



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD Y ANÁLISIS DE OPERACIONES  
EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MEZCLADO Y LLENADO DE  
COLONIAS, EN LA INDUSTRIA DE COSMÉTICOS.**

**Juan Carlos Duarte Alfaro**

Asesorado por el Ing. Oscar Orlando Sapón Rodríguez

**Guatemala, abril de 2009**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD Y ANÁLISIS DE OPERACIONES  
EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MEZCLADO Y LLENADO DE  
COLONIAS, EN LA INDUSTRIA DE COSMÉTICOS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**JUAN CARLOS DUARTE ALFARO**

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ORLANDO SAPÓN RODRÍGUEZ  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2009



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO:     | Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos      |
| VOCAL I:    | Inga. Glenda Patricia Garcia Soria   |
| VOCAL II:   | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III:  | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón    |
| VOCAL IV:   | Br. José Milton De León Bran         |
| VOCAL V:    | Br. Isaac Sultán Mejía               |
| SECRETARIA: | Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas      |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|             |  |
|-------------|--|
| DECANO:     | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson       |
| EXAMINADOR: | Ing. Sergio Antonio Torres                 |
| EXAMINADOR: | Ing. Francisco Gómez Rivera                |
| EXAMINADOR: | Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez |
| SECRETARIO: | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco         |



**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD Y ANÁLISIS DE OPERACIONES  
EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MEZCLADO Y LLENADO DE  
COLONIAS, EN LA INDUSTRIA DE COSMÉTICOS,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de abril de 2008.

Juan Carlos Duarte Alfaro



Guatemala, 24 de Octubre de 2008

Señor Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica-Industrial  
Ing. Francisco Gómez Rivera  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor director:

Por medio de la presente, me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he tenido a la vista el trabajo de graduación del estudiante Juan Carlos Duarte Alfaro con carnet 93-12047, titulado "Incremento en la productividad y análisis de operaciones en la línea de producción de mezclado y llenado de colonias en la industria de cosméticos", el cual cumple con los requisitos para su aprobación final.

Atentamente,



ING. OSCAR ORLANDO SAPÓN RODRÍGUEZ  
MECÁNICO INDUSTRIAL  
Col. 6775

Ing. Mec. Industria. Oscar Orlando Sapón Rodríguez  
No. de Colegiado 6775

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD Y ANÁLISIS DE OPERACIONES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MEZCLADO Y LLENADO DE COLONIAS EN LA INDUSTRIA DE COSMÉTICOS**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Duarte Alfaro**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Miriam Patricia Rubio de Akú'.

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS  
INGENIERA INDUSTRIAL  
COL. No. 4.074

Guatemala, febrero de 2009.

/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala

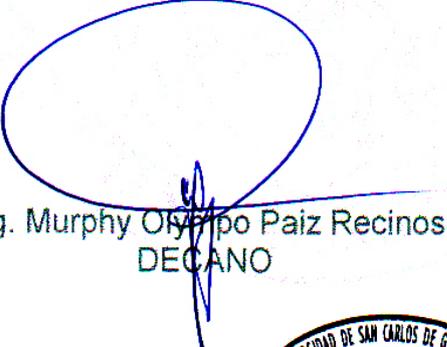


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.095.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD Y ANÁLISIS DE OPERACIONES EN LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MEZCLADO Y LLENADO DE COLONIAS, EN LA INDUSTRIA DE COSMÉTICOS**, presentado por el estudiante universitario Juan Carlos Duarte Alfaro autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Oswaldo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, abril de 2009.



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS:** Ser omnipotente y omnipresente que ha estado presente en cada momento de mi vida, que con sus bendiciones y fortaleza me ha dado la sabiduría necesaria para culminar mi carrera.
- Mí madre:** **Lily**, por su apoyo, amor incondicional, paciencia y por estar en cada momento de mi vida, le estaré siempre agradecido.
- Mis hermanos:** **Eduardo D.E.P, José Leonel**, por estar presente en el camino de mi vida brindándome su apoyo incondicional.
- Mi esposa:** **Noemí**, por darme su apoyo, comprensión y amor incondicional y ser la compañera de mi vida.
- Mis hijos:** **Juan Carlos y María André**, que Dios derrame siempre sus bendiciones y sabiduría sobre ellos.
- Mi familia:** Que me ha brindado su apoyo y cariño siempre.
- Mis amigos:** **Adolfo, Jorge, Oscar, Fredy**, y a todas aquella personas que he conocido que contribuyeron de alguna manera con su amistad, consejos y gestos de apoyo a conseguir mis metas.



# ÍNDICE GENERAL

|   |             |
|---|-------------|
| <b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>  | <b>VII</b>  |
| <b>GLOSARIO</b>   | <b>IX</b>   |
| <b>RESUMEN</b>  | <b>XI</b>   |
| <b>OBJETIVOS</b>  | <b>XIII</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | <b>XV</b>   |
| <br>  |             |
| <b>1. MEJORA CONTINUA Y ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS, UN ENFOQUE CONCEPTUAL</b> |             |
| <br>  |             |
| 1.1 Métodos, estudio de tiempos   | 1           |
| 1.1.1 Importancia de la productividad   | 1           |
| 1.1.2 Alcance de la ingeniería de métodos y estudio de tiempos                | 2           |
| 1.1.3 Objetivos de los métodos  | 3           |
| 1.2 Medios gráficos para el análisis de métodos                               | 4           |
| 1.2.1 Diagrama de operaciones de procesos                                     | 4           |
| 1.2.2 Diagrama de curso (flujo) de procesos                                   | 5           |
| 1.2.3 Diagrama de recorrido   | 7           |
| 1.3 Elementos del estudio de tiempos  | 8           |
| 1.3.1 Selección del operario  | 8           |
| 1.3.2 Trato con el operador   | 9           |
| 1.3.3 Registro de información significativa                                   | 9           |
| 1.3.4 División de las operaciones   | 10          |
| 1.3.5 Toma de tiempos   | 11          |
| 1.3.6 Cálculo del estudio   | 12          |
| 1.4 Decisiones de operaciones   | 13          |
| 1.4.1 Administración de operaciones   | 13          |
| 1.4.2 Administración de procesos  | 15          |
| 1.4.3 Administración de cadena de suministros                                 | 15          |
| 1.4.4 Planificación de requerimientos de materiales                           | 18          |

## **2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.1   | Generalidades de la empresa                                      | 21 |
| 2.1.1 | Visión de la empresa   | 21 |
| 2.1.2 | Misión de la empresa   | 21 |
| 2.1.3 | Ubicación de la empresa  | 22 |
| 2.2   | Análisis del proceso   | 22 |
| 2.2.1 | Diagrama de operaciones  | 22 |
| 2.2.2 | Diagrama de recorrido  | 25 |
| 2.2.3 | Diagrama de flujo del proceso                                    | 28 |
| 2.2.4 | Clasificación, traslado y abastecimiento de materiales           | 31 |
| 2.3   | Estudio de tiempos y balance de línea del área de llenado        | 36 |
| 2.3.1 | Toma de tiempos  | 36 |
| 2.3.2 | Estimación de tiempos de jornada efectiva                        | 43 |
| 2.3.3 | Balance de líneas área de llenado máquina manual de 6 pitones    | 44 |
| 2.3.4 | Balance de líneas área de llenado máquina mecánica de 12 pitones | 46 |
| 2.3.5 | Estimación de índices de producción                              | 48 |
| 2.4   | Información del departamento de mantenimiento                    | 49 |
| 2.4.1 | Controles actuales de mantenimiento                              | 49 |
| 2.4.2 | Formato de control de mantenimiento                              | 49 |

## **3. PROPUESTA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA INTEGRACIÓN A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1   | Balance de líneas del área de llenado de colonia para máquina manual de 6 pitones | 51 |
| 3.1.1 | Diagrama de flujo máquina manual de 6 pitones                                     | 54 |
| 3.1.2 | Diagrama de recorrido máquina manual de 6 pitones                                 | 56 |
| 3.1.3 | Descripción de actividades  | 58 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.1.4 | Toma de tiempos  | 59 |
| 3.1.5 | Balance de líneas máquina manual de 6 pitones  | 61 |
| 3.2   | Balance de líneas del área de llenado de colonia para máquina mecánica de 12 pitones | 64 |
| 3.2.1 | Diagrama de flujo máquina mecánica de 12 pitones                                     | 64 |
| 3.2.2 | Diagrama de recorrido máquina mecánica de 12 pitones                                 | 66 |
| 3.2.3 | Descripción de actividades   | 68 |
| 3.2.4 | Toma de tiempos  | 69 |
| 3.2.5 | Balance de líneas máquina mecánica de 12 pitones                                     | 71 |
| 3.3   | Administración de cadena de suministros  | 74 |
| 3.3.1 | Control de inventarios de materia prima  | 74 |
| 3.3.2 | Administración de materiales   | 76 |
| 3.3.3 | Medición de inventarios  | 76 |
| 3.4   | Análisis de mantenimiento  | 77 |
| 3.4.1 | Requerimiento de repuestos   | 78 |
| 3.4.2 | Formato de control de mantenimiento  | 79 |
| 3.4.3 | Mantenimiento preventivo y correctivo  | 81 |

#### **4. IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS PARA INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.1   | Metodología de la implementación                        | 83 |
| 4.1.1 | Definir actividades                                     | 83 |
| 4.1.2 | Seguimiento   | 84 |
| 4.2   | Viabilidad del método para incrementar la productividad | 85 |
| 4.2.1 | Método de recuperación por utilidad                     | 86 |
| 4.2.2 | Método de recuperación por rendimiento                  | 89 |
| 4.2.3 | Método de flujo de efectivo                             | 90 |
| 4.3   | Implementación de sistema justo a tiempo                | 91 |
| 4.3.1 | Método de empuje y arrastre de flujo de materiales      | 91 |
| 4.3.2 | Calidad consistentemente alta                           | 92 |
| 4.3.3 | Componentes y métodos de trabajo estandarizados         | 92 |

|  |    |
|--|----|
| 4.3.4 Manejo de materiales                                 | 93 |
| 4.3.4.1 Descripción de operaciones banda transportadora    | 93 |
| 4.3.4.2 Diagrama de operaciones                            | 94 |
| 4.3.4.3 Aplicación del sistema 5´s al manejo de materiales | 96 |

## **5. PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA**

|  |     |
|--|-----|
| 5.1 Estrategia con proveedores                             | 103 |
| 5.1.1 Selección del proveedor                              | 105 |
| 5.1.2 Certificación de los proveedores                     | 106 |
| 5.1.3 Relación con el proveedor                            | 106 |
| 5.1.3.1 Orientación a la competitividad                    | 107 |
| 5.1.3.2 Orientación cooperativa                            | 107 |
| 5.1.3.3 Proveedor único                                    | 108 |
| 5.2 Sistema para llevar a la automatización                | 108 |
| 5.2.1 Adquisición de maquinaria automatizada               | 109 |
| 5.2.2 Tiempo de recuperación de la inversión               | 112 |
| 5.2.3 Repuestos y mantenimiento de maquinaria automatizada | 113 |
| 5.3 Relación Beneficio - Costo                             | 113 |
| 5.3.1 Grafica comparativa                                  | 114 |
| 5.3.1.1 Incluyendo las mejoras                             | 114 |
| 5.3.1.2 Sin incluir las mejoras                            | 115 |

## **6. ANÁLISIS DE EFECTOS AMBIENTALES**

|   |     |
|---|-----|
| 6.1 Incidentes de relevancia ambiental  | 117 |
| 6.2 Evaluación de efectos ambientales en el proceso en la línea de producción | 118 |
| 6.3 Estrategia a seguir para el control de desecho en línea de producción     | 119 |
| 6.4 Propuesta de mejora en el control de desecho                              | 120 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>CONCLUSIONES</b>    | 121 |
| <b>RECOMENDACIONES</b> | 123 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>    | 125 |
| <b>ANEXOS</b>          | 127 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 1.  | Diagrama de operaciones actual máquina de 6 pitones          | 23  |
| 2.  | Diagrama de operaciones actual máquinas de 12 pitones        | 24  |
| 3.  | Diagrama de recorrido actual máquina de 6 pitones            | 26  |
| 4.  | Diagrama de recorrido actual máquina de 12 pitones           | 27  |
| 5.  | Diagrama de flujo de proceso actual máquina de 6 pitones     | 29  |
| 6.  | Diagrama de flujo de proceso actual máquina de 12 pitones    | 30  |
| 7.  | Hoja de máquina printer nueva y usada                        | 52  |
| 8.  | Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina de 6 pitones  | 55  |
| 9.  | Diagrama de recorrido propuesto máquina de 6 pitones         | 57  |
| 10. | Diagrama de flujo de proceso propuesto máquina de 12 pitones | 65  |
| 11. | Diagrama de recorrido propuesto máquina de 12 pitones        | 67  |
| 12. | Hoja de control de mantenimiento                             | 80  |
| 13. | Diagrama de operaciones de manejo de materiales              | 95  |
| 14. | Gráfica beneficio costo propuesto incluyendo las mejoras     | 114 |
| 15. | Gráfica benéfico costo actual sin incluir las mejoras        | 115 |

### TABLAS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | Toma de tiempos área de llenado máquina de 6 pitones  | 38 |
| II.   | Toma de tiempos área de llenado máquina de 12 pitones | 40 |
| III.  | Producción esperada mensual                           | 44 |
| IV.   | Requerimientos mínimos                                | 48 |
| V.    | Toma de tiempo propuesto máquina de 6 pitones         | 59 |
| VI.   | Cantidad de requerimiento diario propuesto            | 62 |
| VII.  | Toma de tiempo propuesto máquina de 12 pitones        | 69 |
| VIII. | Producción estimada diaria                            | 71 |
| IX.   | Control de inventarios                                | 75 |
| X.    | Cronograma de actividades                             | 84 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| XI.    | Cronograma de actividades seguimiento                        | 85  |
| XII.   | Producción diaria método propuesto                           | 86  |
| XIII.  | Ventas, costos y utilidad método propuesto                   | 87  |
| XIV.   | Producción diaria método actual                              | 88  |
| XV.    | Venta, costos y utilidad método actual                       | 88  |
| XVI.   | Ventas, costo y utilidad método recuperación por rendimiento | 89  |
| XVII.  | Valor actual flujo de efectivo                               | 90  |
| XVIII. | Producción diaria método actual                              | 109 |
| XIX.   | Producción diaria estimada                                   | 110 |
| XX.    | Análisis del valor presente neto                             | 112 |
| XXI.   | Análisis beneficio costo incluyendo mejoras                  | 113 |
| XXII.  | Análisis beneficio costo sin incluir mejoras                 | 115 |

## GLOSARIO

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>Análisis de operaciones</b>       | Proceso de investigación relativo a las operaciones en el trabajo industrial o de oficina. Generalmente el proceso que lleva a la estandarización de las operaciones, incluyendo el estudio de tiempos y movimientos. |
| <b>Buena práctica de Manufactura</b> | Conjunto de normas y procedimientos relacionadas entre sí, destinados a garantizar que los productos mantengan la identidad, pureza, concentración, potencia e inocuidad requeridas durante su período de vida útil.  |
| <b>Diagrama de flujo</b>             | Conocido como fluxograma, es la representación grafica que indica como fluye o circula un producto, o se desarrolla un fenómeno, a través de un sistema o una serie de sistemas operativos.                           |
| <b>Diagrama de proceso</b>           | Representación gráfica de un proceso de fabricación o manufactura.  |
| <b>Eficiencia</b>                    | Relación entre la actuación o producción real y la actuación o producción estándar.   |
| <b>Estándar</b>                      | Tipo patrón uniforme o muy generalizado de una cosa, fabricación en serie siguiendo un modelo determinado.  |
| <b>Jornada</b>                       | Sistema en que el operario es retribuido con base en el tiempo de trabajo (un día) y no según su producción o rendimiento.  |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Método</b>              | Término utilizado para designar la técnica empleada para realizar una operación.  |
| <b>Muestreo de trabajo</b> | Método para analizar el trabajo realizando un gran número de observaciones de intervalos al azar, a fin de establecer estándares y mejorar métodos. |
| <b>Observación</b>         | Medición y registro del tiempo requerido para realizar un elemento o bien, una lectura de cronómetro.   |
| <b>Productividad</b>       | Relación de producción real de un operario a la producción estándar.  |

## RESUMEN

El trabajo de graduación contiene en forma detallada todo el proceso en la línea de producción de llenado y mezclado de colonia. Para ello se debió realizar una descripción general de la elaboración de dicho producto, así como los componentes que se incluyen en el proceso de la misma.

Se realizó una descripción actual del proceso de manejo de materiales, así como de llenado en la línea de producción, determinar como el producto se ve influido por el aspecto técnico del equipo así como la como por la estructura física del departamento para el correcto aprovechamiento de los recursos.

Mediante la determinación en el área física las condiciones de la línea de llenado, la capacidad instalada que maneja actualmente la empresa así como las deficiencias tanto en equipo como en materiales de baja calidad. También en el área administrativa se determinaron las diferencias que existen entre las diferentes áreas de la empresa y como esto llega afectar la planificación de la producción.

Analizado cada uno de los aspectos tomados en cuenta y su relación en el proceso de producción, sobre todo, de cómo son afectadas por el entorno que le rodea, se propuso las mejoras correspondientes a cada elemento, y se le dio el seguimiento correspondiente para la mejora del equipo, planificación y búsqueda adecuada de proveedores para conseguir aumentar la calidad y rentabilidad de la empresa.

Ante dichas propuestas, también se hizo un análisis de factibilidad de inversión al proyecto, como método concreto de apoyo, para la toma de decisión y puesta en marcha del mismo.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar un estudio técnico de la línea de producción de cosméticos, específicamente la de llenado y envasado de colonias. De manera que se maximice los recursos que incurren en ella y de igual manera se minimice los costos de operación. Aumentando la productividad, estudiando los tiempos de elaboración como punto de partida en la reducción de costos de producción, además del aprovechamiento del recurso humano necesario en la línea de llenado y un estricto control de manejo de materiales, teniendo como resultado un incremento en la rentabilidad de la empresa.

### **Específicos**

1. Determinar los beneficios que origina la realización de un estudio de tiempos y movimientos y análisis de las operaciones de la línea de llenado de colonia.
2. Identificar los métodos, procesos, herramientas y equipo que puedan aplicarse al proceso actual.
3. Mejorar la productividad de la línea de llenado de colonia con los que nos dará como resultado una baja en los costos de operación, así como confiabilidad del producto.
4. Elaborar diferentes diagramas del proceso productivo como herramienta para eliminar operaciones que no genera utilidad a la línea así como mejorar las operaciones de dicha línea para que presente en forma clara, lógica y exacta para que se pueda implementar el método más práctico, económico y eficaz.
5. Establecer los recursos necesarios para implementar las acciones resultantes del estudio realizado.



## INTRODUCCIÓN

En todo tipo de industria es importante ser competitivo dentro del mercado nacional e internacional, para ello es necesario ofrecer productos de alta calidad y que cumplan con las especificaciones, tiempo de entrega así como mantener los precios accesibles y minimizar los costos operativos.

Actualmente en la empresa no hay mediciones sobre la capacidad y tiempo de dicha línea y lo hacen usando estimaciones y errores recurrentes, dando como resultado atrasos en la producción, personal con demasiado ocio y mal distribuidos, aumento en los costos de operación y almacenaje y lo más importante, clientes molestos con la entrega de su producto.

Para la implementación de métodos que mejoren la productividad es necesario un estudio de la situación actual así como conocer los conceptos básicos de Ingeniería para poder implementarlos. El proyecto que se describe a continuación consiste analizar e implementar los conceptos de eficiencia, productividad, tiempos y movimientos, analizar la situación actual así como optimizar y estandarizar los procesos en la línea de producción de una diversidad de colonias.



# **1. MEJORA CONTINUA Y ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS, UN ENFOQUE CONCEPTUAL**

## **1.1 Métodos, estudios de tiempos**

Los términos para el análisis de operaciones en la mayoría de casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y esto da como consecuencia reducir el costo por unidad. Esto implica el análisis en dos etapas de trabajo de un producto. En primer lugar, hay que idear y preparar los centros de trabajo donde se fabrica el producto. En segundo lugar, continuamente estudiar varias veces cada centro de trabajo para hallar la mejor manera de elaborar el producto.

### **1.1.1 Importancia de la productividad**

El camino correcto para que la empresa pueda salir adelante y poder competir y aumentar su rentabilidad es el aumento de la productividad, la cual se expresa matemáticamente como  $P = \text{Producción} / \text{Recursos}$ .

Para lograr una mayor utilidad se debe utilizar los mismos recursos y producir más, el resultado es una mayor rentabilidad para la empresa. El aprovechamiento de los recursos es importante, ya que de ellos depende de que tan alta o baja sea la productividad y ser competitivos.

Los análisis de operaciones que se deberán realizar y que están estrechamente relacionadas son:

- a) Medición de trabajo
- b) Métodos de trabajo
- c) Ingeniería de producción
- d) Análisis y control de fabricación
- e) Plantación de instalaciones
- f) Administración de salarios
- g) Seguridad industrial
- h) Control de producción y de inventarios
- i) Control de calidad

### **1.1.2 Alcance de la ingeniería de métodos y estudios de tiempos**

El campo de estas actividades comprende el diseño y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para la manufactura de un producto. El mejor método debe entonces compaginarse con las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente interrelación hombre-máquina. Cuando queda establecido el mejor método de trabajo, se deben establecer también los estándares y las responsabilidades para realizarlo.

Una empresa en la cual indica la influencia de las actividades de métodos y estudio de tiempos está determinada de la siguiente manera:

- A) El costo está determinado principalmente por los métodos de fabricación.
- B) Los estándares de tiempos son la base de los costos estándares,
- C) Los estándares (directos e indirectos) proporcionan las bases para medir el desempeño de los departamentos de producción.
- D) El tiempo es común denominador para comprar equipos y suministros competitivos.
- E) Se mantienen buenas relaciones laborales haciendo uso de estándares equitativos y tasas justas de salarios.
- F) Los métodos y procesos influyen grandemente en el diseño de productos.
- G) Los estándares establecen la base del mantenimiento preventivo
- H) Los estándares dan fuerza a la calidad.
- I) La programación se basa en los estándares de tiempo.
- J) Los métodos y los estándares dicen como hay que hacer el trabajo y en que tiempo se hará.

### **1.1.3 Objetivos de los métodos**

Los objetivos principales de estas actividades son aumentar la productividad, la confiabilidad del producto y reducir el costo por unidad, permitiendo así que se logre la mayor producción de bienes y/o servicios para mayor número de personas. La capacidad para producir más con los mismos recursos es de gran importancia, ya que genera mayor rentabilidad y crecimiento a la empresa.

Los objetivos principales son como siguen:

- a) Reducir el costo por unidad
- b) Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos
- c) Mejorar continuamente la calidad y la confianza de los productos y servicios.
- d) Conservar los recursos y minimizar los costos especificando los materiales directos e indirectos mas apropiados para la producción de bienes y servicios.
- e) Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- f) Maximizar la seguridad, la salud y el bienestar de todos los empleados o trabajadores.
- g) Realizar la producción considerando cada vez mas la protección necesaria de las condiciones ambientales.
- h) Aplicar un programa de administración según un alto nivel humano, que origine interés en el trabajo y satisfacción por cada trabajador.

## **1.2 Medios gráficos para el análisis de métodos**

Todo operario debe tener las herramientas que le faciliten el trabajo, para el analista de métodos las herramientas indispensables son los diagramas de proceso. El análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya existente, es de gran utilidad presentar de forma clara y lógica la información de los hechos relacionados con el proceso.

A continuación se presentan tres de los principales diagramas:

Diagrama de operaciones de proceso

Diagrama de curso (flujo) de proceso

Diagrama de recorrido

### **1.2.1 Diagrama de operaciones de proceso**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en el proceso de producción, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque de producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal del proceso. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Antes que se pueda mejorar un diseño se deben examinar todos los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en que áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de observación y medición directa. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifique claramente.

Cuando se elabora un diagrama de esta clase se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño, que generalmente tiene 10 mm (o 3/8 plg) de diámetro, para representar una operación, y un cuadrado, con las mismas medidas por lado, que representa una inspección, las figuras se muestran en la siguiente página.

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella.

Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Una vez que se ha terminado el diagrama de operaciones deberá revisar cada operación y cada inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operación. Los siguientes enfoques se aplican, en particular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:

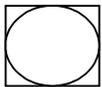
1. Propósito de la operación
2. Diseño de la parte o pieza
3. Tolerancias y especificaciones
4. Materiales
5. Proceso de fabricación
6. Preparación y herramental
7. Condiciones de trabajo
8. Manejo de materiales
9. Distribución de planta
10. Principios de la economía de movimientos

### **1.2.2 Diagrama de curso (flujo) del proceso**

Este diagrama contiene, en general, muchos detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias

recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuesto estos periodos no productivos, entonces se puede proceder a su mejoramiento

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con lo que tropieza una articulo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado, de un objeto, excepto cuando forma parte del curso normal de una operación o una inspección. Un símbolo como la letra D mayúscula indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triangulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado. Cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo esta realizando una actividad combinada, se utiliza como símbolo un cuadrado de 10 mm por lado con un círculo inscrito de ese diámetro.



La inspección se realiza  
Junto con una operación



Una operación se efectúa

La utilización que se le da a este diagrama, como el diagrama de operaciones de proceso, no es un fin en sí, sino solo un medio para lograr una meta. Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente. Como el diagrama muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, es conveniente para reducir la cantidad y la duración de estos elementos.

Una vez que se ha elaborado el diagrama de flujo de proceso, se debe empezar a elaborar las preguntas o cuestiones basadas en las consideraciones de

mayor importancia para el análisis de operaciones. En el caso de este diagrama se debe dar especial consideración a:

- a. Manejo de materiales
- b. Distribución de equipo de planta
- c. Tiempo de retrasos
- d. Tiempo de almacenamiento

### **1.2.3 Diagrama de recorrido**

Aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso de trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar donde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia. Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo, La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indique el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

Al elaborar este diagrama es necesario identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

### **1.3 Elementos del estudio de tiempos**

En la actualidad el estudio de tiempos es un arte y una ciencia. A fin de asegurarse el éxito en este campo, se debe de haber desarrollado el arte de ser capaz de inspirar confianza, ejercitar su juicio y desarrollar un trato afable con toda persona con quien este en contacto. Además, es esencial que su experiencia y adiestramiento hayan sido tales que entiendan cabalmente, y sea capaz de llevar a cabo las funciones relacionadas con cada etapa del estudio. Estos elementos comprenden la selección del operario, el análisis de trabajo y la descomposición del mismo en sus elementos, el registro de los valores elementales transcurridos, la calificación de la actuación del operario, la asignación de márgenes apropiados y la presentación de los resultados finales del estudio.

#### **1.3.1 Selección del operario**

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación se debe determinar que trabajo esta listo para ser estudiado. Si más de un operario esta efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que se usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que este algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así el aplicar un factor de actuación correcto.

Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en su análisis. Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias que se le realicen.

### **1.3.2 Trato con el operador**

De la técnica usada para el estudio de tiempos para establecer contacto con el operador seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. A este trabajador deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación va a ser estudiada. Debe dársele la oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de cosas como técnica de toma de tiempos, método de evaluación y aplicación de márgenes. En caso que el operario sea estudiado por primera vez, se debe de responder a todas las preguntas sincera y pacientemente. Además, debe animar al operario a que proporcione sugerencias y, cuando las haga, estas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos.

### **1.3.3 Registro de información significativa**

Debe anotarse toda la información acerca de máquinas, herramientas de mano, planillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador, etc. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un principiante, pero la experiencia le demostrará que cuanto mas información pertinente se tenga, tanto más útil resultara el estudio en años venideros. Es estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos estándares y para el desarrollo de fórmulas. También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

Hay varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el “margen” o “Tolerancia” que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoraran en un futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Recíprocamente, si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores que cuando el estudio de tiempos se hizo por primera vez, es lógico que el factor de tolerancia o margen debiera aumentarse.

### **1.3.4 División de las operaciones**

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos como “elementos”. A fin de descomponer la operación en sus elementos, se debe observar al trabajador en varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 min.), se debe escribir la descripción de los elementos mientras se realiza el estudio. De ser posible, los elementos en que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeño posible, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones mas elementales de aproximadamente 0.04 min son las más pequeñas susceptible de ser leídas consistentemente.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

- A. Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
- B. Conservar siempre por separado los tiempos de máquinas y los correspondientes a ejecución manual.
- C. No combinar constantes con variables.
- D. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
- E. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

### 1.3.5 Toma de tiempos

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras este corre. Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, probablemente, la que de este tipo de estudio presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por lo tanto, resulta del agrado del operario. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de regreso a cero, esta técnica tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren utilizar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regreso a cero que consiste en que el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero inmediatamente, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

En resumen, la técnica de regreso a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero el cronómetro, por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio.
2. Es difícil tomar tiempos de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
3. No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta retrasos y elementos extraños.
4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

### 1.3.6 Cálculo del estudio

Una vez que se han registrado apropiadamente en l forma para estudio de tiempos toda la información necesaria, que ha observado un número adecuado de ciclos y ha evaluado o calificado con propiedad la actuación del operario, deberá agradecer su colaboración al mismo y pasar a la siguiente etapa, que es el cálculo del estudio.

