

875202  
9  
2ej



UNIVERSIDAD VILLA RICA

FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION

**"PARTICIPACION DE LOS OBREROS EN LA REDUCCION  
DEL ALISTAMIENTO".**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**LICENCIADO EN ADMINISTRACION**

PRESENTA

**ELIDE DE LOS ANGELES PINTUELES AGUIRRE**

**ING. MBA FEDERICO E. AVILA VINAY**  
DIRECTOR DE TESIS

**ING. MBA. J. ARTURO ENRIQUEZ G.**  
REVISOR DE TESIS

H. VERACRUZ, VER.

1995

**FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE GENERAL

NOMBRE	PAGINA
INTRODUCCION.	... 1
CAPITULO I. ANALISIS Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS	... 6
CAPITULO II. SISTEMAS DE PRODUCCION	... 22
CAPITULO III. TIEMPOS DE ALISTAMIENTO	... 31
CAPITULO IV. PARTICIPACION DE LOS OBREROS EN LA REDUCCION DEL ALISTAMIENTO	... 48
CAPITULO V. METODOLOGIA PARA LA REDUCCION DEL ALISTAMIENTO	... 54
CONCLUSIONES.	... 67
BIBLIOGRAFIA.	... 71

## INTRODUCCION.

### ANTECEDENTES.

En México desde la década de los 80's y con mayor amplitud en los 90's, se han definido con claridad las políticas y estrategias en materia de Comercio Internacional; las decisiones y acciones ya tomadas y las futuras son del dominio público. En síntesis se busca eliminar gradualmente impuestos o aranceles, cuotas y simplificar trámites administrativos para facilitar el libre flujo de productos y servicios con otros países.

El camino parece correcto, se desea así crecer y resolver problemas de orden económico y también social; sin embargo todo esto implica riesgos, por ejemplo: es de esperarse un mayor grado de competencia, no solamente en precio sino también en variables tan críticas como La Calidad. En este aspecto, la industria Mexicana requiere hacer cambios importantes de largo plazo acompañados de voluntad, inversiones y preparación; estos cambios pueden ser tan radicales que exijan romper con las normas y costumbres del pasado.

El diseño y construcción de los equipos para líneas de ensamble en la industria de la manufactura, es uno de estos casos. De manera clásica se puede asegurar, que ha existido una clara tendencia a preferir líneas de alta velocidad que atiendan varios productos

para los cuales se ha proyectado la planta. Los argumentos a favor de esta decisión son al parecer contundentes, ya que se busca así:

a. Reducir la inversión inicial en equipos e instalaciones de la nave industrial.

b. Reducir costos y gastos de operación, en especial de mano de obra, así como de servicios indirectos en fábrica.

Sin embargo como todo, esto también tiene sus desventajas, algunas de ellas no se habían visto como graves o limitantes, este es el caso de que al decidir pocas o quizá una línea (de alta velocidad) para atender a varios productos, se hacen necesarios cambios en cada equipo para cuando ha de procesarse un nuevo lote para otro producto.

#### PROBLEMA.

La dificultad consiste en que los cambios para atender un nuevo producto pueden ser tardados o costosos. Hasta ahora la solución ha sido: HACER POCOS CAMBIOS DE LINEAS, lo cual significa, procesar lotes de fabricación grandes para cada producto, si se desea atender la demanda de todos los productos proyectados y demandados.

¿Cual es la consecuencia implícita en ésta forma de trabajo?, RESPUESTA : NIVELES ALTOS EN LOS INVENTARIOS DE PRODUCTO TERMINADO, PARTES EN PROCESO Y CONSECUENTEMENTE DE LAS MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS.

El tratamiento de los inventarios es un tema que cuenta con mucho tiempo de ser estudiado y difundido, como resultado existen textos y hasta estudios de postgrado al respecto. Aunque se han logrado avances, estos ahora parecen limitados, al ser tardado y costoso un tiempo de cambio o alistamiento de equipo, ya que se hace preferible una corrida (o lote) larga de producción, incrementandose los niveles promedio de inversión, gastos, espacios y otros problemas.

¿Porque se ha sobrevivido con estas limitaciones? Probablemente no existían razones de contrapeso suficientemente grandes; como quiera que esto sea hoy si lo es, aún más, podríamos asegurar que se trata de una limitante en el esfuerzo de lograr Estándares Mundiales de Calidad.

En síntesis y sin entrar en detalles se puede garantizar que: si los tiempos de alistamiento fuesen pequeños, se lograría lo siguiente:

- a. Lotes de fabricación pequeños y por lo tanto niveles de inventarios bajos con una lista de beneficios algunos asociados a la calidad de los productos y servicios ofrecidos.
- b. Flexibilidad y capacidad para adaptarse a los diversos requerimientos de los consumidores.

## OBJETIVO.

En el presenta trabajo de investigación, se pretenden varios objetivos:

1. Mostrar la relación que existe entre los tiempos de alistamiento y los niveles de inventarios.
2. Mostrar como pueden ser reducidos los tiempos de alistamiento, con énfasis especial en la participación de los recursos humanos.

## HIPOTESIS.

La reducción en los tiempos de alistamiento, no solo reducen los niveles de inventarios, sino que indirectamente reducen varios costos y problemas en fábrica, en especial algunos que afectan a la CALIDAD de los productos de las Empresas Manufactureras.

## METODOLOGIA GENERAL.

Siguiendo el esquema básico del método científico, se hará énfasis en las recomendaciones y resultados de quienes han liderado mundialmente estos estudios. De esta forma el documento estará integrado por las siguientes secciones o capítulos.

CAPITULO I. ANALISIS Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS. En este capítulo se muestra el tratamiento tradicional a las decisiones claves de: Cuanto producir y cada cuando.

CAPITULO II. SISTEMAS DE PRODUCCION. En este capítulo se presenta una síntesis de lo que son los diferentes sistemas de producción, para permitir la introducción a lo que es el sistema Justo A Tiempo. Es en este sistema en donde por primera vez se estudian los tiempos de alistamiento; que es el tema central de esta tesis

CAPITULO III. TIEMPOS DE ALISTAMIENTO. Asociado a lo anterior se explicará como y porqué el tiempo de alistamiento, es una limitante en la decisión de intentar reducir los lotes de fabricación y los niveles de inventarios

CAPITULO IV. PARTICIPACION DE LOS OBREROS EN LA REDUCCION DEL ALISTAMIENTO. En este capítulo se plantea la tesis, de como la participación de los obreros es la clave en el éxito de cualquier programa de reducción en los tiempos de alistamiento, sin importar las técnicas y problemas específicos.

CAPITULO V. METODOLOGIA PARA LA REDUCCION DEL ALISTAMIENTO. A partir de una investigación documental, se presentan diversas técnicas y programas experimentados por líderes mundiales en el tema; en especial se vuelve a poner énfasis en cómo la participación de los obreros es clave en este esfuerzo.



CONCLUSIONES. En ésta última sección se sintetiza lo anterior y se adicionan algunas recomendaciones complementarias y diferentes a lo expuesto; pero que están asociadas a los mismos propósitos: REDUCIR LOS NIVELES DE INVENTARIOS E INCREMENTAR LA CALIDAD.

## CAPITULO I: ANALISIS Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS.

El control y mantenimiento de un inventario de bienes físicos es un problema común a todas las empresas y para la mayoría de las industrias de manufactura los inventarios representan un importante porcentaje del capital de trabajo. Existen varias razones para mantener un inventario ; estas incluyen protección contra variaciones en la demanda, mantenimiento de un flujo constante de producción al establecer una función de desacoplamiento entre las distintas etapas de producción y la reducción del costo global de materiales al aprovechar los descuentos por volumen. Además los inventarios pueden realmente ayudar a incrementar la tasa de producción y a reducir los costos de manufactura si, a través de un uso prudente, se evita un aparato excesivo en la etapa de cuellos de botella de la producción. Una compañía puede obtener ahorros sustanciales utilizando un procedimiento racional para la administración de inventarios. En este capítulo se verán procedimientos para administrar partidas de inventarios con demandas independientes, en donde la demanda de un artículo o producto se basa en su propio historial de utilización y variación estadística.

### SINTOMAS DE LOS INVENTARIOS MAL ADMINISTRADOS.

En muchas empresas la administración del inventario de bienes físicos se basa en las determinaciones intuitivas del gerente de compras, quien decide que artículos comprar, cuando comprarlos y en qué cantidades. Cuando una compañía es pequeña y el número de artículos a mantener en inventarios es reducido, estos procedimientos

informales pueden funcionar adecuadamente. Sin embargo, conforme la compañía crece y comienza a requerir una mayor variedad de partidas de inventarios con distintas proporciones de utilización, los sistemas informales tienden a crear problemas que pueden resultar en mayores costos y en una interrupción de la administración y el suministro del producto terminado. Desafortunadamente, el detectar inventarios mal administrados no es una tarea fácil, dado que existe una gran variedad de síntomas. Algunos síntomas que pueden indicar a los gerentes que existe la necesidad de contar con una administración científica de inventarios son:

- 1) La cantidad de inventario aumenta más rápido que el crecimiento de las ventas
- 2) Se presentan faltantes de productos o artículos, provocando la interrupción de la producción o retrasos en la entrega a los clientes
- 3) Los costos administrativos relacionados con el acopio, la expedición y el mantenimiento de inventarios se tornan muy elevados
- 4) Se tienen existencias excesivas de algunos artículos y existencias muy reducidas de otros; y

5) Algunos artículos se pierden o extravían y las proporciones de desperdicio y obsolescencia son demasiado elevadas.

Un sistema formal de administración de inventarios puede producir ahorros sustanciales para una Compañía. Estos ahorros se obtienen de varias formas distintas, dependiendo de la situación particular de la Compañía. Algunas fuentes comunes para dichos ahorros son un menor costo de compra, menores gastos de intereses o un aumento en la disponibilidad de fondos internos, menores costos de operación (administrativos, de expedición, de transporte, de recepción, etc...), menor costo unitario de producción, confiabilidad en la entrega por parte de producción y un mejor servicio a los clientes en el suministro de productos. Se estudiarán los principios y el modelo básico que resulta importante en el diseño de un sistema formal para la administración de inventarios.

