres grupos de preguntas en un instrumento de entrevistas en la última sección.

El instrumento de entrevista es un documento compuesto de preguntas seleccionadas que ayudaran a mantener el flujo de la información desde el jefe de producción hacia usted. Las preguntas en el grupo uno pretenden averiguar las causas de los problemas de cultura en el proceso de producción. Las preguntas del grupo dos pretenden averiguar las causas de los problemas de proceso. Las preguntas del grupo tres pretenden averiguar las causas de los problemas de tecnología en el proceso de producción. Usted puede aumentar o quitar preguntas del instrumento de entrevistas. La Tabla 4 es un ejemplo de uno de los tres grupos de preguntas que componen el instrumento de entrevista. La última sección de este manual tiene un instrumento de entrevista completo.

Seleccionar a los participantes de la entrevista

Para la entrevista, usted primero tiene que localizar la mayor fuente de información del proceso de producción. Los trabajadores de planta son la fuente de información. Entre ellos esta la mayor fuente porque ellos están familiarizados con los aspectos no documentados del proceso. Más importante aun es que ellos conocen muchas actividades que son difíciles de detectar y que solo se las puede conocer mediante la entrevista a estos trabajadores (Marca y McGowan 1988).

Hacer una cita

Después de seleccionar a las personas que deben ser entrevistadas, haga una cita lo más pronto posible considerando el horario de trabajo de los empleados a ser entrevistados. Establezca el objetivo de la entrevista y limite la discusión a una hora o menos. Si usted cree que necesita hacer mas preguntas, prepare otra cita de máximo una hora.

Establecer una agenda para la entrevista

Establezca una agenda inmediatamente después de la cita. En la agenda identifique los problemas que son prioritarios y prepare las preguntas en el instrumento de entrevista.

INSTRUMENTO DE ENTREVISTA

CULTURA

- | | | | | |
|--|---|---------|---------------|---------|
| 1 | ¿Existe comunicación entre el personal de planta en el proceso de producción? | Pobre | Satisfactorio | Bueno |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 2 | ¿Que efectivo es el flujo de información entre el jefe de producción y los trabajadores? | Pobre | Satisfactorio | Bueno |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 3 | ¿Esta a tiempo la información y decisión en el proceso? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 4 | ¿Son las decisiones basadas en datos reales? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 5 | ¿están ustedes supervisados muy de cerca y/o tienen ordenes exactas para hacer el trabajo en el proceso de producción? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 6 | ¿Que tan envuelto esta usted en las decisiones que se deben tomar en el proceso? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 7 | ¿Con que frecuencia sus habilidades no son utilizadas? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 8 | ¿Tienen los trabajadores de planta entrenamiento cruzado? | Ninguno | Algunos | Todos |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 9 | ¿Tienen todos los trabajadores las correctas habilidades y el nivel educacional para realizar las actividades requeridas? | Ninguno | Algunos | Todos |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |
| 10 | ¿Con que frecuencia usted no tiene partes disponibles para realizar un trabajo continuo en el proceso? | Siempre | A veces | Nunca |
| <hr style="border: 0.5px solid black;"/> | | | | |

Tabla 4 Ejemplo de Instrumento de Entrevista

PASO 2-2: ENTREVISTAR A LOS EMPLEADOS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Este paso es muy similar al Paso 1-1. El propósito de esta actividad es recoger información acerca del proceso de producción de los trabajadores de la compañía. La información le ayudará a identificar las causas de desperdicios que existen en los procesos.

Durante la entrevista usted usará las preguntas que se encuentran en el instrumento de entrevista y recogerá datos e información del proceso a través de los trabajadores. Para que una entrevista sea efectiva entre el experto y los trabajadores de planta, debe tener cinco pasos (Marca y McGrowan 1988):

- Iniciar la entrevista
- Hacer las preguntas
- Validar las respuestas
- Tomar notas
- Finalizar la entrevista

Lo más importante en la entrevista es empezar apropiadamente y mantener el flujo de información desde los trabajadores de planta hacia usted. Limite la entrevista a una hora o menos. El flujo de información disminuirá notablemente después de una hora de entrevista.

Iniciar la entrevista

Cuando usted inicia la entrevista, tómese su tiempo y hágalo pausadamente, asegúrese de presentarse y definir el objetivo de la entrevista. Esto ayudará a evitar mal entendidos o desviar la comunicación a temas irrelevantes. Después de considerar estos puntos inicie el flujo de información proponiendo la primera pregunta (Marca y McGrowan 1988).

Hacer las preguntas

El instrumento de entrevista es muy importante en este punto. Revise los grupos de preguntas en el instrumento y seleccione la mejor pregunta para empezar, recuerde que ésta establece el escenario para el resto de la entrevista, por esta razón la primera pregunta debe ser motivadora. Una vez que la interacción quede establecida entre usted y los trabajadores, trate de mantener el flujo de información haciendo las preguntas continuamente (Marca y McGrowan 1988).

Validar las Respuestas

Valide las respuestas de sus presuntas. Por ejemplo, existen algunas preguntas que pueden ayudar a validar la información:

- ¿Puede darme un ejemplo?

- ¿Existen excepciones para esta regla?
- ¿Puede darme algunas cifras que soporten lo que usted dice?

Tomar Notas

Toda la información dada por los trabajadores debe ser recolectada tomando notas y/o usando diagramas o bosquejos. Use el instrumento de entrevista para escribir sus notas. Usted podrá obtener el máximo de la reunión si los trabajadores se sienten libres de decir lo que ellos quieran y no lo que a usted le gustaría escuchar (Marca y McGrowan 1988).

Finalizar la Reunión

Finalice la entrevista en la una forma suave, no abruptamente. Resuma los puntos principales y revise sus notas y datos. Programe otra entrevista si requiere mayor información que la obtenida hasta el momento.

PASO 2-3: ANALIZAR LOS DATOS

Después de la entrevista a los trabajadores del proceso de producción, usted tiene todos los datos que necesita para identificar la presencia de desperdicios en el proceso. Los datos que recolecto son las causas que provocan los desperdicios en los tres tipos de problemas: cultura, proceso y/o tecnología. El propósito de este paso es analizar los datos para obtener los resultados que permitan identificar los desperdicios en el proceso. El análisis de datos esta compuesto de tres actividades:

- Revisar y Completar los Datos
- Clasificar los Datos
- Realizar análisis

Revisar y Completar los Datos

Revise y complete los datos inmediatamente después de la entrevista. De esta manera usted minimiza la posibilidad de perder información importante que esta en su mente y olvido anotar. Si existe alguna información que no este clara o que este faltando, contacte a los trabajadores por teléfono o en persona y pregunte la información que el falta. La Tabla 5 muestra un ejemplo de un instrumento de entrevista que ha sido revisado y completado después de la entrevista.

INSTRUMENTO DE ENTREVISTA

PROCESO

- 1 ¿Como fluye el trabajo a través del departamento de producción?
 No fluye entre depts. Desde jefe prod. hasta empleados Entre empleados en diferentes depts.

