

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DETERMINACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAS POSIBLES Y ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN EN EQUIPOS, QUE PERMITAN DUPLICAR LA RATA DE PRODUCCIÓN DE UN LABORATORIO FARMACÉUTICO

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: 18 (DIECOCHO)

JURADO EXAMINADOR

Firma:

Nombre:

Firma:

Nambre

Nombre:

REALIZADO POR

PROFESOR GUIA

HIDAYARI VALERO PETER

ING. JOSÉ LUIS RODEIRO

MARZO - MAYO DE 1998

FECHA



DEDICATORIA

A mis padres, mi entero agradecimiento, por creer en mi y haberme brindado todo el apoyo y el cariño necesario para alcanzar esta meta. Los amo y siempre lo haré.

A mis primos por llenar mi vida de momentos gratos y estar siempre presentes en los momentos difíciles. Espero que siempre estemos unidos. En especial a ti Almoraima por tu pronta recuperación.

A mis tías Mary y Jenny por sus mensajes de esperanza, y acciones de aliento que en todo momento me acompañan. Las quiero mucho y cuenten conmigo siempre.

A mi abuela por sus consejos y palabras llenas de amor que han guiado mis pasos por el camino del bien.

A mis tías Alma, Ana, María Elena, Osaira, Luz Marina e Iris, por el cariño y la confianza que han depositado en mi, y a mis tíos José, Antonio, Beto y todos en general, por su presencia entera en nuestras vidas y la sonrisa que siempre están dispuestos a ofrecer.

A Luis Enrique por estar a mi lado, compartiendo aquellos momentos agradables y ayudándome en los momentos difíciles.

A la Familia Chavez, por estar siempre dispuestos a brindar amor.

SINOPSIS

El presente Trabajo Especial de Grado tiene como objetivo principal la determinación de propuestas de mejoras y alternativas de inversión en equipos para duplicar la rata de producción de un Laboratorio Farmacéutico. Este estudio ha sido motivado por la necesidad de crecimiento de la empresa, la cual se encuentra en proceso de expansión por lo que manifiesta el deseo de duplicar la producción de 1997 y muestra la disponibilidad de realizar cambios e inversiones en equipos para alcanzar la meta deseada.

Este trabajo tiene su desarrollo progresivo en siete etapas, que comienzan con el levantamiento de información y el estudio del proceso productivo, para luego desarrollar una metodología y verificar las reales necesidades de inversión, y concluye con la descripción de los procedimientos de implantación de los cambios propuestos.

El estudio realizado permite concluir, que las inversiones de alto nivel en equipos a realizar son muy pocas, ya que los problemas básicos se concentran en los métodos de producción, y eliminando las pérdidas y desperdicios presentes en el proceso productivo la planta se encuentra en capacidad cumplir con los requerimientos de la gerencia.

Las principales propuestas de mejoras planteadas se centran en la necesidad de implantación de un adecuado sistema para la planificación y control de la producción, un plan de mantenimiento que asegure la mayor disponibilidad de los equipos, el establecimiento de procedimientos escritos para evitar la pérdida de información y retrasos en los procesos productivos, y una serie de propuestas específicas para cada grupo de productos con

relación a los métodos de producción, necesidad de personal o equipos para duplicar la rata de producción del laboratorio.

SINOPSIS

El desarrollo de trabajo ha permitido alcanzar todos los objetivos y los resultados obtenidos muestran que con la aplicación de las propuestas de mejoras, la rata de producción se duplica y en algunos casos se sobrepasa el objetivo, obteniendo un incremento de la rata de producción superior al 100%, sin inversiones adicionales.

Se concluye entonces que el objetivo general y los objetivos específicos planteado en el trabajo son conseguidos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I. Objetivos	2
I.1 Objetivo General	2
I.2 Objetivos Específicos	2
I.3 Alcances	2
I.4 Limitaciones	3
Capítulo II. Marco Teórico	4
II.1 Planificación de la Producción	4
II.2 Mantenimiento Industrial	6
II.2.1 Definición	6
II.2.2 Tipos de Mantenimiento	7
II.2.2.1 Mantenimiento Preventivo	7
II.2.2.2 Mantenimiento Correctivo	9
II.3 Técnicas de Ingeniería de Métodos	10
II.3.1 Diagrama de Proceso	10
II.3.2 Diagrama de Recorrido	11
II.3.3 Estudio de Tiempos	11
II.3.4 Muestreo del Trabajo	13
II.4 Pérdidas y Desperdicios en los Procesos	14
II.4.1 Pérdidas en los Procesos	14
II.4.2 Desperdicios en los Procesos	15
II.5 Alternativas de Inversión y Análisis Financiero	16
II.5.1 Período de Recuperación del Capital	16
II.5.2 El Análisis Costo - Beneficio	16
II.5.3 Valor Presente Neto	16

ÍNDICE	UCAB
II.5.4 Equivalente Anual	16
Capítulo III. Aspectos Metodológicos	17
Capítulo IV. Análisis de la Situación Actual	19
IV.1 Definición de los Productos	19
IV.2 Descripción de los Procesos de Fabricación	20
IV.2.1 Operaciones Comunes en los Procesos de	
Fabricación	21
IV.2.2 Descripción de los Procesos de Fabricación segú	ín la
Forma Farmacéutica	25
IV.2.2.1 Líquidos	25
IV.2.2.2 Sólidos	28
IV.2.2.3 Semi-Sólidos	30
IV.3 Planificación y Control de la Producción	33
IV.4 Mantenimiento Industrial	36
IV.5 Distribución en Planta	37
Capitulo V. Propuestas de Mejoras e Inversión en Equipos	38
V.1 Análisis Introductorio	38
V.2 Distribución en Planta	42
V.3 Planificación y Control de Producción	44
V.4 Mantenimiento Industrial	46
V.5 Procedimientos Escritos	47
V.6 Control de Calidad	49
V.7 Propuestas de Mejoras Específicas para cada Grupo de	
Productos.	50
V.7.1 Líquidos	50
V.7.2 Sólidos	55
V.7.3 Semi-Sólidos	58

	UCML
ÍNDICE	
V.8 Cuantificación de las Mejoras Propuestas	59
Capítulo VI. Análisis de Alternativas de Inversión en Equipos	61
Capítulo VII. Procedimientos de Implantación para las Propuestas de	
Cambio	65
VII.1 Planificación y Control de Producción	65
VII.2 Plan de Mantenimiento	68
VII.3 Procedimientos Escritos	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
GLOSARIO	74

INTRODUCCIÓN

La industria farmacéutica consta de una organización general de la producción concebida de manera tal, que el medicamento fabricado resulte conforme con normas establecidas, que el conjunto de técnicas y procedimientos previstos se cumplan y que se evite toda omisión, contaminación, error o confusión en el transcurso de las diversas operaciones

Los progresos rápidos y sustanciales de la farmacia en los últimos tiempos, impulsan a la industria a mejorar continuamente y a ser más competitivos, teniendo como horizonte la búsqueda de la excelencia.

Laboratorios Tecno - Químicos se ha planteado como meta duplicar la rata de producción anual de 1997, por esta razón revela la necesidad de realizar un estudio que determine la forma de alcanzar este objetivo.

La rata de producción es el término utilizado para referir unidades producidas divididas entre un período de tiempo, el período de estudio a tomar en cuenta es el año 1997, por lo que la rata de producción quedará determinada por las unidades producidas en el año 1997, divididas entre el lapso de tiempo transcurrido en un año (unidades producidas / año). Para duplicar la rata de producción anual de la empresa es necesario efectuar un análisis donde se tomen en cuenta distintos factores, tales como la capacidad instalada de la planta, la velocidad de proceso en las distintas operaciones, las pérdidas, desperdicios, políticas, etc., que directa o indirectamente determinan los métodos de producción seguidos por la empresa.

Capítulo I. Objetivos

I.1 Objetivo General

Análisis del proceso productivo para la determinación de propuestas de mejoras posibles y alternativas de inversión en equipos, para duplicar la rata de producción de un Laboratorio Farmacéutico.

I.2 Objetivos Específicos

- Realizar el análisis del proceso productivo.
- Determinación de la capacidad instalada actual.
- Propuestas de mejoras para el aumento de la rata de producción, basándose en la capacidad instalada actual.
- Cuantificar la rata de producción que es posible alcanzar con las mejoras planteadas.
- Determinar alternativas de inversión en equipos, necesarios para duplicar la rata de producción.
- Análisis financiero de los cambios propuestos, para determinar los beneficios económicos que estos involucran.
- Establecimiento de los procedimientos a seguir para llevar a cabo los cambios planteados.

I.3 Alcance

Análisis del sistema actual de producción en función de obtener como resultado propuestas de cambio a fin de lograr mejoras en el proceso productivo e identificar alternativas de inversión en equipos, que conlleven a un aumento de la producción. Las propuestas serán determinadas en forma

conceptual, ya que su implementación se encuentra fuera del alcance de este estudio.

I.4 Limitaciones

Durante el desarrollo del Trabajo Especial de Grado es necesario efectuar un análisis de datos históricos, correspondientes a velocidades de proceso para las distintas operaciones de fabricación de los productos. Los datos registrados por la empresa con respecto a la velocidad de proceso del envasado de líquidos, estuchado – empaque de sólidos y envasado de semisólidos, es la información global, es decir cuántas unidades por minuto salen de estos procesos. Este dato no es específico para cada operación, sin embargo levantar la información histórica a través de la toma de tiempos es un procedimiento extenso, especialmente para este tipo de empresa donde la fabricación de cada uno de sus productos se realiza en lotes grandes y pocas veces al año. Por otra parte los datos suministrados por la empresa muestran la velocidad de la operación más baja del proceso en cuestión, es decir que existe una operación en el proceso que está condicionando la velocidad de salida. Al tomar esta velocidad mínima para todas las operaciones se asume el escenario más desfavorable, lo que garantiza que al aplicar las mejoras, el proceso está en capacidad de duplicar su velocidad de proceso.

Dada las limitaciones explicadas anteriormente con respecto al tamaño y frecuencia de los lotes de producción, para obtener la velocidad de proceso a producción continua la toma de tiempos se realiza sobre las operaciones de algunos productos correspondientes a cada grupo y se extrapola para el resto de estos, siempre y cuando las características básicas de las operaciones observadas se mantengan.

Capítulo II. Marco Teórico

II.1 Planificación y Control de la Producción

Se define la planificación y control de la producción como el conjunto de planes sistemáticos y acciones encaminadas a dirigir la producción de forma que los elementos del programa de fabricación estén relacionados entre sí y con la totalidad, es decir, se trata de controlar los tres elementos, hombre, máquinas y materiales, para producir no sólo en la cantidad correcta, sino de la calidad adecuada, y todo ello en el tiempo preciso que permitirá fijar a la sección de ventas el plazo exacto para disponer de ellos.

Las funciones básicas de la planificación y control de la producción se concentran en la programación de actividades, control de costos, control de útiles, control de existencia y la orden ejecutiva a taller.

Una condición primaria para un control de la producción eficiente es el apoyo de la Dirección. Ya sea que el programa comprenda la organización de un nuevo sistema, la reforma y puesta al día de uno anticuado, o la dirección y el control de uno ya en marcha, el control de la producción debe tener el apoyo absoluto de la alta Dirección. Este apoyo debería radicar en el subdirector de Producción, pero nunca en alguien con un nivel de autoridad más bajo que el director de la fábrica o de la división.

El Departamento de Planificación y Control de la Producción. Es el punto en donde, lógicamente se debe empezar, ya que se trata del primer escalón de un sistema coordinado de control de producción. Es el enlace entre el departamento de ventas y el taller, y la fuente de toda información suministrada a la división o, viceversa, al cliente (vía ventas). En el caso de una sola fábrica, el control de producción está generalmente dirigido por una sola persona. Sin embargo con las operaciones más ampliadas que tienen lugar en fábricas de varias divisiones, cada división dispondrá probablemente de su propio jefe de control de producción.

- ◆ La orden de fabricación. El trabajo del departamento de control de producción se inicia con algunas de las formas de autorización u orden de fabricación. Los impresos y sistemas a seguir dependen del tipo de fabricación a que se dedica la empresa.
- ◆ Planificación general. La planificación general es la primera operación llevada a cabo a partir de la orden de fabricación, como consecuencia del pedido del cliente. Esto es lo más importante en las industrias que fabrican sobre pedido y en la fabricación semi-repetitiva. En el caso de programas de entregas mensuales al cliente, la planificación general consiste en su mayor parte en decidir si puede aceptarse o no el pedido.
- ♦ Copiado y distribución de órdenes de fabricación, planes y programaciones. Después de llevar a cabo la planificación general, partiendo de la orden de fabricación, la fase siguiente es copiar y distribuir copias de la orden de fabricación y de la planificación de la producción. Esta fase no se pone en marcha hasta después de establecer la planificación general, de manera que se pueda incorporar a los documentos originales tanta información como sea posible y así se pueda reproducir en todas las copias.
- ♦ Control de progreso de fabricación. El control de progreso necesario para una orden de fabricación depende de la importancia de las operaciones, la naturaleza del negocio, la magnitud de la división y otros factores similares. Debe ser suficiente para que el departamento de control de producción pueda responder a las preguntas que le haga el cliente o su propio departamento de ventas.
- ◆ El registro de las cargas del puesto de trabajo. Una vez hecha la preparación del trabajo, es posible utilizar cualquier clase de gráficos (cuadros, ficheros de tarjetas) de cargas del puesto de trabajo que se estimen oportunos. En algunos casos puede ser necesario mantener registros de cargas sólo de los procesos llamados "Cuellos de botella".

mientras que por otro lado, a veces es deseable y necesario llevar un control de la carga en todos los puestos de trabajo.

- ♦ Expediciones. La expedición es otra función que pertenece, de hecho, al departamento de control de producción, en especial si hay varias secciones de expediciones descentralizadas. Todos los documentos de expediciones deberán ser editados con antelación y entregados a la sección de expediciones. La única excepción de esta regla es el juego de boletines de carga, aunque también puede extenderse con antelación en ciertas condiciones. La sección de expediciones no debería utilizarse nunca como almacén o depósito. Todo el material deberá entrar y salir dentro de las 24 horas, como máximo.
- ♦ Informes de control de producción. Una obligación final del departamento de control de producción es la preparación de informes. Entre ellos se incluyen los informes de existencias (generalmente divididos en: material en bruto, material en proceso de fabricación, terminado, pasado de moda y que sale con lentitud), informes de producción que comparan la producción con la programación; informe sobre el progreso de la producción de proyectos importantes que avanzan lentamente.

II.2 Mantenimiento Industrial

II.2.1 Definición

Una definición de mantenimiento que se ajusta a los objetivos de este trabajo dice así:

"Mantenimiento es el trabajo emprendido para cuidar y restaurar hasta un nivel económico compatible o una norma aceptable, todos y cada uno de los medios de producción existentes, es decir, terrenos, edificios y equipos o instalaciones contenidas en ellos".

Como se puede observar esta definición incluye la acción de conservación señalada en el trabajo de cuidar, como la acción correctiva o de reparación

en niveles óptimos, es decir, en eficiencia, costo y duración de la misma. Además se consideran ciertos aspectos en materia de gerencia, los cuales están destinados a servir de guía para poder determinar el nivel hasta el cual se prestará el mantenimiento a los medios existentes.

II.2.2 Tipos de Mantenimiento

Existen muchas formas de clasificar el mantenimiento, una de las más usuales lo divide en dos grandes actividades:

II.2.2.1 Mantenimiento Preventivo

Es una actividad programada en cuanto a inspección, detección y prevención de fallas y cuyo objetivo es mantener el equipo o instalación bajo condiciones específicas de operación.

El mantenimiento preventivo se desarrolla en cuatro áreas básicas:

- 1.-Limpieza: ya sea efectuada por el responsable del uso del activo, por ejemplo: El operador en la línea de producción, o por personal especializado, o su combinación espaciada o no en el tiempo. Esta tarea a pesar de que luce en principio muy elemental puede requerir mano de obra y técnicas muy especializadas.
- 2.-Revisión: ya sea ocular o a través de soporte instrumental, por ejemplo: Manómetros, amperímetros, etc, permite la detección de posibles condiciones anormales si las lecturas difieren significativamente de los límites conocidos o preestablecidos.
- 3.-Lubricación: pilar fundamental en el funcionamiento de toda máquina, chequeo de los niveles de aceites, estado físico, presión, así como los elementos que constituyen el ,sistema de lubricación. Usualmente está muy bien especificada como información que provee el fabricante del bien.
- 4.-Ajuste: visto como consecuencia de la revisión e incluye el recambio de partes y piezas

desgastadas.

El mantenimiento preventivo se divide en dos formas de aplicación:

a) Mantenimiento Programado

El mantenimiento programado se ajusta en intervalos predeterminados, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, a las condiciones operacionales y a la historia de falla de los equipos.

Con el objetivo de determinar el ciclo de mantenimiento programado se requiere como soporte un buen archivo de datos y archivos históricos. Es necesario llevar registros sobre la relación de horas de operación y horas de mantenimiento, índice de fallas, reemplazo de partes y elementos, entre otras cosas. Los modernos sistemas de procesamiento de datos permiten evaluar el comportamiento de un equipo y sus fallas potenciales, basados en el uso y aplicación, ambiente, destreza del operador y otras condiciones influyentes.