#### PUNTOS DE REABASTECIMIENTOS EN UN SISTEMA DE PRODUCCION-DISTRIBUCION.

En la figura 1-1 se identifican los principales puntos de reabastecimiento en un sistema de producción-distribución, desde la requisición de materias primas y suministros, pasando por el proceso productivo y culminando con la disponibilidad de producto terminado para su consumo. En la parte inicial del sistema se requiere contar con existencias de materias primas y suministros con el fin de llevar a cabo el proceso productivo con un costo mínimo y dentro del programa establecido. Se desarrollan políticas de inventarios para

determinar cuando deben reabastecerse éstos inventarios y que cantidades ordenar en un momento dado. Estas cuestiones son agravadas por los descuentos en precios y por la necesidad de asegurarse por las demoras en el tiempo de entrega y los aumentos temporales en los requerimientos para que no afecten ni alteren las operaciones.

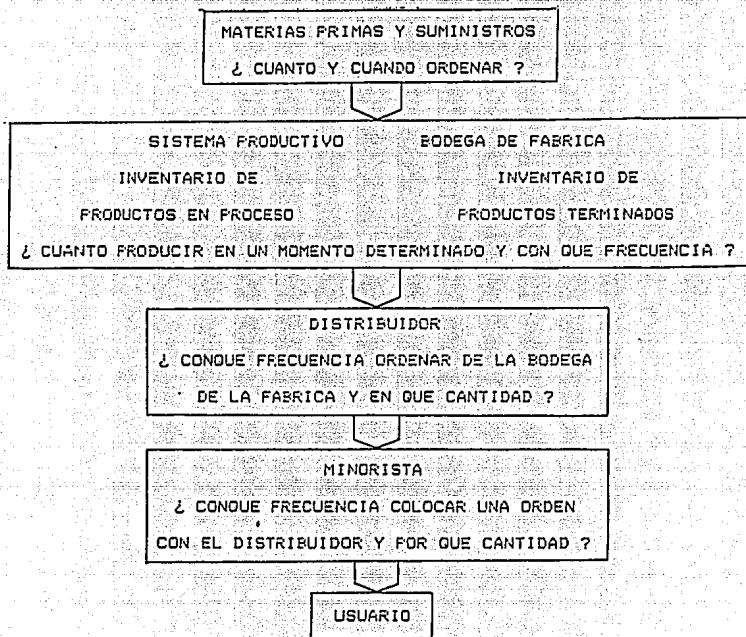


Figura 1-1

Como parte del proceso de conversión dentro del sistema productivo, los inventarios de productos en proceso se transforman en inventarios de producto terminado. El nivel de inventario de producto terminado depende de la política aplicada para determinar el tamaño de los lotes de producción y su calendarización y para las proporciones de utilización determinadas por las ordenes de los distribuidores. Los artículos con un alto volumen justifican políticas distintas de producción y reabastecimiento de inventarios que aquellos con un volumen medio o bajo. Las decisiones relacionadas con el tamaño de los lotes de producción y su calendarización son muy importantes en cuanto al uso económico del personal y del equipo. La producción continua de un artículo de elevado volumen puede estar plenamente justificada. Por otra parte, los artículos de bajo volumen probablemente deban ser producidos solo de una manera periódica y en lotes económicos. Nuevamente, será necesario contar con lineamientos de política para determinar el tamaño de los inventarios de seguridad necesarios para absorber los efectos de las demoras en producción y las variaciones aleatorias en la demanda por parte de los distribuidores.

La función de los distribuidores y minoristas es poner los productos a disposición de los consumidores a partir de los inventarios de producto terminado. Los distribuidores y minoristas con frecuencia llevan una amplia gama de artículos; por lo tanto se requiere contar con políticas de reabastecimiento que tomen en cuenta esta clase de complejidad. Comúnmente, se colocan órdenes rutinarias

para una diversidad de artículos con cada uno de los proveedores. Los descuentos en precios por volumen con frecuencia son un factor adicional a considerar.

Aún cuando los detalles de los problemas en cada uno de los niveles del sistema de producción-distribución pueden variar, es conveniente hacer notar que las cuestiones básicas de políticas en cada etapa se relacionan con el proceso de reabastecimiento del inventario y se concentran en QUE TANTO Y CUANDO ORDENAR. Existe una clase general de problemas para los cuales los conceptos de cantidades de orden económica proveen importantes perspectivas.

Primero se desarrollarán estos conceptos dentro del marco de referencia para el tamaño de las órdenes de compra; posteriormente se verá como estos conceptos pueden ser adaptados para resolver problemas de inventarios dentro del flujo de un sistema.

#### MODELO BASICO DE INVENTARIOS.

El objetivo del modelo básico de inventarios consiste en determinar la cantidad óptima a ordenar que minimice los costos incrementales totales relacionados con mantener un inventario y procesar órdenes. Los intercambios que son capturados en éste modelo pueden ser ilustrados por medio de un sencillo ejemplo.

Supongase que los requerimientos anuales de una partida de materias primas específica son:

$D = 2000$  (und. x semana) \* 52 (semanas al año) = 104000 unidades al año.

Si se colocan órdenes para lotes de  $Q = 10,000$  unidades entonces se requerirá un nuevo lote cada cinco semanas. Cuando un nuevo lote llega a la bodega, se tienen 10,000 unidades de esta materia en existencia. Este inventario será consumido a una velocidad de 2000 unidades por semana. Al final de la quinta semana, se tendrá un inventario de cero unidades y el siguiente lote de 10,000 unidades ingresará al sistema. En la fig. 1-2a se ilustran los cambios en los niveles de inventario para este artículo a través del tiempo como resultado de esta política para la colocación de órdenes. El nivel promedio de inventario para esta situación es de la mitad del tamaño del lote, o  $D/2 = 5,000$  unidades.

Si el artículo se ordena con mayor frecuencia pero en menores cantidades como se muestra en la figura 1-2b, el nivel de inventario asociado disminuirá en proporción al número de unidades ordenadas en un cierto momento dado. Dado que los costos incrementales de mantener un inventario dependen del nivel promedio del inventario, los costos de manejo son proporcionales al tamaño del lote  $Q$ , es decir del número de artículos ordenados en un momento dado.

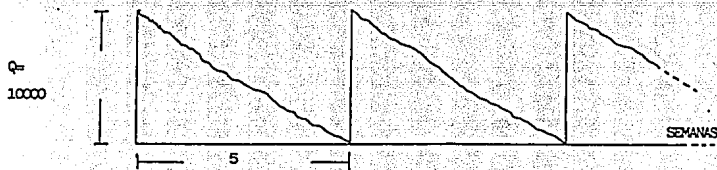
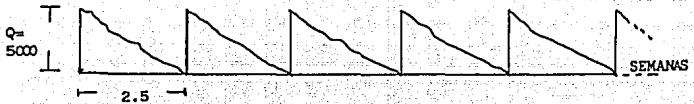


FIGURA 1-2 A



FIGURA 1-2 b



Observando las figuras 1-2 también puede apreciarse que el costo anual total de colocar órdenes para la configuración de órdenes mostrada en la figura 1-2b será doble que para la configuración de órdenes mostradas en la figura 1-2a debido a que se coloca el doble de órdenes para los mismos requerimientos anuales.

Por tanto ya se han aislado dos tipos de costos incrementales que representan los criterios cuantitativos para evaluar el sistema de inventarios. Estos son, los costos asociados con el nivel de inventario, o costos de mantenimiento de inventarios y los costos asociados con el número de órdenes colocadas, o costos de establecimiento de inventarios.

La variable en la ecuación 1 que puede ser manipulada por la gerencia es  $Q$  (tamaño del lote). Las variables no controlables son los requisitos que están relacionados con factores tales como demanda por los consumidores, impuestos y primas de seguros. Para este ejemplo, las variables no independientes serán:

Ca (costo unitario del inventario)

D (demanda o requisitos anuales) y

Co (costo unitario de elaboración de la orden).

Todos los factores que se determinen deben variar de acuerdo con el tamaño de la orden.

Para ampliar la definición del sistema se construye una gráfica en la que se muestra la relación general entre D (tamaño del lote) y los costos incrementales que se han aislado. Ya se ha visto en la figura 1-2 que si D se duplica, el nivel promedio de inventario también se duplica. Supongase un costo de mantenimiento de  $C_a = N\$3$  pesos por año para llevar una unidad de inventario. (Los costos incluyen partidas tales como intereses, seguros e impuestos.) Dado que el nivel promedio de inventario es  $D/2$ , los costos incrementales anuales asociados con el inventario son:

CA = Costo anual de llevar inventarios:

$$CA = C_a \times D / 2$$

ECUACION 1

Sustituyendo distintos valores para D los resultados pueden graficarse como la curva a en la figura 1-3.

Los costos de colocación de órdenes pueden graficarse de manera similar. El número de órdenes colocadas por año para satisfacer los requerimientos es  $D / Q$ . Si los costos de

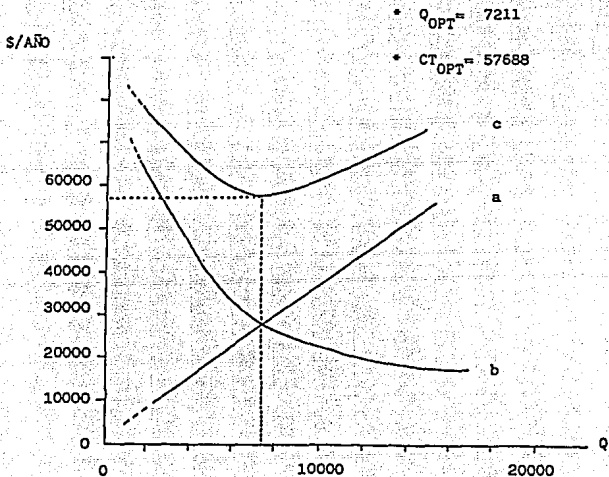
preparación y seguimiento de una órden son  $Co = \$2000$ , entonces los costos incrementales anuales totales relacionados con la colocación de órdenes son:

$CO = \text{Costo anual de colocación:}$

$$CO = Co \times D / Q$$

ECUACION 2

Por lo tanto, conforme  $Q$  aumenta, los costos incrementales anuales para la colocación de órdenes disminuye. Esta relación se traza con la curva  $b$  en la figura 1-3 la cual se obtiene sustituyendo varios valores de  $Q$  en la ecuación 2.



