

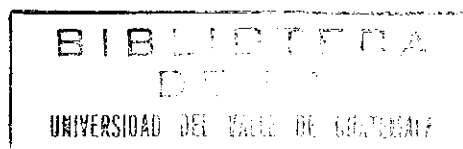
ANALISIS ECONOMICO DE LA INSTALACION DE UNA  
NUEVA LINEA DE PRODUCCION PARA UNA EMPRESA  
MANUFACTURERA DE ARTICULOS DE LIMPIEZA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

ANALISIS ECONOMICO DE LA INSTALACION DE UNA  
NUEVA LINEA DE PRODUCCION PARA UNA EMPRESA  
MANUFACTURERA DE ARTICULOS DE LIMPIEZA

Alejandro Valladares Leiva

Trabajo de graduación presentado para optar al grado  
académico de Ingeniero Industrial



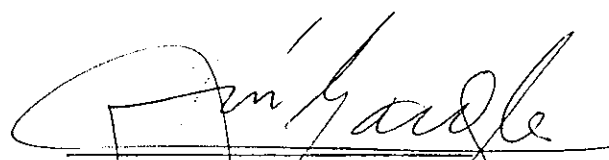
Guatemala  
2001

VoBo:

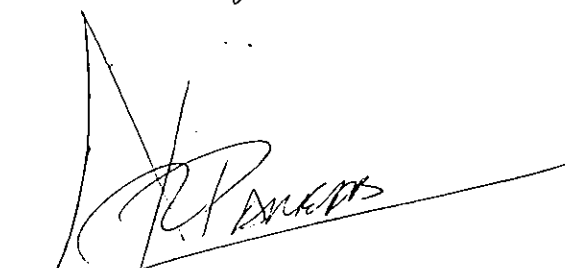


Ing. Julio César Galicia  
Asesor

Tribunal:



Ing. José Joaquín Garóz



Ing. Carlos Paredes

FECHA DE APROBACION: 31 DE MARZO, 2001

# INDICE

LISTA DE CUADROS	vii
Capítulos	
I INTRODUCCION	
A. Justificación	2
B. Objetivos	
1. Generales	2
2. Específicos	2
C. Metodología	2
II MARCO TEORICO	
A. Productividad	5
B. Mantenimiento Total Productivo	9
C. Ingeniería de Métodos	15
1. Estudio de Tiempos	16
2. Estudio de Movimientos	16
3. Mejora de los Métodos	17
D. Administración de la Calidad Total	18
E. Buenas Prácticas de Manufactura	20
F. Ingeniería de Costos	21
G. Ingeniería Económica	22
III DESCRIPCION DEL PROCESO	
A. Manufactura de Lavaplatos Crema	24
IV ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
A. Descripción de Costos de Inversión	25
B. Costo de Manufactura de Lavaplatos Crema	26
C. Proyecto de Ahorro	27
V PROCEDIMIENTOS ESTANDAR DE OPERACION	
A. Manufactura de Lavaplatos Crema	28
B. Control de Calidad en la Línea de Producto Terminado	30
C. Recepción de Materiales en Area de Making	32
D. Control de Pesos en las Líneas de Producción	34
E. Muestreo y Revisión de Material de Empaque	35
F. Manejo de Inventario en Bodega de Producto Terminado	36

VI ANALISIS, CONFRONTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	
A. Distribución de Trabajo por Línea de Producción	38
B. Análisis de Productividad de la Línea	42
1. Detalle de Paradas de Equipo	43
2. Medición y discusión del OEE	49
3. Mejoramiento del Procedimiento de Cambio de Producto	50
4. Análisis de Control de Calidad de la línea	52
a. Discusión sobre Índice de Control de Calidad	55
5. Mantenimiento de la línea	56
a. Discusión sobre el mantenimiento de la línea	56
6. Niveles de Producción Mensual Total	59
a. Producción Acumulada Total	60
b. Discusión de Resultados de Producción	60
7. Impacto Costo-Beneficio Tiempo de Recuperación de Inversión	61
VII CONCLUSIONES	62
VIII RECOMENDACIONES	64
IX REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	66
X ANEXOS	
Anexo 1- Hoja de Carga	67
Anexo 2- Hoja de Índice de Calidad	67
Anexo 3- Etiqueta de Rechazado y Aprobado	68
Anexo 4- Reporte de Operación de la Máquina	68
Anexo 5- Sticker de Código de Barras de Producto Terminado	69
Anexo 6- Hoja de Reporte de Producción	69

## LISTA DE CUADROS

Cuadro

- |   |    |
|---|----|
| 1. Capacidad y Utilización-Línea #1 (Antes de instalación de línea #20) | 39 |
| 2. Capacidad y Utilización-Línea #1 (Producción Distribuida)            | 40 |
| 3. Capacidad y Utilización-Línea #2 (Producción Distribuida)            | 41 |

## I. INTRODUCCION

El presente estudio tiene como fin primordial analizar la productividad y el impacto de costo-beneficio que la instalación de una nueva línea de producción representa para una empresa manufacturera de productos de limpieza.

Recientemente se realizó la instalación y arranque de una nueva línea de producción, la cual servirá de apoyo en la producción a otra línea de llenado de lavaplatos crema que actualmente trabaja. Esta se dedica a fabricar productos de cuatro tamaños diferentes (125g, 250g, 450g, 1200g) y de 6 distintas variantes de crema lavaplatos: limón, limón db, antibacterial, lima limón, canela, rosa.

El estudio presenta un análisis del rendimiento de la línea de producción, mediante la medición de los principales indicadores de productividad de la misma. Dicha medición de productividad, presentada en forma gráfica mediante Diagramas de Pareto, incluye tanto niveles de producción como índices de control de calidad del producto terminado e indicadores de mantenimiento de la línea (correctivo con preventivo).

El principal método de recopilación de datos para dicho efecto fue por medio de trabajo de campo, al utilizar los "Reportes Diarios de Trabajo" (ver Anexo 6) que se elaboran diariamente e incluyen información acerca del día de producción. Dichos reportes proporcionan información útil para el análisis del tiempo muerto en la línea de producción.

Mediante todas las observaciones que se anotan durante el turno de trabajo, se pueden analizar las causas más frecuentes de paradas de equipo, determinar si corresponden a una baja calidad del producto, problemas con la maquinaria, o bien baja eficiencia de la mano de obra.

Se propuso además, el diseño de los principales Procedimientos Estándar de Operación para la línea de producción. Estos procedimientos se elaboraron tomando como base la teoría de Buenas Prácticas de Manufactura; y su importancia trasciende en la necesidad de contar con procedimientos estandarizados de producción, para asegurar un producto terminado de mejor calidad y un proceso de producción más eficiente y ordenado, de manera que se logre maximizar los recursos escasos disponibles.

Respecto de los costos, se analizaron tanto costos de inversión como costos de producción. Este análisis dará a la empresa una visión clara del impacto costo-beneficio que la instalación de la nueva línea de producción representa para la empresa. Este análisis se profundiza comparando los resultados reales de producción con los estimados teóricos que se tienen como objetivos, trazados luego del estudio de factibilidad.

Por medio de la detección de problemas de producción, las recomendaciones del trabajo están orientadas hacia una toma de decisiones o acciones enfocadas a la eliminación de éstos, los cuales afectan negativamente la productividad y eficiencia de la línea. Dicha

detección y eliminación ayudará a minimizar costos de producción, e incrementar las utilidades de la empresa mediante el cumplimiento de los requerimientos de producción.

## **A. JUSTIFICACION**

Se propone el siguiente estudio como una continuación y validación del estudio de factibilidad realizado antes de la instalación de la nueva línea de producción.

Dicho estudio dará una visión clara a la empresa sobre el rendimiento de la línea, posterior a la instalación y arranque de la misma; con el fin de comparar el análisis de factibilidad “teórico” con la productividad y eficiencia real.

Este estudio nace de la necesidad que tiene la empresa de un crecimiento dentro del sector industrial, al analizar los factores de productividad de la línea, con base en Procedimientos Estándar de Operación, para lograr un aprovechamiento máximo de la capacidad total de producción, y lograr una mayor competitividad y cobertura del mercado.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Generales**

1. Diseño de los Procedimientos Estándar de Operación de la línea de producción
2. Evaluación del rendimiento de la línea de producción en la práctica, comparado con los estimados teóricos generados durante el estudio de factibilidad.

### **2. Específicos**

1. Proporcionar a la empresa un estudio general del rendimiento de la línea de producción, para comparar los resultados reales con los estimados teóricos que se tienen como objetivos de producción.
2. Análisis del impacto costo-beneficio que la instalación de la línea de producción representa para la empresa.
3. Elaboración de reportes de los indicadores de productividad de la línea.
4. Elaboración de Procedimientos Estándar de Operación, al tomar como base la teoría de las Buenas Prácticas de Manufactura, para lograr un incremento en la eficiencia de la producción.
5. Elaboración de un análisis de control de calidad, con base en los estándares que la empresa requiere para el producto terminado.
6. Elaboración de procedimientos, frecuencias y programaciones del mantenimiento preventivo; así como un análisis del índice de mantenimiento preventivo vrs mantenimiento correctivo.

## **C. METODOLOGIA**

Con base en los objetivos planteados , se propone la siguiente tabla de referencia para

identificar los datos necesarios para el cumplimiento de los mismos.

<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>DATOS REQUERIDOS PARA LOGRAR EL OBJETIVO</b>
1.Rendimiento de la línea para comparar resultados reales con estimados teóricos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción real (mensual)</li> <li>• Estimados de producción (mensual)</li> </ul>
2.Análisis de impacto costo-beneficio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de instalación de la línea</li> <li>• Producción Real y demanda de ventas (mensual)</li> </ul>
3.Elaboración de reporte de productividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Causas de paradas de la línea.</li> <li>• Tiempo de operación</li> <li>• Producción real (mensual)</li> </ul>
4.Elaboración de Procedimientos Estándar de Operación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proceso de producción</li> <li>• Proceso de manejo de materiales (materia prima y material de empaque)</li> <li>• Proceso de manejo de Producto Terminado</li> </ul>
5.Análisis de Control de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de pesos de llenado</li> <li>• Formato de Producción Diaria</li> </ul>
6.Elaboración de Plan de Mantenimiento Preventivo e índice preventivo vrs correctivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Causas de paradas de equipo (preventivo o correctivo)</li> </ul>

La metodología utilizada en la recolección e interpretación de datos fue la siguiente:

Se realizaron entrevistas personales al Gerente de Ingeniería y Gerente de Proyectos de la Empresa para la recolección datos referente a los costos de instalación y producción.

Respecto del análisis de productividad, control de calidad y mantenimiento, la recolección de datos fue estrictamente mediante trabajo de campo. Se utilizó la información recabada mediante el formato de "Control de Producción Diaria". Mediante estos formatos se pudo contar con información útil para el análisis del tiempo muerto en la línea de producción, o problemas que afectaron la calidad del producto (color, peso, consistencia o material de empaque defectuoso). Este análisis se llevó a cabo gráficamente mediante Diagramas de Pareto. De esta manera, resultó más sencillo distinguir los problemas que más afectan la productividad de la línea y su eficiencia, para reducirlos o eliminarlos por completo.

Se elaboraron Procedimientos Estándar de Operación con base en la teoría de Buenas Practicas de Manufactura, de esta manera el operador podrá tener claro la importancia de la mano de obra que presta, así como el cumplimiento de procedimientos que harán disminuir errores durante el proceso. Además se colocaron estos procedimientos en un área visible de

la planta en donde cualquier persona interesada pueda tener acceso a los mismos, ya sea por curiosidad o bien por alguna consulta concerniente al proceso de producción.

Otro medio de información utilizado para el estudio, consistió en entrevistas a operadores, así como al Ingeniero de Planta y Supervisor para detallar aspectos relacionados a la producción.

Obtenida toda esta información, analizada y detectados los problemas de producción, se estudió globalmente el rendimiento de producción comparado contra los objetivos teóricos de la misma. De esta manera se pudo determinar el impacto que representa para la empresa la instalación de esta nueva línea de producción, con base en costos-beneficios.

Mediante la detección de problemas de producción, las recomendaciones del trabajo están orientadas hacia una toma de decisiones o acciones enfocadas a la eliminación de los problemas de producción que afectan la productividad y eficiencia de la línea, al minimizar costos de producción, e incrementar las utilidades de la empresa mediante el cumplimiento de los requerimientos de producción y lograr una mayor competitividad y cobertura del mercado.

## II. MARCO TEORICO

### A. PRODUCTIVIDAD

En economía la productividad es la razón de lo que es producido con lo que se requiere para producirlo. Por lo general, esta razón está dada en la forma de un promedio, que expresa el total de un resultado de algún tipo de bienes, dividido por el total de insumos de, por ejemplo, mano de obra o materia prima.

$$\text{Productividad} = (\text{Productos}) / (\text{Mano de obra} + \text{Capital} + \text{Materiales} + \text{Energía})$$

La mano de obra es el factor más comúnmente usado en la medición de productividad. Una de las razones de esto es, por supuesto, la gran parte del costo de mano obra que engloba el valor final de muchos productos. Una segunda razón es que los gastos de mano de obra son medidos con mayor facilidad que otros, tales como capital. Esto es especialmente cierto si con la medición uno se refiere a simplemente “contar cabezas” pasando por alto diferencias entre trabajadores tales como niveles de habilidad y desempeño en el trabajo. Si bien el rendimiento de las personas involucradas en producción u horas-trabajadas se refiere a la productividad de trabajo, el término no implica que el operador es exclusivamente responsable de los cambios en dicho rendimiento. Incrementos en la producción por unidad de trabajo pueden ser debido a mejoramientos en la calidad y la eficiencia del factor humano, así como de otros factores.

### Tendencias Históricas

#### Principios de la Industrialización

Durante mucha parte de la historia de la humanidad, avances en tecnología, productividad e ingresos reales per cápita se produjeron lenta y esporádicamente. Pero con el desarrollo de la ciencia moderna en el siglo XVII y el aceleramiento de innovaciones tecnológicas que trajo consigo, el marco estaba dado para un incremento significativo en niveles productividad. Dichos incrementos permanecieron modestos hasta fines del siglo XIX. Durante los primeros 50 años, después del arranque de la Revolución Industrial en Inglaterra, alrededor de 1760, la productividad de mano de obra creció en un promedio anual alrededor de .5%, pero luego se aceleró a más de 1% en el siglo XIX. En los E.E.U.U. ,ésta se incrementó en promedio de .5% hasta después de la Guerra Civil.

A fines de del siglo XIX los países del Europa Occidental, E.E.U.U. y Japón gozaban de un marcado y sostenido nivel de mejoramiento en productividad generalmente excediendo al de Inglaterra, el primer líder. El crecimiento en unidades producidas por hora-hombre en Europa Occidental y Japón promediaban 1.6% de 1870 a 1913, mientras que el crecimiento en E.E.U.U. promediaba 2% de 1870 a 1913 y casi 2.5% de 1913 a 1950. Los indicadores

para otros países industrializados nos muestran que más o menos los mismos niveles de crecimiento prevalecieron para los países más pequeños de Europa Occidental, Canadá y Australia. Pero la mayoría del resto del mundo todavía no había empezado a experimentar crecimientos sostenidos en productividad e ingresos reales per cápita.

### **Por qué empezó la aceleración a fines del siglo XIX?**

Los grandes avances en transporte y comunicación que fueron posibles gracias al invento de motores de vapor y combustión interna, y el teléfono y comunicaciones inalámbricas dieron lugar a una expansión en el comercio, tanto local como internacional. El ejemplo británico de libre comercio sirvió de ejemplo para la liberalización de otros países. Al fin de siglo, una mayor cantidad de grandes empresas empezaron en la conducción de programas de investigación y desarrollo al punto de que la invención y la innovación se tornaron comunes y hasta esperadas. Niveles de educación crecieron, y fueron fundadas escuelas de negocio para enseñar la nueva ciencia de la administración. El incremento del ingreso per capita trajo consigo mayores tasas de ahorro e inversiones en nuevas plantas, equipo, y el desarrollo de recursos naturales creció sustancialmente. Finalmente, el crecimiento de productividad en la agricultura y disponibilidad de mano de obra, hicieron posible la enorme expansión de industrias de servicio y manufactureras.

El incremento de la productividad en países además de E.E.U.U. se aceleró grandemente después de la 2da. Guerra Mundial. Esto reflejó de manera trascendente una forma de pensar más internacional y políticas más abiertas de los líderes de naciones desarrolladas. La creación del Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional así como de Naciones Unidas y agencias asociadas incentivaron y propiciaron relaciones económicas y financieras internacionales.

El decrecimiento en la productividad después de 1973 fue universal. El impacto de encarecimiento de precios del petróleo de 1973 y 1979 contribuyó a una inflación acelerada en muchos países, reduciendo ingresos económicos, tasas de ahorro e inversión. Mucho equipo se tornó obsoleto. El incremento de proyectos de investigación y desarrollo disminuyó, así como los avances en innovación tecnológica. Además, nuevas regulaciones gubernamentales para protección del medio ambiente y promoción de salud y seguridad proliferaron en los 70's, incrementando costos debido a mayores gastos.

La reversión en los 80's de la mayoría de estos factores negativos ayudaron nuevamente en una aceleración del crecimiento de productividad especialmente en E.E.U.U. Sin embargo, a partir de dicha década, el crecimiento no ha sido tan favorable para países menos industrializados los cuales deberán conjugar tanto factores económicos, políticos y sociales para lograr una tendencia contraria.

### **Usos de la medición de productividad**

## **Indice de Crecimiento**

Una industria avanza si con menos logra hacer más. La productividad es un indicador útil usado por la gran mayoría para analizar el crecimiento económico de una empresa. Un crecimiento global en la productividad de una empresa, implica una posible disponibilidad de mayor cantidad de bienes y servicios por trabajador, y por ende, un potencial de mayor ingreso neto por trabajador.

## **Medición de la eficiencia**

La productividad es usada también para medir la eficiencia; como ayuda para la planeación económica y como un medio para evaluar la forma de utilización y explotación de recursos.

La productividad también puede servir como un estándar para la evaluación de cualquier grupo de trabajadores que desempeñan las mismas tareas, diferenciando entre los más productivos y los menos productivos. Aplicada a la maquinaria, estándares de productividad indican cuándo una máquina tiene un bajo rendimiento y por ende requerirá de mantenimiento. En planificación, estimados de productividad son útiles cuando es necesario proyectar el rendimiento de la economía hacia una futura fecha, dado el tamaño posible de la fuerza de mano de obra.

Una empresa en desarrollo que quiere incrementar su productividad; información acerca de metas en niveles de productividad, junto con expectativas de un crecimiento en mano de obra y un claro entendimiento de la relación entre capital por trabajador y producción por trabajador, ayudará en la estimación de inversión de capital necesaria para alcanzar dicha meta.

De la misma manera, estimados en los probables incrementos anuales de productividad de mano de obra junto con estimados anuales en incremento de producción, nos permiten estimar cuántas plazas de trabajo estarán disponibles en el futuro.

Finalmente, la productividad es una útil herramienta analítica para el estudio de la posible distribución de recursos entre sus diferentes usos. El flujo hacia donde se extienden los diferentes recursos depende, entre otras variables, de la productividad en cada uno de sus diferentes usos. Cambios de la productividad en el transcurso del tiempo, alteran el patrón de utilización de recursos y ocasionan que las cantidades necesarias de dichos recursos en particular cambien.