Las ventajas del mantenimiento programado son:

- ♦ Puede planificar los recursos necesarios, tales como personal, materiales (partes y repuestos), herramientas e información. El tiempo necesario para la ejecución de trabajos se determina de acuerdo a las condiciones operacionales y requerimientos de ventas (capacidad de almacenamiento).
- ♦ La coordinación de los trabajos se efectúa con el involucramiento de los departamentos de Operaciones, Ingeniería, Susministro, Material y Personal.
- ♦ Simultáneamente pueden ejecutarse modificaciones, proyectos menores y mantenimiento correctivo, de forma tal que todo el mantenimiento necesario pueda ser ejecutado bajo las condiciones más eficientes.

La desventaja del mantenimiento programado es la poca flexibilidad de modificar los ciclos de dichos trabajos en función de nuevas condiciones de operación de los equipos.

b) Mantenimiento predictivo

Esta actividad tiene por objetivo el detectar fallas incipientes en los equipos, mediante medición, inspección y pruebas. Este tipo de mantenimiento es la mejor forma de impedir que suceda una falla o en todo el caso minimizar su ocurrencia y efectos negativos.

Las ventajas del mantenimiento predictivo son:

- ♦ Medición y detección continua o periódica del comportamiento de equipos por medio de instrumentos (nivel de vibración, temperatura, emisión acústica, lubricación, grado de corrosión).
- ♦ Determinación de requerimientos de mantenimiento de equipos por monitoreo, antes de ocurrir la falla entre los ciclos de mantenimiento programado.

Las desventajas del mantenimiento predictivo son:

- ♦ Requerimientos de inversión en equipos de monitoreo o instalación de instrumentos para medir los parámetros.
- Disponer de personal altamente calificado.

II.2.2.2 Mantenimiento Correctivo

Es el que se origina como consecuencia de la presencia de una falla y usualmente tiene que ver con la parada del bien. Esta parada puede ser programada como producto de su detección o durante actividades preventivas, que permitan que la reparación pueda ser diferida hasta esperar el momento mas adecuado. O una parada total o imprevista que en la mayoría de los casos se clasifica como emergencia.

El objetivo de este mantenimiento es llevar los equipos a sus condiciones originales, después de una falla, por medio de la restauración o reeemplazo de piezas, componentes, elementos, partes de equipos o instalaciones, debido a desgaste, daño o rotura.

Las ventajas del mantenimiento correctivo son:

- No requiere de inversiones en equipos de medición de parámetros.
- ◆ No es menester una organización de mantenimiento y tampoco personal altamente calificado para su diseño.

Las desventajas del mantenimiento correctivo son:

Baja confiabilidad de los equipos y ocurrencia de fallas inesperadas.

 Alto costo en mantenimiento e interrupciones operacionales no programadas.

II.3 Técnicas de Ingeniería de Métodos

II.3.1 Diagrama de proceso

Provee una descripción sistemática de un proceso o acto de trabajo, a fin de adquirir un conocimiento superior del mismo, que permita desarrollar una mejora de métodos.

La siguiente simbología representa las actividades o fases de un proceso:

Operación (): Cuando se altera o modifica intencionalmente un objeto en cualquiera de sus características físicas o química; cuando este es acoplado o separado de otro objeto, o es ordenado o preparado para otra operación, transporte, inspección o almacenamiento. También se realiza cuando se da o recibe información o cuando tiene lugar una planificación o se hacen cálculos.

Resultado: Producción.

Transporte (): Tiene lugar cuando un objeto es movido de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos son parte de una operación o son causados por el Operario en el puesto de trabajo durante una operación o inspección.

Resultado: Movimiento.

Inspección (): Ocurre cuando un objeto es examinado para su identificación o es verificado en su cantidad o en la calidad de alguna d sus características.

Resultado: Verificación.

Espera (): Tiene lugar con relación a un objeto cuando las condiciones, excepto aquellas que intencionalmente cambian las características físicas o químicas del objeto, no permiten o requieren la inmediata realización de la siguiente actividad.

Resultado: Interferencia.

Almacenamiento (▼): Cuando un objeto es mantenido y protegido contra movimiento y traslados no autorizados.

Resultado: Cuidado.

Actividad Combinada (): Cuando son realizados dos actividades simultáneamente o en el mismo puesto de trabajo, los símbolos pueden ser combinados.

II.3.2 Diagrama de recorrido

Es un esquema de distribución en planta de pisos y edificios, que muestra la ubicación de todas las actividades del proceso productivo. Este diagrama es un complemento necesario del anterior, ya que el movimiento es un factor importantísimo en la productividad de una industria. En este diagrama se muestran retrocesos, recorridos excesivos y puntos de congestión de tráfico, y actúa como guía para una distribución de planta mejorada.

Las normas de elaboración son:

- ♦ El trazado de movimiento de materiales y hombres, se señalan por medio de líneas debidamente identificadas con números o colores diferentes de ser necesario.
- ◆ La dirección del movimiento se indica colocando flechas de forma que apunten en la dirección del flujo.
- ♦ Si un movimiento retrocede sobre el mismo trazado o es repetido en la misma dirección, se dibujan líneas separadas para cada movimiento, para así dar énfasis a esta condición no deseable. El movimiento en general, debe ser continuo y presentar un grado de fluidez, sin causa de interrupciones e interferencias en ningún punto si es posible.

II.3.3 Estudios de Tiempos

El estudio de tiempos es un procedimiento empleado para medir la cantidad de tiempo requerida para realizar una tarea dada, de acuerdo con un método

específico, por un operario de habilidad media, trabajando con esfuerzo medio, bajo condiciones normalizadas.

El procedimiento de estudio de tiempos es como sigue:

- ♦ El método debe ser estudiado, mejorado y normalizado antes de que se haga el estudio de tiempos.
- ♦ El operario que va a hacer estudiado debe ser seleccionado e informado del estudio que se va hacer.
- ◆ La operación es subdividida en un cierto número de pequeñas operaciones, conocidas como elementos. Cada elemento es definido exactamente, de manera que quien esté familiarizado con la clase de trabajo puede visualizar cada etapa de la operación leyendo simplemente la lista.
- ♦ Se mide el tiempo de la operación con la ayuda de un cronómetro, haciendo el suficiente número de lecturas de cada elemento para asegurar la exactitud.
- ♦ El tiempo transcurrido para cada elemento es obtenido por resta de sucesivas lecturas si el reloj marcha continuamente, o directamente del reloj si este se pone a cero al final de cada elemento.
- ♦ Los elementos irregulares o no usuales son registrados cuidadosamente, para que en cada momento durante el estudio del tiempo se tenga en cuenta.
- ♦ El tiempo transcurrido para cada elemento se determina y registra en el impreso de estudios de tiempos. Los valores anormales deben se examinados cuidadosamente para determinar si representa una situación típica.
- ♦ Los tiempos elementales son ajustados multiplicando cada uno de ellos por un factor de corrección que es determinado en función de la habilidad y esfuerzo del operario en la realización de la tarea. La corrección es necesaria para ajustar el tiempo observado a fin de que refleje lo que pueda realizar un operario trabajando a un nivel medio de rendimiento.

- ◆ Al tiempo total corregido de todos los elementos, se le añaden tiempos para esperas inevitables y necesidades personales, fatiga y cualquier otra condición especial.
- ◆ Cada tiempo elemental es multiplicado por el número de veces que sucede por pieza o ciclo de operación.
- ♦ Los tiempos resultantes son, entonces, sumados para determinar el tiempo total concedido para cada pieza.

Para que un estudio de tiempos sea satisfactorio para su uso industrial o en negocios, debe tener las siguientes características:

- ◆ Debe ser una medida exacta del tiempo requerido para realizar la operación o proceso.
- ♦ Debe estar claramente definido y fácilmente comprensible para cualquiera familiarizado con el procedimiento del estudio de tiempos.
- ♦ Debe ser vendible para que el operario pueda ser convencido de la honradez y corrección del valor del tiempo.

II.3.4 Muestreo del Trabajo

Una de las técnicas más efectivas de la ingeniería de métodos y más frecuentemente empleadas es el muestreo del trabajo. El procedimiento de muestreo del trabajo esta basado en el hecho de que un pequeño número de observaciones al azar tienden a seguir el mismo modelo de distribución que produce realmente la situación que se estudia. En un estudio por muestreo del trabajo, las observaciones se hacen a intervalos al azar. Durante las observaciones, los tipos de actividades observadas son registrados en categorías predefinidas. De la distribución de observaciones al azar se puede predecir la situación de un trabajo particular en cuanto a las proporciones de actividad en cada una de las categorías predefinidas.

El muestreo del trabajo capacita al observador para reunir datos acerca de una operación, proceso u otra actividad, sin gastos y con seguridad. Estos datos o hechos pueden ser usados posteriormente, para mejorar la

efectividad de la operación y reducir los costos. Las ventajas del MUESTEO del trabajo son:

- Es menos caro que las técnicas de observación continua.
- ♦ El número de observaciones puede ser ajustado para alcanzar los niveles deseados de precisión.
- Es un medio efectivo de obtener hechos que no podrían ser escogidos por otros medios.
- Produce menos angustia y agitación en la persona que está siendo observada.
- Produce poca interferencia con la rutina normal del operatorio.

II.4 Pérdidas y Desperdicios en los procesos

II.4.1 Pérdidas en los Procesos

- 1. Perdidas por paradas
- 2. Pérdidas por ajustes y cambios de línea

momento de ser producidos. Con los costos actuales de capital, espacio recursos humanos, obsolescencia y deterioro el costo de un producto asociado a su sobreproducción eleva en más del 50% el costo verdadero.

2. Por espera

Es creado cuando el trabajador está ocioso frente a una máquina, sirviendo solo como observador, o cuando no puede hacer nada cuando aquellas están funcionando. También se incluyen las horas—hombre ociosas por falta de coordinación, materia prima, sincronización, fallas de los procesos, etc.

3. Por transporte

Ocurre cuando un material, parte o pieza es movida innecesariamente a una distancia para luego ser almacenada y temporalmente rearreglada.

Densidad de trabajo = Trabajo / Movimiento

4. Por el proceso mismo

Refiere la relación entre tiempo de trabajo y capacidad

Tiempo para producir productos aceptables + Tiempo consumido en defectos, montaje y averías + tiempo no usado = Tiempo total de operación (capacidad).

- 5. Por inventario en el proceso.
- Por movimientos innecesarios.

Ocurre cuando se incluyen movimientos innecesarios que no agregan valor:

- Ergonomía del puesto de trabajo.
- Indisponibilidad y lejanía de elementos (herramientas y materiales).
- Traslado inadecuado o inoportuno.
- Ajustes y cambio por tanteo.
- 7. Por productos defectuosos.

Cuando un producto está fuera de especificación el desperdicio no incluye solo la pérdida asociada a la manufactura del defectuoso, sino también el retrabajo, desecho y demás costos indirectos. Con frecuencia la recuperación de defectuosos puede originar más desperdicio que si se desecha el producto.

II.5 Alternativas de Inversión y Análisis Financiero

Se tienen dos clases de decisiones para gastar, la referida a inversiones por concepto de maquinarias y decisiones concernientes a inversiones en la contratación de personal. La mayor parte de la atención de la industria se ha enfocado en la primera categoría. La inversión depende del curso de acciones alternativas. Para tomar decisiones es necesario utilizar herramientas de análisis financiero como:

II.5.1 Período de recuperación del capital

El período de recuperación es el lapso de tiempo requerida para recuperar el costo inicial de una inversión a partir de los flujos netos de caja producidos por ella para una tasa de interés igual a cero.

II.5.2 Relación Costo - Beneficio

La medida de la contribución de un proyecto al bienestar general se estable, normalmente en el término de los beneficios que "cualquiera pueda acumular en algún momento" y el costo en el cual se incurrirá. Para que un proyecto se considere deseable, los beneficios deben exceder sus costos o, en otras palabras, la relación entre los beneficios y los costos debe ser mayor que la unidad.

II.5.3 Valor Presente Neto

Es equivalente a la suma de distintos montos futuros, que han sido llevados al presente mediante la aplicación de fórmulas financieras que contemplan el costo de oportunidad.

II.5.4 Equivalente Anual

Es una serie periódica equivalente al flujo del proyecto, y se calcula hallando la sumatoria de las series periódicas equivalentes para cada uno de los flujos netos ajustados.

Capítulo III. Aspectos Metodológicos

A continuación se detalla la metodología seguida para alcanzar los objetivos planteado, descrita en pasos consecutivos donde se señalan las diferentes etapas de la investigación:

Etapa 1. Levantamiento de información

Esta etapa constituye la base para el desarrollo del trabajo, donde se conocen los productos, procesos y equipos pertenecientes a la empresa. La recopilación de esta información se realiza a través de la observación directa y con entrevistas al personal de la planta, tanto administrativo como en el área de producción. La industria farmacéutica debe cumplir con ciertas condiciones especiales, por esta razón se vio la necesidad de realizar una revisión bibliográfica con respecto a los productos, equipos, técnicas de fabricación, condiciones de higiene, control de calidad, etc. En esta etapa se efectúa el reconocimiento de los métodos de producción y se identifican las pérdidas y desperdicios en el proceso productivo, constituyendo estas señales de potenciales mejoras.

Etapa 2. Datos históricos

Una vez que se tiene conocimiento de las actividades de empresa se procede a recopilar todos aquellos datos que proporcionan alguna información importante sobre los procesos productivos del año 1997, así como el volumen de producción, el tiempo ocupado en los procesos productivos, el número de personas que en promedio trabajan en cada área, etc.

Etapa 3. Capacidad instalada de la planta

Para el desarrollo del trabajo es necesario determinar la capacidad instalada de la planta, por esto se revisan los manuales de fabricación de los equipos con la finalidad de identificar la velocidad de proceso nominal, que corresponde al dato técnico de fabricante, es decir, si los equipos se encontraran en condiciones óptimas de funcionamiento.

Etapa 4. Determinación de la velocidad de proceso a producción continua.

Las actividades principales en los procesos de fabricación se dividen en operaciones y se realizan los diagramas de proceso para tener una descripción sistemática del acto de trabajo. A través de la toma de tiempos se determina la duración de las actividades sin contar las paradas no programadas, a fin de obtener la velocidad de proceso a producción continua. Al realizar los diagramas de proceso se identifican claramente las demoras presentes y se investigan las causas.

Etapa 5. Análisis de los datos y determinación de las propuestas de cambio.

Para el análisis de los datos se elaboran unos gráficos donde se pueden establecer comparaciones entre la velocidad de proceso según indican los datos históricos, la velocidad de proceso a producción continua, es decir sin incluir tiempos de paradas no programadas y la velocidad de proceso nominal. A través del análisis de estos gráficos y del porcentaje de ocupación de los equipos, se establecen las propuestas para alcanzar el objetivo.

Etapa 6. Análisis de alternativas de inversión en equipos.

Una vez identificadas las necesidades para duplicar la rata de producción anual, se determina la mejor alternativa de inversión y se realiza el análisis financiero que indica en cuánto tiempo se recupera la inversión, entre otros factores.

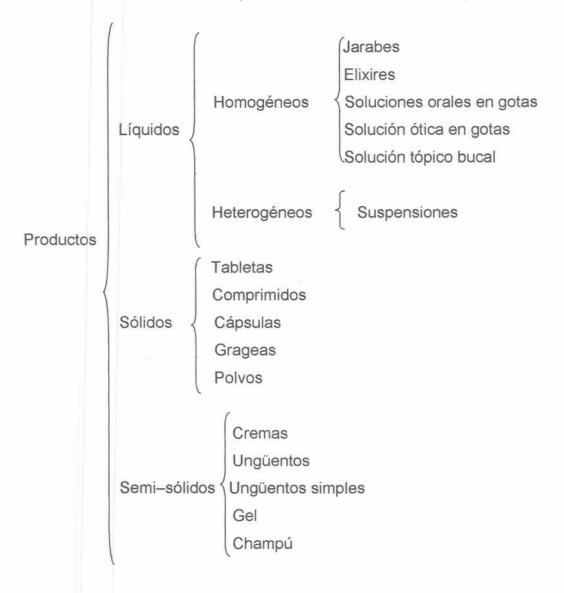
Etapa 7. Procedimiento de implantación de las propuestas

Para las propuestas de mayor relevancia, se establecen los pasos generales a seguir para llevar a cabo las propuestas de mejora, con la finalidad de proporcionar información sobre las acciones a tomar para alcanzar el objetivo.

Capítulo IV. Análisis de la Situación Actual

IV.1 Definición de los Productos

Laboratorios Tecno-Químicos produce en la actualidad 49 productos distintos, que pueden ser clasificados en tres grandes grupos: líquidos, sólidos y semi-sólidos. Estos tres grupos a su vez se subdividen en varios tipos, de acuerdo a las diferentes formas de dosificación del producto. Se muestra a continuación un esquema de la clasificación de los productos:



Los productos han sido agrupados de acuerdo a los métodos de fabricación, que en algunos casos concuerda con la forma farmacéutica. El anexo1.3 muestra el detalle en cuanto a los grupos de productos determinados.