La curva c en la figura 1-3 muestra la curva del costo incremental total que resulta de sumar las curvas a y b. Esta curva representa un modelo que expresa los costos incrementales anuales totales como una función de las variables que definen el sistema. La ecuación para la curva de costos totales también puede ser expresada en forma algebraica como la suma de los costos anuales de mantenimiento y colocación de órdenes determinados usando las ecuaciones 1 y 2.

CT = COSTO TOTAL ANUAL :

CT = CA + CO

CT = ( Ca \* D / 2 ) + ( Co \* D / Q )

ECUACION 3

Para el modelo simplificado puede seleccionarse la política óptima que se define por el punto mínimo de la curva del costo incremental total de la figura 1-3 esto es  $D(\text{opt}) = 3210$ . Debe notarse que en el punto óptimo, el costo anual de mantenimiento es igual al costo anual de las órdenes.

Esta es una solución al problema específico con los valores dados Ca, D y Co. A partir de la ecuación 3 para el costo incremental total, puede derivarse una fórmula para el punto mínimo de la curva. La solución para D resulta en una fórmula que representa la solución general para el modelo:

$D(\text{óptimo}) = \text{RAIZ CUADRADA} (( 2 * D * Co ) / Ca )$

ECUACION 4

Esta fórmula produce el valor que representa el menor costo incremental total para el modelo. Sustituyendo los valores dados en el ejemplo

$$Q = \text{RAIZ CUADRADA} \left( ( 2 * 104000 * 2000 ) / 8 \right)$$

$$Q = 7211 \text{ und.}$$

Al utilizar la ecuación es esencial que todas las constantes y variables sean expresadas en unidades consistentes. Por ejemplo, si se pretende que la cantidad de orden económica esté expresada en pesos, los requisitos también deberán estar expresados en pesos. De manera similar, si los requisitos anuales deben ser expresados en tarifas mensuales. En la práctica, con frecuencia se emplean figuras, gráficas y tablas basadas en dicha fórmula para minimizar los cálculos. En la actualidad existen programas de computadora que emiten automáticamente órdenes de compra para las cantidades calculadas con la fórmula.

El costo incremental de la solución óptima,  $CT(\text{mínimo})$ , se obtiene sustituyendo  $Q(\text{óptimo})$  en la ecuación 3:

Sustituyendo los valores dados en el ejemplo, resulta

$$CT = ( 8 * 7211 / 2 ) + ( 2000 * 104000 / 7211 )$$

$$CT = 28844 + 28844 = 57688$$

La política de inventarios aplicada en el ejemplo consiste en ordenar 7211 unidades por pedido, lo cual resultará en un número promedio de órdenes anuales de  $D / Q = 14.42$ . El tiempo transcurrido entre la colocación y la recepción de una orden, denominando tiempo de entrega, determina cuándo debe colocarse una orden. Por ejemplo, si el tiempo de entrega es de una semana, entonces la orden debe expedirse cuando el inventario disponible disminuye a 2000 unidades.

El nivel de inventario cuando se expide una orden se denomina punto de reorden. En el modelo básico, dado que se asume que la demanda es conocida, el punto de reorden representa la cantidad de existencias necesarias para satisfacer la demanda durante el tiempo de entrega.

#### CANTIDADES DE ORDEN DE PRODUCCION

En el modelo enfocado al proceso de los sistemas productivos, en donde la demanda es independiente, la administración debe decidir qué tan grandes deben ser estos lotes. El concepto de lote económico representado por la ecuación 4 puede aplicarse directamente, reconociendo que los costos de preparación son los costos incrementales de escribir las órdenes de producción, controlar el flujo de las órdenes a través del sistema y acondicionar las máquinas para el lote; los costos de inventario están asociados con el mantenimiento del inventario en proceso.

Sin embargo, el supuesto de que una orden se recibe y se coloca en inventario en una sola operación, con frecuencia no resulta cierto en manufactura. La ecuación 4 supone la configuración general de inventario mostrada en la figura 1-2a, en donde toda una cantidad de orden  $O$  es recibida instantáneamente en inventario. El inventario es entonces reducido de acuerdo con la proporción de utilización y las órdenes subsecuentes se colocan con suficiente tiempo, de manera que su recepción coincida con el nivel mínimo de inventario.

Para muchas situaciones de manufactura, la producción de la cantidad total cubierta por la orden se lleva a cabo durante un cierto espacio de tiempo y las partes ingresan al inventario en menores cantidades conforme la producción continúa. Esto resulta en una configuración de inventario similar a la de la figura 1-4

Si  $O$  es la cantidad de la orden de la producción, entonces la ecuación 3 para el costo incremental total se modifica de la siguiente manera:

$$CT = CA + CO$$

En donde

$$CA = (C_a * O / 2) * (1 - d / p)$$

$$CO = D / O$$

En la expresión anterior, el primer componente es el costo de mantenimiento y el segundo es el costo de acondicionamiento de la producción. Como  $p$  es la producción por unidad de tiempo, se requiere

unidades de tiempo para producir la cantidad de orden de producción,  $Q$ . Adicionalmente se acumulan  $p-d$  unidades en el inventario por unidad de tiempo, por lo que en  $Q/p$  unidades de tiempo, se acumulará un inventario de  $Q/P(p-d)$  unidades. Resolviendo para  $Q$  se obtiene lo siguiente:

$$Q = R2 \left( ( 2 * D * C_o ) / ( C_a * ( 1 - d / p ) ) \right)$$

$R2$  significa : raíz cuadrada

en donde:

$d$  = Requerimientos o proporción de utilización (a corto plazo, posiblemente diario o semanal).

$p$  = Ritmo de producción (sobre la misma base que  $d$ )

$C_p$  = Costo de colocación de orden y acondicionamiento.

$C_a$  = Costo unitario del inventario.

$Q$  = Cantidad de orden de producción que representa el costo mínimo.

$D$  = Requerimientos anuales.

La  $Q$  que resulta es mayor que la que resultaría de la ecuación 4. El inventario promedio es menor para una  $Q$  dada y el balance entre los costos de preparación y los costos de inventario se obtiene con un valor más elevado de la cantidad de orden  $Q$ . El número de ciclos de producción el año es  $D / Q$ .



El comportamiento de los inventarios y de las corridas de producción pueden ser entendidas en las figuras 1-4a y 1-4b siguientes :

FIGURA 1-4 a

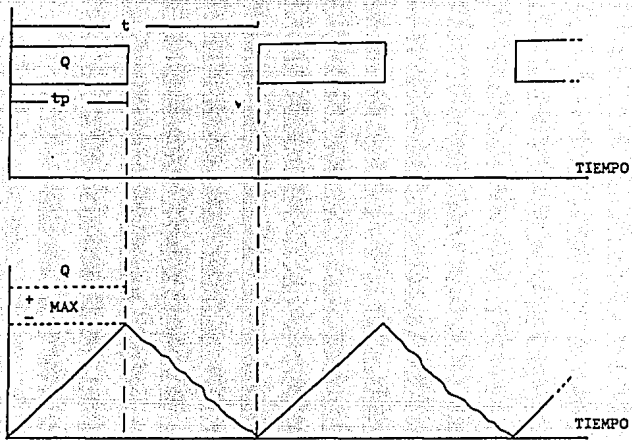


FIGURA 1-4 b

## CAPITULO II: SISTEMAS DE PRODUCCION

### INTRODUCCION

La calidad y productividad a través del involucramiento del recurso humano, se han considerado desde los años 1970 y quizá antes en el Japón, como estrategias para desarrollar altos niveles de competitividad.

En los últimos años se ha acuñado un nuevo término: manufactura de clase mundial, concepto a través del cual se busca expresar la optimización de los sistemas de fabricación en su máxima expresión y no a través de grandes inversiones y la clásica automatización, sino a través de organizar eficientemente las instalaciones y de luchar sin descanso contra todo tipo de desperdicio.

Uno de los elementos claves en el que descansa la manufactura de categoría mundial es el JUSTO A TIEMPO ( JIT ) sistema desarrollado en Japón en esa búsqueda permanente por hacer mejor las cosas y mejorar continuamente la calidad y productividad dentro de sus organizaciones.

### ANTECEDENTES

Tradicionalmente, se han operado los sistemas de producción dentro de tres tipos característicos en base a la distribución de la

maquinaria y procesos de producción. Estos tres tipos son los siguientes :

1. Sistema de producción por componente principal o producto único.

Este sistema consiste en que la unidad a fabricarse no sufre desplazamientos en la fábrica, permanece fija, llevándose a ella la maquinaria, el equipo, los materiales y los trabajadores. Este producto es voluminoso y pesado. Ejemplo típico es un astilleros.

Desventajas del sistema:

- \* Bajo volumen de producción.
- \* Almacenamiento y transporte de materiales difícil y
- \* Costoso.

2. Sistema de producción por proceso, función o por lotes.

Este sistema consiste en que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas en una misma área o depto. Así por ejemplo en una empresa fabricante de piezas de hule, las prensas están localizadas una junto a otra, los mezcladores están en un espacio aparte, y así sucesivamente. Ventajas de este sistema es que se puede fabricar diversos modelos de productos con cierto grado de versatilidad.

Desventajas del sistema.

\* El control de la producción se vuelve complejo, debido a la amplia gama de productos que a su vez requiere una gran cantidad de componentes.

### 3. Sistema de producción por producto, en línea o continua

Agrupan a la maquinaria una tras otra y una vez que se inicia la alimentación de la materia prima esta continúa a lo largo de la línea de producción. Este sistema de producción se utiliza cuando la demanda de producción es alto. Ejemplo es la industria del papel. Ventajas de este sistema son el costo unitario muy bajo, y rapidez de producción muy alto. El control de la producción se simplifica y no se requiere de una mano de obra altamente calificada.