El primer paso en el cálculo del estudio consiste en la verificación de la última lectura del cronómetro, con el tiempo total transcurrido, y esto se anota con tinta o lapicero rojo. Este procedimiento se sigue en todo el estudio, restando cada lectura de la siguiente. La falta de cuidado en este punto podría invalidarlo. Después de haber calculado y registrado todos los tiempos transcurridos, se estudiarán cuidadosamente en busca de anomalías. No hay regla para determinar el grado de variación permitida a los valores que se tomaran para los cálculos. Si en un cierto elemento una amplia variación se puede atribuir a alguna influencia demasiado breve para que se considere extraño el elemento y, con todo, suficientemente larga para afectar sustancialmente el tiempo del elemento, como dejar caer una herramienta o limpiarse la nariz, o bien, se la variación se pudiera atribuir a errores en la lecturas del cronómetro, entonces tales valores deberán encerrarse en un círculo inmediatamente, y excluirse de toda consideración en el cálculo del estudio. Sin embargo, si variaciones notables se deben a la naturaleza del trabajo, entonces sería prudente descartar ninguno de estos valores.

En resumen, los pasos a seguir en el cálculo de un estudio típico, con lecturas continuas y calificación global de la actuación del operario son los siguientes:

- a) Para obtener los tiempos elementales transcurridos, restar las lecturas consecutivas y anotarlas en color rojo.
- b) Encerrar en un círculo y descartar todos los valores anormales o con anomalías siempre que puede atribuirse una causa evidente.
- c) resumir los valores elementales restantes.

- d) Determinar el valor medio de los valores observados para cada elemento.
- e) Calcular el tiempo normal elemental, multiplicando el factor de actuación (o de eficiencia) por el tiempo medio transcurrido.
- f) Sumar las tolerancias apropiadas a los valores normales elementales para obtener los tiempos elementales asignados.
- g) Resumir los tiempos elementales asignados al reverso de la forma de estudio con objeto de obtener el tiempo estándar. (Los elementos que ocurran más de una vez por ciclo se anotarán una sola vez, indicando el número de veces que ocurrieron y el producto restante.

#### **1.4 Decisiones de operaciones**

Los gerentes o administradores de operaciones suelen tomar muchas decisiones en el curso de su trabajo con diversas áreas de decisiones. Aun cuando los detalles de cada situación varían, la toma de decisiones incluyen por lo general, los mismos pasos básicos:

1. Reconocer y definir claramente el problema.
2. Reunir la información necesaria para analizar posibles alternativas.
3. Elegir e implementar la alternativa más factible.

##### **1.4.1 Administración de operaciones**

La administración de operaciones se ocupa de la producción de bienes y servicios que la gente compra y utiliza todos los días. Es la función que permite a las organización alcanzar sus metas mediante le eficiente adquisición y utilización de recursos que le permitan tomar la mejor decisión en las operaciones. Toda organización, ya sea pública o privada, de manufactura o servicios, cuenta con una función de operaciones. La administración de operaciones se refiere a la dirección y el control de los procesos mediante los cuales los insumos se transforman en bienes y servicios terminados.

La administración de operaciones forma parte de un sistema de producción. Un sistema de producción consiste en insumos, procesos, productos y flujo de información, que lo conectan con los clientes y el ambiente externo. Los insumos incluyen recursos humanos (trabajadores y gerentes), capital (equipo e instalaciones), materiales y servicios comprados, tierra y energía. Un proceso es cualquier actividad o grupo de actividades mediante las cuales uno o varios insumos son transformados y adquieren un valor agregado, obteniéndose así un producto para un cliente. La toma de decisiones, ya sea estratégica o táctica, es un aspecto esencial de todas las actividades administrativas, incluida la administración de operaciones. Lo que distingue a los gerentes de operaciones son los tipos de decisiones que toman, ya sea individualmente o con otras personas. Estos tipos pueden dividirse en cinco categorías:

1. Selección de estrategias. Comenzamos con las decisiones estratégicas que afectan la dirección futura de una compañía. Ayudan a determinar las estrategias globales y las prioridades competitivas de la compañía, y deciden si la estrategia de flujo tendrá que organizar los recursos en torno a productos o procesos.
2. Procesos. Los procesos son fundamentales para las actividades, mediante las cuales se producen bienes o servicios, en este caso se toman decisiones de procesos acerca de los tipos de trabajo que serán realizados en una planta, la cantidad de automatización que se utilizara y los métodos que permitirán mejorar los procesos actuales.
3. Calidad. Las cuestiones referentes a la calidad son fundamentales en todos los procesos y actividades de trabajo.
4. Capacidad, localización y distribución. Las decisiones que corresponden a esta categoría requieren a menudo que se asuman un compromiso a largo plazo, determinar la capacidad del sistema, la localización de nuevas instalaciones, incluidas las de carácter mundial; así como la organización de un departamento y la distribución física de instalaciones.
5. Decisiones de operación. Las decisiones de operación (conocidas a veces como infraestructura de operaciones) se refieren al funcionamiento de la instalación una vez que ha sido construida. En esta etapa se coordinan las

diversas partes de la cadena de suministros interna y externa, pronostican la demanda, administran el inventario y controlan los niveles de personal y las salidas del producto a través del tiempo.

#### **1.4.2 Administración de procesos.**

Un proceso implica el uso de los recursos de una organización, para obtener algo de valor. Ningún producto puede fabricarse y ningún servicio puede suministrarse sin un proceso, y ningún proceso puede existir sin producto o servicio.

La administración de procesos es la selección de los insumos, las operaciones, los flujos de trabajo y los métodos que transforman los insumos en productos. La selección de insumos empieza con la decisión de qué proceso se habrán de realizar internamente y cuales se realizan en el exterior y serán comprados como materiales y servicios. Las decisiones de procesos también se refieren a la mezcla apropiada de habilidades humanas y equipo, y también a que partes de los procesos deberán ser desempeñadas por cada uno de ellos. Las decisiones con respecto a los procesos deben ser congruentes con la estrategia de flujo de la organización, y la capacidad de esta última para obtener recursos necesarios a fin de apoyar esa estrategia.

Las decisiones de procesos deben tomarse cuando:

- Se ofrece un producto o servicio nuevo o sustancialmente modificado.
- Es necesario mejorar la calidad.
- Las prioridades competitivas han cambiado.
- Se está modificando la demanda de un producto.
- El rendimiento actual es inadecuado.
- Los competidores ganan terreno por el uso de un nuevo proceso o tecnología.
- El costo o la disponibilidad de los insumos ha cambiado.

#### **1.4.3 Administración de cadena de suministros.**

La administración de la cadena de suministros tiene el propósito de sincronizar las funciones de una empresa con las de sus proveedores, a fin de acoplar el flujo de materiales, servicios e información, con la demanda de los clientes. La

administración de la cadena de suministros tiene consecuencias estratégicas porque el sistema de suministros puede usarse para satisfacer prioridades competitivas importantes. También implica la coordinación de funciones clave de la empresa, como marketing, finanzas, ingeniería, sistemas de información, operaciones y logística.

Un propósito fundamental de la administración de las cadenas de suministros consiste en controlar el inventario, administrando los flujos de materiales. El conjunto de vínculos que conectan entre sí a los proveedores de materiales y servicios, que abarcan la transformación de materias primas en productos y servicios y la entrega de estos a los clientes de una empresa, es la que se le conoce como cadena de suministros. Una parte importante consiste en proveer información necesaria para planear y administrar la cadena de suministros.

La utilidad de la administración de la cadena de suministro resulta evidente cuando reconoce la complejidad de dichas cadenas. El flujo de materiales determina los niveles de inventario. El rendimiento de numerosos proveedores determina el flujo de materiales de llegada. El rendimiento del sistema de marketing, producción y distribución de la empresa determina el flujo de salida de productos.

Hay efectos ocasionados por la cadena de suministros externa y es cuando las compañías tienen el menor grado de control sobre la cadena de suministros. En consecuencia, deben diseñar sus operaciones bajo el entendimiento de que quizá tengan que responder a perturbaciones provocadas por los proveedores o los clientes. Entre las perturbaciones más típicas figuran las siguientes:

- Cambios en el volumen. Los clientes tienen la posibilidad de modificar la cantidad de productos o servicios que habían solicitado para una fecha específica, o bien, pueden pedir inesperadamente una cantidad mayor de un producto estándar.
- Cambios en la mezcla de productos. Los clientes tienen la posibilidad de modificar la mezcla de artículos en alguno de sus pedidos, generando así un efecto perturbador en toda la cadena de suministros.
- Entregas tardías. La entrega tardía de materiales o los retrasos en el suministro de servicios esenciales suelen obligar a la compañía a cambiar su

programa, de modo que en lugar de fabricar un modelo de determinado producto, elabore otro. Por lo general esto provoca perturbaciones en los programas de las empresas que suministran artículos en modelos específicos.

- Embarque incompletos. Los proveedores que envían embarques incompletos lo hacen así porque se presentan perturbaciones en sus respectivas plantas. Los efectos de esos embarques son similares a los de las remesas tardías, a menos que su volumen sea suficiente para que la empresa funcione hasta que llegue el siguiente embarque.

Hay efectos ocasionados por la cadena de suministros interna, a estos se presta una frase famosa “Ya vimos quién es enemigo y resulta que somos nosotros mismos”. Desgraciadamente, esta declaración resulta válida en el caso de muchas empresas cuando se enfrentan a una perturbación en sus cadenas de suministros. Las operaciones de la propia compañía suelen ser la causa de esas dificultades, porque llegan a convertirse en fuente de una dinámica constante dentro de la cadena de suministro. Entre las perturbaciones características de la cadena de suministro internas se encuentran las siguientes:

- Casos de escasez provocados por causas internas. Es probable que haya una escasez de las partes manufacturadas por una compañía debido a la presencia de averías en alguna máquina o por la falta de experiencia de los trabajadores. Esa escasez puede dar lugar a un cambio en el programa de producción de la empresa, el cual afectaría a los proveedores. La escasez de mano de obra por motivo de huelga o por la alta rotación de personal tiene un efecto similar.
- Cambios en aspectos de ingeniería. Las modificaciones en el diseño de productos pueden tener un impacto directo sobre los proveedores.
- Introducción de nuevos productos/servicios. La presencia de nuevos productos o servicios siempre afecta la cadena de suministros. Cada empresa decide cuantas novedades habrá de introducir y en que fecha lo hará, con lo cual también introduce su dinámica particular en la cadena de suministros. Incluso es posible que los nuevos productos requieran una

nueva cadena de suministros, o bien, la adición de nuevos miembros en la cadena de suministros existente.

- Promociones de productos/servicios. Una práctica común de las empresas que elaboran productos o servicios estandarizados consiste en ofrecer descuentos en sus precios a fin de promover las ventas. Como resultado de esta práctica se crea un alza momentánea de la demanda, la cual repercute en toda la cadena de suministros.
- Errores de información. Los errores cometidos en los pronósticos de demanda pueden inducir a una empresa a hacer pedidos excesivos, o insuficientes, de materiales o servicios. Además, los errores de pronósticos suelen dar lugar a pedidos apresurados que obligan los proveedores a reaccionar con mayor rapidez para evitar situaciones de escasez en la cadena de suministros.

#### **1.4.4 Planificación de requerimiento de materiales**

Las compañías pueden obtener una ventaja competitiva si integran las áreas funcionales por medio de un sistema de información de operaciones eficaz. El mantenimiento de flujo eficiente de materiales y servicios procedentes de proveedores, y la administración de las actividades internas relacionadas con materiales y otros recursos, son factores esenciales para el éxito económico de una operación. Es necesario que a la hora de elaborar un producto se cuenten con todos los recursos necesarios para la fabricación.

Durante varios años, muchas compañías trataron de administrar la producción un la entrega de inventarios de demanda dependiente mediante sistemas idóneos para la demanda independiente, pero el resultado muy pocas veces fue satisfactorio. Por esos se desarrollo la planificación de requerimientos de materiales (MRP), un sistema de información, destinado específicamente a administrar inventarios de demanda dependiente y a programar pedidos de reabastecimiento.

El sistema MRP permite que las empresas reduzcan sus niveles de inventario, utilicen mejor su mano de obra y sus instalaciones, y mejoren su servicio al cliente.

Las siguientes son las ventajas de la planificación de requerimientos de materiales:

- A. El uso de pronósticos estadísticos para los componentes con demanda aglomerada da lugar a grandes errores. El intento de compensar esos errores incrementando los inventarios de seguridad resulta costoso y no garantiza que vaya a ser posible evitar los faltantes. El sistema MRP calcula la demanda dependiente de componentes de los programas de producción de sus elementos padres, con lo cual proporciona un pronóstico más acertado de los requisitos de componentes.
- B. Los sistemas MRP proporcionan a los administradores información útil para planificar las capacidades y estimar los requisitos financieros. Los programas de producción y las compra de materiales pueden traducirse en requerimientos de capacidad y en montos monetarios, también pueden proyectarse en los periodos de tiempos en los cuales se van a presentar. Las personas que realizan la planificación suelen usar la información de los programas correspondientes al elemento padre, para identificar las fechas en la cuales es posible que los componentes necesarios no estén disponibles a causa de escasez en términos de capacidad, retraso del proveedor en la entrega de sus productos y por otros motivos similares.
- C. Cada vez que se produce un cambio en los programas de producción de los elementos padres, los sistemas MRP actualizan automáticamente la demanda dependiente y los programas para el reabastecimiento del inventario de componentes. El sistema MRP alerta a los planificadores en cuanto se requiere alguna acción para cualquier componente.



## **2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

### **2.1 Generalidades de la empresa**

Jacqueline Carol es una corporación fundada en Guatemala en 1981. Actualmente, expande sus horizontes con distribuidores en El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica.

Ofrece la oportunidad de un negocio propio en el sistema de venta directa a través de un novedoso catálogo de ofertas e incentivos.

Sus consejeras gozan de excelentes servicios personalizados, fortaleza que los distingue y para lo cual cuentan con una fuerza de venta altamente calificados.

#### **2.1.1 Visión de la empresa**

Jacqueline Carol es una empresa que tiene la visión de ser la más grande de industria de cosméticos y productos de higiene de tocador de toda Centro América, brindándole a sus consumidores y consejeras productos de alta calidad a precios accesibles

#### **2.1.2 Misión de la empresa.**

Jacqueline Carol es una empresa dedicada a la fabricación de cosméticos y productos de higiene de tocador para toda la familia, con lo que contribuye a realzar la belleza y apariencia personal de sus consumidores, apoyándose en la moda y los avances tecnológicos.

Promueven el progreso, brindando oportunidades de desarrollo social a su grupo de consejeras y en el nuevo milenio se preocupan por una capacitación adecuada, oportuna y constante de sus colaboradores.

Trabajan en equipo, buscando la rentabilidad de la Empresa y con honestidad, responsabilidad, creatividad, disciplina y respeto, garantizan la satisfacción total de su personal, consejeras y consumidores.

### **2.1.3 Ubicación de la Empresa.**

Actualmente Jacqueline Carol se encuentra ubicada en la nueva zona Industrial que esta en la Calzada Atanasio Tzul (Ave. Ferrocarril) 19-97 Zona 12 Centro Empresarial El Cortijo

## **2.2 Análisis del proceso**

### **2.2.1 Diagrama de Operaciones**

Este diagrama nos muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones que son necesarias en un proceso de transformación, las cuales nos sirven para producir los diferentes productos que son elaborados en una fabrica o taller, operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales necesarios, abarcando desde la llegada del material hasta el empaque del producto final.

A continuación se presentan los diagramas de cada uno de los procesos de llenado de colonia:

- Diagrama de operaciones para máquina de 6 pitones, Fig. 1
- Diagrama de operaciones para máquina de 12 pitones, Fig. 2

Figura 1 Diagrama de operaciones de llenado de colonia máquina de 6 pitones

**Diagrama de operaciones de proceso**

**Industria del cosmético**

Asunto: Llenado de colonia Fecha: Marzo de 2009

Método: Actual

Identificación: Llenado de colonia

Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro

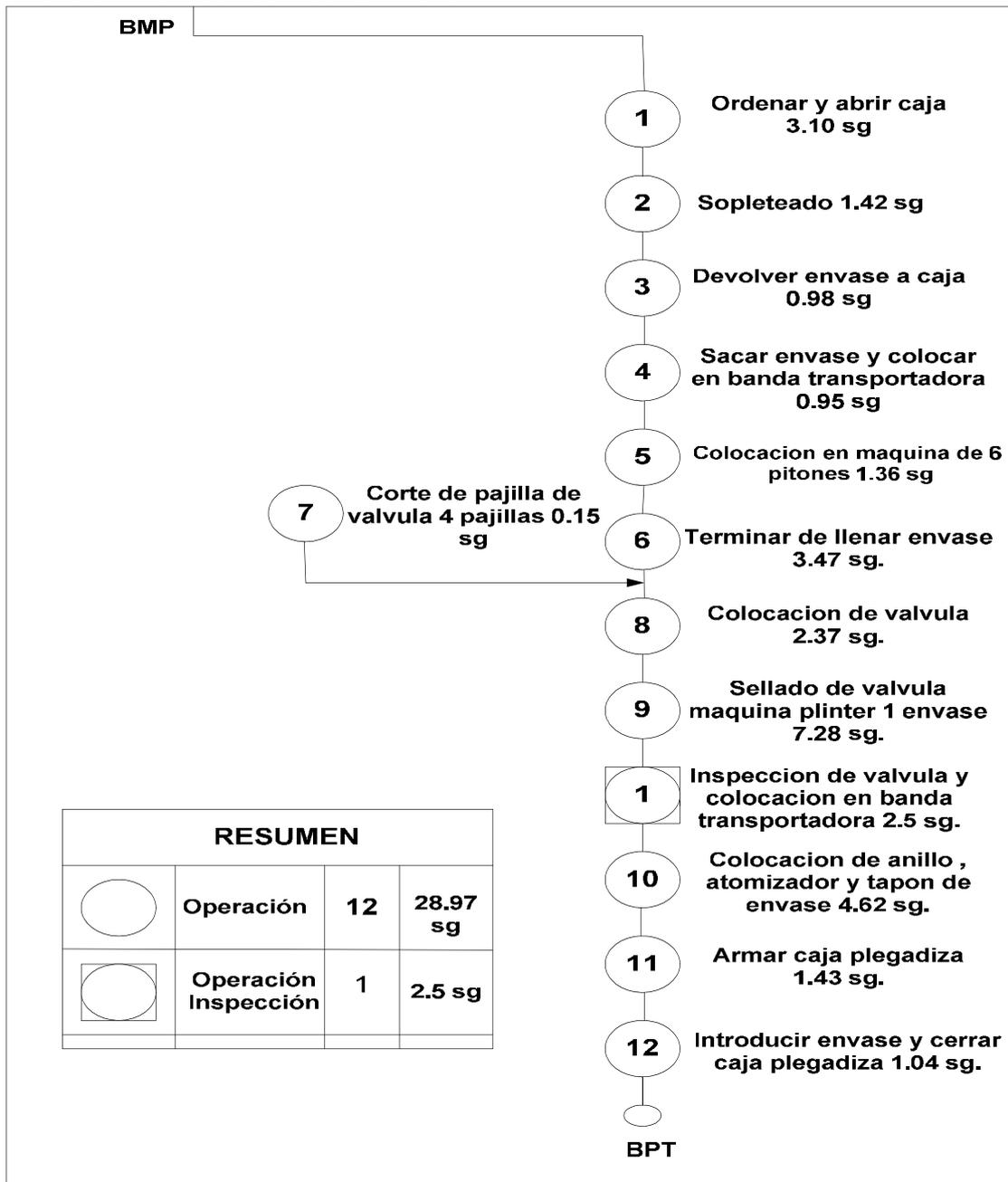


Figura 2 Diagrama de operaciones de llenado de colonia máquina de 12 pitones

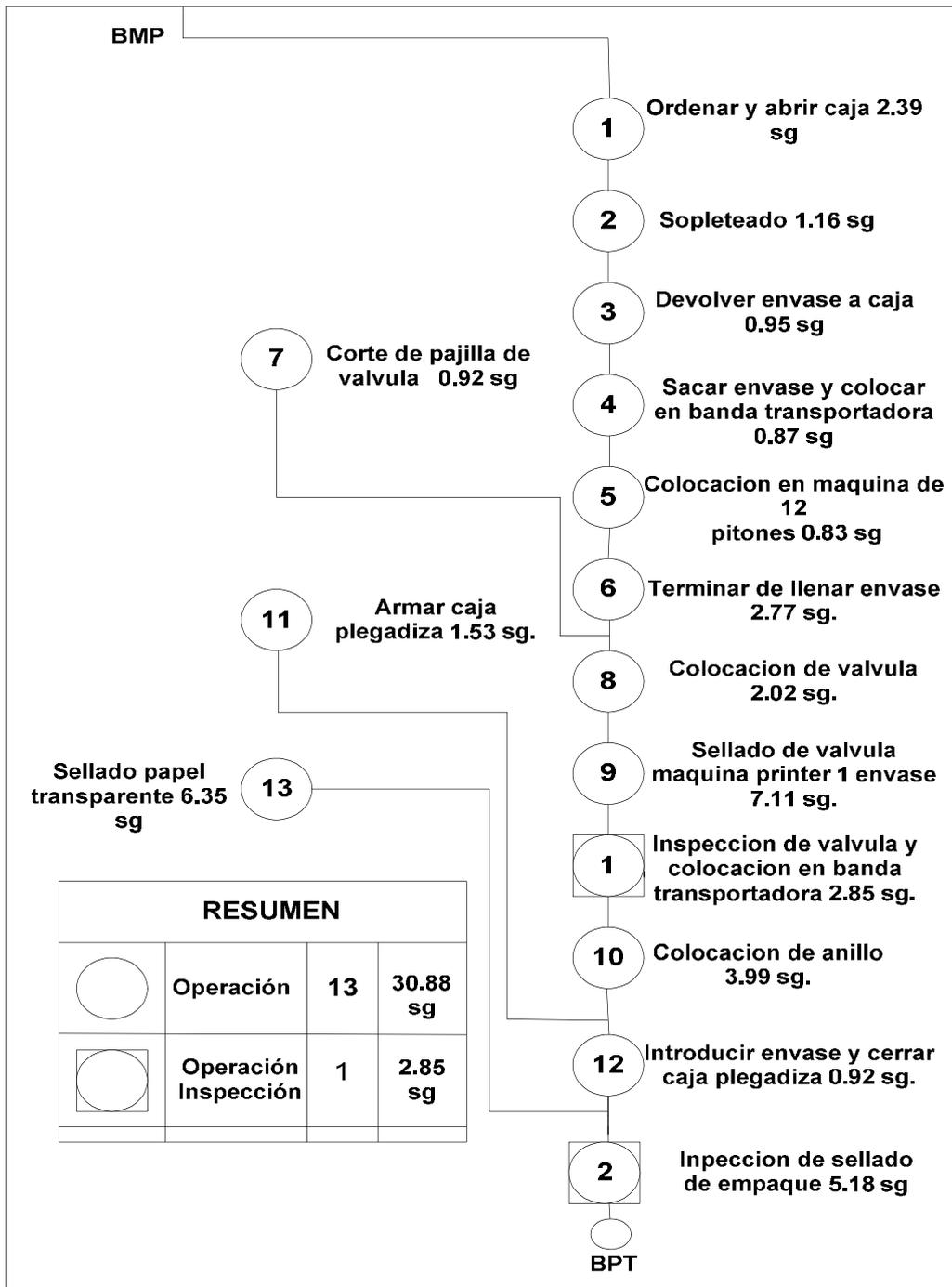
**Diagrama de operaciones de proceso  
Industria del cosmético**

Asunto: Llenado de colonia Fecha: Marzo de 2009

Método: Actual

Identificación: Llenado de colonia

Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro



### **2.2.2 Diagrama de recorrido**

A continuación, se presentan los diagramas de recorrido de cada uno de los procesos de llenado de colonia:

- Diagrama de recorrido de llenado de envase de máquina de 6 pitones, Fig. 3
- Diagrama de recorrido de llenado de colonia de máquina de 12 pitones, fig. 4

Figura 3 Diagrama de recorrido de llenado de colonia máquina de 6 pitones

**Diagrama de Recorrido del Proceso  
Industria de Cosméticos**

Asunto: Llenado de colonia Fecha: Marzo de 2009

Método: Actual

Identificación: Llenado de colonia

Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro

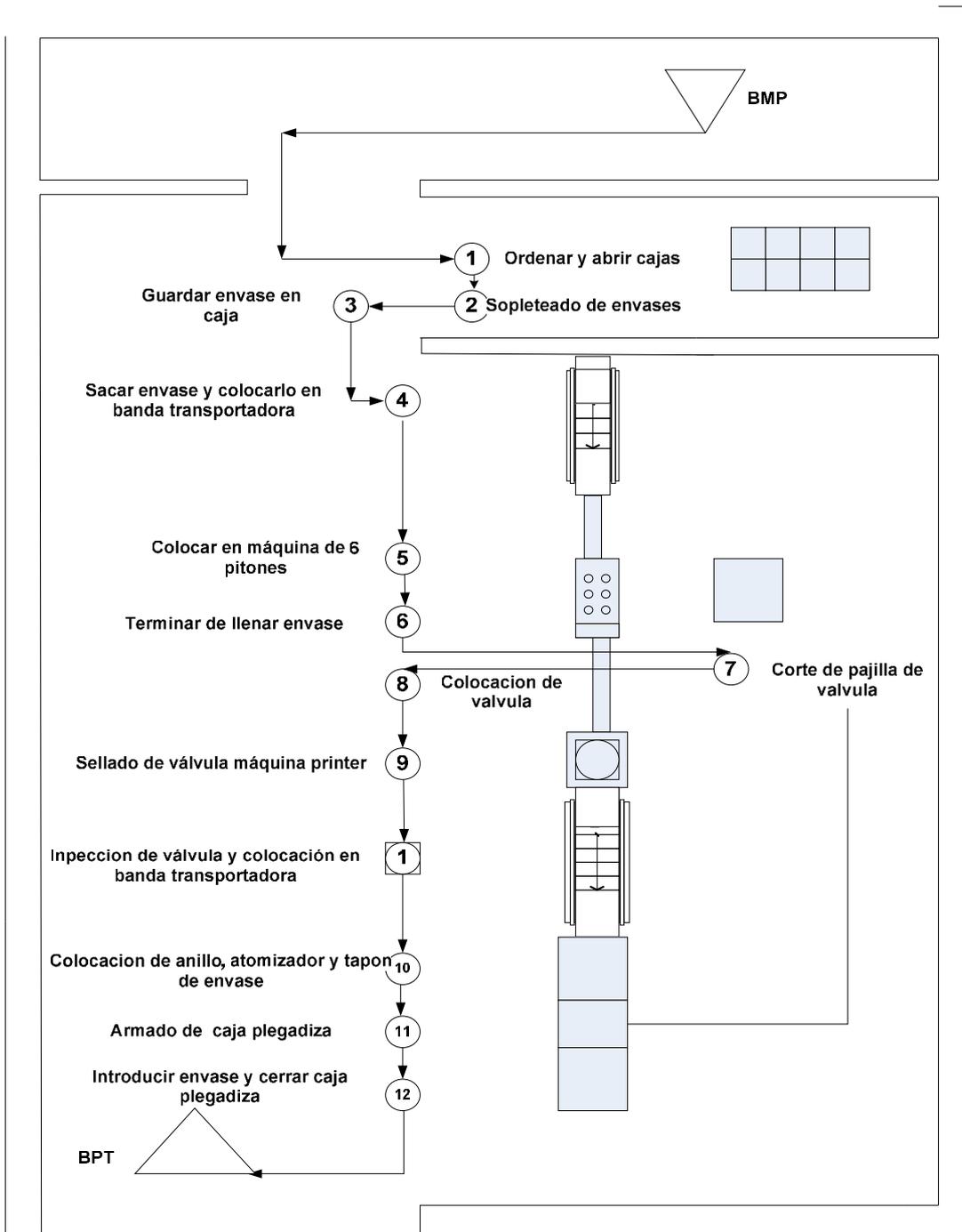
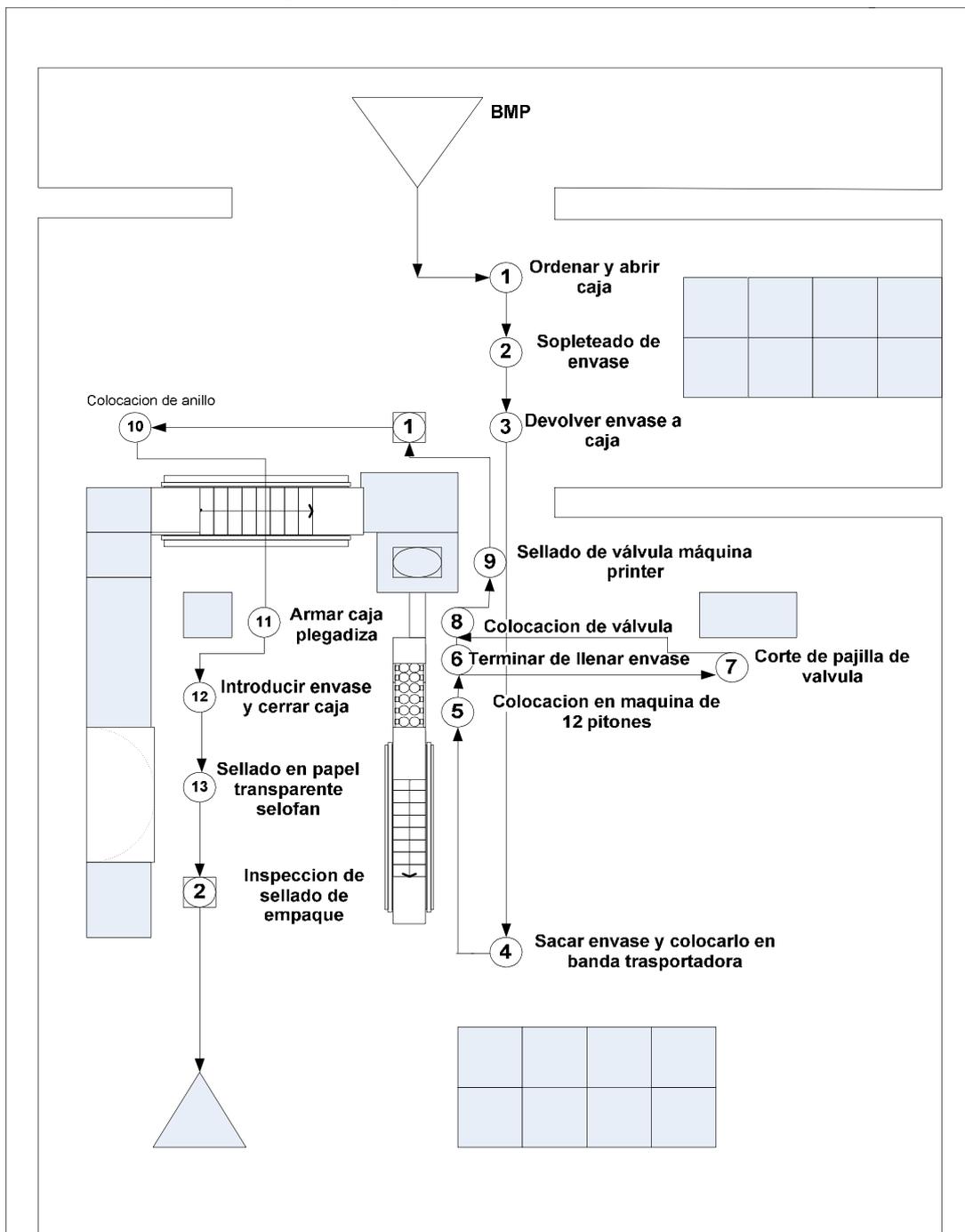