IV.2 Descripción de los Procesos de Fabricación

Las instalaciones de producción farmacéutica, se dividen en áreas funcionales que corresponden a las diferentes formas posológicas. Como cada una de estas formas requiere equipos y técnicas de producción especializadas, existen áreas separadas de producción para líquidos, sólidos y semi - sólidos y/o de acuerdo a la operación, para evitar cualquier tipo de contaminación o alteración de los productos. La disposición de los locales debe permitir reducir en lo posible los riesgos de confusión. Fabricación de productos diferentes no pueden efectuarse simultáneamente en un mismo ambiente.

Esencialmente los pasos básicos de fabricación de casi todas las formas de dosificación consisten en asegurar la disponibilidad de equipos apropiados de mezclado y envasado, recolección y pesada o medición de las materias primas, su procesamiento por diversos medios, su manipulación para llegar a la preparación terminada, el envasado, la identificación del producto y su colocación en cartones o cajas especiales.

Existen muchos controles durante el proceso en la producción farmacéutica para asegurar la integridad y uniformidad del producto final. Por esta razón la intervención del Departamento de Control de Calidad es fundamental para este tipo de industria.

IV.2.1 Operaciones Comunes en los Procesos de Fabricación

El proceso de producción varía de acuerdo a la forma posológica a fabricar, por esto serán expuestos de forma independientemente, sin embargo existen

ciertas operaciones comunes que aparecen en distintos procesos productivos. Estas operaciones son definidas a continuación:

Pesada de la materia prima

Los componentes de los productos son medidos y/o pesados, con la finalidad de obtener las proporciones que se indique en la fórmula maestra, para la elaboración del producto. Se utilizan balanzas y utensilios para la manipulación del material. Esta operación es realizada por el encargado del área de pesada en un cuarto destinado para este fin.

Codificación

La operación consiste en la impresión de los datos referentes al Nº de lote, fecha de elaboración y fecha de expedición, bien sea en el envase o en el estuche del producto en proceso. Se identifica el producto con la finalidad de que exista un seguimiento adecuado del lote elaborado y para evitar alguna confusión futura. La operación es realizada generalmente por dos operarios en un área destinada para este fin, utilizando un equipo codificador específico para este tipo de industria.

Estuchado

La operación de estuchado es de carácter manual y consiste en dos actividades principales, la primera en el armado de los estuches, y la segunda en la introducción del producto en los estuches, acompañado de algún elemento adicional como la literatura respectiva. Esto se realiza con la finalidad de proteger la presentación del producto.

Empaque

Esta operación consiste en agrupar los estuches en paquetes de 20 o 25 unidades. La actividad consiste en envolver el grupo de estuches con una lámina de papel y ajustarla con cinta plástica. Luego los empaques son identificados con etiquetas colocadas en este con pegamento. Las etiquetas contienen la información del lote de producción. La finalidad de la operación es facilitar la manipulación del material al momento del despacho para la venta, así como proteger su presentación.

Embalaje

Se colocan cantidades determinadas del producto terminado en cajas de cartón. La finalidad es facilitar la manipulación del material, el almacenamiento y la protección de los productos.

Control de calidad

Esta actividad corresponde a inspecciones realizadas durante el proceso productivo. Se presenta entonces la intervención del Departamento de Control de Calidad, llevando a cabo un proceso de muestreo y analizando esta muestra a través de diferentes técnicas, con la finalidad de verificar la conformidad con el producto, de acuerdo a especificaciones incluidas en el expediente del medicamento.

Elaboración

Se realizan diferentes procesos de mezclado, la finalidad es transformar la materia prima para llegar a la formulación terminada, la actividad es realizada por los elaboradores en las áreas de elaboración de líquidos, sólidos o semi – sólidos para cada grupo respectivamente. El proceso varía según la forma farmacéutica por lo que más adelante serán explicados independientemente.

1) Elaboración de líquidos

El principio básico es la mezcla de componentes según indique la fórmula maestra y de acuerdo a la técnica de fabricación.

 Elaboración del granulado para tabletas, comprimidos, grageas y cápsulas.

Para elaborar el producto existen tres métodos, los cuales son:

Método de la Granulación Húmeda

- a. <u>Tamizado</u>: La mezcla de polvos se tamiza a través de un tamiz de finura apropiada para eliminar los grumos o deshacerlos. Este tamizado también es un mezclado adicional.
- b. <u>Mezclado</u>: Se mezclan bien el componente activo, el diluyente y el desintegrante. Es utilizada la mezcladora de polvos Jores. La solución con el agente cohesivo se agrega a los polvos mezclados bajo agitación. La masa

de polvo se humedece con la solución cohesiva hasta que adquiere la consistencia de nieve húmeda o azúcar morena.

- c. <u>Granulación</u>: La granulación húmeda se hace pasar con fuerza a través de un tamiz manual.
- d. <u>Secado</u>: El material húmedo que sale de la molienda húmeda se coloca sobre grandes láminas de papel en unas bandejas de alambre poco profundas y se pone a secar en gabinetes secadores con corriente de aire y control termostático de calor.
- e. <u>Tamizado a seco</u>: Se reduce el tamaño de las partículas de la granulación pasándola por un tamiz de malla más pequeña. Después del tamizado en seco, el tamaño de los gránulos tiende a ser más uniforme.

Para esto se utilizan tamices manuales.

f. <u>Lubricación</u>: Se agrega lubricante como polvo fino. Por lo general se lo tamiza dentro de la granulación a través de una malla para eliminar pequeños grumos y también para aumentar el poder de cobertura del lubricante. Dado que es deseable que cada gránulo esté cubierto de lubricante, se mezcla este con la granulación con mucha suavidad, en la mezcladora. Se desea una acción suave para mantener el tamaño uniforme de los gránulos obtenidos con el paso de granulación seca.

Método de Granulación Seca

- a. <u>Mezclado:</u> Se mezclan los componentes activos, el diluyente (si lo requiere) y parte del lubricante.
- b. <u>Baleado:</u> El material en polvo contiene una cantidad considerable de aire y al comprimirlo este aire se expulsa y se forma una masa bastante densa. Lo que se busca es expulsar el aire en el polvo. Las tabletas grandes se forman como balas o lingotes, porque los polvos finos escurren mejor dentro de las cavidades grandes. Además la producción de balas grandes acorta el tiempo de producción.
- c. <u>Tamizado en seco:</u> Las balas comprimidas se conminucionan a través de una malla deseable a través del Molino Quadro Commonil Granulador.

Polvo para Cápsulas

- a. <u>Mezclado:</u> Se mezclan los componentes activos y demás componentes en la mezcladora.
- **b.** <u>Tamizado:</u> Se reduce el tamaño de las partículas de la granulación pasándola por un tamiz de malla más pequeña. Después del tamizado, el tamaño de los gránulos tiende a ser más uniforme. Para esto se utilizan tamices manuales.
- 3) Elaboración de Semi Sólidos

Consiste en la mezcla de componentes a través de ciertas técnicas específicas de cada forma farmacéutica utilizando equipos especiales para ello.

Tableteado

Este proceso consiste en transformar el granulado, obtenido del proceso de elaboración, en formas farmacéuticas que cumplan ciertas especificaciones de forma, dureza, diámetro, espesor, peso, tiempo de desintegración y características de disolución. Esta transformación se logra con máquinas tableteadoras. Esta unidad mecánica funciona bajo el principio de la compresión con dos punzones de acero dentro de una cavidad con matriz de acero. La tableta se forma mediante la presión que los punzones ejercen dentro de la cavidad de la matriz o celda. La tableta adquiere la forma y el tamaño de los punzones y de la matriz. Durante este proceso se controlan algunos parámetros definidos de las tabletas. La operación de tableteado se presenta en los procesos productivos de tabletas, comprimidos y grageas.

Envasado

Se trata del acondicionamiento del producto cuya finalidad es la protección del mismo y la prevención a la contaminación microbiana para la venta.

a) Envasado de formas líquidas

Consiste en la limpieza del envase, el llenado, el cerrado de los envases y la identificación del producto con etiquetas. De una forma farmacéutica a otra el

proceso de envasado presenta ciertas variaciones que se señalan mas adelante de forma individual.

b) Envasado de formas farmacéuticas sólidas en blister

Este proceso consiste en envasar las tabletas en "BLISTER PACK", utilizando una máquina termoformadora automática, que funciona tomando la lámina termoplástica desde un rollo y haciendo avanzar la misma paso a paso por diferentes estaciones de la máquina para ser precalentada, moldeada, llenada en forma manual, cerrada mediante una lámina de aluminio y finalmente cortadas en plaquetas denominadas blister. Este tipo de envase proporciona una perfecta protección contra el medio ambiente y facilita la manipulación de las tabletas.

IV.2.2 Descripción de los Procesos de Fabricación según la Forma Farmacéutica

IV.2.2.1 Líquidos

Jarabes y Elixires

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración de jarabes y elixir

Consiste en la preparación de una mezcla compuesta por agua, el edulcorante y/o alcohol en las proporciones requeridas, los conservantes si son necesarios, el principio activo, los agentes colorantes y saporíferos, entre otros componentes, se agrega agua hasta completar el volumen final deseado y se filtra. Los equipos utilizados son tanques de acero inoxidable y de plástico, donde se realizan las mezclas, agitadores mecánicos, filtros y demás utensilios de trabajo.

- 3. Control de calidad
- 4. Envasado

Comienza con la limpieza de los frascos con una máquina sopladora de frascos al vacío, el llenado, tapado, etiquetado cuyos procesos varían entre

manuales y automáticos. Para ello se utiliza una máquina automática llenadora y cerradora frascos y una etiquetadora automática usadas en industrias de este tipo.

5. Embalaje.

Nota: En el proceso de producción de jarabes y elixires las tapas son codificadas previamente.

Soluciones Orales y Solución Ótica en Gotas

- 1. Pesada
- 2. Elaboración

Consiste en la mezcla de los componentes y agua según indique la fórmula maestra y señale la técnica de elaboración de cada producto. Se agrega agua hasta completar el volumen final deseado. Y por último se filtra la mezcla.

3. Envasado

En primer lugar se remueve cualquier tipo de partícula extraña de los recipientes utilizando la máquina sopladora de envases al vacío, para luego proceder con el llenado, la colocación de la tapa gotero manualmente, la tapa roscada semi –automáticamente y el etiquetado manual.

4. Codificación

Se realiza una primera codificación del producto en la superficie del envase.

- 5. Estuchado
- Codificación

Una segunda codificación se realiza sobre la superficie del estuche.

7. Embalaje

Solución Tópico Bucal

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración del tópico bucal

Consiste en la preparación de una mezcla compuesta por agua y los componentes, realizado bajo constante agitación, luego se agrega agua hasta completar el volumen final deseado y se filtra. Los equipos utilizados

son tanques de acero inoxidable o de plástico, donde se realiza la mezcla, agitadores mecánicos, filtros y demás utensilios de trabajo.

3. Envasado del tópico bucal

Comienza con la limpieza de los frascos con una máquina sopladora de frascos al vacío, el llenado automático y tapado semi – automático con tapas plásticas a presión y finaliza con el etiquetado manual.

- 4. Codificación
- 5. Embalaje

Suspensiones

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración de la suspensión

La preparación de suspensiones comienza con la elaboración de un jarabe de azúcar, que luego es filtrado y finalmente mezclado con otros componentes de acuerdo a lo que indica la técnica. Luego se agrega agua en cantidad suficiente para alcanzar el volumen final deseado. Como operación final se tiene la homogeneización de la solución para conseguir las características específicas del producto, para la molienda húmeda de suspensiones terminadas se usan aparatos suspensores como molinos coloidales u homogenizadores que reducen las aglomeraciones de partículas.

3. Envasado de las suspensiones

Comienza con la limpieza de los frascos con una máquina sopladora de frascos al vacío, continuando con el llenado y tapado automático con tapas roscadas de metal y el etiquetado manual.

4. Codificación

Se realiza una primera codificación del producto en la superficie del envase.

- 5. Estuchado
- 6. Codificación

Esta codificación se realiza en la superficie del estuche.

7. Embalaje

IV. 2.2.2 Sólidos

Tabletas

- Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración del granulado
- 3. Tableteado
- 4. Envasado de formas sólidas en bilster
- 5. Estuchado
- 6. Codificación
- 7. Empaque
- 8. Embalaje

Cápsulas

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración del polvo para cápsulas
- 3. Encapsulado

Este proceso se lleva a cabo con una máquina llenadora automática de cápsulas. Las cápsulas se introducen en una tolva, pasan a unos soportes donde las dos mitades se separan mediante succión. Las mitades superiores e inferiores de las cápsulas están en un soporte aparte cada una. Un juego de cabezas llenadoras recibe el producto de la tolva, lo comprimen en una bala blanda y después insertan esto en la mitad inferior de la cápsula. Después del llenado, cada mitad superior vuelva a su mitad inferior. Las cápsulas llenas se eyectan entonces de la máquina.

- 4. Envasado de formas sólidas en blister
- 5. Estuchado
- 6. Codificación
- 7. Empaque
- 9. Embalaje

Comprimidos y Grageas

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración del granulado
- 3. Tableteado
- 4. Recubrimiento de tabletas

Se realiza un proceso de recubrimiento, donde las tabletas son colocadas en un bombo de grageado. En este proceso se aplican los diversos líquidos cubrientes sobre las tabletas, el bombo está dotado de un medio para soplar aire seco sobre las tabletas y un escape para eliminar de ella el aire cargado de humedad y polvillo. Una vez aplicado el volumen necesario de líquido, se deja pasar suficiente tiempo para que las tabletas se mezclen y permitan que el líquido se disperse bien por toda la tachada. Para facilitar la transferencia de líquido la paila para revestimiento se encuentra en continuo movimiento giratorio. Por último, las tabletas se secan soplando aire en el lecho de las tabletas. El líquido se aplica con una técnica de rocío con un rociador neumático. La técnica del rocío permite suministrar gotitas finamente atomizadas de una solución de revestimiento a la masa de tabletas que se halla en constante movimiento de manera que se asegura una cobertura uniforme y al mismo tiempo evita que las tabletas adyacentes se adhieran entre ellas porque la solución de revestimiento se seca rápidamente. Existe diferencia cuando el recubrimiento es para producir comprimidos o para grageas:

- Para comprimidos: el proceso consiste en un recubrimiento sencillo.
- Para grageas: el proceso consiste en un doble recubrimiento.
- Envasado de formas sólidas en blister
- Estuchado
- Codificación
- Empaque
- 9. Embalaje

Polvos

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración de los polvos

Los procesos principales de los cuales está conformada la elaboración de estos polvos son el tamizado mecánico utilizando el Molino y el mezclado de ingredientes con el uso de la Mezcladora para polvos.

- 3. Envasado
- Para polvo oral tipo1

El proceso consiste en el llenado de envases de vidrio y de plástico, de acuerdo a la presentación del producto, seguido del tapado semi – automático, y del etiquetado manual de los envases.

Para polvo oral tipo 2

Este polvo es envasado en frascos con un equipo dosificador volumétrico para productos en polvo, el tapado es semi – automático, y por último el etiquetado manual.

Para polvo ginecológico

Este proceso se lleva a cabo utilizando una máquina que confecciona y llena sobres partiendo de bobinas de materiales termosoldables a calor constante. Luego los sobres se agrupan y se colocan en estuches.

- Codificación
- 5. Empaque

Esta operación aparece cuando es necesario, es decir de acuerdo a la presentación

6. Embalaje

IV.2.2.3 Semi - Sólidos

Cremas, Ungüentos y Ungüentos Simples

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración de cremas y ungüentos
- Cremas

La elaboración se efectúa de acuerdo a la técnica específica de cada producto, para las cremas el proceso en general se describe por un sistema de calentamiento bifásico. Los constituyentes de la fase oleosa se combinan en un recipiente con camisa y se calienta a una temperatura determinada. En un recipiente aparte se calientan juntos los constituyentes de la fase acuosa, hasta un poco más de la temperatura mencionada anteriormente. Luego se agrega la fase acuosa a la fase oleosa, con lentitud y agitación constante. Una vez formada la emulsión se deja enfriar la mezcla mientras se sigue agitando con lentitud. Si lo requiere el producto se procesa por un Molino Coloidal para lograr la homogeneidad del mismo.

Ungüentos y Ungüentos Simples

La preparación de ungüentos y ungüentos simples, depende del tipo de vehículo y de la cantidad que se ha de preparar. El objetivo es dispersar uniformemente en el vehículo sustancias medicamentosas finamente subdivididas o disueltas. Cuando el ungüento es uniforme, el producto se procesa con un Molino Coloidal para lograr la su homogeneización, es decir asegurar la dispersión completa y disgregar toda aglomeración.

3. Envasado en tubos metálicos

El envasado consiste en el llenado de tubos metálicos. Los tubos se rotulan de dos maneras, se puede usar etiquetas de papel o el rótulo puede estar impreso en la superficie. Los tubos se cargan con una máquina que los llena, pliegan y rizan el extremo en una sola operación. El proceso se inicia con la alimentación de una tolva de 40 Lts de capacidad, de acero inoxidable, de donde se dosifica la cantidad del producto deseado en el interior del tubo, a través de una boquilla corta – hilo. Los tubos son posicionados manualmente sobre un plato giratorio de velocidad variable, provisto de 16 centradores de PVC, intercambiables según el diámetro del tubo.