#### Desventajas

del sistema:

\* Alto riesgo de parar la producción por falla o descompostura en algunas de las máquinas del proceso.

\* El costo de la maquinaria es alto y poco versátil para producir gran variedad de producto o cambiar de producción de un producto a otro.

### PANORAMA GENERAL DEL JUSTO A TIEMPO.

El programa general justo a tiempo no es una creación mágica de los industriales japoneses, siempre preocupados por

desarrollar nuevas técnicas que incrementen su nivel de producción y productividad.

Quando se habla de productividad, las prácticas tradicionales de producción en las empresas ha sido la búsqueda permanente de la eliminación de operaciones innecesarias, esto aplicando las técnicas necesarias de la ingeniería industrial y del estudio del trabajo para aumentar la velocidad de producción, lo cual requiere de grandes cantidades de existencias e inventarios de seguridad para cubrir eventualidades. Pero el intento de elevar los niveles de productividad por medio de tales prácticas, ha llevado a las empresas por el camino opuesto, ya que los problemas permanecen ocultos y la productividad se vuelve una falacia.

En todo sistema de producción se espera:

1. Producir lo que el cliente desea.
2. Producir a la velocidad que el cliente demanda.
3. Producir con calidad.
4. Producir en forma instantánea, empleando en ello un tiempo mínimo de fabricación.
5. producir sin desperdicio de materia prima, mano de obra y equipo.

6. Producir mediante métodos que permitan el desarrollo de la empresa y del trabajador simultáneamente.

Desde tiempos anteriores se ha considerado al programa JUSTO A TIEMPO como un simple programa para reducir inventarios; pero en realidad es más que eso, se le define como un sistema en donde logra:

\* Producir lo que se necesita.

\* Producir en el momento en que se necesita.

\* Producir en las cantidades necesarias.

Ya sea para un cliente, maquinaria o un proceso de producción.

De acuerdo con lo anterior el programa JUSTO A TIEMPO, establece que la materia prima debe arribar a una fábrica en el tiempo preciso y en las cantidades requeridas, se procesa paso a paso en las cantidades demandadas.

Toda empresa que produce bajo el programa JIT, lo hace al ritmo de la demanda, lo que lleva a una serie de beneficios, tales como:

\* menor índice de defectos.

- \* menor variabilidad

- \* mayor duración de máquinas y equipo y menos fallas en los equipos.

La filosofía del programa JIT está basada en la constante acción para combatir todo desperdicio. Otro punto de vista para evitar el desperdicio es considerar los recursos mínimos para trabajar.

Este concepto se puede expresar de la siguiente manera:

- \* Un solo proveedor con capacidad suficiente.

- \* No personas, equipos o espacios dedicados a hacer piezas defectuosas.

- \* No existencias de seguridad.

- \* No tiempos de producción en exceso.

El enfoque de la filosofía JIT está integrado por tres elementos importantes:

- \* El programa JUSTO A TIEMPO en sí.

- \* El control total de la calidad.
- \* El mantenimiento preventivo total.

Como conclusión se enlistan los elementos claves del JUSTO

#### A TIEMPO:

- \* Calidad en la fuente,
- \* Administración de la planta

Carga de trabajo uniforme

Celdas de producción y tecnología por grupos

Preparación de máquinas

Mantenimiento preventivo total

Tarjetas KANBAN

Trabajadores multifuncionales

- \* Compras JUSTO A TIEMPO.

#### ADMINISTRACION DE LA PLANTA.

Para el JIT son esenciales el equilibrio, la sincronización y el flujo de la producción. Esto se logra a través de la investigación y nivelación de la producción. Por nivelación de la producción se entiende un programa en el que el uso de los materiales es tan uniformemente distribuido en el tiempo como sea posible.



Tradicionalmente la programación de la producción se hace en base a planes mensuales de producción, en donde el fabricante adquiere de una sola vez, toda la materia prima y componentes para este plan. Resultado: inventario de almacén. Llegada la fecha de fabricación, esta se hace a la mayor velocidad posible, empujando la producción de una maquinaria a otra, creando inventarios de seguridad. Se terminan los pedidos y se envía todo junto al cliente o en envíos parciales, como quiera, el resultado son más inventarios en la planta del cliente o en la planta del fabricante; esto sigue siendo un desperdicio.

Aunque pareciera que los sistemas tradicionales de producción se programan en función de la demanda, en realidad lo hacen en función de la capacidad de sus máquinas, de tal forma que se produce a la más alta velocidad para no tener las máquinas ociosas, independientemente de que el cliente o la máquina requiera el producto o no.

Con JIT la programación de la producción no es equivalente a la capacidad de producción, sino que se adapta a lo que se necesita. Por lo tanto, la información de lo que se necesita se proporciona a la última etapa de la producción, a la última máquina, a la última operación, que se convierte en el tambor que marca el ritmo de la producción, a las máquinas y operarios precedentes. Este sistema de producción es necesario para hacer posible la producción JIT.

La siguiente figura 2-1 muestra gráficamente como funciona el sistema "empujar" y el de "jalar".

SISTEMA EMPUJAR

ORDEN ----> M1 ----> IPP ----> M2

SISTEMA JALAR.

M1 <---- IPP <---- M2 <---- ORDEN

Sin embargo, esto no sería posible si no ocurren varios elementos indispensables para el JIT:

- Un nuevo tipo de arreglo de las máquinas en celdas de producción en forma de U.
- Un sistema simple y efectivo de información, conocido como KANBAN.
- Tiempos reducidos de preparación de las máquinas.
- Un nuevo tipo de trabajador, que está capacitado para desempeñar diversas tareas, el trabajador multifuncional y
- Un programa vigoroso de mantenimiento preventivo total.

### CAPITULO III.- TIEMPOS DE ALISTAMIENTO.

#### ¿CUAL ES EL PROBLEMA?

Cualquier padre de familia aficionado al bricolaje tiene en casa un taladro eléctrico, capaz de realizar agujeros de diferentes diámetros. Para cambiar el diámetro del taladro, basta cambiar de broca. Esta operación, muy rápida, confiere al aparato gran flexibilidad de utilización.

Por el contrario, si el cambio de broca necesitara tres horas de esfuerzos, nuestro aficionado al bricolaje intentaría probablemente planificar sus taladros a fin de reducir el número de cambios de broca e incrementar la eficacia de sus trabajos a fin de semana.

De este modo, para que un aparato polivalente permita flexibilidad y eficacia y no perjudique los plazos, su adaptación de uno a otro tipo de producción debe ser muy rápida. En las fábricas, las máquinas son con mayor frecuencia polivalentes, lo que permite tener una tasa de utilización elevada, garantiza su rentabilidad y costos reducidos de producción.

Para pasar de un tipo de producción a otro hay que cambiar la "herramienta" de la máquina. La herramienta es a la máquina, lo que la broca es al taladro manual. En el ejemplo de una prensa

estampadora de lámina, el cambio de tipo de matriz, necesita la sustitución de prensas macho y hembra.

Es preciso, en efecto, desmontar la matriz frecuentemente pesada y fija en la máquina por medio de numerosas sujecciones, desplazarla, colocar otra, ajustarla, ensayar una primera pieza, hacerla controlar, comprobar la mayoría de las veces que es defectuosa, reanudar, etc.

Este trabajo largo y delicado no siempre puede ser realizado por el operario de la máquina, siendo necesario en numerosos casos la intervención de uno o varios especialistas. Por causa de su duración y costo, los cambios de herramienta no pueden, por tanto verificarse muy a menudo, y por ello es necesaria la producción consecutiva de lotes importantes (grandes) de piezas idénticas. Resultan de ello "stocks" elevados, plazos largos de producción, esperas y obstáculos a la fluidez en el recorrido de los productos.

#### ¿PORQUE UNOS CAMBIOS DE HERRAMIENTAS TAN LARGOS?

Durante decenios y todavía hoy, los creadores de máquinas herramientas han tenido como preocupación esencial el incremento de la velocidad de sus equipos. Lo cual correspondía a la principal exigencia de sus clientes más importantes: los industriales que producen grandes series.

Las máquinas en definitiva no han sido concebidas para un cambio rápido de herramientas, lo que explica que la operación dure generalmente varias horas. Pero lo cierto es que la duración del cambio de herramientas viene en gran parte condicionado por la concepción de la máquina.

Por ello sin duda, el personal de las fábricas no tiene costumbre de intentar reducir dicha duración. Cuando el fabricante de equipos tiene un nombre conocido, apenas se piensa en cuestionar sus principios de concepción.

La idea de reducir los tiempos de cambio de herramientas no es, por tanto, tradicional en la industria. Las mismas direcciones generales raramente piensan en ello, cuando su función consiste en especial en fomentar la evolución en el seno de sus empresas. En consecuencia, los planes de acción que las empresas establecen periódicamente para mejorar su productividad omiten generalmente ésta cuestión.

Una fuerte reducción de los tiempos de cambio de herramientas ofrecería sin embargo múltiples ventajas.

- \* Aumentaría la capacidad de producción de las máquinas y la productividad del personal.

- \* Permitiría librarse de la producción por lotes.

\* Resultaría de ella una fuerte baja de plazos y de los stocks, así como la posibilidad de utilizar las máquinas para producir las piezas en el momento en que se tiene necesidad de ellas y con la calidad necesaria.

\* Los problemas de la falta de piezas o del retraso de los pedidos de clientes se verían con ellos sensiblemente reducidos.

\* Por tanto, mejorarían notablemente la eficacia y la flexibilidad de la fábrica.

Tales perspectivas, ¿no merecen contemplar más de cerca el problema?

