



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

**OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
BETÚN LÍQUIDO DE LA EMPRESA ALTENVASA S.A.,
PARA ELVAR LA PRODUCTIVIDAD**

Dario Orlando Oquendo Mayorga

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Guatemala, agosto de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE BETÓN LÍQUIDO DE LA
EMPRESA ALTENVANSA S.A., PARA ELEVAR LA
PRODUCTIVIDAD**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DARIO ORLANDO OQUENDO MAYORGA

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA DE
SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
EXAMINADOR	Ing. Cesar Leonel Ovalle Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
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:

OPTIMIZACIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BETÚN LÍQUIDO DE LA EMPRESA ALTENVASA S.A., PARA ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 8 de junio de 2004.

Dario Orlando Oquendo Mayorga

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS: Por su grandeza, por su poder, por su amor, por su gracia, por su amistad, por su misericordia, porque es bueno, porque me sustenta, por su fidelidad, por su inmenso amor, porque es el que guarda mi vida, por su paciencia, por sus bendiciones, por su sabiduría que ilumina mis pasos-.

MIS PADRES: Darío Orlando Oquendo Muralles
Marbelia Mayorga Jordan
como muestra de amor y respeto

MIS HERMANOS: Julio Alberto Oquendo Mayorga
Manuel Enrique Oquendo Mayorga
por su cariño, respeto, confianza.

LA UNIVERISDAD DE SAN CARLOS DE

GUATEMALA: Alma Mater, a la cual espero poder aportar los frutos de mi vida profesional.

LOS PROFESIONALES:

Ing. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Ing. Mario Garcia.
Ing. Rossana Castillo
Ing. Francisco Gomez
Lic. Jeantte Cabrera

MIS AMIGOS:

Ing. Javier Reyes

Mario Velásquez

Ing. Ricardo

Ing. Paola Soto

Ing. Moisés Soto

Ing. Daniel Recinos

Ing. Pablo Ortega.

Ing. Gregorio Ordoñez

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. INDUSTRIA DE BETÚN LÍQUIDO	1
1.1 Descripción y ubicación de la empresa	1
1.2 Actividades de la empresa	2
1.3 Políticas de la empresa	2
1.3.1 Misión	3
1.3.2 Visión	3
1.4 Estructura Organizacional	3
1.5 Departamento de producción	6
2. MARCO DE REFERENCIA PARA EL ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES	9
2.1 Ingeniería de Métodos	9
2.2 Análisis de Operaciones	10
2.3 Estudio de Tiempos	15
2.4 Diagramas de Procesos	16
2.4.1 Diagrama de proceso de la operación	17
2.4.2 Diagrama de flujo de proceso	17

2.4.3	Diagrama proceso hombre- máquina	18
2.4.4	Diagrama de recorrido	18
2.5	Balance de Líneas	18
2.6	Productividad	19
2.6.1	Concepto de Productividad	19
2.6.2	Fórmulas para la productividad	20
2.6.3	Productividad y eficiencia	21
2.6.4	Factores que afectan a la productividad	21
2.6.5	Medición de la productividad	22
2.6.6	Muda	23
2.7	Control de la producción	25
2.7.1	Control de materiales	26
2.8	Diseño de máquinas	28
2.8.1	Tornillos y elementos de ajuste de las máquinas	29
2.9	Mantenimiento preventivo	29
3.	DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	31
3.1	Descripción del proceso	31
3.2	Historial de producción	32
3.3	Estudio de tiempos	33
3.3.1	Medición de los tiempos de operación	33
3.3.2	Medición e identificación de tiempos improductivos (Muda)	36
3.4	Diagramas	38
3.4.1	Diagrama de operaciones.	39
3.4.2	Diagrama de flujo de operaciones.	40
3.4.3	Diagrama de recorrido.	41
3.4.4	Diagrama hombre-máquina.	42
3.5	Balance de líneas.	43
3.5.1	Estación de producción	44
3.5.2	Número de operarios	44

3.5.3	Eficiencia	44
3.5.4	La demanda	46
3.5.5	Tiempo disponible	46
3.6	Condiciones de producción	46
3.6.1	Ventilación	47
3.6.2	Ruido	48
3.6.3	Ergonomía	48
3.6.4	Iluminación	49
3.6.5	Fatiga en el proceso	51
3.7	Medición de productividad	53
3.7.1	Medición de Productividad parcial	53
3.7.1.1	Costos de producción parcial	53
3.7.1.2	Productividad parcial	54
3.7.2	Productividad medida por eficiencia	55
3.7.2.1	Horas-hombre estándar	55
3.7.2.2	Tiempos improductivos	56
3.7.2.2.1	Limpieza del proceso	56
3.7.2.2.2	Desajuste de los elementos de la máquina	57
3.7.2.2.3	Envase débil	58
3.7.2.3	Horas-hombre	60
3.7.3	Medición actual de la productividad	61
3.8	Control de la producción	61
3.8.1	Calidad de envase	61
3.8.1.1	Descripción del envase	62
3.8.1.2	Peso del envase	64
3.8.1.3	Áreas físicas de deformación del envase débil	65
3.8.1.4	Atributos de envase	66
3.8.1.5	Pruebas de calidad	

	por muestreo	
	de atributos	67
3.8.1.6	Estadística de calidad	
	del envase	68
3.8.1.7	Desperdicio de envase	68
3.8.1.8	Reproceso de envase	
	rechazado.	69
3.8.1.9	Costos de calidad	69
3.8.2	Medición de la eficiencia	
	de producción actual	70
3.9	Máquina	70
3.9.1	Función de la máquina; especificación del	
	fabricante antes de ser adaptada	71
3.9.2	Funcionamiento de la máquina actual	71
3.9.3	Partes de la máquina	72
3.9.4	Materiales de la máquina	76
3.9.5	Componentes de la máquina que se	
	desajusta	76
3.9.6	Mantenimiento correctivo	78
3.9.7	Mantenimiento preventivo	79
4.	SISTEMA DE PRODUCCIÓN PROPUESTO	81
4.1	Descripción del proceso	81
4.2	Estudio de tiempos	82
	4.2.1 Medición de tiempos de las operaciones	82
	4.2.2 Medición de tiempos improductivos	85
4.3	Diagramas del proceso	86
	4.3.1 Diagrama de operación	87
	4.3.2 Diagrama de flujo de operación	88
	4.3.3 Diagrama de recorrido	89
	4.3.4 Diagrama hombre-máquina	90
4.4	Balance de líneas	91