Una vez que los tubos están llenos y cerrados, se procede a pesarlos consecutivamente con la ayuda de una balanza, para luego ser estuchados.

Codificación

- 5. Empaque
- 6. Embalaje

Champú

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración del champú

Se preparan dos mezclas en recipientes separados, para luego incorporar ambas mezclas. Se coloca la preparación en un tanque destinado a la elaboración del producto, y se incorpora el resto de los componentes bajo constante agitación. Por último se agrega agua al tanque en cantidad suficiente para completa el volumen final deseado.

3. Envasado

El envasado es un proceso semi – automático, utilizando una envasadora volumétrica de accionamiento neumático y construcción horizontal. El producto es alimentado a través de una tolva, y la acción del émbolo dosificador permite llenar los envases. Luego los estos son tapados manualmente con tapas roscadas y etiquetados.

- 4. Estuchado
- Codificación
- 6. Embalaje

Gel

- 1. Pesada de la materia prima
- 2. Elaboración del gel

Se preparan dos mezclas diferentes en recipientes separados, luego estas se unen, para formar una sola mezcla. Por último se agregan otros componentes según indica la fórmula.

3. Envasado

Es completamente manual, así como el etiquetado.

4. Embalaje

IV.3 Planificación y Control de la Producción

Para realizar una evaluación general de las actividades de la planificación y control de la producción, resultaría un tanto delicado emitir juicios respecto a una programación que quizás sea efectiva y que no ha logrado sus metas por causas externas a ésta. Sin embargo, se considera conveniente evaluar el departamento de planificación y control de la producción, basándose en tres principios básicos:

1. Organización y recursos

Principio básico:

Existe la función planificación y control de la producción bien definida en la empresa, y está establecida como una unidad diferenciada de las demás. Se conoce en cada momento a través de un registro actualizado las existencias de materias primas y productos terminados en el almacén, además se conoce el estado de la capacidad de las líneas de producción y los equipos.

Evaluación:

- No se cuenta para la planificación y control de producción con un área de oficina específica en la empresa
- ♦ No se poseen archivos y formatos, para planeamiento y control de producción.
- ♦ La planificación y control de producción no se encuentra convenientemente ubicada dentro del organigrama funcional.
- No se posee registros y estadísticas periódicas de la demanda, se poseen registros de las ventas de los productos, sin embargo la información no se actualiza regularmente.
- ♦ Se tiene un registro constante actualizado de las existencias de materia prima e insumos, de la existencia de productos terminados y de los productos en proceso, pero en algunos casos para estos últimos, los registros

suministrados por el departamento de computación, tienen divergencias con la realidad, ya que su determinación es a través de cálculos teóricos.

- ♦ Se poseen registros de las materias primas e insumos utilizados por unidad de producto.
- ♦ Se poseen registros de tiempo de proceso de cada producto en diferentes líneas de producción, sin embargo no son utilizados para la planificación de producción.
- No se ha establecido con precisión el costo de la hora máquina para cada máquina
- Se ha establecido el costo de la hora hombre por cada clasificación en el personal directo, pero esta información no es procesada.
- 2. Pronóstico y programación

Principio básico:

La empresa realiza pronósticos de ventas para la planificación de la producción. Se han establecido plenamente las políticas a seguir en los programas u ordenes de producción.

Evaluación:

- No se realizan pronósticos periódicos de ventas de acuerdo con técnicas de pronósticos especiales.
- ♦ Se tiene establecido una política de secuenciación y prioridades, de acuerdo a las ventas que no se actualiza con frecuencia. No existen política precisa para la determinación de los tamaños de lotes, se busca realizar lotes grandes y pocas veces al año.
- ♦ Se establecen registros escritos de fechas de comienzo y terminación de un lote de producción, sin embargo esta información no es utilizada.
- ♦ Se da la oren de fabricación por escrito a las diferentes áreas con indicación de las diferentes operaciones y su secuencia.
- ♦ Antes de ordenar un trabajo, se verifica la existencia de todas las materias primas en la empresa con 62 días de anticipación.

3. Control y evaluación

Principio básico:

La empresa posee un sistema de control para conocer el estado y avance de las ordenes de trabajo. Se llevan registros reales de tiempo de producción como de insumos reales utilizados. Se evalúa la eficiencia y cumplimientos de los programas preestablecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios.

Evaluación

- ♦ Existen mecanismos semanales de control del lote a producir que señalan el estado y avance de las operaciones
- ♦ No se llevan registros de tiempos reales de ejecución de cada operación en las diferentes máquinas.
- ♦ Se llevan registros de la utilización real de materias primas, por cada pieza producto o lote
- No se llevan registros de la utilización real de la mano de obra por cada pieza, producto o lote
- No se lleva registro del tiempo ocioso de los equipos o máquinas
- No se tienen estándares establecidos.
- ♦ No se realizan estudios periódicos de capacidad de las máquinas y equipos auxiliares disponibles en la empresa
- ♦ Se llevan registros y se revisan con frecuencia para conocer la existencia real de los productos en proceso
- ♦ No se llevan registros confiables del desperdicio, por lo que no se establece un control efectivo de los mismos.

Esta evaluación muestra que el sistema utilizado para planificar la producción es inadecuado, lo que trae como consecuencia que durante ciertos lapsos de tiempo se mantengan maquinarias y trabajadores inactivos por razones no justificables desde el punto de vista técnico-organizativo. Esta situación crea suplementos de tiempo en el ciclo de producción.

IV.4 Mantenimiento Industrial

Con respecto a la función mantenimiento se han observado los siguientes puntos críticos:

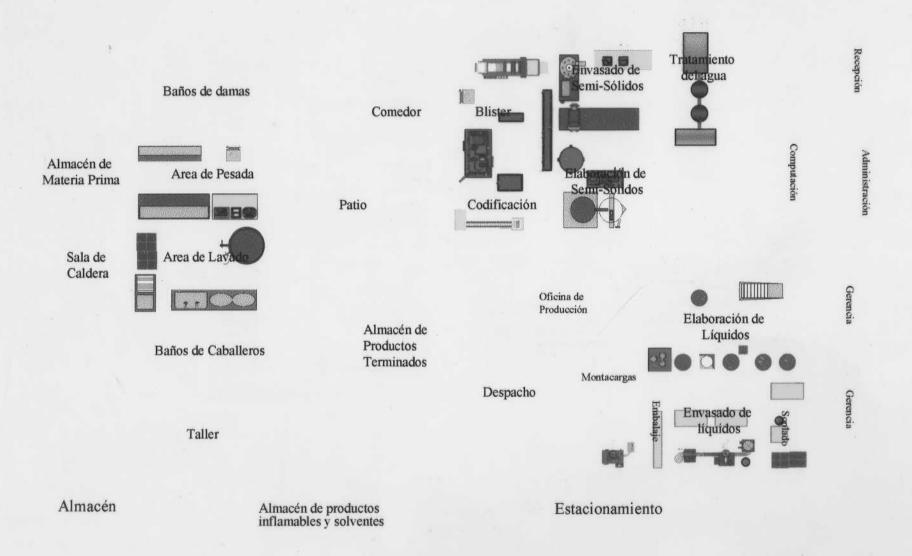
- Gran cantidad de las paradas de producción se deben a fallas mecánicas y eléctricas de los equipos.
- ♦ El mantenimiento que se realiza es totalmente correctivo, sin ningún tipo de planificación.
- ♦ El mantenimiento se realiza en el momento en el que se presenta la emergencia.
- No se emiten ordenes de trabajo para la función de mantenimiento.
- No se mantienen registros estadísticos de la cantidad de reparaciones de los equipos, tiempos y motivos de paradas de las máquinas.
- No se cuenta con un control diario de paradas de producción por fallas.
- No se cuenta con un control de costos de mantenimiento.
- No se lleva el control de inventario para repuestos de los equipos.
- No se realiza una actividad de lubricación periódica.
- ◆ La función mantenimiento no es tomada en cuenta en el proyecto, la planificación y el desarrollo de la empresa.

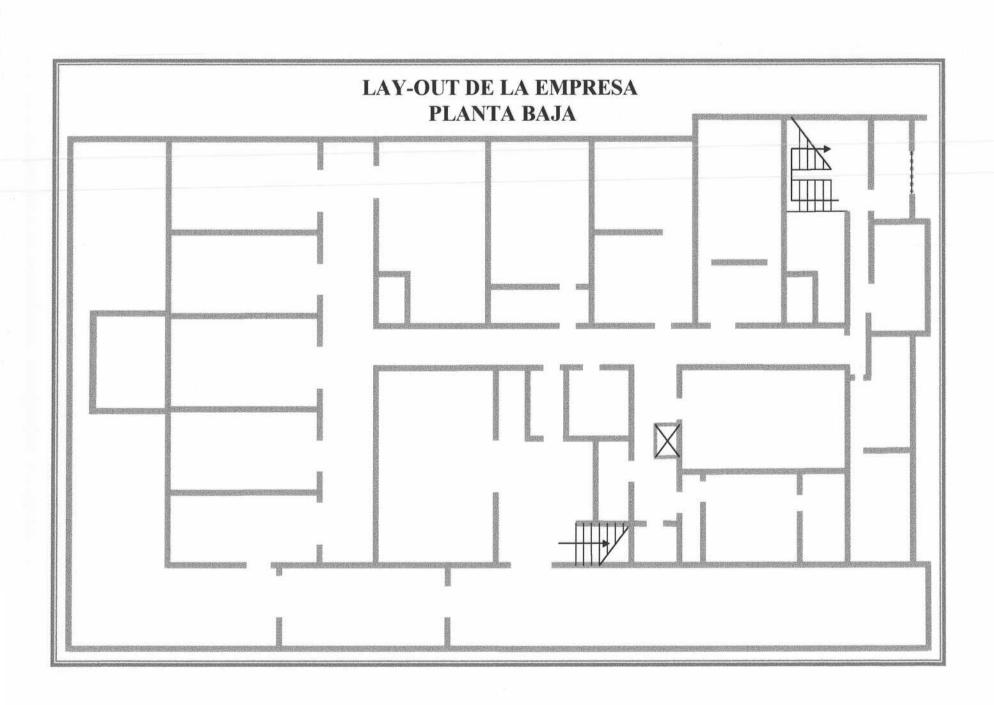
Esto refleja la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo, por lo que no se cuenta con los procedimientos necesarios que garanticen la máxima disponibilidad operativa de los equipos. Esto ocasiona numerosas paradas de máquina, frecuentes situaciones de emergencia y gran cantidad de horas extraordinarias de trabajo.

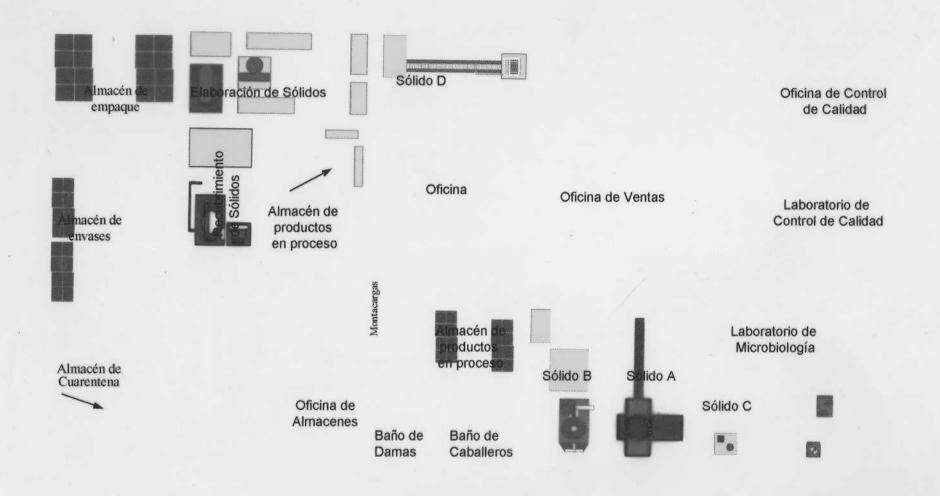
IV.5 Distribución en Planta

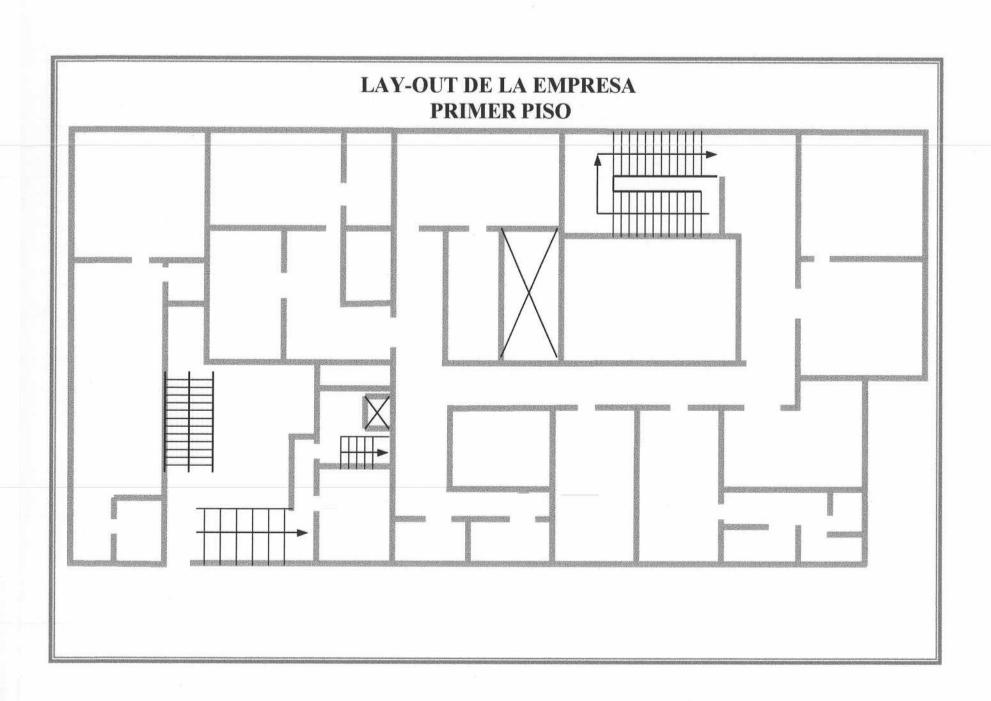
Se verifica que las áreas de la planta no se encuentran convenientemente ubicadas, provocando gran cantidad de transporte, que se observa a través del análisis de los diagramas de proceso y de recorrido (Ver anexo N° 2). La cuantificación de la distancia en los recorridos realizados durante el año 1997 se muestra en los cuadros de recorrido.

A continuación se muestra el lay-out de la empresa. Esta cuenta con dos plantas señaladas como planta baja y primer piso. En el diagrama se indican las distintas áreas de producción y los equipos presentes, los cuales, para mayor detalle han sido numerados y se encuentran descritos en el añexo 1.5.









Capítulo V. Propuestas de Mejoras e Inversión en Equipos

V.2 Análisis Introductorio

La gerencia de la empresa se ha planteado como meta duplicar la producción del año 1997, por esta razón el estudio del proceso productivo se realiza en función de la determinación de propuestas para duplicar la rata de producción anual del laboratorio. Para el desarrollo del trabajo, la rata de producción es calculada utilizando como base el período transcurrido en un año, es decir las unidades producidas durante el año 1997.

Para duplicar la producción de cada grupo de productos elaborados durante el año 1997, se debe analizar el volumen de producción perteneciente a ese tiempo y el porcentaje de ocupación de los equipos.

Debido a que la industria es de tipo farmacéutico, la disposición de los locales debe permitir reducir en lo posible los riesgos de confusión y contaminación, por lo que la fabricación de productos diferentes no puede efectuarse simultáneamente en un mismo ambiente, por esto en algunos casos en los cuales existan varios equipos en una misma área se observará el porcentaje de ocupación del área. Al calcular el porcentaje de ocupación, se utiliza como base los días hábiles contenidos en un año. En algunos casos el tiempo de ocupación de los equipos y/o área sobrepasa el tiempo disponible en un año en horario convencional (7.5 horas diarias durante 232 días en el año), esto se debe a que cuando la empresa lo requiere los empleados trabajan en horas adicionales, las cuales son llamadas horas de sobre — tiempo (máximo de 12 horas semanales) para estos casos el porcentaje de ocupación será considerado del 100%, ya que para efectos del análisis solo se desea saber la existencia o no de capacidad ociosa dentro del turno de trabajo regular.