#### CAMBIO AL PRIMER TOQUE.

Cuando una empresa ha trabajado en la reducción del tiempo de preparación de una máquina concreta durante varios años, comprueba que es posible reducir radicalmente el tiempo de cambio de varias decenas de horas, a menos de diez. Más tarde y para la misma máquina, se puede lograr tiempos de decenas de minuto. Un poco más adelante se puede hablar de tiempos de cambio de menos de diez minutos. Algunas empresas incluso han conseguido el objetivo final: cambios al primer toque, donde el tiempo es casi igual a cero. Ninguna empresa puede permitirse el lujo de dejar de trabajar en reducir los tiempos de cambio hasta llegar a este objetivo. No se trata de analizar si es o

no posible, sino de ver lo que hay que hacer y cuánto se va a tardar en conseguirlo.

Aunque existe un número ilimitado de técnicas generales de mejora de la productividad, algunas merecen una especial atención:

(1) Organización de CELDAS DE PRODUCCION

(2) Mejora del aprovechamiento del espacio, DISTRIBUCION EN "U"

(3) Reducción del tiempo, costos y complejidad de las preparaciones o cambios.

De las tres, la reducción del tiempo de preparación es la más fácil, económica y rápida de implantar.

La reducción de los costos de preparación es importante por tres motivos:

1. Cuando el costo de cambio es alto, los lotes de producción son grandes y por tanto, la inversión en inventarios es alta. Cuando el costo de cambio es insignificante se puede producir diariamente la cantidad necesaria, eliminando casi totalmente la inversión en inventario.

2. Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de herramientas útiles, los nuevos métodos de cambio reducen sustancialmente los defectos y suprimen la necesidad de inspecciones.

3. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de la máquina. Si las máquinas funcionan siete días a la semana, 24 horas al día, una opción para tener más capacidad sin comprar máquinas nuevas, es reducir su tiempo de cambio.

En la figura 3-1 se muestra un programa semanal de producción muy simplificado, para una máquina de inyección de plástico cuyo tiempo de preparación es de 120 minutos. Todas las semanas, la máquina produce las piezas de la 1 a la 5. Para cada pieza se necesitaban dos horas de preparación de las máquinas y seis de producción. En una semana de cinco días, la máquina trabaja treinta horas y está diez horas en preparación.

Debido al lote semanal la inversión en inventario es en promedio, la mitad del consumo de una semana de cada una de las cinco piezas. No hay tiempo disponible, trabajando a un turno, para producir otras piezas.

Si se reduce el tiempo de preparación de esta máquina a tres minutos, como se ve en la figura 3-2, se pueden producir diariamente todas las piezas.



PREPARACION DE 120 MINUTOS.

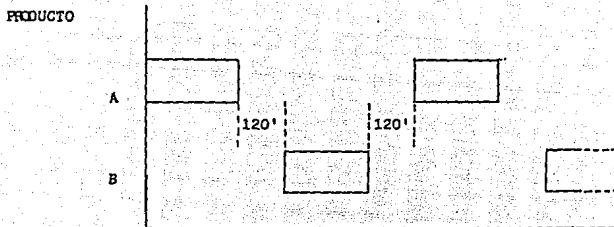


figura 3-1

PREPARACION DE 30 MINUTOS.

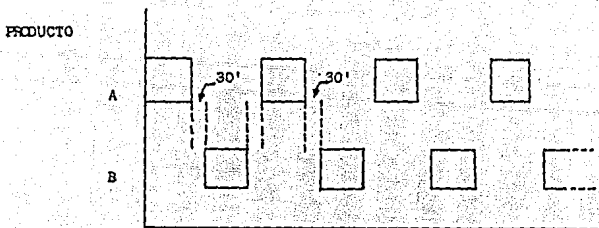


figura 3-2

Aunque se incremente el número de cambios de 5 a 25 por semana, el tiempo total de preparación se reduce de 10 a poco más de una hora, dejando más de 8 horas disponibles para producir otras piezas. A propósito, hoy, en prensas de inyección de plásticos los cambios de 3 a 10 minutos son bastantes comunes.

En 1984, el primer trabajo del equipo del proyecto de Kodak redujo el tiempo de cambio desde aproximadamente 2 horas a 30 minutos; unos meses más tarde, se volvió a reducir hasta llegar a 6 minutos.

Una de las ventajas más importantes de reducir los tiempos de preparación a cifras de un solo dígito, es que la compañía puede pasar de trabajar contra almacén a fabricar bajo pedido. Dado que para algunas fábricas la inversión en el inventario de producto acabado es el mayor activo, su conversión en efectivo puede servir para financiar otras inversiones o reducir deudas.

Las ventajas que para el conjunto de la planta representan los cambios rápidos y de bajos costo son tantas que resulta extraño que sólo se hayan iniciado trabajos de mejora en poco más del 5 por ciento de los millones de máquinas existentes (este cálculo se basa en las visitas realizadas a cientos de fábricas en todo el mundo por los estudiosos del tema). Las razones de esta sorprendentemente lenta evolución son las siguientes:

1. No se asignan equipos a tiempo completo para realizar estas mejoras. Emplear personas a tiempo parcial, durante los periodos en que no hay problemas de producción, no es viable para muchas compañías. Y los grupos formados por equipos de operarios, salvo en las mejores plantas, tienen una efectividad muy baja.

2. Demasiados directivos prefieren comprar máquinas nuevas en vez de mejorar las existentes. En la mayoría de las fábricas, las máquinas pueden tener, o deberían tener, una vida de 20 o más años. Se debe acometer lo más rápido posible la mejora de las máquinas existentes.

3. La mayoría de los ingenieros están acostumbrados a buscar soluciones demasiado complejas y/o automatizadas para reducir el tiempo de preparación. Una de las compañías con las que ha trabajado Andersen Consulting para reducir el tiempo de cambio argumentaba al principio que no podía justificar una reducción de éste tipo porque sus ingenieros, con amplia experiencia y formación en automatización industrial, solo habían podido concebir soluciones automáticas de alto costo. En realidad, la mayoría de las mejoras pueden y deben diseñarse para que sus costos se amorticen en seis meses.

4. Las mejoras de herramientas y máquinas requieren tiempo del departamento de mantenimiento, que suele estar saturado reparando máquinas averiadas y fabricando lo necesario para los nuevos

productos. La reducción del tiempo de cambio no puede llevarse a cabo si no se dispone de apoyo del taller de mantenimiento.

5. Los métodos convencionales de justificación de costos impiden a algunas compañías la realización de mejoras para reducir los tiempos de cambio. La dirección tiene que tener en cuenta los beneficios globales asociados a la reducción del tiempo de cambio, establecer vías de financiación y minimizar los obstáculos burocráticos.

6. En algunos casos, un equipo viene preparado para favorecer el cambio rápido. No obstante, es un error creer que la adquisición de nuevos equipos es la única manera de conseguir una reducción en tiempos de cambio.

Shigeo Shingo, uno de los pioneros japoneses en la reducción del tiempo de cambio, ha escrito uno de los libros más extensos y detallados(1) sobre este tema. El libro está enfocado básicamente hacia prensas de estampado y de moldeo de plásticos. Los proyectos del libro, aunque bastante buenos no ofrecen las mejores soluciones posibles. Aunque para las personas con poca o nula experiencia en el tema es útil e interesante disponer de una amplia gama de ejemplos de mejora en preparación de máquinas, las ya expertas no encuentran valiosa la información de este tipo. Y pronto constatan que:

1. Las ideas básicas para reducir el tiempo de preparación se aplican a todas las máquinas. Después de trabajar con dos o tres

clases, las mejoras diseñadas son similares entre una máquina y otra en un 80 o un 90 por ciento de las veces.

2. Para cada grupo de máquinas (prensas, tornos, taladros, etc), hay una amplia gama de diseños y componentes distintos. El resultado es que casi todas las mejoras deben ser por completo específicas para las máquinas, herramientas y componentes en cuestión.

Como hay relativamente pocas fábricas sin costos de cambio, la mayoría tienen la oportunidad de reducirlos, y reducir la inversión e inventario asociada. Los costos de preparación no se limitan a los talleres mecánicos convencionales, afectan también a las industrias de proceso y a las de montaje, como farmacéuticas, papeleras, alimenticias, químicas y electrónicas, por nombrar unas cuantas. En este capítulo el objetivo es identificar las clases principales de reducción de preparación.

Conviene añadir que el objetivo buscado, la puesta en marcha, el rodaje en video y los resultados se aceptan generalmente muy bien por el personal de la fábrica con la condición de tener información previa. Todo el mundo comprende el interés para la empresa en la reducción de las pérdidas. Además, el principio de la disminución de los tiempos de cambio de herramientas lleva consigo la adhesión: no se trata de hacer trabajar al operario de la máquina más aprisa, sino más inteligentemente.

## REGLAS BASICAS PARA AGILIZAR EL ALISTAMIENTO.

El proceso de agilización del alistamiento, comienza con un conjunto de reglas básicas acordadas por la administración, y luego encierra una serie de pasos específicos.

Las reglas básicas se refieren a tres áreas, y se plantean en forma de preguntas.

La primera es: ¿Qué se está haciendo?

La segunda es: ¿Porqué se está haciendo?

La tercera es: ¿Quién lo está haciendo?, punto central de esta tesis y que será tratado en el siguiente capítulo

La administración tiene que estar de acuerdo con estas reglas básicas, respaldandolas incluso con su firma. Algunas son fáciles de concertar, otras no. Las empresas que busquen agilizar el alistamiento por motivos tradicionales de reducción de costos, probablemente no podrán concertar algunas de estas reglas. Pero las empresas que estén reduciendo el tiempo de alistamiento dentro del proceso JIT, no tendrán dificultad con ellas.

Una vez acordadas las reglas básicas, es indispensable mantenerlas como fundamento y como garantía para las personas que están realizando el proyecto de agilización de alistamiento.

## ¿QUE SE ESTA HACIENDO?

La definición de agilización del alistamiento incluye cuatro partes. La primera dice que el objetivo es simplificar los alistamientos, no evitarlos. No se trata de acudir al departamento de proyección y programación para que permita operaciones más prolongadas a fin de evitar los alistamientos. El mercado sencillamente ya no permite tal cosa: El objetivo es simplificar el acto físico de alistar las máquinas.