- 2 ¿Que tan bien esta balanceado el trabajo entre los trabajadores?
 Pobre Mediano Bueno \longleftrightarrow

- 3 ¿Son los productos terminados producidos en grandes cantidades y/o antes de ser requeridos por el próximo proceso?
Siempre A veces Nunca *Muchas partes
Prod. defectuoso
Proc. Muy rápido*

- 4 ¿están las partes esperando hacer procesadas entre las estaciones de trabajo?
Siempre A veces Nunca

- 5 ¿Hay productos en la línea que necesitan reproceso?
 Siempre A veces Nunca
el proceso no es claro, es confuso, toma mucho tiempo

- 6 ¿Hay productos defectuosos en el proceso?
Siempre A veces Nunca

- 7 ¿Tienen los productos terminados que ser procesados otra vez para cumplir los nuevos requerimientos del cliente?
 Siempre A veces Nunca

- 8 ¿Con que frecuencia el producto tiene que esperar en la línea por falta de materia prima?
Siempre A veces Nunca
solo el bodeguero puede traer la materia prima

- 9 ¿Los productos terminados requieren personal y equipo para ser transportados dentro de la planta?
 ¿Porque?
 Si No

- 10 ¿Que lejos esta la bodega de partes?
 Muy lejos Mas o menos lejos Suficiente cerca

Tabla 5 Ejemplo de un Instrumento de Entrevista con la Información Recogida Durante la Entrevista.

Clasificar los Datos

Una vez que usted ha revisado y completado los datos, haga un resumen de la información en la tabla de “Clasificación de datos”. Esta tabla está en la última sección de este manual. Llene esta tabla de la siguiente manera:

- En la columna “Número Pregunta” escriba el número de la pregunta que realizó en la entrevista.
- En la columna “Respuesta” escriba la respuesta que el entrevistado dio.
- En la columna “Desperdicio” escriba la categoría desperdicio que concuerde con la respuesta.
- En la columna “Total” escriba el total de la suma de cada respuesta.
- En la columna “Entrevistado” escriba el número “0” si el participante no identifica causas de desperdicio y escriba el número “1” si el participante identifica causas de desperdicio.

Llene la columna “Desperdicio” considerando las siguientes definiciones (NIST/MEP 1998; TMAC y ARRI 2001):

Desperdicio por Sobreproducción: El desperdicio por sobreproducción se define como la producción en exceso al requerimiento de una estación de trabajo; también se la define como la producción anticipada al requerimiento de una estación de trabajo. Finalmente se la define como la producción acelerada de una estación de trabajo.

Desperdicio de Inventario: Se la define como cualquier inventario en exceso al flujo de una parte de producción en el proceso (One-piece flow).

Desperdicio por Defectos: Los desperdicios por defectos incluyen la inspección y la reproducción de los productos y la información en los inventarios.

Desperdicios por Proceso: Es cualquier esfuerzo que no aumente el valor agregado al producto o al servicio desde el punto de vista de los consumidores.

Desperdicio por Espera: El tiempo perdido cuando se espera por algo en el proceso de producción es clasificado como desperdicio por espera.

Desperdicio de Recurso Humano: El desperdicio de recurso humano consiste en no usar las habilidades de los trabajadores (mental, creativa, física).

Desperdicio por Movimiento: Cualquier movimiento de las personas o de las máquinas que no aumente el valor agregado del producto o servicio es considerado desperdicio por movimiento.

Desperdicio por Transporte: Transporte de partes, productos e información es alrededor de la planta es considerado como desperdicio por transporte.

Desperdicio de Materiales y Recursos Naturales: Cualquier cosa que no pueda ser reducida, reusada o reciclada es considerada como desperdicio de materiales y recursos naturales.

La Tabla 6 es un ejemplo de un resumen de datos de la compañía A, en la cual cinco empleados de planta fueron entrevistados. Los participantes en la entrevista contestaron 10 preguntas relacionadas con problemas de cultura, 10 preguntas relacionadas con problemas de proceso y 7 preguntas relacionadas con problemas de tecnología en el proceso de producción.

Realizar análisis

Una vez que usted ha organizado y clasificado la información, tiene que usar la tabla “Agrupación de Datos”, en la cual se resumen el número total de veces que una categoría de desperdicio ha sido identificada por el participante en la entrevista. Esta tabla se encuentra en la última sección de este manual.

La Tabla 7 muestra un ejemplo del uso de la tabla de agrupación de datos. Esto es básicamente un resumen de la Tabla 6. La primera fila nos dice que la categoría de desperdicio CULTURA-Recurso Humano fue identificada trece veces en base a las respuestas que dieron los participantes de la entrevista. Este resultado fue obtenido sumando todos los desperdicios de recursos humanos que fueron identificados en el área de problemas de cultura. De igual manera, la segunda fila nos dice que la categoría de desperdicio en CULTURA - Proceso fue identificada cinco veces en base a las respuestas que dieron los participantes de la entrevista, y así sucesivamente.

PASO 2-4: INTERPRETAR LOS RESULTADOS Y CLASIFICAR LOS DESPERDICIOS

En este paso se sigue una regla simple que ayuda a interpretar los resultados. En este paso también se clasifican los resultados en dos grupos: desperdicio de alta prioridad y desperdicio de baja prioridad para ser eliminado.

Regla: Si el porcentaje del número total de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio es mayor o igual al 50% de la presencia del desperdicio, entonces se dice que es importante y esta categoría de desperdicio tendrá alta prioridad para ser eliminada. Si el porcentaje del número total de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio es menor al 50% de la presencia del desperdicio, entonces se dice que no es importante y esta categoría de desperdicio tendrá baja prioridad para ser eliminada.

Compañía A

Entrevistados

| NUMERO PREGUNTA | RESPUESTAS | DESPERDICIO | Entrevistados | | | | | TOTAL |
|-------------------|---|------------------|---------------|---|---|---|---|-------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| CULTURA | | | | | | | | |
| 5 | El supervisor nos dice que hacer en el Proceso | RR HH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | No tengo opinión en las decisiones del proceso | RR HH | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 7 | Habilidades no utilizadas | RR HH | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 8 | No tengo entrenamiento cruzado | RR HH | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 1 | Pobre comunicación entre trabajadores | Proceso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Pobre flujo de información entre trabajadores | Proceso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Decisiones no son basadas en datos reales | Proceso | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 9 | Entrenamiento inapropiado y poca habilidad | Defecto | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | No a tiempo información y decisiones | Espera | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 10 | No a tiempo partes necesarias en proceso | Espera | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| PROCESO | | | | | | | | |
| 7 | Los productos tienen que ser procesados para cumplir los requerimientos del cliente | RR HH | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| 3 | Producción en grandes cantidades y anticipado. | Sobre-producción | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 1 | Pobre flujo de trabajo entre los empleados | Proceso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Existe reproceso de producto | Proceso | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 6 | Existen procesos defectuosos | Proceso | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 2 | Trabajo no balanceado | Espera | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | Larga espera por material prima, aprobaciones y puesta en marcha | Espera | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 4 | Mucho inventario entre estaciones de trabajo | Inventario | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 10 | Bodega de partes lejos de las estaciones de trabajo. Herramientas lejos de trabajadores | Movimiento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Movimiento del producto requiere personal y maquinarias | Transporte | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| TECNOLOGIA | | | | | | | | |
| 7 | Insuficiente soporte financiero | RR HH | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Uso de diferentes políticas de trabajo | Proceso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | Tiempo de arranque de las maquinas muy largo | Espera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Maquinas no disponibles por fallas de funcionamiento | Espera | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 4 | Maquinas siempre ocupadas cuando se necesita | Espera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Departamento de producción no recibe información a tiempo de otros departamentos | Espera | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | Pequeño espacio de almacenaje de partes | Inventario | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 6 Ejemplo de Clasificación e Identificación de Datos de Desperdicio en la Compañía A