Es importante mencionar que la empresa ha adquirido un equipo destinado únicamente al envasado de solución ótica en gotas, que estará en funcionamiento a partir del mes de junio de 1998. Esto permite utilizar parte del tiempo que anteriormente estaba destinado al envasado de este producto, para la producción de los demás líquidos (Ver gráficos Nº 33-34) donde se muestra los casos. De igual forma desde el mes de mayo de 1998 la empresa cuenta con una máquina codificadora que será destinada específicamente a la codificación de los sólidos, por lo que la primera máquina codificadora dispondrá de algún tiempo (Ver gráficos Nº 35 y 36). En los gráficos Nº 23,24,25,27,28,29,30 se puede observar, que para las actividades de pesada, tableteado, recubrimiento de tabletas, encapsulado, elaboración de líquidos, elaboración de sólidos, el área de envasado en blister y estuchado de solución ótica en gotas, el porcentaje de ocupación es inferior al 50%, lo que indica que bajo las condiciones actuales de producción existe capacidad ociosa, cuya ocupación será la salida más sencilla en busca duplicar el volumen de producción de 1997. Para las áreas de envasado de líquidos, elaboración y envasado de semi-sólidos y las actividades de control de calidad, codificación y estuchado, empaque y embalaje de sólidos, el porcentaje de ocupación es superior al 50% (ver gráficos Nº 26,31,32,33 y 36) lo que indica que para duplicar la producción se debe realizar un estudio detallado de las actividades relacionadas, para diminuir las pérdidas y desperdicios presentes en el proceso y determinar si es necesaria la expansión de la capacidad de producción actual una vez que se ha ocupado la capacidad ociosa.

Para el estudio detallado de los procesos el análisis consiste en la determinación de la velocidad de proceso, medida en unidades producidas por minuto, de cada una de las operaciones principales en los procesos de fabricación de los grupos de productos. Si se logra duplicar la velocidad de proceso en las operaciones que lo requieran, la empresa estará en capacidad de duplicar su rata anual de producción. Se obtiene entonces, la

velocidad de proceso según indican datos históricos, la velocidad de proceso a producción continua, suponiendo que el proceso no presenta pérdidas y desperdicios, solo contando las actividades necesarias para la fabricación del producto. Esto se lleva a cabo a través de la toma de tiempos con el uso del cronómetro, que permite determinar el tiempo necesario para que una persona calificada y convenientemente adiestrada, realice cierta operación manual, de igual forma se determina la velocidad actual de trabajo de las máquinas. Por último se tiene la velocidad de proceso que se alcanzaría si las máquinas tuviesen la capacidad nominal, es decir la capacidad según indican los manuales de fabricación. A efectos comparativos, estos valores son presentados en gráficos de barras para cada operación de cada grupo de productos (Ver gráfico ejemplo y gráficos Nº 1 al 22). El valor correspondiente a la velocidad de proceso según datos históricos que pertenece a la operación más lenta del proceso en cuestión, se duplica y esta constituye la velocidad de proceso objetivo, ya que la operación más lenta del proceso es aquella que condiciona la velocidad del resto de las operaciones.

Debido a pérdidas no controlables en la industria, la efectividad de los equipos y la eficiencia de los procesos, no alcanza el 100%. Las condiciones económicas, sociales y culturales de Venezuela sugieren entonces plantear una meta inferior al 100%, que para los equipos será del 80% de efectividad y para las operaciones un 80% de eficiencia, en consecuencia los valores de la velocidad de proceso a producción continua y la velocidad de proceso nominal se multiplican por este factor de seguridad.

La diferencia de altura que existe entre las barras correspondientes a la velocidad de proceso histórica y a la velocidad de proceso a producción continua, es una medida aproximada de las unidades por minuto que no se producen por pérdidas y desperdicios, y señal de potenciales mejoras en el proceso productivo. La diferencia de altura entre la barra de la velocidad de proceso a producción continua y la perteneciente a la velocidad de proceso

000

0

nominal, mide las unidades por minuto que no se producen debido a la antigüedad de los equipos o efectos del uso, producida por causas inherentes al equipo.

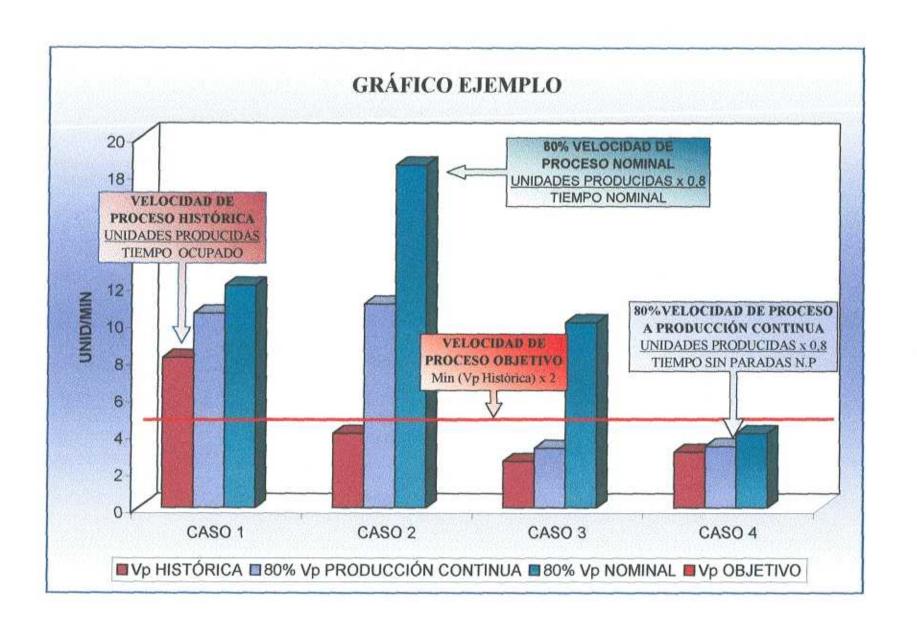
Después de aplicar el factor de seguridad, en algunos casos la velocidad de proceso histórica es superior a la velocidad de proceso a producción continua esto se debe a que la eficiencia según históricos para esta operación durante 1997, fue superior al 80%.

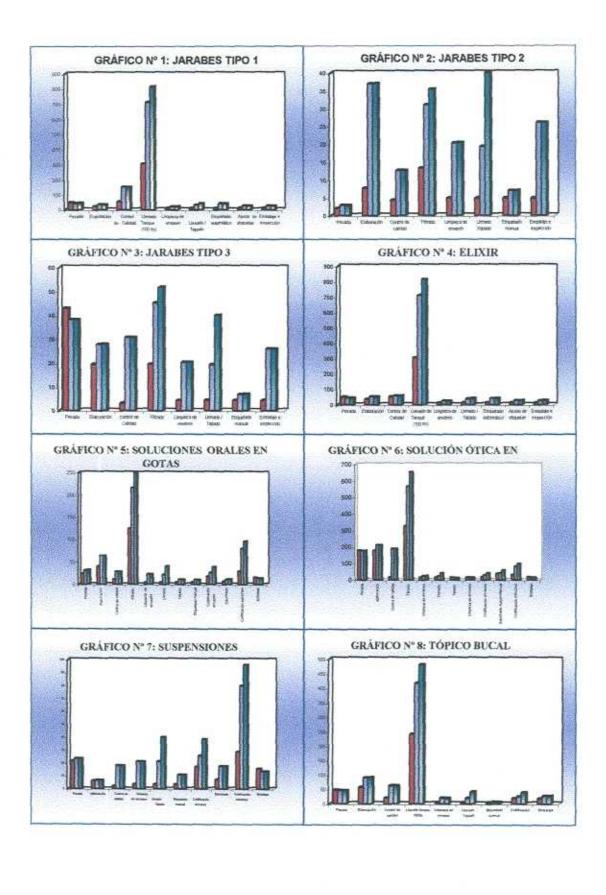
Las velocidades de proceso histórica, a producción continua y nominal, tienen distintos valores, según el grupo y la operación analizada. Al comparar los valores de estas velocidades de proceso con la velocidad de proceso objetivo, se puede tener una apreciación de las acciones a tomar para duplicar la velocidad de proceso.

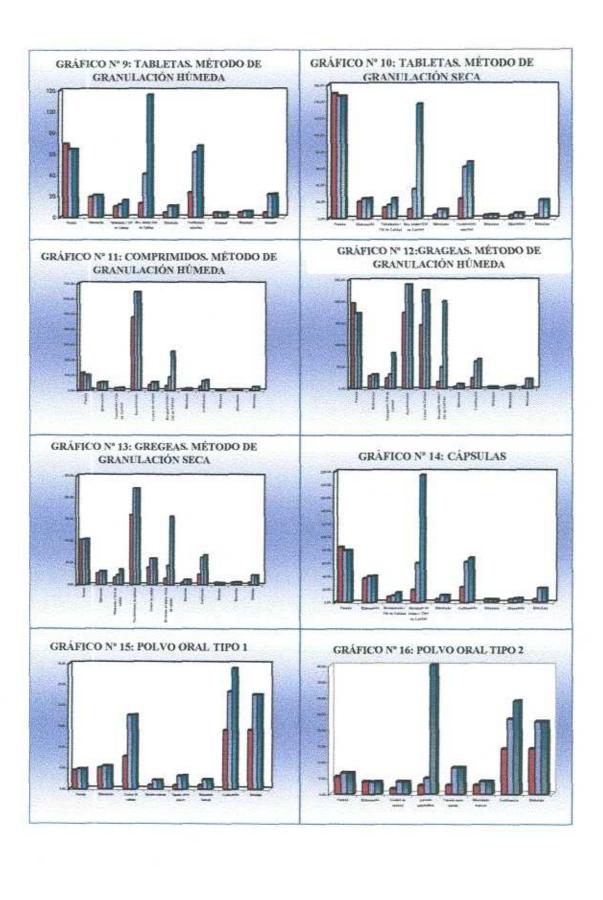
A continuación se muestra una tabla donde se indican los casos presentes en los gráficos y las acciones a tomar, estableciendo una comparación de magnitud entre la velocidad de proceso objetivo y las velocidades de proceso histórica, a producción continua y nominal:

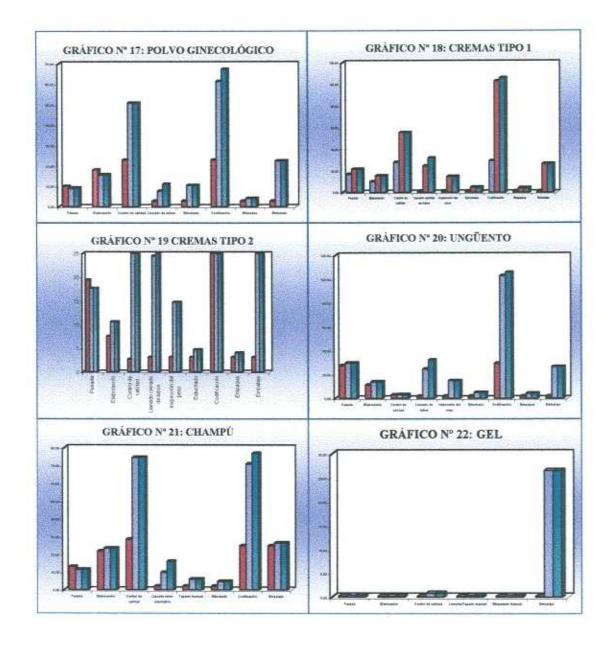
TABLA Nº 1

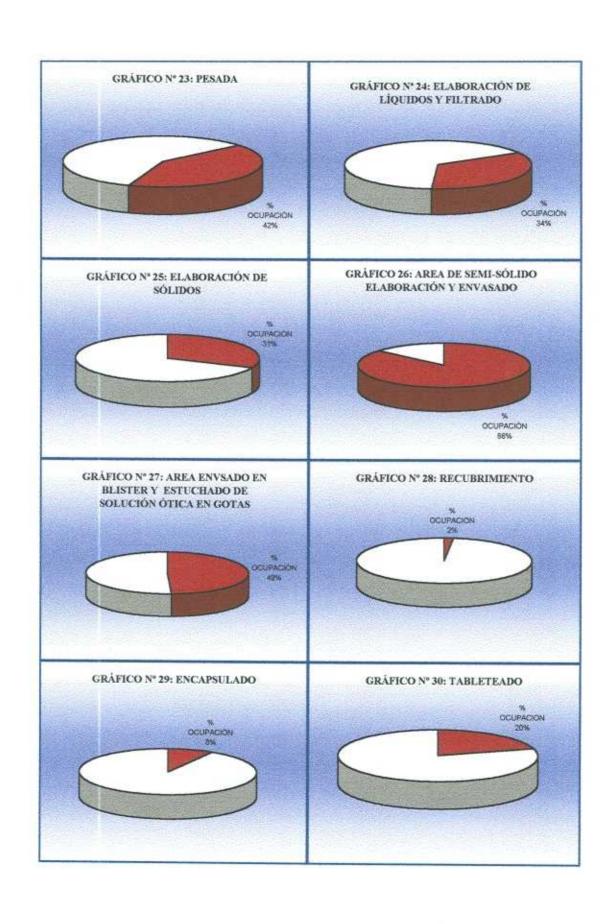
CASO	MAGNITUD COMPARADA CON LA VP OBJETIVO			
	Vp HISTÓRICA	Vp PRODUCCIÓN CONTINUA	Vp NOMINAL	ACCIÓN
1	Mayor	Mayor	Mayor	Ninguna
2	Menor	Mayor	Mayor	Mejoras en Métodos de Producción
3	Menor	Menor	Mayor	Mejoras en Métodos de Producción y Reparación de Equipos
4	Menor	Menor	Menor	Mejoras en Métodos de Producción e Incremento de la Capacidad

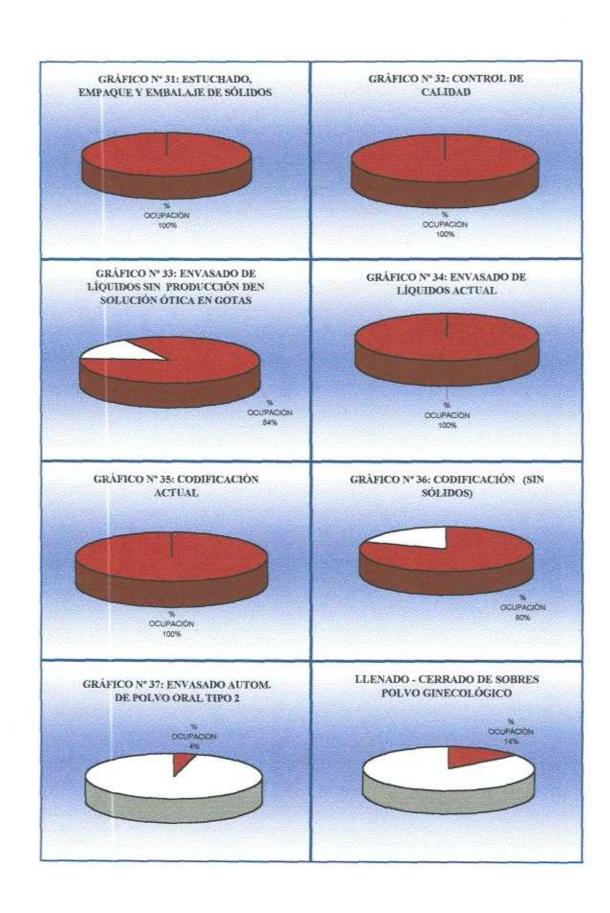












Posteriormente este análisis será utilizado para determinar las propuestas de mejora y alternativas de inversión particulares a cada grupo de productos. A continuación se señalan algunas propuestas generales para eliminar pérdidas y desperdicios presentes en el proceso.

V.2 Distribución en Planta

La propuesta de mejora más evidente es la relacionada con la redistribución de los equipos presentes en la planta, ya que la distribución actual provoca numerosos recorridos para la elaboración de algunos grupos de productos. Al analizar los diagramas y cuadros de recorridos correspondientes al año 1997 (Ver anexo N° 2.2), se puede observar que especialmente para la fabricación de sólidos, hay gran cantidad de recorridos. Los recorridos estudiados son los correspondientes a la línea principal de los diagramas de proceso, ya que son estos los que afectan directamente el tiempo de elaboración de un producto, considerando que los recorridos realizados para el transporte de material de empaque y otros, no afectan el tiempo de operación, si se cuenta con un sistema adecuado de planificación de la producción, que asegure la disponibilidad de material al momento de comenzar un proceso productivo.

La distribución propuesta consiste en ubicar las máquinas tableteadoras junto al área de elaboración, donde se encuentra actualmente el bombo de grageado. La actividad de recubrimiento quedará ubicada entonces en sólido D, junto con la encapsuladora. La nueva codificadora estará localizada en Sólido C, y la máquina para envasado en blister intercambia de lugar con la llenadora de polvo oral tipo 2, que se encuentra en sólido A.

Por otra parte se detectan algunos recorridos innecesarios relacionados con el proceso de codificación, ya que los estuches, tapas y envases para los sólidos, pueden ser previamente codificados, en lugar de envasar o estuchar y luego codificar, esto es posible con ayuda de una programación cronológica de actividades.

Otro recorrido que puede ser descartado, es el relacionado a la segunda pesada de los sólidos una vez que son elaborados, con la compra de una balanza mecánica que se esté ubicada en el área de elaboración.