4.4.1	Estación de producción	91	
4.4.2	Cantidad de operarios por estación	91	
4.4.3	Eficiencia	91	
4.4.4	Tiempo estándar	92	
4.4.5	Eficiencia	92	
4.4.6	Demanda	92	
4.4.7	Tiempo disponible	93	
4.5	Calidad del envase	93	
4.5.1	Perfil de la persona que mida la calidad del envase	94	
4.5.2	Pruebas de recepción de los envases	95	
4.5.3	Especificaciones mínimas del envase para el proveedor	96	
4.5.4	Hoja de control de calidad	96	
	4.5.4.1	Procedimiento para ingresar información en la hoja de recepción de materiales	96
	4.5.4.2	Procedimiento para ingresar información en la hoja de rechazo	98
	4.5.4.3	Procedimiento para ingresar información en la hoja de reclamos	99
4.5.4	Estadística de control de calidad	99	
4.5.5	Productividad frente la Calidad	99	
4.6	Medición de productividad	100	
4.6.1	Productividad Parcial	100	
	4.6.1.1	Medición de la producción	100
	4.6.1.2	Medición costo mano obra	101
	4.6.1.3	Productividad parcial	102
4.6.2	Productividad medida por eficiencia	102	

4.6.2.1	Horas estándar	102
4.6.2.2	Tiempos improductivos	102
4.6.2.3	Productividad por eficiencia	103
4.7	Diseño de los elementos fijadores a los componentes que se desajustan de la máquina	104
4.7.1	Medida de ubicación de los elementos de sujeción	104
4.7.2	Dibujos	105
4.7.3	Reducción de mudas por la fijación de elementos	106
4.7.4	Cambio de tecnología	107
4.8	Mantenimiento preventivo	107
4.8.1	Lubricación	108
4.8.2	Rutinas	108
4.8.3	Programación	108
4.8.4	Insumos	108
4.8.5	Personal	109
4.8.6	Hojas de control	109
4.9	Costos de propuesta	111
CONCLUSIONES		113
RECOMENDACIONES		115
BIBLIOGRAFÍA		117
REFERENCIAS		119
APÉNDICE		121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES


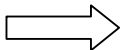



FIGURAS

1. Diagrama-organigrama de la empresa	5
2. Diagrama de operaciones	39
3. Diagrama de flujo	40
4. Diagrama de recorrido	41
5. Diagrama-hombre máquina	42
6. Figura descripción de iluminación	50
7. Figura descripción ubicación de ventanas	50
8. Figura con la ubicación de áreas de envase débil	59
9. Dibujo de áreas débiles	66
10. Figura de la máquina de producción	73
11. Figura de representación de la separación de envases	77
12. Diagrama de operación	87
13. Diagrama de flujo de operaciones	88
14. Diagrama de recorrido	89
15. Diagrama hombre-máquina	90
16. Gráfica de producción de los meses de agosto a diciembre	101
17. Dibujo elemento sujetador.	105
18. Dibujo del elemento sujetador vista aérea	106
19. Dibujo del elemento sujetador vista frontal	106
20. Tabla control de producción	121
21. Hoja de control de calidad	122
22. Hoja de control de calidad sección 1-1	126
23. Hoja de control de calidad sección 1-2	127
24. Hoja de control de calidad sección 2-1	128
25. Hoja de reclamos	130

TABLAS

I	Estudio de tiempos	34
II	Resumen diagrama estudio de tiempo estándar	45
III	Calculo del esfuerzo mental	51
IV	Calculo del esfuerzo físico	51
V	Calculo del esfuerzo de monotonía	52
VI	Resumen de de tiempos de producción de la máquina	56
VII	Tabla de muestro de peso de los envases	64
IX	Representación de fuerza aplicada envases	67
X	Muestra de tiempos de producción	83
XI	Eficiencia	91
XII	Cantidad de operarios por estación	92
XIII	Tiempo estándar por estación	92
VIX	Resumen de producción de los meses de agosto a diciembre	100
XV	Costos de producción	101
XVI	Productividad parcial	102
XVII	Control de mantenimiento	110
XVIII	Hoja de control de suministros	110

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Operación: actividad, objeto, que es modificado creado o se prepara una operación.
	Transporte: traslado de un objeto o su conjunto excepto si forma parte de una operación o inspección.
	Inspección: examinar, identificar comprobar y verificar la calidad y características de un objeto.
	Demora: interferencia en el flujo de una operación.
	Actividad combinada: actividades conjuntas y diversas.

GLOSARIO

Productividad	Grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles, y, así, alcanzar objetivos predeterminados.
Ingeniería de Métodos	Técnica orientada al aumento de la productividad del trabajo, eliminación desperdicios, tiempo y esfuerzo. Asimismo, facilita y hace lucrativa cada tarea, aumenta la calidad de los productos a un precio accesible a los consumidores.
Diagrama de Proceso	Representación gráfica de los pasos a seguir un proceso o procedimiento, identificándolos mediante símbolos según su naturaleza.
Diagrama de Operaciones	Representación gráfica de los puntos, en donde se introducen materiales en el proceso, del orden de las inspecciones, operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales.
Capacidad De producción	Cantidad de productos que puede generar una máquina, definida por el fabricante, así como el tiempo estándar de producción.
Tiempo estándar	Tiempo promedio aceptado para la planeación y control de producción.
Muda	Término Japonés aplicado a cualquier actividad, proceso u operación que no agrega valor al producto o servicio para el consumidor o cliente.

RESUMEN

El siguiente trabajo indica el análisis de una línea de producción, cómo se mide la productividad parcial, productividad por eficiencia, la identificación de mudas en la línea.

Las acciones tomadas para disminuir a mudas de la línea provocando un aumento de productividad sin utilizar compensaciones económicas por aumento de producción, reducción de desperdicio en el proceso, mejoramiento de la calidad.

Aplicación de ingeniería de métodos, balance de líneas, reducción de costos por unidad producida, cambio de estándares de producción, disminución de mantenimiento correctivo, eliminación de paros de maquinaria por mantenimiento.

Creación de diversas herramientas para la recepción y control de calidad de las materias primas.

OBJETIVOS

- **General**

Aumentar la productividad de la línea de betún líquido y los estándares de producción, disminuir las mudas y los costos unitarios por producto.

- **Específicos**

1. Determinar la capacidad instalada de la máquina, disminuir las causas por las cuales no genera toda la capacidad instalada.
2. Utilizar herramientas de ingeniería para reducir el desperdicio de lo generado en el proceso.
3. Aplicar conocimientos de mantenimiento y diseño, para disminuir los tiempos por paro de la maquinaria.