Compañía A

Entrevistados

| | DESPERDICIO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | TOTAL |
|-------------------|-----------------|---|---|---|---|---|-------|
| CULTURA | | | | | | | |
| 1 | Recurso Humano | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 13 |
| 2 | Proceso | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 3 | Defecto | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | Espera | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 |
| PROCESO | | | | | | | |
| 5 | Recurso Humano | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| 6 | Sobreproducción | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 7 | Proceso | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10 |
| 8 | Espera | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 9 | Inventario | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 10 | Movimiento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Transporte | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| TECNOLOGIA | | | | | | | |
| 12 | Recurso Humano | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Proceso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Espera | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 15 | Inventario | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 7 Ejemplo de la Tabla de Agrupación de Datos

El porcentaje del número total de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio puede ser calculado usando la siguiente formula:

$$\frac{(TOTAL)}{(PARTICIPANTES)(RESPUESTAS)} * 100$$

Donde:

TOTAL – Número total de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio en cultura, proceso y tecnología. De la última columna, Tabla 7.

PARTICIPANTES – Número de entrevistados. Tabla 7.

RESPUESTAS – Número de respuestas que identifican una categoría de desperdicio en cultura, proceso y tecnología. De la tercera columna, Tabla 6.

Por ejemplo: El desperdicio CULTURA-Recurso Humano tiene el siguiente porcentaje del total de número de veces que ha sido identificada esta categoría.

$$\frac{(13)}{(5)(4)} * 100 = 65.00\%$$

Entonces, el desperdicio CULTURA- Recursos Humanos tiene alta prioridad en el proceso de eliminación. Otros porcentajes son mostrados en la Tabla 8.

Identificación de Desperdicio de Cultura

El desperdicio de cultura en un proceso de producción es el uso ineficiente de las actitudes, creencias, expectativas y costumbres de los trabajadores del proceso. En base a un estudio realizado antes de escribir este manual en siete compañías en Dallas Texas, arrojaron los siguientes resultados. Las categorías de desperdicio de cultura que dieron alta prioridad de eliminación fueron:

- *Desperdicio de CULTURA-Recursos Humanos*
- *Desperdicio de CULTURA-Procesos*
- *Desperdicio de CULTURA-Defectos*
- *Desperdicio de CULTURA-Espera*

Ningún desperdicio de los identificados en el proceso tuvo baja prioridad de eliminación.

Identificación de Desperdicio de Proceso

El desperdicio de proceso en un ambiente de producción es el esfuerzo que no agrega valores al producto o servicio durante su producción. De acuerdo al estudio realizado las categorías de desperdicio de proceso que tienen alta prioridad para ser eliminadas en una línea de producción fueron:

- *Desperdicio de PROCESO-Recursos Humanos*
- *Desperdicio de PROCESO-Sobreproducción*

- *Desperdicio de PROCESO-Proceso*
- *Desperdicio de PROCESO-Espera*
- *Desperdicio de PROCESO-Inventario*
- *Desperdicio de PROCESO-Transporte*

La categoría de desperdicio en proceso que tuvo baja prioridad para la eliminación fue:

- *Desperdicio de PROCESO -Movimiento*

| DESPERDICIO | TOTAL | % |
|--------------------------|--------------|---------------|
| <i>CULTURA</i> | | |
| Recurso Humano | 13 | 65.00 |
| Proceso | 5 | 33.33 |
| Defecto | 1 | 20.00 |
| Espera | 6 | 60.00 |
| <i>PROCESO</i> | | |
| Recurso Humano | 4 | 80.00 |
| Sobreproducción | 5 | 100.00 |
| Proceso | 10 | 66.67 |
| Espera | 6 | 60.00 |
| Inventario | 5 | 100.00 |
| Movimiento | 0 | 0 |
| Transporte | 3 | 60.00 |
| <i>TECNOLOGIA</i> | | |
| Recurso Humano | 0 | 0 |
| Proceso | 0 | 0 |
| Espera | 3 | 15.00 |
| Inventario | 0 | 0 |

Tabla 8 Ejemplos de Porcentajes de Presencia de Desperdicio en la Compañía A

Identificación de Desperdicio de tecnología

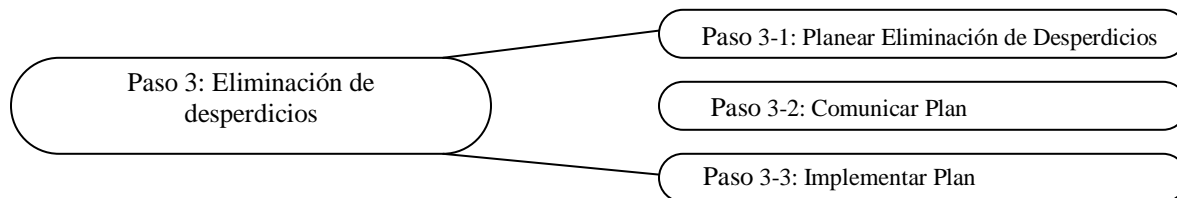
El desperdicio de tecnología en un ambiente de producción es la aplicación inadecuada de conocimientos en la realización de una actividad. Las categorías de desperdicio de tecnología que tuvieron alta prioridad de eliminación fueron:

- *Desperdicio de TECNOLOGIA -Proceso*
- *Desperdicio de TECNOLOGIA -Espera*

Las categorías de desperdicio de tecnología que tuvieron baja prioridad de eliminación fueron:

- *Desperdicio de TECNOLOGIA-Recursos Humanos*
- *Desperdicio de TECNOLOGIA-Inventario*

PASO 3: ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS



PASO 3-1: PLANEAR LA ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS

La eliminación de desperdicio en un ambiente de trabajo empieza con la planeación. Un plan es una guía para tomar futuras decisiones. Esto asegura que los procesos de producción realicen cambios sistemáticos encaminados al éxito. Sin embargo, los métodos para mejorar procesos deben ser evaluados para tomar la mejor acción. En general, un plan es un escrito de lo que se discute y acuerda durante el proceso de planeación. El plan puede ser simplemente una serie de acciones que tienen que ser claramente comunicadas (SBDC y TMAC 2002).

Los elementos de un plan para mejorar procesos de producción a través de la eliminación de desperdicio están en el listado a continuación. Estos elementos se deben documentar de alguna manera.

- Metas
- Obstáculos
- Estrategias
- Planes de acción

El jefe de producción, el presidente de la compañía y usted deben participar en la reunión de planificación. Todos deben dar sugerencias y ayudar en el desarrollo de una lista de oportunidades, tópicos y sugerencias acerca de los problemas de eliminación de desperdicio y sus posibles soluciones. Una vez que el plan este completo, debe ser comunicado a la totalidad del área de producción de la compañía.