Un incremento en la productividad de mano de obra, puesto que implica un decrecimiento en los requerimientos de mano de obra por unidad de producción, tenderá a reducir la demanda por trabajo. También implicará una reducción en los costos de mano de obra. Cuando los costos de mano de obra representan una fracción significativa del costo total de un producto, un incremento en la productividad contribuirá hacia una reducción en el precio de un producto, incrementando ventas así como las utilidades de una empresa.

7  
14  
10

## **Salarios y análisis de precios**

Existe una significativa co-relación negativa entre cambios en la productividad de la industria y en precios. Es decir, cuando incrementa la productividad, los precios tienden a bajar. En el sector industrial de la economía, en donde existe una significativa elasticidad de precios en la demanda (donde el precio es relativamente dependiente de cambios en la demanda), existe también una significativa co-relación positiva entre cambios en la productividad de la industria y en la producción. Es decir, cuando incrementa la productividad, la producción también tiende a crecer.

## **Factores que determinan niveles de productividad**

El nivel de productividad de un país, industria o empresa es determinada mediante una serie de factores. Entre otros, éstos incluyen la disponibilidad de recursos de mano de obra, tierra, materia prima, facilidades de capital y apoyos mecánicos de varios tipos. Incluidos también están la educación y habilidades de la mano de obra; el nivel de tecnología; métodos de organización de la producción; la energía y administración de gerentes y trabajadores; una gama de factores sociales, psicológicos y culturales que marcan y condicionan actitudes económicas y comportamientos.

Estas variables interactúan y se condicionan mutuamente en la determinación de los niveles de productividad y sus cambios. Por ende, en cualquier empresa uno espera que el nivel tecnológico, las habilidades de la mano de obra, la cantidad de capital, y la capacidad de una organización económica racional, sean positivamente co-relacionados. Una empresa con baja productividad probablemente tiene deficiencias en estos factores mencionados; y una empresa con productividad alta es probable que califique alto en los mismos. Viéndolo de manera diferente, los distintos aspectos que determinan la productividad se comportan como variables en un sistema de ecuaciones simultáneas, con todos estos factores interactuando para la obtención de un resultado final.

## **Manejo de Capital**

Conocimiento tecnológico y manejo de capital son esenciales para la obtención de ganancias significativas en productividad. Comúnmente es percibido como el primordial factor en el proceso. Cuando cambios tecnológicos ocurren, la calidad de capital mejora y la cantidad disponible para facilitar a cada trabajador por lo general incrementa.

El énfasis en cambios tecnológicos y acumulación de capital como fuerzas primarias se incrementa debido al reconocimiento de que estos son esenciales para la obtención de largos y sistemáticos avances en productividad. Estos mejoramientos que pueden ser obtenidos mediante una reorganización laboral o el uso de mejor materia prima o el rompimiento de actitudes o prácticas que restringen el desempeño, pueden ocasionalmente ser dramáticas.

## **Medición de la Productividad**

A continuación, en los siguientes párrafos se consideran varios métodos para la medición de los componentes de producción y costos (salida y entrada) del cociente de productividad, y algunas dificultades y limitantes de los estimados finales.

### **Producción**

Respecto de los resultados, idealmente los números de unidades de cada categoría de productos o servicios, deben ser contados en períodos de tiempos sucesivos y tomados en cuenta por la empresa en términos de un indicador de importancia, usualmente precio o costo por unidad en un período en particular.

### **Costos**

Los costos de mano de obra son relativamente fáciles de medir si uno se limita a contar el número de personas involucradas en producción, o de preferencia, horas trabajadas. Sin embargo el dato de horas disponibles por lo general se refiere a horas pagadas, y no a horas trabajadas, y éstas tienden a crecer en relación a las horas en el puesto de trabajo mientras más se incrementa el número de vacaciones pagadas y permisos. Mientras los niveles promedio de educación, entrenamiento, habilidades y experiencia de los trabajadores se incrementan, el costo de mano de obra va a tender a incrementar.

El consumo de capital cambia en la misma dirección y proporcionalmente a cambios en las existencias reales de estructuras, equipo, inventarios y recursos naturales. La recuperación de capital de estos bienes materiales en un cierto período de tiempo, es indicador de su productividad. Algunas empresas ajustan su estimado de capital tomando en cuenta los niveles de utilización de la capacidad; de otra manera, cambios en los niveles de utilización son reflejados en los estimados de productividad.

## **B. MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (MTP)**

El programa de mantenimiento total productivo involucra la total participación de la empresa que busca maximizar la efectividad del equipo mediante de un programa preventivo y la participación de cada uno de los empleados. Básicamente, este programa ayuda a mejorar retos como: la globalización, calidad total, reducción de tiempos de ciclo, tiempos de arranque, reducción de costos, aumento de capacidad y calidad de producto.

MTP tiene una variedad de metas que involucran reducción de desperdicios, incluyendo restauración de equipo y mantenimiento de condiciones de operación estándar. Los métodos de MTP también ayudan a mejorar sistemas de equipo, procedimientos de operación y planificación y diseño de procesos para evitar problemas futuros.

A continuación se presentan las 7 principales estrategias utilizadas en el MTP que dan soporte a una óptima operación de la planta:

PILAR	ACTIVIDAD
Mejoramiento de equipo y procesos	Medición de equipo o pérdidas relacionadas al proceso y actividades específicas de mejoramiento para disminuir las pérdidas
Mantenimiento Autónomo	Involucramiento del operador en limpieza, inspección, lubricación y aprendizaje sobre mantenimiento de las condiciones básicas del equipo así como identificación temprana de señales de problemas.
Mantenimiento Preventivo	Una combinación de mantenimiento preventivo, y proactivo para evitar pérdidas. Rápida respuesta planeada para arreglar paradas de equipo inmediatamente.
Mantenimiento de la Calidad	Actividades que mejoren la calidad del producto mediante óptimas condiciones de operación.
Seguridad	Entrenamiento sobre seguridad industrial; implementación de controles de seguridad, control visual y dispositivos a prueba de error en el trabajo diario.
Inversión de equipo y diseño de mantenimiento preventivo	Comprar y diseñar decisiones apoyadas por costos de operación y mantenimiento durante el ciclo de vida del equipo
Entrenamiento y desarrollo de habilidades	Un programa planificado para el desarrollo de conocimientos y habilidades para apoyar la implementación de MTP.

### OEE (Efectividad General del Equipo)

Muchas compañías utilizan máquinas para agregar valor al producto terminado. Para agregar valor efectivamente, es importante manejar la maquinaria efectivamente, con el menor desperdicio posible. OEE (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador usado en MTP que muestra cuán efectivo trabaja el equipo.

La efectividad general de una máquina involucra más que la cantidad de unidades puede ésta producir en una corrida o un turno. Cuando se mide dicha efectividad general de una máquina, se toma en cuenta la eficiencia como un factor que involucra:

Rendimiento: una comparación entre la producción actual vrs lo que la máquina debería producir en el mismo intervalo de tiempo (producción real vrs producción teórica).

El rendimiento de la maquinaria está sujeto a disminuciones en la velocidad de

producción, comúnmente ocasionadas por paradas de equipo menores. Sucede por lo general en líneas de producción automatizadas, por ejemplo, unidades trabadas en una banda transportadora.

Disponibilidad: comparación entre el tiempo de operación y el tiempo en que la máquina realmente se tarda en hacer la corrida de producción.

La reducción en la disponibilidad está sujeta a fallas en el equipo, tiempos de arranque y preparación de la línea de producción. En fin, cualquier paro o atraso en la operación de la línea (a menos que sea un paro planificado, tal como una charla, capacitación, etc.) afecta la disponibilidad.

Calidad: comparación entre el número de unidades producidas y el número de unidades que cumplen con el estándar de calidad establecido.

Pérdidas en la calidad involucran deshechos o retrabajo en la línea de producción, así como atrasos en el arranque de la maquinaria debido a ajustes de la misma para obtener productos que cumplan los estándares de calidad.

Cuando se multiplica rendimiento, disponibilidad y calidad, se obtiene el indicador de OEE que es expresado como un porcentaje. Dicho indicador de OEE provee una imagen completa de la "salud" de la maquinaria; no solamente qué tan rápido puede producir unidades, sino también de que forma el potencial de producción fue limitado debido a falta de disponibilidad o mala calidad.

El OEE ayuda a monitorear la maquinaria o el proceso que agrega valor, no la productividad del operador. Cuando se mide el OEE, vemos que tan bien está trabajando el equipo o proceso.

$$\text{OEE} = \frac{\text{producción real}}{\text{producción teórica}} \times \frac{\text{tiempo real trabajado}}{\text{tiempo de operación}} \times \frac{\text{producción buen estado}}{\text{producción real}} \times 100$$

(Rendimiento)                      (Disponibilidad)                      (Calidad)

### Calculando la efectividad del equipo

Cuando las pérdidas son conocidas, se puede calcular la efectividad del equipo en una forma paso a paso. Las siguientes figuras muestran los procedimientos y un ejemplo típico.

El equipo está en la planta 24 horas al día. Por consiguiente, se comienza con el total de minutos disponibles (1440) en un día de 24 horas (3 turnos de producción). La compañía usada como ejemplo trabaja dos turnos, así que se restan 480 minutos (8 horas) para un turno. Luego se resta el tiempo de paro planeado, el cual incluye recesos, comidas, capacitación, mantenimiento planeado, reuniones, etc. El cálculo establecerá el tiempo de corrida de la línea (870 min). De esta manera se puede calcular el porcentaje de *utilización del equipo*,

dividiendo el T. de corrida entre el T. total disponible (60.4%).

### Definiciones para el Cálculo de Pérdidas causadas por el equipo.

(T.= tiempo)

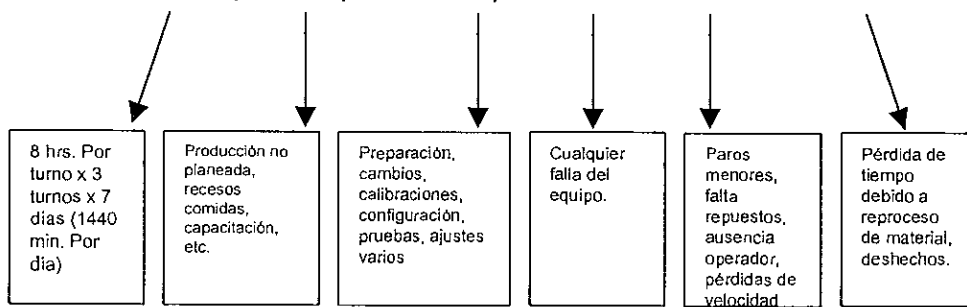
$$T. \text{ de corrida} = T. \text{ disponible} - T. \text{ de paro planeado}$$

$$T. \text{ de operación} = T. \text{ disponible} - T. \text{ paro planeado} - T. \text{ preparación}$$

$$T. \text{ neto de operación} = T. \text{ disponible} - T. \text{ paro planeado} - T. \text{ preparación} - T. \text{ paro}$$

$$T. \text{ de operación utilizable} = T. \text{ Disponible} - T. \text{ paro planeado} - T. \text{ Preparación} - T. \text{ Paro} - T. \text{ Perdido}$$

$$T. \text{ Neto prod.} = T. \text{ Disp.} - T. \text{ Paro planeado} - T. \text{ Preparación} - T. \text{ Paro} - T. \text{ Perdido} - T. \text{ Perdido defectos}$$



T. total disponible (24 hrs.)	1440 min.	T. de operación	= 800 min.
T. de no producción diaria (1 turno)	-480 min.	T. de paro no planeado	-50 min.
T. de paro planeado (recesos y comidas)	-90 min.	T. neto de operación	= 750 min.
		Paros menores y repetitivos	-240 min.
T. de corrida	= 870 min.	Reducción de la velocidad	- 75 min.
Preparación y ajustes	-70 min.	T. de operación utilizable	=435 min.
T. operación	= 800 min.	Defectos en proceso (6 partes)	- 9 min.
		(equivalente a 6 partes a 1.5 min)	
		T. neto productivo	= 426 min.

UTILIZACION=  
 $\frac{T. \text{ de corrida}}{\text{Tiempo total disponible}} \times 100 = \frac{870}{1440} \times 100 = 60.4\%$

DISPONIBILIDAD PLANEADA=  
 $\frac{(T. \text{ corrida.} - T. \text{ preparación})}{\text{Tiempo corrida}} \times 100 = \frac{(870-70)}{870} \times 100 = 91.95\%$

TIEMPO DE MEJORAMIENTO=  
 $\frac{(T. \text{ operación} - \text{ tiempo paro})}{\text{Tiempo operación}} \times 100 = \frac{(800-50)}{800} \times 100 = 93.75\%$

DISPONIBILIDAD = 86.20%

<b>EFICIENCIA DEL DESEMPEÑO=</b> $\frac{(T. \text{ neto oper.} - T. \text{ Perdido}) \times 100}{T. \text{ neto operación}} = \frac{(750-315) \times 100}{750} = 58.0\%$
<b>TASA DE CALIDAD=</b> $\frac{(\# \text{ de partes prod.} - \text{rechazos}) \times 100}{\# \text{ de partes producidas}} = \frac{(1200 - 6) \times 100}{1200} = 99.5\%$

En este punto se ingresan las pérdidas reales causadas por el equipo; componentes esenciales del indicador del OEE. Se resta el tiempo que se necesita para preparación, cambios y ajustes (70 min) del tiempo de corrida y se divide dentro del tiempo de corrida. El cálculo resultante dará la *disponibilidad planeada* (91.95%), lo cual es una parte de la disponibilidad del equipo.

El tiempo remanente después de la resta de la preparación del tiempo de corrida, es el tiempo de operación (800 min). La cantidad del tiempo en que el equipo estuvo descompuesto debido a fallas (tiempo de paro no planeado) se resta y el porcentaje de *mejoramiento del tiempo* (93.75%) puede ser calculado. Desafortunadamente, éste es usualmente el único número reportado a la gerencia de la planta, creando una impresión totalmente errónea de la situación real del equipo, ya que sólo cubre una sola pérdida. Por esa razón, gerentes de la planta y de producción se asombran cuando escuchan la efectividad real del equipo después del estudio de factibilidad. El mejoramiento del tiempo es otra parte que conforma la disponibilidad del equipo. La disponibilidad está determinada al multiplicar disponibilidad planeada (91.95%) por tiempo de mejora (93.75%) =86.2%. O se puede dividir el tiempo de corrida (870 minutos) dentro del restante tiempo neto de operación (750 minutos) para llegar al mismo resultado. Tal como se expuso con anterioridad para definir el indicador de OEE.

Luego se calcula el índice de eficiencia del desempeño. El punto de inicio es el tiempo neto de operación, del cual se restan los paros menores y repetitivos (240 minutos), luego las pérdidas de velocidad (75 minutos). Estas “pérdidas ocultas” usualmente nunca son medidas y reportadas, ya que el equipo no está descompuesto. Usualmente los operadores se ocupan de poner a funcionar el equipo, o la máquina se vuelve a iniciar automáticamente. Para empeorar aún más las cosas, por lo general se encuentra que los paros menores y repetitivos son las pérdidas más grandes causadas por el equipo.

Una situación similar existe con la pérdida de velocidad. Frecuentemente, la velocidad de una máquina deteriorada es reducida para poder mantener la tolerancia de las partes, o la máquina simplemente no puede operar a toda la velocidad. Generalmente, estas pérdidas de velocidad avanzan gradualmente y nadie está consciente de eso (aparte de los operadores). Además, las pérdidas de velocidad son raramente medidas y usualmente se desconoce el tiempo del ciclo o velocidad de diseño.

Para calcular la eficiencia del desempeño, el tiempo perdido por paros menores y repetitivos y pérdidas de velocidad (el porcentaje de pérdida de velocidad es convertido a minutos) se resta del tiempo neto de operación y luego se compara el tiempo de operación resultante con el tiempo de operación neto (58.0%).

Suponiendo que durante la corrida de producción se produjeron finalmente 1200 unidades y la línea de producción tiene una capacidad máxima de producción de 1500 unidades, se puede seguidamente calcular el rendimiento de la línea, dividiendo producción real entre producción teórica (80.0%).

La tasa de calidad se obtiene al restar el número de partes producidas (1200) menos el número de partes rechazadas (6), dividiendo este resultado entre el número de partes producidas (99.5%).

Ahora se puede calcular el indicador de OEE (Efectividad General del Equipo) :

$$\text{Rendimiento} \times \text{Disponibilidad} \times \text{Calidad} : 0.80 \times 0.862 \times 0.993 = 68.48 \%$$

### **Cambio de producto rápido**

La reducción de tiempo de cambio de producto rápido es una mejora específica para aumentar el índice del OEE, ya que reduce el tiempo de ciclo cuando una máquina está parada y le quita su tiempo de disponibilidad.

El Sistema de Producción Toyota propone un diseño de mejoramiento de cambio de producto, que consta de enfoque de tres fases para reducir el cambio y ajustes del producto.

Fase 1: Separar Preparaciones Internas de Externas

Las actividades de cambio de producto pueden ser divididas en dos clases:

- Preparaciones/ajustes Internos: Operaciones que sólo se pueden hacer cuando la máquina esta parada.
- Preparaciones/ajustes Externos: Operaciones que pueden hacerse cuando la máquina está trabajando.

La fase 1 consiste en identificar las preparaciones externas, haciéndolas antes de que la máquina pare. Por ejemplo, llevar herramientas y repuestos cerca de la máquina, confirmar que las partes a cambiarse estén en buen estado antes de que empiece el cambio de las mismas.

Fase 2: Convertir Preparaciones Internas a Externas

El siguiente paso es revisar las actividades que se hacen cuando la máquina está parada, y encontrar medios para llevarlas a cabo cuando la máquina está activa.

Fase 3: Alinear todos los aspectos de preparación y ajuste:

Esta fase incluye técnicas para reducir el tiempo de preparaciones internas, por ejemplo, hacer operaciones paralelas (2 o más operarios), etc.

## **C. INGENIERÍA DE MÉTODOS**

En la mayor parte de los casos, se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.

Sin embargo, la ingeniería de métodos, implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto: inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto; y , en segundo lugar, continuamente estudiará, una y otra vez , cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto.

Para desarrollar un centro de trabajo el Ingeniero de Métodos debe seguir un procedimiento sistemático, el cual comprende las siguientes operaciones:

- Obtención de los hechos
- Presentación de los hechos
- Efectuar el análisis
- Desarrollo del método ideal
- Presentación del método
- Implementación del método
- Desarrollo de un análisis de trabajo
- Establecimiento de estándares de tiempo
- Seguimiento del método

Cuando se realizan estudios de métodos para perfeccionar un método de operación existente, la experiencia ha demostrado que a fin de lograr los máximos rendimientos, hay que seguir un procedimiento sistemático; la Westinghouse Electric Corporation, en su programa de “Análisis de operaciones”, sugiere los siguientes pasos para asegurar la obtención de resultados favorables:

- Hacer una exploración preliminar.
- Determinar el grado o intensidad justificable del análisis.
- Elaborar diagrama de procesos.
- Investigar los enfoques necesarios para el análisis de operaciones.
- Realizar un estudio de movimientos cuando se justifique.
- Comparar el método en uso con el nuevo método.
- Presentar el nuevo método.

- Verificar la implementación de éste.
- Corregir los tiempos.
- Seguir la operación del nuevo método.