Figura 4 Diagrama de recorrido de llenado de colonia máquina de 12 pitones

**Diagrama de Recorrido del Proceso  
Industria de Cosméticos**

Asunto: Llenado de colonia      Fecha: Marzo de 2009  
 Método: Actual  
 Identificación: Llenado de colonia  
 Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro



### **2.2.3 Diagrama de flujo del proceso**

A continuación, se presentan los diagramas de flujo del proceso de cada uno de los procesos de llenado de colonia:

- Diagrama de flujo del proceso de llenado de envase de máquina de 6 pitones, Fig. 5
- Diagrama de flujo del proceso de llenado de colonia de máquina de 12 pitones, fig. 6

Figura 5 Diagrama de flujo del proceso de llenado de colonia máquina de 6 pitones

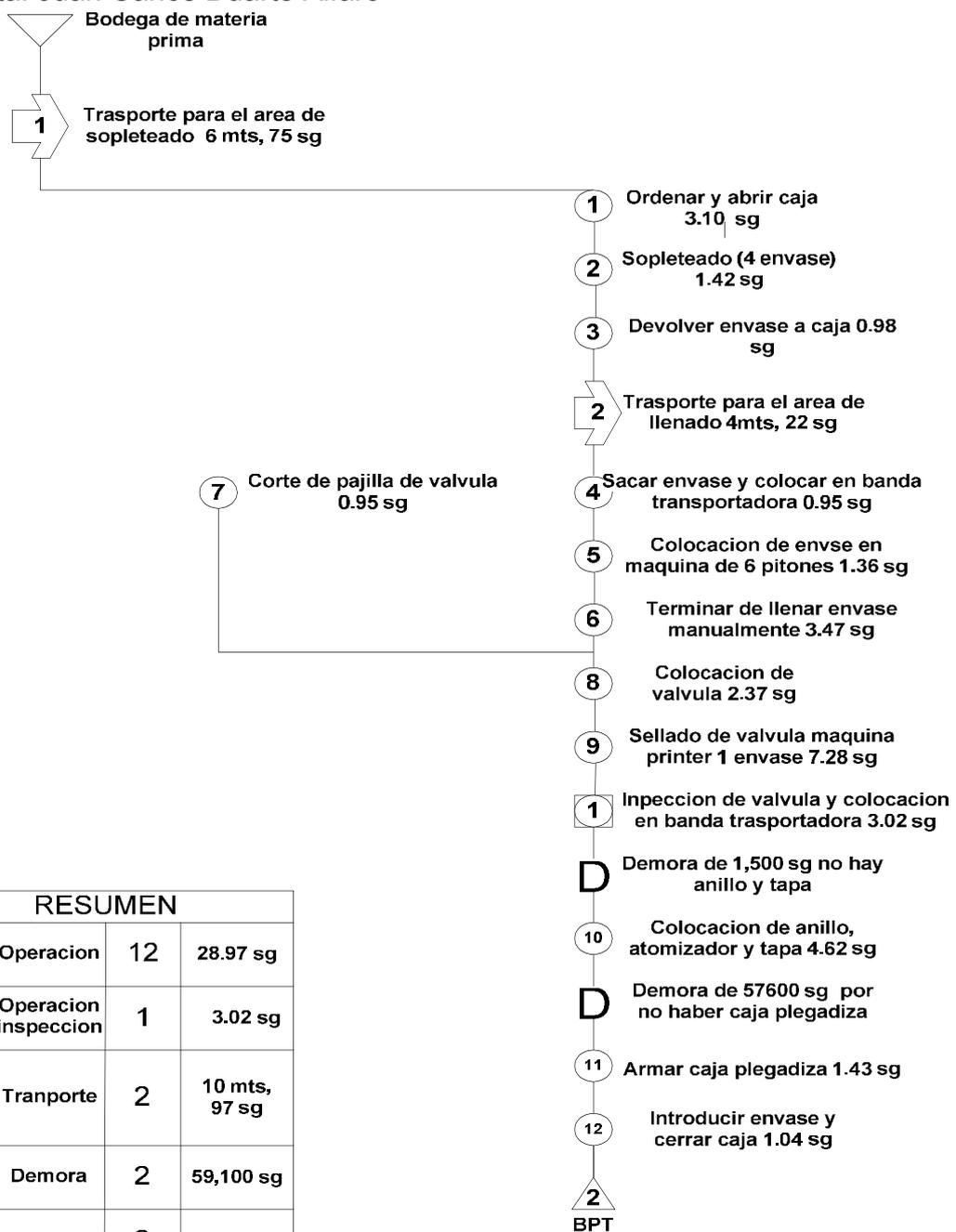
**Diagrama de flujo del proceso  
Industria de Cosméticos**

Asunto: Llenado de colonia Fecha: Marzo de 2009

Método: Actual

Identificación: Llenado de colonia

Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro

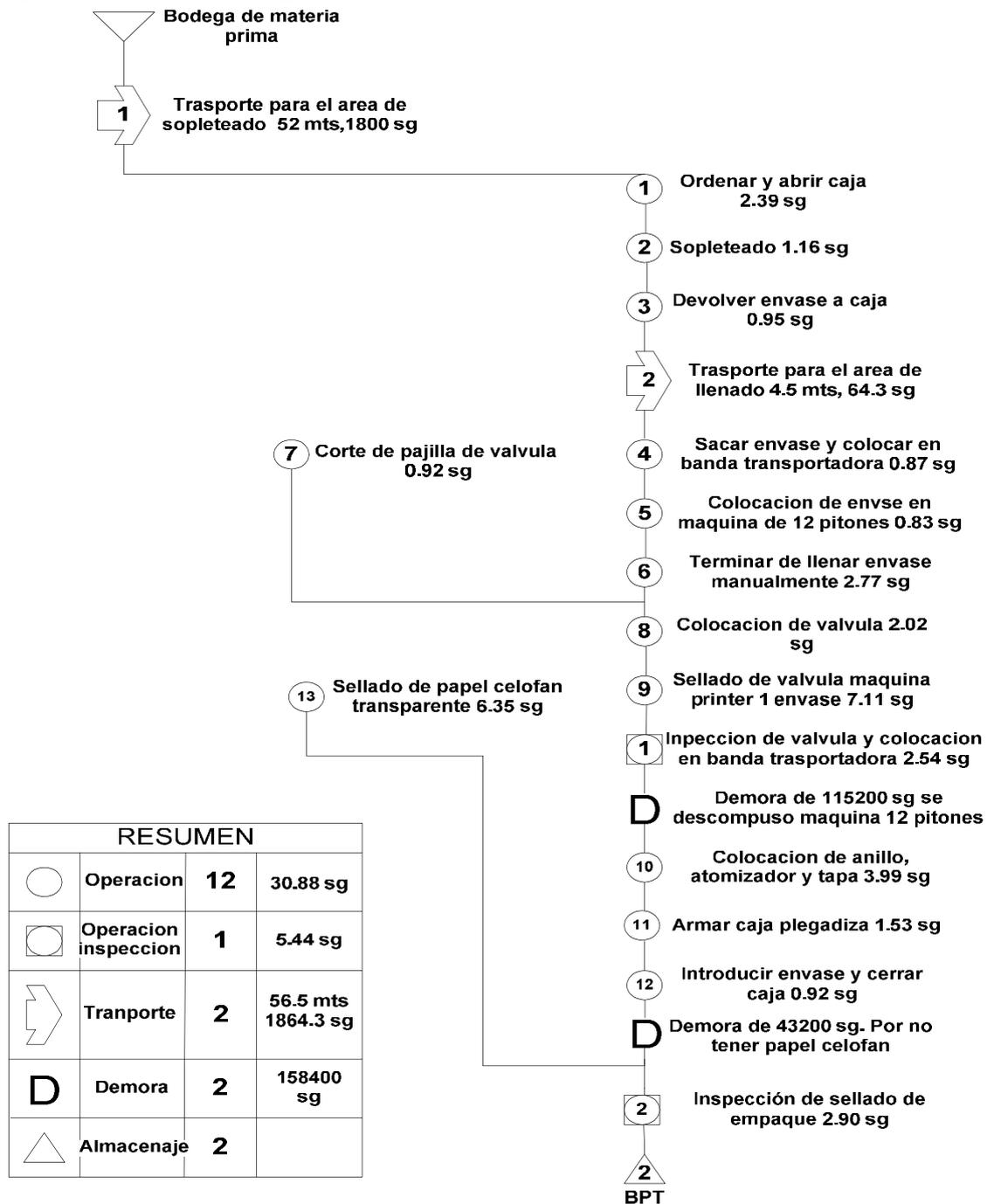


| RESUMEN |                      |    |               |
|---------|----------------------|----|---------------|
| ○       | Operacion            | 12 | 28.97 sg      |
| ◻       | Operacion inspeccion | 1  | 3.02 sg       |
| ➔       | Tranporte            | 2  | 10 mts, 97 sg |
| D       | Demora               | 2  | 59,100 sg     |
| △       | Almacenaje           | 2  |               |

Figura 6 Diagrama de flujo del proceso de llenado de colonia máquina de 12 pitones

**Diagrama de flujo del proceso  
Industria de Cosméticos**

Asunto: Llenado de colonia      Fecha: Marzo de 2009  
 Método: Actual  
 Identificación: Llenado de colonia  
 Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro



| RESUMEN |                      |    |                       |
|---------|----------------------|----|-----------------------|
| ○       | Operacion            | 12 | 30.88 sg              |
| ◻       | Operacion inspeccion | 1  | 5.44 sg               |
| ➔       | Tranporte            | 2  | 56.5 mts<br>1864.3 sg |
| D       | Demora               | 2  | 158400 sg             |
| △       | Almacenaje           | 2  |                       |

## 2.2.4 Clasificación, traslado y abastecimiento de materiales

La empresa maneja buenas prácticas de manufactura para las materias primas.

1. Almacenaje de materias primas:
  - a. Las materias primas se encuentra clasificadas de la siguiente forma:
    - i. Materias primas activos,
    - ii. Materias primas genéricos,
    - iii. Fragancias,
    - iv. Colorantes.
  - b. Cada materia prima se registra con un código interno, el inicia con MP, continúa con la clasificación de la materia prima (Activo, Genérica, Fragancia, Colorante), y continúa con un correlativo (ejemplo: MPFRAGANCIA009).
  - c. Cada materia prima contiene la siguiente información:
    1. Aprobación respectiva con firma de jefe de materia prima
    2. Código del producto,
    3. Descripción de la materia prima,
    4. Número de lote,
    5. Fecha de aprobación,
    6. Fecha de expiración.
  - d. Las materias primas están colocadas en racks numerados del uno al tres, y cada empaque de las materias primas esta colocada en tarimas.
  - e. Limpieza de racks:
    - i. Cada sábado se realiza la limpieza de los racks utilizados para el almacenaje de las materias primas utilizando los siguientes insumos:
      1. Bactericida (Oxonia al 0.5%),
      2. Limpiadores de tela limpios para la limpieza externa de los envases.
      3. Equipo de limpieza,

4. La limpieza en el suelo se realiza con alcohol diluido, siendo anteriormente eliminado el polvo.

## 2. Manipulación de materias primas:

- a. La manipulación de materias primas se realiza al emitir una orden para el pesado de una fórmula para la fabricación posterior, siendo el siguiente procedimiento:

- i. La cantidad requerida para la fabricación es requerida por el jefe de producción.
- ii. El jefe de materias primas emite la orden de trabajo. Este sistema emite un número de orden de trabajo para una cantidad establecida. El viajero contiene la siguiente información:
  1. Número de orden de trabajo,
  2. Fecha y hora de emisión,
  3. Código y descripción del bulk,
  4. Cantidad requerida,
  5. Procedimiento de fabricación,
  6. Materias primas de acuerdo a las fases productivas:
    - a. Las materias primas contiene la descripción y código de la materia prima, el porcentaje requerido y la cantidad en Kilogramos pro materia prima.
  7. El espacio para colocar el número de batch  
El número de batch es correlativo en cada producto y es emitido por el jefe de materias primas que tiene el control de los viajeros.
  8. Área para colocar la cantidad real al finalizar la fabricación para su operación en el sistema.
- iii. La orden de trabajo impresa es enviada a control de calidad para su autorización y firma correspondiente.

b. Para el pesado de materia prima el personal debe utilizar e implementar las siguientes herramientas y buenas prácticas de manufactura asegurando la calidad del producto:

- i. Báscula y pesa electrónica,
- ii. Guantes,
- iii. Mascarilla,
- iv. Cofia o gorro,
- v. Uniforme,
- vi. Botas para uso en el trabajo,
- vii. Desinfectante en gel,
- viii. Cubetas con capacidad de 10Kg desinfectadas previamente (Oxonia al 0.5%),
- ix. Bolsas de diferentes dimensiones,
- x. Toneles desinfectados con oxonia al 0.5%,
- xi. Llaves para abrir toneles de materias primas desinfectados.

c. Área de pesado:

- a. El área de pesado en un área delimitada donde se abren los empaques de las materias primas para pesar las fórmulas requeridas, este tiene las siguientes características:

1. Área separada del almacenamiento de materias primas,
2. El personal que ingresa al área debe de ser autorizada y que cumplan con las normas anteriores,
3. El área se desinfecta continuamente, ya que es una operación crítica.

d. Procedimiento de pesado:

- i. Cada materia prima utilizada siempre es requerida de acuerdo a un inventario PEPS, el cual se utiliza la materia prima con ingreso anterior para obtener una rotación de materias primas.
  - 1) Este inventario PEPS es apoyado con sticker de varios colores por mes, los cuales son explicados en un cuadro informativo colocado en el área de pesado.

- ii. El personal de materias primas utilizando los requisitos anteriores y con la información del viajero (orden de fabricación) aprobado por control de calidad inicia el pesado de materias primas.
- iii. Con un chequeo se va verificando la cantidad pesada.
- iv. Cada empaque utilizado para la fórmula es identificado con un sticker conteniendo la descripción de la materia prima y la cantidad pesada.
- v. Al terminar de pesar cada materia prima (de la fórmula), es identificada y colocada en el área comprendida para la fórmula correspondiente.
- vi. El empaque o materia prima que se utilizó es regresado a su área original en su rack correspondiente.
- vii. Al terminar de pesar lo detallado en el viajero se llama a la persona que supervisa el pesado que pertenece al departamento de control de calidad.
  - 1) La persona coloca en una casilla del viajero la aprobación de cada materia prima, ya que nuevamente se pesa cada materia prima con la supervisión del representante de control de calidad.
  - 2) Al terminar de supervisar autoriza en el viajero y el mismo es trasladado al departamento de mezclado.
- viii. Al terminar la fórmula si es requerida en el momento hay una persona de mezclado responsable de recibir la fórmula y revisar las materias primas. Por lo contrario hay un área donde se colocan las fórmulas pesadas y revisadas debidamente cerradas al contacto externo por sus envases correspondientes.

3. El procedimiento de aprobación de los pasos anteriores son colocados en el documento llamado orden de trabajo, el cual es operado al terminar el mezclado y debidamente archivado en el departamento de control de calidad.

4. Para realizar el traslado de la materia prima en relación al producto de empaque, la orden de trabajo se le da al encargado de bodega el cual verifica la existencia de materiales y realiza la hoja de traslado. Este paso como mínimo requiere de 12 a 24 horas de anticipación para que se puedan ver los componentes del empaque el cual consta de las siguientes materiales:
  - A. Envase (especificación de tamaño y material (plástico o de vidrio)).
  - B. Pajilla de válvula
  - C. Válvula
  - D. Anillo y atomizador
  - E. Tapadera de envase
  - F. Caja plegadiza
  - G. Papel celofán transparente
  - H. Etiqueta

La distancia entre la bodega de materia prima de empaque y la línea de llenado de colonia es de aproximadamente 52 metros, razón por la cual se necesita que la orden de trabajo este clara y con los requerimientos necesarios para realizar un solo pedido, de lo contrario esto lleva como resultado atraso en producción por mal pedido en la orden de trabajo.

5. Para el abastecimiento de materiales es se hace un desglose de todos los componentes que lleva el producto, el cual al ingresarlos en el sistema este nos da un estimado de cuanto hay en existencia y cuanto es la cantidad a producir y cual debe de ser la cantidad para reabastecerse en un margen de 30 días. Las compras internacionales tienen una duración de entrega de aproximadamente 60 días, cuando se realiza un mal calculo de parte de logística esto puede traer como consecuencia buscar un proveedor nacional pero con producto de menor calidad, el cual solicita un margen de 15 días para entregar el producto.

Este es un problema muy común existente en la empresa ya que es evidente que las áreas de mercadeo, ventas, logística y producción no trabajan bajo los mismos lineamientos y esto da como resultado saturación de algunos componentes en bodega y en el caso contrario muy pocos componentes y se corre el riesgo de quedarse sin algún material en determinado momento. Cuando este es el caso en el área de producción se autoriza empezar a funcionar la línea de producción y cuando el componente se termina se guarda el producto en canastas para esperar a que entre el componente faltante. Cuando el componente ingresa se crea una línea de producción para terminar de producir dicho producto, dando como resultado demasiada demora en producción.

### **2.3 Estudio de tiempos y balance de línea del área de llenado.**

En esta sección se realizó la toma de tiempos del proceso de llenado de colonia, para poder obtener así todos los datos necesarios para la realización del balance de líneas. El método que con el cual se logra determinar el tiempo estándar del proceso.

#### **2.3.1 Toma de tiempos**

La toma de tiempos se llevó a cabo en la línea de llenado de colonia, el objetivo principal es el estudio de cada una de las operaciones involucradas en el proceso y así poder analizar detalladamente que operación u operaciones se pueden mejorar. Para la determinación del número de observaciones necesarias para cada toma de tiempos utilizaremos la siguiente metodología:

$\delta p$  = Erro típico del por ciento

$P = \frac{\text{Número de actividades indeseables}}{\text{Número total de actividades controladas}}$

$N_c = Z = K$  = Nivel de confianza

$N$  = Número de observaciones

$T$  = Tolerancia

El nivel  $K = 2$  se utiliza en la industria en general ( $\delta = 95.45\%$ ) ya al utilizar este nivel que da en la relación del tiempo de servicio al tiempo de funcionamiento de las instalaciones.

Los datos que a continuación se presentan, son los que se utilizarán en el cálculo del número de observaciones.

$$P = 2/12 = 0.16$$

$$\text{Tolerancia} = 5\%$$

$$N_c = 95.45\%$$

$$N = 10$$

$$\delta p = T/N_c = 0.05/2 = .025 \quad N = p(1-p)/(\delta p)^2 = \frac{(0.16)(1-0.16)^2}{(0.025)^2}$$

$$N = 180 \text{ observaciones}$$

Por efecto de análisis de operaciones, el número de mediciones se ha calculado por medio de tablas de General Electric, debido a que el número de observaciones por este método es demasiado grande.

Para el cálculo del tiempo estándar utilizaremos las tablas de Westinghouse de esfuerzo, habilidades, consistencia y concesiones, también la tabla de suplementos por descanso, que se pueden observar en los anexos 1 y 2 del trabajo.

La forma para encontrar el tiempo normal se presenta a continuación.

1. Cálculo del tiempo cronometrado ( $T_c = T \sum X/n$ )
2. Cálculo del tiempo normal ( $T_n = T_c \times F_c$ )
3. Cálculo del tiempo estándar ( $T_s = T_n(1+\text{concesiones})$ )

De las tablas de Westinghouse:

Habilidad = 3%

Esfuerzo = 5%

Condiciones = 0.0%

Consistencia = -2%

De la tabla de descanso:

Trabajo de pie = 2%

Fuerza muscular = 5%

Ruido = 2%

Total = 6%

Fc = 6%

Total = 9%

Concesiones = 9%

**Tabla I Toma de tiempos del área de llenado máquina de 6 pitones**

| (A) Ordenar y abrir caja |      |
|--------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)        |      |
| 8                        | 5    |
| 5                        | 7    |
| 4                        | 4    |
| 4                        | 3    |
| 6                        | 5    |
| 5                        | 6    |
| 6                        | 5    |
| 6                        | 4    |
| 5                        | 7    |
| 4                        | 8    |
| Tiempo Cronométrado      | 5.35 |

$T_c = 5.35/2 = 2.68$

$T_n = T_c \times F_c$

$T_n = 2.68(1.06)$

$T_n = 2.84$

$T_e = T_n(1+\text{concesiones})$

$T_e = 2.84(1+0.09)$

$T_e = 3.10$

$T_e = 0.05 \text{ min}$

| (B) sopleteado de envase |      |
|--------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)        |      |
| 3                        | 7    |
| 4                        | 8    |
| 5                        | 4    |
| 6                        | 5    |
| 5                        | 5    |
| 5                        | 6    |
| 4                        | 4    |
| 5                        | 5    |
| 5                        | 4    |
| 4                        | 4    |
| Tiempo Cronométrado      | 4.90 |

$T_c = 4.90/4 = 1.23$

$T_n = T_c \times F_c$

$T_n = 1.23(1.06)$

$T_n = 1.30$

$T_e = T_n(1+\text{concesiones})$

$T_e = 1.30(1+0.09)$

$T_e = 1.42$

$T_e = 0.023 \text{ min}$

| (C) Devolver envase a caja |      |
|----------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)          |      |
| 2                          | 4    |
| 4                          | 3    |
| 3                          | 2    |
| 3                          | 2    |
| 4                          | 4    |
| 5                          | 4    |
| 4                          | 3    |
| 3                          | 3    |
| 3                          | 4    |
| 2                          | 3    |
| Tiempo Cronométrado        | 3.25 |

$T_c = 3.25/4 = 0.85$

$T_n = T_c \times F_c$

$T_n = 0.85(1.06)$

$T_n = 0.90$

$T_e = T_n(1+\text{concesiones})$

$T_e = 0.90(1+0.09)$

$T_e = 0.98$

$T_e = 0.016 \text{ min}$

| (D) Sacar envase y colocarlo en la banda transportadora |     |
|---|-----|
| Tiempo (Segundos)                                       |     |
| 3   | 3   |
| 4   | 2   |
| 3   | 3   |
| 3   | 4   |
| 2   | 5   |
| 4   | 3   |
| 3   | 3   |
| 2   | 4   |
| 4   | 4   |
| 2   | 5   |
| Tiempo Cronométrado                                     | 3.3 |

$T_c = 3.3/4 = 0.82$

$T_n = T_c \times F_c$

$T_n = 0.82(1.06)$

$T_n = 0.87$

$T_e = T_n(1+\text{concesiones})$

$T_e = 0.87(1+0.09)$

$T_e = 0.95$

$T_e = 0.015 \text{ min}$

| (E) Colocación de envase en máquina de 6 pitones |      |
|--|------|
| Tiempo (Segundos)                                |      |
| 6  | 8    |
| 8  | 9    |
| 7  | 11   |
| 6  | 8    |
| 5  | 7    |
| 8  | 8    |
| 5  | 6    |
| 6  | 5    |
| 7  | 7    |
| 7  | 8    |
| Tiempo Cronométrado                              | 7.10 |

$$T_c = 7.10/6 = 1.18$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 1.18(1.06)$$

$$T_n = 1.25$$

$$T_e = T_n(1+\text{conseciones})$$

$$T_e = 1.25(1+0.09)$$

$$T_e = 1.36$$

$$T_e = 0.022 \text{ min}$$

| (F) Terminar de llenar envase manualmente |   |
|---|---|
| Tiempo (Segundos)                         |   |
| 2   | 2 |
| 2   | 2 |
| 3   | 3 |
| 4   | 4 |
| 3   | 4 |
| 3   | 3 |
| 2   | 5 |
| 3   | 3 |
| 4   | 3 |
| 3   | 2 |
| Tiempo Cronométrado                       | 3 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 3(1.06)$$

$$T_n = 3.18$$

$$T_e = T_n(1+\text{conseciones})$$

$$T_e = 3.18(1+0.09)$$

$$T_e = 3.47$$

$$T_e = 0.057 \text{ min}$$

| (G) Corte de pajilla de válvula |     |
|---------------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)               |     |
| 3                               | 5   |
| 2                               | 4   |
| 4                               | 3   |
| 2                               | 3   |
| 3                               | 2   |
| 2                               | 2   |
| 3                               | 3   |
| 3                               | 4   |
| 4                               | 5   |
| 5                               | 4   |
| Tiempo Cronométrado             | 3.3 |

$$T_c = 3.3/4 = 0.82$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.82(1.06)$$

$$T_n = 0.87$$

$$T_e = T_n(1+\text{conseciones})$$

$$T_e = 0.87(1+0.09)$$

$$T_e = 0.95$$

$$T_e = 0.015 \text{ min}$$

| (H) Colocación de válvula |      |
|---------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)         |      |
| 1                         | 1    |
| 2                         | 2    |
| 2                         | 2    |
| 1                         | 1    |
| 3                         | 3    |
| 2                         | 2    |
| 3                         | 2    |
| 1                         | 1    |
| 3                         | 3    |
| 4                         | 2    |
| Tiempo Cronométrado       | 2.05 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 2.05(1.06)$$

$$T_n = 2.17$$

$$T_e = T_n(1+\text{conseciones})$$

$$T_e = 2.17(1+0.09)$$

$$T_e = 2.37$$

$$T_e = 0.039 \text{ min}$$

| (I) Sellado de válvula máquina Printer |     |
|--|-----|
| Tiempo (Segundos)                      |     |
| 3                                      | 3   |
| 2                                      | 2   |
| 3                                      | 2   |
| 41                                     | 3   |
| 2                                      | 4   |
| 3                                      | 24  |
| 3                                      | 3   |
| 4                                      | 4   |
| 3                                      | 3   |
| 10                                     | 4   |
| Tiempo Cronométrado                    | 6.3 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 6.3(1.06)$$

$$T_n = 6.68$$

$$T_e = T_n(1+\text{conseciones})$$

$$T_e = 6.68(1+0.09)$$

$$T_e = 7.28$$

$$T_e = 0.12 \text{ min}$$

| (J) Colocación de anillo, atomizador y tapa |   |
|---|---|
| Tiempo (Segundos)                           |   |
| 4   | 6 |
| 5   | 5 |
| 3   | 3 |
| 4   | 3 |
| 5   | 4 |
| 3   | 4 |
| 3   | 3 |
| 4   | 3 |
| 4   | 5 |
| 5   | 4 |
| Tiempo Cronométrado                         | 4 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 4(1.06)$$

$$T_n = 4.24$$

$$T_e = T_n(1+\text{conseciones})$$

$$T_e = 4.24(1+0.09)$$

$$T_e = 4.62$$

$$T_e = 0.077 \text{ min}$$

| (K) Armar caja plegadiza |      |
|--------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)        |      |
| 6                        | 3    |
| 8                        | 4    |
| 4                        | 3    |
| 5                        | 3    |
| 9                        | 5    |
| 4                        | 7    |
| 5                        | 6    |
| 3                        | 5    |
| 4                        | 4    |
| 7                        | 4    |
| Tiempo Cronométrado      | 4.95 |

$$T_c = 4.95/4 = 1.24$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 1.24(1.06)$$

$$T_n = 1.31$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 1.31(1 + 0.09)$$

$$T_e = 1.43$$

$$T_e = 0.036 \text{ min}$$

| (L) Introducir envase y cerrar caja |     |
|-------------------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)                   |     |
| 3                                   | 3   |
| 4                                   | 2   |
| 3                                   | 4   |
| 5                                   | 3   |
| 4                                   | 3   |
| 3                                   | 4   |
| 3                                   | 5   |
| 4                                   | 4   |
| 5                                   | 3   |
| 4                                   | 3   |
| Tiempo Cronométrado                 | 3.6 |

$$T_c = 3.6/4 = 0.9$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.9(1.06)$$

$$T_n = 0.95$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 0.95(1 + 0.09)$$

$$T_e = 1.04$$

$$T_e = 0.017 \text{ min}$$

Total tiempo estándar Segundos = 28.97

Total tiempo estándar minutos = 0.55

Tabla II Toma de tiempos del área de llenado máquina de 12 pitones

| (A) Ordenar y abrir caja |      |
|--------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)        |      |
| 4                        | 5    |
| 5                        | 4    |
| 3                        | 3    |
| 4                        | 4    |
| 5                        | 3    |
| 6                        | 4    |
| 4                        | 3    |
| 4                        | 4    |
| 3                        | 5    |
| 4                        | 6    |
| Tiempo Cronométrado      | 4.15 |