Desarrollo de Metas

Las metas describen las condiciones futuras deseadas o los resultados esperados que forman las bases sólidas para un plan estratégico. Las metas son frases de intención que deben ser logradas dentro del periodo planeado, también reflejan los logros que usted desea obtener, tienen poder de motivación y son redactadas en forma simple y con lenguaje entendible (SBDC y TMAC 2002).

En un ambiente de producción, las metas no describen cambios pequeños en las condiciones actuales de trabajo, ellas concretamente describen el propósito fundamental del ambiente.

Una vez que las metas han sido seleccionadas, se designan los Factores Críticos de Éxito (Critical Success Factors CSF) para asegurar la definición clara de lo que se desea en cada meta. El CSF es una definición operacional de una meta. Este factor asegura que la meta sea cuantificable, lo que permite medir el logro de la misma (SBDC y TMAC 2002). Un CSF tiene un nivel actual de ejecución, un nivel requerido, asunciones y restricciones.

El jefe de producción, el presidente de la compañía y usted deben participar en el desarrollo de la meta o metas que van a ser incluidas en el plan. Usted debe identificar los factores críticos de éxito para las metas: los niveles actuales y requeridos, las asunciones y las restricciones. Por ejemplo, una meta puede ser:

“Incrementar a 95% la razón de productividad de sillas para
comedor en la compañía”

Un factor crítico de éxito es:

CSF – Desperdicios de Proceso

Actual – 95%

Requerido – 15%

Asunción – La Junta Directiva esta de acuerdo con el cambio

Restricción – Los trabajadores no tienen suficiente conocimiento
en técnicas de mejoramiento de procesos de producción

Entendimiento de Restricciones

Las restricciones son obstáculos que el ambiente de producción debe controlar para poder alcanzar sus metas. Las restricciones pueden existir o se pueden predecir y están relacionadas a metas específicas. Los obstáculos deben desaparecer si el plan de eliminación de desperdicio esta bien planificado, por lo tanto, no hay excusa para fallar (SBDC y TMAC 2002).

En el ejemplo, el principal obstáculo para eliminar los desperdicios de proceso es la falta de conocimientos en técnicas de mejoramiento de proceso de producción. Los trabajadores de planta

generalmente no tienen habilidades para mejorar un proceso. En esta parte, el jefe de producción, el presidente de la compañía y usted tienen que definir e identificar el obstáculo principal que impide lograr la meta del plan.

Evaluación de Alternativas

Una vez que el obstáculo u obstáculos están definidos se tiene que definir un grupo de estrategias para cada obstáculo. Las estrategias son los medios seleccionados para alcanzar una meta propuesta. Siempre existe más de una forma de alcanzar una meta (SBDC y TMAC 2002). La generación de estrategias es un proceso de toma de decisiones. Usted tiene que generar alternativas y pensarlas usando diferentes criterios en base a la meta propuesta. Existen también otros factores que considerar cuando usted evalúa una estrategia (SBDC y TMAC 2002). Una estrategia que diga que usted va a tomar un camino obvio, tiene falta de concentración en el obstáculo. La estrategia debe ser enfocada al obstáculo relacionado a la meta y a la priorización de eliminación de desperdicios, no trate de cubrir muchas cosas al mismo tiempo. Una estrategia debe considerar necesidades futuras. Una estrategia debe identificar el requerimiento de recursos. Los recursos generalmente incluyen: habilidades, dinero, equipos, edificios, materiales, métodos y tecnología.

Por ejemplo, el obstáculo: “Los trabajadores no tienen suficiente conocimiento en técnicas de mejoramiento de procesos de producción” puede ser atacado con las siguientes estrategias:

- Entrenar al personal clave en la línea de producción
- Seleccionar técnicas lean y entrenar a todos los trabajadores
- Contratar nuevos trabajadores con habilidades

Asignación de Acciones

En esta parte, el jefe de producción y usted junto con el presidente de la compañía tienen que decidir que estrategia seguir para lograr la meta propuesta. Se deben asignar un grupo de acciones, estas acciones deben ser consistentes con el ambiente de trabajo, los recursos, los valores y las responsabilidades sociales. Los objetivos son acciones que se deben realizar para conseguir las metas siguiendo la guía de una estrategia particular. Ellos están relacionados íntimamente con el periodo planificado y son estándares que permiten evaluar el progreso de la estrategia. Los objetivos deben cumplir ciertos requerimientos tales como: específicos, medibles, contables, requerimientos de recursos y a tiempo (**S**pecific, **M**easurable, **A**ccountable, **R**esource requirement y **T**ime-phased, SMART) (SBDC y TMAC 2002).

Medible se refiere a la forma en que usted conoce si la acción ha sido o no satisfactoriamente completada. ¿Cómo usted sabe que la acción fue realizada?

Contable se refiere a la persona o grupo de personas que tienen autoridad y conocimiento de la acción. ¿Quién realiza la acción?

Los recursos requeridos deben ser identificados de tal manera que permita lograr el objetivo. ¿Qué recursos se requieren?

A tiempo significa que el inicio y el fin deben ser identificados para lograr el objetivo dentro de este periodo. ¿Cuándo se lo realizara?

Por ejemplo, si usted tiene la siguiente meta “Incrementar a 95% la razón de productividad de la producción de sillas en una compañía” y usa la estrategia “Seleccionar técnicas lean y entrenar a todos los trabajadores del proceso de producción” entonces los objetivos son:

Objetivo 1: Revisar y definir el requerimiento de técnicas (5S, almacenamiento en punto de uso POUS, trabajo en grupo, entrenamiento cruzado, manufactura celular, sistema pull).

Medible: técnicas revisadas y definidas

Contable: Experto (Facilitador)

Recursos: tiempo, información

Inicio: 01/11/2003

Fin: 31/03/2004

Objetivo 2: Contratar un experto en técnicas lean

Medible: Experto contratado

Contable: Equipo administrativo, presidente

Recurso: ~\$5,000

Inicio: 01/04/2004

Fin: Fecha de contrato

PASO 3-2: COMUNICAR EL PLAN

La comunicación es un proceso de transmisión de información y entendimiento a través del uso de símbolos comunes. Los símbolos pueden ser verbales y no verbales. Una comunicación efectiva es un proceso en doble sentido (SBDC y TMAC 2002).

Una vez que el plan se ha completado, debe ser comunicado a todo el ambiente de producción. Todo el personal debe tener toda la información del plan, de esta manera realizarán una correcta

implementación del mismo. Los trabajadores del proceso deben percibir que la información es compartida libremente y sin restricciones. Ellos deben sentir que el jefe de producción y usted son honestos y están abiertos a proporcionar información sobre la implementación del plan. El jefe de producción y usted comunican el plan por tres propósitos fundamentales: lograr una acción coordinada para la implementación del plan; compartir la información y recibir retroalimentación de los trabajadores de planta y expresar sentimientos y emociones acerca de los resultados esperados.