INTRODUCCIÓN

Altenvasa, empresa Guatemalteca, inició actividades de producción en abril 2003, con varias líneas de producción de productos químicos, entre ellas la línea de betún líquido, el gerente de planta observó que la producción de esta línea era inconstante, ya que, se tenía un estándar de producción de 120 cajas por turno o 12 cajas por hora, el cual por diversas situaciones no cumplía con los requerimientos de lo planeado, teniendo un promedio de 5 cajas por hora de producción.

A los operarios de la línea no se les había realizado un estudio de tiempos, ni un balance de líneas, no se había efectuado un estudio hombre-máquina, además, por ser una máquina ya usada, no se conocían las especificaciones de capacidad de producción por el fabricante y el gerente asumió que la capacidad de la estación era de 120 cajas por hora.

El siguiente trabajo indica los respectivos diagramas de estudio de tiempos, balance de líneas, estudio hombre-máquina, control de producción, eliminación de operaciones, estudio costo unitario por caja, mejoramiento de los estándares de producción, medición de la productividad de forma parcial, medición de la productividad de la máquina por eficiencia, dando los resultados, gráficas, proponiendo controles de recepción de materias primas, pasos para los controles.

1. INDUSTRIA DE BETÚN LÍQUIDO

Esta industria se dedica principalmente a la elaboración de productos para el cuidado del calzado, en este trabajo de graduación se hace énfasis en la presentación de betún líquido.

1.1 Descripción y ubicación de la industria

La empresa Altenvasa S.A. se dedica a la fabricación productos químicos que son utilizados para la higiene del hogar, como para cuidado del calzado. Su producción se realiza en dos presentaciones: betún líquido y betún pasta los que están disponibles en 4 colores: negro, café, blanco e incoloro. El betún líquido es envasado en un envase plástico con una capacidad de 60 ml por unidad, o a un peso de 20 gramos sin tapadera. La ubicación geográfica de la planta de producción es el Municipio de Villa Nueva, Zona 2, Colonia Santa Mónica 1ª. Calle 5-00 de Guatemala.

La planta de producción distribuye su área física de la siguiente manera:

- A) “Área de administración, se divide en:
- Recepción.
 - Oficina de Gerencia General.
 - Oficina de Gerente Logística
 - Laboratorio y oficina de Gerente de Calidad.
 - Oficina de Facturación.
 - Cocina Administrativa, Bodega.

- B) Área de producción, se divide en:
- Bodega.
 - Departamento de producción.
 - Prepesaje.
 - Área de mezcla y fabricación.
 - Área de fabricación de pastilla.
 - Área de llenado y empaque de producto.
 - Baños.
 - Cafetería.”¹

1.2 Actividades a las que se dedica la empresa

Altenvasa pertenece al grupo TAE, el cual está dividido en tres empresas que son Tapametal, Altenvasa y Englosa. Tapametal se dedica a la fabricación envases de metal para productos medicinales y betún pasta; Altenvasa quien tiene una franquicia de la empresa Reckitt Benckiser se dedica a la fabricación de productos químicos de limpieza e higiene y productos para el cuidado de zapatos; Englosa se dedica a la fabricación de envases plásticos.

1.3 Políticas de la empresa

Entre las políticas de la empresa están:

- “El salario del personal es base y no está en función por las unidades producidas.

- Los productos que estén fabricados por el grupo TAE que no cumplan con las especificaciones de producción, no se toman como desecho , pero tampoco podrá ser devuelto a la empresa que lo fabricó.
- Existe una bonificación por producción, pero ésta no mide cantidad ni calidad de producción.
- Cumplir con las especificaciones y pedidos de la casa matriz de Reckitt.”²

1.3.1 Misión

“Proporcionar productos que reúnan los requisitos que necesiten los clientes para que puedan competir continuamente en el mundo de los negocios”³.

1.3.2 Visión

“Ofrecer productos de excelente calidad y con la mejor tecnología a nivel mundial”⁴.

1.4 Estructura organizacional

La cultura organizacional en este momento no está definida por la reciente apertura de la empresa, algunos puestos de la organización pertenecen a personal de Tapametal donde predomina una cultura de calidad, sin embargo la mayoría de personal fue contratado recientemente.

La estructura no se ha formalizado ya que no están definidos en su totalidad todos los puestos, además el personal está siendo capacitado, se están estableciendo los procedimientos.

De acuerdo a lo establecido en el libro Administración, proceso administrativo de Chiavenato, Idalberto en la pagina 25 el tipo de estructura es mecánica como se observa en la figura No.1, este tipo de estructura se caracteriza por ser compleja, rígida, con poca participación para las decisiones en los niveles bajos, con mucha formalización. En el organigrama se describen las jerarquías de mando, siendo el Gerente de Planta el administrador general con una comunicación directa tipo Feed back con los Jefe de Planeación, Jefe de Producción, Jefe de control de la Calidad y Jefe de Mantenimiento.

El Jefe de Planeación organiza la programación de producción por medio de los pedidos enviados por la casa matriz, organiza al personal de bodega en la recepción así como el envío de productos.

Jefe de planeación informa y coordina con el departamento de facturación los envíos.

El jefe de Producción planifica el personal por turno para poder ejercer el cumplimiento de la programación, controla, dirige y verifica que la producción se efectúe de una manera efectiva y eficaz. Coordina las metas de producción con el supervisor de turno.

El supervisor de turno se encarga de controlar las actividades por líneas como por ejemplo, que el encargado de línea llene los datos de la hoja de control producción. El supervisor entrega al jefe de producción una hoja de control producción. El supervisor coordina con los mezcladores para realizar los baches de producto.

Existe un encargado de línea por cada turno y cada línea de producción el cual es el mejor capacitado para el manejo de la máquina. Este está encargado de informar cualquier mal funcionamiento al encargado de

mantenimiento por turno. Este organiza la limpieza del área de trabajo como la dirección del demás personal de la línea.