$$T_c = 4.15/2 = 2.07$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 2.07(1.06)$$

$$T_n = 2.19$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 2.07(1 + 0.09)$$

$$T_e = 2.39$$

$$T_e = 0.040 \text{ min}$$

| (B) sopeteado de envase |      |
|-------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)       |      |
| 3                       | 4    |
| 4                       | 3    |
| 5                       | 4    |
| 4                       | 5    |
| 3                       | 5    |
| 3                       | 4    |
| 4                       | 3    |
| 5                       | 3    |
| 5                       | 5    |
| 4                       | 4    |
| Tiempo Cronométrado     | 4.00 |

$$T_c = 4/4 = 1$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 1.00(1.06)$$

$$T_n = 1.06$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 1.06(1 + 0.09)$$

$$T_e = 1.16$$

$$T_e = 0.019 \text{ min}$$

| (C) Devolver envase a caja |     |
|----------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)          |     |
| 2                          | 5   |
| 3                          | 3   |
| 4                          | 2   |
| 5                          | 4   |
| 4                          | 3   |
| 3                          | 5   |
| 3                          | 3   |
| 4                          | 3   |
| 3                          | 2   |
| 2                          | 3   |
| Tiempo Cronometrado        | 3.3 |

$$T_c = 3.3/4 = 0.82$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.82(1.06)$$

$$T_n = 0.87$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 0.87(1 + 0.09)$$

$$T_e = 0.95$$

$$T_e = 0.016 \text{ min}$$

| (D) Sacar envase y colocarlo en la banda transportadora |   |
|---|---|
| Tiempo (Segundos)                                       |   |
| 2   | 2 |
| 3   | 3 |
| 2   | 3 |
| 3   | 4 |
| 4   | 3 |
| 3   | 2 |
| 2   | 3 |
| 3   | 4 |
| 3   | 3 |
| 4   | 4 |
| Tiempo Cronometrado                                     | 3 |

$$T_c = 3/4 = 0.75$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.75(1.06)$$

$$T_n = 0.80$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 0.80(1 + 0.09)$$

$$T_e = 0.87$$

$$T_e = 0.058 \text{ min}$$

| (E) Colocación de envase en máquina de 12 pitones |      |
|---|------|
| Tiempo (Segundos)                                 |      |
| 10  | 8    |
| 11  | 7    |
| 10  | 7    |
| 8   | 9    |
| 7   | 12   |
| 8   | 10   |
| 9   | 8    |
| 10  | 7    |
| 9   | 7    |
| 8   | 8    |
| Tiempo Cronometrado                               | 8.65 |

$$T_c = 8.65/12 = 0.72$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.72(1.06)$$

$$T_n = 0.76$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 0.76(1 + 0.09)$$

$$T_e = 0.83$$

$$T_e = 0.014 \text{ min}$$

| (F) Terminar de llenar envase manualmente |     |
|---|-----|
| Tiempo (Segundos)                         |     |
| 0   | 2   |
| 2   | 3   |
| 1   | 3   |
| 3   | 2   |
| 4   | 2   |
| 2   | 4   |
| 2   | 3   |
| 4   | 2   |
| 3   | 2   |
| 1   | 3   |
| Tiempo Cronometrado                       | 2.4 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 2.4(1.06)$$

$$T_n = 2.54$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 4.03(1 + 0.09)$$

$$T_e = 2.77$$

$$T_e = 0.073 \text{ min}$$

| (G) Corte de pajilla de válvula |     |
|---------------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)               |     |
| 3                               | 3   |
| 2                               | 4   |
| 2                               | 5   |
| 3                               | 3   |
| 4                               | 2   |
| 3                               | 4   |
| 4                               | 3   |
| 3                               | 2   |
| 3                               | 4   |
| 4                               | 3   |
| Tiempo Cronometrado             | 3.2 |

$$T_c = 3.2/4 = 0.8$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.8(1.06)$$

$$T_n = 0.85$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 0.85(1 + 0.09)$$

$$T_e = 0.92$$

$$T_e = 0.015 \text{ min}$$

| (H) Colocación de válvula |      |
|---------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)         |      |
| 1                         | 1    |
| 1                         | 1    |
| 2                         | 2    |
| 3                         | 3    |
| 2                         | 1    |
| 1                         | 1    |
| 2                         | 2    |
| 3                         | 1    |
| 2                         | 2    |
| 1                         | 3    |
| Tiempo Cronometrado       | 1.75 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 3.4(1.06)$$

$$T_n = 1.86$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 3.60(1 + 0.09)$$

$$T_e = 2.02$$

$$T_e = 0.065 \text{ min}$$

| (I) Sellado de válvula máquina printer |      |
|--|------|
| Tiempo (Segundos)                      |      |
| 3                                      | 24   |
| 2                                      | 3    |
| 3                                      | 3    |
| 4                                      | 2    |
| 3                                      | 2    |
| 38                                     | 15   |
| 3                                      | 2    |
| 2                                      | 3    |
| 2                                      | 3    |
| 4                                      | 2    |
| Tiempo Cronometrado                    | 6.15 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 6.15(1.06)$$

$$T_n = 6.52$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 6.52(1 + 0.09)$$

$$T_e = 7.11$$

$$T_e = 0.21 \text{ min}$$

| (J) Colocación de anillo, atomizador y tapa |      |
|---|------|
| Tiempo (Segundos)                           |      |
| 3   | 4    |
| 4   | 5    |
| 3   | 3    |
| 4   | 3    |
| 3   | 2    |
| 2   | 4    |
| 4   | 5    |
| 5   | 3    |
| 3   | 2    |
| 2   | 5    |
| Tiempo Cronometrado                         | 3.45 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 13(1.06)$$

$$T_n = 3.66$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 13.78(1 + 0.09)$$

$$T_e = 3.99$$

$$T_e = 0.25 \text{ min}$$

| (K) Armar caja plegadiza |     |
|--------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)        |     |
| 7                        | 4   |
| 5                        | 3   |
| 4                        | 8   |
| 5                        | 6   |
| 4                        | 6   |
| 8                        | 5   |
| 7                        | 5   |
| 6                        | 4   |
| 5                        | 3   |
| 6                        | 5   |
| Tiempo Cronometrado      | 5.3 |

$$T_c = 5.3/4 = 1.32$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 1.32(1.06)$$

$$T_n = 1.40$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 1.40(1 + 0.09)$$

$$T_e = 1.53$$

$$T_e = 0.025 \text{ min}$$

| (L) Introducir envase y cerrar caja |     |
|-------------------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)                   |     |
| 3                                   | 2   |
| 3                                   | 3   |
| 4                                   | 4   |
| 4                                   | 5   |
| 5                                   | 3   |
| 3                                   | 2   |
| 2                                   | 2   |
| 3                                   | 3   |
| 2                                   | 4   |
| 3                                   | 4   |
| Tiempo Cronometrado                 | 3.2 |

$$T_c = 3.2/4 = 0.8$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.8(1.06)$$

$$T_n = 0.85$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 0.85(1 + 0.09)$$

$$T_e = 0.92$$

$$T_e = 0.015 \text{ min}$$

| (M) Sellado con papel celofán transparente |     |
|--|-----|
| Tiempo (Segundos)                          |     |
| 7  | 6   |
| 6  | 5   |
| 5  | 4   |
| 6  | 6   |
| 5  | 6   |
| 4  | 5   |
| 5  | 7   |
| 5  | 5   |
| 4  | 6   |
| 5  | 8   |
| Tiempo Cronometrado                        | 5.5 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 5.5(1.06)$$

$$T_n = 5.83$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 5.83(1 + 0.09)$$

$$T_e = 6.35$$

$$T_e = 0.10 \text{ min}$$

Total tiempo estándar segundos = 30.88  
Total tiempo estándar minutos = 0.56

En la tablas 1 y 2 aparecen los datos obtenidos del estudio de tiempos realizado en el área de llenado de colonia donde se observo que la operación de sellado de válvula en la máquina printer va a ser muy variable debido a que va depender de la calibración y buen estado de la máquina ya que hay mucho quiebre de envases y mal sellado por lo mismo.

### **2.3.2 Estimación de tiempos de jornada efectiva**

La estimación de tiempo estándar se hace mediante la suma de todos los tiempos estándares obtenidos en cada una de las operaciones involucradas en el proceso. Se ha determinado que el tiempo mínimo para lograr la producción deseada será de 0.55 minutos para la máquina de 6 pitones y de 0.56 minutos para la máquina de 12 pitones, con lo que a partir de este dato se realizaran los cálculos y por consiguiente será nuestro tiempo estándar.

$$J_e = T_j - PP$$

$J_e$  = Jornada efectiva de trabajo

$T_j$  = Tiempo de jornada

$PP$  = paros programados (desayuno, refacción y almuerzo)

$$J_e = 540 - 60 \text{ min.}$$

$$J_e = 480 \text{ min.}$$

Se tiene que la jornada efectiva de trabajo tendrá un tiempo disponible de 480 min, por jornada.

Los datos obtenidos anteriormente van a depender mucho de la máquina printer, debido a que se ve afectada considerablemente el estado y la calibración de la máquina.

### 2.3.3 Balance de líneas área de llenado máquina manual de 6 pitones

A continuación se muestra el balance de línea que se necesita para el área de llenado de colonia para la máquina de 6 pitones, en donde se toman en cuenta los requerimientos mínimos que se exige por parte del departamento de mercadeo y ventas.

La producción que actualmente maneja la empresa es variable dependiendo de la campaña que se esta realizando actualmente, estos datos fueron proporcionados por la gerencia de producción por lo que se determino un promedio de venta de los seis últimos meses obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla III Producción esperada mensual**

|                  | PRODUCCION ESPERADA MENSUAL |               |               |                |
|------------------|-----------------------------|---------------|---------------|----------------|
|                  | Colonia 30 ml               | Colonia 50 ml | Colonia 75 ml | Colonia 100 ml |
| Mes 1            | 90000                       | 100000        | 150000        | 180000         |
| Mes 2            | 100000                      | 100000        | 140000        | 160000         |
| Mes 3            | 65000                       | 130000        | 140000        | 170000         |
| Mes 4            | 80000                       | 90000         | 130000        | 165000         |
| Mes 5            | 80000                       | 100000        | 140000        | 180000         |
| Mes 6            | 70000                       | 120000        | 150000        | 160000         |
| Promedio mensual | 80833                       | 106667        | 141667        | 169167         |
| Promedio diario  | 4042                        | 5333          | 7083          | 8458           |

El balance de línea se lleva a cabo por medio de la cantidad de producción deseada, para determinar actualmente la capacidad instalada en la línea de producción realizamos el siguiente cálculo basándonos en la máquina printer que es la que nos genera cuello de botella y nos da el ritmo de producción, dado que los tiempos no varían por el tamaño de la colonia.

Tiempo estándar de máquina printer = 7.28 sg.

Tiempo de jornada efectiva = 480 min x 60 sg = 28,800 sg

Por lo que la capacidad instalada actual es:

$$CI = \frac{\text{Tiempo de jornada efectiva}}{\text{Tiempo estándar máquina printer}}$$

$$CI = \frac{28,800}{7.28} = 3,956 \text{ unidades}$$

Con este dato nos da que actualmente la línea de llenado en la máquina de 6 pitones nos produce 3,956 unidades por jornada efectiva.

Por lo que podemos sacar la efectividad de la línea por tamaño de colonia.

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{Capacidad de la línea}}{\text{Cantidad Requerida}} \times 100$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 30 ml} = \frac{3,956}{4,042} \times 100 = 97.87\%$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 50 ml} = \frac{3,956}{5,333} \times 100 = 74.18\%$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 75 ml} = \frac{3,956}{7,083} \times 100 = 55.85\%$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 100 ml} = \frac{3,956}{8,458} \times 100 = 46.78\%$$

Se determinó que el cuello de botella se hace en la máquina printer, como vemos la importancia de que las máquinas de pitones no influyen directamente en el atraso de la línea como lo hace la máquina printer, para dar una idea se determina la capacidad instalada de la máquina de 6 pitones:

$$CI = \frac{28,800 \text{ sg}}{1.36 \text{ sg}} = 21,176 \text{ unidades por jornada}$$

### 2.3.4 Balance de líneas área de llenado máquina manual de 12 pitones

Con base a los datos anteriores podemos determinar el balance de línea en el área de llenado para la máquina de 12 pitones:

Tiempo estándar de máquina printer = 7.28 sg.

Tiempo de jornada efectiva = 480 min x 60 sg = 28,800 si

Cantidad actual de operarios = 14 operarios

Por lo que la capacidad instalada actual es:

$$CI = \frac{\text{Tiempo de jornada efectiva}}{\text{Tiempo estándar máquina printer}}$$

$$CI = \frac{28,800}{7.11} = 4,051 \text{ unidades}$$

Con este dato nos da que actualmente la línea de llenado en la máquina de 12 pitones produce 4,051 unidades por jornada efectiva.

Por lo que podemos sacar la efectividad de la línea por tamaño de colonia.

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{Capacidad de la línea}}{\text{Cantidad Requerida}} \times 100$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 30 ml} = \frac{4,051}{4,042} \times 100 = 100\%$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 50 ml} = \frac{4,051}{5,333} \times 100 = 75.96\%$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 75 ml} = \frac{4,051}{7,083} \times 100 = 57.19\%$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 100 ml} = \frac{4,051}{8,458} \times 100 = 47.89\%$$

Como se mostró con la máquina de 6 pitones de igual manera vemos que en la máquina de 12 pitones no influye en los atrasos de la línea como la máquina printer, por lo que la capacidad instalada de la máquina de 12 pitones es la siguiente:

$$\text{CI} = \frac{28,800 \text{ sg}}{0.83 \text{ sg}} = 34,699 \text{ unidades por jornada}$$

Con esto se demuestra que la productividad que actualmente se está trabajando, es muy baja para las colonias de 50 ml, 75 ml y 100 ml. Con lo cual se determinará la mejora de la productividad al calibrar la máquina printer y ver la opción de tener una o dos máquinas adicionales por cada línea de producción. En este caso, se demuestra que a pesar de tener una máquina de 6 pitones y otra de 12 pitones realmente no es nada significativo la productividad de una con otra, ya que el problema está en que cuando se llenan 6 u 12 envases de un solo, se hace el cuello de botella, ya que la máquina printer se maneja solo por una unidad.

También a esto tenemos que determinar como uno de los problemas principales las demoras que se tienen por mala programación de logística en relación a tener todo el material necesario al momento de empezar la producción, así como un mal programa de mantenimiento.

### 2.3.5 Estimación de índices de producción

Los índices de producción ayudaran a analizar la cantidad producida por cada una de las líneas de producción por hora.

$$IP = \frac{\text{Cantidad Requerida}}{\text{Tiempo Disponible}}$$

Con la fórmula anterior, se determinan los diferentes índices de producción de las líneas de llenado de colonia, esto se hace en base a la cantidad requerida por el departamento de mercadeo y ventas.

- Requerimiento mínimo por tamaño de colonia
- Horas disponibles 8 horas/ día

El requerimiento mínimo que aparece en la siguiente tabla, significa que es la cantidad mínima que las líneas de llenado de colonia tienen que producir por turno de trabajo, para así poder cumplir con las metas establecidas para el departamento de producción. El principal problema que se tendrá en este caso será en la máquina printer, debido a la variación que existe debido a la calibración y por que el cuello de botella se centra en esta máquina. En la siguiente tabla mostraremos la producción esperada por hora y minutos, así como la producción real:

**Tabla IV Requerimientos mínimos**

|                | Cantidad Requerida Diaria | Unidades/Hora | Unidades/Minuto | Producción Real | Diferencia X minuto |
|----------------|---------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Colonia 30 ml  | 4042                      | 505.25        | 8.42            | 8.25            | 0.17                |
| Colonia 50 ml  | 5333                      | 666.625       | 11.11           | 8.25            | 2.86                |
| Colonia 75 ml  | 7083                      | 885.375       | 14.76           | 8.25            | 6.51                |
| Colonia 100 ml | 8458                      | 1057.25       | 17.62           | 8.25            | 9.37                |

En la tabla anterior se observan los resultados de los índices de producción obtenidos de la cantidad requerida de producción.

## **2.4 Información del departamento de mantenimiento**

El control de mantenimiento en la línea de llenado de colonia que se lleva a cabo actualmente es muy deficiente debido a que se realizan de forma descontrolada y desordenada, ya que los técnicos encargados de las máquinas solamente están para la limpieza y calibración de ellas.

### **2.4.1 Controles actuales de mantenimiento**

Actualmente no se lleva un control adecuado de las máquinas, tampoco se lleva un mantenimiento preventivo de ellas, por lo que cuando se realizó este estudio la máquina de 12 pitones estuvo alrededor de dos días sin funcionamiento, ya que tardaron aproximadamente un día y medio en conseguir los repuestos y medio día en repararla, por lo que el atraso en producción fue bastante si lo comparamos con la producción diaria de dicha máquina.

### **2.4.1 Formatos de control de mantenimiento**

El único formato con que se cuenta es de la limpieza de la máquina para realizar el cambio de fragancia y la calibración de la máquina printer para el sellado de la válvula. Se tuvieron pláticas con del departamento de mantenimiento; para ver que control se llevaba a cabo, lo que me comentaron fue que el mayor tiempo lo ocupaban en las actividades antes mencionadas y que por lo tanto, no les daba tiempo de poder llevar un control de mantenimiento preventivo en las máquinas, ya actualmente sólo contaban con dos técnicos. En la toma de tiempos que se realizaron de las máquinas se determinó que en la máquina de 6 y de 12 pitones es deficiente la calibración, ya que necesitan una operación extra que es la de terminar de llenar los envases manualmente ya que no quedan llenos a la cantidad que se requiere.

Lo mismo sucede con la máquina printer que hay ocasiones que por la mala calibración al momento de sella el envase, esto lo realiza con mal sellado o otros casos por la fuerza quiebra el envase y esto repercute en perdida de tiempo, envases y perdida de producto y el tiempo adicional de reprocesar el producto.

### **3. PROPUESTA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA INTEGRACIÓN A LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

#### **3.1 Balance de líneas del área de llenado de colonia para máquina manual de 6 pitones**

En el siguiente capítulo se presentaran las propuestas necesarias para que se optimice la línea de llenado de colonia. Entre las principales sugerencias están las siguientes:

1. El problema principal de la línea de llenado está en la máquina printer, esta máquina es la que nos genera el cuello de botella y la propuesta principal está en colocar una o dos máquinas más, dependiendo del aumento de la producción, ya que no se ha considerado el poder invertir en este tipo de maquinaria pero el atraso que los clientes tienen actualmente varía entre uno y dos meses en completarle el pedido.

Se realizó una cotización de tres máquinas printer de las cuales cumplen con las características del trabajo, de las cuales dos de ellas son usadas pero en perfecto estado del cual dan una garantía de un año, el costo aproximado de cada una de ellas con gastos de envío asciende a US \$800.00 precio que no es elevado y que nos ayudaría en gran medida a mejorar la línea de producción.

La siguiente máquina cotizada es totalmente nueva, se acciona por una palanca manual y se realiza una presión de hasta 600 Kg. Cuenta con un control digital de temperatura de trabajo máximo de 300 °C. El avance es con motor eléctrico, controlado automáticamente por selector de precisión desde 1 hasta 200 mm. Dispone de contador de unidades de sellado o de impresión y el cabezal de sellado o impresión es auto basculante regulable en altura y ángulo de sellado o impresión. Su costo es mucho mayor pero hay ventajas en relación a control de unidades y fácil calibración ya que esta se realiza en el panel de control de la máquina. El costo de dicha máquina con gastos de envío asciende a US \$3,500.00

**Figura 7 Máquina printer usada y nueva**

Máquina Printer Manual Usada



Máquina Printer Manual Nueva



2. En el área de sopleteado sería necesario que cuando se empiece a la producción esta tendría que ser en línea, esto quiere decir que al momento de abrir las cajas para el sopleteado de los envases colocar una división y una banda transportadora que va desde el área de sopleteado directamente a la colocación en la máquina pitonera con esto nos ahorraríamos dos operaciones innecesarias.
3. Hacer un programa de mantenimiento adecuado a las necesidades de la línea de llenado, principalmente a la hora de calibrar la máquinas pitoneras, así como las máquinas printer, ya que actualmente hay una operación que se realiza manualmente y es la de terminar de llenar el envase después de salir de las máquina pitonera, esto también es una operación innecesaria, ya que si la máquina quedara bien calibrada no habría necesidad de esta operación. De la misma manera sucede en la máquina printer donde se pierde tiempo y dinero en el mal sellado o quiebre de los envases por la mala calibración. Esto es totalmente responsabilidad del departamento de mantenimiento.
4. En la operación de corte de pajilla se realiza por la mala planificación de logística de tener demasiado producto en bodega y no exigirle a los proveedores especificaciones adecuadas para cada tipo y tamaño de colonia, con esto se eliminaría otra operación. Es necesario que el departamento de logística crea una cadena de suministros adecuada al control, administración y medición de los inventarios que maneja, así como comprometerlos a especificaciones únicas de cada producto que maneja la empresa. Con esto aseguraremos que toda la materia prima como el material de empaque cumpla con el tiempo y las especificaciones que la empresa necesita para optimizar su eficiencia y comparar en términos monetarios dichas exigencias.

### **3.1.1 Diagrama de flujo máquina manual de 6 pitones**

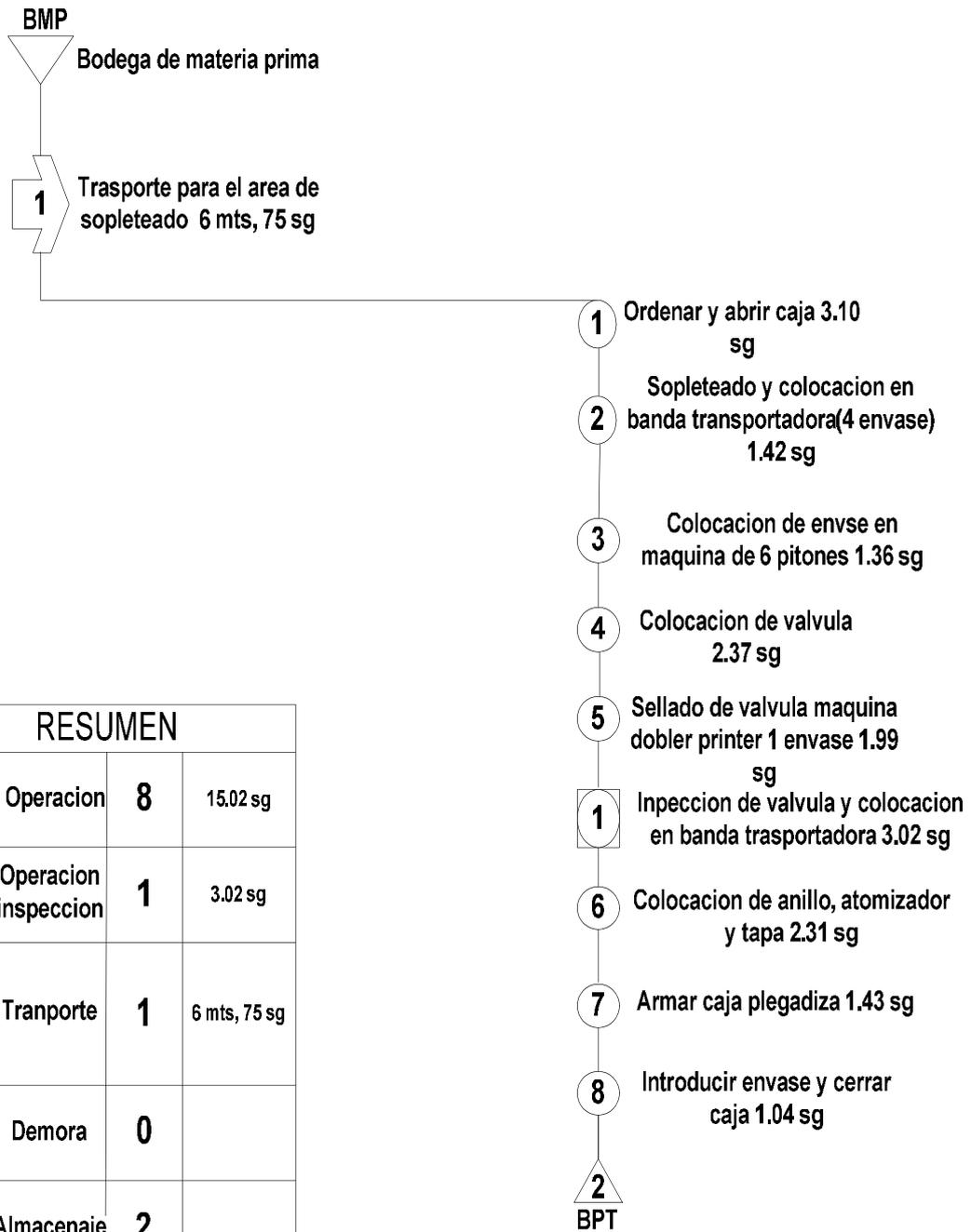
A continuación se presentaran los diagramas nuevos de flujo de la línea nueva.

Unas de las mejoras que se ha logrado realizar es conseguir una máquina printer adicional en la línea de llenado y el compromiso del departamento de mantenimiento de colocar una banda transportadora del área de sopleteado para la máquina pitonera, como también el gerente de mantenimiento se comprometió específicamente a pedir asesoría al proveedor de las máquina pitoneras y printer para lograr una mejor calibración de las máquinas. Este es el nuevo diagrama de flujo con las mejoras anteriormente mencionadas.

Figura 8 Diagrama de flujo del proceso de llenado de colonia máquina de 6 pitones

**Diagrama de flujo del proceso  
Industria de Cosméticos**

Asunto: Llenado de colonia Fecha: Marzo de 2009  
 Método: Propuesto  
 Identificación: Llenado de colonia  
 Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro



| RESUMEN |                      |   |              |
|---------|----------------------|---|--------------|
| ○       | Operacion            | 8 | 15.02 sg     |
| ◻       | Operacion inspeccion | 1 | 3.02 sg      |
| ➔       | Tranporte            | 1 | 6 mts, 75 sg |
| D       | Demora               | 0 |              |
| △       | Almacenaje           | 2 |              |

### **3.1.2 Diagrama de recorrido máquina manual de 6 pitones**

A continuación se presentaran los nuevos diagramas de recorrido de la línea nueva. En el podemos ver las mejoras que se le realizarían al área de llenado.

Entre estas mejoras se encuentra la apertura de un paso directo del área de sopleteado a la banda transportadora que da directamente a la máquina pitonera, así como la colocación de una nueva máquina printer y la eliminación de operaciones innecesarias.

Figura 9 Diagrama de recorrido de llenado de colonia máquina de 6 pitones

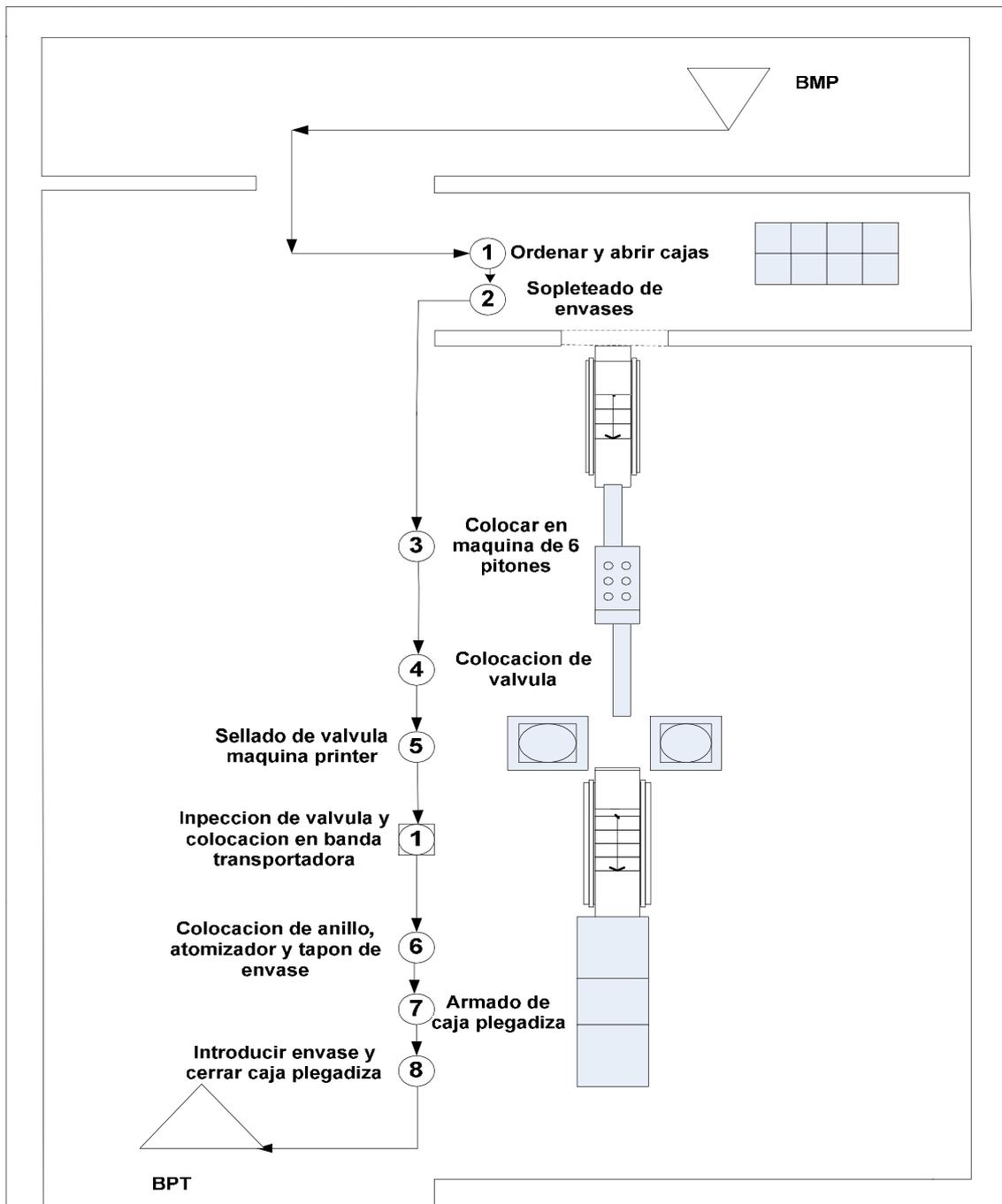
### Diagrama de Recorrido del Proceso Industria de Cosméticos

Asunto: Llenado de colonia Fecha: Marzo de 2009

Método: Propuesto

Identificación: Llenado de colonia

Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro



### 3.1.3 Descripción de actividades

- Abastecimiento de materia prima, esto consiste en llevar toda la materia prima al área de llenado, con previa solicitud y autorización de control de calidad.
- Área de sopleteado, esta operación se realiza por procedimiento de buenas prácticas de manufactura, con esto se evita que el envase lleva un cuerpo extraño dentro de él.
- Máquina pitonera de 6 pitones, aquí se llenan de colonia los envases, al momento de llegar de la banda transportadora a la línea guía, la operario toma los 6 envases y los llena simultáneamente,
- La colocación de válvula se realiza para mejorar los tiempos de sellado de la misma, es una operación donde se introduce la pajilla junto con la válvula en el envase previo a su sellado
- Sellado en máquina printer, en esta operación se toma cada envase junto con la válvulas y colocando en la máquina de oprime presión en una palanca manual, el cual sella inmediatamente el envase, en esta operación se recalco mucho la calibración, ya que por falta de ella la operario ejercía presión ella y por consiguiente había el problema que se quebraban mucho los envases, es aquí donde se dio la sugerencia de una segunda máquina printer, para mejorar los tiempos y eliminar el cuello de botella que se realiza en esta operación.
- Colocación de anillo y tapa, es donde se le coloca anillo a la boca del envase y válvula y la tapa final al envase.
- Área de empaque, aquí se realiza el armado de la cajas plegadizas así como el colocar el envase adentro de ellas

### 3.1.4 Toma de tiempos

A continuación se presentan los tiempos utilizando dos máquinas printer para máquina de 6 pitones.