El jefe de producción y usted tienen que reunirse con los trabajadores de planta para comunicarles el plan. La comunicación oral es la mejor manera de comunicar un plan y estar seguro de que el plan ha sido entendido.

PASO 3-3: IMPLEMENTAR EL PLAN

Este paso muestra como implementar un plan para mejorar un proceso de producción de una compañía. La meta es incrementar 95% la razón de productividad. El factor crítico de éxito es el desperdicio de proceso. Usted tiene que reducir la presencia de desperdicio en la línea de producción. El obstáculo principal que generalmente existe es la falta de conocimiento de técnicas de mejoramiento de proceso y la falta de conocimiento de métodos complejos para mejorar los ambientes de producción. La Junta Directiva, el jefe de producción y los trabajadores de planta están interesados en el cambio, pero ellos no conocen ni las técnicas ni la forma de implementarlas. La estrategia es seleccionar las técnicas lean y entrenar a todos los trabajadores de planta.

La implementación de este plan esta compuesta de tres actividades

- Revisar las técnicas Lean
- Entrenar a los Trabajadores de Planta
- Aplicar las Nuevas técnicas

Usted selecciona las técnicas lean que van a ser usadas para eliminar los desperdicios. El primer grupo de desperdicios que va a ser eliminado es el que fue identificado como de alta prioridad en el Paso 2-4. Los trabajadores de planta serán entrenados para que sean capaces de aplicar estas técnicas.

Revisar las técnicas Lean

Una vez que el plan ha sido desarrollado y comunicado a los trabajadores, usted tiene que revisar la variedad de técnicas lean que pueden ser aplicadas en el proceso para mejorarlo. Usted tiene que escoger la mejor técnica lean o las mejores técnicas lean que ayuden a eliminar los desperdicios

identificados. Una técnica lean puede ser escogida para eliminar mas de un desperdicio. Un desperdicio puede ser eliminado por una o mas técnicas lean. Recuerde dar preferencia a desperdicios con alta prioridad. Las prioridades fueron definidas en el Paso 2-4. Las siguientes son algunas definiciones de técnicas lean. Estas definiciones van a ayudarle a seleccionar la técnica correcta (NIST/MEP 1998).

5 S – Los cinco pasos para la organización del sitio de trabajo originalmente viene de cinco palabras usadas por las industrias manufactureras de Japón. Esta técnica busca lograr limpieza, organización y seguridad en el lugar de trabajo. Se las define de la siguiente manera:

Clasificar (Sort). Realizar una clasificación interna y externa colocando etiquetas rojas (Red Tags) en todas las partes y herramientas no necesitadas, moviéndolas a un área de almacenamiento temporal. Luego de un tiempo predeterminado, las partes y herramientas con etiquetas rojas son eliminadas, vendidas, enviadas a otro departamento o regaladas.

Ordenar (Set in Order). Identificar la mejor ubicación de las partes y herramientas que se quedan en el sitio de trabajo, establecer los límites de inventario e instalar indicadores de ubicación temporal.

Limpiar (Shine). Limpiar todo, dentro y fuera. Inspeccionar las partes y herramientas limpiándolas para prevenir suciedad y contaminación.

Estandarizar (Standardize). Crear reglas para mantener y controlar las primeras 3 S y usar control visual.

Sostener (Sustain). Asegura el mantenimiento de las 5 S a través de la comunicación, entrenamiento y autodisciplina.

Almacenaje en el Punto de Uso (POUS) – Esta técnica lean establece que la ubicación de las partes, materias primas, herramientas y equipos tiene que estar lo mas cerca posible del lugar en donde van a ser usadas. En los procesos de producción la técnica POUS elimina el concepto de cuarto de almacenamiento, mejora la exactitud de inventario y controla y minimiza los desperdicios de transporte, proceso, recurso humano, movimiento y espera.

Trabajo en Grupo y Entrenamiento Cruzado – Los grupos de trabajo deben tener un entrenamiento cruzado ya que son los responsables de detectar los desperdicios del proceso. Esta técnica elimina barreras departamentales y las reemplaza con equipos de funcionalidad cruzada. Estos equipos tienen la responsabilidad de estudiar los problemas del proceso e inmediatamente implementar mejoras.

Cambio Rápido – Consiste en realizar cambios rápidos en el proceso para producir diferentes productos en la manera mas eficiente.

Mantenimiento Productivo Total (TPM) – Es una técnica sistemática que ayuda a eliminar las paradas de las maquinas como factor de desperdicio. El TPM considera la inteligencia y habilidad de los operarios quienes están mas familiarizados con las maquinas en el proceso.

Manufactura Celular – Esta técnica ayuda a decidir la ubicación mas apropiada de los equipos y maquinarias en el departamento de producción. Los beneficios de una buena distribución celular logran la reducción del inventario, trabajo en proceso, tiempo de puesta en marcha, manipulación de material, balancea el trabajo, mejora el uso de recurso humano, mejora el control y la automatización, reduce el tiempo perdido por transporte y mejora el área de trabajo en general. La manufactura celular incluye principalmente el balanceo del trabajo relacionando el tiempo del ciclo con el tiempo takt.

Sistema Pull – Otra técnica lean es mover el producto en base a la demanda del cliente (Pull). Esta técnica controla el flujo de recursos reemplazando solamente el material que se ha consumido en el proceso. El sistema pull elimina desperdicios de manejo de almacenamiento, obsolescencia, reparación, reproducción, uso de instalaciones, uso de equipos y exceso de inventario (Inventario en proceso, inventario de productos terminados). El sistema pull consiste en procesar lotes pequeños, bajo inventario, mejor comunicación y administración directa. Este sistema transforma el proceso tradicional (Push) en pull logrando que el proceso entero funcione de manera continua.

Por ejemplo, la Tabla 9 da las mejores técnicas lean para mejorar los proceso de producción de la compañía A. Esta tabla tiene tres columnas: La primera columna tiene la lista de causas de desperdicio. Estas causas son las respuestas dadas por los trabajadores en el proceso de la entrevista, Paso 2-2. La segunda columna muestra la categoría de desperdicio para cada causa, Paso 2-3. La tercera columna da la mejor técnica lean que puede eliminar el desperdicio correspondiente. En base a la información de estas tres columnas, usted puede seleccionar la técnica o técnicas que va a enseñar a los trabajadores de planta. Por ejemplo, Trabajo en Grupo, Entrenamiento Cruzado, Manufactura Celular, Sistema Pull, 5S y POUS son técnicas que ayudaran a eliminar los desperdicios de alta prioridad. TPM y Cambio Rápido son técnicas que ayudaran a eliminar los desperdicios de baja prioridad en el proceso de producción de la compañía A. En la ultima sección de este manual podrá encontrar una tabla vacía para organizar las técnicas lean.