La segunda parte es medir el tiempo de alistamiento, concentrandose primero en el tiempo muerto de la máquina y luego en el costo. El costo es importante, pero el factor primordial es el tiempo muerto.

Tercera, la definición del tiempo de alistamiento, es una definición estricta: es el tiempo que se requiere para pasar de un producto de calidad a otro producto de calidad. Esto significa que el reloj comienza a marcar cuando sale de la máquina la última pieza buena y sigue marcando el tiempo hasta que esa máquina funciona de nuevo produciendo piezas buenas. El desmonte, la limpieza, el cambio a la nueva operación, el tiempo para que funcione correctamente, la inspección de la primera pieza y el tiempo para alcanzar la velocidad de operación estándar, son todos elementos que se incluyen en el tiempo de alistamiento para esa operación.

Cuarta, el objetivo debe ser una reducción mínima del 75 por ciento sin costos o con costos bajos. Esto podría hacerse en dos pasos, aplicando nuevamente la idea de recorrer la mitad del camino hacia el muro: se empieza reduciendo un 50 por ciento del tiempo, y al tiempo restante se le reduce otro 50 por ciento.

#### ¿PORQUE SE ESTA HACIENDO?

El segundo conjunto de reglas básicas se refiere al porqué.

La primera regla es una de las difíciles y se plantea en forma negativa: el tiempo de alistamiento no se reduce con el fin de reducir el personal. Es preciso que la gerencia lo acuerde así desde el comienzo a fin de que ésta norma quede incluida entre las reglas básicas oficiales para los individuos participantes en el trabajo.

Antes del JIT la mayoría de las empresas, si hubiesen sabido como agilizar el alistamiento, habrían reducido el tiempo de alistamiento un 50 por ciento a lo largo y ancho de la fábrica. Ellas habrían despedido al 50 por ciento del personal encargado de alistar las máquinas y habría continuado su negocio como siempre. Esto es un error.

La norma de no reducir el personal no es una regla para el JIT en general, sino unicamente para el alistamiento. Algunas empresas están implantando el JIT a fin de sobrevivir, y se ven obligadas a reducir el personal. Pero incluso estas deben aceptar que



la reducción del tiempo de alistamiento no tiene como objetivo reducir el personal.

La segunda regla bajo el "porqué" también es difícil, y se complica más por el hecho de que solamente es aplicable al 90 por ciento de las veces; el tiempo de alistar máquinas no se reduce con el fin de producir más. El 10 por ciento de los casos en que estos no ocurre, es cuando la empresa no da abasto para atender los pedidos.

Si no está rechazando pedidos es porque ya está fabricando en cantidades suficientes. Tal vez no está produciendo en forma tan rápida ni tan eficiente como quisiera, pero está fabricando la cantidad suficiente. Ahorrar una hora en el alistamiento y convertirla en una hora más de producción significaría simplemente poner esa producción en el inventario y esto es precisamente lo que se quiere evitar.

Entonces ¿para qué reducir el tiempo de alistamiento?. Para reinvertir el tiempo ahorrado en alistamientos más frecuentes a fin de poder reducir el tamaño de los lotes. Estos lotes de tamaño reducido, a su vez, ayudan a sentar las bases para la aplicación del JIT, y de los ya comunes programas de calidad total en México; primero acercando la fábrica a la meta de producir el artículo de acuerdo con la frecuencia de la demanda y segundo, logrando una producción tan pareja y reproducible como sea posible a fin de alcanzar el equilibrio, la sincronización y el flujo que se necesitan para eliminar las actividades de desperdicio.

Esta reducción en el tamaño de los lotes deberá efectuarse sin incurrir en mayores costos de alistamiento que los actuales: no puede haber más tiempo muerto de las máquinas, ni pérdida adicional de material (desechos de alistamiento) ni más personas para el alistamiento.

## CAPITULO IV. PARTICIPACION DE LOS OBREROS EN LA REDUCCION DEL

### ALISTAMIENTO

#### ¿QUIEN LO ESTA HACIENDO?

Una regla básica absolutamente vital en este proceso es comprender quienes están participando y quién ejerce el máximo control. Primero, la agilización del alistamiento no es un proyecto de ingeniería, es un proyecto en el cual participan los empleados, trabajando en equipo. Lo anterior no es una crítica contra los ingenieros, y especialistas en productividad.

Sin embargo, cuando se trata de agilizar el alistamiento, es posible que el camino de la ingeniería es errado. Por su formación y experiencia, los ingenieros tienden a concentrarse en la mecánica del cambio: la máquina misma o el mecanismo de montaje de la herramienta o el accesorio. Pero lo que realmente consume tiempo en el proceso de cambiar las máquinas es el "papeleo administrativo" o "trabajo previo" que se realiza mientras la máquina está inactiva, amén de los problemas constantes que interrumpen el proceso de alistamiento.

Un análisis de los elementos que consumen el tiempo de alistamiento muestra que la mayor parte del tiempo usado no se relaciona con la máquina ni con el método de montaje de los accesorios. Se relaciona con la organización y la programación:

No se puede encontrar al encargado del alistamiento;

O si se encuentra no sabe cual es su próxima labor;

O el encargado halla que las herramientas para el alistamiento no están en su lugar;

O tiene que esperar al conductor del camión elevador de carga.

Se relaciona con cosas que no se hacen bien la primera vez, como empezar a trabajar con una herramienta y descubrir que ésta no tiene filo o que está rota y necesita reparación, o que los accesorios no tienen pernos del tamaño correcto.

Entre los ingenieros también se observa la tendencia a querer agilizar el alistamiento mediante recursos técnicos: comprar cosas como cojinetes de rodillo, dispositivos de sujeción hidráulicos o protectores de rayos infrarrojos. Esto contraviene la regla básica de bajo costo/ningún costo. La meta es organizar y sincronizar cosas, arreglar e inventar cosas, antes que salir a comprar cosas.

Por estas razones, el camino de la ingeniería no funciona. Pero mucho más importantes son las razones por las cuales sí funciona el camino de la participación de empleados (trabajo en equipo).

La primera razón es que se aprovecha mejor a los verdaderos expertos: el personal de alistamiento o los operarios, que son los que mejor conocen el proceso y sus máquinas. No es que estén

haciendolo correctamente todo ahora, pero si son los que tienen más experiencia y los más conocedores de los problemas actuales.

La segunda razón es que entre dicho personal se genera la sensación de que el proceso de agilización de alistamiento es algo propio.

La tercera razón es que al participar más personas se cuenta con más recursos que cuando la reducción del tiempo queda solo en manos de los ingenieros.

Sin duda estos expertos de la planta tienen ya flotando en la mente la mitad de las ideas necesarias para reducir el tiempo de alistamiento de las máquinas en el 75 por ciento. Algunas son ideas que ellos podrían explicar inmediatamente; otras no las pueden expresar claramente todavía. Pero las ideas están ahí, esperando que alguien las ponga en práctica. Si se necesitan ideas adicionales, la administración debe ayudarles a estos expertos a generarlas, haciéndoles sentir que el proceso es algo suyo. Al fin y al cabo, son ellos quienes decidirán si una idea es buena o no y si da resultados o no. Cuando estos expertos conceptúan que una idea va a funcionar, vencerán los factores que obstaculicen su ejecución.

Si alguien de afuera, como un ingeniero, les lanza ideas, incluso buenas ideas, su primera reacción será. ¿Este quién es? ¿Qué sabe él de mi máquina y de cómo alistarla?

Por tanto, hay que ayudarles a estas personas a generar sus propias ideas, y la administración deberá comunicarles el mensaje de que sus ideas no solamente son valaderas sino que se pondrán en práctica para el bien de todos.

Los fabricantes Mexicanos tienen que sobreponerse a la creencia tradicional de que las buenas ideas para resolver problemas son exclusividad de los gerentes, los supervisores y los técnicos. Es necesario aplicar todo los recursos humanos disponibles a la solución de éstos problemas, especialmente las personas que más lo conocen.

#### COMPOSICION DE LOS GRUPOS DE AGILIZACION DEL ALISTAMIENTO.

Un grupo usual para un proyecto comienza con dos a cuatro alistadores, de manera que son mayoría dentro del grupo. Estos tendrán el apoyo de uno o dos representantes del personal técnico o de ingeniería.

Elegida una máquina para reducir su tiempo de alistamiento, la compañía deberá determinar que miembro del personal técnico conoce mejor esa pieza de maquinaria. Puede ser un ingeniero de proceso, o un ingeniero de diseño de herramientas, o alguien del depósito de herramientas o de mantenimiento, o una combinación de todo lo anterior.

Es necesario señalar que, al fin y al cabo, ingeniería no puede perder el control de lo que sucede en la fábrica. Cuando se concidera que una idea generada por los expertos de la planta es buena y que merece ponerse en práctica, se requiere el concurso de los ingenieros para asegurar que se aplique conforme a los mejores principios de ingeniería y de diseño de herramientas y que ninguno de los cambios que se vayan a hacer comprometa las normas de seguridad o calidad. Sin embargo, es esencial que estas personas apoyen, pero no dominen. Tienen que saber formular las preguntas apropiadas y orientar a los expertos de la fábrica hacia las respuestas acertadas, en vez de plantear sus propias ideas y defenderlas hasta la muerte.

Para completar el grupo, se necesita un jefe de grupo (o facilitador), y para el primer proyecto o para los dos primeros proyectos, un guía: alguien que lo haya hecho antes y que conozca el proceso.

El supervisor de área también debe ser partícipe integral del proceso, aunque su inclusión como miembro oficial del grupo suele depender de su personalidad y de la situación particular. Hay dos motivos por los cuales los supervisores a veces no deben constituirse en miembros de tiempo completo de un grupo de aglización de alistamiento.

Uno es que la presencia del supervisor puede llevar al personal de alistamiento a cruzarse de brazos esperando que el tome las riendas y se convierta en punto focal, y esto les inhibe la generación de sus propias ideas.