**Tabla V Toma de tiempo propuesto máquina de 6 pitones**

| (A) Ordenar y abrir caja |      |
|--------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)        |      |
| 8                        | 5    |
| 5                        | 7    |
| 4                        | 4    |
| 4                        | 3    |
| 6                        | 5    |
| 5                        | 6    |
| 6                        | 5    |
| 6                        | 4    |
| 5                        | 7    |
| 4                        | 8    |
| Tiempo Cronometrado      | 5.35 |

$$T_c = 5.35/2 = 2.68$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 2.68(1.06)$$

$$T_n = 2.84$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 2.84(1 + 0.09)$$

$$T_e = 3.10$$

$$T_e = 0.05 \text{ min}$$

| (B) sopleteado de envase |      |
|--------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)        |      |
| 3                        | 7    |
| 4                        | 8    |
| 5                        | 4    |
| 6                        | 5    |
| 5                        | 5    |
| 5                        | 6    |
| 4                        | 4    |
| 5                        | 5    |
| 5                        | 4    |
| 4                        | 4    |
| Tiempo Cronometrado      | 4.90 |

$$T_c = 4.90/4 = 1.23$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 1.23(1.06)$$

$$T_n = 1.30$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 1.30(1 + 0.09)$$

$$T_e = 1.42$$

$$T_e = 0.023 \text{ min}$$

| (C) Colocación de envase en máquina de 6 pitones |      |
|--|------|
| Tiempo (Segundos)                                |      |
| 6  | 8    |
| 8  | 9    |
| 7  | 11   |
| 6  | 8    |
| 5  | 7    |
| 8  | 8    |
| 5  | 6    |
| 6  | 5    |
| 7  | 7    |
| 7  | 8    |
| Tiempo Cronometrado                              | 7.10 |

$$T_c = 7.10/6 = 1.18$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 1.18(1.06)$$

$$T_n = 1.25$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 1.25(1 + 0.09)$$

$$T_e = 1.36$$

$$T_e = 0.022 \text{ min}$$

| (D) Colocación de válvula |      |
|---------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)         |      |
| 1                         | 1    |
| 2                         | 2    |
| 2                         | 2    |
| 1                         | 1    |
| 3                         | 3    |
| 2                         | 2    |
| 3                         | 2    |
| 1                         | 1    |
| 3                         | 3    |
| 4                         | 2    |
| Tiempo Cronometrado       | 2.05 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 2.05(1.06)$$

$$T_n = 2.17$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 2.17(1 + 0.09)$$

$$T_e = 2.37$$

$$T_e = 0.039 \text{ min}$$

| (E) Sellado de válvula máquina Printer 1 |      |
|--|------|
| Tiempo (Segundos)                        |      |
| 3  | 3    |
| 2  | 3    |
| 5  | 2    |
| 4  | 3    |
| 3  | 4    |
| 4  | 4    |
| 3  | 3    |
| 3  | 3    |
| 5  | 3    |
| 4  | 5    |
| Tiempo Cronometrado                      | 3.45 |

$$Tn = Tc \times Fc$$

$$Tn = 3.45(1.06)$$

$$Tn = 3.66$$

$$Te = Tn(1 + \text{conseciones})$$

$$Te = 3.66(1 + 0.09)$$

$$Te = 3.99$$

$$Te = 0.033 \text{ min}$$

| (F) Sellado de válvula máquina printer 2 |      |
|--|------|
| Tiempo (Segundos)                        |      |
| 5  | 4    |
| 4  | 5    |
| 4  | 4    |
| 3  | 3    |
| 4  | 3    |
| 2  | 3    |
| 3  | 4    |
| 3  | 2    |
| 4  | 4    |
| 4  | 3    |
| Tiempo Cronometrado                      | 3.55 |

$$Tn = Tc \times Fc$$

$$Tn = 3.55(1.06)$$

$$Tn = 3.76$$

$$Te = Tn(1 + \text{conseciones})$$

$$Te = 3.76(1 + 0.09)$$

$$Te = 4.10$$

$$Te = 0.038 \text{ min}$$

| (G) Colocación de anillo, atomizador y tapa |   |
|---|---|
| Tiempo (Segundos)                           |   |
| 4   | 6 |
| 5   | 5 |
| 3   | 3 |
| 4   | 3 |
| 5   | 4 |
| 3   | 4 |
| 3   | 3 |
| 4   | 3 |
| 4   | 5 |
| 5   | 4 |
| Tiempo Cronometrado                         | 4 |

$$Tn = 4/2 = 2$$

$$Tn = Tc \times Fc$$

$$Tn = 2(1.06)$$

$$Tn = 2.12$$

$$Te = Tn(1 + \text{conseciones})$$

$$Te = 2.12(1 + 0.09)$$

$$Te = 2.31$$

$$Te = 0.0385 \text{ min}$$

| (H) Armar caja plegadiza |      |
|--------------------------|------|
| Tiempo (Segundos)        |      |
| 6                        | 3    |
| 8                        | 4    |
| 4                        | 3    |
| 5                        | 3    |
| 9                        | 5    |
| 4                        | 7    |
| 5                        | 6    |
| 3                        | 5    |
| 4                        | 4    |
| 7                        | 4    |
| Tiempo Cronometrado      | 4.95 |

$$Tc = 4.95/4 = 1.24$$

$$Tn = Tc \times Fc$$

$$Tn = 1.24(1.06)$$

$$Tn = 1.31$$

$$Te = Tn(1 + \text{conseciones})$$

$$Te = 1.31(1 + 0.09)$$

$$Te = 1.43$$

$$Te = 0.036 \text{ min}$$

| (I) Introducir envase y cerrar caja |     |
|-------------------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)                   |     |
| 3                                   | 3   |
| 4                                   | 2   |
| 3                                   | 4   |
| 5                                   | 3   |
| 4                                   | 3   |
| 3                                   | 4   |
| 3                                   | 5   |
| 4                                   | 4   |
| 5                                   | 3   |
| 4                                   | 3   |
| Tiempo Cronometrado                 | 3.6 |

$$Tc = 3.6/4 = 0.9$$

$$Tn = Tc \times Fc$$

$$Tn = 0.9(1.06)$$

$$Tn = 0.95$$

$$Te = Tn(1 + \text{conseciones})$$

$$Te = 0.95(1 + 0.09)$$

$$Te = 1.04$$

$$Te = 0.017 \text{ min}$$

Total tiempo estándar  
Segundos 17.13  
Total tiempo estándar minutos = 0.28

En la tabla anterior, se muestra que al utilizar las dos máquinas printer y estas a estar en excelente calibración nos los tiempos bajan considerablemente en comparación con los tiempos que se manejaban actualmente. También se al eliminar algunas operaciones innecesarias se puede aprovechar a un operador mas en la operación de Colocación de anillo, atomizador y tapa para reducir dicho tiempo a la mitad y con esto eliminar el cuello de botella y que la línea trabaje mas continuamente, se puede ver que el tiempo estándar bajo a 17.13 sg.

### **3.1.5 Balance de líneas máquina manual de 6 pitones**

Con la mejoras de los puntos anteriormente descritos, se determinará un balance de la línea de producción del área de llenado de colonia.

- Cantidad requerida diaria por tamaño de colonia
- Tiempo disponible
- Tiempo muerto
- Tiempo real
- Eficiencia

Para determinar de mejor manera se presentan los nuevos tiempos en los cuales se agregó una máquina printer adicional, así como eliminar las operaciones de antes descritas como el devolver envase a caja y transportarlo al área de llenado, el sacar el envase de nuevo y colocarlo en banda transportadora, ya que este caso se realizo una apertura en el cuarto de sopleteado y se colocaron cortinas plásticas transparente para evitar que entre aire contaminante en los envases y estos van directamente al área de llenado. También se elimino la operación donde se termina de llenar los envases después de salir de la máquina pitonera esto se realiza con una buena calibración de la máquina pitonera, y por último la eliminación del corte de pajilla para la válvula, con esto nos ahorramos en total cuatro operaciones con sus respectivos operarios.

La cantidad requerida diaria por tamaño es la misma que se manejo en el capítulo anterior, ya que estos datos se mantienen fueron un promedio de venta de los seis últimos meses, en este caso las cantidades seria siempre:

**Tabla VI Cantidad de requerimiento diario propuesto**

|                   | Cantidad<br>Requerida<br>Diaria | Unidades<br>/Hora | Unidades<br>/Minuto | Producción<br>Real | Diferencia<br>X minuto |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| Colonia<br>30 ml  | 4042                            | 505.25            | 8.42                | 8.25               | 0.17                   |
| Colonia<br>50 ml  | 5333                            | 666.625           | 11.11               | 8.25               | 2.86                   |
| Colonia<br>75 ml  | 7083                            | 885.375           | 14.76               | 8.25               | 6.51                   |
| Colonia<br>100 ml | 8458                            | 1057.25           | 17.62               | 8.25               | 9.37                   |

- El tiempo de jornada es de nueve horas o 540 minutos.
- Tiempo muerto o de paros programados es de 60 minutos

Con base a esto el tiempo de jornada efectiva se calcula de la siguiente manera:

$$J_e = T_j - PP$$

$J_e$  = Jornada efectiva de trabajo

$T_j$  = Tiempo de jornada

PP = paros programados (desayuno, refacción y almuerzo)

$$J_e = 540 - 60 \text{ min.}$$

$$J_e = 480 \text{ min.}$$

En este caso siempre utilizaremos el tiempo estándar de la máquina printer, se utilizará el tiempo mayor de las dos máquinas.

Tiempo estándar de máquina printer = 4.10 sg.

Tiempo de jornada efectiva = 480 min x 60 sg = 28,800 sg

Por lo que la capacidad instalada actual es:

$$CI = \frac{\text{Tiempo de jornada efectiva}}{\text{Tiempo estándar máquina printer}}$$

$$CI = \frac{28,800}{4.10} = 7,024 \text{ unidades}$$

Con el dato anterior se determino que la cantidad diaria que produce la línea de llenado con el método propuesto sube a 7,024 unidades, por lo que se calculará la efectividad de la línea por cada tamaño de colonia:

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{Capacidad de la línea}}{\text{Cantidad Requerida}} \times 100$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 30 ml} = \frac{7,024}{4,042} \times 100 = 173.78\%$$

En este tamaño de colonia vemos que superemos por mucho la cantidad de colonias a producir, ya que la línea de llenado podría producir esta cantidad en un menor tiempo y utilizar el tiempo restante como soporte para los demás tamaños de colonias, calculamos el tiempo que se llevará en producir las 4,042 unidades nos da el siguiente resultado.

Jornada Efectiva = 28,800 sg.

Producción en jornada efectiva = 7,024 unidades

Cantidad requerida = 4,042 unidades

7,024 unidades ..... 28,800 sg

4,042 unidades ..... X

X = 281 min. = 4 Horas y 36 minutos

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 50 ml} = \frac{7,024}{5,333} \times 100 = 131.71\%$$

En este tamaño se recomienda lo mismo que para la colonia de 30ml. Calcularemos el tiempo a utilizar para cubrir la demanda de colonia de 50ml.

7,024 unidades ..... 28,800 sg

5,333 unidades ..... X

X = 364 min. = 6 Horas y 04 minutos

Con estos datos ya hemos ganado en producción 5 horas y 24 minutos, esto nos ayudará para la producción de las colonias de 75ml y de 100ml.

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 75 ml} = \frac{7,024}{7,083} \times 100 = 99.16\%$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 100 ml} = \frac{7,024}{8,458} \times 100 = 83.54\%$$

Con esto se demuestra que la productividad se incrementa considerablemente en todos los tamaños de colonias.

### **3.2 Balance de líneas del área de llenado de colonia para mecánica de 12 pitones.**

Como se determinó anteriormente, aquí se describen las mismas recomendaciones. Esto con la finalidad de incrementar la productividad en la línea de llenado de colonia en la máquina de 12 pitones.

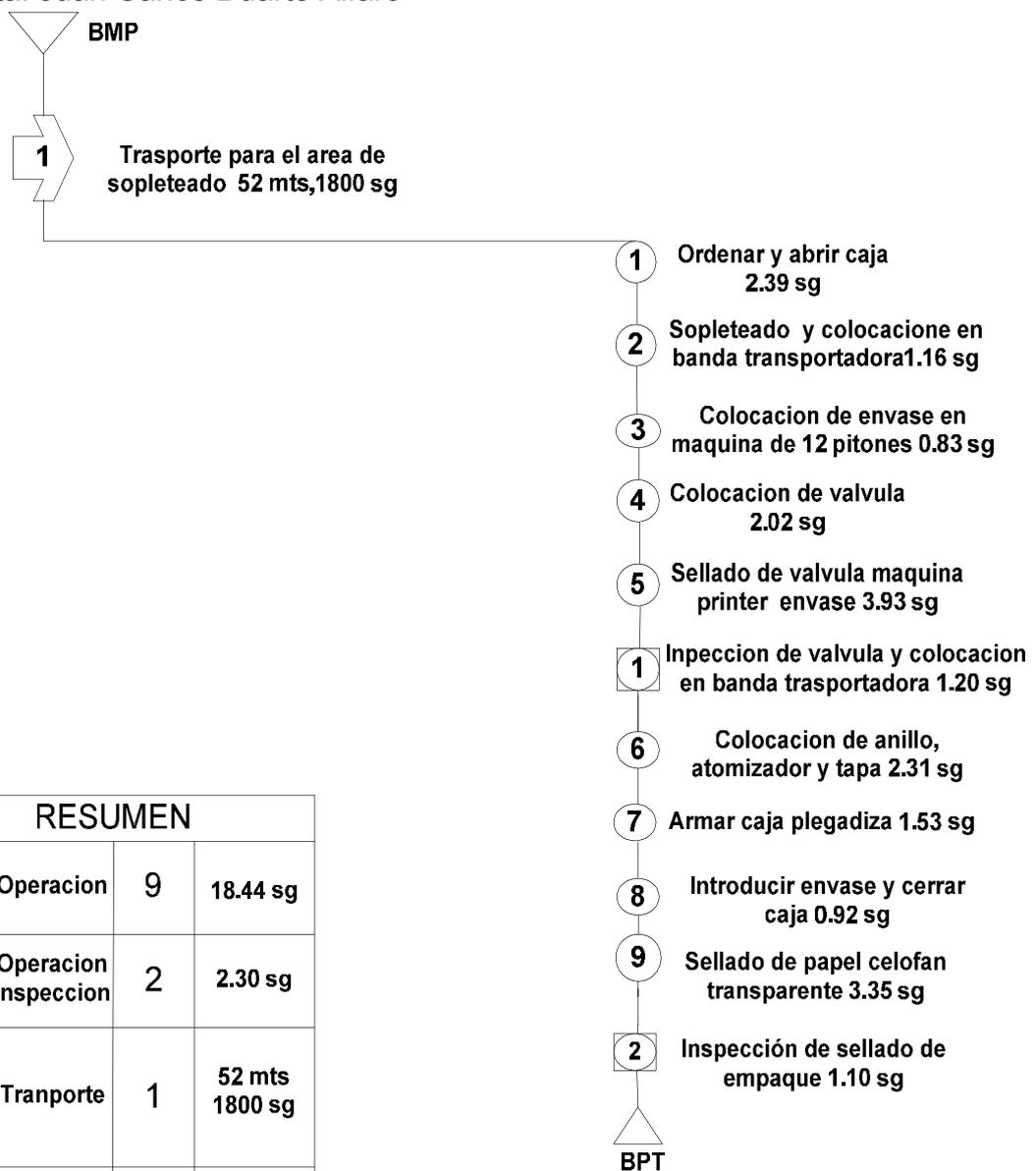
#### **3.2.1 Diagrama de flujo máquina mecánica de 12 pitones**

A continuación presentamos el diagrama de flujo propuesto, en el cual aparecen cuáles son las operaciones involucradas en el proceso de llenado de colonia, el cual será de vital importancia para el análisis del mismo.

Figura 10 Diagrama de flujo del proceso de llenado de colonia máquina de 12 pitones

**Diagrama de flujo del proceso  
Industria de Cosméticos**

Asunto: Llenado de colonia Fecha: Marzo de 2009  
 Método: Propuesto  
 Identificación: Llenado de colonia  
 Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro



| RESUMEN |                      |   |                   |
|---------|----------------------|---|-------------------|
| ○       | Operacion            | 9 | 18.44 sg          |
| ◻       | Operacion inspeccion | 2 | 2.30 sg           |
| ➡       | Tranporte            | 1 | 52 mts<br>1800 sg |
| D       | Demora               | 0 |                   |
| △       | Almacenaje           | 2 |                   |

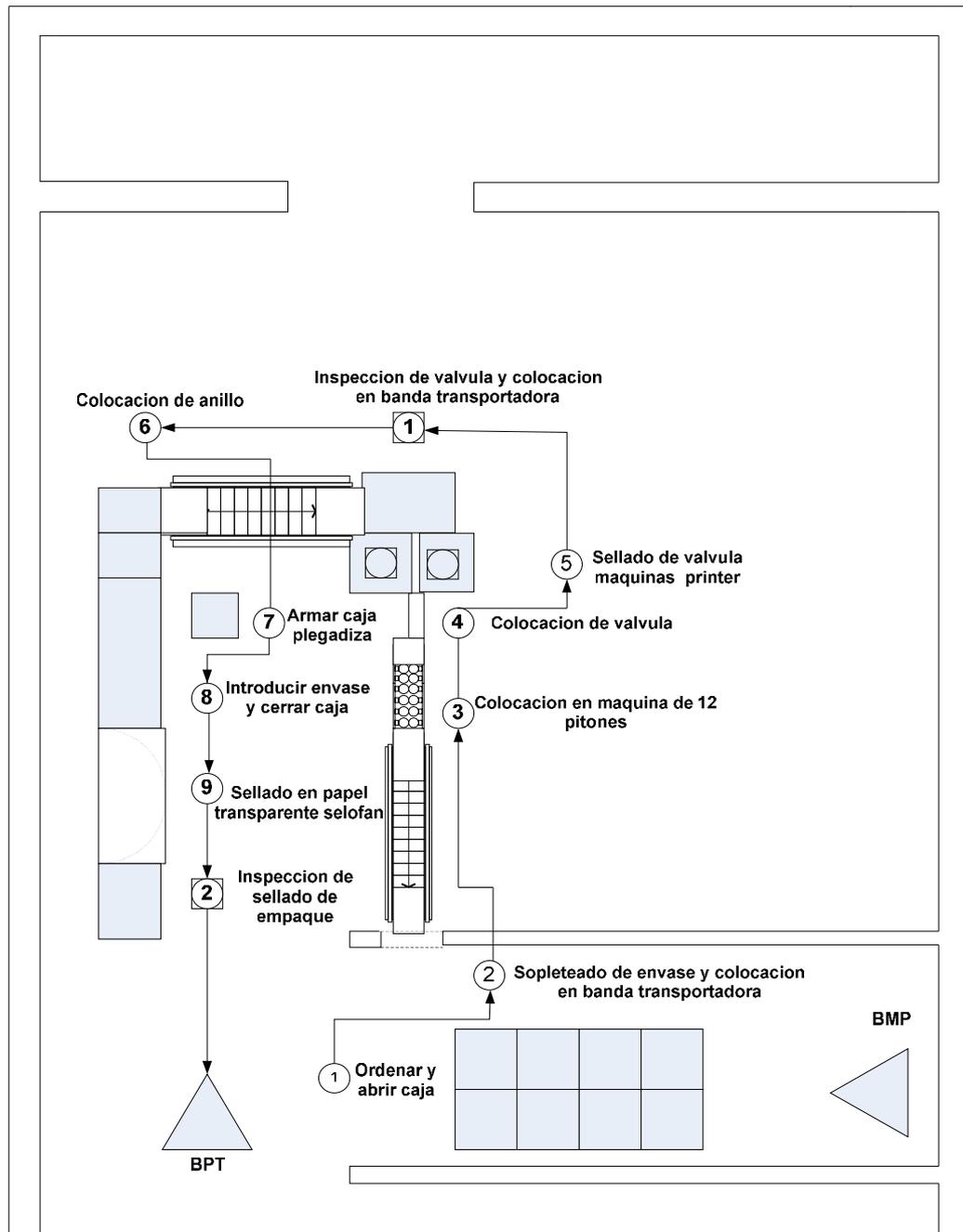
### **3.1.2 Diagrama de recorrido máquina mecánica de 12 pitones**

A continuación se presentaran los nuevos diagramas de recorrido de la línea nueva, en este caso se hizo un contacto directo del área de bodega de materia prima para el área de llenado, con esto se evita un trasporte innecesario y se relativa perdida de tiempo. Así como conectar directamente la operación de sopleteado con el llenado de la colonia en la máquina pitonera a través de una banda transportadora, con esto conseguimos darle más continuidad a la línea.

Figura 11 Diagrama de recorrido de llenado de colonia máquina de 12 pitones

### Diagrama de Recorrido del Proceso Industria de Cosméticos

Asunto: Llenado de colonia      Fecha: Marzo de 2009  
Método: Propuesto  
Identificación: Llenado de colonia  
Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro



### 3.2.3 Descripción de actividades

- Abastecimiento de materia prima, esto consiste en llevar toda la materia prima al área de llenado, en este caso se realizó la sugerencia de ocupar un espacio sin utilización para conectar directamente de la bodega de materia prima con la línea de llenado, siempre con la previa solicitud y autorización de control de calidad.
- Área de sopleteado, esta operación se realiza por procedimiento de buenas prácticas de manufactura, con esto se evita que el envase lleva un cuerpo extraño dentro de él.
- Máquina pitonera de 12 pitones, aquí se llenan de colonia los envases, al momento de llegar de la banda transportadora a la línea guía, la operario toma los 12 envases y los llenan simultáneamente,
- La colocación de válvula se realiza para mejorar los tiempos de sellado de la misma, en esta operación se introduce la pajilla con la válvula, previo sellado de la misma.
- Sellado en máquina printer, en esta operación se toma cada envase junto con la válvulas y colocando en la máquina de oprime presión en una palanca manual, el cual sella inmediatamente el envase, en esta operación se recalcó mucho la calibración, ya que por falta de ella la operario ejercía presión ella y por consiguiente había el problema que se quebraban mucho los envases, es aquí donde se dio la sugerencia de la implementación de una segunda máquina para mejorar los tiempos y eliminar los cuellos de botella que se realizaban en esta operación.
- Colocación de anillo y tapa, es donde se le coloca anillo a la boca del envase y válvula y la tapa final al envase.
- Área de empaque, aquí se realiza el armado de las cajas plegadizas así como el colocar el envase adentro de ellas.
- Sellado de la caja plegadiza, eso no se realiza con todas las fragancias, solo con las seleccionadas y de mayor valor y presentación, la ventaja de esta máquina es que por ser moderna se le puede calibrar sin ningún problema para darle la velocidad idónea para el sellado de las cajas.

### 3.2.4 Toma de tiempos

A continuación se presentan los tiempos utilizando dos máquina printer para máquina de 12 pitones.

**Tabla VII Toma de tiempo propuesto máquina de 12 pitones**

|  |      |                                   |                                  |      |                                   |
|--|------|-----------------------------------|----------------------------------|------|-----------------------------------|
| <b>(A) Ordenar y abrir caja</b>                          |      |                                   | <b>(B) sopleteado de envase</b>  |      |                                   |
| Tiempo (Segundos)  |      | $T_c = 4.15/2 = 2.07$             | Tiempo (Segundos)                |      | $T_c = 4/4 = 1$                   |
| 4  | 5    |                                   | 3                                | 4    |                                   |
| 5  | 4    | $T_n = T_c \times F_c$            | 4                                | 3    | $T_n = T_c \times F_c$            |
| 3  | 3    | $T_n = 2.07(1.06)$                | 5                                | 4    | $T_n = 1.00(1.06)$                |
| 4  | 4    | $T_n = 2.19$                      | 4                                | 5    | $T_n = 1.06$                      |
| 5  | 3    |                                   | 3                                | 5    |                                   |
| 6  | 4    | $T_e = T_n(1+\text{conseciones})$ | 3                                | 4    | $T_e = T_n(1+\text{conseciones})$ |
| 4  | 3    | $T_e = 2.07(1+0.09)$              | 4                                | 3    | $T_e = 1.06(1+0.09)$              |
| 4  | 4    | $T_e = 2.39$                      | 5                                | 3    | $T_e = 1.16$                      |
| 3  | 5    | $T_e = 0.040 \text{ min}$         | 5                                | 5    | $T_e = 0.019 \text{ min}$         |
| 4  | 6    |                                   | 4                                | 4    |                                   |
| Tiempo Cronometrado                                      | 4.15 |                                   | Tiempo Cronometrado              | 4.00 |                                   |
| <b>(C) Colocación de envase en máquina de 12 pitones</b> |      |                                   | <b>(D) Colocación de válvula</b> |      |                                   |
| Tiempo (Segundos)  |      | $T_c = 8.65/12 = 0.72$            | Tiempo (Segundos)                |      |                                   |
| 10   | 8    |                                   | 1                                | 1    |                                   |
| 11   | 7    | $T_n = T_c \times F_c$            | 1                                | 1    | $T_n = T_c \times F_c$            |
| 10   | 7    | $T_n = 0.72(1.06)$                | 2                                | 2    | $T_n = 3.4(1.06)$                 |
| 8  | 9    | $T_n = 0.76$                      | 3                                | 3    | $T_n = 1.86$                      |
| 7  | 12   |                                   | 2                                | 1    |                                   |
| 8  | 10   | $T_e = T_n(1+\text{conseciones})$ | 1                                | 1    | $T_e = T_n(1+\text{conseciones})$ |
| 9  | 8    | $T_e = 0.76(1+0.09)$              | 2                                | 2    | $T_e = 3.60(1+0.09)$              |
| 10   | 7    | $T_e = 0.83$                      | 3                                | 1    | $T_e = 2.02$                      |
| 9  | 7    | $T_e = 0.014 \text{ min}$         | 2                                | 2    | $T_e = 0.065 \text{ min}$         |
| 8  | 8    |                                   | 1                                | 3    |                                   |
| Tiempo Cronometrado                                      | 8.65 |                                   | Tiempo Cronometrado              | 1.75 |                                   |

| (E) Sellado de válvula máquina Printer 1 |      |
|--|------|
| Tiempo (Segundos)                        |      |
| 3  | 3    |
| 5  | 3    |
| 3  | 4    |
| 5  | 3    |
| 5  | 2    |
| 3  | 5    |
| 3  | 3    |
| 2  | 4    |
| 2  | 3    |
| 4  | 2    |
| Tiempo Cronometrado                      | 3.35 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 3.35(1.06)$$

$$T_n = 3.55$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 3.55(1 + 0.09)$$

$$T_e = 3.87$$

$$T_e = 0.064 \text{ min}$$

| (F) Sellado de válvula máquina printer 2 |     |
|--|-----|
| Tiempo (Segundos)                        |     |
| 5  | 3   |
| 3  | 2   |
| 4  | 3   |
| 4  | 3   |
| 3  | 4   |
| 4  | 3   |
| 3  | 3   |
| 2  | 5   |
| 4  | 5   |
| 3  | 2   |
| Tiempo Cronometrado                      | 3.4 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 3.4(1.06)$$

$$T_n = 3.60$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 3.60(1 + 0.09)$$

$$T_e = 3.93$$

$$T_e = 0.065 \text{ min}$$

| (G) Colocación de anillo, atomizador y tapa |   |
|---|---|
| Tiempo (Segundos)                           |   |
| 2   | 1 |
| 1   | 2 |
| 2   | 2 |
| 3   | 3 |
| 1   | 2 |
| 2   | 2 |
| 1   | 1 |
| 2   | 3 |
| 2   | 3 |
| 3   | 2 |
| Tiempo Cronometrado                         | 2 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 2(1.06)$$

$$T_n = 2.12$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 2.12(1 + 0.09)$$

$$T_e = 2.31$$

$$T_e = 0.25 \text{ min}$$

| (H) Armar caja plegadiza |     |
|--------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)        |     |
| 7                        | 4   |
| 5                        | 3   |
| 4                        | 8   |
| 5                        | 6   |
| 4                        | 6   |
| 8                        | 5   |
| 7                        | 5   |
| 6                        | 4   |
| 5                        | 3   |
| 6                        | 5   |
| Tiempo Cronometrado      | 5.3 |

$$T_c = 5.3/4 = 1.32$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 1.32(1.06)$$

$$T_n = 1.40$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 1.40(1 + 0.09)$$

$$T_e = 1.53$$

$$T_e = 0.025 \text{ min}$$

| (I) Introducir envase y cerrar caja |     |
|-------------------------------------|-----|
| Tiempo (Segundos)                   |     |
| 3                                   | 2   |
| 3                                   | 3   |
| 4                                   | 4   |
| 4                                   | 5   |
| 5                                   | 3   |
| 3                                   | 2   |
| 2                                   | 2   |
| 3                                   | 3   |
| 2                                   | 4   |
| 3                                   | 4   |
| Tiempo Cronometrado                 | 3.2 |

$$T_c = 3.2/4 = 0.8$$

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 0.8(1.06)$$

$$T_n = 0.85$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 0.85(1 + 0.09)$$

$$T_e = 0.92$$

$$T_e = 0.015 \text{ min}$$

| (J) Sellado con papel celofán transparente |     |
|--|-----|
| Tiempo (Segundos)                          |     |
| 2  | 3   |
| 3  | 3   |
| 3  | 3   |
| 2  | 4   |
| 2  | 3   |
| 3  | 3   |
| 3  | 4   |
| 2  | 2   |
| 3  | 3   |
| 4  | 3   |
| Tiempo Cronometrado                        | 2.9 |

$$T_n = T_c \times F_c$$

$$T_n = 2.9(1.06)$$

$$T_n = 3.07$$

$$T_e = T_n(1 + \text{conseciones})$$

$$T_e = 3.07(1 + 0.09)$$

$$T_e = 3.35$$

$$T_e = 0.55 \text{ min}$$

Total tiempo estándar Segundos = 18.44

Total tiempo estándar minutos = 0.31

### 3.2.5 Balance de líneas máquina mecánica de 12 pitones

Con la mejoras de los puntos anteriormente descritos, se determinará un balance de la línea de producción del área de llenado de colonia.