Entrenar a los Trabajadores de Planta

Una vez seleccionadas las técnicas lean, el jefe de producción, los trabajadores y usted tienen que ser entrenados para poder aplicar las técnicas. Usted es la persona encargada de implementar las técnicas aprendidas. Este manual recomienda contratar un experto en técnicas lean para que enseñe a los trabajadores las técnicas seleccionadas. El experto debe tener un profundo conocimiento en andragogía y

dirección de grupos. Él tiene que establecer el tiempo requerido para el aprendizaje de las técnicas, esto es, el tiempo de inicio y fin del periodo de entrenamiento.

| Causas de Desperdicios | Desperdicios Identificados | Mejor técnica Lean |
|---|-----------------------------------|--|
| Alta Prioridad | | |
| El supervisor nos dice que hacer en el Proceso. No tengo opinión en las decisiones del proceso. Habilidades no utilizadas. No tengo entrenamiento cruzado. | CULTURA-Recurso Humano | Trabajo en Equipo Entrenamiento Cruzado |
| No a tiempo información y decisiones. No a tiempo partes necesarias en proceso. | CULTURA-Espera | Trabajo en Equipo |
| Los productos tienen que ser procesados para cumplir los requerimientos del cliente. | PROCESO-Recurso Humano | Manufactura Celular Sistema Pull |
| Producción en grandes cantidades y anticipado. | PROCESO-Sobrepducción | Sistema Pull |
| Pobre flujo de trabajo entre los empleados. Existe reproceso de producto. Existen procesos defectuosos. | PROCESO-Proceso | Manufactura Celular 5S |
| Trabajo no balanceado. Larga espera por material prima, aprobaciones y puesta en marcha. | PROCESO-Espera | Trabajo en Equipo Manufactura Celular Almacenamiento en Punto de Uso (POUS) |
| Mucho inventario entre estaciones de trabajo. | PROCESO-Inventario | Trabajo en Equipo Entrenamiento Cruzado Manufactura Celular |
| Movimiento del producto requiere personal y maquinarias. | PROCESO-Transporte | Manufactura Celular |
| Baja Prioridad | | |
| Pobre comunicación entre trabajadores. Pobre flujo de información entre trabajadores. Decisiones no son basadas en datos reales. | CULTURA-Proceso | Trabajo en Equipo |
| Entrenamiento inapropiado y poca habilidad | CULTURA-Defecto | Entrenamiento Cruzado |
| Bodega de partes lejos de las estaciones de trabajo. Herramientas lejos de trabajadores | PROCESO-Movimiento | Almacenamiento en Punto de Uso (POUS) |
| Insuficiente soporte financiero para comprar nuevas maquinas. | TECNOLOGIA-Recurso Humano | TPM |
| Uso de diferentes políticas de trabajo. | TECNOLOGIA-Proceso | Trabajo en Equipo |
| Tiempo de arranque de las maquinas muy largo. Maquinas no disponibles por fallas de funcionamiento. Maquinas siempre ocupadas cuando se necesita. Departamento de producción no recibe información a tiempo de otros departamentos. | TECNOLOGIA-Espera | Trabajo en Equipo Manufactura Celular TPM Intercambio Rápido |
| Pequeño espacio de almacenaje de partes. | TECNOLOGIA-Inventario | Manufactura Celular |

Tabla 9 Ejemplo de Selección de Técnicas Lean para Mejorar el Proceso de Producción de la Compañía A

Las técnicas deben ser enseñadas una a la vez y en la secuencia que el experto sugiera. Después de la sesión de entrenamiento, los trabajadores serán capaces de aplicar lo aprendido.

Aplicar las Nuevas técnicas

Los trabajadores de planta tienen que aplicar las nuevas técnicas inmediatamente después de aprendidas. Cada vez que una sesión de entrenamiento termine, los participantes tienen que poner en práctica lo aprendido. Usted tiene que ir con ellos al sitio de trabajo y aplicar con ellos la técnica. Algunas técnicas tomarán un día en su implementación y otras tomarán una semana o más.

Por ejemplo, la técnica de las 5S se puede implementar en cinco días. Generalmente los trabajadores se toman 4 horas por día de trabajo en el proceso de implementación. Usted tiene que coordinar y supervisar el trabajo. Usted también tiene que preparar todos los formatos y materiales que se utilizarán durante estos cinco días.

Día 1. Formar un equipo para la implementación

- Realice un chequeo visual del lugar de trabajo desde el inicio hasta el final del proceso
- Clasifique las partes y herramientas que existen dentro y fuera del proceso
- Coloque la etiqueta roja a los artículos innecesarios

Día 2. Ordene los artículos necesarios

- Decida la ubicación de estos artículos en el lugar de trabajo. Use la técnica POUS

Día 3. Limpie e inspeccione a la vez

- Limpie todo
- Asegúrese de tener los materiales de limpieza disponibles

Día 4. Estandarizar

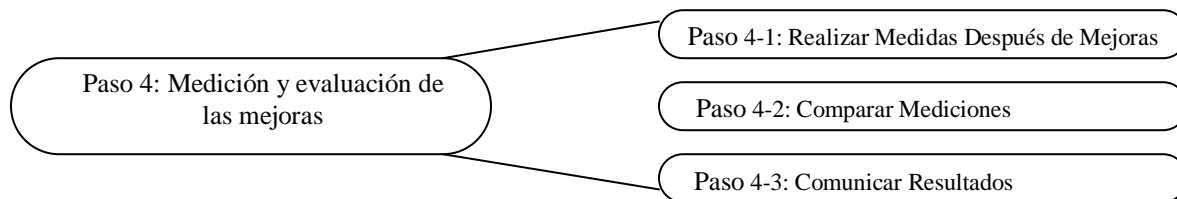
- Cree reglas para mantener las tres primeras S
- Comparta información a través de control visual

Día 5. Sostener a través de auto-disciplina

- Use técnicas de comunicación
- Use reconocimientos y compensación por trabajos bien realizados
- Haga que 5S sea parte de su trabajo diario

El resultado de la implementación del plan es un grupo de soluciones implementadas en tres áreas: cultura, proceso y tecnología. En este punto, usted puede revisar el cumplimiento del plan y decidir si el plan está implementado satisfactoriamente o si necesita ser reformulado.

PASO 4: MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS



PASO 4-1: REALIZAR MEDIDAS DESPUÉS DE LAS MEJORAS

Una vez que el proceso de producción ha sido mejorado, es tiempo de realizar nuevas mediciones. Usted necesita realizar las mismas preguntas que en el Paso 1-2 para saber las condiciones de la eficiencia, eficacia, rapidez y calidad del proceso después de la implementación del plan de mejoras.

1. ¿Cuántos productos terminados por día de trabajo son procesados completamente?
2. ¿Cuál es el tiempo promedio para procesar un producto terminado?
3. ¿Cuántos productos quedan en la línea de proceso después de un día de trabajo?
4. ¿Cuántos productos por día son procesados incorrectamente?

Medición de la Producción

La pregunta 1 mide la producción del proceso. Por ejemplo, número de teléfonos producidos por día; número sillas producidas por día.

Medición del Tiempo del Ciclo de Producción

La pregunta 2 mide el tiempo del ciclo del proceso de un producto terminado. Por ejemplo, el tiempo desde que la materia prima entra en el proceso de fabricación de una silla hasta que la silla terminada este lista para ser entregada al centro de distribución o al consumidor final.