La ingeniería de métodos se puede definir como: “el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto, a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que éste sea hecho en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida”. Por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

## **1. Estudio de Tiempos**

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

El analista de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones y el analista de tiempos debe saber cuándo es mejor utilizar cierta técnica.

## **2. Estudio de Movimientos**

En nuestros días se le reconoce como un medio o instrumento necesarios para el funcionamiento eficaz de los negocios o la industria. El profesional se ha percatado de la necesidad de tener en cuenta el “El elemento humano”.

Actualmente, mediante las pruebas y la instrucción del personal, se considera el hecho de que los individuos difieren en potencialidad del trabajo. Se reconoce ahora que factores como: sexo, edad, salud, buena disposición, tamaño, aptitudes, actitud hacia el entrenamiento y respuesta a la motivación, tienen influencia directa en el rendimiento.

El técnico del estudio de tiempos y movimiento en la actualidad, debe aplicar el enfoque basado en términos “humanitarios”. Siempre debe saber escuchar, respetando las ideas y las opiniones de otros, particularmente del operario en cuestión.

El estudio de movimientos es en resumen, el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo para efectuar el trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción.

Los principios de la Economía de movimientos son:

- El trabajo deber ser ordenado para proporcionar un ritmo natural que puede llegar a ser automático.
- Tomar en cuenta la naturaleza simétrica del cuerpo; los movimientos de los brazos deben ser simultáneos, iniciando y completando sus movimientos al mismo tiempo.
- Reducir al máximo la distancia entre los movimientos.
- Las actividades deben ser transferidas a máquinas.
- Simplificación del trabajo, eliminando trabajo innecesario, retrasos y ociosidad,
- Disposición y condiciones en el sitio de trabajo
- Toda herramienta y materiales deben guardarse en un mismo lugar.
- Las herramientas, materiales y controles, deben colocarse cerca del lugar donde se utilizarán.
- El sitio de trabajo se debe adaptar a cada actividad y al ser humano.
- Se debe contar con el alumbrado, ventilación y temperatura adecuada.
- Los dispositivos mecánicos pueden multiplicar las habilidades del ser humano.
- Los sistemas mecánicos deben ser adaptados para el uso del ser humano.

### **3. Mejora de los Métodos**

Es útil entrar en detalle de un diagrama de flujo o diagrama de operaciones haciendo mejoras que concretamente incidan en la mejor utilización del equipo y automatización de movimientos.

Para el estudio de tiempos y movimientos es importante recordar detalles como tener cerca todos los materiales lo más próximos a la máquina.

La comparación de tiempos y movimientos se llevará a cabo, entre las comparaciones con su tiempo-elementos, que forman el método actual, con un estudio del nuevo tiempo estándar , que contendrá los tiempos de las nuevas operaciones que sirven de comparación. Se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Observar todas las operaciones e identificar todas y cada una de ellas claramente. Previo a ésto, se debió haber instruido al operador sobre la secuencia de sus movimientos.
2. Desmenuzar cada operación, en elementos fáciles de observar y que se sucedan en un ciclo casi idéntico al anterior. Estos tiempos, deben ser recopilados en formatos adecuados. Es importante mencionar que los tiempos tomados deben calificarse con más velocidad durante la actuación, pues, un tiempo estándar confiable, será aquel que esté afectado directamente por la velocidad de la máquina u hombre cuando se haga el estudio.
3. Tomar tiempos, de preferencia a distintas horas de la jornada de cada elemento de cada operación, pues es comprensible que el trabajador labore a un ritmo más lento al final de la jornada que al principio, por la misma fatiga.

4. Con base en los primeros resultados, determinar la cantidad de lecturas necesarias para cada elemento, para alcanzar estándares confiables.
5. Promediar estos tiempos obtenidos para N lecturas para obtener un tiempo promedio de mayor confiabilidad.
6. Detectar la frecuencia con que cada elemento de cada operación se sucede para obtener un cálculo unitario.
7. Sumar los tiempos de los elementos de cada operación para encontrar el estándar de cada operación.
8. Sumar todos los tiempos de las operaciones que hacen el tiempo de la operación total y encontrar así el tiempo de la operación estándar.
9. Agregar todas las inconsistencias que se sucedan durante el tiempo de la jornada de observación.
10. A este tiempo estándar, se le agrega un porcentaje de aproximadamente 5% por imprevistos.

Por último, se debe hacer un muestreo de trabajo donde se busca básicamente volver a revisar el tiempo estándar encontrado anteriormente en el estudio de tiempos y detectar inconsistencias de trabajo e interferencias que no se hubieran detectado durante el estudio de tiempos y movimientos.

#### **D. ADMINISTRACION DE LA CALIDAD TOTAL**

Las definiciones de control de calidad incluyen los siguientes:

Deming : “El control de calidad estadístico es la aplicación de principios y técnicas estadísticas en todas las etapas de la producción, dirigidos hacia la fabricación más económica de un producto, con utilidad máxima que tenga un mercado.”

Jurán : “El control de calidad de la totalidad de todos los recursos mediante los cuales establecemos y cumplimos especificaciones de calidad, con control de calidad estadístico que parte de esos recursos, para establecer y cumplir las especificaciones de calidad y que se basa en las herramientas de los métodos estadísticos.

Estándares industriales de Japón : “Un sistema de recursos por medio de los cuales la calidad de los productos o servicios se produce de forma económica, con el fin de satisfacer las necesidades del comprador. Puesto que el control de calidad moderno adopta técnicas estadísticas, algunas veces se le llama especialmente: “control de calidad estadístico”.

Estándares nacionales norteamericanos : “Control de calidad: Las técnicas de operación y las actividades que mantienen una calidad de producto o servicio que satisfará ciertas necesidades específicas; también el empleo de tales técnicas y actividades.”

TQM (Total Quality Management) : “TQM significa el enfoque sistemático que

integra actividades de calidad en toda la organización, incluyendo la investigación de mercado, investigación e innovación, planeación operacional para la producción de bienes o servicios, adquisiciones , producción y servicio. Puestas juntas, estas actividades generan productos y servicios en forma económica, cumplen con los requisitos del cliente y están planeadas para cumplir las metas clave de calidad de la organización, establecidas por los altos ejecutivos."

En resumen, extrayendo los puntos clave de las anteriores definiciones, se puede decir que la calidad consiste en aquellas características del producto que satisfacen las necesidades de los clientes y proporcionan la satisfacción con el producto. Por consiguiente la calidad consiste en productos y procesos libres de deficiencias.

### **Los clientes y sus necesidades.**

- Un cliente es alguien en quien el producto tiene algún impacto. Los clientes pueden ser internos o externos:
- Los clientes externos reciben el defecto del producto pero no son miembros de la organización que lo produce.
- Los clientes internos son todas las personas dentro de una organización que desempeñan un trabajo dentro de la misma.
- Todos los clientes tienen necesidades que satisfacer, y los rasgos del producto deben responder antes esas necesidades. Esto se aplica tanto a clientes internos como externos.
- Se dice que los clientes están satisfechos con el producto, cuando las características de éstos responden ante las necesidades de los clientes.
- Los defectos del producto pueden ser tales como: la entrega retrasada, fallas de los bienes de campo, errores en la facturación, desperdicios de fábrica, etc. Cada uno de éstos puede ocasionar un cliente insatisfecho.

### **Administración de la Calidad**

La administración de la calidad se lleva a cabo mediante el uso de los tres procesos gerenciales: planeación, control y perfeccionamiento.

#### Planeación de la calidad.

Esta es la actividad de desarrollo de los productos y procesos necesarios para satisfacer las necesidades del cliente. Esto incluye una serie de pasos universales porque se establecieron con base en metas de calidad:

- Determinar quienes son los clientes
- Determinar las necesidades de los clientes.
- Desarrollar las características de los productos que respondan a las necesidades del cliente.
- Desarrollar los procesos capaces de producir esas características en los productos.
- Transferir los planes resultantes a las fuerzas de operación.

### Control de calidad

Este procedimiento lo utilizan las fuerzas de operación como una ayuda para lograr los objetivos del producto y del proceso. Se basa en un círculo de retroalimentación y consiste en los siguientes pasos:

- Evaluar el desempeño de operación real
- Comparar el desempeño real con las metas
- Actuar sobre la diferencia.

### Perfeccionamiento de la calidad

Este miembro de la trilogía de la calidad tiene por objetivo lograr niveles de desempeño sin precedentes y significativamente mejores que cualquier nivel en el pasado. La metodología consiste en un proceso de una serie de pasos invariables:

- Demostrar la necesidad del perfeccionamiento.
- Identificar los proyectos específicos que deban perfeccionarse.
- Organizarse para dirigir los proyectos.
- Organizarse para diagnosticar: descubrimiento de las causas.
- Diagnosticar para encontrar las causas.
- Proporcionar soluciones.
- Demostrar que las soluciones son efectivas bajo condiciones de operación.
- Proporcionar el control para conservar las ganancias.

## **E. BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA**

Buenas Prácticas de Manufactura se refiere a las regulaciones promovidas por la US Food and Drug Administration, bajo la autoridad de Federal Food, Drug, and Cosmetic Act. Estas regulaciones requieren que las empresas manufactureras de medicinas, implementos médicos, alimentos, artículos de higiene personal y limpieza, y sangre tomen pasos proactivos para asegurar que los productos sean sanos, puros y efectivos.

Las regulaciones de Buenas Prácticas de Manufactura requieren un enfoque de calidad para permitir que las compañías reduzcan o eliminen instancias de contaminación, desperdicio y errores.

Esto a cambio permite proteger al consumidor de comprar productos que no son efectivos y pueden ser hasta peligrosos.

El fracaso de algunas compañías para cumplir con los estándares de calidad y regulaciones de Buenas Prácticas de Manufactura, pueden resultar en graves consecuencias de demanda o encarcelamiento; todo esto en E.E.U.U.

Buenas Prácticas de Manufactura se enfoca hacia regulaciones que incluyen: récords, personal, sanidad, limpieza, verificación de equipo, validación de procesos y manejo de materiales al mismo tiempo que recuerda a los fabricantes que deben aplicar sistemas de tecnología y calidad para cumplir con los estándares establecidos.

El área de manufactura de la empresa sujeta a el presente estudio está regida por las regulaciones de Buenas Prácticas de Manufactura de la siguiente manera:

Objetivos:

Asegurar que nuestra gente entienda en el lugar de trabajo los procedimientos y procesos en uso, para minimizar el riesgo de contaminación durante el ciclo de producción.

Componentes.

- Desarrollo de guías y estándares
- Administración de un adecuado programa de auditorías
- Desarrollo de un programa de entrenamiento efectivo

Puntos Clave.

- Buen registro de datos a manera de tener buena rastreabilidad.
- Entrenar al personal usando en el puesto de trabajo los procedimientos vigentes.
- Tomar decisiones al usar datos técnico o microbiológicos.
- Emplear un plan de acciones correctivas si algún resultado del proceso no alcanza las especificaciones del mismo.
- Mejora continua de las instalaciones
- Continuo seguimiento de las mejoras mediante programas de auditorías internas
- Controlar y monitorear los sistemas y procesos
- Motivación y entrenamiento a empleados.

Beneficios.

- Alta calidad
- Alta pureza
- Cero reclamos
- Cero riesgos
- Expectativas cumplidas

## **F. INGENIERIA DE COSTOS**

La clasificación, control y asignación de los costos ayuda a conocer el costo de un producto. Los costos se acumulan por cuentas, trabajos, procesos, productos u otros segmentos del negocio.

Los costos de producción están formados por los siguientes elementos:

Materia Prima: materiales que entran a formar parte del producto terminado, mediante el proceso de manufactura.

Mano de Obra directa: utilizada para transformar la materia prima en producto terminado. Su monto varía casi proporcionalmente con el número de unidades producidas.

Mano de Obra Indirecta: no interviene directamente en la transformación de las materias primas para la manufactura del producto.

Materiales Indirectos: forman parte de la presentación del producto terminado. Aquí se incluyen los materiales de empaque del producto. En ocasiones, a la suma de la materia prima, mano de obra directa y materiales indirectos, se les llama costo primo.

Costo de Insumos, mantenimiento y cargos de depreciación: son otros costos que forman parte del costo del producto terminado.

## G. INGENIERIA ECONOMICA

Las inversiones en maquinaria y equipo traen consigo costos iniciales, los cuales son los costos de instalación de un activo, incluyendo el precio de compra, despacho e instalación y otros costos directos depreciables en que se incurren para dejar listo el activo a usarse.

### Período de Recuperación

También llamado vida útil o vida depreciable, es la vida del activo (años) para los propósitos de depreciación e impuestos. Este puede ser un poco diferente para propósitos productivos debido a las reglas impositivas, política administrativa y rápida obsolescencia. La tasa de depreciación o tasa de recuperación es la fracción de la base o costo inicial retirada por medio de la depreciación, de los libros contables de la empresa cada año. Esta tasa puede ser igual (tasa de línea recta) o diferente para cada año (comúnmente llamada depreciación acelerada).

### Costo de Capital

La mayoría de proyectos están fundados en la combinación de deuda y financiamiento propio. El costo promedio ponderado de capital se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{CPPC} = (\text{fracción capital propio}) \times (\text{costo capital propio}) + (\text{fracción deudas}) \times (\text{costo capital de la deuda})$$

La mayoría de empresas operan en un rango de 30% a 50% de financiamiento con deuda. Esto con el fin de no incrementar su riesgo y además obtener una tasa mínima atractiva de retorno requerida. Las empresas cuidan mantener una buena mezcla deuda – capital.

### Tasa Mínima Atractiva de Retorno

Es aquella tasa mínima de ganancia sobre la inversión. La creencia común es pensar que la TMAR de referencia debiera ser la tasa máxima que ofrece un banco por una inversión a plazo fijo, aunque hay que tomar en cuenta que el dinero, puesto en un banco, no tiene riesgo, y por ello los bancos ofrecen la tasa de interés más baja de todas las posibles alternativas de inversión. La tasa de rendimiento bancario es siempre menor al índice inflacionario vigente, lo que produce una pérdida de poder adquisitivo del dinero allí depositado. Dependiendo del tipo de proyecto, TMAR puede variar de la siguiente manera:

- Alta 25-30% : (lanzamiento de nuevos productos)
- Media 18-24% : (incremento capacidad producción)
- Baja 13-17% : (aumento de productividad)
- Sin riesgo 0-11% : (reducción de costos, proyectos de ahorro, etc)

#### Período de Recuperación de la Inversión

Es el número exacto de años para recobrar la inversión inicial hecha al adquirir un activo. Este método no toma el valor del dinero en el tiempo. Una forma de calcularla es dividiendo la inversión inicial entre las recuperaciones periódicas.

### III. DESCRIPCION DEL PROCESO

#### A. MANUFACTURA DE LAVAPLATOS CREMA

Actualmente la línea de llenado de lavaplatos crema se dedica a fabricar productos de cuatro tamaños diferentes (125g, 250g, 450g, 1200g) y de 6 distintas variantes de crema: limón, limón db, antibacterial, lima limón, canela, rosa.

El proceso de producción del lavaplatos crema arranca en el área de mezclado de la línea de producción. En este sector de la línea es donde básicamente ocurre la fabricación de la crema. Dependiendo de la presentación que se esté produciendo, el operador de la máquina mezcladora (amalgamador) vierte las diferentes materias primas a dicho amalgamador en sus cantidades estándar.

El operador llena el tanque de ácido sulfónico y de silicato de sodio de la línea hasta que la balanza de cada tanque marque la cantidad de kg que necesita de cada material para una carga. Seguidamente pesa los ingredientes menores (colorantes, perfume, sal) y cada vez que deba adicionar uno de los ingredientes mayores (stpp, soda ash, carbonato de calcio), también debe realizar con cuidado el pesado de los mismos.

El operador agrega al amalgamador una cantidad específica de agua y ésta se mezcla con la soda ash hasta que dicha unión esté completamente mezclada. Luego se agrega ácido sulfónico en cuatro etapas. Es decir debe agregar una parte (50% aproximadamente) y dejar que reaccione con la mezcla preexistente de agua+soda ash, luego debe agregar otra parte (20% aproximadamente) y dejar que reaccione y así hasta que haya agregado toda la cantidad de ácido sulfónico que se haya formulado.

Seguidamente se agrega hipoclorito de sodio. Al observar que la pasta se blanquea, debe agregarse más agua y silicato de sodio, SLS y mezclar. Se añade a continuación carbonato de calcio, bentonita, cloruro de sodio y se deja mezclar.

En un recipiente aparte, se procede a disolver los colorantes en agua para posteriormente añadirlo a la mezcla. De la misma manera se procede con el perfume.

Al finalizar la carga se detiene la agitación y se vierte la mezcla a un tanque de almacenaje temporal.

Del tanque de almacenaje temporal la crema es alimentada mediante una bomba hacia la llenadora en donde se procede al llenado y tapado automático de los tarros. Los tarros son transportados mediante una banda transportadora hacia una mesa de empaque en donde son colocados en sus respectivos corrugados. Estas cajas son selladas mediante una máquina selladora y transportadas por una faja transportadora hacia el área de empolinado en donde se entariman las cajas para finalmente ubicarlas en la bodega de producto terminado, en donde estarán disponibles para la venta, en manos del departamento de Logística y Distribución.

#### IV. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Debido a que la línea de producción en estudio es una línea que servirá de apoyo a una ya existente, en el estudio de factibilidad se obviarán datos respecto de mano de obra, es decir, el diseño de cuántos operadores son necesarios asignar a la línea, ya que se tomó como referencia la línea existente, obteniendo de esta manera información de la historia y funcionamiento de la línea #1 en lo que a mano de obra (número de operadores, capacitación, turnos de trabajo, etc.) se refiere.

A continuación se presentan los costos de inversión incurridos para la instalación de la línea #2 de producción de lavaplatos crema. Cabe mencionar que los datos especificados de inversión son calculados en US\$ y han sido modificados mediante un factor de conversión para no presentar datos reales confidenciales de la empresa.