Los cuadros de recorridos (anexo N° 2.2) muestran la distancia para cada recorrido, el tiempo empleado en este, el número de iteraciones realizadas en un año, estimado a partir de la cantidad de material que es capaz de transportar un hombre, el número de lotes del grupo y cantidades en kilogramos, litros y unidades de producción. De esta forma se obtiene una aproximación del tiempo anual ocupado en transporte por la empresa, si no existieran demoras en el proceso. Con fines comparativos este cálculo se realiza para los recorridos propuestos, obteniendo al final un ahorro de tiempo por aplicar la nueva distribución que se traduce en tiempo disponible para la producción, y basándose en la velocidad de proceso a producción continua, se calculan las unidades adicionales que se pueden producir y la utilidad que estas representan. Comparando la utilidad recibida por las unidades adicionales con el costo de realizar una redistribución (Ver anexo N°2.2), se puede observar que la relación costo beneficio es de 0,48 (menor que 1) y el período de recuperación de la inversión es de 1,9 años, valor presente es negativo, (ver anexos 2.2) valores poco atractivos, ya que redistribuir la planta implica detener la producción, dado que una industria farmacéutica presenta ciertas condiciones especiales que impide la producción en presencia de agentes contaminantes como polvo, tierra, etc. Por esta razón se deben tomar en cuenta algunos factores para llevar a cabo la implantación, como el alquiler de un almacén para abastecer el mercado durante el cambio, modificaciones estructurales, acondicionamiento de áreas, etc., que incrementan el costo a tal punto de mostrar esta propuesta como indeseable.

Según indica el análisis anterior, la propuesta de una nueva distribución queda descartada y la determinación de propuestas de mejoras y alternativas de inversión en equipos se realizará de acuerdo a los recorridos actuales.

V.3 Planificación y Control de la Producción

El sistema utilizado para planificar la producción es inadecuado, lo que trae como consecuencia que durante ciertos lapsos de tiempo se mantengan maquinarias y trabajadores inactivos por razones no justificables desde el punto de vista técnico-organizativo.

La evaluación realizada en la empresa con respecto a la planificación y control de la producción revela la necesidad de definir esta como una función específica y establecerla como unidad diferenciada de las demás. Esto con la finalidad de prestarle la importancia que realmente tiene y en proporción a esta importancia, el tiempo y la dedicación que merece.

Se debe realizar un estudio detallado para definir e implantar un sistema para la planificación y control de la producción que integre todas las funciones de la empresa, donde se utilicen técnicas adecuadas, ya que de lo contrario la empresa está produciendo lotes antieconómicos de determinados productos y se produce el desequilibrio en las diferentes tareas asignadas a los trabajadores lo que provoca la pérdida del control sobre el manejo de materiales en la empresa.

Es importante realizar pronósticos adecuados de la demanda, ya que pronósticos equívocos conducen a la determinación errónea de trabajadores directos e indirectos de la producción, de cantidad de materia prima, partes a utilizar, de las inversiones en equipos e instalaciones necesarias.

Es aconsejable programar la producción teniendo en cuenta la capacidad en almacenes y establecer un sistema de control de inventarios, ya que el sistema actual de inventario de materiales, produce problemas por exceso, que se refleja en una excesiva inversión en inventarios acompañada de altos

costos de almacenamiento y la posible pérdida de materiales debido a estropeo; y otro por defecto, que se refleja en tener cantidades insuficientes de materiales para mantener en funcionamiento el proceso productivo.

Es importante el uso de herramientas como hojas de proceso ya que, la falta de instrumentos como estos, ocasiona complicaciones en la determinación de los tiempos estándares de las operaciones, aumento de los productos defectuosos y retrasos por fallas humanas en el desarrollo de una secuencia determinada de las operaciones. La ausencia de la descripción de procedimientos, provoca descontrol en el sistema de producción. El personal que ya ha adquirido la experiencia no establece debidamente los registros de los procesos, entonces la información se pierde una vez que el personal es reemplazado y el procedimiento de validación de los procesos debe ser nuevamente realizado.

Se debe establecer la programación de cuándo debe empezar y terminar la producción, ya que su ausencia implica no tener una distribución adecuada del número de horas-hombre y horas-máquina necesarias para cumplir un determinado lote de producción.

Es necesario controlar las actividades producidas en el plan de producción, para tener conocimiento de la efectividad del sistema, poder aplicar acciones correctivas al proceso productivo, e identificar mejoras.

Con la implantación de un sistema para la planificación y control de la producción se trata de controlar los tres elementos, hombre, máquina y materiales, para producir no solo en la cantidad correcta, sino de la calidad adecuada, y todo ello en el tiempo preciso que permita la disponibilidad de los productos para su venta en el momento en que sean demandados.

Con la aplicación de un sistema adecuado para la planificación y control de la producción se pueden alcanzar altos niveles de servicio al cliente, disminuir la inversión en inventarios, evitar esfuerzos innecesarios, aprovechar los recursos disponibles, alcanzar elevadas eficiencias en las operaciones de la fábrica, y al mismo tiempo disminuir las pérdidas y desperdicios en los

procesos productivos. Estos factores actúan directa e indirectamente en el incremento de la rata de producción anual.

V.4 Mantenimiento Industrial

En la actualidad la empresa presenta numerosas paradas de máquina por fallas mecánicas, frecuentes situaciones de emergencia, gran cantidad de horas extraordinarias de trabajo, entre otros, lo que refleja la necesidad de crear los procedimientos necesarios que garanticen la máxima continuidad operativa de los equipos, orientados hacia la mejora permanente de la calidad del producto.

Es necesario la creación de una unidad de mantenimiento con una gerencia dinámica que plantee claramente los objetivos perseguidos y que administre debidamente los recursos inherentes a la gestión de mantenimiento. En esta medida, el mantenimiento responderá a las metas del grupo como elemento importante en el proceso productivo.

La gestión de mantenimiento debe contar con procesos administrativos que verifiquen una planificación que involucre la necesidad de imaginar y relacionar probables actividades que deban cumplirse para obtener los objetivos.

Se debe contar con una adecuada programación basada en detallar las acciones a realizar para lograr el cumplimiento de las actividades de mantenimiento y distribuirlas en el tiempo.

En la ejecución de las actividades deben concurrir los recursos disponibles (humanos, materiales, económicos, etc.), para llevar a efecto las actividades programadas adecuadamente.

Es recomendable efectuar un control para evaluar la ejecución de las actividades de mantenimiento realizadas, así como también los alcances de las políticas desarrolladas.

La supervisión es muy importante, ya que en ella se observa el desarrollo de la gestión mantenimiento, detectando las desviaciones existentes entre la planificación y la ejecución de las actividades programadas

Se recomienda que la selección del director y supervisor de la Unidad de Mantenimiento se realice de una manera planificada, ya que por lo general para estas tareas se elige el mecánico con mayor tiempo de servicio o que disponga de la mayor habilidad, sin embargo usualmente existen personas con alta capacidad técnica pero insuficiente o ninguna capacidad gerencial.

La situación actual de la empresa en cuanto a la gestión de mantenimiento refleja la necesidad de realizar un estudio detallado para el diseño y la implementación de un plan de mantenimiento que incluya sistemas de mantenimiento correctivo y preventivo. Con la implementación de un plan de mantenimiento adecuado a los requerimientos de la empresa, se puede:

- ♦ Disminuir el del número de paradas no planificadas, que se traduce en la disminución de las demoras.
- Disminuir el tiempo de duración de las paradas no planificadas.
- Incrementar la vida útil de los equipos.
- Reducir el costo por horas extras de trabajo.
- ♦ Minimizar las ocurrencias de productos rechazados, reproceso y desperdicio.

V.5 Procedimientos Escritos

Es común observar demoras, reproceso, pérdida de materiales y esfuerzo debido a la ausencia de manuales de procedimiento. Específicamente en el área de elaboración, las técnicas escritas no se encuentran actualizadas. Por otra parte la alta rotación de personal, y especialmente la persona asignada al cargo de gerente de producción provoca la pérdida de información con respecto a los cambios que se hallan efectuado en las técnicas. El conocimiento de los métodos de fabricación, junto a los cambios recientes

efectuados, los posee una de las personas encargadas de la elaboración de los productos, conocimientos adquiridos a través de su experiencia, lo que significa que el presidir de sus servicios provocaría en la empresa la necesidad de realizar nuevamente los procedimientos de validación de los procesos, a través del ensayo y error, lo que acarrea la pérdida de tiempo y material.

Para evitar los problemas que actualmente se perciben y prevenir los que en un futuro se puedan suscitar es necesario establecer manuales de procedimientos bien definidos, de fácil entendimiento y que respondan las preguntas básicas de aquel individuo que tenga alguna duda. Estos manuales deben estar disponibles a cualquier persona relacionada con el proceso productivo.

En los manuales de procedimientos se establecen todas las operaciones necesarias para la fabricación de los productos, y dado a que cada producto tiene condiciones específicas, los manuales deben detallar los procesos relacionados a cada producto, así como los materiales involucrados en la operación.

Otra causa de demoras en la producción se debe a que los procedimientos para la puesta en marcha de los equipos no se encuentran claramente definidos, ni las piezas mecánicas de cambio (troqueles, punzones, etc.) identificadas para cada producto, lo que trae como consecuencia recorridos innecesarios y pérdida de tiempo cuando el mecánico o trabajador que se encarga de realizar esta tarea no identifica bien las partes y piezas (caso común en mecánicos nuevos para la empresa). En busca de solucionar este problema y prevenir pérdidas y desperdicios futuros, se deben establecer procedimientos escritos de puesta en marcha para cada máquina y colocarlos en lugares visibles junto a estas.

V.6 Control de Calidad

Si el proceso de control de calidad se aplicara a cada producto por separado, la velocidad de proceso sería la descrita en los gráficos (Ver anexos gráficos Nº 1 al 22) por la barra correspondiente a la velocidad de proceso a producción continua. Sin embargo, el proceso suele retrasarse por la gran cantidad análisis que se deben realizar al mismo tiempo y se produce el llamado "cuello de botella". El retraso es ocasionado por la limitación de algunos equipos e instalaciones, que impiden realizar pruebas paralelas. Adicionalmente el gráfico Nº 32 (anexos) muestra que esta área se encuentra con un 100% de ocupación por lo que, para eliminar el retraso es necesario:

- ♦ La adquisición de una balanza analítica que se adecue a las necesidades del departamento, ya que la balanza que existe es utilizada para otras actividades del departamento y en repetidas ocasiones se debe esperar su desocupación.
- ♦ Revisar y reparar el sistema de suministro de gas, de manera tener a disposición más de una llave, que permita la utilización simultanea de mecheros para realizar varios ensayos al mismo tiempo.
- ♦ Validar los procesos de análisis, para evitar la pérdida de información que acompaña la continua rotación de personal, y la pérdida de tiempo en acciones de ensayo y error.

El área de microbiología suele tener retrasos por avería en los equipos, falta de materiales y reactivos para realizar algún análisis y por repetición de análisis para verificar el estado microbiológico del lote por alguna inconformidad. En busca de disminuir estas demoras se debe prever un pequeño inventario de reactivos y materiales y así asegurar su disponibilidad. Se debe realizar un mantenimiento preventivo adecuado a los equipos y mantener los proceso productivos controlados para evitar la contaminación de los productos o la incorrecta aplicación de técnicas de elaboración, que puedan provocar reproceso o pérdida de la materia.

V.7 Propuestas de Mejoras Específicas para cada Grupo de Productos

Utilizando la tabla Nº 1, se analiza cada operación para determinar propuestas de acuerdo a cada caso.

V.7.1 Líquidos

Para el proceso de fabricación de los líquidos, se puede observar que en su mayoría la velocidad de proceso del envasado es inferior a la velocidad de proceso objetivo. Esto sugiere establecer mejoras en las operaciones que intervienen en el envasado (limpieza de envases, llenado-tapado, etiquetado, etc.). El dato estadístico registrado por la empresa con respecto a la velocidad de proceso del envasado, es la información global, es decir cuántas unidades por minuto salen del proceso de envasado, tal como se ha descrito en las limitaciones.

La mayoría de los gráficos (Ver anexos gráficos Nº 1 al 8) para el grupo de líquidos señalan la necesidad de mejoras en el proceso de envasado por lo que a continuación se explican los cambios a aplicar para disminuir las pérdidas y desperdicios del proceso y alcanzar la velocidad de proceso a producción continua. Luego en detalle para cada grupo de productos, si este lo requiere, se establecerán las propuestas para alcanzar la velocidad de proceso objetivo basándose en la expansión de la capacidad actual o reparación de equipos.

- ♦ Para asegurar la disponibilidad de material al momento de comenzar el proceso es necesario coordinar bien las actividades a través de una adecuada programación de las mismas.
- ♦ La máquina llenadora-tapadora presenta constantes desajustes por lo que la puesta en marcha del proceso es extensa y durante el proceso se presentan numerosas paradas que retrasan considerablemente la producción y que provocan la pérdida de material y reproceso. Estas paradas pueden

0

ser disminuidas a través de la aplicación de un plan de mantenimiento adecuado que garantice la efectividad de los equipos.

- Un factor que afecta la actividad de envasado es el llenado del tanque de alimentación, que se realiza a través de un sistema bomba-filtro y una manguera que transporta el líquido desde el tanque de elaboración (área de elaboración de líquidos) al tanque de alimentación con capacidad de 100 Lts. (área de envasado). El encendido de la bomba para que se llene el tanque de alimentación se hace cada cierto tiempo cuando la orden es comunicada por el operario del equipo de llenado, en ese momento comienza a funcionar la bomba. El procedimiento regular es apagar la bomba una vez que se completa el volumen del tanque de alimentación, sin embargo en repetidas ocasiones se observa que el procedimiento de apagar la bomba se omite por descuido de los trabajadores y al cabo de cierto tiempo el tanque de alimentación comienza a derramarse, ocasionando perdida de material y paradas para efectuar la limpieza del líquido derramado ocasionado por el accidente. Para evitar este tipo de incidentes es importante conocer los tiempos estándares para las operaciones, de esta forma el tiempo en el cual se debe apagar la bomba, es conocido y las probabilidades de ocurrencia del accidente disminuyen colocando un reloj con alarma, que indique el momento preciso para concretar la acción. Una alternativa para solucionar este problema es adaptar un mecanismo con un flotante que regule automáticamente el accionamiento de la bomba, tal como sucede en los tanque de edificios.
- ♦ Al observar el proceso de envasado se puede percibir que el proceso más lento es el etiquetado, ya que una vez que la máquina llenadora—tapadora funciona, los frascos se acumulan considerablemente en una mesa esperando ser etiquetados (esto se confirma con la velocidad de proceso a producción continua observada en los gráficos № 1 al 8 de los anexos). Cuando la mesa se llena, la máquina es detenida. Para algunos líquidos, el proceso de etiquetado está conformado por dos actividades, un proceso

0 0 0

automático efectuado por la máquina, que se encarga de colocar pegamento en la etiqueta y luego de colocar la etiqueta sobre el frasco. Esta máquina presenta condiciones de desgaste avanzado, por lo que el proceso de etiquetado no es completado efectivamente, por esto es necesario que algunas personas coloquen la etiqueta correctamente, produciendo que la actividad de etiquetado automático se extienda. Para eliminar este problema es necesario realizar un mantenimiento adecuado a la máquina etiquetadora, de esta manera el tiempo ocupado en ajustar las etiquetas se vería disminuido, eliminando el "cuello de botella", evitando así la parada de la máquina llenadora-tapadora.

- ♦ Otro factor que afecta la velocidad de proceso es la alimentación de la máquina etiquetadora, ya que esto lo realiza una de las personas que se encuentra trabajado sobre el ajuste de etiquetas y solo coloca más frascos cuando ya no hay más para ajustar, mientras los frascos están en la mesa esperando ser etiquetados. Cuando se realiza el ajuste de etiquetas es importante que una persona se encargue de alimentar la máquina etiquetadora constantemente, el personal existe solo que la asignación de taras debe ser más detallada.
- ♦ Al final del proceso de envasado en conjunto con el embalaje se realiza la inspección de los frascos, en ese momento se detectan algunos frascos con defectos en la tapa que pasaron desapercibidos en el momento del llenado-tapado. Estos frascos son devueltos para retirarles la tapa dañada, recuperar el líquido y ser llenados y tapados nuevamente junto al resto de los frascos, el proceso siguiente es el etiquetado, antes de este se revisan los frascos para identificar los que ya tengan etiqueta, sin embargo algunos no son detectados sino hasta el momento en que pasan por la etiquetadora, entonces paran la máquina para retirar el frasco. Estas son consideradas paradas menores, pero que sumadas de acuerdo al número de incidencias a lo largo de todo el año, llegan a ser significativas para el proceso. Para evitar este incidente es conveniente apartar los frascos detectados como

defectuosos al final del proceso, y realizar la actividad de recuperación cuando exista una cantidad acumulada y todos al mismo tiempo, para evitar confusiones entre los frascos. Otro caso de paradas menores se verifica en el proceso de etiquetado automático, donde la máquina hace que los frascos se caigan lo que puede dañar el mecanismo del equipo esto ocasiona que en ese momento se pare la máquina para acomodar la posición del frasco. Esta falla puede ser corregida con un adecuado mantenimiento del equipo.