Medición del Trabajo en Proceso

La pregunta 3 mide la cantidad de trabajo que queda en el proceso. Por ejemplo, el número de sillas semi-terminadas que están en proceso de producción pero que al final del día de trabajo no están listas para ser entregadas a los centros de distribución o al consumidor final.

Medición de Calidad

La pregunta 4 mide la calidad de proceso. Por ejemplo, número de sillas con problemas de ensamble por día de trabajo.

Una vez que todos los datos son recogidos, el jefe de producción y usted tienen que completar la última columna de la Tabla 1, es decir, la condición futura después de las mejoras del proceso de producción. La Tabla 10 muestra un ejemplo de una producción de sillas que incluye las medidas antes y después de la implementación del plan de eliminación de desperdicios. La información en esta tabla será útil para comparar las mejoras en el proceso.

| Medidas | Antes de Mejoras | Expectativas | Después de Mejoras |
|--------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Producción | 8 Sillas/Día | Incrementar 200 % | 32 Sillas/Día |
| Tiempo de Ciclo | 0.8 hrs./Silla | Reducir 70 % | 0.2 hrs./Silla |
| Trabajo en Proceso | 48 Silla en 1 Día | Reducir 80 % | 10 Silla en 1 Día |
| Calidad | 3 Sillas/Día son rechazadas | Reducir 100 % | 1 Sillas/Día son rechazadas |

Tabla 10 Ejemplo de Medidas Antes y Después de Mejoras de la Producción de Sillas de una Compañía

PASO 4-2: COMPARAR LAS MEDICIONES REALIZADAS

El jefe de producción y usted tienen que comparar las mediciones realizadas antes y después de las mejoras, esto permite identificar el impacto de las soluciones implementadas. Ustedes tienen que revisar los resultados para establecer si el impacto ha sido bueno (✓) o malo (X)

La Tabla 11 muestra un ejemplo del impacto del cambio en la producción de sillas de la compañía de la Tabla 10. La última columna nos dice que hemos alcanzado las expectativas en tres de las cuatro medidas: producción, tiempo de ciclo y trabajo en proceso llegaron a las expectativas del plan; sin embargo, calidad necesita una revisión, aun existe un producto terminado defectuoso que ha sido rechazado al final del día de trabajo. La compañía busca cero defectos.

PASO 4-3: COMUNICAR LOS RESULTADOS

El resultado obtenido de las comparaciones es el impacto causado en la producción. Este resultado debe ser comunicado a los trabajadores de planta, todos los empleados del departamento de producción deben conocer la nueva condición del proceso. Es importante que el personal perciba que esta información les llega en forma libre, espontánea y abierta. Ellos deben sentir honestidad y confianza acerca de los logros obtenidos. Los logros deben ser comunicados por dos razones: primero, para recibir una retroalimentación de los trabajadores y segundo, para expresar sentimientos y emociones sobre los logros obtenidos (SBDC y TMAC 2002).

| Medidas | Antes de Mejoras | Expectativas | Después de Mejoras | Impacto | |
|--------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|---|
| | | | | | |
| Producción | 8 Sillas/Día | Incrementar 200 % | 32 Sillas/Día | Incrementado 300% | √ |
| Tiempo de Ciclo | 0.8 hrs./Silla | Reducir 70 % | 0.2 hrs./Silla | Reducido 75% | √ |
| Trabajo en Proceso | 48 Silla en 1 Día | Reducir 80 % | 10 Silla en 1 Día | Reducido 79% | √ |
| Calidad | 3 Sillas/Día son rechazadas | Reducir 100 % | 1 Sillas/Día son rechazadas | Reducido 67% | X |

Tabla 11 Ejemplo de Impacto Después de Mejoras en la Producción de Sillas en una Compañía

El jefe de producción y usted tienen que reunirse con los trabajadores para comunicarles los resultados. La comunicación oral es la mejor forma de transmitir la información y es el medio más sencillo para entenderla.

La información sobre el nuevo ambiente de producción tiene que ser revisado por el jefe de producción y usted. Después de esta revisión, ustedes deciden las acciones a tomar. Vea la Figura 3. Si el impacto después de las mejoras es malo y usted cree que el modelo debe ser aplicado otra vez, programe una reunión con el presidente de la compañía para definir los nuevos problemas y empiece a usar el modelo desde el Paso 1. Si el impacto después de las mejoras es malo pero no existe la necesidad de definir nuevos problemas en el proceso, prepare una entrevista con los trabajadores de planta para identificar las causas de los desperdicios que aun existen. Empiece a usar el modelo desde el Paso 2. Finalmente, cuando el impacto después de las mejoras no es malo pero algunas expectativas no son logradas, revise y cambie el plan de mejoras de proceso y empiece usando el modelo desde el Paso 3.

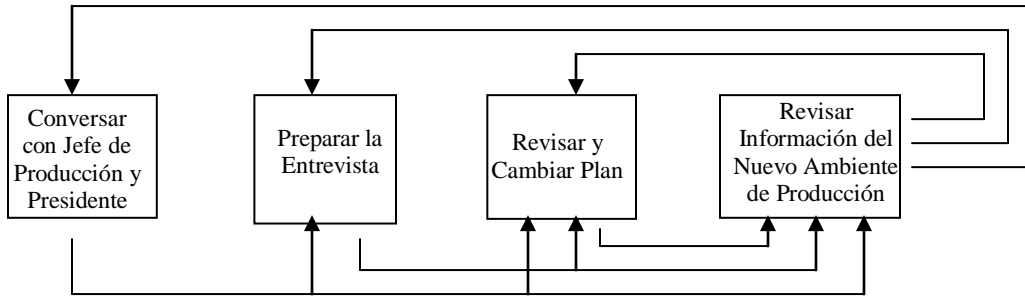


Figura 3 Retroalimentación de Información sobre el Nuevo Ambiente de Producción

FORMAS E INSTRUMENTOS USADOS EN LA METODOLOGÍA

| |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo es el proceso de producción? • ¿Quién toma la decisión en el proceso de producción? • ¿Existe flujo de información en el ambiente de trabajo? • ¿Están siendo correctamente utilizados los trabajadores de planta? • ¿Tiene algún problema con la obtención o el uso de las herramientas de trabajo? • ¿Cómo fluye el trabajo a través de los departamentos de producción? • ¿Que tan bien balanceada esta la línea de producción? • ¿Existen partes esperando a ser procesadas en la línea de producción? • ¿Existen productos mal ensamblados? • ¿existen productos defectuosos? • ¿Cree que el tiempo de puesta a punto de las maquinas es un problema? • ¿La parada de maquinas es un problema? • ¿Todo el personal usa las mismas políticas de producción? • ¿Tienen suficiente espacio para el inventario de partes y materia prima? • ¿Usa el proceso los correctos equipos, herramientas y maquinarias? |
|---|

Tabla 12 Grupo de Preguntas para la Reunión con el Jefe de Producción

| Medidas | Antes de Mejoras | Expectativas | Después de Mejoras | Impacto | |
|--------------------|------------------|--------------|--------------------|---------|--|
| Producción | | | | | |
| Tiempo de Ciclo | | | | | |
| Trabajo en Proceso | | | | | |
| Calidad | | | | | |