##### A. DESCRIPCIÓN DE COSTOS DE INVERSIÓN

	Descripción del Trabajo Compras y Repuestos	Compras Externas	Tiendas Locales	Mano de Obra	Gastos Generales	Total
<b>A</b>	<b>EQUIPO</b>					
A.1	(1) máquina llenadora	58,000				
A.2	(1) mezclador acero inox.	43,000				
A.3	(1) Bomba Wilden acero inox.	3,000				
A.4	(1) máquina codificadora de fechas	2,500				
A.5	(1) máquina selladora	3,500				
A.6	Varios transportadores	7,500				117,500
<b>B</b>	<b>ELECTRICO</b>					
B.1	Canales, conductos y cableado		1,500	750		
B.2	Motores de arranque y disyuntores		750			
B.3	Modificación de líneas eléctricas		150	100		3,250
<b>C</b>	<b>TUBERÍAS</b>					
C.1	Tuberías acero inox., válvulas y Accesorios para la línea de proceso		3,500	600		
C.2	Instalación de tuberías de aire		150	50		4,300
<b>D</b>	<b>PINTURA</b>					
D.1	Señalización de control visual		150			
D.2	Pintura general		300	135		585
<b>E</b>	<b>REPARACIONES Y REPUESTOS</b>					
E.1	Repuestos y otros accesorios	2,500				2,500
<b>F</b>	<b>IMPUESTOS, FLETE Y SEGURO</b>					
F.1	Impuestos y flete por equipo.				3,500	3,500
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>131,635</b>
	<b>Contingencia, Imprevistos</b>					<b>8,365</b>
	<b>GRAN TOTAL</b>					<b>140,000</b>

## B. COSTO ABIERTO MANUFACTURA CREMA LAVAPLATOS

BASE: (1) CAJA

DESCRIPCION	VALOR (US \$)
• TAPE DELGADO CORRUGADO	.030
• TARIMA DE MADERA 48X40	.050
• STRETCH FILM 20"	.010
• CORRUGADO	.330
• TARRO	.431
• TINTA VERDE	.002
• TINTA ROJA	.011
• TAPE DELGADO CORRUGADO	.004
• TARRO BLANCO	.371
• MASTERBACH BLANCO	.100
• RESINA	.271
• CORRUGADO TARRO-TAPA	.040
• TINTA AMARILLA	.003
• TAPA	.372
• MASTERBACH DE COLOR	.022
• RESINA	.141
• TAPE DELGADO CORRUGADO	.003
• CORRUGADO TARRO-TAPA	.041
• OTROS	.165
• PASTA CREMA LAVAPLATOS	1.693
• ACIDO SULFONICO	.772
• COLORANTE	.021
• CARBONATO DE CALCIO	.101
• BENTONITA	.010
• PERFUME	.230
• SULFATO DE SODIO	.311
• SAL DE MESA	.002
• SODA ASH	.141
• SILICATO	.090
• SILICATO SOLIDO	.075
• OTROS	.015
• HIPOCLORITO DE SODIO	.015
• COSTOS FIJOS <sup>1</sup>	.331
• MANO DE OBRA	.101
• VARIOS	.230
COSTO TOTAL POR CAJA	3.247
Peso prom. por caja = 8.056 kg	
COSTO TOTAL POR TONELADA (1ton=1000kg)	403.05

<sup>1</sup> Incluyen todas las cuentas de gasto fijas: accesorios de oficina, accesorios de operación, mantenimiento fijo, viajes, entretenimiento, kilometraje, depreciaciones, reparaciones de autos, jardinería, seguridad integral, seguridad industrial, etc..

<b>Cálculo de Costos Mano de Obra</b>			
$\frac{1440 \text{ cajas}}{\text{turno}}$	X	$\frac{1 \text{ turno}}{44.64 \text{ horas-hombre}}$	= $\frac{0.031 \text{ horas-hombre}}{\text{caja}}$
$\frac{Q15}{\text{Hora}}$	X	55% beneficios	= $\frac{Q23.25}{\text{Hora}}$
$\frac{0.031 \text{ horas-hombre}}{\text{caja}}$	X	$\frac{Q23.25}{\text{hora}}$	= $\frac{Q0.73}{\text{caja}}$ $\$ 0.095 / \text{caja}$

A continuación se presenta un análisis de ahorro de costos fijos que se dejarán de pagar a un proveedor al que se le estaba sub-contratando el faltante de producción debido al déficit de capacidad de producción de la línea #1. Esto ayudará a repartir mejor los gastos fijos actuales en la manufactura del lavaplatos crema, al tiempo que ayudará a mantener las líneas de producción a un 70% de utilización, porcentaje adecuado para un funcionamiento estable del equipo ya que no se estará forzando la capacidad de la línea, arriesgando un paro de producción debido a sobrecarga de trabajo.

### C. PROYECTO DE AHORRO EN COSTOS FIJOS (US\$)

	<u>Toneladas a comprar para suplir demanda</u>	<u>Costos Fijos por tonelada fabricada en la empresa</u>	<u>Costos Fijos por Ton (\$'s) a pagar a proveedor</u>	<u>Ahorro por tonelada producida</u>	<u>AHORRO (\$'s)</u>
ENE	196	403.05	433.25	30.20	5,929
FEB	196	403.05	433.25	30.20	5,929
MAR	196	403.05	433.25	30.20	5,929
ABR	196	403.05	433.25	30.20	5,929
MAY	196	403.05	433.25	30.20	5,929
JUN	196	403.05	433.25	30.20	5,929
JUL	196	403.05	433.25	30.20	5,929
AGO	196	403.05	433.25	30.20	5,929
SEP	196	403.05	433.25	30.20	5,929
OCT	196	403.05	433.25	30.20	5,929
NOV	196	403.05	433.25	30.20	5,929
DIC	196	403.05	433.25	30.20	5,929
<b>TOTAL</b>	<b>2,356</b>				<b>71,149</b>

Vemos entonces por la tabla anterior que anualmente el proyecto tendrá un ahorro aproximado de US\$ 71,149.00, debido a que el costo de producción del lavaplatos crema es menor si es fabricado dentro de la empresa a diferencia de sub-contratar a otra empresa para dicha fabricación, como pudimos ver en la tabla de comparación de ahorro de costos fijos, así como en la tabla del costo de manufactura del lavaplatos crema.

Estos datos y cálculos serán reales siempre que la línea # 2 produzca las cantidades de que se tienen como objetivo, al costo bajo el cual se elaboraron estos cálculos. De no ser así el tiempo de recuperación de capital se verá afectado, ya sea positiva o negativamente.

## V. PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR DE OPERACIÓN

### A. MANUFACTURA DE LAVAPLATOS CREMA

#### 1. PROPÓSITO

El propósito de este procedimiento es establecer los lineamientos a seguir para la manufactura del lavaplatos crema.

#### 2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a la manufactura del lavaplatos crema en los amalgamadores del making de la Planta de Jabones, de la nueva línea de producción #2.

#### 3. RESPONSABILIDADES

- a. Es responsabilidad del mezclador de lavaplatos crema realizar este procedimiento y llevar los registros respectivos.
- b. Es responsabilidad de la Operadora Marcadora de Corrugados realizar la captura de la producción de producto en proceso del turno, en el sistema SAP.
- c. Es responsabilidad del Ingeniero de Procesos verificar que este procedimiento se cumpla.
- d. Es responsabilidad del Supervisor de Planta verificar que este procedimiento se cumpla y archivar los registros de producción.

#### 4. PROCEDIMIENTO

El mezclador de lavaplatos crema debe:

- a. Solicitar la hoja de carga para el turno a al Operadora Marcadora de Corrugados, al inicio del turno. (Ver anexo 1)
- b. Para la realización de la mezcla, debe guiarse por el diagrama de flujo de actividades para la manufactura de lavaplatos crema, según la variante que esté manufacturando.
- c. Llenar el tanque de ácido sulfónico y de silicato de sodio de la línea, hasta que la balanza de cada tanque marque la cantidad de kg que necesita de cada material para una carga.
- d. Pesar los ingredientes menores (colorantes, perfume, sal) y cada vez que deba adicionar uno de los ingredientes mayores (stpp, soda ash, carbonato de calcio), también debe realizar con cuidado el pesado de los mismos.
- e. Adicionar cantidad estándar de soda ash al amalgamador.
- f. Para la adición de líquidos (agua, silicato de sodio, y ácido sulfónico), debe proceder de la siguiente manera:
- g. En el amalgamador debe oprimir el botón de carga general cada vez que quiera añadir material, esto si está trabajando en automático. El botón está ubicado e identificado en el panel de control del área.
- h. Si en el amalgamador se está trabajando manualmente, debe oprimir el botón de descarga del material cada vez que añada y deje de añadir. Los botones están

ubicados e identificados en el panel de control del área.

- i. Adicionar la cantidad de agua indicada en la hoja de carga y mezclar con la soda ash. Debe poner a funcionar el agitador del amalgamador. Debe continuar con el siguiente paso hasta que la soda ash esté completamente mezclada con el agua. Debe verificar cuánto se ha añadido de agua en el contador respectivo.
- j. Agregar cantidad especificada de ácido sulfónico en cuatro etapas. Es decir debe agregar una parte (50%) y dejar que reaccione, luego debe agregar otra parte (20%) y dejar que reaccione y así hasta que haya agregado toda la cantidad de ácido sulfónico que se haya formulado.

Nota: la reacción se termina cuando el volumen de la mezcla provocado por la reacción termina de bajar (se observan las aspas del mezclador).

- k. Agregar hipoclorito de sodio en la cantidad indicada en la hoja de carga y dejar que se mezcle bien. Debe observar que la pasta se blanquea.
- l. Agregar agua y silicato de sodio y mezclar. Mientras se añaden estos materiales, debe agregar SLS.
- m. Agregar la cantidad indicada en la hoja de carga de carbonato de calcio y mezclar.
- n. Añadir la cantidad indicada de bentonita y mezclar.
- o. Añadir cloruro de sodio y dejar que se mezcle.
- p. Disolver en agua los colorantes que se indiquen en la hoja de carga y añadirlo a la mezcla.
- q. Adicionar el perfume correspondiente a la variable que esté manufacturando y dejar que se mezcle.

Nota: Después de agregar cada material debe anotar en la hoja de carga, la cantidad añadida en la casilla correspondiente.

- r. Al finalizar la carga debe parar la agitación y verter la carga al tanque de almacenaje temporal.

## **B. CONTROL DE CALIDAD EN LA LINEA DE PRODUCTO TERMINADO**

### **1. PROPOSITO**

Asegurar la calidad de los productos manufacturados en la línea de producción.

### **2. ALCANCE**

Este procedimiento es aplicable a la línea de empaque de producto terminado de lavaplatos en crema de la Planta de Jabones.

### **3. RESPONSABILIDADES**

- a. Es responsabilidad del operador de línea, evaluar la calidad del producto terminado que se empaque durante su turno, así como llenar los registros respectivos.
- b. Es responsabilidad del Ingeniero de Procesos velar por el cumplimiento de esta actividad, reportar mensualmente el índice total de calidad y archivar los registros de control.
- c. Es responsabilidad del Ingeniero de Procesos proveer de hojas de control de calidad al operador de línea y revisar que sean llenadas de manera correcta.
- d. Es responsabilidad del Supervisor de Planta verificar que este procedimiento se cumpla.

### **4. PROCEDIMIENTO**

- a. El Ingeniero de Procesos debe verificar que el operador de línea tenga hojas para reportar el índice de calidad para el producto que se esté manufacturando.(Anexo 2)
- b. El operador de línea deberá llenar el reporte con los siguientes datos: fecha, nombre, nombre del producto, línea de producción y turno.
- c. El operador de línea debe tomar una muestra del lavaplatos crema cada 10 minutos y evaluar los aspectos de calidad que correspondan. (Ver Manual de Calidad). Para calificar los defectos del producto, debe utilizar las escalas de ligeros, moderados y críticos y anotar la calificación correspondiente con un cheque en la casilla respectiva del reporte.
- d. Si el defecto del lavaplatos crema es de color, olor, grumos o impurezas en su consistencia, debe dar aviso verbal inmediatamente al mezclador, quien debe hacer los cambios que correspondan.
- e. Si el defecto es en el material de empaque primario (tarro y tapa), y es moderado o crítico, entonces debe cambiarlo y avisar al Ingeniero de Procesos.
- f. El Ingeniero de Procesos debe etiquetar el material rechazado con etiqueta roja de "rechazado" (Anexo 3) y dar aviso al Ingeniero Planificador para que realice la devolución del material al proveedor.
- g. Si el defecto es de suciedad, residuos o manchas ocasionadas por la maquinaria, el operador de línea debe realizar las correcciones o ajustes necesarios. De ser el problema mayor, deberá llamar inmediatamente al mecánico de turno para que éste vea cual es el problema y lo repare.
- h. El operador de línea debe anotar cualquier ajuste en el reporte de operación de la

- máquina. (Ver anexo 4)
- i. Al finalizar el turno, el operador de línea debe colocar los reportes de calidad en el casillero de reportes de la Planta.
  - j. El Ingeniero de Procesos debe archivar las hojas de calidad, así como contabilizar los puntos al final del mes, para obtener un índice de calidad de la línea, así como un indicador de los problemas que más comúnmente afectan la calidad del producto.
  - k. El Supervisor de Planta debe verificar que este procedimiento se cumpla.

## 5. INCUMPLIMIENTOS

- a. En caso de que algún operador de línea durante su turno de producción no lleve el registro de calidad del producto, el Supervisor de Planta debe hacer la llamada de atención que corresponda.
- b. En el caso de que se presenten problemas moderados o severos de calidad en el material de empaque, el operador de línea debe rotular el material rechazado en el área de rechazos de la bodega de materiales y debe anotar este rechazo en el reporte de operación de la máquina.

## 6. DEFINICIONES

**INDICE DE CALIDAD:** proceso de verificación o auditoría diseñado para homogenizar el criterio de inspección y para mejorar los sistemas de producción, obteniendo evaluaciones reales de calidad de los productos.

**DEFECTO:** es todo aspecto que no está de acuerdo con las especificaciones.

**DEFECTO CRITICO:** puede ser fácilmente detectado por el consumidor y ser molesto. El consumidor deja de comprar el producto por la presencia de defectos críticos.

**DEFECTO MODERADO:** puede ser detectado por el consumidor pero no afecta la compra del producto.

**DEFECTO LIGERO:** puede ser detectado sólo por un observador entrenado y no tiene efecto en el funcionamiento para el cual fue diseñado el producto.

## **C. RECEPCION DE MATERIALES EN AREA DE MAKING, PARA LA FABRICACION DE LAVAPLATOS CREMA**

### **1. PROPOSITO**

Establecer los lineamientos a seguir para asegurar que los materiales utilizados en el making para la fabricación de lavaplatos crema, están en óptimas condiciones.

### **2. ALCANCE**

Este procedimiento es aplicable a materia prima y aceites esenciales que se usan en la fabricación de lavaplatos crema.

### **3. RESPONSABILIDADES**

- a. Es responsabilidad del montacarguista de la planta, llevar al área de making, los materiales que cumplan con los requerimientos de uso.
- b. Es responsabilidad del mezclador de área, recibir únicamente los materiales que cumplan con las condiciones para su uso, así como llevar el registro respectivo.
- c. Es responsabilidad del Ingeniero de Procesos, archivar los registros de control y verificar que el procedimiento se cumpla.
- d. Es responsabilidad del Ingeniero Planificador realizar los trámites correspondientes para devolver al proveedor el material rechazado.

### **4. PROCEDIMIENTO**

- a. El montacarguista debe llevar al making de jabones los materiales requeridos por los mezcladores siempre y cuando estén identificados con la etiqueta de materiales aprobados.
- b. El montacarguista debe llevar al making los materiales que hayan ingresado con más antigüedad a la bodega de la planta.
- c. El mezclador que reciba el material en el making debe aceptar únicamente los materiales que estén identificados con la etiqueta de materiales aprobados.
- d. El mezclador debe anotar los materiales que recibe en el registro respectivo (No. de lote, No. de rotación, fecha de ingreso, fecha de uso, tipo de material, No. de cantidad recibida, firma).
- e. Si hay un material que amerite un rechazo posterior, es decir, que durante su uso, el mezclador considere que no cumple con las características necesarias, debe avisar de inmediato al Ingeniero de Procesos o al Analista de Laboratorio para que sea etiquetado como producto rechazado.
- f. El mezclador debe enviar a bodega el material que haya rechazado, bien identificado mediante la etiqueta de rechazado, en indicar el motivo de rechazo. Además debe dar aviso verbalmente al Ingeniero de Procesos o al Supervisor.
- g. El montacarguista debe colocar en el área de rechazos de materiales, los materiales que estén rechazados por no cumplir con las especificaciones requeridas.
- h. El Ingeniero de Procesos o el Supervisor debe dar aviso del material rechazado y las cantidades correspondientes, al Ingeniero Planificador. Debe archivar en el folder de rechazos este documento.
- i. El Ingeniero Planificador debe realizar los trámites que se requieran para devolver el

material rechazado al proveedor o para su disposición final.

- j. Al terminar la semana, el mezclador debe entregar los registros de materiales recibidos en el making al Ingeniero de Procesos para su archivo y revisión

## **5. INCUMPLIMIENTOS**

- a. En caso de que un material no esté identificado como aprobado, no debe ser utilizado y debe notificarse de inmediato al Ingeniero de Procesos o al Analista de Laboratorio asignado a la planta, para que sea revisado y analizado.

## **6. REGISTROS**

El Ingeniero de Procesos debe archivar durante 1 año, los registros de los materiales que llegan al making de lavaplatos crema y que son utilizados en la manufactura de los mismos.

## **D. CONTROL DE PESOS EN LAS LINEAS DE PRODUCCION**

### **1. PROPOSITO**

Controlar la variabilidad del peso en el producto terminado para garantizar un producto con las especificaciones de peso establecidas.

### **2. ALCANCE**

Este procedimiento es aplicable a todas las líneas de producto terminado de la Planta de Jabones.

### **3. RESPONSABILIDADES**

- a. Es responsabilidad del Operador de línea realizar las pesadas del producto que son fabricados en la línea de producción.
- b. Es responsabilidad del Supervisor de la Planta de Jabones velar por el cumplimiento de este procedimiento.
- c. Es responsabilidad del Ingeniero de Procesos, archivar los registros de control de peso y hacer los reportes de análisis correspondientes.

### **4. PROCEDIMIENTO**

- a. Al inicio del turno, el Operador de la línea debe verificar que haya reporte de pesos para el producto que se va a producir. En caso de no tener este registro, debe solicitarlo verbalmente al Supervisor de la Planta.
- b. El operador de la línea debe llenar el reporte con la información requerida (nombre del producto, tamaño, código, línea de producción, fecha, turno, nombre del operador).
- c. Debe revisar que la balanza de la línea se encuentre limpia.
- d. Debe pesar 4 muestras de lavaplatos crema sin tapadera, cada 15 minutos.
- e. El peso registrado de cada muestra debe anotarlo en el registro respectivo.
- f. El peso del producto debe estar dentro de los límites permitidos. Esto se indica en cada hoja de registro, coloreando los pesos fuera de estándar con una franja gris.
- g. En caso que el producto se encuentre en un peso fuera de especificación, debe corregir en la máquina, el llenado del tarro, con el fin de ajustar el peso.
- h. Cualquier ajuste debe anotarlo en la parte de Observaciones del registro.
- i. Al finalizar el turno, el operador de línea debe colocar este reporte en el casillero de reportes de Control de Peso.
- j. El Ingeniero de Procesos debe revisar los pesos reportados y calcular el promedio de pesos del día para la línea. Además debe revisar si éstos se encuentran dentro de los límites permitidos.
- k. El Supervisor de la planta debe revisar visualmente que los operadores lleven el control de pesos de los productos de la manera como se indica en este procedimiento.

### **5. INCUMPLIMIENTOS**

- a. En caso que un producto no cumpla con los requerimientos de peso, debe evaluarse la formulación utilizada para la fabricación del producto o bien rechazarse.

## **E. MUESTREO Y REVISION DE MATERIAL DE EMPAQUE**

### **1. PROPOSITO**

El objetivo de este procedimiento es establecer los pasos a seguir para el muestreo del material de empaque que se utiliza en la planta.

### **2. ALCANCE**

Este procedimiento se aplica a todos los materiales de empaque que se utilizan en la planta para la manufactura de lavaplatos crema.

### **3. RESPONSABILIDADES**

- a. Es responsabilidad del auxiliar del Ingeniero de Procesos muestrear el material de empaque que ingrese a la planta.
- b. Es responsabilidad del Ingeniero de Procesos llevar los registros correspondientes al muestreo y revisión del material de empaque.