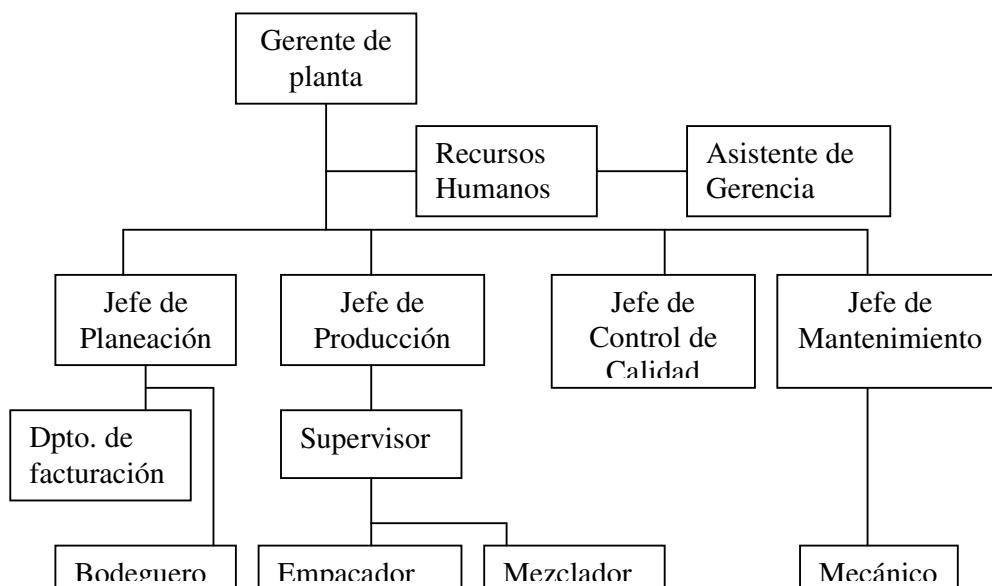
Se cuenta con empacadores, clasificados como personal operativo quienes realizan operaciones como trasladar materiales a línea, producto final al área de bodega, empaçar, ordenar, limpiar, pesar y revisar la máquina.

El Jefe de Calidad está encargado de realizar pruebas de calidad a mezclas, materias primas, producto final, producto en proceso y asegurar calidad del producto.

El Jefe de Mantenimiento de Altenvasa es el mismo Jefe de Mantenimiento de Tapametal, por lo que es eventual que permanezca en Altenvasa y solo delega funciones a los mecánicos de turno en la empresa Altenvasa.

Los mecánicos desarrollan proyectos para adaptaciones y correcciones como parte del mantenimiento de la maquinaria, y realizan mantenimiento correctivo cuando lo solicite cualquier encargado de línea.

Figura 1. Organigrama de la empresa Altenvasa



Recursos humanos de Tapametal.

1.5 Departamento de Producción

La empresa tiene establecidos dos turnos donde se rota la mitad del personal cada semana, la cantidad de personal operativo para el área de producción es de 72 personas.

“Los puestos del departamento de producción son: Jefe de Planeación, Jefe de Producción, Supervisores, Mezcladores, Encargado de Línea, empacadores”⁵.

Las funciones por puestos son las siguientes:

- Jefe de planeación: Recibir pronóstico de ventas por mes, realizar la planificación semanal para poder cumplir con el pronóstico, recibir los ingresos de producto final y compararlos con la producción.
- Jefe de producción: Dirigir, organizar al personal y controlar que la planeación se esté cumpliendo, además de ingresar datos de producción en el sistema.
- Supervisores: Cada turno tiene un supervisor, quienes tienen la responsabilidad de controlar que el encargado de línea llene hoja de control de producción. Además de verificar la producción, deben indicar a los mezcladores en que instante deben de realizar un bach.
- Mezcladores: Su función es pesar los materiales y colorantes, luego trasladarlos a las marmitas para mezclar y obtener el producto final. Informan a supervisores de los baches realizados, y en caso de existir cualquier variación de fórmula.
- Encargado de línea: es el empacador mejor calificado y capacitado, entre sus funciones están controlar la máquina, capacitar al resto de personal de la línea e informar a mantenimiento en algún momento de falla del equipo.

- Empacadores: Su función es realizar el empaque del producto, trasladarlo tanto de las áreas de materia prima como de producto final a las áreas de bodegas. También en caso de fugas en el producto clasificar y retirar aquel producto que tiene fuga

Las responsabilidades por función son:

- Jefe de planeación: Cumplir con el pronóstico durante el mes.
- Jefe de producción: Disminuir costos, mejorar estándares de producción. Coordinar el personal.
- Supervisor: Orientar a los encargados de línea para alcanzar las metas de producción. Verificar que los mezcladores realizan bien la mezcla antes de que el producto sea empacado.
- Mezcladores: Realizar el proceso de las mezclas de cómo un procedimiento estándar.
- Encargado de línea: Capacitar a personal nuevo de línea, orientar el grupo de la línea a los estándares programados por el Jefe de Producción. Realizar ajustes como graduación de flujo por unidad, en caso de lograrlo informar a mantenimiento.
- Empacadores: Realizar las actividades de una forma eficiente, parar la máquina cuando este necesite un ajuste.

2. MARCO DE REFERENCIA PARA EL ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES

A continuación se definen algunos conceptos útiles para el estudio, análisis y mejora de las operaciones.

2.1 Ingeniería de Métodos

“Es la técnica que se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y esfuerzo; que procura hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndolos al alcance del mayor número de consumidores.

Los términos operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.”⁶

La ingeniería de métodos se puede definir como “el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten la realización del trabajo y que permitan que éste se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad de unidad producida. Sin embargo, la ingeniería de métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para encontrar una mejor

manera de elaborar el producto. Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuados durante las etapas de planeación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto.”⁶

2.2 Análisis de operaciones

Puede definirse como un procedimiento sistemático empleado para estudiar todos los factores que afectan el método con que se realiza una operación, para lograr la máxima economía general. A través de este estudio, se encuentra el mejor método disponible para llevar a cabo cada una de las partes necesarias de una operación y se incorporan nuevos planes de manufactura, mantenimiento, controles conforme se van descubriendo en el continuo esfuerzo por hacer que cada trabajo de un paso al mejoramiento continuo dando como resultado una empresa con gran competitividad.

El análisis para una operación es el siguiente:

- Estimar el volumen y la duración del trabajo, además la necesidad de mano de obra.
- Reunir la información acerca de los detalles de la fabricación, esto implica: operaciones, instalaciones, tiempos de operación, traslados, medios de transporte, distancias inspecciones, especificaciones, etc.
- Presentación para su estudio (diagrama de recorrido).
- Revisión del problema con miras a resolverlo.

Al analizar cualquier operación se identifican las actividades donde existen tiempos improductivos, desperdicios, reprocesos, actividades que no son parte de la operación, fallas mecánicas, las cuales generan costos, etc..

Una técnica muy utilizada por los analistas de métodos se refiere a los 10 enfoques primarios para el análisis de la operación, la que se describe a continuación:

“Los 10 enfoques primarios del análisis de la operación son:

- Materiales.
- Diseño de la pieza.
- Manejo de materiales.
- Condiciones de trabajo.
- Proceso de manufactura.
- Finalidad de la operación.
- Preparación y herramental.
- Tolerancias y especificaciones.
- Distribución del equipo en planta.
- Principios de la economía de movimientos.