Tabla 13 Medidas, Expectativas e Impacto

| Respuestas del Jefe de Producción | Clasificación de los Problemas |
|--|---------------------------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Tabla 14 Clasificación de Problemas en un Proceso de Producción

| Clasificación de Problemas | Frecuencia |
|-----------------------------------|-------------------|
| Problemas de Cultura | |
| Problemas de Proceso | |
| Problemas de Tecnología | |

Tabla 15 Frecuencia de Ocurrencia de Problemas de Proceso

INSTRUMENTO DE ENTREVISTA

PROCESO

- | | | |
|-------|---|--|
| 1 | ¿Como fluye el trabajo a través del departamento de producción? No fluye entre depts. Desde jefe prod. hasta empleados Entre empleados en diferentes depts. | |
| <hr/> | | |
| 2 | ¿Que tan bien esta balanceado el trabajo entre los trabajadores? Pobre Mediano Bueno | |
| <hr/> | | |
| 3 | ¿Son los productos terminados producidos en grandes cantidades y/o antes de ser requeridos por el próximo proceso? Siempre A veces Nunca | |
| <hr/> | | |
| 4 | ¿Están las partes esperando hacer procesadas entre las estaciones de trabajo? Siempre A veces Nunca | |
| <hr/> | | |
| 5 | ¿Hay productos en la línea que necesitan reproceso? Siempre A veces Nunca | |
| <hr/> | | |
| 6 | ¿Hay productos defectuosos en el proceso? Siempre A veces Nunca | |
| <hr/> | | |
| 7 | ¿Tienen los productos terminados que ser procesados otra vez para cumplir los nuevos requerimientos del cliente? Siempre A veces Nunca | |
| <hr/> | | |
| 8 | ¿Con que frecuencia el producto tiene que esperar en la línea por falta de materia prima? Siempre A veces Nunca | |
| <hr/> | | |
| 9 | ¿Los productos terminados requieren personal y equipo para ser transportados dentro de la planta? ¿Porque? Si No | |
| <hr/> | | |
| 10 | ¿Que lejos esta la bodega de partes? Muy lejos Mas o menos lejos Suficiente cerca | |
| <hr/> | | |

Tabla 17 Instrumento de Entrevista. Preguntas Problemas de Proceso.

INSTRUMENTO DE ENTREVISTA

TECNOLOGIA

- 1 ¿Cree que el tiempo de arranque de las maquinas es muy largo? Si es así, ¿que maquina?
Si No

- 2 ¿Con que frecuencia la maquina no esta disponible debido a fallas de funcionamiento?
Frecuentemente A veces Rara vez

- 3 ¿Todo el departamento de producción usa las mismas políticas de trabajo?
Nunca A veces Siempre

- 4 ¿Con que frecuencia usted tiene que esperar porque las maquinas no están disponibles?
Frecuentemente A veces Rara vez

- 5 ¿Existe suficiente espacio para almacenar las partes?
Demasiado pequeños Adecuado Demasiado grande

- 6 ¿Recibe el departamento de producción información a tiempo de otros departamentos?
(Ventas, Servicio al cliente)
Nunca A veces Siempre

- 7 ¿Tiene el departamento de producción suficiente soporte financiero?
Si No

- 8 ¿Ha el departamento de producción cambiado su forma de trabajar?
Si es así, ¿Han los cambios mejorado su bienestar y mejorado el producto?
Si No

- 9 ¿De donde vienen las ideas de cambio?

- 10 ¿Cree usted que la compañía esta usando técnicas para mejorar los procesos de producción?
Si es así, ¿Que técnicas?
Si No

Tabla 18 Instrumento de Entrevista. Preguntas Problemas de Tecnología.

| Causas de Desperdicio | Desperdicio Identificado | Mejor Técnica Lean |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Alta Prioridad | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Baja Prioridad | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Tabla 21 Selección de Técnicas Lean

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Mashari, M., Irani, Z., and Zairi, M. (2001). "Business process reengineering: a survey of international experience." *Business Process Management Journal*, 7(5), 437-455.
- ARRI. (1991). Automation & Robotics Research Institute.
- Barcia, K., Boardman, B. S., and Johnson, M. E. "A Comparison Between Factory Waste and Office Waste: Live Simulation Case Study in an Office Environment." *Business Information Technology World*, Guayaquil, Ecuador, 12.
- Boardman, B. S., and Johnson, M. E. (July 2001). "Lean Techniques in an Office Setting." *Proceedings of the 2001 8th Annual E&R Foundation Summer Workshop*.
- Conner, G. (2001). *Lean Manufacturing For The Small Shop*, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, Michigan.
- Huff, B. (Fall 2000). "Introduction to Business Process Reengineering." Arlington.
- KCG. (1999). "Office Kaizen: Making lean work in service environment." The Kaufman Consulting Group, LLC, Carmel, IN.
- Liles, D. H., Johnson, M., and Meade, L. "The Enterprise Engineering Discipline." *5th Industrial Engineering Research Conference*, Minneapolis, MN, 479-484.
- Liles, D. H., Johnson, M. E., Meade, L. M., and Underdown, D. R. (1995). "Enterprise Engineering: A Discipline?" Society For Enterprise Engineering Conference Proceedings, Orlando, FL.
- Marca, D. A., and McGrowan, C. L. (1988). *SADT: Structured Analysis and Design Technique*, McGraw-Hill Book Co., Inc, New York, NY.
- Mika, G. (2001). "Eliminating all muda." *Manufacturing Engineering*, 18.
- NIST/MEP. (1998). "Principles of Lean Manufacturing 101." National Institute of Standards and Technology Manufacturing Extension Partnership.
- SBDC, S. B. D. C., and TMAC. (2002). *Journal to Excellence*, ARRI, Fort Worth, Texas.
- TMAC, and ARRI. (2001). "Lean Office Training." Texas Manufacturing Assistance Center and Automation & Robotics Research Institute, Fort Worth, TX.
- Underdown, D. R. (1997). "An Enterprise Transformation Methodology," Dissertation, University of Texas at Arlington, Arlington, TX.
- Underdown, D. R., and Liles, D. H. "Transformation Issues in Small Manufacturers." *The Seventh Industrial Engineering Research Conference*, Alberta, CA.

NOTA BIOGRÁFICA

El autor recibió su doctorado en Ingeniería Industrial de la Universidad de Texas en Arlington en mayo de 2003.

El autor fue un Investigador Asistente Graduado de UT Arlington, Automatización y Robótica del Instituto de Investigación de septiembre de 2000 a mayo 2003. Formó parte del grupo que desarrolló el "Taller Oficina Lean con Simulación en Vivo" para el Texas Manufacturing Asistente Center.

El autor recibió su Maestría en Economía Agrícola de Texas A&M University y recibió su grado profesional en Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.

El autor trabaja en temas de investigación y desarrollo de métodos, filosofías y herramientas para la aplicación de conceptos en sistemas integrados de manufactura. Sus líneas de investigación son las técnicas de aplicación de manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) y diseño de procesos industriales con herramientas de simulación.

El autor, actualmente es profesor titular en la Escuela Superior Politécnica del Litoral y tiene a su cargo las cátedras de Producción I, Simulación y Producción Esbelta.