♦ Frecuentemente el proceso de envasado de un determinado producto es interrumpido para producir otro que ese momento su demanda es crítica, lo que incrementa en forma significativa los tiempo de cambio y provoca desorden en el sistema de producción. Esto tiene solución al contar con un plan de producción adecuado.

Con estas mejoras señaladas es posible aumentar la velocidad de proceso histórica hasta que alcance la velocidad de proceso a producción continua. A continuación se analizan los casos para cada grupo de productos y se identifican las operaciones donde exista la necesidad de ampliar la capacidad actual, ya sea con la contratación de personal, reparando las máquinas para aumentar su capacidad, o con la compra de equipos.

1. Jarabes Tipo 1

En el proceso de limpieza de envases, eliminando las paradas no se logra alcanzar el objetivo (Ver anexos gráfico Nº 1), por lo que es necesario expandir la capacidad en esa operación. Para la limpieza de envases se utiliza una maquina sopladora de frascos al vació, esta operación se realiza al momento del llenado, para aumentar la velocidad de proceso del envasado, esta operación se podría realizar con anticipación aprovechando la capacidad ociosa del área, ser bien protegidos para evitar su contaminación y alimentados al proceso de llenado directamente, ya que no es una actividad que necesariamente debe ser realizada al momento del llenado. Como solución alternativa se plantea la contratación de una persona que trabaje en conjunto con el encargado de la limpieza de lo frascos, que se

encargue de tomar las cajas y acomodar los frascos de manera que el proceso sea más rápido.

2. Jarabes Tipo 2

Para este grupo de productos la pesada tiene una velocidad de proceso histórica inferior a la velocidad de proceso a producción continua (Ver anexos, gráfico Nº 2) esto se debe a deficiencias en la planificación de producción, ya que se verifica que en ocasiones se debe detener un proceso de pesada para comenzar el perteneciente a otro producto, lo que acarrea pérdida de tiempo en ordenar la materia prima que estaba pesando, limpiar el área y los instrumentos de medición, para comenzar a pesar la orden de urgencia. Con un plan de producción adecuado, estos problemas pueden ser solucionados. En el gráfico Nº 2 se puede observar que la velocidad de proceso a producción continua no alcanza la velocidad de proceso objetivo, además en el gráfico Nº 23 se observa que el área de pesada tiene un porcentaje de ocupación del 42%, lo que muestra que a través de una adecuada planificación se puede utilizar parte de esta capacidad para suplir las necesidades.

3. Jarabes Tipo 3

Se verifica que alcanzando la velocidad de proceso a producción continua, se alcanza con facilidad el objetivo (ver anexos, gráfico Nº 3).

Elixir

En el proceso de limpieza de envases, eliminando las paradas no se logra alcanzar la velocidad de proceso objetivo (ver anexos, gráfico Nº 4), por lo que es necesario expandir la capacidad en esa operación. Para la limpieza de envases se utiliza una máquina sopladora de frascos al vacío, esta operación se realiza al momento del llenado, para aumentar la velocidad de proceso del envasado, esta operación se podría realizar con anticipación aprovechando la capacidad ociosa del área (ver anexos gráfico Nº 11), ser bien protegidos para evitar su contaminación y alimentados al proceso de

llenado directamente, ya que no es una actividad que necesariamente debe ser realizada al momento del llenado

5. Soluciones orales en gotas

Se verifica que alcanzando la velocidad de proceso a producción continua, se alcanza con facilidad el objetivo (ver gráfico Nº 5 en anexos).

6. Solución ótica en gotas

Este producto no será analizado ya que su producción será independiente del área de envasado de líquidos, a partir del mes de Junio de 1998.

7. Suspensiones

En el gráfico Nº 7 (anexos) se puede observar que la velocidad de proceso histórica es inferior al objetivo, en las actividades de control de calidad. Esto se debe a causas particulares de las suspensiones durante el año 1997, que presentaron parámetros fuera de especificaciones lo que motivó a la prolongación de los análisis y produjo reproceso del líquido, para luego aplicar los análisis nuevamente. Esto se debe a error en las técnicas de elaboración. Para evitar este tipo de problemas es necesario actualizar las técnicas de elaboración, dejar registro de las modificaciones futuras que se realicen, y así evitar la pérdida de información importante.

8. Tópico Bucal

La máquina etiquetadora no funciona con el tipo de etiquetas de este producto, la operación se realiza entonces manualmente. Para alcanzar el objetivo es necesario contratar a una persona adicional, para que el proceso sea realizado por cinco (5) personas y no cuatro (4) como actualmente se lleva a cabo (ver anexos, gráfico N° 8).

V.7.2 Sólidos

Al analizar lo gráficos de los sólidos (Ver gráficos Nº 9 al 17 en anexos), podemos observar que la mayoría de las operaciones se encuentran en el caso 1 (de acuerdo a la tabla Nº 1) y por lo tanto no requieren acciones de cambio.

En el caso del estuchado, empaque y embalaje el dato histórico registrado por la empresa con respecto a la velocidad de proceso, es una información global, las razones por las cuales se utilizan estos datos han sido expuestas en las limitaciones.

En los gráficos Nº 9 al 15 en anexos, correspondientes a las tabletas, comprimidos y grageas, cápsulas y polvos se observa que para las operaciones de envasado de polvo oral tipo 1, estuchado, empaque y embalaje se deben aplicar mejoras para disminuir las pérdidas y desperdicios del proceso. Las mejoras propuestas son:

- ◆ Las operaciones manuales están condicionadas a la disponibilidad de material al momento de iniciar las actividades, la falta de materiales provoca demoras y recorridos innecesarios. La solución es asegurar la disponibilidad de material de empaque, al momento de comenzar a trabajar, de manera que los empleados no suspendan las actividades frecuentemente en busca y espera de estos. Esto se logra a través de un ligero cambio en el proceso donde se le asigne a uno de los trabajadores la responsabilidad de mantener la continua disponibilidad de material como estuches, láminas de papel, cinta plástica, frascos, blister, polvo, etc.
- ◆ Una vez que se concluye el proceso de empaque se llama a un encargado de control de calidad para que certifique la cantidad y el estado del material para ser enviado a almacén. Es aconsejable que el supervisor del área realice el llamado al encargado de control de calidad con anticipación para evitar demoras innecesarias.

Con la aplicación de estos cambios se logra alcanzar la velocidad de proceso a producción continua.

Para realizar las propuestas concernientes a la expansión de la capacidad se analizan los gráficos Nº 9 al 15 (anexos), y se verifica la necesidad de expandir la capacidad actual. Debido a que la actividades de empaque y etiquetado, se tratan de actividades manuales, existen dos alternativas para incrementar la velocidad de proceso. La primera de ellas corresponde a la

contratación del personal para que realice las actividades requeridas para alcanzar el objetivo y la segunda alternativa corresponde a la automatización del proceso de empaque y etiquetado, con la compra de un equipo especializado. El cálculo de la velocidad de proceso a producción continua para efectos comparativos se ha efectuado para el número de personas que con regularidad se dedican a las actividades de empaque, estuchado y etiquetado. En esta área trabajan 6 personas, de las cuales generalmente 2 personas se dedican a estuchar, 3 personas realizan el empaque y 1 persona se encarga del etiquetado de los empaques.

Siguiendo la primera alternativa, para alcanzar la velocidad de proceso objetivo es necesario la contratación de cuatro (4) personas para el proceso de empaque y una (1) persona para el etiquetado.

Siguiendo la alternativa número 2 se realizaría la compra de un equipo que se encargue de empacar los estuches en grupos y una máquina etiquetadora de uso manual para agilizar la identificación de los paquetes.

El proceso de encapsulado se ve afectado por paradas para ajustar la máquina, con la aplicación de un plan de mantenimiento el número de fallas así como la duración de las intervenciones se ven disminuidas (ver anexos, gráfico Nº 14).

El proceso de envasado para el polvo oral tipo 2 (ver anexos, gráfico Nº 16), se realiza a través de una máquina llenadora de frascos para polvo, esta máquina suele presentar demoras en la puesta en marcha y se presentan retrasos para la recolección de los materiales necesarios para el envasado. Por esto se recomienda comunicar con anticipación la orden de envasado del producto de manera que se prevea la disponibilidad de material para que el proceso no sufra demoras por esta causa. De igual forma se pueden establecer por escrito los materiales necesarios, para que cuando la orden sea recibida se efectúe la verificación de material en el área con anticipación. El proceso de envasado del polvo ginecológico (ver anexos, gráfico Nº 17) se realiza con una máquina que forma y llena los sobres, esta máquina suele

presentar paradas por desajustes en las especificaciones para el producto en cuanto al peso de cada sobre, entre otras fallas mecánicas que afectan la presentación del producto. Al aplicar un plan de mantenimiento adecuado para esta máquina el número de paradas tienden a disminuir lo que incrementa la velocidad de proceso del envasado. Otro factor que afecta el proceso es la disponibilidad de materiales para realizar el envasado, lo cual se soluciona con la comunicación previa del envasado, a través de una buena planificación de la producción. En el gráfico Nº 17 (anexos) se puede observar que la capacidad actual es insuficiente para el empaque, esta producción faltante estaría cubierta con la alternativas expuestas para el área de empaque de sólidos.

V.7.3 Semi-Sólidos

El proceso de envasado de cremas y el ungüento se lleva a cabo con una máquina llenadora – cerradora de tubos, esta máquina presenta frecuentes desajustes que provocan paradas significativas en la producción. La falla más común es el descontrol de la cantidad a dosificar para cada tubo. Por lo general cuando ocurre esta falla se para el equipo para proceder a llamar al mecánico. Desde el momento de la ocurrencia de la falla, se llama al mecánico para luego esperar por este, la reparación de la falla y las pruebas, causan retrasos considerables en la producción. Para el ajuste de este problema en la máquina el procedimiento es sencillo, con el entrenamiento adecuado para el operador de la máquina este se encontrará en capacidad para ajustar de forma inmediata la falla y reducir el tiempo de parada. Por otra parte se ve la necesidad de aplicar un mantenimiento preventivo frecuente para que la velocidad de proceso aumente disminuyendo el número y la duración de las paradas.

Una de las causas que provoca retrasos en la producción se basa en la disponibilidad de los materiales. Para envasar es necesario tener los tubos etiquetados y codificados previamente, y en ocasiones no sucede así. Para

que no ocurran demoras esperando la preparación del material, es necesario determinar los tiempos estándares para cada operación en cada producto, de manera de realizar estas actividades con programación cronológica basándose en la duración de las operaciones.

Para el caso de las cremas tipo 2, en el gráfico Nº 19 de los anexos se puede observar la necesidad de expansión para alcanzar el objetivo en el proceso de envasado, sin embargo al referir el gráfico Nº 26 (anexos) se percibe un 14% de capacidad ociosa, que puede ser utilizado para cubrir esta necesidad a través de una adecuada planificación de las actividades.

La producción de champú y el gel se ve afectada por paradas al inicio de la producción, debido a falta de programación en cuanto a las necesidades de material. Esto se puede resolver comunicando la orden de producción con anticipación a las personas involucradas en el proceso de envasado, y utilizando una lista de chequeo, donde se verifique que los materiales requeridos se encuentran en el área en el momento preciso.

En el gráfico Nº 22 (anexos) de gel se puede observar que es necesario aumentar la capacidad para el proceso de pesada, sin embargo el gráfico nº 23 (anexos) muestra un 58% de capacidad disponible, por lo que con una buena planificación de las actividades es posible alcanzar el objetivo.

V.8 Cuantificación de las Mejoras Propuestas

La cuantificación se mide por la rata de producción que es posible alcanzar con la implantación de las propuestas de mejoras.

La rata de producción inicial esta descrita por las unidades producidas en el año 1997 y la rata de producción final es calculada utilizando la velocidad de proceso que es posible obtener con las propuestas de mejoras.

Para la mayoría de los casos el porcentaje de incremento es del 100% lo que indica que el objetivo planteado ha sido alcanzado. En algunos casos el

porcentaje de incremento es superior al 100%, sin embargo esto no implica inversión adicional para estos proceso en específico.

A continuación se presenta una tabla resumen donde señala esta cuantificación, así como el porcentaje de incremento que estos cambios representan.

TABLA Nº 2

GRUPO DE PRODUCTOS	RATA INICIAL (Unid/año)	RATA FINAL (unid/año)	% INCREMENTO
LIQUIDOS	A. 11.10 A. 2011		
Jarabes tipo 1	127.218	254.436	100,0
Jarabes tipo 2	4.118	8.236	100,0
Jarabes tipo 3	63.029	142.279	125,7
Elixir	355.747	711.494	100,0
Soluciones orales en gotas	38.051	84.173	121,2
Solución ótica en gotas	443.610	1.455.300	228,1
Suspensiones	27.461	102.533	273,4
Tópico bucal	53.390	106.780	100,0
SÓLIDOS		·	***************************************
Tabletas. M.G húmeda	214.597	429.194	100,0
Tabletas M.G seca	21.950	43.900	100,0
Comprimidos M.G húmeda	47.910	95.820	100,0
Grageas M.G húmeda	260.623	521.246	100,0
Grageas M.G seca	27.311	54.622	100,0
Cápsulas	66.865	133.730	100,0
Polvo oral tipo 1	8.573	21.535	151,2
Polvo oral tipo 2	11.603	26.424	127,7
Polvo ginecológico	41.264	82.528	100,0
SEMI-SÓLIDOS	-		
Cremas tipo 1	17.259	52.685	205,3
Cremas tipo 2	86.297	172.620	100,0
Ungüento	26.647	64.783	143,1
Champú	30.693	73.850	140,6
Gel	54	108	100,0

Capítulo VI. Análisis de Alternativas de Inversión en Equipos

Las inversiones representativas en equipos son muy pocas, tomando como criterio de comparación que las inversiones posean un monto superiores a dos mil dólares (criterio suministrado por la gerencia de la empresa). Esto motiva a que la determinación de alternativas de inversión se reduzca significativamente. A continuación se presentan las propuestas de mejoras que implican inversión.

COSTO ANUAL (Bs.)
10.000.000
10.000.000
600.000
900.000
220.000

En la producción de líquidos:

CAMBIO	COSTO ANUAL (Bs.)
Reloj – Alarma	30.000
Mecanismo flotante	1.100.000

La decisión relacionada con la instalación de un mecanismo regulador de volumen en el tanque de alimentación de líquidos, o la adquisición de un reloj con alarma que se alimente con datos de tiempos en la operación de filtradollenado de cada producto, consistirá en el grado de automatización que se desee. Por la facilidad de implantación, mantenimiento y costo la mejor alternativa es la instalación del reloj y la determinación de los tiempos de operación, sin embargo esta decisión quedará ajustada a los criterios de la gerencia de la empresa.

CAMBIO	COSTO ANUAL (Bs.)
Contratación de una persona para etiquetado	2.236.000

En la producción de sólidos:

CAMBIO	COSTO ANUAL (Bs.)
Contratación de 5 personas	11.180.000
Máquina empacadora automática y una etiquetadora manual	20.000.000

De los casos mencionados anteriormente, aquel cambio que merece la realización de un análisis de alternativas de inversión es la decisión relacionada con la compra de la máquina empacadora automática y la etiquetadora de acción manual, vs. la de contratar 5 personas adicionales para el área de sólidos.

a) Máquina empacadora con plástico termo-encogible OUST CONDITIONNEMENT automática:

Inversión Inicial = 20.000.000 Bs.

Incremento en la Utilidad anual = 163.046.047.42 Bs.

Promedio mensual de incremento en la utilidad = 13.587.170,62 Bs.

Período de recuperación de inversión = 1,5 meses

Velocidad nominal = 24 unid / min

b) Contratación de personal

Mensualidad = 110,000 Bs.

Utilidades = 4 Meses = 440.000 Bs.

Vacaciones = 2 Meses = 220.000 Bs.

Utiles escolares (Promedio de 2 niños por trabajador) = 36.000 Bs.

Prestaciones sociales = 2 Meses = 220.000 Bs

Total anual = 2.236.000 Bs. / persona

Total anual (5 empleados) = 11.180.000 Bs.

Si se invierte en la máquina 20.000.000 Bs., debe considerarse que trae como consecuencia gastos anuales de operación, por concepto de operación y mantenimiento estimado en 2.000.000 Bs anuales (dato suministrado por el vendedor). La vida útil de la máquina es de 15 años, con un valor de recuperación que se calcula que será cero en esa fecha. El proceso manual existente en el que la inversión por equipo es cero, la mano de obra cuesta 11.180.000 Bs. anuales. Como decisión de inversión se puede establecer el siguiente análisis: si se gastan actualmente 20.000.000 Bs. en maquinaria, solo deberán gastarse 2.000.000 Bs anuales en lugar de 11.180.000 Bs. Esto significa un ahorro para la empresa de 9.180.000 Bs. anuales.; sin embargo ese aumento de utilidad se logra mediante un gasto actual en la nueva máquina. La decisión de inversión se basa en determinar si es conveniente invertir en la actualidad 20.000.000 Bs, con el fin de ahorrar 5.480.000 Bs anuales, durante los próximos 15 años. Al realizar la inversión en el equipo, esta se recupera en 1,5 meses, que constituye una recuperación de capital rápido.