### **1. PROCEDIMIENTO**

#### **a. El auxiliar del Ingeniero de Procesos debe:**

- i. Revisar diariamente la bitácora de ingresos de material de empaque que lleva el montacarguista.
- ii. Muestrear el material de empaque que haya ingresado en el día y tomar 5 muestras aleatorias de todo el embarque o ingreso.
- iii. Entregar estas muestras al Ingeniero de Procesos.

#### **b. El Ingeniero de Procesos debe:**

- i. Revisar, calificar el material de empaque muestreado y evaluar las características correspondientes a cada material.
- ii. Anotar en la bitácora de material de empaque, los resultados de estas evaluaciones y el estado del material (aprobado/rechazado).
- iii. Si el material es aprobado, debe firmar las etiquetas de aprobación para que sean colocadas en la etiqueta de identificación de materiales. (Ver anexo 3)
- iv. Si el material no cumple con las especificaciones requeridas (ver especificaciones en el Manual de Fórmulas de Empaque), debe solicitar al auxiliar del Ingeniero de Procesos verbalmente, que repita el muestreo.
- v. Evaluar las características de las muestras tomadas.
- vi. Si el 50% de las muestras no cumplen con las características requeridas, debe etiquetar todo el material con etiqueta roja de rechazado. Si el material con incumplimiento es menor del 50%, debe etiquetar de rechazado únicamente lo que se haya encontrado mal y proseguir a la devolución del material al proveedor con la coordinación respectiva del Ingeniero Planificador.
- vii. En la bitácora de revisión de Material de Empaque, debe anotar la cantidad de material que haya rechazado.

## **F. MANEJO DE INVENTARIO DE LAVAPLATOS CREMA, EN BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO**

### **1. PROPOSITO**

Dar los lineamientos necesarios para el traslado de las diferentes presentaciones de lavaplatos crema, de la planta de producción hacia los racks de la Bodega de Producto Terminado (BPT), y el manejo de inventario de los mismos.

### **2 ALCANCE**

Este procedimiento es aplicable al almacenamiento de producto terminado de lavaplatos crema que está disponible para la venta, después de haber cumplido el período de solidificación. Ésta operación abarca las actividades que se deben realizar desde que el producto sale de la Planta, hasta la colocación del mismo en el área respectiva en la BPT y estar disponible para la venta local o exportación según sea el caso.

### **1. RESPONSABILIDADES**

- a. Es responsabilidad del montacarguista vaciador de la planta, realizar la operación de vaciado de la producción de lavaplatos crema de la Planta.
- b. Es responsabilidad del capturador de producto terminado ingresar al sistema el producto proveniente de las diferentes plantas para su disponibilidad en inventario.
- c. Es responsabilidad del supervisor de distribución y de los analistas de distribución velar por que estos procedimientos se cumplan.
- d. Es responsabilidad del montacarguista de BPT incluir en el armado de un pedido para despacho, únicamente el producto que haya cumplido el período de solidificación del mismo, según la fecha que aparece en la boleta de liberación colocada en la planta.

### **2. PROCEDIMIENTO**

- a. El vaciador revisa en Bodega de Producto Terminado (BPT) si hay espacio suficiente para almacenar el producto terminado que acaba de localizar en planta.
- b. Si hay espacio en BPT, el vaciador procede al vaciado del producto hacia Bodega de Producto Terminado.
- c. El vaciador revisa que el producto terminado en la Planta, esté debidamente identificado con el sticker de código de barras correspondiente al producto, en donde aparece la fecha de cuándo el producto cumple su período de solidificación (Ver anexo 5); verifica que el producto esté correctamente paletizado e identificado de acuerdo a lo que indica sticker de código de barras.
- d. El capturador (persona que hace el ingreso del producto terminado al sistema para que aparezca como inventario disponible) procede a realizar la lectura del código de barras por medio del lector al momento de ingresar el producto a BPT.
- e. Si no hay espacio para almacenar el producto en bodega, el vaciador notifica la situación al supervisor, analista de distribución, o analista de inventarios y NO vacía producto terminado de la planta hasta que haya espacio donde colocarlo. Mientras tanto, se dedicará a la actividad que le sea indicada.
- f. El capturador verifica lo siguiente en el sticker de código de barras:

BODEGA.	Guatemala.
➤ Departamento:	Planta de Jabones
➤ Centro:	Producto terminado.
➤ Turno:	1er. Turno, 2o. turno, 3er. Turno.
➤ Línea:	Número de línea de producción.

#### PRODUCCION

➤ Fecha :	Cuándo se fabricó
➤ Cantidad de cajas	Cuántas cajas contiene la tarima.
➤ Producto:	Código del producto
➤ Descripción:	Qué producto es

#### BODEGA

➤ Fecha de recibo:	Cuando entró a BPT.
➤ Entregado por:	Nombre del vaciador
➤ Recibido por:	Nombre del capturador

#### SISTEMA

Fecha:	Fecha de ingreso al sistema
➤ Cajas	Cantidad de cajas
➤ Tarima completa	Describe si está completa o no.

- g. Si todo está en orden el capturador deja pasar al vaciador a BPT con la tarima de producto terminado.
- h. El capturador procede seguidamente a colocar una boleta de color, que indica el mes actual en que se esta recibiendo el producto; luego el vaciador coloca el producto en el rack correspondiente, siguiendo el procedimiento de primeras en entrar- primeras en salir ( first in- first out), para lograr esto coloca el producto nuevo en los últimos niveles del rack y coloca los más antiguos en los primeros niveles y así estén disponibles para venta local o exportaciones.
- i. Una vez el producto en el rack, el montacargista de BPT, debe prestar atención a la hora de realizar el armado de pedidos para venta, ya que debe respetar la fecha que indica el día en que se cumple el proceso de solidificación del producto.
- j. El montacargista de BPT NO PUEDE DESPACHAR PRODUCTO QUE NO HAYA CUMPLIDO CON LA FECHA LIMITE DE SOLIDIFICACION.

### 3. DEFINICIONES

**Vaciador:** Operador montacarguista encargado de realizar el traslado de producto terminado de las Bodegas de Planta hacia la Bodega de Producto Terminado.

**Capturador:** Persona encargada de realizar el ingreso del producto terminado en el sistema, desde Planta hacia la Bodega de Producto Terminado, para que el mismo esté disponible para la venta.

**Boleta de Liberación:** Boleta que indica la fecha mínima cuando el lavaplatos crema cumple el tiempo de solidificación. A partir de esta fecha, el producto está disponible para la venta.

## **VI. ANÁLISIS, CONFRONTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El fin primordial de esta sección de análisis del presente estudio es dar a la gerencia de la planta una visión clara del funcionamiento de la línea de producción, haciendo énfasis en los niveles de rendimiento y eficiencia con los que la línea debe trabajar para lograr el objetivo establecido en el estudio de factibilidad. Para dicho análisis se utilizará el indicador de Efectividad General del Equipo (O.E.E. Overall Equipment Effectiveness) Se hace también un examen detallado de cuáles son las principales causas que hacen disminuir la capacidad de producción de la línea.

### **A. Distribución de Trabajo por Línea de Producción**

Al estudiar la demanda media diaria de las diferentes variantes de lavaplatos crema que se tiene en el mercado, se llegó a una distribución de carga de trabajo compartido por las dos líneas de producción de manera que se logre suplir sin contratiempos dicha demanda, sin forzar la utilización del equipo en la línea.

El cuadro #1 muestra un panorama de cómo se tendría que trabajar la línea # 1 antes de la instalación de la nueva línea. Vemos claramente que el porcentaje de utilización (96%) es bastante alto, ésto significa que la maquinaria era explotada para lograr cumplir con los requerimientos de producción.

Existe un alto riesgo si se maneja una utilización tan alta del equipo, y éste es que en cualquier momento el equipo fallará debido a una sobrecarga de trabajo.

Veamos entonces a continuación cómo deberá quedar distribuida la producción para lograr maximizar la productividad de ambas líneas :

1. CAPACIDAD Y UTILIZACIÓN-LÍNEA # 1 (Antes de instalación de línea # 2)

Producto	Tamaño (gr)	Un caja	Peso caja (kg)	Total Cajas	Total Tons	Asignación a línea	Tons Asignadas	1999 % eficiencia	Vel. (un/min)	Min. Requeridos	Minutos Disp.	Max. Capacidad	% utilización
AX LIMON 1200 GR.	1,200	12	14.52	25,800	375	100%	375	65%	12	39,692		391	
AX LIMON ECON.	450	18	8.1	229,554	1,859	100%	1,859	65%	98	64,866		1,939	
AX. LIMON GIG.	250	24	6	337,170	2,023	100%	2,023	65%	112	111,155		2,110	
AX. LIMON POPULAR	125	24	3	213,350	640	100%	640	65%	105	75,024		668	
VEL PASTA GIG.	250	24	6	18,000	108	100%	108	65%	112	5,934		113	
VEL PASTA ECON.	450	18	8.1	14,400	117	100%	117	65%	98	4,069		122	
AX. LIMA LIMON GIG.	250	24	6	20,400	122	100%	122	65%	112	6,725		128	
AX LIMA LIMON ECON.	450	18	8.1	16,800	136	100%	136	65%	98	4,747		142	
AX. ANTIBAC. GIG.	250	24	6	13,650	82	100%	82	65%	112	4,500		85	
AX ANTIBAC. ECON.	450	18	8.1	42,060	341	100%	341	65%	98	11,885		355	
D.B. GIGANTE	250	36	9	130,629	1,176	100%	1,176	65%	112	64,597		1,226	
D.B. ECONOMICO	450	18	8.1	107,124	868	100%	868	65%	98	30,271		905	
AX. CANELA	450	18	8.1	40,500	328	100%	328	65%	98	11,444		342	
<b>TOTAL</b>													<b>96%</b>

315 días

Cuadro # 1

## 2. CAPACIDAD Y UTILIZACION-LINEA 1 (Producción distribuida)

Asignación de producción a la línea # 1 contando con la instalación de la nueva línea # 2.

Producto	Tamaño (gr)	Un caja	Peso Caja (kg)	Total Cajas	Total Tons	Asignación a línea	Tons Asignadas	1999 % eficiencia	Vel. un min	Minutos Requeridos	Minutos Disponibles	Max. Capacidad	% utilización
AX LIMON 1200 GR.	1,200	12	14.52	25,800	375	100%	375	65%	12	39,692		604	
AX LIMON ECON.	450	18	8.1	229,554	1,859	75%	1,395	65%	98	48,650		2,249	
AX. LIMON GIGANTE	250	24	6	337,170	2,023	75%	1,517	65%	112	83,366		2,447	
AX. LIMON POPULAR	125	24	3	213,350	640	75%	480	65%	105	56,268		774	
VEL PASTA GIGANTE	250	24	6	18,000	108	30%	32	65%	112	1,780		52	
VEL PASTA ECON.	450	18	8.1	14,400	117	30%	35	65%	98	1,221		56	
AX. LIMA LIMON GIG.	250	24	6	20,400	122	30%	37	65%	112	2,018		59	
AX LIMA LIMON ECON.	450	18	8.1	16,800	136	30%	41	65%	98	1,424		66	
AX. ANTIBAC. GIG	250	24	6	13,650	82	70%	57	65%	112	3,150		92	
AX ANTIBAC. ECON.	450	18	8.1	42,060	341	70%	238	65%	98	8,320		385	
D. B. GIGANTE	250	36	9	130,629	1,176	30%	353	65%	112	19,379		569	
D. B. ECONOMICO	450	18	8.1	107,124	868	30%	260	65%	98	9,081		420	
AX. CANELA	450	18	8.1	40,500	328	60%	197	65%	98	6,867		317	
<b>315 días</b>													<b>62%</b>

Cuadro # 2

### 3. CAPACIDAD Y UTILIZACION - LÍNEA #2 - Proyecto de Crecimiento (Producción distribuida)

De esta manera queda asignada la producción de la línea # 2, que comparte la producción con la línea antigua para que ambas logren suplir la demanda de producción.

Producto	Tamaño (gr)	Un/Caja	Peso/Caja (kg)	Total Cajas	Total Tons	Asignación a línea	Tons Asignadas	% eficiencia	Vel. Un/min	Minutos Requeridos	Minutos Disponibles	Max. Capacidad	% utilización
AX LIMON 1200 GR.	1,200	12	14.52	25,800	375	0%	0	67%	12	0		0	
AX LIMON ECON.	450	18	8.1	229,554	1,859	25%	465	67%	98	17,568		1,266	
AX LIMON GIGANTE	250	24	6	337,170	2,023	25%	506	67%	112	30,104		1,378	
AX LIMON POPULAR	125	24	3	213,350	640	25%	160	67%	105	20,319		436	
VEL PASTA GIGANTE	250	24	6	18,000	108	70%	76	67%	112	4,500		206	
VEL PASTA ECON.	450	18	8.1	14,400	117	70%	82	67%	98	3,086		222	
AX LIMA LIMON GIG.	250	24	6	20,400	122	70%	86	67%	112	5,100		233	
AX LIMA LIMON ECON.	450	18	8.1	16,800	136	70%	95	67%	98	3,600		260	
AX ANTIBAC. GIG.	250	24	6	13,650	82	30%	25	67%	112	1,463		67	
AX ANTIBAC. ECON.	450	18	8.1	42,060	341	30%	102	67%	98	3,863		278	
DONA BLANCA GIG.	250	36	9	130,629	1,176	70%	823	67%	112	48,986		2,242	
DONA BLANCA ECON.	450	18	8.1	107,124	868	70%	607	67%	98	22,955		1,655	
AX CANELA	450	18	8.1	40,500	328	40%	131	67%	98	4,959		357	
<b>TOTAL</b>							<b>3,600</b>			<b>66,502</b>	<b>43,600</b>	<b>3,600</b>	<b>37%</b>

315 días

Cuadro # 3

Las fórmulas empleadas para el cálculo de las tablas anteriores se presenta a continuación:

- Total Cajas :** Proyección Demanda de Mercado
- Total Tons :**  $\frac{(\text{Total cajas} \times \text{peso/caja})}{1000}$
- Tons Asignadas:**  $\frac{(\text{Total tons}) \times (\text{Asignación a la línea})}{\% \text{ eficiencia}}$
- Minutos Disponibles:** (315 días) x (24 horas/día) x (60 min/hora) = 453,600 min.
- Máxima Capacidad:**

$$\left( \left( \left( \frac{\text{min requeridos}}{\text{total min req.}} \right) \times \left( \text{minutos disponibles} \right) \right) \times \left( \frac{\text{velocidad}}{\text{un/min}} \right) \times \left( \frac{\%}{\text{eficiencia}} \right) \right) \times \frac{\text{Peso}}{\text{Caja}}$$


---

Un/caja

---

1000

### B. Análisis de Productividad de la línea. Medición del O.E.E. (Efectividad General del Equipo)

A continuación se presenta un análisis del rendimiento de la línea y se hace énfasis en las principales causas de paradas de equipo que existieron en el transcurso de mayo 2000 a enero 2001, lapso en que se realizó el presente estudio. De la misma manera se hará el cálculo del indicador de Efectividad General del Equipo (O.E.E. Overall Equipment Effectiveness), el cual posteriormente se comparará al porcentaje de O.E.E. con el cual la línea de producción debe trabajar para lograr cumplir con los objetivos de producción, establecidos con anterioridad.

# 1. Detalle de Paradas de Equipo

Detalle de Paradas de Equipo- (Mayo, Junio, Julio) 2000

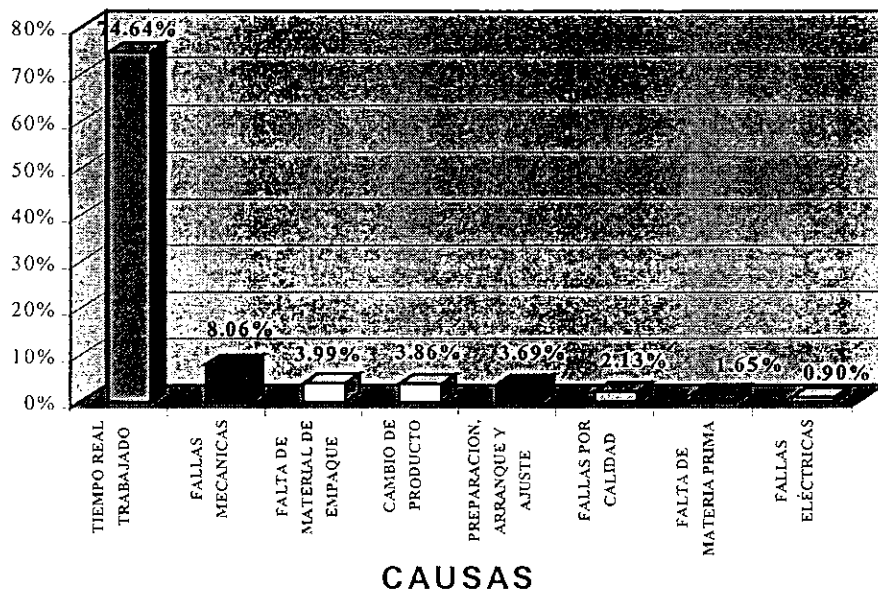
Pareto de Primer Grado

Días Analizados: 65

Tiempo de Operación: 74,050 min

CAUSA	%	MIN
TIEMPO REAL TRABAJADO	74.64%	55,270
FALLAS MECANICAS	8.06%	5,965
FALTA DE MATERIAL DE EMPAQUE	3.99%	2,955
CAMBIO DE PRODUCTO	3.86%	2,860
PREPARACION, ARRANQUE Y AJUSTE	3.69%	2,735
FALLAS POR CALIDAD	2.13%	1,575
FALTA DE MATERIA PRIMA	1.65%	1,225
FALLAS ELÉCTRICAS	0.90%	670
OTROS	0.74%	545
FALTA DE SERVICIOS	0.34%	250
<b>TOTAL</b>		<b>74,050</b>

## PARETO DE PRIMER GRADO-MAYO, JUNIO, JULIO 2000

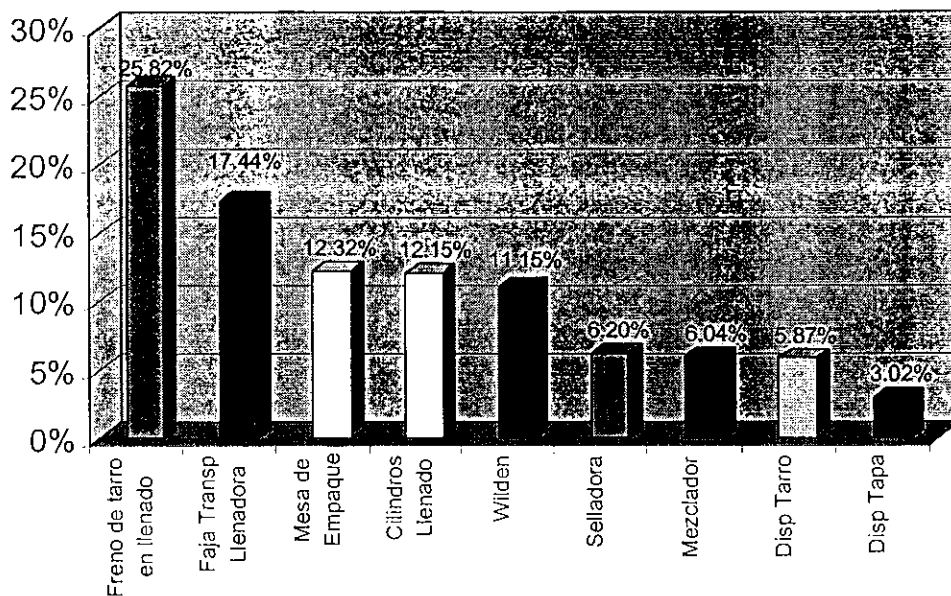


**Detalle de Paradas de Equipo- (Mayo, Junio, Julio) 2000**  
**Pareto de Segundo Grado- FALLAS MECÁNICAS**

Días Analizados: 65  
 Tiempo perdido debido a fallas mecánicas: 5,965 min

CAUSA	%	MIN
FRENO DE TARRO EN LLENADO	25.82%	1,540
FAJA TRANSPORTADORA DE LLENADORA	17.44%	1,040
MESA DE EMPAQUE	12.32%	735
CILINDROS DE LLENADO	12.15%	725
BOMBA WILDEN	11.15%	665
SELLADORA	6.20%	370
MEZCLADOR	6.04%	360
DISPENSADOR DE TARRO	5.87%	350
DISPENSADOR DE TAPA	3.02%	180
TOTAL		5,965