La finalidad de la operación es:

- No crear operaciones innecesarias, eliminarlas.
- Tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla.
- Antes de emprender el mejoramiento de una operación, establecer el propósito de cada una.

El diseño de la pieza:

- Los diseños no son permanentes y pueden cambiarse.
- Los buenos diseños son resultado de amplia experiencia y pensamiento creativo, complementándolo con apreciación de costos.
- Para mejorar un diseño tener en cuenta las indicaciones: reducir el número de partes simplificando el diseño, reducir el número de operaciones y recorridos: utilizar un mejor material.

Las tolerancias y especificaciones deben ser tomadas en forma independiente a los otros enfoques. Para armonizar lo relativo a tolerancias y especificaciones es necesario realizar algún tipo de inspección.

- Inspección en el sitio: es una comprobación periódica para asegurarse que se cumpla con los estándares establecidos.

Materiales:

- Estandarizar los materiales.
- Usar económicamente suministros y herramientas.
- Hallar material menos costos.
- Utilizar material de desecho.
- Hallar material menos costoso.
- Emplear material en forma económica.

Proceso de Manufactura:

- Desde el punto de vista del mejoramiento de los procesos de manufactura hay que investigar: efectos sobre los operarios posteriores al cambiar una operación actual, mecanización de las operaciones manuales, utilización de mejores máquinas y herramientas en las operaciones mecánicas, operaciones eficientes de dispositivos mecánicos.

Preparación y herramental:

- Uno de los elementos a considerar es el factor económico.
- Las herramientas son las que permiten la preparación de un tiempo tanto para la misma preparación como para el desmontaje.
- La preparación de herramental más ventajosa depende de la cantidad de piezas a producir, posibilidad de repetición de pedido de

mano de obra que se requiere, condiciones de entrega, capital necesario.

- El tiempo de preparación incluye: registros de entrada de trabajo, obtención de instrucciones, dibujos, herramientas y materiales, preparación de instalaciones, desmontaje total.

Condiciones de trabajo:

- Las mismas deben ser apropiadas, seguras y cómodas.
- Las condiciones de trabajo; elevan la seguridad, reducen el ausentismo y la impuntualidad, elevan la moral de trabajador, mejoran las relaciones públicas, aumenta la producción.

Manejo de materiales:

El manejo de los materiales permite la entrega de un surtido adecuado de materiales, en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total.

Dentro de este enfoque se debe considerar: control de inventarios, políticas de compras, recepción; inspección, almacenamiento, control de circulación, recolección y entrega, distribución de equipo e instalaciones en la fábrica o planta. Los beneficios del manejo de materiales pueden reducirse a 4 objetivos:

- Reducción de costos de manejo: reducción de costos de mano de obra materiales, gastos generales.
- Aumento de capacidad: incremento de producción, de capacidad, de almacenamiento, mejoramiento de la distribución del equipo.

- Mejora en las condiciones de trabajo: aumento en la seguridad, disminución de fatiga, mayores comodidades al personal.
- Mejor distribución: mejora en el sistema de manejo, en las instalaciones de recorrido, localización estratégica de almacenes, mejoramiento de servicios a usuarios, incremento en la disponibilidad del producto.

La parte menor manejada es aquella en que se tiene la menor operación manual. Sean grandes o pequeñas las distancias se pueden estudiar para su posible mejoramiento. Para reducir el tiempo y la energía empleados en el manejo de materiales tomar en cuenta:

- Reducir tiempo destinado a recoger material.
- Reducir la manipulación de materiales recurriendo a equipo mecánico.
- Hacer uso de los dispositivos de manejo existentes.
- Manejar los materiales con el mayor cuidado.

Distribución del equipo en planta:

El principal objetivo de la distribución efectiva del equipo en la planta es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseado, con la calidad deseada y al menor costo posible.

Principios de economía de movimientos:

- Ambas manos deben trabajar simultáneamente.
- Evítase el uso de ambas manos como dispositivo de sujeción.
- Cada mano debe efectuar los menos movimientos posibles.

- El sitio de trabajo debe estar diseñado para evitar movimientos de alcances largos.

El análisis de la operación es una técnica para alcanzar dicho fin. Todas las operaciones pueden mejorarse si se estudian suficientemente. El análisis de la operación con vistas a su mejoramiento. El análisis de la operación es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresas.”⁷

2.3 Estudio de tiempos

“En el campo de la administración industrial el estudio de tiempos, ha sido muy importante y determinante para asignar tiempos estándares a movimientos y micromovimientos básicos realizados durante el proceso productivo, dando lugar a la medición del trabajo y permitiendo de esta manera determinar la asignación de actividades a cada uno de los puestos de trabajo.

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido”⁸

“Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- c) Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.

- d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Los pasos básicos para su realización son:

- Preparación: selección de la operación, selección del trabajador, análisis de comprobación del método de trabajo, actitud frente al trabajador.
- Ejecución: obtener y registrar la información, descomponer la tarea en elementos, cronometrar, cálculo del tiempo observado.
- Valoración: ritmo normal del trabajador promedio, técnicas de valoración, cálculo del tiempo base o valorado.
- Suplementos: análisis de demoras, estudio de fatiga, cálculo de suplementos y sus tolerancias.
- Tiempo estándar: error de tiempo estándar, cálculo de frecuencia de los elementos, determinación de tiempos de interferencia, cálculo de tiempo estándar”⁹

2.4 Diagrama de proceso




“Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Entre los diagramas podemos mencionar: diagrama de proceso, diagrama de proceso de flujo, diagrama de proceso hombre- máquina, diagrama bimanual”¹⁰

2.4.1 Diagrama de proceso de la operación

“Es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso, y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; puede además comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, como tiempo requerido, la situación de cada paso o si sirven los ciclos de fabricación.




Los símbolos utilizados son:

Operación	
Inspección	
Almacenaje	

2.4.2 Diagrama del flujo del proceso

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye información que se considera deseable para el análisis, como el tiempo necesario y el tiempo recorrido. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera.

Además de los símbolos del diagrama de proceso están los siguientes símbolos:

Demora	
Transporte	
Inspección y operación	

2.4.3 Diagrama de proceso hombre-máquina

Se define como la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el utilizado por las máquinas.

Con base en este conocimiento se puede determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas con el fin de aprovechar al máximo.

El diagrama se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una sola estación de trabajo a la vez.

2.4.4 Diagrama Recorrido

Este diagrama se utiliza para completar el análisis del proceso. Se traza tomando como base un plano a escala del área de trabajo, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso.”¹¹

2.5 Balance de líneas

“El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, se denomina problema de balance de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- 1) Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- 2) Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.