El análisis de estos datos demuestran que la automatización de la operación es la alternativa económicamente más atractiva.

Con las propuestas de cambio mencionadas anteriormente el costo anual que representan en total es de 237.060.000 Bs., lo que involucra el incremento de un 100% en la rata de producción que se refleja en un incremento en utilidades para la empresa de 452.812.857,7 Bs. por lo que la relación Costo - Beneficio es de 1.91 (mayor que 1), lo que indica que la inversión es deseable.

Siendo los beneficios de las dos alternativas similares en cuanto a utilidades, se puede realizar un análisis económico en alternativas de costos, donde se plantean solo los flujos de efectivo en términos de los egresos de las alternativas, y la seleccionada sería aquella con un menor egreso equivalente en valor presente o la de menor costo equivalente en equivalente

anual. Para el cálculo, se toma como tasa mínima de rendimiento esperada, el mejor interés bancario del mercado actual.

Costo en valor presente (Máquina) = 20.000.000 + 2.000.000 (P/A, 32%,15)

= 26.152.880 Bs.

Costo en valor presente (Personal) = 0 + 11.180.000 (P/A, 32%,15)

= 34.394.646.23 Bs.

El costo anual equivalente para cada alternativa es:

Costo anual (Máquina) = 20.000.000 (A/P, 32%,15) + 2.000.000

= 8.501.000 Bs.

Costo anual (Personal) = 0 (A/P, 32%,15) + 11.180.000

= 11.180.000 Bs.

La descripción de las fórmulas utilizadas se encuentra en el anexo N° 3.

Ambos indicadores concuerdan con la decisión de comprar la máquina.

Los datos de la máquina escogida para realizar el análisis de alternativas, han sido suministrados por MT Maquinarias Tecnifar, S.A una empresa confiable y reconocida frente a varias industrias farmacéuticas como Laboratorios Pfizer, Vargas, Bayer, etc., y ha suministrado gran parte de la maquinaria de Laboratorios Tecno-Químicos.

Para la compra de la máquina es recomendable realizar un estudio para decidir cuál equipo adquirir. Se puede realizar cierta analogía entre este estudio y una pirámide en cuyo extremo superior resalta el precio del equipo, pero que se encuentra fundamentado y respaldado por una serie de factores como la disponibilidad de repuestos, entrenamiento al personal, mantenibilidad, materiales, transporte e instalación, confiabilidad de la empresa, garantía, costos operativos y de mantenimiento que involucre la máquina, aspectos técnicos y de funcionamiento, etc., que determinarán la mejor elección de una máquina. Estos aspectos sugieren la extensión de este estudio, el cual debe ser lo más detallado posible para una correcta implantación de la mejora, por lo que escapa de los alcances de este trabajo.

Capitulo VII. Procedimientos de Implantación para las Propuestas de Cambio

Los procedimientos de implantación serán expuestos para aquellas propuestas de mejora que lo requieren, aquellos cambios de menor dificultad, como la contratación de personal no serán considerados en esta sección.

VII.1 Planificación y Control de la Producción

El primer paso para la implantación de un sistema para la planificación y control de la producción es la creación de una unidad específica cuyo objetivo principal sea la coordinación de los medios de producción según programa y a un costo mínimo, para esto debe establecer vínculos con los demás departamentos de la empresa.

Esta unidad tendrá como funciones básicas, cumplir las etapas para el control de la producción, las cuales son:

- ◆ La etapa de planeamiento, fijación de la ruta. Determina donde se ha de realizar el trabajo.
- ♦ Etapa de planeamiento, programación. Indica cuando debe hacerse el trabajo y fija los tiempos del control de producción.
- ♦ Etapa de acción. Consiste en ordenar la iniciación de las distintas operaciones o fases de fabricación, en las fechas previstas por la programación, mediante la entrega de la correspondiente documentación de trabajo.
- ♦ Etapa de impulsión. Emprendida para mantener el ritmo de trabajo debido para cumplir las fechas de programación, eliminando los entorpecimientos que pueden dar lugar a retrasos.

♦ Etapa de corrección. Determina si el trabajo adelanta o no, tal como está planificado y se analizan las fallas en busca de mejoras del sistema de producción.

Además puede formar parte de la planificación y control de producción, la función de métodos, que suministra los datos como método de trabajo, secuencia de operaciones, secuencia de puestos de trabajo y tiempos de fabricación; también de documentación necesaria como fichas de instrucciones, fichas de ruta y boletines de trabajo, para que el control de producción pueda planificar y programar.

Una vez que las funciones de la unidad se han definido es necesario realizar:

1. Descripción de productos y procesos

Un ingreso esencial al sistema de control de producción es la información sobre productos, esta es una instrucción destinada al operario y a otros individuos acerca de la manera de fabricar un producto, y adopta dos formas básicas:

- ◆ La descripción del producto dice como aparecerá éste en cierta etapa del proceso. Puede tratarse de una ilustración o una muestra del producto, aunque a menudo se hace verbalmente.
- ♦ La descripción del proceso describe los pasos necesarios para obtener el producto en su estado final.

2. Valores de tiempo

Cuya aplicación directa es la programación, además de ser útiles en incentivos de productividad, cálculos científicos de costos, equilibrio de carga, estudios de movimientos, etc. Se emplean varias técnicas para la determinación del tiempo por actividad las cuales son:

- Estudios cronométricos para determinar el tiempo estándar.
- Registros históricos
- Tiempo predeterminado
- Estimaciones
- Cámara de videos

3. Cantidad

La información sobre la cantidad proviene de una o más de estas fuentes:

- Ordenes de venta recibidas de los clientes.
- Demanda del control de inventario.
- Autorizaciones gerenciales para fabricar, basadas en las suposiciones de que habrá un mercado.

Se debe realizar un programa maestro que muestre las relaciones entre las líneas de producción, tiempo y cantidad.

4. Pronóstico para los ingresos de cantidad.

El pronóstico de ventas debe basarse en un cuidadoso análisis de los factores externos. Impone entre otras cosas, los programas de producción, la compra de existencias, los desembolsos de capital y los presupuestos de mano de obra.

Los pronósticos referidos a productos nuevos, pueden ser realizados por el método de encuesta directa, indirecta, comparación con otros productos o ensayos.

Los pronósticos para productos establecidos pueden ser calculados por el método de proyección, basado en un supuesto de que lo acontecido seguirá aconteciendo, o el método de información relacionada, donde se encuentra un "predictor", que varía en proporción directa con las ventas. Utilizando técnicas estadísticas se trata de determinar asociaciones entre las cosas (análisis de regresión y correlación).

Se usan herramientas para el pronóstico de ventas por producto, como curvas de crecimiento y métodos como el promedio móvil, ajustamiento exponencial, etc.

VII.2 Plan Mantenimiento

Los procedimientos a seguir para la implantación de un plan de mantenimiento son:

1. Información

En esta etapa se procede a recopilar toda la información necesaria para la elaboración del plan de mantenimiento, a través de:

- ♦ Entrevistas: realizadas tanto al personal jerárquico como a los mecánicos y operadores. En cuanto al personal jerarquico se debe buscar determinar objetivos, políticas, jerarquías, funciones y responsabilidades dentro de la planta. En cuanto a los empleados se persigue determinar procedimientos, tareas, métodos, normas, colaboración del personal y flujo del trabajo.
- ♦ Observación directa: con la cual se busca obtener información sobre el cumplimiento de normas, disciplinas, actividades, disposición y funcionamiento de equipos y registro de datos.
- ♦ Análisis de documentación: a través de la revisión de bibliografías relacionadas, manuales técnicos de equipos, registros y boletines varios que puedan existir.

2. Codificación de equipos

La codificación es importante para tener un registro de todos los equipos con el fin de clasificarlos e identificarlos fácilmente. Esta consiste en identificar mediante siglas y/o números cada equipo. Los códigos utilizados pueden ser del tipo alfanumérico, que reflejen el área al cual corresponde el equipo, la clase de equipo y el número que ocupa el equipo dentro de sus semejantes.

3. Inventario de equipos

Es necesario disponer de un registro de inventario de los equipos mediante fichas, con el fin de registrar las diferentes características (técnicas principalmente) que distingue a los equipos, así como componentes principales que integran el equipo.

4. Elaboración de las hojas de inspección

La inspección de los equipos es un procedimiento para determinar la necesidad de reparación ya sean grandes o pequeñas. Con estas hojas se pretende registrar e informar las decisiones de los inspectores de mantenimiento con el fin de prevenir las interrupciones no programadas de los equipos así como su deterioro progresivo.

Se debe considerar cuidadosamente la situación y condición del equipo, su valor en mantener su continuidad en la producción, la carga de trabajo de mantenimiento, etc. Las inspecciones pueden realizarse con interrupciones de trabajo (implica paradas) o en marcha.

Planificación, seguimiento y control.

Cuando las actividades han sido planificadas y programadas hay que tomar decisiones para alcanzar los objetivos. Estas decisiones deben ponerse en práctica, deben ser comunicadas a las personas responsables para que las lleven a cabo. Esto se hace a través de emisiones de ordenes de trabajo con el fin de ejercer el control; éste va orientado directamente a la programación, se debe garantizar que las actividades programadas sean ejecutadas en su debido momento, a la vez que se siguen procedimientos para fijar valores, analizar resultados y utilizarlos como nueva información para ajustar más acertadamente las actividades a los requerimientos.

Después de emitir las ordenes de trabajo es necesario un seguimiento a fin de asegurar que se alcancen los resultados planeados. A través del seguimiento se busca garantizar que los recursos asignados sean aprovechados de la mejor manera posible, es decir, que esta actividad optimiza el seguimiento de la planificación.

La ficha de programación y control permite conocer las actividades a realizar durante la semana, asignar las prioridades de los distintos trabajos, examinar la disponibilidad de los recursos humanos y materiales y comprobar la efectividad del programa. Permite la correlación de las actividades de producción y mantenimiento.

Una vez que se hallan completado las ordenes de trabajo planificadas y programadas, deberán ordenarse y situarse sobre un resumen de reparaciones y orden de trabajo para fines de registro y como informe de progreso de la tarea o de la dirección, para un período o fecha determinada.

VII.3 Procedimientos Escritos

Para realizar los manuales de procedimientos es necesario llevar acabo los siguientes pasos:

- Recopilación de información relacionada con los productos de la empresa y las distintas actividades que conforman los procesos de fabricación.
- 2. A través de técnicas como entrevistas y observación directa se registra el detalle de las operaciones y su secuencia así como los responsables de las distintas actividades y los materiales que intervienen en el proceso. En estos manuales se detalla el proceso productivo, la puesta en marcha de los equipos, limpieza, mantenimiento, intervenciones de control de calidad, etc.
- 3. Una vez que se tengan los procesos y los posibles responsables se debe llegar a un acuerdo con la gerencia de la empresa en cuanto a la asignación de responsabilidades de las operaciones, de manera que no exista ambigüedad en este aspecto.
- 4. Se concluye con la redacción del manual, que debe estar formado por una portada, introducción, objetivos del manual, responsabilidades gerenciales, procedimiento que intervienen en la fabricación, identificados por producto, materiales utilizados, responsabilidades, registro sobre la fecha de actualización y por último la firma de la persona que elabora el manual, firma del gerente de producción en calidad de revisión, y del gerente general para su aprobación.

CONCLUSIONES

El estudio ha sido realizado con la finalidad de orientar a la empresa con relación a la necesidad de duplicar la rata de producción anual, suposición inicial que sugería la expansión de la capacidad de producción. Sin embargo el análisis demuestra que contrariamente a lo esperado, no se requiere de grandes inversiones en equipos, ya que existen diversos factores que afectan directa o indirectamente la rata de producción anual, causando pérdidas y desperdicios en los procesos productivos.

Esto demuestra la importancia de este tipo de estudios sistemáticos, ya que permiten tomar decisiones acertadas en cuanto a cambios importantes concernientes a la producción y evitan que se realicen inversiones innecesarias, que se traducen en altos costos de fabricación afectando negativamente las utilidades de la empresa.

Las causas principales de las pérdidas y desperdicios radican en el sistema empleado para la planificación y control de la producción, las condiciones de los equipos por falta de un adecuado mantenimiento, la ausencia de procedimientos escritos, etc., que condicionan los procesos e impiden el desenvolvimiento fluido de las operaciones de fabricación.

La determinación de las propuestas de mejoras, se logra con el estudio del proceso productivo, la determinación de la capacidad instalada actual, medición de la velocidad de los procesos, entre otros factores, que muestran los requerimientos de la empresa para alcanzar la meta que se a planteado.

El análisis del proceso productivo, ha permitido determinar las propuestas de mejoras y alternativas de inversión en equipos, para duplicar la rata de producción del laboratorio, cuantificar estos cambios y establecer los procedimientos a seguir para su implementación, lo que señala que el objetivo planteado ha sido alcanzado.

RECOMENDACIONES

- ◆ Para la obtención de beneficios en la mayoría de las empresas industriales los principales objetivos son optimizar el servicio al cliente, minimizar inversión en inventarios e incrementar la eficiencia (bajos costos) de las operaciones de la fábrica. Por esto es recomendable establecer el tamaño económico de lote de producción que señala aquel que mejor equilibre los costos asociados al número de pedidos efectuados y los asociados al tamaño de los pedidos.
- ♦ Es importante que exista vinculación entre los objetivos planteados por la gerencia general de la empresa y el área de producción, con la finalidad crear conciencia en los trabajadores con relación a los niveles de productividad deseados. Esto se logra involucrando directamente a los grupos de trabajo con los objetivos y metas propuestos por la gerencia, midiendo niveles de productividad para incentivar la competencia y permitiendo que forme parte activa de la organización informando continuamente al personal.
- ♦ Motivar al personal para alcanzar el mejoramiento continuo de los procesos creando un plan que les permita aportar sugerencias positivas y percibir de alguna forma el beneficio que estas traen a la empresa (no necesariamente económicos) que le incentiven a formar parte de su trabajo.
- ♦ Es necesario realizar un estudio sistemático para determinar y controlar los desperdicios visibles del proceso productivo, con la finalidad de minimizar y regular los costos asociados a este.
- ♦ Es fundamental tomar conciencia de la importancia que tiene la toma de decisiones a nivel gerencial con relación a la producción. Se deben establecer técnicas, herramientas, indicadores, etc., que permitan analizar los datos financieros y de producción, con la finalidad de poseer bases para la toma de decisiones, que determinarán el estado de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ EILON, Samuel. "LA PRODUCCIÓN, PLANIFICACIÓN, ORGANIZACIÓN Y CONTROL". Editorial Labor.
- ◆ FINLEY, Howard. <u>"PRINCIPIOS DE OPTIMIZACIÓN DE MANTENIMIENTO"</u>. Howard Finley de Venezuela. Caracas, 1980.
- ♦ GENNARO, Alfonso. <u>REMINGTON, FARMACIA</u>. 17^a Edición. Editorial Medica Panamericana. 1985.
- ♦ GREENE, James. "PLANEAMIENTO Y CONTROL DE PRODUCCIÓN". Editorial "El Ateneo", 2ª Edición. Caracas.1982.
- ♦ NEWBROUGH, E. T. "ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL" 4º Edición. Editorial Diana. México 1980.
- ◆ PIRELA, Gustavo. GENERALIDADES DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS". UCAB. Abril 1989.
- PLOSSL, G.W. <u>"EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y LOS STOCKS"</u>
 2ª Edición. Ediciones Orbis, S.A. España 1985.
- ♦ SALVENDY, Samuel. "BIBLIOTECA DEL INGENIERO INDUSTRIAL".

 Primera edición México 1990.
- ♦ THUESEN, H.G. <u>INGENIERÍA ECONÓMICA</u>. 5º Edición. Editoria Prentice/Hall Internacional. 1981

GLOSARIO

Agentes colorantes: Compuestos que se emplean en farmacia con la única finalidad de impartir color.

Agentes saporíferos: Compuestos que se emplean en la farmacia con la finalidad de impartir sabor.

Conservantes: sustancias que previenen o inhiben toda proliferación microbiana.

Forma farmacéutica: son las distintas formas de administración o dosificación de la droga la estabilidad de la misma, la finalidad, etc.

Excipientes: Compuestos de carácter inerte que se emplean en la formulación de un producto.

Fórmula maestra: Es el documento en el cual están indicados los ingredientes y las cantidades de los mismos que entran a formar parte del lote de un producto.

Granulado: Forma farmacéutica sólida de forma y tamaño irregular, con uno o varios principios activos mezclados uniformemente para administración oral.

Lote: Es la cantidad de insumo ó de un medicamento fabricado en el transcurso de un ciclo dado de producción. La característica esencial del lote es su homogeneidad.

Principio Activo: Son aquellas materias primas terapéuticas activas, empleadas en la fabricación de productos farmacéuticos.

Reproceso: Es la toma de todo o parte del lote de un medicamento de calidad no conforme, en una fase determinada de la fabricación, para practicarle una o varias funciones con el fin de hacerlo conforme.

Validación: Operación destinada a demostrar que todo procedimiento utilizado para la fabricación, el acondicionamiento o el control de un producto, conducen efectivamente a obtener los resultados esperados.