**Pareto de 2do. Grado-Mayo,Junio,Julio**  
**Fallas Mecánicas**



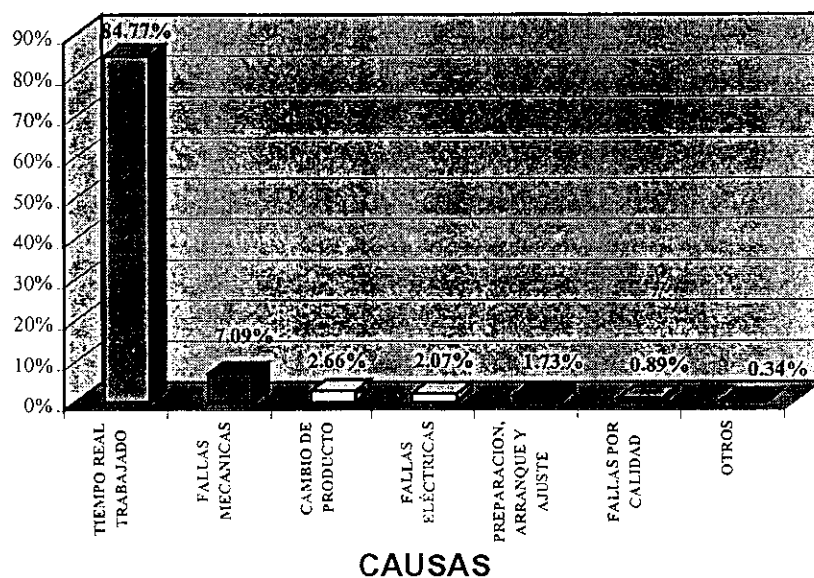
**Detalle de Paradas de Equipo- (Agosto, Septiembre, Octubre) 2000**  
**Pareto de Primer Grado**

Días Analizados: 52

Tiempo de Operación: 59,240 min

CAUSA	%	MIN
TIEMPO REAL TRABAJADO	84.77%	50,216
FALLAS MECANICAS	7.09%	4,200
CAMBIO DE PRODUCTO	2.66%	1,575
FALLAS ELÉCTRICAS	2.07%	1,225
PREPARACION, ARRANQUE Y AJUSTE	1.73%	1,025
FALLAS POR CALIDAD	0.89%	525
OTROS	0.34%	200
FALTA DE SERVICIOS	0.30%	180
FALTA DE MATERIA PRIMA	0.16%	94
<b>TOTAL</b>		<b>59,240</b>

**PARETO DE PRIMER GRADO-AGOSTO, SEPT,OCT 2000**

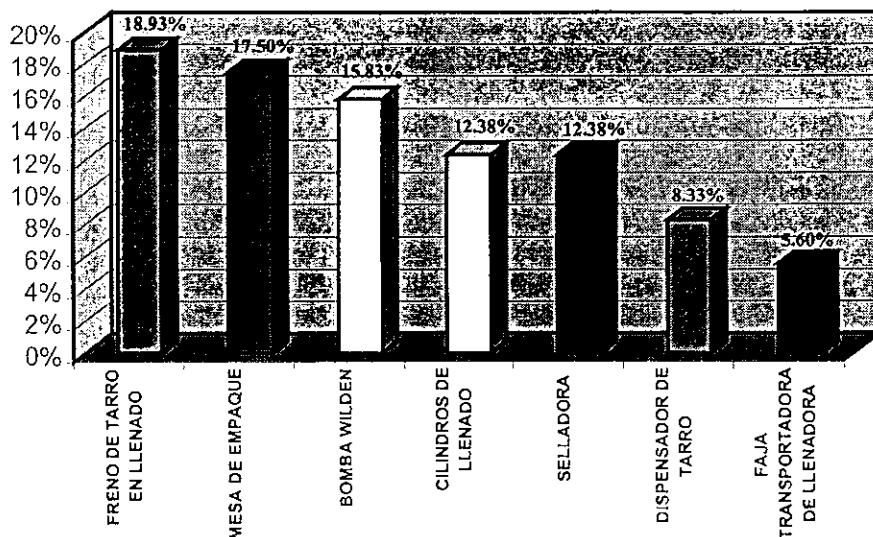


**Detalle de Paradas de Equipo- (Agosto, Septiembre, Octubre) 2000**  
**Pareto de Segundo Grado- FALLAS MECÁNICAS**

Días Analizados: 52  
 Tiempo perdido debido a fallas mecánicas: 4,200 min

CAUSA	%	MIN
FRENO DE TARRO EN LLENADO	18.93%	795
MESA DE EMPAQUE	17.50%	735
BOMBA WILDEN	15.83%	665
CILINDROS DE LLENADO	12.38%	520
SELLADORA	12.38%	520
DISPENSADOR DE TARRO	8.33%	350
FAJA TRANSPORTADORA DE LLENADORA	5.60%	235
MEZCLADOR	4.76%	200
DISPENSADOR DE TAPA	4.29%	180
<b>TOTAL</b>		<b>4,200</b>

**PARETO DE SEGUNDO GRADO-AGOSTO, SEPT., OCT. 2000**  
**FALLAS MECANICAS**



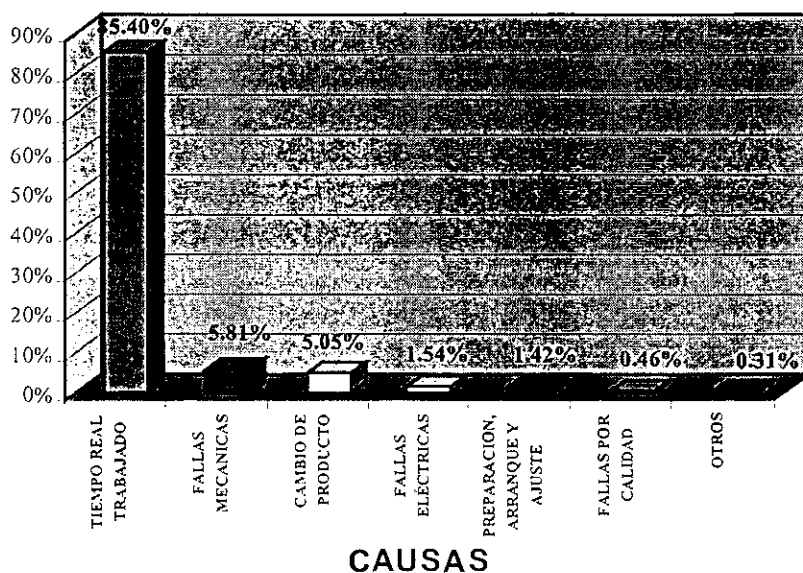
**Detalle de Paradas de Equipo- (Noviembre, Diciembre, Enero 2001)**  
**Pareto de Primer Grado**

Días Analizados: 57

Tiempo de Operación: 64,936 min

CAUSA	%	MIN
TIEMPO REAL TRABAJADO	85.40%	55,456
FALLAS MECANICAS	5.81%	3,775
CAMBIO DE PRODUCTO	5.05%	3,280
FALLAS ELÉCTRICAS	1.54%	1,000
PREPARACION, ARRANQUE Y AJUSTE	1.42%	925
FALLAS POR CALIDAD	0.46%	300
OTROS	0.31%	200
<b>TOTAL</b>		<b>64,936</b>

**PARETO DE PRIMER GRADO-NOV., DIC., ENERO 2001**



**Detalle de Paradas de Equipo- (Noviembre, Diciembre, Enero 2001)**  
**Pareto de Segundo Grado- FALLAS MECÁNICAS**

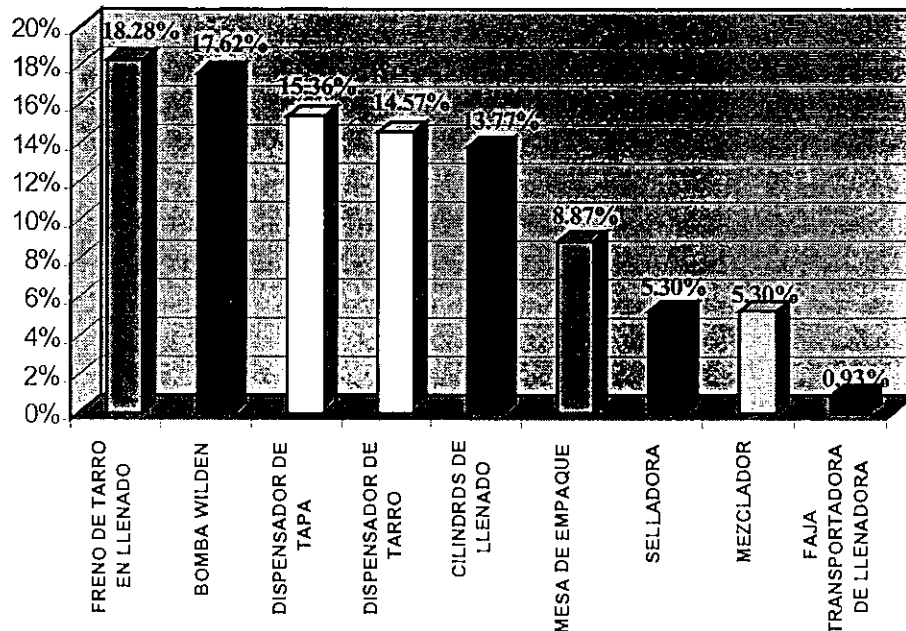
Días Analizados:

57

Tiempo perdido debido a fallas mecánicas: 3,775 min

CAUSA	%	MIN
FRENO DE TARRO EN LLENADO	18.28%	690
BOMBA WILDEN	17.62%	665
DISPENSADOR DE TAPA	15.36%	580
DISPENSADOR DE TARRO	14.57%	550
CILINDROS DE LLENADO	13.77%	520
MESA DE EMPAQUE	8.87%	335
SELLADORA	5.30%	200
MEZCLADOR	5.30%	200
FAJA TRANSPORTADORA DE LLENADORA	0.93%	35
<b>TOTAL</b>		<b>3,775</b>

**PARETO DE SEGUNDO GRADO-NOV., DIC., ENERO 2001**  
**FALLAS MECANICAS**



## 2. Medición del O.E.E. (Efectividad General del Equipo)

Las tablas anteriores nos proporcionan información sobre los paros no planeados que se hicieron en la línea de producción. Si se utiliza el tiempo de operación de la línea y el tiempo perdido debido a motivos específicos, se puede proceder al cálculo de indicador de O.E.E., el cual nos dará una visión clara del rendimiento de la línea.

Tiempo de Operación: min.	198,226
Paros Planeados:	17,197 min.
Paros no planeados:	37,284 min.
Tiempo Neto de Operación (Tiempo operativo total-Paros planeados): min.	181,029
Velocidad (ponderada): un/min.	95.31
Producción registrada: un.	5,985,834

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Neto de Operación} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Tiempo Neto de Operación}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(181,029 \text{ min.} - 37,284 \text{ min.})}{181,029 \text{ min.}} = 0.79$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Actual}}{\text{Capacidad de Producción}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{5,985,834 \text{ unidades}}{7,088,647 \text{ unidades}} = 0.844$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción Actual que cumple con especificaciones}}{\text{Producción Actual Neta}}$$

En éste caso se utilizará el índice de calidad encontrado mediante los diferentes factores de calidad a evaluar. Más adelante se presenta dicho análisis.

$$\text{Calidad} = 0.9766$$

O.E.E.(Efectividad Gral del Equipo): Disponibilidad x Rendimiento x Calidad x 100

$$\text{O.E.E.} = 0.79 \times 0.844 \times 0.9766 \times 100 = 65.15\%$$

## **Discusión de resultados del O.E.E.:**

Como se pudo observar en el cálculo de O.E.E. (65.15%) recién elaborado, vemos que los principales factores que afectan dicho indicador son los bajos índices de disponibilidad (79%) y el considerablemente bajo índice de rendimiento (84.4%). En este caso en particular enfocaremos el estudio al índice de disponibilidad, ya que de cierta manera va proporcionalmente relacionado con el indicador de rendimiento, ya que en tanto más tiempo se pierde en la línea de producción, menos serán los niveles de producción de producto terminado.

Al observar el indicador de disponibilidad (79%), éste nos muestra que hubo mucho tiempo perdido en la operación de la línea. Es por eso que se desarrollaron los diagramas de Pareto para tener una visión más clara, mediante un medio gráfico, de los principales factores que afectaron la operación continua de la línea. Al observar los resultados de los diagramas de Pareto, las fallas mecánicas, los cambios de producto y los tiempos de preparación, arranque y ajustes, son los principales problemas que se presentaron durante la operación de la línea.

Las fallas mecánicas son las causas más críticas de paros no planeados que representan un 7% del tiempo neto de operación. La segunda causa más alta de pérdida de tiempo es el cambio de producto ya que alcanza un 4.3% del tiempo neto de operación. Es por esto que se desarrolló un estudio de diagrama de Pareto específico para Fallas Mecánicas de manera que se pueda identificar el mayor problema de fallas mecánicas y llegar a una toma de decisión respecto del diseño de un plan de mantenimiento más eficiente y específico. Más adelante, en la página 56 se presenta un cuadro descriptivo del tiempo invertido en mantenimiento preventivo, así como, el tiempo perdido por mantenimiento correctivo (que es el que se debe eliminar o minimizar).

### **3. Mejoramiento del Procedimiento de Cambio de Producto**

Para un mejoramiento en el tiempo de cambio de producto, a continuación se presenta el siguiente análisis de mejoramiento de operación.

Descripción de cambio de producto:

1. Lavado de tanque (15 a 20 min.)
  - Conectar la manguera a la llave de agua.
  - Ajustar la presión de agua.
  - Lavar el mezclador
  - Lavar sistema de inyección de lavaplatos crema, en la llenadora.
  - Cerrar llaves.
  
2. Cambio de presentación (20min.)
  - Cambio de tapa/tarro
  - Ajustar la llenadora para el tamaño de tarro y tapa a utilizar.
  - Ajustar la selladora para el tamaño de corrugado a utilizar.

### 3. Preparación de material de empaque en línea de producción. (2 min.)

Al utilizar el diseño de mejoramiento de Cambio de Producto según Shiego Shingo, podemos clasificar los cambios internos de los externos.

#### *Fase 1: Separar Cambios Internos de Externos*

##### Cambios Internos:

1. Lavado de tanque (15 a 20 min.)
  - Conectar la manguera a la llave de agua.
  - Ajustar la presión de agua.
  - Lavar el mezclador
  - Lavar sistema de inyección de lavaplatos crema, en la llenadora.
  - Cerrar llaves.
2. Cambio de presentación (20min.)
  - Cambio de tapa/tarro
  - Ajustar la llenadora para el tamaño de tarro y tapa a utilizar.
  - Ajustar la selladora para el tamaño de corrugado a utilizar.

##### Cambio externos:

### 3. Preparación de material de empaque en línea de producción. (2 min.)

#### *Fase 2: Convertir Cambios Internos y Externos*

El siguiente paso es revisar las actividades que se hacen cuando la máquina esta parada, y encontrar medios para llevarlas a cabo cuando la máquina no está parada.

##### Actividades que pueden volverse Externas:

- Todas las herramientas para quitar, poner y ajustar mangueras a las líneas de agua del mezclador y llenadora, deben y tienen que estar disponibles en su lugar de almacenamiento. Para esto se debe fabricar un pequeño cajón a un lado de la línea de producción en donde el operador encargado del ajuste de las mangueras pueda prescindir de dichas herramientas inmediatamente, en lugar de ir al área de taller de la planta a buscarlas y posiblemente no encontrarlas debido a que están en uso en otra línea de producción.
- Las mangueras de limpieza, deben estar colgadas cerca del área de la línea en un mueble para ese uso específico, para no atrasar las actividades internas. Lo mismo que el punto anterior, evitar que el operador encargado de esta actividad tenga que ir al área de taller de la planta a buscar las mangueras y posiblemente no encontrarlas

disponibles.

- Los tarros y tapas para el cambio de tamaño y presentación, deben estar disponibles en un área específica, delimitada y ordenada en la bodega de la planta, para que sean fáciles de encontrar.
- El carro transportador de materiales de empaque (tarro, tapa y corrugado) debe estar en el área asignada de la línea, para usarse cuando se requiera ir a buscar dichos materiales a la bodega.
- Las herramientas para ajustar la llenadora y selladora deben estar disponibles, en el lugar asignado de la línea.

*Fase 3: Alinear todos los aspectos del cambio Interno:*

Esta fase incluye técnicas para reducir el tiempo de cambios internos, por ejemplo, hacer operaciones paralelas (2 ó más operarios).

- Las actividades de ajustes de tamaño de presentación en la llenadora y selladora pueden hacerse paralelas al lavado del mezclador y de la llenadora con la ayuda de los auxiliares de línea, “capacitados” para hacer estas operaciones. *Es importante resaltar que no solamente los operadores líderes pueden realizar estas tareas.* Estas actividades de cambio de producto se pueden llevar a cabo en forma paralela, para ahorrar la suma de estos tiempos que, según observaciones en la práctica, duran aprox. 40 min, reduciéndose por lo menos a 25min.

**Si se utilizan eficientemente estos sencillos pasos o ajuste de actividades realizadas, en tiempo de cambio de producto se podría reducir de aprox. 42 min. a aprox. 25-27 min. Al reducir el tiempo perdido, se incrementa la productividad y por ende la producción, que es lo más importante.**

#### 4. Análisis de Control de Calidad de la Línea

A continuación se presenta el análisis de control de calidad de la línea de producción. Este análisis, al igual que los indicadores de productividad y mantenimiento preventivo/correctivo, surge mediante la interpretación de datos obtenidos por el formato de “Control de Producción Diaria”. Se presenta dicho análisis por medio de una tabla consolidada de resultados en la cual se resumen los principales problemas de calidad presentados durante la producción del lavaplatos crema.

El objetivo principal de dicho análisis, al igual del estudio de productividad y mantenimiento, es presentar a la gerencia de planta una visión real del desempeño de la calidad del producto terminado manufacturado, de manera que se puedan tomar las decisiones acertadas para la eliminación total o disminución de los problemas que afecten tanto la calidad del material de empaque como el producto en sí.