- Cantidad requerida diaria por tamaño de colonia
- Tiempo disponible
- Tiempo muerto
- Tiempo real
- Eficiencia

La producción estimada como ya se mencionó no varia, ya que es el promedio de los últimos seis meses de la empresa, se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla VIII Producción estimada diaria**

|                | Cantidad Requerida Diaria | Unidades/Hora | Unidades/Minuto | Producción Real | Diferencia X minuto |
|----------------|---------------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Colonia 30 ml  | 4042                      | 505.25        | 8.42            | 8.25            | 0.17                |
| Colonia 50 ml  | 5333                      | 666.625       | 11.11           | 8.25            | 2.86                |
| Colonia 75 ml  | 7083                      | 885.375       | 14.76           | 8.25            | 6.51                |
| Colonia 100 ml | 8458                      | 1057.25       | 17.62           | 8.25            | 9.37                |

- El tiempo de jornada es de nueve horas o 540 minutos.
- Tiempo muerto o de paros programados es de 60 minutos

Con base a esto el tiempo de jornada efectiva se calcula de la siguiente manera:

$$Je = Tj - PP$$

Je = Jornada efectiva de trabajo

Tj = Tiempo de jornada

PP = paros programados (desayuno, refacción y almuerzo)

$$Je = 540 - 60 \text{ min.}$$

$$Je = 480 \text{ min.}$$

En este caso siempre utilizaremos el tiempo estándar de la máquina printer, se utilizará el tiempo mayor de las dos máquinas, la importancia de darle este tiempo es directamente a la máquina, ya que en las otras operaciones se mira que cuando el tiempo aumenta es por falta de supervisión al personal, por lo que estas operaciones pueden ser controlables.

Tiempo estándar de máquina printer = 3.93 sg.

Tiempo de jornada efectiva = 480 min x 60 sg = 28,800 sg

Por lo que la capacidad instalada actual es:

$$CI = \frac{\text{Tiempo de jornada efectiva}}{\text{Tiempo estándar máquina printer}}$$

$$CI = \frac{28,800}{3.93} = 7,328 \text{ unidades}$$

Con el dato anterior, se determinó que la cantidad diaria que produce la línea de llenado con el método propuesto sube a 7,328 unidades, por lo que se calculará la efectividad de la línea por cada tamaño de colonia; en este caso cabe mencionar que la máquina de 12 pitones llena el doble que la de seis pitones, pero como se vio anteriormente, el cuello de botella no radica directamente sobre la máquina pitonera, si no sobre la máquina printer, en este caso se hace la sugerencia que para poder aumentar el número de unidades producidas a diario se puede lograr añadiendo una o dos máquinas printer según sea la necesidad de la producción y de la inversión que desee realizar la empresa. En este caso, la recomendación inmediata fue de por lo menos una máquina printer adicional, con lo cual se determinaron las siguientes efectividades por tamaño de colonia:

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{Capacidad de la línea}}{\text{Cantidad Requerida}} \times 100$$

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 30 ml} = \frac{7,328}{4,042} \times 100 = 181.30\%$$

Como se mencionó anteriormente, en tamaños de colonias que se venden en menor cantidad, vemos que superemos por mucho la cantidad de colonias a producir, ya que la línea de llenado podría producir esta cantidad en un menor tiempo y utilizar el tiempo restante como soporte para los demás tamaños de colonias, calculamos el tiempo que se llevará en producir las 4,042 unidades nos da el siguiente resultado.

Jornada Efectiva = 28,800 sg.

Producción en jornada efectiva = 7,024 unidades

Cantidad requerida = 4,042 unidades

7,328 unidades ..... 28,800 sg

4,042 unidades ..... X

X = 265 min. = 4 Horas y 25 minutos

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 50 ml} = \frac{7,328}{5,333} \times 100 = 137.41\%$$

En este tamaño se recomienda lo mismo que para la colonia de 30ml. Calcularemos el tiempo a utilizar para cubrir la demanda de colonia de 50ml.

7,328 unidades ..... 28,800 sg

5,333 unidades ..... X

X = 349 min. = 5 Horas y 49 minutos

La empresa tiene un atraso con algunos clientes hasta de dos meses, con estas eficiencias y el ahorro de tiempo se puede empezar a reducir este margen de tiempo en atraso hasta llevarlo a cero y aprovechar mejor la planificación de producción en donde el ahorro de este tiempo no ayude a tener como soporte para los tamaños de mayor venta.

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 75 ml} = \frac{7,328}{7,083} \times 100 = 103.46\%$$

En este caso si llegamos a tener la eficiencia esperada diaria.

$$\text{Efectividad de línea de colonia de 100 ml} = \frac{7,328}{8,458} \times 100 = 86.64\%$$

Con esto se demuestra que la productividad se incrementa considerablemente en todos los tamaños de colonias.

### **3.3 Administración de cadena de suministros**

El propósito aquí es de sincronizar las funciones que la empresa tiene con los proveedores, a fin de acoplar el flujo de materiales con la demanda de los clientes. También se hace la sugerencia donde implica la coordinación de funciones claves de la empresa, específicamente en las áreas de mercadeo, ventas, logística y producción, ya que al sincronizar todas las funciones de cada área y las metas de las mismas se llegara a determinar las mejores alternativas para la satisfacción total del cliente.

El propósito fundamental que tenemos en la administración de cadena de suministros consiste en controlar los inventarios, administrando los flujos de materiales.

#### **3.3.1 Control de inventarios de materia prima**

El inventario de materia prima (RM) (del inglés raw materials) son inventarios indispensables para poder realizar la producción de colonias, en el caso de la empresa aquí se tiene un problema con el abastecimiento, pero como lo mencionamos anteriormente es por la falta de sincronización de las demás áreas dentro de la empresa, que le dificultan a producción tener un flujo de materiales óptimo. A continuación se presenta una tabla para elaborar un requerimiento de materiales y su descomposición.

**Tabla IX Control de Inventarios**

| Producto            | Origen    | Días de Entrega | Producción Estimada | Existencia en BMP | Requerimiento | Sustituto |
|---------------------|-----------|-----------------|---------------------|-------------------|---------------|-----------|
| Envase              | Importado | 60              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |
| Válvula             | Importado | 60              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |
| Atomizador          | Importado | 60              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |
| Pajilla de valvula  | Importado | 60              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |
| Tapa                | Importado | 60              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |
| Sobre tapa o anillo | Importado | 60              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |
| Etiqueta            | Nacional  | 10              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |
| Plegable            | Nacional  | 10              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |
| Papel Celofan       | Nacional  | 10              | 500000              | 315000            | 185000        | Si        |

En esta tabla se realizó con base a la demanda de los seis últimos meses, aquí se presentan la forma de solicitar los materiales según su requerimiento, de estos productos todavía se puede desglosar cada uno de ellos dependiendo del estilo, tamaño y presentación. En la casilla de origen se coloca si el producto es importado o si se produce a nivel nacional, y en la casilla de sustituto es si en un momento dado no cuentan con algún producto el poder conseguirlo a nivel nacional y el tiempo en el cual se entregara. En este punto es donde empiezan las complicaciones en el área de llenado de colonia, ya que el departamento de mercadeo al hacer ellos sus estudios determinan la cantidad a producir sin consultar con las demás áreas, como ventas, logística y producción, creando como consecuencias que las ventas muchas veces sean mayor o menor a las contempladas en la campaña. Al conseguir sustitutos, al proveedor no le exigen la calidad y especificaciones necesarias y como resultado de esto es que al momento del llenado exista mucho reproceso creando con esto atrasos y gastos innecesarios. Por lo que se hace la sugerencia de elaborar planes de trabajo donde todas las áreas involucradas sincronicen sus actividades enfocada a darle al cliente un producto de calidad con las especificaciones que el desea.

### **3.3.2 Administración de materiales**

La propuesta que a continuación se detalla es específicamente en el área de operaciones y logística en lo referente de tomar las decisiones de compra de materiales, inventarios, niveles de inventarios, pautas de formación de personal, programas de trabajo y distribución.

La empresa actualmente trabaja en una estructura segmentada, esto quiere decir que cada jefe de cada departamento rinde cuentas a una persona diferente. Este enfoque requiere un enorme grado de coordinación para generar un sistema de suministros competitivo, aunque actualmente este aun es muy deficiente.

La sugerencia que actualmente se describe es implementar una estructura segmentada, esto quiere decir que la empresa se reestructure a fin de centralizar la mayoría de las tareas de administración de materiales en un solo departamento, en el cual este es el encargado de dicha función. Actualmente este sería el departamento de logística, donde cumpliría el objetivo de reunir todas las tareas relacionadas con los flujos de materiales, desde la compra de las materias primas hasta la distribución de producto terminado.

### **3.3.3 Medición de inventarios**

El propósito fundamental en la administración de cadena de suministros es el controlar el inventario, administrando los flujos de materiales. El inventario es una acumulación de materiales que se utiliza para satisfacer la demanda de los clientes, a continuación se presenta los flujos que debemos tener en consideración para el manejo de inventarios.

- Insumos de materiales
- Cantidad de inventario en stock.
- Flujo de salida de materiales
- Demanda de materiales del inventario

Para determinar de mejor manera la medición que podemos llevar de los inventarios, es necesario ver todos los componentes que inciden directamente sobre estos:

- a) Administración de materiales
- b) Cadenas de suministros
- c) Desarrollo de cadenas de suministros integradas
- d) Compras
- e) Selección y certificación de proveedores.

### **3.4 Análisis de mantenimiento**

El mantenimiento que actualmente maneja la empresa es deficiente y no le dan la respectiva importancia a esta área que tendría que estar muy bien definida ya que afecta directamente el proceso productivo de esta. El mantenimiento de equipo es un factor muy importante para obtener ventajas competitivas a nivel de costos y tiempos, por lo que tener un departamento de mantenimiento definido y eficiente ayudara a la empresa a mantener una producción continua y sin retrasos y lograr con ellos que los clientes reciban su producto en el tiempo estipulado. Se realiza un análisis propuesto para ayudar a incrementar la productividad y eficiencia en el área de mantenimiento:

1. Solicitar al gerente de mantenimiento o técnico en encargado, realizar manuales de toda la maquinaria, buscar una asesoría con la empresa que vendió el equipo, si esta no la tuviera por ser maquinaria usada, el departamento de mantenimiento tiene que empezar a realizar un historial de cada máquina que hay en la línea de producción.
2. Realizar un levando de las características de las máquinas como llevar un ficha técnica donde especifica: El voltaje de la máquina, amperaje, velocidad, unidades producida por jornada o por turno de trabajo, consumo de energía.
3. Realizar una codificación o inventario de todas las máquinas y hacer un archivo de cada una de ellas, en donde especifica el nombre de la máquina, en que línea está instalada, cuántos operarios la utilizan.

4. A partir de la fecha más próxima llevar un historial de cada máquina en un formato de hora – hombre trabajado con las siguientes especificaciones: fecha, que producto produce la máquina, las unidades producidas por hora y por jornada de trabajo, quien es el operario encargada de operarla, cuantas horas se utilizo la máquina en la jornada de trabajo.
5. Elaborar un formato de parte del departamento de mantenimiento de las fallas de la maquinaria, donde especifica cual fue la falla, el repuesto utilizado para componerla, la hora de la falla, en que lugar fue la falla así como el tiempo de paro de la maquinaria.
6. Al empezar a llevar un historial de la cada una de las máquinas es necesario crear un manual base con las especificaciones de uso, en el cual estén:
  - Procedimiento de operación
  - Procedimiento de calibración
  - Procedimiento de limpieza
7. Principalmente cada máquina tiene que estar foliada o llevar un archivo completo de cada una de ellas para tener un control de los paros innecesarios que ha sufrido, tener la maquinaria en excelente estado para sacarle el mayor rendimiento y eficiencia, evitar pérdidas por interrupciones cotidianas y evitar pérdidas por dejar de trabajar.

### **3.4.1 Requerimiento de repuestos**

Uno de los problemas que tiene la empresa en sí es que la mayoría de máquinas que utilizan son usadas o de segunda mano por lo que carecen de manuales cada una de ellas. El gerente de mantenimiento solamente tiene a su cargo dos personas que en la mayoría de casos se limitan a calibración de máquinas en la línea de producción, descuidando así lo que realmente debería de ser un departamento de mantenimiento. Se hace esta aclaración ya que no llevan un control de los repuestos que necesita cada una de las máquinas y no hay personas realmente responsables de darle un seguimiento a este problema.

El problema de da hasta que las máquinas ya no funcionan y mucho menos llevar una bodega de los repuestos de las partes de las máquinas que normalmente sufren más desgaste, por lo que se recomiendan los siguientes procedimientos:

- a) Conseguir los diferentes manuales para cada una de las máquinas, en este caso solicitarlas a las empresas que se dedican a distribuir maquinaria con las características como la que posee la empresa o solicitarlo vía internet.
- b) Sacar un histórico de las piezas que sufren mas desgaste como los son fajas, engranajes, brazos hidráulicos, etc. con el fin de llegar a abastecer una bodega que nos proporcione los repuestos de una forma rápida para que el atraso sea lo menor posible.
- c) Contar con personal altamente capacitado en la maquinaria que se utiliza en la empresa. Esto se pude realizar directamente con los proveedores de maquinaria o asesoría externa como el Intecap que pueden certificar a los técnicos en dichas aéreas.
- d) Capacitar a personal operativo para que ellos sean los encargados de calibrar las máquinas en las líneas de producción, con esto conseguir que los técnicos de mantenimiento se dediquen exclusivamente a ver el trabajo que le corresponde.
- e) Realizar un programa de mantenimiento preventivo a las máquinas en horarios que no afecten la producción.

### **3.4.2 Formato de control de mantenimiento**

Para tener un mejor control del área de llenado se ha decidido la implementación de un sistema de verificación de la producción por máquina que se utiliza en cada línea. El cual deberá de ser firmada cada hora por el supervisor de producción, y tendrá que ser llenada por los por los operadores de cada una de las máquinas. El cual al terminar la jornada esta hoja pasa al departamento de mantenimiento para su análisis y control de producción de cada una de las máquinas.

Con este control se empezara a llevar un histórico de los problemas que tiene cada máquina así como de las parte involucradas en el problema, el gerente de mantenimiento tiene que analizar dicha hoja para determinar de que manera se pude lograr la mejor y más pronta solución cuando alguna de las máquinas tenga algún desperfecto y de esta forma llegar a determinar que piezas de las máquinas son las más recurrentes en fallar y lograr con esto tener un stock de repuesto que ayuden a elevar la eficiencia en el departamento de mantenimiento. A continuación se presenta el siguiente formato en el cual junto con el departamento de producción se lleve un control adecuado de cada una de las máquinas:

**Figura 12 Hoja de control de mantenimiento**

| JAQUELINE CAROL<br>Departamento de Producción y Mantenimiento<br>Hoja de control de producción y tiempos de paros |          | Selección de Máquina:              |              |        |                  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Sopleteadora</td></tr> <tr><td>Banda transportadora 1</td></tr> <tr><td>Banda transportadora 2</td></tr> <tr><td>Máquina pitonera</td></tr> <tr><td>Máquina Printer</td></tr> <tr><td>Máquina printer 2</td></tr> <tr><td>Máquina Selladora</td></tr> </table> |         | Sopleteadora | Banda transportadora 1 | Banda transportadora 2 | Máquina pitonera | Máquina Printer | Máquina printer 2 | Máquina Selladora |
|---|----------|------------------------------------|--------------|--------|------------------|---|---------|--------------|------------------------|------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Sopleteadora  |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Banda transportadora 1  |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Banda transportadora 2  |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Máquina pitonera  |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Máquina Printer   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Máquina printer 2   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Máquina Selladora   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Fecha <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>   |          | <b>LÍNEA DE LLENADO DE COLONIA</b> |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| HORA  | Unidades | Tamaño de Colonia                  | Hora de paro | Motivo | Hora de arranque | Operador  | Vo. Bo. |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 7:00-8:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 8:00-9:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 9:00-10:00  |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 10:00-11:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 11:00-12:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 12:00-13:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 13:00-14:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 14:00-15:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 15:00-16:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 16:00-17:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| 17:00-18:00   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Total   |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |
| Firma Gerente Mantenimiento: _____  |          |                                    |              |        |                  |   |         |              |                        |                        |                  |                 |                   |                   |

### **3.4.3 Mantenimiento preventivo y correctivo**

Como se determinó anteriormente, el departamento de mantenimiento carece de mantenimiento preventivo y correctivo, por lo que es necesario empezar con el más importante que es el mantenimiento preventivo. Al lograr capacitar a los operarios para que ellos puedan calibrar las máquinas en el área de llenado es importante que los técnicos de mantenimiento tengan los conocimientos necesario de cada una de las máquinas que maneja la empresa y para esto es necesario que ellos estén certificados por la empresa proveedora de maquinaria.

Una vez que los técnicos estén certificados por dichas empresas es necesario empezar a implementar de forma inmediata un programa preventivo de cada una de las máquinas, para esto es necesario que se realicen en horarios que no afecten la producción. Si es necesario realizar cambios en los horarios de los técnicos para no elevar el costo de las horas extras que se podrían generar, o en caso de la empresa que no trabaja los días sábados poder planificarla para estos días, esto se realizaría de forma continua al principio y conforme se mejore el estado de las máquinas planificarlo periódicamente pero siempre haciéndolo en fechas cortas.

En relación al mantenimiento correctivo lo importante es crear una bodega de repuestos que mantengan un stock mínimo de las piezas que sufren mas desgaste por el uso o de aquellas que son difíciles de conseguir y en caso de que se necesiten importar dichas piezas. Con esto eliminamos el factor tiempo reduciéndolo al mínimo para poder conseguir una línea de producción continua para mantener niveles altos de eficiencia y con esto lograr un producto que cumpla con las expectativas no solo de calidad si no de entrega a tiempo al cliente logrando aumentar la confianza y rentabilidad de la empresa.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS PARA INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**

### **4.1 Metodología de la implementación**

La implementación consta de instalar o acomodar en el lugar establecido del capítulo anterior, las persona encargadas de coordinar que estos procedimientos se realicen así como dar los pormenores de cómo se esta llevando a cabo, así como los posibles contratiempos que se deberán afrontar.

#### **4.1.1 Definir actividades**

Las actividades que se asignan a las personas encargadas para lograr aumentar la eficiencia en la línea de llenado de colonia:

- A. Realizar un inventario inicial de la materia prima y producto de empaque antes de iniciar una campaña nueva ajustada a la planificación elaborado por mercadeo, ventas, logística y producción.
- B. Determinar con el departamento de mantenimiento las modificaciones relacionada en el área de sopleteado para unirla directamente con la línea de producción.
- C. Realizar cotizaciones con proveedores de maquinaria para adquirir una nueva máquina printer para ayudar al incremento de la producción.
- D. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, así como llevar un control de desperfecto de las máquinas, para evitar atrasos innecesarios en la línea de llenado de colonia para aumentar su eficiencia.
- E. Selección y certificación de los proveedores para que estén comprometidos con la empresa en relación a calidad alta de la materia prima como minimizar el tiempo de entrega cuando hayan imprevistos en la producción.

**Tabla X Cronograma de actividades**

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES                |         |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| ACTIVIDADES                              | SEMANAS |   |   |   |   |   |   |   |
|  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Inventario inicial de materia prima      | ■       |   |   |   |   |   |   |   |
| Modificaciones en área de sopleteado     | ■       | ■ |   |   |   |   |   |   |
| Cotización y compra de máquina printer   | ■       | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Elaboración de plan de mantenimiento     | ■       | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |
| Selección y certificación de proveedores | ■       | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |
|  |         |   |   |   |   |   |   |   |

#### 4.1.2 Seguimiento

A pesar de lo minuciosa que haya sido la planificación de las actividades que se realizaran para lograr el incremento en la productividad en la línea de llenado, se considera siempre algún tipo de fallas. Las actividades reales se deben comparar con las propuestas, conforme se apliquen las modificaciones y se ponga en marcha. Las deficiencias existentes entre lo teórico y práctico se deben corregir con las personas responsables de poner en práctica estos cambios, según se vaya necesitando. A continuación se dan algunas actividades como herramienta para verificar el seguimiento de la propuesta en estudio, junto con un cronograma de actividades:

- A. Realizar inventarios de la materia prima periódicamente para evitar tener productos discontinuados y que puedan proporcionar costos muertos a la empresa.
- B. Capacitar constantemente al personal de mantenimiento para lograr certificarlos en toda la maquinaria que utiliza la empresa, siempre con el apoyo de los proveedores de maquinaria; con esto lograr hacer eficientes los programas de mantenimiento preventivo y lograr poner en práctica una

bodega de repuestos eficiente para minimizar el tiempo en el mantenimiento correctivo.

- C. Darle la depreciación a la maquinaria así como determinar su vida útil, con esto logramos contar con maquinaria actual y permita mejorar la tecnología en determinado tiempo de la empresa.
- D. Captar nuevos proveedores que nos den alternativas de mejor calidad a costos más bajos y con tiempo de entrega mínimo.

**Tabla XI Cronograma de actividades seguimiento**

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES               |         |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| ACTIVIDADES                             | SEMANAS |   |   |   |   |   |   |   |
|   | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Inventario inicial de materia prima     |         |   |   |   |   |   |   |   |
| Implementación de bodega de repuestos   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| Implementación mantenimiento preventivo |         |   |   |   |   |   |   |   |
| Depreciación de maquinaria              |         |   |   |   |   |   |   |   |
| Captación de nuevos proveedores         |         |   |   |   |   |   |   |   |
|   |         |   |   |   |   |   |   |   |

#### **4.2 Viabilidad del método para incrementar la productividad**

En esta etapa es importante dado que se determina si el método que se diseño podrá aceptado por la empresa y esto se realizara por medio de la inversión que la empresa realice así como determinar el tiempo de recuperación de dicha inversión. Para poder realizar un análisis se debe de determinar el aumento de producción que la empresa determine aplicando un nuevo método, así como el costo que llevara realizar el nuevo método.

A partir de la base

#### 4.2.1 Método de recuperación por utilidad

El método por recuperación por utilidad sobre las ventas comprende el cálculo del cociente o razón del monto medio anual de las ventas o el incremento al valor agregado del producto, con base a una estimación pesimista de la vida del mismo. Aunque esta informa acerca de la efectividad del método y de los esfuerzos de ventas que resultan, no considera la inversión original requerida para iniciar el uso del método propuesto.

Para determinar los costos directamente de la línea de llenado de producción, obtenemos cantidades aproximadas de lo que se consume al año, en este método se puede realizar un comparativo con el método anterior, ya que se puede determinar la utilidad respecto a las ventas, para esto se realizó un análisis de la producción actual con la propuesta del capítulo tres:

**Tabla XII Producción diaria método propuesto**

|                 | PRODUCCIÓN DIARIA MÉTODO PROPUESTO |               |               |                |
|-----------------|------------------------------------|---------------|---------------|----------------|
|                 | Colonia 30 ml                      | colonia 50 ml | colonia 75 ml | colonia 100 ml |
| Promedio diario | 4042                               | 5333          | 7083          | 7328           |

|                             |          |                  |
|-----------------------------|----------|------------------|
| • Alquiler                  | Q        | 580,000.00       |
| • Agua                      | Q        | 3,600.00         |
| • Energía eléctrica         | Q        | 145,000.00       |
| • Teléfono                  | Q        | 12,200.00        |
| • Mano de Obra              | Q        | 390,000.00       |
| • Pasivo Laboral            | Q        | 60,000.00        |
| • Prestaciones de ley       | Q        | 72,000.00        |
| • Materia Prima y empaque   | Q        | 142,716,000.00   |
| • Combustibles              | Q        | 180,000.00       |
| • Mantenimiento             | Q        | 75,000.00        |
| • Otros costos de operación | <u>Q</u> | <u>43,000.00</u> |
| TOTAL ANUAL                 | Q        | 144,276,800.00   |

En las ventas anuales se tomo como referencias las ventas diarias de la tabla No. 12 en donde colocamos el promedio diario de venta según datos del departamento de ventas y mercadeo, el cual conseguimos calcular la venta mensual y pasarla a una venta anual. El precio de costo de cada colonia promedio fue dado por el departamento de producción (envase, empaque y materia prima) que es aproximadamente de Q25.00 por colonia.

Quedando los siguientes datos:

- Venta anual en unidades            5,708,640 unidades
- Precio de venta promedio            Q45.00
- Precio de costo promedio            Q25.00
- Incremento de venta anual            15%
- Incremento de costo anual            13%

Con los datos anteriores, obtenemos la siguiente tabla donde nos muestra las ventas y el costo de producción de los siguientes seis años.

**Tabla XIII Ventas, costos y utilidad método propuesto**

| Al final del año | Incremento en el valor de las ventas con el método propuesto | Costo de producción con el método propuesto | Utilidad bruta correspondiente al método propuesto |
|------------------|--|---|--|
| 1                | Q256,888,800.00  | Q144,276,800.00                             | Q112,612,000.00                                    |
| 2                | Q295,422,120.00  | Q163,032,784.00                             | Q132,389,336.00                                    |
| 3                | Q339,735,438.00  | Q184,227,045.92                             | Q155,508,392.08                                    |
| 4                | Q390,695,753.70  | Q208,176,561.89                             | Q182,519,191.81                                    |
| 5                | Q449,300,116.76  | Q235,239,514.94                             | Q214,060,601.82                                    |
| 6                | Q516,695,134.27  | Q265,820,651.88                             | Q250,874,482.39                                    |
| Totales          | Q2,248,737,362.72  | Q1,200,773,358.62                           | 1,047,964,004.10                                   |

Promedios    Q374,789,560.45                    Q200,128,893.10                    Q174,660,667.35

Rendimiento sobre venta =                     $\frac{Q174,660,667.35}{Q374,789,560.45}$                     47%

Con el nuevo método que se propone ha pasado así satisfactoriamente con un 47% de rendimiento sobre las ventas.

Ahora se determinara el mismo método, pero con la cantidad de producción actual:

**Tabla XIV Producción diaria método actual**

|                 | PRODUCCIÓN DIARIA MÉTODO ACTUAL |               |               |                |
|-----------------|---------------------------------|---------------|---------------|----------------|
|                 | Colonia 30 ml                   | colonia 50 ml | colonia 75 ml | colonia 100 ml |
| Promedio diario | 4042                            | 4051          | 4051          | 4051           |

**Tabla XV Venta, costos y utilidad método actual**

| Al final del año | Incremento en el valor de las ventas con el método actual | Costo de producción con el método actual | Utilidad bruta correspondiente al método actual |
|------------------|---|--|---|
| 1                | Q174,906,000.00   | Q144,276,800.00                          | Q30,629,200.00                                  |
| 2                | Q201,141,900.00   | Q163,032,784.00                          | Q38,109,116.00                                  |
| 3                | Q231,313,185.00   | Q184,227,045.92                          | Q47,086,139.08                                  |
| 4                | Q266,010,162.75   | Q208,176,561.89                          | Q57,833,600.86                                  |
| 5                | Q305,911,687.16   | Q235,239,514.94                          | Q70,672,172.23                                  |
| 6                | Q351,798,440.24   | Q265,820,651.88                          | Q85,977,788.36                                  |
| Totales          | Q1,531,081,375.15   | Q1,200,773,358.62                        | Q330,308,016.53                                 |

Promedios                    Q255,180,229.19            Q200,128,893.10            Q55,051,336.09

Rendimiento sobre venta =                     $\frac{Q55,051,336.09}{Q255,180,229.19}$             23%

Como se puede observar hay una gran diferencia entre el método propuesto y el que se maneja actualmente, aplicando los nuevos procesos se determina un crecimiento sobre las ventas del 24%

#### 4.2.2 Método de recuperación por rendimiento

El método por recuperación por rendimiento sobre la inversión emplea la razón del monto medio anual de las utilidades que se logran con el uso del método propuesto, con base a una estimación pesimista de vida del producto, al monto o importe de la inversión original. De los modos a emplear que se traduzcan en el mismo potencial de ventas y utilidades, la dirección de una empresa acogerá, sin ninguna duda, el que demande menor la inversión de capital. El recíproco de rendimiento sobre la inversión con frecuencia se designa por método de restitución. Expresa el tiempo que tomaría recuperar la inversión original.