Un segundo problema de los supervisores es que suelen faltar a las reuniones más que cualquier otro miembro del grupo, por estar ocupados en otras cosas; no pueden asistir a las reuniones del grupo o continuamente tienen que salirse de éstas para atender una cosa u otra. Esto trastorna el proceso y le da a entender al resto del grupo que la administración no apoya el esfuerzo lo suficiente como para hacer que el supervisor se dedique a él.

Si estos dos aspectos constituyen tropiezos graves en una empresa dada, entonces los supervisores no deben ser miembros de tiempo completo. Cuando no lo son, el facilitador o jefe del grupo tiene la obligación adicional de mantenerlos integrados al proceso.

Periódicamente puede ser necesaria la participación de personas de otras funciones tales como contabilidad de costos, finanzas, control de producción, ingeniería en general o ventas y mercadeo: estas personas deben ser invitadas según la necesidad.

Este grupo deberá ser más de actuación que de estudio. Si se le ha asignado la tarea de reducir el tiempo de alistamiento para determinada máquina el 75 por ciento o más, debe estar capacitado para proceder a hacerlo. Debe tener una pequeña financiación propia, sujetándose a la idea de bajo costo o ningún costo. Este dinero no es para comprar soluciones sino para hacer las cosas y para ensayar y probar ideas.



Si el grupo dice: "esta carreta no debe tener cuatro ruedas sino tres; debe haber un porta herramientas allá; debe haber un gabinete diferente"; o bien: "queremos ensayar un método de sujeción diferente", entonces el grupo debe estar en capacidad de expresar estas ideas en el papel, un dibujo, un diagrama, una orden de trabajo; a fin de que se haga algo en el depósito de herramientas o en el taller de metales.

El grupo siempre debe tener en cuenta su misión, que es la de actuar en vez de limitarse a estudiar y a hacer recomendaciones. Por ser un grupo de acción, la función del jefe es llevar las ideas a la práctica ayudando a decidir cuales son los siguientes pasos y que miembro del grupo será responsable de qué y para cuando. El jefe controla las asignaciones, hace contacto con personas fuera del grupo mantiene la actividad entre reuniones, documenta el progreso y sirve de vocero del grupo.

## CAPITULO V. METODOLOGIA PARA LA REDUCCION DEL ALISTAMIENTO

LA SERIE DE PASOS. El proceso de reducir el tiempo de alistamiento incluye siete pasos.

Primero, la administración deberá aceptar, con su firma, todas las reglas básicas.

Segundo, se elije un alistamiento: tanto la máquina como el cambio que es necesario mejorar.

Tercero, se elijen los miembros del grupo y su jefe.

Cuarto, capacitación del grupo.

Quinto, se documenta en videocinta la manera actual de alistar la máquina.

Sexto, el grupo analiza la cinta en detalle.

Séptimo, se ponen en práctica las ideas para agilizar el cambio; tales ideas generalmente surgen durante el análisis de la cinta.

La aceptación de las reglas básicas es un paso de importancia obvia. Si la administración no acepta y suscribe todas

las reglas básicas, el proceso no saldrá adelante. Al elegir el equipo cuyo alistamiento se va a mejorar, se procurará cumplir dos requisitos.

Primero que la empresa derive un beneficio obvio al reducir el tiempo de aislamiento para ese equipo en particular.

Segundo, igualmente importante, que entre los alistadores se elijan los mejores para formar parte del grupo (receptivos e imparciales, respetados por los colegas).

Al elegir el alistamiento que se va a modificar, es preferible tomar uno complejo, no sencillo, pues el complejo generalmente incluye todos los elementos de los sencillos.

Se examinará ahora las partes del proceso que tienen que ver con la videocinta y el análisis.

#### GRABACION DE ALISTAMIENTO EN VIDEOCINTA

La experiencia ha demostrado que la mejor manera de documentar y analizar el alistamiento es mediante una videocinta. Nada reemplaza a la videocinta como registro permanente de lo que sucede, y para que el grupo la consulte una y otra vez. Los deportistas y los bailarines suelen observar cintas de sus actuaciones. Los equipos profesionales de futbol americano se reúnen todos los lunes durante el otoño para ver las películas de los

partidos del domingo. Una descripción verbal del alistamiento o un estudio formal de tiempo y movimientos difícilmente muestran los detalles necesarios.

Es posible que los encargados de alistar las máquinas no entiendan el objetivo de la videocinta y que protesten. Por tanto, las reglas básicas para el empleo de este medio deberán ser claras y todos deben entender porque se está grabando la cinta.

Un ejemplo extremo de los problemas que surgen en algunas compañías en relación con la videocinta, es que los empleados del taller pueden tener básicamente tres temores.

El primero es que el departamento de estudios de tiempo utilizará la cinta para fijar nuevas normas.

El segundo es el temor de quedar mal, que la cinta los ponga en ridículo ante los demás.

El tercero es que la cinta se use para enseñarles a otros a alistar el equipo.

Este temor se puede ver acentuado, por ejemplo por los rumores de que la empresa piense hacer una transferencia de tecnología y trasladar el trabajo a una planta de otro país.

Para demostrar que estos temores no tienen fundamento, se puede ofrecer hacer una videocinta que sea propiedad exclusiva del

grupo. Algún miembro del grupo estaría presente al filmarse el alistamiento y enseguida tomaría posesión de la cinta. Después de cada reunión del grupo, la cinta se entregará a un miembro para que la guardara bajo llave o se la lleve a su casa.

Bastarán dos semanas de reuniones para que los miembros del grupo (y sus colegas en la fábrica) entiendan la verdadera razón de ser de la cinta y su utilidad.

En otros casos, basta invitar al secretario general del sindicato o a un representante suyo a asistir a las reuniones del grupo en calidad de observador hasta que se convenza de que el proceso es bueno para todas las partes. El representante sindical nunca necesitará más de dos reuniones para salir convencido.

No es fácil filmar una videocinta en la vida real. El problema más obvio se debe al llamado principio de Heisenberg, que toma su nombre de un físico alemán: según este principio, un fenómeno bajo observación se altera por el hecho mismo de ser observado.

La alteración más frecuente que vemos es que el amor propio de las personas las lleva a comportarse como si se tratara de una competencia olímpica. Hacen preparativos que normalmente no harían, se valen de atajos. Esto frustra el propósito y no le da al grupo una idea veraz del tiempo que se toma y de los problemas que surgen constantemente en el alistamiento de las máquinas.

Existen técnicas para minimizar este defecto. Una es hacer filmaciones de ensayo. Estas tienen un doble efecto: la gente se acostumbra a las cámaras y los encargados de la filmación tienen la oportunidad de aprender sobre ángulos, luz y distancias.

Otra técnica es no anunciar cuál es el alistamiento que se va a filmar. La cámara se saca y se monta antes de terminar la operación anterior, lo cual no deja tiempo para que el personal haga preparativos especiales. La videocinta ideal mostraría la última pieza buena de la operación anterior al salir de la máquina. En seguida se pondría en funcionamiento el reloj para marcar el cambio y la videocinta seguiría registrándolo todo desde ese momento.

Una vez que se tenga la videocinta, el siguiente paso es que el grupo empiece sus reuniones para analizarla. Generalmente hay numerosas reuniones al comienzo, para capacitación en formación de equipos, conocerse mejor, conocer los estilos de análisis de cada uno así como su propensión a correr riesgos, y otros aspectos.

Luego el grupo dedica algunas reuniones al análisis de la cinta en gran detalle y a la elaboración de una lista de los problemas por resolver y de ideas por ensayar. Después de eso, los grupos suelen establecer una rutina de una reunión a la semana.

#### ANÁLISIS DEL ALISTAMIENTO.

En un análisis de la videocinta, el grupo busca cuatro tipos de actividad:

Interna-externa

Ajustes

Sujección

Problemas

## INTERNA - EXTERNA

En este paso, cada actividad de la videocinta se clasifica como actividad interna o externa. El trabajo interno se define como aquél que solamente puede cumplirse con la máquina detenida. El trabajo externo se define como aquél que se realiza mientras está acciosa, aunque no hay motivos técnicos para detenerla.

Luego se aplica una regla que dice: toda actividad que se pueda cumplir con la máquina andando (y produciendo) se hará mientras la máquina esté andando: encontraremos la manera.

Habrá actividades externas obvias, tales como preguntar cuál es la siguiente operación, buscar los accesorios apropiados o ir a la caja de herramientas para traer lo necesario.

También habrá actividades externas menos obvias, tales como limpiar y guardar las piezas o accesorios de la operación anterior, o apartarse de la máquina porque alguien se a llevado una boquilla, porque una abrazadera no tiene pernos del tamaño apropiado, o porque una herramienta está rota. Todas estas actividades se clasifican como

externas, y se identifican como algo que debe hacerse con anticipación o después que la máquina esté lista y andando.

Este análisis de las actividades externas no necesariamente reducen la cantidad de trabajo por hacer, pero sí cambia la programación cuando se hace trabajo para reducir el tiempo muerto de la máquina. Recuérdese la regla básica:

" El costo es importante, pero el elemento que más atención requiere es el tiempo muerto de la máquina "

Una vez que esta regla se ha aplicado exitosamente, quedan solamente las actividades puramente internas: actividades que únicamente se pueden realizar mientras la máquina está ociosa. La siguiente meta es procurar convertir parte de las actividades internas en externas para que se puedan cumplir mientras el equipo está en funcionamiento.

Un ejemplo obvio de conversión de una actividad interna en una externa es la precalibración de las herramientas para los equipos de control numérico. Antiguamente, las herramientas sólo se calibraban en sus portaherramientas durante el periodo de alistamiento con la máquina detenida. ahora se hace fuera de línea y con anticipación.



## AJUSTES

La segunda categoría grande que se debe de examinar es la de ajustes. Bajo este rubro hay cuatro o cinco cosas por buscar, y la meta es eliminar todos los ajustes de cualquier tipo.

En primer lugar, muchas veces se necesita muy poco tiempo para acabar una operación y pasar a otra, pero un tiempo muy largo para lograr que las cosas anden bien. Todo este lapso es el período de ajuste. Se hace una pieza y se descubre que no sale bien. Se hace un ajuste y se fabrica otra pieza para ver si sale mejor. Esta labor de producción e inspección pieza por pieza continúa hasta que la máquina saque un buen producto.