- 3) Continuidad. Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, sub-ensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balance de línea de producción son:

- 1) Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- 2) Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- 3) Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.”¹²

2.6 Productividad

En palabras sencillas, es la fabricación de artículos a un mejor costo. Esto se logra optimizando la utilización de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas.

2.6.1 Concepto de productividad

“Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.”¹³

“Si se define que un índice de productividad se puede determinar a través de la siguiente relación: insumos dividido la producción, teóricamente existen tres formas de aumentar los índices de productividad:

Aumentando el producto y manteniendo el mismo insumo.

Reduciendo el Insumo y manteniendo el mismo Producto.

Aumentando el Producto y reduciendo el Insumo simultánea y proporcionalmente.”¹⁴

En otras palabras la formula productividad aumentará a medida que se logre incrementar el numerador, o sea incrementando el producto físico; también aumentará si disminuimos el denominador, es decir reduciendo el insumo físico.

2.6.2 Fórmulas para el cálculo de la productividad

Existen diversos métodos para medirla, ya que la productividad se puede medir de forma parcial, total, por eficiencia, etc. La siguiente guía indica como se llamará cada variable a utilizar:

“Pt= Productividad total

Pp= productividad parcial

A= Artículos producidos

Cmd= costo de mano de obra directa

Cmp= Costo de materia prima

He= Horas estándar-hombre (tiempo estándar en horas para hacer cualquier artículo)

Cup= costo parcial por artículo

Cut= costo total por artículo

Hh= horas-hombre trabajadas

Pe= productividad medida por eficiencia

Las fórmulas que permiten determinar la productividad son:

$$P_t = (A) / (C_{ut})$$

$$P_p = (A) / (C_{up})$$

$$C_{ut} = C_{md} + C_{mp}$$

$$C_{up} = C_{md}$$

$$C_{up} = C_{mp}$$

$$P_e = (A * H_e) / H_h^{15}$$

2.6.3 Productividad y estándar

“Los datos estándar son, en su mayor parte, tiempos elementales tomados de estudios de tiempo que han probado ser satisfactorios.

Al aumentar los estándares de producción en algunos casos aumenta la productividad. Por ejemplo, si los estándares reducen el tiempo de transformación de un producto, se aumenta la productividad. De manera opuesta, si los estándares de producción disminuyen también disminuye la productividad.

Al contar con estándares de producción, se puede tener mejor control sobre los insumos necesarios en el proceso y por ende, sobre los costos; en caso contrario, es más difícil determinar la productividad real de cualquier empresa.”¹⁶

2.6.4 Factores que afectan a la productividad

A. “Calidad de Materia Prima: al existir mala calidad de la materia prima, la calidad es afectada en el proceso, generando reproceso, desperdicio, tiempos muertos en limpieza y paro de maquinaria.

- B. Capacitación del personal: cuando el personal no conoce el funcionamiento de la máquina, o no conoce el trabajo puede generar tiempos de ocio, daños en maquinaria, paros, reproceso, desperdicio, producto que no cumpla con rangos de calidad.
- C. Medición de la productividad: existen diversas formas de medirla lo que puede generar un dato erróneo.
- D. Mantenimiento de la maquinaria: cuando la máquina es usada y no se desconoce el tiempo de utilización existen varias causas de paro entre ellas la falta de mantenimiento.
- E. Rotación del personal: cuando por diversos motivos se tiene que rotar el personal constantemente, el rendimiento de producción disminuye por que existe un tiempo de capacitación.
- F. Planificación: para planificar se tiene que conocer la existencia de todos los recursos, como insumos, personal, tiempo, estándares, tiempos muertos, como también conocer las condiciones de la maquinaria ya que en algunos medios se combina maquinaria no industrial con industrial.”¹⁷

2.6.5 Medición de la productividad

“Se puede medir de tres formas diferentes, las cuales son:

- a) Total: esta se mide cuando se conoce todas los costos del proceso.
- b) Parcial: cuando sólo mide un costo respecto a una sola variable; entre los costos están: materia, costo de mano obra directa, insumos (energía eléctrica, agua, tiempo).
- c) Medida con respecto al estándar de producción de la máquina: toda máquina está diseñada para producir una cantidad de artículos por hora, lo que delimita la capacidad de producción de una empresa, pero muy pocas veces se alcanza este estándar.”¹⁸

2.6.6 Muda

“Es una palabra Japonesa, muy sencilla y útil que significa cualquier actividad, proceso u operación que no agrega valor al producto o servicio para el consumidor o cliente.

Se refiere a desperdicio de todo tipo: duplicación, errores, trabajo que es preciso rehacer, exceso de producción, actividades innecesarias, tiempo perdido, etc.

Muda, es una cara de la moneda, la otra cara es el VAC (valor agregado para el cliente). Lo que no es muda es VAC, y lo que no es VAC es muda.

Ejemplos de muda en áreas de producción:

- Áreas de trabajo con exceso de personal.
- Líneas de producción desequilibradas. Una operación, una persona o un equipo trabajan a un ritmo más rápido o más lento que otros en la línea.
- Falta de asignación de trabajo. El operario termina su trabajo y tiene que buscar al encargado o al supervisor para preguntarle qué hacer enseguida.
- Los supervisores no están en su área y no se les encuentra cuando se les necesita. Los operarios tienen que ir a buscarlos.
- Los operarios que carecen de una capacitación adecuada; interrumpen constantemente a sus colegas.
- No existe una fácil disponibilidad de las herramientas apropiadas.
- Esperas para realizar cambios o ajustes de moldes, el operario no tiene capacitación suficiente para hacerlo y el mecánico no está disponible o no se le ha llamado.

- Esperas para transferencias de materiales.
- Configuración deficiente del área de trabajo.
- Repetición de trabajo y procesos, desperdicios, rechazos y desechos. Aunque el operario parece estar trabajando, sus esfuerzos correctivos se hubieran podido evitar, por lo que se debe considerar tiempo perdido.
- Utilización de materias primas que no cumplen con las especificaciones, lo que muchas veces se traduce en menor velocidad de las máquinas.
- Trabajar el producto equivocado.
- Causas repetitivas de tiempo inactivo de máquinas, que el departamento de mantenimiento no ha solucionado.
- Modificación manual de velocidades automáticas de las máquinas.
- Indisciplina en materia de horarios.
- Demoras al inicio de los turnos mientras se asignan las labores del día.
- Problemas de calidad: desperdicio o repetición de trabajos, o quejas de clientes debido a que no se realizaron revisiones de calidad adecuadas durante el proceso.
- Tiempo perdido mientras se espera a que los inspectores efectúen revisiones de calidad.
- Respuesta lenta del personal de mantenimiento, porque no se le puede localizar o porque no se ha establecido la manera de comunicarle que es requerido.
- Ausencia de áreas prioritarias en el departamento de mantenimiento (trabajar en máquinas menos importantes para que no se les critique por falta de actividad).
- Programación deficiente de máquinas, provocando a cambios de producto excesivos.