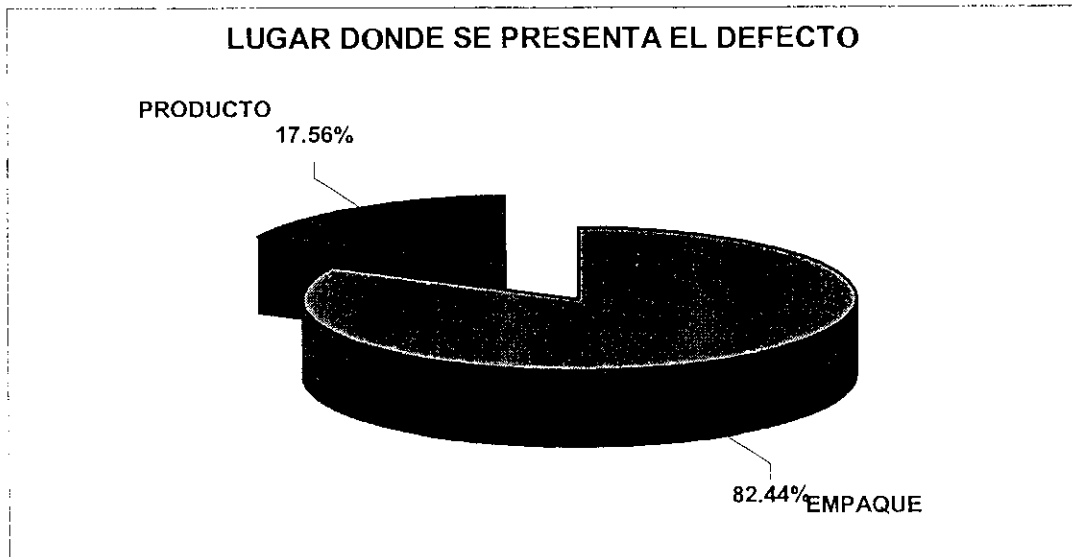
Defectos de Calidad –Mayo2000-Enero2001

Número de unidades producidas: 5,985,834

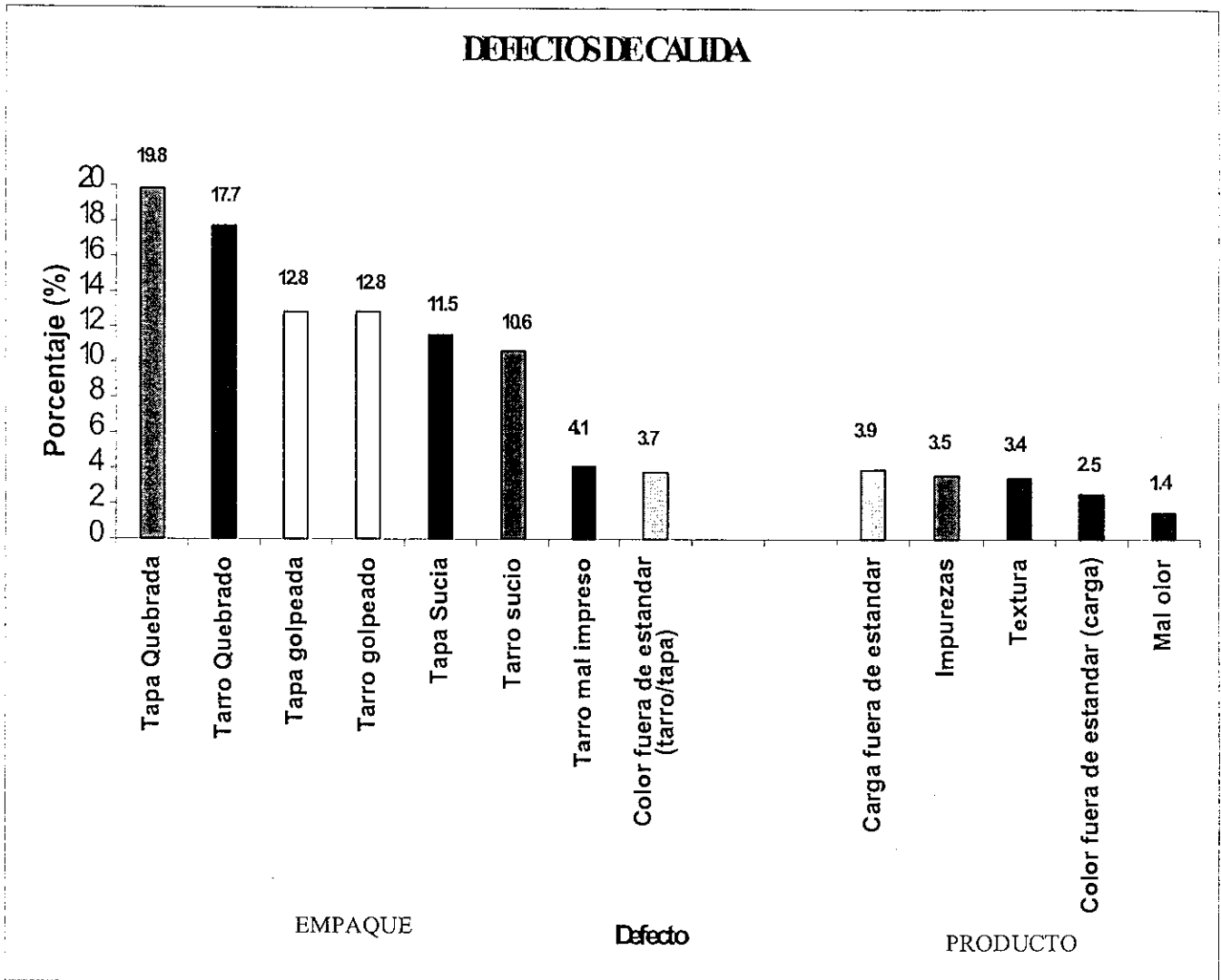
Número de unidades muestreadas: 12,920

Indice de Calidad Acumulado (Total): 97.66

DEFECTOS DE EMPAQUE	LIGERO	MODERADO	CRITICO	EFECTO	%
Tapa Sucia	701	0	0	0.27	11.57
Tapa Quebrada	1189	0	0	0.46	19.63
Tarro Quebrado	1061	0	0	0.41	17.52
Tapa golpeada	766	0	0	0.30	12.65
Tarro golpeado	765	0	0	0.30	12.63
Tarro sucio	634	0	0	0.25	10.47
Tarro mal impreso	238	0	0	0.09	3.93
Color fuera de estandar (tarro/tapa)	217	0	0	0.08	3.58
<b>Total Defectos de Empaque</b>	<b>5571</b>				
DEFECTOS DE PRODUCTO	LIGERO	MODERADO	CRITICO	EFECTO	%
Textura	199	0	0	0.08	3.29
Color fuera de estandar (carga)	155	0	0	0.06	2.56
Mal olor	79	0	0	0.03	1.30
Impurezas	362	0	0	0.14	5.98
Carga fuera de estandar	392	0	0	0.15	6.47
<b>Total Defectos de Producto</b>	<b>1187</b>				
<b>TOTAL</b>	<b>6758</b>			<b>2.46</b>	<b>(0.10)</b>



## DEFECTOS DE CALIDA



Las fórmulas empleadas para el cálculo de la tabla anterior se presenta a continuación:

**Efecto :** 
$$\frac{(\# \text{ defectos ligeros} \times 5) + (\# \text{ defectos moderados} \times 140) + (\# \text{ defectos críticos} \times 750)}{\text{Número de muestras}}$$

Los factores 5, 140 y 750 factores pre-establecidos por la empresa para la medición de la gravedad en la falla de calidad.

**% :** 
$$\frac{(\text{Efecto del defecto específicos (ligero+moderado+crítico)}) \times 100}{\text{Sumatoria de Efectos}}$$

**Indice de calidad:**  $100 - \text{Sumatoria de Efecto}$

## a. Discusión Sobre Índice de Control de Calidad

El principal defecto sobre el producto terminado se da en el material de empaque. Este representa el 82.44% del total de defectos detectados sobre las muestras analizadas. Debido a este porcentaje mayoritario, vamos a enfocar en dichos defectos de calidad, así como las posibles causas y soluciones para la disminución de éstos defectos de calidad .

Como muestra la gráfica anterior, los problemas que más afectan la calidad del material de empaque son: tarro/tapa quebrada (37.53%), tarro/tapa golpeados (25.66%) y tarro/tapa sucios (22.23%). Es evidente que la solución para un mejoramiento en el índice de calidad general y específicamente en los problemas de calidad de material de empaque, debe enfocarse hacia el manejo de materiales en la bodega de la planta.

Nos planteamos ahora las siguientes interrogantes: ¿Por qué se daña tanto el material de empaque en la bodega?. ¿Los montacarguistas no están adecuadamente capacitados para el manejo de los mismos?. ¿Los montacarguistas no tienen el suficiente cuidado con los materiales?. ¿Es adecuado el lugar de almacenaje de los materiales?.

Bastó una observación detenida del manejo de materiales en la bodega para encontrar la respuesta a las interrogantes planteadas. La razón del alto daño de materiales de empaque en la bodega de debe, en su mayoría, a que el crecimiento de la planta no fue proporcional al crecimiento de la bodega de la misma. Es decir, la planta de producción creció hacia donde se encontraba la bodega, disminuyendo el espacio de ésta y por consiguiente aumentando el desorden del almacenaje del material de empaque. Los "racks" o estanterías donde se almacena el material de empaque ya no alcanzan para colocar todo el material que se utiliza en producción. Entonces las cajas que contienen el tarro y tapa están apiladas una sobre otra. Debido a esto, los corrugados que contienen dichos tarros y tapas se vencen debido al peso que tienen encima, y dañan lo que se encuentra en su interior.

Es indispensable, un orden en el área de bodega ya que esto facilita el manejo de materiales, y ayuda a disminuir las variaciones de inventario, así como la pérdida de materiales debido al daño de los mismos. Se debe ubicar el inventario que no quepa, en bodegas de otras plantas o bien exigir al proveedor un mejoramiento en la consistencia del corrugado que contiene el tarro y tapa para que soporte el peso del nuevo entarimado.

Atacando de esta manera el problema de almacenamiento de materiales, se calcula que los daños de material de empaque pueden reducirse de un 63.19% (tarro/tapa quebrados y golpeados) a por lo menos un 20%, incrementando el índice de calidad de 97.66 a 98.84. Esto a su vez aumentaría el índice de O.E.E. de la línea de producción de 65.15% a cuando menos 72%, ya que dicho incremento afecta las variables de calidad y tiempo perdido debido a fallas por calidad. Se perdería menos tiempo en la línea y aumentaría la producción en general.

## 5. Mantenimiento de la línea

Días Analizados: 174

Tiempo de Operación: 198,226 min (3,303 hr)

PARTE DEL EQUIPO	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE
	Frecuencia	HRS	Frecuencia	HRS	Frecuencia	HRS	HRS	%
Reparacion de Rodillo-Mesa de Empaque	8	24.00	20	30.08	1	1.00	55.08	14.13%
Reparacion Dispensador de Tarro-Llenadora	8	24.00	5	20.83	0	0.00	44.83	11.50%
Reparación Dispensador de Tapa-Llenadora	8	24.00	7	15.67	0	0.00	39.67	10.18%
Ajuste de freno-Llenadora	0	0.00	31	40.40	0	0.00	40.40	10.37%
Cambio de cilindros-Llenadora	4	12.00	3	10.41	0	0.00	22.41	5.75%
Cambio de empaques a embolo-Llenadora	1	2.00	1	1.00	0	0.00	3.00	0.77%
Limpieza de bandas-Llenadora	2	2.00	1	1.00	1	2.00	5.00	1.28%
Limpieza de Boquillas-Llenadora	8	8.00	1	1.17	0	0.00	9.17	2.35%
Ajuste general-Llenadora	8	16.00	1	1.00	8	4.00	21.00	5.39%
Ajuste de cilindros-Llenadora	4	8.00	18	18.00	1	0.50	26.50	6.80%
Ajuste de sensor de tarro-Llenadora	3	4.75	0	0.00	1	2.00	6.75	1.73%
Reparación/cambio diafragmas-Bomba W.	8	16.00	8	23.25	0	0.00	39.25	10.07%
Reparación faja de salida-Llenadora	8	8.00	15	21.83	0	0.00	29.83	7.65%
Reparación sist. Hidráulico -mezclador	0	0.00	1	12.67	0	0.00	12.67	3.25%
Reparacion de olla-Llenadora	2	12.00	0	0.00	0	0.00	12.00	3.08%
Ajuste general-Selladora	0	0.00	6	18.17	4	4.00	22.17	5.69%
<b>PORCENTAJE DE MANTENIMIENTO</b>	<b>15%</b>	<b>4%</b>	<b>54%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>80%</b>	

### a. Discusión sobre el mantenimiento de la línea

Luego de la revisión de los diagramas de Pareto, elaborados en las pags. 43-48. Vemos el papel que las fallas mecánicas jugaron en el rendimiento de la línea de producción. Tal y como se mencionó con anterioridad, éstas son la causa más crítica de paros no planeados, que representan un 7% del tiempo neto de operación. Los diagramas de Pareto específicos para Fallas Mecánicas nos proporcionan una herramienta muy útil para detectar los principales problemas de fallo que se tuvieron, así como para una toma de decisiones específicas sobre el equipo utilizado, y la efectividad del plan de mantenimiento preventivo.

Para el análisis de la tabla anterior, cabe mencionar que mantenimiento por observación implica ajustes y/o reparaciones que los operadores de la línea realizan sin incurrir en el paro de la misma. Por ejemplo, ajustes en la llenadora; ajustes en la selladora; reparaciones de rodillo en

la mesa de empaque, se realizaron cuando hubo algún cambio de producto, cuando se estaba preparando la línea para arrancar, etc.

Vemos en la tabla anterior que el plan de mantenimiento mensual no fue tan efectivo como se esperaba. El 55% de mantenimiento fue correctivo y el otro 45% fue mantenimiento preventivo y por observación.

Esta relación es negativa ya que la mayoría del tiempo la línea de producción paró debido a reparaciones no planificadas ocasionadas por fallas diversas en el equipo.

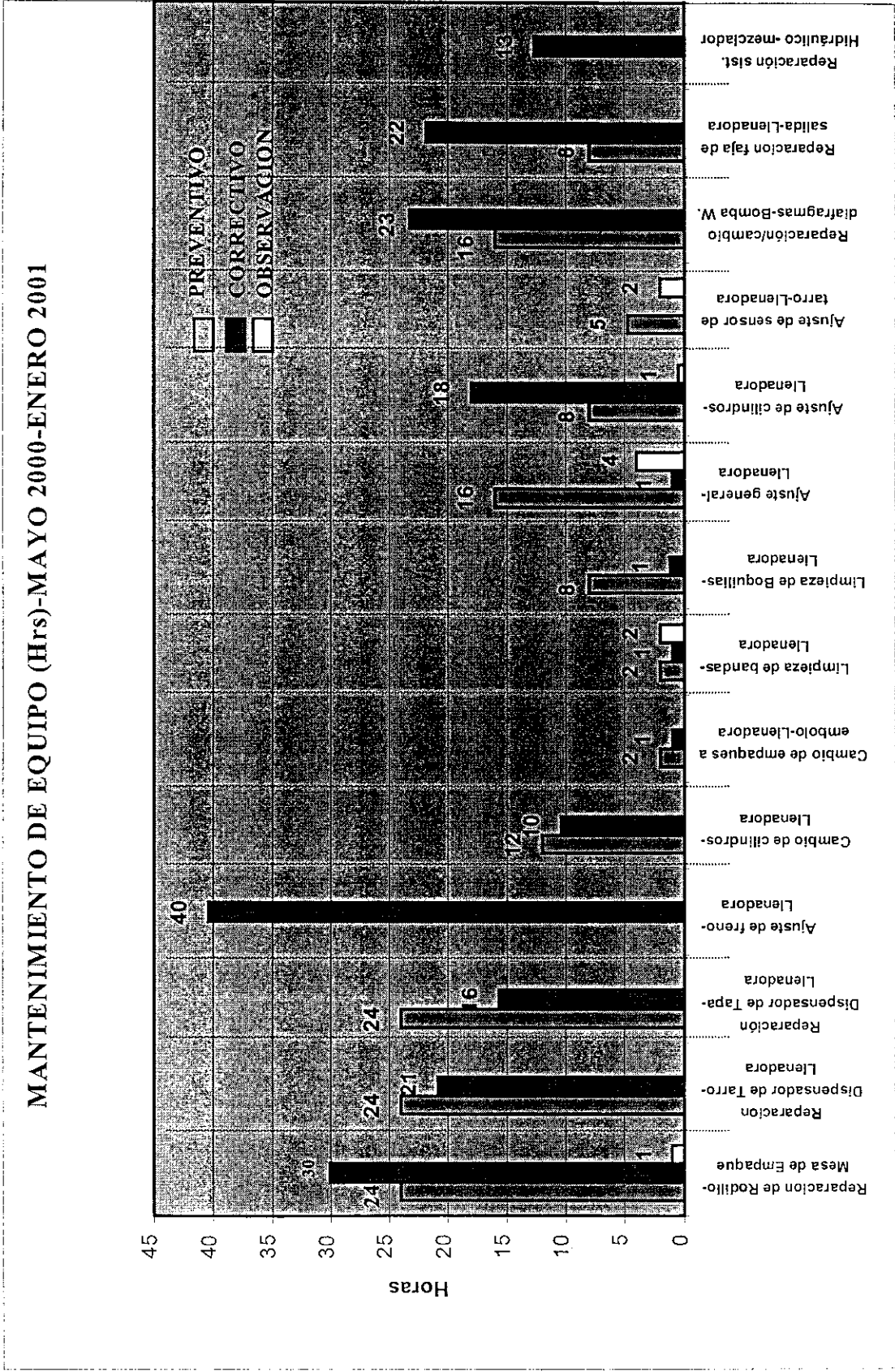
Si se analizan a detalle las fallas mecánicas, vemos que la mayoría de problemas ocurrieron en la llenadora. Esto posiblemente es debido a que la llenadora, al igual que toda la maquinaria, es equipo usado. El proyecto de crecimiento y expansión no contempló, por diversas razones, la compra de equipo nuevo para la instalación de la nueva línea de producción. El equipo utilizado fue trasladado de otra subsidiaria de la empresa hacia la subsidiaria local.

Que el equipo haya sido usado en el pasado, no implica que éste no sirva o esté seriamente dañado. Es lógico que si dentro del estudio de factibilidad no se consideró la compra de equipo nuevo para la línea, quiere decir que el equipo que se trajo, todavía se encuentra en condiciones de producción a una cierta capacidad y porcentaje de utilización. Se considera que el mayor error consistió en no darle el seguimiento respectivo al plan de mantenimiento con el que se trabajaba con anterioridad en la subsidiaria que proveyó el equipo. Se obtuvo el equipo, se instaló, se repararon los problemas que se detectaron visualmente y durante las pruebas de producción. Se procedió a diseñar un plan de mantenimiento pero con el grave error de no tomar en cuenta el historial de reparaciones y mantenimiento del mismo, es por eso que se forzó el equipo y falló sin poder anticiparse. El plan de mantenimiento ha sido improvisado según las fallas que éste vaya presentando.