Inversión correspondiente al nuevo método:

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| • Instalación Eléctrica      | Q 5,000.00         |
| • Mobiliario y equipo        | Q 326,000.00       |
| • Materiales de construcción | Q 200,000.00       |
| • Transporte                 | Q 3,000.00         |
| • Pintura del edificio       | Q 8,000.00         |
| • Instalación de maquinaria  | <u>Q 12,000.00</u> |
| TOTAL                        | Q 554,000.00       |

**Tabla XVI Venta, costo y utilidad método de recuperación por rendimiento**

| Al final del año | Incremento en el valor de las ventas con el método propuesto | Costo de producción con el método propuesto | Utilidad bruta correspondiente al método propuesto |
|------------------|--|---|--|
| 1                | Q269,100,360.00  | Q151,060,800.00                             | Q118,039,560.00                                    |
| 2                | Q309,465,414.00  | Q170,698,704.00                             | Q138,766,710.00                                    |
| 3                | Q355,885,226.10  | Q192,889,535.52                             | Q162,995,690.58                                    |
| 4                | Q409,268,010.02  | Q217,965,175.14                             | Q191,302,834.88                                    |
| 5                | Q470,658,211.52  | Q246,300,647.91                             | Q224,357,563.61                                    |
| 6                | Q541,256,943.24  | Q278,319,732.13                             | Q262,937,211.11                                    |
| Totales          | Q2,355,634,164.88  | Q1,257,234,594.70                           | Q1,098,399,570.18                                  |

Promedios                      Q392,605,694.15              Q209,539,099.12              Q183,066,595.03

Rendimiento sobre la inversión =  $\frac{Q183,066,595.03}{Q554,000.00} = 330\%$

Restitución =  $1/3.07 = .32 = 3 \text{ meses}$

### 4.2.3 Método de flujo de efectivo

El método de flujo de efectivo determina el cociente del valor actual del flujo de efectivo, basado en el porcentaje de rendimiento deseado, el monto de la inversión original. Este método traduce la tasa de flujo de dinero hacia y a través de la empresa, y el valor en tiempo del dinero. El valor en tiempo del dinero es importante. Por los intereses, una unidad monetaria hoy vale más que una el próximo año o cualquier fecha posterior.

Rendimiento deseado sobre la inversión 15%

Valor de rescate de equipo Q 125,000.00

Vida estimada del producto 6 años

$$VPN = R * \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} =$$

**Tabla XVII Valor actual flujo de efectivo**

| Valor actual del flujo de efectivo en relación a la utilidad bruta |        |                 |
|--|--------|-----------------|
| Q118,039,560.00  | 0.8695 | Q102,635,397.42 |
| Q138,766,710.00  | 0.7560 | Q104,907,632.76 |
| Q162,995,690.58  | 0.6577 | Q107,202,265.69 |
| Q191,302,834.88  | 0.5723 | Q109,482,612.40 |
| Q224,357,563.61  | 0.4955 | Q111,169,172.77 |
| Q262,937,211.11  | 0.4339 | Q114,088,455.90 |
|  | total  | Q649,485,536.95 |

Valor de rescate del equipo:

$$(125,000)(.4339) = Q 54,237.50$$

Valor actual de la utilidad bruta que se espera y el valor de rescate del equipo:  
Q607,554,212.30 Razón del valor actual a la inversión original:

$$\frac{Q649,539,774.45}{Q554.000.00} = 1172.66$$

El valor de los datos calculados nos demuestra que la inversión es pequeña comparado con las ganancias que se tendrá en este lapso de tiempo. Es importante recalcar que las ventas grandes que maneja la empresa son debido a que actualmente exporta este producto a todos los países Centro Americanos y la planta de producción se encuentra en Guatemala.

### **4.3 Implementación del sistema justo a tiempo**

Mediante los sistemas justo a tiempo se intenta reducir la ineficiencia y el tiempo improductivo de los procesos de producción, a fin de mejorar continuamente dichos procesos y la calidad del producto correspondiente. La participación del empleado y la reducción de inventario son factores fundamentales para las operaciones.

#### **4.3.1 Método de empuje y arrastre**

Con método de empuje en el cual la producción comienza desde antes que el cliente necesite el producto. Con este método, la gerencia programa la recepción de todas las materias primas y autoriza el inicio de la producción. Esto se realiza con el trabajo en equipo de todas las demás gerencias dentro de la empresa (Mercadeo, ventas, logística y producción).

La otra forma de administrar el flujo es en la parte final del ensamble hasta el cliente, consiste en aplicar el método de arrastre, en el cual la demanda del cliente pone en marcha la producción del elemento. En este caso hay que estar muy pendientes de los niveles de inventario, y este cuando se encuentra casi agotado se produce cierta cantidad de producto de más. Las empresas que realizan con frecuencia procesos de manufactura altamente repetitivos y tienen flujo de materiales bien definidos, aplican los sistemas justo a tiempo porque el

método de arrastre les permite tener un control más preciso del inventario y de la producción en las estaciones de trabajo.

#### **4.3.2 Calidad consistentemente alta**

Con los sistemas justo a tiempo se intenta eliminar el desperdicio y la necesidad de hacer rectificaciones en el trabajo, a fin de que el flujo de materiales sea uniforme. Para que las operaciones justo a tiempo sean eficientes, es necesario observar las especificaciones del producto y aplicar los métodos estadísticos y de comportamiento que corresponden a la administración de la calidad total. En los sistemas justo a tiempo se controla la cantidad desde la fuente, porque los trabajadores actúan como su propio inspector de calidad. Es importante que la gerencia comprenda la enorme responsabilidad que este método implica para los trabajadores y que se les imparta la preparación apropiada. La empresa no maneja actualmente un sistema de inducción y capacitación de los nuevos trabajadores y mucho menos aun la capacitación constante de los empleados de mayor tiempo, los cuales con sus aportes que nos ayudaran a optimizar los recursos de la empresa, por lo que es recomendable implementar un departamento o que producción se encargue de la capacitación constante y la motivación que pueda recibir el personal.

#### **4.3.3 Componentes y métodos de trabajo estandarizados**

La estandarización de los componentes, también conocida como uso de partes en común o modularidad, favorece la repetibilidad, puesto que ahora los requisitos por componente se incrementan, lo mismo sucederá con la repetibilidad, esto quiere decir que cada trabajador tendrá que realizar todos los días, con mayor frecuencia que antes, una tarea o un método de trabajo estandarizado. La productividad tiende a aumentar porque, en virtud de mayores repeticiones, los trabajadores aprenden a llevar a cabo esa tarea con más eficiencia. La estandarización de los componentes y los métodos de trabajo ayudan a la gerencia de producción a alcanzar los objetivos del sistema justo a tiempo, en lo referente a la alta productividad y los inventarios bajos.

#### **4.3.4 Manejo de materiales**

En este capítulo se hace una propuesta acerca del uso adecuado del abastecimiento de materiales por parte de bodega a los proveedores, para que el manejo de los mismos sea mucho más fácil; esto a su vez hace que proceso se agilice y se reduzcan los tiempos en algunas operaciones del área de llenado de colonia.

El manejo de materiales es la base fundamental para que una empresa sobreviva, es de vital importancia tener un control estricto con todos los materiales que ingresen, para que estos cumplan con las especificaciones requeridas por la empresa.

##### **4.3.4.1 Descripción de operación banda transportadora**

- Colocación de recepción de materiales en bodega de materia prima, según la clasificación de estos (materias primas activos, Materia prima genérico, fragancia, colorante, material de empaque). Esto se realiza en la primera banda.
- Revisión de cada ingreso de materia prima por parte de control de calidad, el cual le asigna un código
- Cada materia prima se coloca se contiene descripción, numero de lote, fecha de aprobación y fecha de expiración.
- Las materias primas se colocan en racks numerados del uno al tres y cada empaque de la materia prima se coloca en tarimas.
- La materia prima pasa al área de pesado donde es un área separada del almacenamiento de materia prima. Aquí se utiliza la segunda banda que es un área donde la operación es crítica ya que tiene que estar libre de contaminantes.
- Por ultimo se realiza la aprobación de la materia prima con la orden de trabajo, aprobado por el departamento de control de calidad.

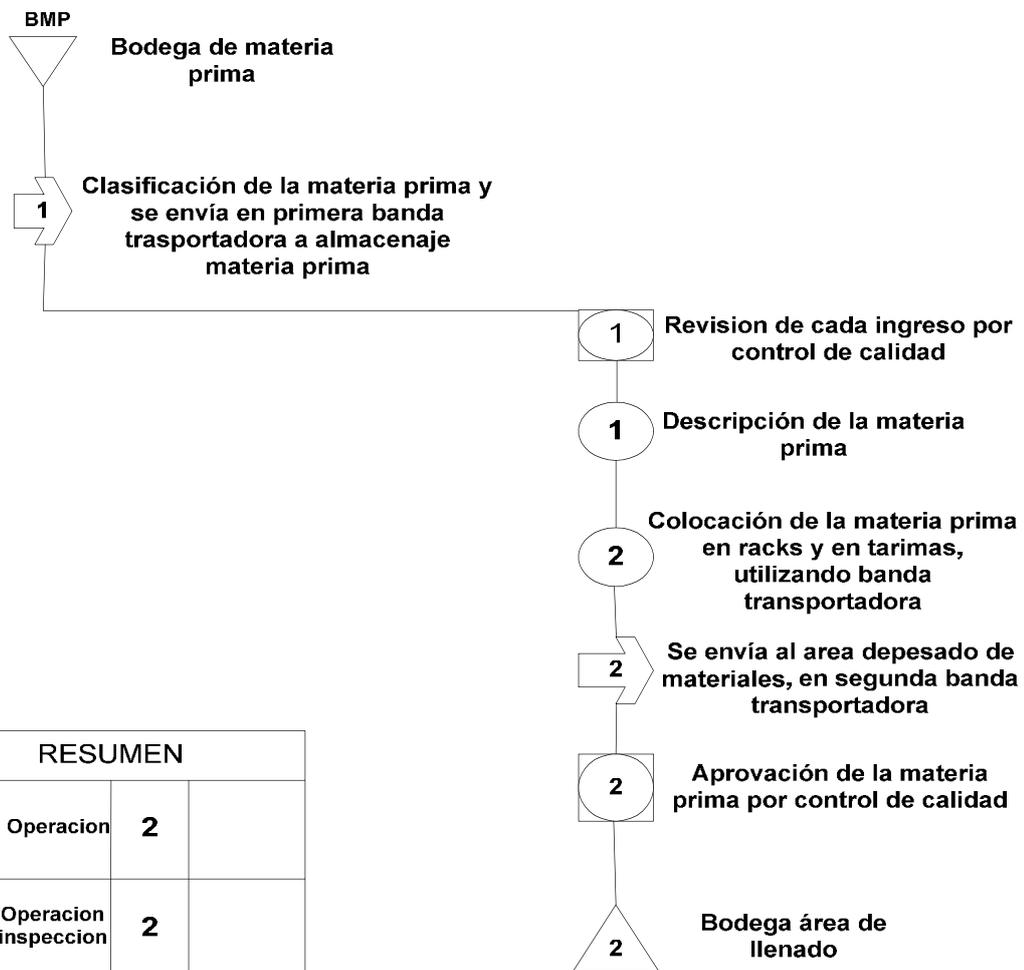
#### **4.3.4.2 Diagrama de operaciones**

En el diagrama de operaciones se ilustran cuales son todas las actividades para el manejo de materiales y banda transportadora.

Figura 13 Diagrama de flujo recepción de materiales y banda transportadora

**Diagrama de flujo del proceso de materiales  
Industria de Cosméticos**

Asunto: Llenado de colonia Fecha: Marzo del 2009  
 Método: Propuesto  
 Identificación: Llenado de colonia  
 Analista: Juan Carlos Duarte Alfaro



| RESUMEN |                      |   |       |
|---------|----------------------|---|-------|
| ○       | Operacion            | 2 |       |
| ◻       | Operacion inspeccion | 2 |       |
| ➡       | Tranporte            | 2 | 8 mts |
| D       | Demora               | 0 |       |
| △       | Almacenaje           | 2 |       |

#### **4.3.4.3 Aplicación del sistema 5´s al manejo de materiales**

El significado que le da la aplicación del sistema 5´s en la empresa es: “Organizar, ordenar y limpiar no significa que pagar a un subcontratista para que este se encargue de estos, si no que significa un planteamiento sistemático de una gestión de calidad en el proceso deseado”.

La estrategia de las 5´s es un concepto sencillo que a menudo las empresas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una fábrica limpia y segura permite orientar la empresa y los talleres de trabajo hacia las siguientes metas:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación.
- Buscar la reducción de perdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Facilitar las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria.
- Poder implementar cualquier tipo de programa de mejora continua de producción justo a tiempo, control total de calidad y mantenimiento productivo total.
- Reducir causas potenciales de accidentes y se aumenta la conciencia de cuidado y conservación de equipos y demás recursos de la compañía.

La aplicación de la técnica Seiri: La siguiente técnica consiste en lo siguiente:

- a. Separar en los sitios de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- b. Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- c. Mantener lo que se necesita y eliminar lo excesivo.
- d. Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- e. Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- f. Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.

El propósito de Seiri o clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios par las operaciones de producción. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la “acción” mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar.

El no aplicar el Seiri se pueden presentar algunos de los siguientes problemas:

- La planta de producción y los talleres es insegura, se presentan más accidentes, se pierde tiempo valioso para encontrar algún material y se dificulta el trabajo.
- El producto en proceso o final en exceso, los cajones y armarios que se utilizan para guardar elementos innecesarios los cuales impiden la comunicación entre compañeros de trabajo.
- En caso de una señal de alarma, las vías de emergencias al estar ocupadas con productos o materiales innecesarios, impiden la salida rápida del personal.
- Es necesario disponer de armarios y espacio medido en metros cuadrados para ubicar materiales innecesarios. El coste financiero también se ve afectado por este motivo.

- Es más difícil de mantener bajo control el stock que se produce por productos defectuosos. El volumen existente de productos en proceso permite ocultar más fácilmente el stock innecesario.
- El cumplimiento de los tiempos de entrega se pueden ver afectados debido a las pérdidas de tiempo al ser necesario mayor manipulación de los materiales y productos

La aplicación de la técnica seiton consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Una vez eliminado los elementos innecesarios, se define un lugar donde se debe ubicar aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio un vez utilizado. En la aplicación del método seiton nos permite:

- a. Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso.
- b. Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- c. En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistema de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.

El no aplicar Seiton en el sitio de trabajo puede conducir a los siguientes problemas:

- Incremento en el número de movimientos innecesarios. El tiempo de acceso a un elemento para su utilización se incrementa.
- Se puede perder el tiempo de varias personas que esperan los elementos que se están buscando para realizar un trabajo.
- El desorden no permite controlar visualmente los stocks en proceso y de materiales.
- Errores en manipulación de productos. Se alimenta la máquina con materiales defectuosos no previsto para el tipo de proceso. Esto conduce a defectos, pérdida de tiempo, crisis del personal y un efecto final de pérdida de tiempo y dinero.

- La falta de identificación de lugares inseguros o zonas del equipo de alto riesgo puede conducir a accidentes y pérdida de moral en el trabajo.

En la aplicación de la técnica seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fabrica. Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Básicamente se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo. Los beneficios de la aplicación de seiso son los siguientes:

- a. Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- b. Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- c. Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación u suciedad.
- d. Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
- e. La limpieza conduce a un aumento significativo de la efectividad global del equipo.
- f. La calidad del producto mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto.

Mejorando las condiciones de trabajo como los son, el orden y la limpieza, se hace que se reduzcan los riesgos de accidentes, con lo que se le esta proporcionando al trabajador un ambiente de seguridad, que los motiva a seguir trabajando tranquilamente

La aplicación de la técnica seiketsu es la metodología que permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras “S”. Sí no existe en proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones, seiketsu o estandarización pretende:

- a. Mantener el estado de limpieza alcanzado.

- b. Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado adiestramiento.
- c. Las normas deben de contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimientos a seguir en caso de identificar algo anormal.
- d. El empleo de estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.

Se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua. Lo que se trata de decir es que todos los logros alcanzados durante las implementaciones de las primeras 3's se logren mantener y no volver atrás.

En la aplicación de la técnica shitsuke o disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para limpieza en el lugar de trabajo, por lo que implica:

- I. El respeto a las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- II. Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- III. Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- IV. Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- V. Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

Beneficios de aplicar shitsuke:

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.

- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El cliente se sentirá mas satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegar cada día.



## 5. PROPUESTA DE MEJORA CONTINUA

### 5.1 Estrategia con proveedores

En la función de la estrategia con los proveedores empieza en el departamento de compras que se ocupa de la administración del proceso de adquisición, lo cual implica decidir que suministros se utilizaran, negociar contratos y averiguar cuando es conveniente comprar en la misma localidad. Compras debe satisfacer las necesidades de suministro a largo plazo de la empresa y respaldar las capacidades de la misma para la producción de productos. El rendimiento de las cadenas de suministros internas y externas depende del grado en que se realice con eficiencia la tarea descrita.

El proceso de adquisición comprende cinco pasos básicos:

- A. Reconocer una necesidad. El proceso comienza cuando compras recibe la solicitud de compra de materiales o servicios externos. La solicitud (llamada requisición de compra) incluye la descripción del artículo, la cantidad y calidad requerida y la fecha de entrega deseada. En la empresa manufacturera, el departamento de compras recibe normalmente del departamento de control de producción o logística la autorización para comprar. A su vez control de producción o logística se guía de las decisiones tomadas de antemano par usar outsourcing, o bien, para fabricar o compra los elementos necesarios. Generalmente, el departamento de compras influye de manera importante en esas decisiones, porque tiene mayor conocimiento de las capacidades y el rendimiento de cada proveedor.
- B. Selección del proveedor. Este paso implica identificar proveedores capaces de suministrar los artículos, agrupar los elementos que puedan ser proporcionados por el mismo proveedor, solicitar licitaciones para los artículos requeridos, evaluar las cotizaciones en función de criterio múltiples y seleccionar finalmente a un proveedor. Cuando se ha celebrado con anterioridad un contrato a largo plazo para el suministro de un artículo, este paso ya no es necesario.

- C. Hacer el pedido. El procedimiento de colocar un pedido puede ser complejo y lento, como cuando se trata de artículos caros y que se compran solo una vez, o bien, tan sencillo como una llamada telefónica cuando se trata de artículos estándar que se piden en forma habitual al mismo proveedor. En algunas situaciones de alta utilización, el proveedor realiza embarques cada día, o incluso cada turno, sin que se le tengan que enviar ordenes de compra. En la actualidad muchas empresas están enlazadas por computadora con su proveedor, lo cual simplifica aun más el proceso de hacer los pedidos.
- D. Seguir el rastro del pedido. Este procedimiento incluye el seguimiento habitual de los pedidos con el fin de evitar retrasos en la entrega o desviaciones con respecto a las cantidades solicitadas en cada pedido. Los proveedores son contactados por carta, fax, teléfono o correo electrónico. El seguimiento reviste una importancia especial en compras cuantiosas, cuando un retraso o puede perturbar los programas de producción o implicar la pérdida de la buena voluntad de un cliente y de ventas futuras.
- E. Recibir el pedido. Con frecuencia, los embarques que llegan tienen que revisarse para comprobar la cantidad y calidad, enviando notificaciones de compras, a la unidad que hizo la requisición de compra, a control de inventarios y a contabilidad. Si el embarque no ha llegado en condiciones satisfactorias, compras tendrá que decidir si es preciso devolverlo al proveedor. Los registros sobre puntualidad, discrepancia en calidad y cantidad, y los referentes a precios, deberán ser actualizados como parte de la evaluación de los proveedores. Compras tiene que estar en estrecha coordinación con contabilidad para asegurarse de que los proveedores se les pague correcta y puntualmente.

En la empresa actualmente no se llevan a cabalidad los pasos anteriormente descritos y es uno de los motivos principales de los atrasos de producción así como la insatisfacción del cliente.

### **5.1.1 Selección del proveedor**

Compras hace las veces de oídos y ojos de la organización en el mercado de los proveedores, y se esfuerzan continuamente para encontrar las mejores compras y los nuevos materiales que ofrecen dichos proveedores. En consecuencia, compras se encuentra en una excelente posición para seleccionar a los proveedores que formarán parte de la cadena de suministros y para conducir programas de certificación.

Selección de proveedor. Para tomar decisiones sobre la selección del proveedor y revisar el rendimiento de sus proveedores actuales, la gerencia debe examinar los segmentos de mercado que desea atender y relacionar las necesidades de éstos con la cadena de suministros. Las prioridades competitivas “Estrategia de operaciones” son un punto de partida para elaborar una lista con los criterios de rendimiento que habrán de aplicarse.

Los tres criterios que consideran con mayor frecuencia las empresas al seleccionar nuevos proveedores son: precio, calidad y entrega puntual. Debido a que las compañías gastan un porcentaje considerable de su ingreso total en compra de artículos, uno de sus objetivos claves consiste en encontrar proveedores que ofrezcan precios bajos. Sin embargo, la calidad de los materiales que un proveedor proporciona también es importante.

Los costos ocultos de la mala calidad pueden ser altos, especialmente si los defectos no se descubren si no hasta después de haber agregado a esos materiales un valor considerable mediante operaciones subsiguientes.

Las ventajas de la entrega rápida y puntual también son aplicables al sector manufacturero. Muchas empresas exigen entregas rápidas y fiables a sus proveedores, a fin de minimizar sus niveles de inventario.

### **5.1.2 Certificación de los proveedores**

En los programas para la certificación de proveedores se comprueba que el proveedor potencial tiene capacidad suficiente para suministrar los materiales o servicios que la empresa compradora requiere. La certificación implica de ordinario visitas al lugar por un equipo interfuncional de la empresa compradora, el cual realiza una evaluación profunda de la capacidad del proveedor para satisfacer los objetivos de los costos, calidad, entrega y flexibilidad, desde la perspectiva del proceso y del sistema de información. Dicho equipo suele estar formado por miembros de operaciones, compras, ingeniería, sistemas de información y contabilidad. Todos los aspectos de la producción de los materiales es cuestión de examinar mediante la observación de los procesos en marcha, complementada con la revisión de documentos para comprobar su integridad y precisión. Una vez que el proveedor obtiene la certificación, compras recurre a él sin tener que investigar sus antecedentes. Se vigila el rendimiento y se llevan registros del mismo. Al cabo de cierto periodo de tiempo, o bien, si el rendimiento disminuye, puede ser necesario certificar nuevamente al proveedor.

La empresa actualmente no cuenta con este proceso el cual le ayudaría a mejorar considerablemente la calidad de los materiales que utiliza actualmente.

### **5.1.3 Relación con el proveedor**

La índole de las relaciones que una empresa cultive con los proveedores puede afectar la calidad, la puntualidad y el precio de los productos y servicios de la misma.

### **5.1.3.1 Orientación a la competitividad**

En la orientación a la competitividad, es la relación con el proveedor, las negociaciones entre comprador y vendedor se visualizan como un juego de suma cero: todo aquello que una de las partes gana, la otra pierde. Las ventajas a corto plazo son más apreciadas que los compromisos a largo plazo. El comprador trata de rebajar el precio del proveedor hasta el nivel de supervivencia más precario, o bien, incrementa su demanda a altos niveles en las épocas de bonanza y reducir sus pedidos casi hasta cero en recesiones. El hecho de que alguna de las partes se imponga dependerá, en gran medida, de cuál de ellas tenga mayor poder de negociación.

### **5.1.3.2 Orientación cooperativa.**

La orientación cooperativa en relaciones con el proveedor es hoy objeto de mayor atención, sobre todo por el éxito con que la han aplicado algunas empresas. En esta estrategia, el comprador y el vendedor son socios y se ayudan mutuamente lo más posible. La irritación cooperativa significa un compromiso a largo plazo, esfuerzo conjunto a favor de la calidad y el respaldo del comprador para el desarrollo administrativo, tecnológico y de la capacidad de producción del proveedor. La orientación cooperativa favorece a unos cuantos proveedores de un artículo o servicio en particular, y el número ideal para lograrlo es de sólo uno o dos proveedores. A medida de que el volumen de los pedidos aumenta, el proveedor se beneficia con la respetabilidad, lo cual propicia la adopción de una estrategia de flujo de línea, con alto volumen, a bajo costo. Cuando los contratos grandes y la relación a largo plazo están asegurada, el proveedor puede incluso construir una instalación nueva y contratar una nueva fuerza laboral.

### **5.1.3.3 Proveedor único**

El método de proveedor único, consiste en conceder un contrato por un artículo o servicio a un solo proveedor, suele amplificar cualesquiera problemas que pudieran presentarse con dicho proveedor.

Las tres orientaciones tienen su ventaja y desventaja. La clave consiste en usar el enfoque que sea más conveniente para las prioridades competitivas de la empresa. Algunas compañías usan una estrategia mixta.

## **5.2 Sistema para llevar a la automatización**

La tecnología nueva debería de generar una ventaja competitiva de algún tipo. La ventaja competitiva se genera al incrementar el valor de un producto para un cliente o al reducir los costos a partir de una nueva tecnología. La estrategia más obvia para reducción de costos consiste en reducir los costos directos de mano de obra y materiales. Los ahorros por concepto de mano de obra todavía se menciona para justificar la mayoría de proyectos de automatización, pero la importancia del componente trabajo, en total de costos, va en descenso: representa solo entre el 10 y 15%. En consecuencia, para entender el verdadero valor de la nueva tecnología, se deberá evaluar otros factores, en lugar de ahorro de costos.

Otra prueba importante consiste en averiguar cómo puede ayudar el cambio tecnológico a que una empresa satisfaga las prioridades competitivas de costos, calidad, tiempo y flexibilidad. Este cambio tendría un impacto positivo sobre una o varias de esas prioridades, en especial aquellas en las cuales se pone mayor interés en el caso de productos en cuestión, y el hecho de que tal ventaja pudiera ser protegida contra imitaciones.

Por supuesto, la nueva tecnología también tiene aspectos negativos. La inversión que requiere puede ser prohibitiva, sobre todo si se trata de proyectos complejos y costos que requieren nuevas instalaciones o el reacondicionamiento extensivo de las ya existentes. Además, la inversión implica un riesgo por la incertidumbre acerca de la demanda y los beneficios por unidad. Es posible que la tecnología tenga costos ocultos, en el caso de que requiera empleados con

conocimientos y capacidades deferentes para el mantenimiento y operación del nuevo equipo.

Esos requisitos tal vez generen la resistencia del empleado, perjudiquen la moral y acreciente la rotación de personal. Por eso, es necesario sopesar los múltiples beneficios y costos de diferentes selecciones tecnológicas.

### 5.2.1 Adquisición de maquinaria automatizada

La empresa actualmente trabaja con maquinaria antigua, por lo que provoca atrasos en producción por problemas de calibración, lo que genera operaciones innecesarias así como costos elevados de mantenimiento y el tiempo de arreglo de cada máquina. Los logros de la empresa son precisamente la optimización de recursos como de tiempo, además de mejorar las condiciones de trabajo y de producto terminado en el área de llenado de colonia. Presentamos la producción actual que la línea esta manejando:

**Tabla XVIII Producción diaria método actual**

|                  | PRODUCCIÓN DIARIA MÉTODO ACTUAL |               |               |                |
|------------------|---------------------------------|---------------|---------------|----------------|
|                  | Colonia 30 ml                   | colonia 50 ml | colonia 75 ml | colonia 100 ml |
| Promedio diario  | 4042                            | 4051          | 4051          | 4051           |
| promedio mensual | 80840                           | 81020         | 81020         | 81020          |
| total mensual    | 323900                          |               |               |                |

Con esto determinamos que la empresa actualmente produce 323, 900 unidades de colonia en sus diferentes tamaños y presentaciones, muy por debajo de la planificación de mercadeo y ventas para las campañas que realizan lo que ha dado como resultado perdidas mensuales así como clientes (consejeras) insatisfechas y que han dejado de hacer pedidos a la empresa. Si comparamos las expectativas de mercadeo y ventas tenemos los siguientes datos:

**Tabla XIX Producción diaria estimada**

|                  | PRODUCCIÓN DIARIA ESTIMADA |               |               |                |
|------------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------|
|                  | Colonia 30 ml              | colonia 50 ml | colonia 75 ml | colonia 100 ml |
| Promedio diario  | 4042                       | 5333          | 7083          | 8458           |
| promedio mensual | 80833                      | 106667        | 141667        | 169160         |
| total mensual    | 498327                     |               |               |                |

Con esto determinamos que actualmente hay un desfase en producción de 174,427 unidades al mes a un precio de venta promedio de Q45.00 hay una perdida mensual de Q7,849,215.00 . De lo cual producción muchas veces recorre al pago de horas extras para suplir en medida esta diferencia que actualmente lleva un atraso de entrega entre cuatro y seis meses en algunos productos.