- Esperas mientras la bodega de artículos terminados retira el producto de las áreas de producción.
- Errores en la planeación o en la programación y secuencias de trabajo, cifras u operaciones equivocadas, etc.
- Escasez de materias primas en el inventario por no haber cursado oportunamente las órdenes de compra.
- Excesiva distancia de desplazamiento de productos durante el proceso de producción.
- Planeación inadecuada de las instalaciones: demasiadas personas necesitan utilizar la misma área en el mismo momento.
- Falta de herramientas debido a una programación deficiente .
- Composición inadecuada de los equipos de trabajo. Si se utiliza un equipo con personal insuficiente o un equipo inadecuado, la producción será más lenta o habrá más rechazos.
- Área de trabajo desordenada o desorganizada.
- Temperaturas ambientales demasiado altas o demasiado bajas.
- Chatarra innecesaria o limpieza deficiente.”¹⁹

2.7 Control de la producción

“Es verificar que la programación de producción se cumpla, por medio de herramientas que comparan la producción durante diversos períodos de tiempo, para llevar un control estadístico con el fin de establecer los parámetros de la producción.”²⁰

2.7.1 Control de materiales

La actividad productiva se inicia en muchas empresas con el control de las materias primas que son compradas, para verificar su calidad y de esta manera evitar sorpresas en la producción, sin embargo, en muchas empresas es omitida esta acción.

Entre las principales ventajas de realizar un adecuado control de las materias primas podemos mencionar: se evitan desperdicios, reproceso, paros por limpieza, así como realizar operaciones innecesarias para adaptar materia prima en proceso, se optimiza el costo de producción lo que contribuye a hacer más productiva a la empresa y por ende, más competitiva.

Para el control de materiales, la empresa debe establecer políticas de acción con sus proveedores, así como un plan de muestreo según las características que se deseen medir de los materiales.

“La razón principal por la que en varias empresas no se lleva un adecuado control de calidad, es porque no se tiene conciencia del impacto que esto genera en los costos; solamente se ve el costo de su implementación, pero no se evalúa el costo de la no implementación. En términos generales, los costos asociados a la calidad pueden ser: costos de prevención, costos de evaluación, costos por fallas internas, costos por fallas externas.

a) Costos de prevención: son aquellos en que incurre una empresa, destinados a evitar y prevenir errores, fallas, desviaciones y/o defectos, durante cualquier etapa del proceso de producción y administrativo. Los costos de prevención se aplican en:

- Planeación, establecimiento mantenimiento del sistema de calidad.

- Elaboración y revisión de las especificaciones, los procedimientos y las instrucciones de trabajo.
- Control de proceso.
- Instrucción y capacitación de personal.
- Evaluación de proveedores.
- Adquisición de equipo de medición de prueba.
- Servicio al cliente.
- Auditorias del sistema de calidad.
- Conservación y calibración de equipo de medición y prueba

b) Costos de evaluación: son los costos en que incurre la empresa, destinados a medir, verificar y evaluar la calidad de materiales, partes, elementos, productos y/o procesos, así como para mantener y controlar la producción dentro de los niveles y especificaciones de calidad, previamente planeados y establecidos por el sistema de calidad y las normas aplicables. Los costos de evaluación se aplican en:

- Inspecciones y pruebas finales, en proceso o de recibo.
- Laboratorios de inspección, medición y pruebas.
- Materiales e insumos para inspecciones y pruebas.
- Pruebas de campo.

c) Costos por fallas internas: son aquellos costos resultado de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos establecidos de los materiales, elementos, partes, semiproductos, productos o servicios, y cuya falla y/o defecto es detectado dentro de la empresa, antes de la entrega del producto o servicio al cliente, tales como desperdicios (de materiales, insumos, recursos humanos generados por fallas y defectos), tiempo de ocio del equipo, reprocesos, reparaciones, reinspecciones, consultas técnicas con personal de la empresa, consultas técnicas con personal especializado, eliminación de rechazos.

- d) Costos por fallas externas: son los costos resultado de la falla, defecto o incumplimiento de los requisitos de calidad establecidos y cuya existencia se pone de manifiesto después de su embarque y entrega al cliente. Entre éstos se pueden citar: atención de quejas del cliente, servicios de garantía, devoluciones, costos de imagen, pérdidas de ventas, castigos y penalizaciones, juicios y demandas, seguros.”²¹

2.8 Diseño de máquinas

Las máquinas que se utilizan en todo proceso, deben cumplir su función, para ello, es conveniente hacer un análisis respecto a la conveniencia o no conveniencia de contar con x máquina en cada proceso, para ello se considera importante:

- 1) “Tener conocimiento de las condiciones generales de la máquina.
- 2) Conocer el funcionamiento de la máquina.
- 3) Detectar que condición se necesita ó que función efectuará.
- 4) Tomar medidas.
- 5) Diseñar planos, dimensiones, y materiales.
- 6) Datos básicos a investigar; velocidad, fuerza, magnitud, materiales, cargas estáticas, localización de pernos.
- 7) Realizar ensayos.”²²

2.8.1 Tornillos y elementos de ajuste de máquinas

Las funciones de los tornillos y elementos de ajuste de las máquinas son unir o acoplar dos piezas, evitar el deslizamiento o fricción, evitar la transmisión de esfuerzos cortantes, en algunas ocasiones su función es de sujeción de elementos que por motivos de movimiento se desplazan y generan fallas en la maquinaria.

El desajuste de las máquinas puede ser generado por una mala lubricación, siendo importante realizarla periódicamente.

2.9 Mantenimiento preventivo

Su finalidad es prever las posibles averías con suficiente anticipación, verificar la calidad de las máquinas, realizar una gestión de existencia de repuestos, etc., siendo parte de las funciones que se deben realizar, las visitas a las áreas productivas con el objetivo de hacer revisiones, lubricación y limpieza de máquinas, lo que permitirá evitar paros en la producción por fallas mecánicas.

3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

El diagnóstico se realizó específicamente en la línea de llenado de betún líquido, misma que se considera crítica en el proceso de producción, por ser en ella en la que se da el mayor cuello de botella.