Se espera en un futuro cercano, aproximadamente en los próximos 2 meses, que el plan de mantenimiento preventivo diseñado logre una mayor efectividad debido al historial de fallas y al conocimiento más profundo y detallado del equipo. Todo esto a costa de paros no planificados en la producción correspondientes a un 7% del tiempo neto de operación de la línea.

En la siguiente página podemos observar de una manera gráfica el análisis comparativo de los diferentes tipos de mantenimiento que se hicieron en la línea de producción, así como la parte específica del equipo que fue afectada.

Grafica de mantenimiento



6. Niveles de Producción Mensual Total  
Línea # 1 y Línea # 2

A continuación se presentan los resultados de producción. En la primera tabla se incluyen los niveles de producción de la línea # 1 (original), y luego se presenta el panorama de producción de las dos líneas, luego de la puesta en marcha de la línea # 2 en mayo/2000

PROYECTO DE CRECIMIENTO  
LÍNEA # 1 + LÍNEA # 2

LÍNEA # 1

Producto	PRODUCCIÓN REAL		PRODUCCIÓN ESPERADA		% Cobertura Mercado Ene00-May00	PRODUCCIÓN REAL		PRODUCCIÓN ESPERADA		% Cobertura Mercado May00-Dic00	% Cobertura Mercado Año 2000
	Ene00-Abr00		Ene00-Abr00			May00-Dic00		May00-Dic00			
	CAJAS	TONS	CAJAS	TONS		CAJAS	TONS	CAJAS	TONS		
AX LIMON 1200 GR	2,892	41.99	8,600	124.87	33.63%	19,944	290	17,200	249.74	115.95%	38
AX LIMON ECON.	85,596	693.3	76,518	619.80	111.86%	153,084	1,240	153,036	1,239.5	100.03%	38
AX LIMON GIGANTE	131,136	786.8	112,390	674.34	116.68%	185,768	1,115	224,780	1,348.6	82.64%	38
AX LIMON POPULAR	85,516	256.5	71,117	213.35	120.25%	164,192	493	142,233	426.70	115.44%	38
VEL PASTA GIGANTE	5,121	30.73	6,000	36.00	85.35%	10,337	62	12,000	72.00	86.14%	38
VEL PASTA ECON.	4,993	40.44	48,000	388.80	10.40%	8,429	68	9,600	77.76	87.80%	38
AX LIMA LIMON GIG.	3,535	21.21	68,000	408.00	5.20%	6,072	36	13,600	81.60	44.65%	38
AX LIMA LIMON ECON.	4,833	39.15	56,000	453.60	8.63%	9,206	75	11,200	90.72	82.20%	38
AX ANTIBAC. GIGANTE	6,551	39.31	4,550	27.30	143.98%	17,147	103	9,100	54.60	188.43%	38
AX ANTIBAC. ECON.	12,068	97.75	14,020	113.56	86.08%	20,881	169	28,040	227.12	74.47%	38
D. BLANCA GIG.	40,397	363.5	43,543	391.89	92.77%	90,239	812	87,086	783.77	103.62%	38
D. BLANCA ECON.	32,125	260.2	35,708	289.23	89.97%	69,565	563	71,416	578.47	97.41%	38
AX CANELA ECON	1,575	12.76	13,500	109.35	11.67%	27,591	223	27,000	218.70	102.19%	38
<b>TOTAL</b>	<b>416,330</b>	<b>2,684</b>	<b>3,519,650</b>	<b>28,000</b>	<b>62%</b>	<b>32,525</b>	<b>3,246</b>	<b>306,290</b>	<b>3,449</b>	<b>97.02%</b>	<b>87.87%</b>

**a. Producción Acumulada Total**  
**Línea # 2 (Proyecto de Crecimiento)**

Se presenta a continuación el análisis de producción de la línea # 2, estudiada en forma individual para lograr visualizar los niveles de cobertura de los requerimientos del mercado, con base en el porcentaje de utilización trazado mediante la distribución de trabajo elaborado en las pags. 40-43.

**LÍNEA # 2**

Producto	PRODUCCIÓN REAL		PRODUCCIÓN ESPERADA		% Cobertura de Requerimiento
	May00-Dic00		May00-Dic00		
	CAJAS	TONS	CAJAS	TONS	
AX LIMON 1200 GR.	0	0.00	0	0.00	N/A
AX LIMON ECON.	31,617	256.10	38259	309.90	82.64%
AX. LIMON GIGANTE	40,154	240.92	56195	337.17	71.45%
AX. LIMON POPULAR	32,839	98.52	35559	106.68	92.35%
VEL PASTA GIGANTE	6,203	37.22	8400	50.40	73.85%
VEL PASTA ECON.	5,058	40.97	6720	54.43	75.27%
AX. LIMA LIMON GIG.	3,644	21.86	9520	57.12	38.28%
AX LIMA LIMON ECON.	5,524	44.74	7840	63.50	70.46%
AX. ANTIBAC. GIGANTE	4,287	25.72	2730	16.38	157.03%
AX ANTIBAC. ECON.	4,177	33.83	8412	68.14	49.66%
DOÑA BLANCA GIG.	58,656	527.90	60961	548.65	96.22%
DOÑA BLANCA ECON.	39,911	323.28	49992	404.94	79.83%
AX. CANELA ECON	12,778	103.50	10800	87.48	118.31%
<b>TOTAL</b>	<b>248,848</b>	<b>1,755</b>	<b>295,388</b>	<b>2,105</b>	<b>82.89%</b>

N/A = No aplica.

**b. Discusión de resultados de producción.**

La tabla anterior nos muestra que la línea de producción # 2, trabajando con un índice de rendimiento de O.E.E. de 65.15% (calculado en la pag. 49), logró solamente abastecer el 82.89% del total de requerimiento según los totales de demanda media diaria de las diferentes variantes de lavaplatos crema que se tiene en el mercado.

Este resultado sin duda es negativo ya que, en el tiempo en que se realizó este estudio, la línea de producción no logró completamente el objetivo trazado. El déficit de producción tuvo que ser absorbido por la línea # 1 en cierta parte. Sin embargo, la

utilización del equipo de la línea # 1 fue muy alto, poniendo en riesgo el funcionamiento del mismo debido a una sobrecarga de trabajo. Entre las dos líneas de producción lograron alcanzar el 87.87% del objetivo.

Como se presentó con anterioridad, el principal factor que afectó la productividad de la línea # 2 fueron las fallas mecánicas.

La falta de cobertura de mercado debido a déficit de producción tuvo que ser absorbida por una empresa sub-contratista, esto lógicamente incrementó los costos de producción, reduciendo el margen de utilidad neta. El objetivo de proporcionar una cobertura total de la demanda de los productos lavaplatos sí se logró, pero pagando el precio de una reducción en las ganancias debido a la baja productividad de la nueva línea.

## **7. Impacto Costo-Beneficio. Tiempo de Recuperación de Inversión**

Con anterioridad (pag 27) vimos que anualmente el proyecto tendrá un ahorro aproximado de US\$ 71,149.00. Esto es esencialmente debido a que el costo de producción del lavaplatos crema es menor si es fabricado dentro de la empresa a diferencia de sub-contratar a otra empresa para dicha fabricación, como se venía haciendo antes de la instalación de la línea # 2, debido a la falta de capacidad de producción de la línea original.

Es importante recordar en este punto que estos datos y cálculos son reales siempre y cuando la línea # 2 produzca las cantidades de producto terminado que se tienen como objetivo, al costo bajo el cual se elaboraron los cálculos (US \$ 403.05/ton, pag 28).

Estos datos teóricos implican que si el proyecto de crecimiento, tuvo un costo de inversión de US\$140,000.00, el tiempo de recuperación de capital sería aproximadamente 1.96 años ó 1 año y 11 meses ( $140,000/71,149$ ), sin embargo, luego del análisis de productividad y cobertura del mercado (87.87%), vimos que las líneas de producción tuvieron un déficit de producción de 200 toneladas (12.13%). Esto quiere decir que nuevamente se contrató a un proveedor para producir el faltante. Esta sub-contratación implicó un incremento de aproximadamente US\$ 6,040.00 en los costos de producción.

Por lo tanto, si se realiza nuevamente el cálculo de tiempo de recuperación de capital, este sería de 2.15 años ó 2 años y 1 mes. Aproximadamente, el tiempo de recuperación se extendió un mes. Esto resulta negativo para la empresa, ya que mientras más rápida sea la recuperación, más rentable será la inversión, y se tendrá mayor disponibilidad de capital para futuros proyectos.

## VII. CONCLUSIONES

- Los principales Procedimientos Estándar de Operación para la línea de producción son de suma importancia ya que existe una necesidad de contar con procedimientos estandarizados de producción, para asegurar un producto terminado de mejor calidad y un proceso de producción más eficiente y ordenado, de manera que se logren maximizar los recursos disponibles.
- Existe un alto riesgo si se maneja una utilización tan alta del equipo, y éste radica en que en cualquier momento el equipo fallará debido a una sobrecarga de trabajo. Luego de la instalación de la línea de producción # 2, se rediseñó la utilización de la maquinaria para lograr una maximización de recursos y productividad. De manera que ambas líneas de producción tendrán suficiente tiempo disponible para detenerse sin afectar la producción total.
- El índice de O.E.E. (Overall Equipment Effectiveness) representa una herramienta útil, ya que éste nos indica la efectividad de trabajo del equipo, siempre y cuando se opere efectivamente. Este índice involucra el rendimiento (producción), disponibilidad (tiempo) y calidad. La línea de producción tuvo un índice del 65.15%; al analizar a fondo sus variables, se detectó que el indicador de disponibilidad (79%), fue el que más afectó el índice. Esto implica mucho tiempo perdido en la operación de la línea.
- El desarrollo de diagramas de Pareto es otra herramienta útil para tener una visión más clara , mediante un medio gráfico, de los principales factores que afectaron la operación continua de la línea. Al observar los resultados de los diagramas de Pareto, las fallas mecánicas, los cambios de producto y los tiempos de preparación, arranque y ajustes, son los principales problemas que se presentaron durante la operación de la línea.
- Las fallas mecánicas fueron la causa más crítica de paros no planeados, que representó un 7% del tiempo neto de operación. Esto afectó de manera significativa los resultados finales de producción de la línea. El cuadro de mantenimiento de la línea (pag. 58), confirma esta conclusión. No existió un plan de mantenimiento efectivo ya que el 55% de mantenimiento fue correctivo y el otro 45% fue mantenimiento preventivo y por observación.  
Se considera que el mayor error consistió en no darle el seguimiento respectivo al plan de mantenimiento con el que se trabajaba con anterioridad en la subsidiaria que proveyó el equipo. Se procedió a diseñar un plan de mantenimiento pero con el grave error de no tomar en cuenta el historial de reparaciones y mantenimiento del mismo, es por eso que se forzó el equipo y falló sin poder anticiparse.
- Al utilizar el diseño de mejoramiento de Cambio de Producto según Shiego Shingo, se pueden clasificar los cambios internos de los externos, y se logra una reducción en el tiempo perdido debido a cambio de producto que representó el 4.3% del tiempo neto de operación.
- La razón del alto daño de materiales de empaque en la bodega de debe, en su mayoría, a que el crecimiento de la planta no fue proporcional al crecimiento de la bodega de la misma. Esto

provocó un desorden y daño de materiales en dicha bodega, que afectó el índice de calidad y por consiguiente el índice de O.E.E. y los niveles finales de producción.

- Debido al alto porcentaje de tiempo perdido de producción, ya sea por fallas mecánicas, de calidad, etc. , la línea de producción solamente logró el 82.89% del objetivo de producción. El déficit de producción tuvo que ser absorbido por la línea # 1 según su capacidad, y el restante tuvo que ser maquilado por el proveedor con quien se trabajaba antes del proyecto.
- El costo de adquirir producto del proveedor, incrementó el tiempo de recuperación de capital en aproximadamente 1 mes.
- Si continúa esta tendencia de producción, el objetivo propuesto mediante el estudio de factibilidad no será cumplido. La línea de producción deberá trabajar en los siguientes meses con un índice de eficiencia constante de aproximadamente 68%, para cumplir con el objetivo.
- A pesar que la compañía considera todavía dentro de un rango aceptable el incremento del tiempo de recuperación de capital, éste resulta negativo para la empresa , ya que mientras más rápida sea la recuperación, más rentable será la inversión, y se tendrá mayor disponibilidad de capital para futuros proyectos.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia que los Procedimientos Estándar de Operación sean revisados periódicamente y es indispensable adaptar y/o hacer modificaciones en los mismos en caso de algún cambio en el procedimiento para el cual fue diseñado. De la misma manera, estos procedimientos deben estar ubicados en áreas específicas de la planta para que cualquier interesado pueda tener acceso a ellos.
- Se considera importante también impartir cursos de capacitación para exponer a los operarios los procedimientos a seguir dentro de su campo de trabajo. Esta disciplina de actualización y comunicación de procedimientos establecidos ayuda a asegurar un producto terminado de mejor calidad y un proceso de producción más eficiente y ordenado.
- Al momento de buscar mejora en los procesos actuales, es importante tomar en cuenta las opiniones de los operarios y personal de staff, ya que ellos están involucrados directamente en los cambios. De la misma manera, el operador muchas veces es el que detecta dicho cambio antes que el equipo administrador.
- Se recomienda mantener el uso de Diagramas de Pareto para identificar los principales problemas que inciden en el paro del equipo. Es importante identificar estos problemas para tomar acciones inmediatas de manera que se reduzcan los paros no planeados e incrementen la productividad de la línea.
- Se recomienda la elaboración de un plan de mantenimiento específico por máquina; con las frecuencias adecuadas para reducir el tiempo perdido por fallas mecánicas. Este tiempo perdido fue el que más afectó la continuidad de producción de la línea. Para la elaboración de este plan de mantenimiento se debe tomar en cuenta el plan de mantenimiento que se manejaba con el anterior propietario, así como la historia de mantenimiento correctivo identificado en el presente estudio, para partir desde ese punto.
- Al utilizar el diseño de mejoramiento de Cambio de Producto según Shiego Shingo, recomendado en el presente estudio se logran identificar y clasificar los cambios internos de los externos. Si se siguen estas recomendaciones se puede lograr un mejoramiento en el tiempo de cambio de producto del 40%.
- Es indispensable, un orden en el área de bodega ya que esto facilita el manejo de materiales, se ayuda a disminuir las variaciones de inventario, así como la pérdida de materiales debido al daño de los mismos. Se debe ubicar el inventario que no quepa, en bodegas de otras plantas o bien exigir al proveedor un mejoramiento en la consistencia del corrugado que contiene el tarro y tapa para que soporte el peso del nuevo entarimado.
- Hacer un análisis complementario que involucre la cuantificación de los costos de calidad que se tienen actualmente. Específicamente de material de empaque dañado.

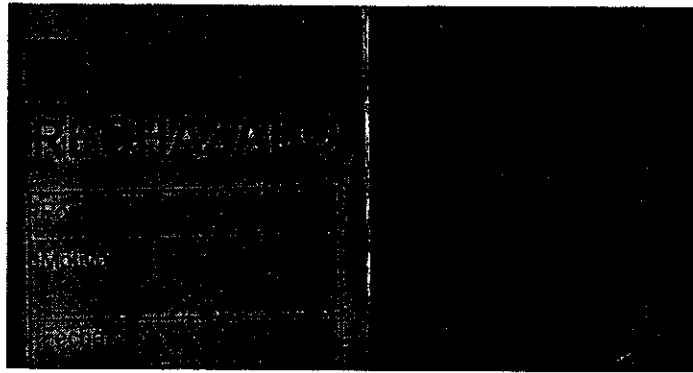
Estas recomendaciones enfocadas a una disciplina basada en procedimientos específicos de operación, mejoramiento de la calidad y reducción de tiempo perdido debido a fallas mecánicas y cambio de producto, ayudarán considerablemente a mejorar el desempeño productivo de la línea de producción para que pueda alcanzar las metas de producción establecidas, y mantener los mismos costos. De esta manera el proyecto de crecimiento resultará en una inversión rentable para la empresa, y tener como tiempo de recuperación de capital un poco menos de dos años.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adam Everett Jr. (1991). Administración de la producción y las operaciones. México, Editorial Prentice-Hall Hispanoamérica.
- Cooper J. D, Lai Kuo Janni, (1990), BPM Training Manual, U.S.A.
- Hartman Edward (1993) Succesfully installing TPM in an a Non-Japanese Plant. U.S.A., MTP Press Inc.
- Hayes R., Wheelwright S.C., Clark K.C. (1989) Dynamic Manufacturing. U.S.A., The Free Press.
- Hodson, William K, (1996). Maynard Manual del Ingeniero Industrial, Tomo I,III, México, Editorial McGraw-Hill.
- Koontz Harold., Weirich Heinza, Administración, Editorial McGraw-Hill, Mexico 1990.
- Niebel Benjamin W. (1995), Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y movimientos, México, Grupo Editorial Alfaomega.
- Robinson C., Ginder A. (1995). Implementing TPM-The North American Experience, U.S.A., Productivity Press.
- Sumanth D., (1990). Ingeniería y Administración de la Productividad, México, McGraw-Hill Interamericana S.A.
- The Productivity Development team., (1999), OEE for Operators, U.S.A. The Productivity Press.
- Blank, Leland T., Tarkin, Anthony. (1992) Ingeniería Económica. Colombia, McGraw-Hill.
- <http://www.britannica.com/bcom/eb/article/7/0,5716,108997+1,00.html>



### Anexo 3 – Etiqueta de Rechazo y Aprobado



### Anexo 4 – Reporte de Operación de Maquinaria

**Hoja de Chequeo Diario**

Línea: \_\_\_\_\_

Utilice Únicamente

FECHA: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Este tipo de chequeo debe ser llenado en los últimos 15 mins. de cada turno.

	1er.	2do.	3do.		1er. 2do. 3ro.
	correcto incorrecto	correcto incorrecto	correcto incorrecto		Verificado por
<b>LIMPIEZA</b>					
1. Se encumbra el área de trabajo limpia				Limpiar	
2. Se encumbra la máquina limpia				Limpiar	
3. Se encumbra el motor limpio				Limpiar	
4. Se encumbra la parte exterior de las gradas limpia				Limpiar	
<b>LUBRICACION</b>					
1. Verificar fugas de aceite				Avisar al mecánico	
<b>REVISION</b>					
1. Verificar si motor presenta algún ruido anormal				Avisar al mecánico	
2. Verificar funcionamiento ventilador de motor				Avisar al mecánico	
3. Verificar estado agua del motor				Cerrar	
4. Verificar que los parafusos estén cerrados				Cerrar	
<b>OPERACION</b>					
1. Verificar el buen funcionamiento de arrancadores				Avisar al mecánico	
2. Verificar si el voltaje del arranque es correcto				Avisar al mecánico	
3. Verificar funcionamiento el extractor de polvo				Avisar al mecánico	

Significa, para ser llenado cada lunes al 1er. turno

<input type="checkbox"/> Realizado
<input type="checkbox"/> Realizado
<input type="checkbox"/> Realizado

**OBSERVACIONES**

---



---



---

Nombre del operador 1er. turno: \_\_\_\_\_ Vo. Bo. Supervisor: \_\_\_\_\_

Nombre del operador 2do. turno: \_\_\_\_\_ Vo. Bo. Supervisor: \_\_\_\_\_

Nombre del operador 3er. turno: \_\_\_\_\_ Vo. Bo. Supervisor: \_\_\_\_\_