En un programa de agilización del alistamiento, semejante práctica queda prohibida. Durante el alistamiento no se debe dañar ni una sola pieza. En un mundo ideal, la primera pieza siempre saldría perfecta.

Una prensa nos ofrece el ejemplo de otro tipo de ajuste. Colocar el troquel en la base de la máquina puede tomar poco tiempo, pero colocarlo en la posición correcta (bien centrado, etc.) para sujetarlo puede ser mucho más demorado. Todo esto es ajuste. Se desea que el primer movimiento, el de poner el troquel en la base, sea el único, es decir, que el troquel mismo se sitúe en la posición correcta.

Un tercer tipo de ajuste se debe a que la mayor parte de los equipos se diseñan con capacidad de ajuste infinito dentro de cierto ámbito. La persona afloja una pieza, la mueve a otra posición, mide, la mueve un poquito y la sujeta. Las máquinas se diseñan con ajuste infinito porque nadie sabe exactamente para que se van a utilizar. Si analizamos el uso que se le da a determinado equipo, sabremos que solamente se necesita unas pocas posiciones. En tal caso, el ajuste infinito podría convertirse a topes positivos. Para ello, podemos recurrir a una amplia gama de mecanismos, como topes, ganchos, mesas o pasadores de resortes, y unas instrucciones que digan: para fabricar la pieza A, B o F, pase a la muestra número cuatro.

#### SUJECION

La tercera categoría importante es la sujeción. Si la videocinta muestra que se pierde mucho tiempo aflojando, apretando, sujetando y soltando habrá que analizar los métodos de sujeción.

Los ingenieros parecen conocer solo un método para unir dos cosas: los pernos. Y si hay espacio suficiente, el número mágico parece ser 16 pernos para que la cosa quede bien. Esto probablemente alcance a resistir 15 000 kilogramos de fuerza.

" Son totalmente inconvenientes las roscas de : pernos, tuercas y tornillos, cuando se trata de hacer cambios en una máquina."

Respecto de las roscas solamente ocurren dos cosas positivas: primero, que son de una fuerza formidable y segundo, que no ocupa mucho espacio. Por tanto, son ideales para fijar permanentemente. Pero para sujetar algo temporalmente y después cambiarlo, son quizás el método más ineficaz que se pudiera idear.

Pensemos en el que es una rosca. Colocar un perno en un agujero con rosca o ponerle una rosca a un perno es una operación muy precisa. Si no se hace con exactitud y suavidad, el resultado será roscas cruzadas y problemas o daños. En la rosca se introduce polvo, la rosca se atasca, las roscas se desgastan.

Cuando hay roscas, se necesitan herramientas y todos sabemos lo que les pasa a las herramientas: se pierden, se caen, son objeto de hurto, se las lleva alguien en préstamo, y no parecen en su sitio. Las herramientas se resbalan y lastiman los nudillos. Las herramientas son demasiado largas y no dan la vuelta, demodo que las quitamos y las volvemos a poner. Las herramientas son demasiado cortas y no hacen suficiente efecto de palanca si no agregamos otro dispositivo, otra herramienta. Los pernos se rompen. Uno de los 16 pernos se reemplaza con otro, etc.

#### PROBLEMAS

Con frecuencia encontramos que, alrededor del 50% del tiempo empleado en la preparación tiene que ver con cosas que no acontecen o trabajan en la forma en que se había diseñado. Como

consecuencia, cualquier obstáculo que se presente en el camino de la perfección y de una preparación libre de problemas, se considera eso, un problema. Esto pudiera incluir plantillas extraviadas, herramientas sin afilar, materiales fuera de especificaciones, etc.

El equipo de reducción de preparaciones debe atacar tales problemas y llegar hasta sus raíces. La meta no es buscar formas para hacer más fácil la preparación a pesar de estos problemas, sino eliminarlos todos con el fin de lograr una reducción del 75% de las preparaciones.

SUGERENCIAS. Finalmente y como una síntesis, que permita delinear un programa de reducción de los tiempos de alistamientos, se enumeran a continuación las siguientes recomendaciones

1. Diseñe 'un control visual' en el área de almacenamiento. Facilite el encontrar la matriz y cualquier aditamento correcto a través de un código de colores, marcado del piso, etc.
2. Estandarice el tamaño de las plantillas o escantillones, matríces y herramental.
3. Disponga de una persona especializada para el transporte de las matríces de y hacia el almacén.

4. Lleve al mínimo posible la diversidad de aditamentos y herramientas. Esto hará innecesaria la búsqueda de la tuerca y la herramienta adecuada.

5. Realice todo el 'centrado' como un ajuste externo.

6. Haga todas las mediciones como una operación externa y luego, reduzca también el tiempo de este tipo de operaciones.

7. Haga que el ajuste y otras operaciones normalmente internas, se vuelvan operaciones externas.

8. Permita a los mismos trabajadores, y no a gente especializada en las preparaciones o ajustes, que desarrollen esta labor.

9. Obtenga información de los trabajadores y sostenga sesiones de prácticas dirigidas.

## CONCLUSIONES.

Los beneficios de la reducción de los tamaños de los lotes de producción y de los inventarios, reciben cada vez mayor reconocimiento por la mayoría de los profesionales de la producción. Los japoneses han probado que los lotes de producción y los inventarios más pequeños, pueden conducir a:

1. Reducción del desperdicio y del retrabajo.
2. Mejoras de calidad.
3. Mayor involucración del trabajador.
4. Mejor rendimiento del proceso y por tanto una mayor productividad.
5. Mayor conciencia hacia las causas de los errores y las demoras.

No es una exageración decir, por lo tanto, que la producción sin inventarios, representa una revolución en el pensamiento de la fabricación. La revolución conduce a una reducción continua en costos y a un incremento en la participación del mercado.

Es bien conocido por ahora, que uno de los pasos necesarios para alcanzar el éxito en el funcionamiento del sistema de producción Justo a Tiempo o cualquier otro es forzar el paso hacia la producción sin inventarios. " La reducción del tiempo de ajuste o de preparación, es con frecuencia el primer y mayor obstáculo en el camino ". Los japoneses han llegado a la excelcitud en esta área, en

particular en Toyota y otros importantes fabricantes han llevado los costos de ajuste o preparación al mínimo posible.

Cuando los tiempo de preparación se miden en minutos en lugar de horas, la lógica del enfoque de la Cantidad Económica de Pedido ( CEP ) o de Lote, practicamente se viene a tierra. El punto ciego de la lógica CEP ha sido siempre que los costos de preparación son tanto fijos como altos. El aceptar esta premisa es un problema de actitud.

Entre las muchas historias que provienen de la guerra contra el desperdicio que se da en las fábricas de las compañías japonesas más importantes en la década pasada, en un gran número de ellas son acerca de como los tiempos de preparación en determinadas máquinas, se redujeron de muchas horas (algunas veces días) a unos cuantos minutos. Estos notables resultados fueron logrados principalmente, al enfrentar el reto ante la causa raíz del problema: ACTITUD. En lugar de aceptar los supuestos dados, la dirección se preguntaba ¿por qué los tiempos de preparación tienen que ser tan altos?

Involucre a los trabajadores. El establecimiento de un ambiente que permita a los trabajadores contribuir con su experiencia y practicar la mejora continua, requiere de una dirección que visite la fábrica con regularidad, así como del apoyo de las actividades de mejora a través de los grupos pequeños. Los gerentes no pueden más sentarse y dirigir a distancia únicamente a través de memos. Ellos

deben proporcionar guía y entrenamiento día a día. Deben recordar constantemente a los trabajadores, la importancia tremenda de reducir los tiempos de preparación y como el éxito de la compañía completa depende de ello; de cómo ayuda a reducir costos; de cómo contribuye al impulso total hacia la producción sin inventarios.

Esto significa el ser visto y escuchado en la fábrica al menos una vez al día. También significa verificar los resultados y escuchar a los trabajadores en los momentos clave. Esto requiere sensibilidad hacia todos los aspectos humanos importantes de la mejora del proceso. La dirección debe ganarse la confianza de los trabajadores de tal forma que los errores no se escondan, sino que se muestren como punto de partida para lograr mejoras (un error es una piedra preciosa). Finalmente, la dirección debe reconocer los esfuerzos y los logros de los trabajadores, mediante felicitaciones personales, así como apreos económicos.

En todo esto, el contacto personal es esencial. Los gerentes no deben pensar en ellos mismos como una casta aparte de los trabajadores. En su lugar, la dependencia de todos los involucrados por ejemplo, el espíritu de equipo, necesita darse con más frecuencia. Esto como la lógica del Tamaño Económico del Lote, presenta un obstáculo importante de actitud. Es otra gran piedra que hay que quitar del camino.

El involucrar a los trabajadores en un esfuerzo de equipo para resolver los problemas de preparación, implica que los gerentes



deben desarrollar una actitud de expectación hacia una mejora continua, opuesta a la actitud de : " siempre lo hemos hecho de esa forma y no puede hacerse diferente porque...".

Armados con una actitud de mejora continua, los gerentes deben aprender entonces a entrenar, proporcionando consejo, enseñanza, apoyo y prestar atención, opuesto al método tradicional que busca dirigir y controlar cada acción de los trabajadores. Esto requiere una apertura a la búsqueda de hechos y soluciones innovadoras, así como también una voluntad para escuchar y aprender de otros. Aún más importante, el principio operativo es la confianza.

## BIBLIOGRAFIA

Administración de la producción y de las operaciones

Elwood S. Buffa

Limusa W.

justo a tiempo

Edward J. Hay

Editoreal Norma

Manufactura de Categoría Mundial

Ricard J. Schonberger

Editoreal Norma.

Sistemas de Control de Inventarios

Martin K. Star

Limusa W.

Técnicas Japonesas de Fabricación

Richard J. Schonberger

Editoreal Limusa

Zero Inventarios

Robert W. Hall

CECSA