Determinamos los precios de adquisición de maquinaria que lleve a la empresa a una futura automatización son:

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| • Bandas trasportadoras con guía | \$ 150,000.00       |
| • Máquina pitonera automática    | \$1,200.000.00      |
| • Máquina printer automática     | \$ 90,000.00        |
| • Máquina empacadora automática  | \$ 385,000.00       |
| • Máquina selladora automática   | \$ 265,000.00       |
| • Remodelación de instalaciones  | \$ 60,000.00        |
| • Instalación de maquinaria      | \$ 85,000.00        |
| • Instalación eléctrica          | \$ 5,000.00         |
| • Otros costos                   | <u>\$ 25,000.00</u> |
| Total                            | \$2,265,000.00      |

Valor aproximado en quetzales = 2,265,000.00 X 7.45

Valor en quetzales = Q16,874,250.00

Valor presente neto, este es el valor del proyecto en lo cual representamos las cantidades al día de hoy y es equivalente a todos los ingresos y egresos presentes y futuros proyectados. El criterio que se utiliza es el siguiente:

VPN < 0 indica que el proyecto no es atractivo económico

VPN = 0 indica que el proyecto es indiferente.

VPN > indica que el proyecto es conveniente.

Para esto, la fórmula a utilizar es:

$$\text{Factor} = 1 / (1 + i)^n,$$

Donde:  $i$  = interés o de oportunidad que se utilizará para actualizar,  
esa tasa es de 18.5 según tasa promedio de los bancos G&T y Banco Industrial.

$n$  = período en años,

En el capítulo cuatro tabla XIII se analizaron los costos de operación con un incremento anual del 13% y un incremento en venta del 15%. La maquinaria nueva tendrá un valor de Q15,570,500 por lo que se espera una depreciación anual del 20% que quedaría a razón de Q3,114,100.

**Tabla XX Análisis del VPN en Q.**

| Año   | Inversion inicial | mantenimiento y operación y depreciación de maquinaria | Incremento en el valor de las ventas | Costo de producción | Utilidad bruta  | Factor de valor futuro i=18.5% | VPN             |
|-------|-------------------|--|--------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| 1     | Q16,874,250.00    | 0  | Q269,096,580.00                      | Q144,276,800.00     | Q107,945,530.00 | 0.8438                         | Q91,084,438.21  |
| 2     |                   | Q3,149,100.00  | Q309,461,067.00                      | Q163,032,784.00     | Q143,279,183.00 | 0.7121                         | Q102,029,106.21 |
| 3     |                   | Q3,184,100.00  | Q355,880,227.05                      | Q184,227,045.92     | Q168,469,081.13 | 0.6009                         | Q101,233,070.85 |
| 4     |                   | Q3,219,100.00  | Q409,262,261.11                      | Q208,176,561.89     | Q197,866,599.22 | 0.5071                         | Q100,338,152.46 |
| 5     |                   | Q3,254,100.00  | Q470,651,600.27                      | Q235,239,514.94     | Q232,157,985.34 | 0.4279                         | Q99,340,401.93  |
| Total |                   |  |                                      |                     |                 |                                | Q494,025,169.67 |

El valor de Q494,025,169.67 indica que el proyecto es conveniente, debido a que los ingresos y egresos que se realizarán en tres años, muestra una diferencia favorable.

### 5.2.2 Tiempo de recuperación de la inversión

Para saber en cuánto tiempo la inversión será cubierta, se verifica el análisis de beneficios en el primer año, mediante la relación siguiente:

$$\text{Recuperación de la inversión} = \frac{\text{monto de la inversión}}{\text{Beneficios en el primer año}}$$

$$\text{Entonces: } R I = \frac{Q16,874,250.00}{Q91,084,438.21}$$

$$R I = 0.18 \text{ años} \cong 2.16 \cong 3 \text{ meses.}$$

### 5.2.3 Repuestos y mantenimiento de maquinaria automatizada

El proveedor de las máquinas nuevas da una garantía de funcionamiento de 1 año siempre y cuando ellos realicen el mantenimiento del equipo. Poseen un amplio stock de repuesto originales después de haber pasado el año de garantía con lo cual se comprometen a dar asesoría durante el tiempo de vida útil del equipo que es de 5 años de la fecha de instalación. Con esto se compromete la empresa para tener su equipo en excelente estado durante dicho tiempo.

### 5.3 Relación beneficio costo

Es el resultante de la relación entre el beneficio y el costo en valores presentes o actualizados a una tasa de interés  $i$ , en un período de  $n$  años. El criterio es el siguiente:

$B/C > 1$  indica la conveniencia del proyecto.

$B/C = 1$  indica que el proyecto es indiferente.

$B/C < 1$  indica que el proyecto no es aconsejable.

En donde el costo de operación como vimos anteriormente es de Q144,276,800.00 y una con una inversión de Q16,874,250.00 donde nos de un total de Q161,151,050.00, obtenemos los siguientes datos:

**Tabla XXI Análisis beneficio – costo incluyendo mejoras**

| Año | costos          | Beneficios      | Factor $i=18.5\%$ | VAN Costos      | VAN Beneficios    |
|-----|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 1   | Q161,151,050.00 | Q269,096,580.00 | 0.84              | Q135,979,255.99 | Q227,063,694.20   |
| 2   | Q166,181,884.00 | Q309,461,067.00 | 0.71              | Q118,338,119.60 | Q220,367,225.81   |
| 3   | Q187,411,145.92 | Q355,880,227.05 | 0.60              | Q112,615,357.58 | Q213,848,428.43   |
| 4   | Q211,395,661.89 | Q409,262,261.11 | 0.51              | Q107,198,740.14 | Q207,536,892.61   |
| 5   | Q238,493,614.94 | Q470,651,600.27 | 0.43              | Q102,051,417.83 | Q201,391,819.76   |
|     |                 |                 | Total             | Q576,182,891.15 | Q1,070,208,060.81 |

$$\text{Relación B/C} = \frac{Q1,070,208,060.81}{Q576,182,891.15} = 1.85$$

$$Q576,182,891.15$$

Debido a que la relación es mayor que uno, el proyecto es factible llevarlo a cabo, generando Q 1.85 de beneficio por cada Q 1.00 de costos.

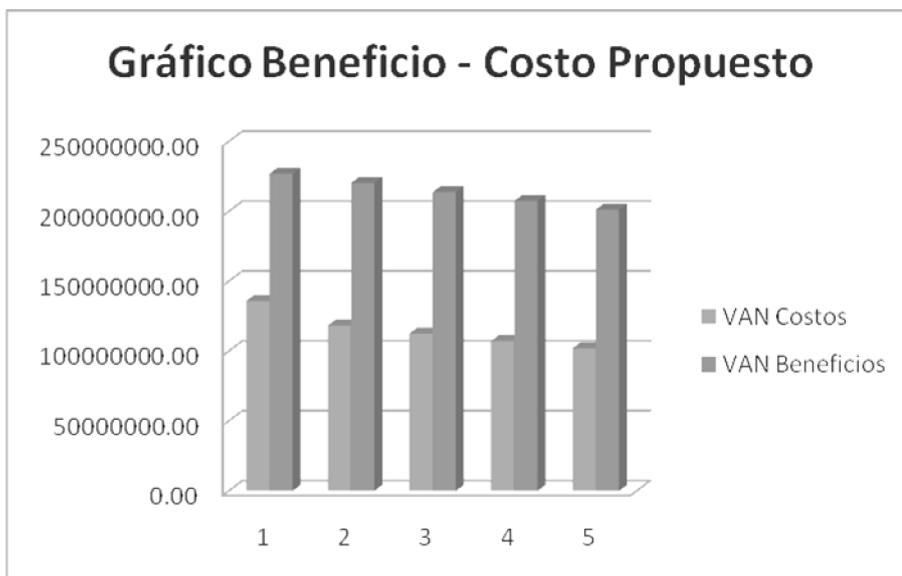
### 5.3.1 Grafica comparativa

#### 5.3.1.1 Incluyendo mejoras

De la tabla No. XXI obtenemos los siguientes datos

| Año | costos          | Beneficios      | Factor<br>i=18.5% | VAN Costos      | VAN Beneficios    |
|-----|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 1   | Q161,151,050.00 | Q269,096,580.00 | 0.84              | Q135,979,255.99 | Q227,063,694.20   |
| 2   | Q166,181,884.00 | Q309,461,067.00 | 0.71              | Q118,338,119.60 | Q220,367,225.81   |
| 3   | Q187,411,145.92 | Q355,880,227.05 | 0.60              | Q112,615,357.58 | Q213,848,428.43   |
| 4   | Q211,395,661.89 | Q409,262,261.11 | 0.51              | Q107,198,740.14 | Q207,536,892.61   |
| 5   | Q238,493,614.94 | Q470,651,600.27 | 0.43              | Q102,051,417.83 | Q201,391,819.76   |
|     |                 |                 | Total             | Q576,182,891.15 | Q1,070,208,060.81 |

Figura 14 Grafica beneficio costo propuesto incluyendo mejoras

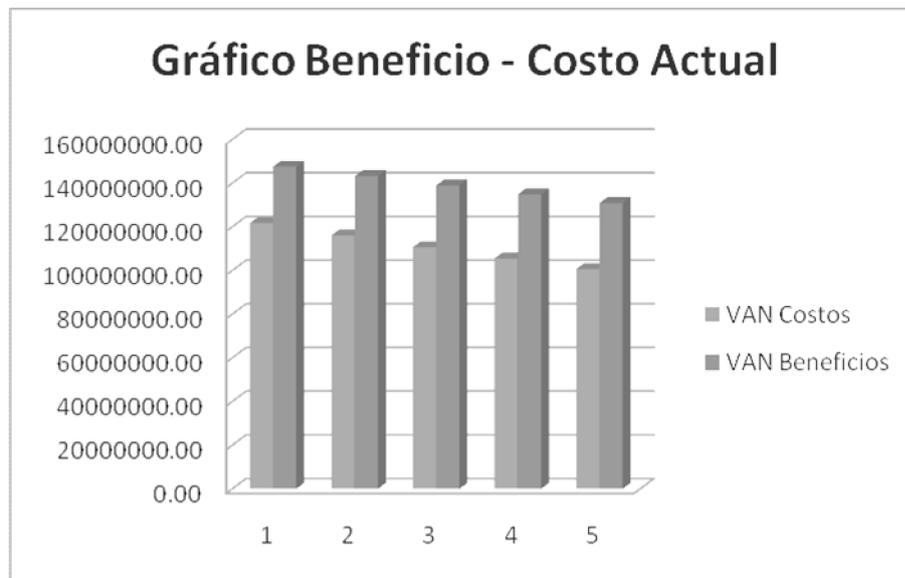


### 5.3.1.2 Sin incluir mejoras

**Tabla XXII Análisis beneficio costo sin incluir mejoras**

| Año   | costos          | Beneficios      | Factor<br>i=18.5% | VAN Costos      | VAN Beneficios  |
|-------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 1     | Q144,276,800.00 | Q174,906,000.00 | 0.84              | Q121,740,763.84 | Q147,585,682.80 |
| 2     | Q163,032,784.00 | Q201,141,900.00 | 0.71              | Q116,095,645.49 | Q143,233,146.99 |
| 3     | Q184,227,045.92 | Q231,313,185.00 | 0.60              | Q110,702,031.89 | Q138,996,092.87 |
| 4     | Q208,176,561.89 | Q266,010,162.75 | 0.51              | Q105,566,334.53 | Q134,893,753.53 |
| 5     | Q235,239,514.94 | Q305,911,687.16 | 0.43              | Q100,658,988.44 | Q130,899,610.94 |
| Total |                 |                 |                   | Q554,763,764.19 | Q695,608,287.12 |

**Figura 15 Gráfica beneficio costo actual sin incluir mejoras**





## **6. ANÁLISIS DE EFECTOS AMBIENTALES**

### **6.1 Incidentes de relevancia ambiental.**

La empresa actualmente no cuenta con un programa ambiental adecuado, ya que tienen la idea de que los materiales que se maneja son reciclables o pueden venderlos a empresas para su reproceso como lo son los envases y cartón corrugado. Aún cuando en gran medida esto es cierto, no le dan un uso adecuado al producto que es más contaminante como los son: El alcohol mineralizado, las fragancias que se utilizan son compuestos químicos así como los colorantes. Cuando un envase en la línea de llenado se quiebra y esta lleno de colonia esta se filtra y la vuelven a utilizar para su reproceso, y el envase se desecha a un área especial para su posterior venta. Pero hay operaciones como cuando pasan los envases por la máquina printer, por la presión que ejercen y cuando la calidad del envase no es la esperada los envases se revientan y toda la colonia cae al suelo, en este caso no cuentan con drenajes especiales para desechar el líquido de la colonia y estos van al drenaje municipal, ya que como habíamos mencionado anteriormente los componentes de la colonia no son naturales si no químicos que su base es el alcohol y este un derivado del petróleo, por lo que llega afectar fuertemente el ambiente a donde van a caer los desagües y por la ubicación de la empresa estos dan al lago de Amatitlan.

Otro de los incidentes es en la limpieza de las máquinas y los racks, en estos casos se realizan con bactericida (Oxonia al 0.5%) que al utilizarlo en grandes cantidades son dañinas al medio ambiente y la capa de ozono. Así como el uso de detergentes en polvo que esta demostrado que son unos de los contaminantes más grandes de los ríos.

## **6.2 Evaluación de efectos ambientales en el proceso en la línea de producción.**

Como vimos anteriormente la preparación en si de la colonia ya representa un contaminante si lo analizamos a nivel de contaminación. Aunque llevando un proceso adecuado de producción esto se puede reducir ya que actualmente el costo que se lleva por desecho es el siguiente:

- El costo promedio de producción por unidad de colonia es de Q25.00
- El porcentaje actual de envases quebrados en la línea de llenado es del 5%.
- En la mayoría de casos la colonia se reprocesa cuando solamente hay quiebre del envase en un 80%.
- El costo mayor se realiza en el envase, el cual tiene un precio promedio de Q4.00
- La empresa actualmente tiene una venta promedio anual de colonias de 97,170,000.00 unidades.
- El costo total por desecho de producto al año asciende a los Q19,434,000.00 analizando la venta actual de colonias al año, que es un costo bastante elevado para la empresa.

En este análisis determinamos la pérdida del producto en la línea de llenado, aquí hay que sumarle el costo de utilización de químicos inadecuados para la limpieza de productos, que según datos proporcionados ascienden a más de Q350,000.00

### **6.3 Estrategia a seguir para control de desecho en línea de producción.**

La estrategia inmediata a seguir tanto para mejora del medio ambiente como para minimizar los costos de la empresa son los siguientes:

- Calibrar de mejor manera las máquinas para evitar el quiebre de los envases.
- Contar con proveedores que brinden materiales de alta calidad.
- Eliminar inmediatamente todo producto de limpieza que contamine el ambiente.
- Asesoramiento con empresas dedicadas a la venta y distribución de productos de limpieza de alta calidad y de poca o nula contaminación.
- Crear un sistema de drenaje específico para el área de llenado, para que el líquido de la colonia no vaya a dar al drenaje municipal y el control de esto lo pueda realizar la empresa.

Es importante que la empresa se de cuenta el grado de responsabilidad que se tiene en relación del medio ambiente y que tener un programa adecuado del control de desecho Es imperativo que se la empresa invierta recursos para que las contaminación baja a cantidades aceptables como lo estipula el reglamento del medio ambiente.

#### **6.4 Propuesta de mejora en el control de desecho**

Es importante que cada empresa contemple a un futuro lo relacionado con el cuidado del medio ambiente, en el caso de la línea de llenado de colonia se realiza la siguiente propuesta para el control de desecho:

- Actualmente en hay empresas de limpieza encargadas de dar asesoría a las compañías manufactureras para el control y disminución de desechos, como lo son Bio-Guatemala, Alkemy, Eco-lab, que u función principal es proporcionar químicos de limpieza en todas las áreas siempre cuidando el impacto ambiental de cada una. Lo cual con las indicaciones y asesoramiento adecuado el contaminante de estos químicos y cero.
- Cuando se realicen ampliaciones o mejoras al la línea de llenado hay que tener contemplado el impacto ambiental y determinar que este sea mínimo o nulo.
- Analizar con los proveedores nuevos y mejores productos no solo en lo relacionado con la calidad si no que sea productos que no dañen el medio ambiente. Las empresas hoy en día tiene muy presente este aspecto.
- Adquirir maquinaria que nos permita optimizar los recursos así como disminuir el costo y contaminación perdida de producto.
- La entidad reguladora de toda actividad que represente un perjuicio, a la naturaleza y al hombre, es la denominada MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN). Actualmente es un requisito obligatorio el elaborar un estudio de impacto ambiental para empresas nuevas, y un estudio de diagnostico ambiental para entidades ya establecidas, que deberán de cumplir lo normado por dicha entidad, las normar y requisitos se presentan en el anexo 3 y 4 de este trabajo, para que la empresa cumpla con todos los requerimientos de ley.

## CONCLUSIONES

1. Una de las principales deficiencias que se tenían en el área de llenado de colonia, era una productividad demasiado baja, lo que indicaba que los recursos no se estaban aprovechando al máximo; ya que la empresa no cuenta con esta clase de estudio, lo cuales su capacidad instalada está determinada a observaciones y no a un estudio de tiempos y movimientos de las operaciones involucradas en el proceso productivo.
2. En el estudio de tiempos, se logró determinar las operaciones necesarias para lograr un aumento de eficiencia y productividad de la línea de llenado, para que estas se vuelvan más productivas, especialmente se analizó que el cuello de botella estaba en la máquina printer y se eliminaron también operaciones incensarías en la línea de llenado. Es necesario que todas las áreas de la empresa se comprometan a trabajar en equipo y ver como cada una de ellas logra incrementar su eficiencia, ya que directa o indirectamente afectan al producto final.
3. La línea de producción de llenado de colonia, tanto para la máquina de 6 y de 12 pitones no estaban balanceadas correctamente, se realizó un estudio de tiempos de toda el área de llenado, logrando así realizar en balance de la línea tanto actual como de la línea nueva, estableciendo el ritmo de producción necesaria para cumplir con las metas de la empresa. Con esto se logró incrementar la eficiencia y la productividad en un principio era la baja de 46.78%, se logró elevarla a un 83.54% que representa el 36.76 % de incremento.

4. Para llevar un excelente control de los puntos críticos durante el proceso de llenado de colonia, es preciso tener orden y claridad en cuanto a las operaciones que aportan un alto valor de calidad, esto se logra mediante las hojas de procedimientos estándar de operación, hojas de recolección de datos, y hojas de verificación que contribuyen a que el proceso sea más eficiente así como contar con diagramas que nos demuestren en forma clara todas las operaciones involucrada en proceso de producción.
  
5. Es necesario para la empresa analizar las inversiones que se realice a cada área de trabajo, es importante enfocarse en que hecho que una empresa se tiene que ir actualizando constantemente para ir siempre un paso delante de la competencia, siempre y cuando con base a un estudio concreto se pueda medir los beneficios que estos cambios brindaran. En este estudio se determinó que tanto el método de recuperación por utilidad fue 24%, el método por recuperación por rendimiento fue del 330% y el flujo de efectivo de Q108,247,589.49 anuales, demostraron ser rentable y con una inversión mínima para la empresa. En relación a la inversión de maquinaria automatizada, se determinó un beneficio de Q1,070,208,060.81 con un costo equivalente a Q576,182,891.15 contra un beneficio actual de la empresa de Q695,608,287.12 y un costo actual de Q554,763,764.19, lo cual si es una mejora considerable.

## RECOMENDACIONES

1. Los estudios establecidos y los análisis correspondientes, así como los indicadores utilizados en el análisis económico son factores de peso para recomendar el proyecto propuesto, al hacerlo en el menor tiempo posible, aumentarían los ahorros y se involucraría a la empresa en post del desarrollo.
2. La programación de los mantenimientos preventivos a las diferentes máquinas del área de llenado, ayudaría a reducir la cantidad de paros y tiempo de ocio de la máquina por fallas innecesarias. Es por eso que se recomienda al departamento de producción y al de mantenimiento, que se tengan un control eficiente y una buena planificación del departamento de mantenimiento para evitar que las máquinas sufran daños innecesarios que ocasionen costos.
3. Incorporar rápidamente las nuevas tecnologías no sólo para alcanzar mejoras de eficiencia sino para innovar y crear ventajas competitivas si no que también nos reduce el costo de producción. No basta con extraer valor y resultados económicos significativos de la implantación de soluciones tecnológicas ya realizadas o en curso como se determinó que con nueva tecnología, es necesario también pensar en otras herramientas para mayor eficiencia, por ejemplo Internet, equipo y demás mejoras en estaciones de trabajo.
4. Para obtener un mejor rendimiento de trabajo, no basta con mejorar instalaciones, también hay que poner énfasis en el aspecto de salarios, que correspondan a la actividad que se desempeña, además de brindar un apoyo moral e incentivos personales, el incrementar eficiencia no significa eliminación de puestos de trabajo, sino encontrar dónde funciona mejor, los talentos y virtudes de cada persona.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Adam, Everett E. Administración de la producción y las operaciones. 4ta. Edición. Grupo Editorial Prentice Hall, 1996, pág. 15.
2. Krajewski, Lee J. / Ritzman, Larry P. Administración de Operaciones, Estrategia y Análisis. 5ª. Edición, 2000, pág. 87, 455-467, 674-675
3. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo, 10ª. Edición, 1996, pág. 1-8, 28-42.
4. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial. Estudio de tiempos y Movimientos. 8ª. Edición, México: Alfa Omega, 1996, pág. 4.
5. Ken, Blanchard, Empowerment, 3 claves para lograr que el proceso de facultar a los empleados funcione en su empresa. Grupo Editorial Norma, 1999.
6. Torres, Sergio Antonio. Manual para el curso de Ingeniería de Plantas (Guatemala 1997).
7. Bohan, William. El poder oculto de la productividad. Grupo Editorial Norma, 2001.
8. Vargas Rodríguez, Héctor. Manual de implementación programa 5's, 2004.
9. Samuels, Sydney. Preparación y evaluación de proyectos de infraestructura, Guatemala s.d.e, 1997.



## **ANEXOS**



## ANEXO 1

**Tabla XXIII Número recomendado de ciclos de observación**

| <b>tiempo de ciclos<br/>en minutos</b> | <b>Número<br/>recomendado de<br/>ciclos</b> |
|--|---|
| 0.10                                   | 200   |
| 0.25                                   | 100   |
| 0.50                                   | 60  |
| 0.75                                   | 40  |
| 1.00                                   | 30  |
| 2.00                                   | 20  |
| 2.00 - 5.00                            | 15  |
| 5.00 - 10.00                           | 10  |
| 10.00 -20.00                           | 8   |
| 20.00 - 40.00                          | 5   |
| 40.00 o más                            | 3   |

Fuente: información tomada de Time Study Manual de los Erie Work en General Electric Company, desarrollado bajo la guía de Albert E. Shaw, Gerente de Administración de Salario

## ANEXO 2

Tabla XIV. Métodos para clasificar, Sistema Westinghouse

| Sistema de calificación de habilidad de Westinghouse |    |           | Sistema de calificación de Esfuerzo de Westinghouse |    |           |
|--|----|-----------|---|----|-----------|
| 0.15   | A1 | Superior  | 0.13  | A1 | Excesivo  |
| 0.13   | A2 | Superior  | 0.12  | A2 | Excesivo  |
| 0.11   | B1 | Excelente | 0.10  | B1 | Excelente |
| 0.08   | B2 | Excelente | 0.08  | B2 | Excelente |
| 0.06   | C1 | Bueno     | 0.05  | C1 | Bueno     |
| 0.03   | C2 | Bueno     | 0.02  | C2 | Bueno     |
| 0  | D  | Promedio  | 0   | D  | Promedio  |
| -0.05  | E1 | Aceptable | -0.04   | E1 | Aceptable |
| -0.1   | E2 | Aceptable | -0.18   | E2 | Aceptable |
| -0.16  | F1 | Malo      | -0.12   | F1 | Malo      |
| -0.22  | F2 | Malo      | -0.17   | F2 | Malo      |

| Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse |   |           | Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse |   |           |
|--|---|-----------|---|---|-----------|
| 0.06   | A | Ideal     | 0.06  | A | Ideal     |
| 0.04   | B | Excelente | 0.04  | B | Excelente |
| 0.02   | C | Bueno     | 0.02  | C | Bueno     |
| 0  | D | Promedio  | 0   | D | Promedio  |
| -0.03  | E | Aceptable | -0.03   | E | Aceptable |
| -0.07  | F | Malo      | -0.07   | F | Malo      |

Fuente: S.M. Lowry, H.B. Maynard y G.J. Stegemerten, Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives, 3ª. Ed. Nueva York, McGraw-Hill, 1940, pág. 233

### ANEXO 3

Tabla XV. Guía de términos de referencia para elaboración de un estudio de evaluación de impacto ambiental.

| categoria | No. | tema  | Explicación   |
|-----------|-----|---|---|
| A,B1      | 1   | Índice  | Presentar contenido o índice completo indicando capítulos, cuadros, figuras, mapas, anexos acrónimos y otros; señalando números de página.  |
| A,B1      | 2   | Resumen ejecutivo del estudio de evaluación de impacto ambiental. | Resumen ejecutivo que incluye: introducción (objetivos, localización, entidad propietaria, justificación); descripción del proyecto, obra o actividad (fases, obras complementarias, características ambientales del área de influencia; impactos del proyecto, obra o actividad al ambiente; y viceversa; acciones correctivas o de mitigación así como un resumen de gestión ambiental del mismo y resumen de compromisos ambientales |
| A,B1      | 3   | introducción  | Introducción al estudio de evaluación de impacto ambiental, por el profesional responsable del mismo. Sus partes principales incluyendo a) descripción del proyecto, b) alcances, c) objetivos, d) metodología, e) duración en la elaboración del estudio, localización y justificación.  |
| A,B1      | 4   | Información general   | Requisitos de presentación incluidos en la hoja de requisitos.  |
|           | 4.1 | Documentación general   | Incluir documentos legales de acuerdo a hoja de requisitos.   |
|           | 4.2 | Información sobre el equipo profesional que elaboró el EIA        | Incluir listado de profesionales participantes en la elaboración del estudio de EIA, e indicar la especialidad de cada uno, No. De colegiado activo, No. De registro ante el MARN como la respectiva declaración jurada, sobre el tema en el que se participó.  |
| A,B1      | 5   | Descripción del proyecto  |   |
| A,B1      | 5.1 | Síntesis general del proyecto                                     | Incluye una breve descripción del proyecto.   |
| A,B1      | 5.2 | Ubicación geográfica y área de influencia del proyecto.           | Presentar plano de localización doble oficio y plano de ubicación del terreno donde se desarrollará el proyecto, identificando sus colindancias de manera de que se pueda acceder al proyecto cuando se realice la inspección. Incluir una parte de la hoja cartográfica del área de influencia directa (AID) del mismo con sus respectivas coordenadas UTM.  |
| A,B1      | 5.3 | Ubicación político administrativa.                                | Presentar la ubicación político administrativa, indicando Ciudad, departamento, municipio, aldea, caserío, e indicar las vías mas   |

|      |         |   |   |
|------|---------|---|---|
|      |         |   | <b>convenientes para llegar al proyecto</b>   |
| A    | 5.4     | <b>Justificación técnica del proyecto, obra, industria o actividad y sus alternativas.</b>    | Derivación y descripción de la alternativa preferida y de otras alternativas que fueren contempladas como parte del proyecto, obra, industria o actividad o componente del mismo. La alternativa debe plantearse a nivel de solución (estratégica) de proyecto (sitio) o de actividad (implementación). A nivel de proyecto debe realizarse en función de a) descripción del asunto o problema que será tratado, b) el análisis de las causas de problemas c) forma que el proyecto solucionara o reducirá el problema y d) los resultados de esos pasos, es decir los objetivos específicos del mismo. |
| A,B1 | 5.5     | <b>Área estimada del proyecto</b>   | Definir físicamente el área del proyecto, obra, industria o actividad (AP), específicamente m2 o km2.   |
| A,B1 | 5.6     | <b>Actividades a realizar en cada fase de desarrollo del proyecto y tiempos de ejecución.</b> | Listar las principales actividades que se llevarán a cabo en la construcción, operación y abandono del proyecto, obra, industria o actividad. Indicar el tiempo de ejecución de las mismas.   |
| A    | 5.6.1   | <b>Flujo gramas de actividades</b>  | Elaborar un flujo grama de todas las actividades a realizar en cada una de las fases de desarrollo del proyecto.  |
| A,B1 | 5.6.2   | <b>Fase de construcción</b>   |   |
| A,B1 | 5.6.2.1 | <b>Infraestructura a desarrollar.</b>   | Desarrollar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupara la misma en el sistema métrico decimal.  |
| A,B1 | 5.6.2.2 | <b>Equipo y maquinaria utilizada</b>  | Listado de la maquinaria y equipo a utilizar en la fase de construcción, o en las actividades mencionadas anteriormente.  |
| A    | 5.6.2.3 | <b>Movilización de transporte y frecuencia de movilización</b>                                | Rutas de movilización de la maquinaria y el equipo a utilizar, así como las características de las vías por las que serán movilizadas, incluyendo un mapa con las rutas cuando sea necesario y las frecuencias de movilización  |
| A;B1 | 5.6.3   | <b>Fase de operación</b>  | Incluye un listado del equipo y maquinaria que se utilizará durante la operación en las actividades mencionadas en el numeral 4.4.1   |
| A,B1 | 5.6.3.1 | <b>Infraestructura a desarrollar</b>  | Detallar toda la infraestructura a construir en esta fase y el área que ocupará la misma en el sistema métrico decimal.   |
| A,B1 | 5.6.3.2 | <b>Equipo y maquinaria del proyecto</b>   | Listado de la maquinaria y equipo a utilizar En la fase de construcción, en las actividades.  |