3.1 Descripción del proceso

- a) Se traslada los materiales de la bodega de materia prima al área de prepesaje.
- b) Se pesan materiales y colorantes.
- c) Se traslada lo pesado al área de marmitas.
- d) Se introduce lo pesado en las marmitas y se mezcla.
- e) La mezcla se agita a temperatura.
- f) En la máquina se introducen los envases.
- g) Los envases son llenados con producto.
- h) Los envases son tapados con aplicador.
- i) Los envases son clasificados, los que se estropearon (los envases que fueron golpeados ó se les derramo producto en las etiquetas) son desechados, los que pasan, se verifica de que las paredes de plástico del envase al contacto con el tacto no estén débiles, los que se encuentren débiles son desechados –incluyendo el contenido del producto-
- j) Se limpian los envases.
- k) Se les coloca tapón a los envases.
- l) Se empacan 36 unidades de envases por caja.

Para una referencia visual ver diagramas de proceso 3.4.1, 3.4.2, el diagrama de recorrido 3.4.3 y el diagrama hombre máquina.

3.2 Historial de producción

Altenvasa inició su producción el 12 de abril de 2004. Los meses de abril y mayo fueron de capacitación del personal para uso de la llenadora, por lo que no se tienen reportes de producción.

“La producción de junio fue de 2100 cajas y en julio de 2395.”²³

La expectativa de producción es de 6700 cajas.

La función original de la máquina era de llenar envases con capacidad de un litro, luego fue modificada para el llenado del nuevo producto. Los cambios efectuados en la máquina para el funcionamiento actual fueron: incluir empaques para evitar el golpe con los envases, variar los tiempos de llenado, cambiar la ubicación del sensor infrarrojo.

Actualmente la línea de producción de llenado está integrada por un encargado de línea y dos empacadores los cuales realizan las siguientes actividades:

- El encargado de línea, maneja el funcionamiento del panel de control y además coloca los envases en la banda y acomoda estos cuando inicia el proceso.
- El primer empacador luego del llenado de los envases coloca aplicadores a presión.
- El segundo empacador luego de clasificar los envases, los limpia, luego coloca tapadera y por ultimo empaca 36 unidades por caja.

3.3 Estudio de tiempos

Para el estudio, se tomaron muestras y se cronometraron haciendo uso del método de cronometraje de vuelta a cero por cada operación; esta información fue utilizada para determinar el tiempo promedio de cada operación (como se observa en la tabla No1) y para identificar las mudas y tiempos improductivos, sus causas y efectos.

3.3.1 Medición de los tiempos de operación

Para el efecto, se tomó 20 muestras al azar debido a que la operación de la línea es inconstante por desajustes mecánicos y calidad de los envases.

Las operaciones correspondientes a esta estación de trabajo se describen a continuación:

- a. Colocar envases.
- b. Limpieza de envases.
- c. Colocar aplicador.
- d. Clasificar, separar envases y limpiar el área en el momento exista un derrame de producto.
- e. Limpieza de envase.
- f. Coloca tapadera.
- g. Empaca envase.

En la siguiente tabla aparecen los resultados de la cronometración. En la primera columna se identifican las actividades a cronometrar, mientras que en las siguientes, los tiempos tomados por cada operación (en segundos):

Tabla I. Toma de tiempos por operación

Operación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8	Muestra 9	Muestra 10	Muestra 11	Muestra 12	Muestra 13	Muestra 14	Muestra 15	Muestra 16	Muestra 17	Muestra 18	Muestra 19	Muestra 20	ProMedio
a.	10	15	13	14	14	12	11	14	15	14	17	18	19	15	14	13	12	11	10	17	13.9
b.	5	4	2	3	2	4	5	6	7	5	5	6	4	3	5	6	2	1	2	4	4
c.	19	18	20	21	23	24	18	19	22	25	26	27	21	29	22	20	20	19	22	19	21.7
d.	300	302	295	315	305	280	284	293	311	321	316	290	291	303	306	302	300	297	301	302	300.7
e.	30	23	24	25	24	23	33	36	39	35	36	42	45	43	23	25	26	27	28	29	30.8
f.	170	166	186	189	175	174	173	172	171	174	175	178	167	177	180	165	169	168	175	178	174.1
g.	85	87	86	88	83	84	85	89	88	87	86	84	85	83	81	82	77	84	86	85	84.75
TOTAL																					630

Para estandarizar los tiempos primero se tiene que normalizar cada operación:

Encargado de línea realiza las actividades a y b:

Habilidad: Buena (+0.03)

Esfuerzo: Buena (+0.02)

Consistencia: Promedio (0.00)

Condiciones: Promedio (0.00)

El operario trabaja de pie, con regular iluminación, ruido intermitente y bajo en el área de trabajo.

$$T_e = 13.9 + 4 = 17.9 \text{ seg}$$

$$\text{Suma de condiciones} = 0.03 + 0.02 = 0.05 + 1 = 1.05 \text{ valoración en \%}$$

$$T_n = 17.9 * (1.05) = 18.79 \text{ seg}$$

$$T_S = T_n + T_n * \% = 18.79 + 18.79 * 0.10 = 20.669 \text{ segundos.}$$

El empacador que incluye la operación c:

Habilidad: Buena (+0.03)

Esfuerzo: excesivo (+0.12)

Consistencia: Regular (-0.02)

Condiciones: Promedio (0.00)

El operario trabaja de pie tiene que presionar aplicadores con una fuerza 6.84 kg 144 veces por hora, con regular iluminación, ruido intermitente y bajo en el área de trabajo.

Te= 21.7 seg

Suma de condiciones= $0.03+0.02+0.012-0.02=1.15$ valoración en %

Tn= $21.7*(1.15)= 24.95$ seg

TS= $Tn+Tn*\%= 24.95+24.95*0.10=27.445$ segundos.

El segundo empacador realiza las operaciones e, f, g:

Habilidad: Regular (-0.10)

Esfuerzo: Promedio (+0.00)

Consistencia: Regular (-0.02)

Condiciones: Regular (0.00)

El operario trabaja de pie tiene, con regular iluminación, ruido intermitente y bajo en el área de trabajo.

Te= $30.8+174.8+ 84.75= 290.36$ seg

Suma de condiciones= $-0.10-0.02=1-0.12=0.88$ valoración en %

Tn= $290.36(0.88)= 255.68$ seg

TS= $Tn+Tn*\%= 255.68+255.68*0.10=281.$ segundos

Tiempo total estandar= $20.66+27.44+281= 329.15$ seg

Tiempo total en minutos= $330/60= 5.5$ minutos.

Para la operación d esta ocurre eventualmente en el cual intervienen los 3 operarios de la línea:

Habilidad: Buena (+0.03)

Esfuerzo: Buena (+0.02)

Consistencia: Promedio (0.00)

Condiciones: Promedio (0.00)

El operario trabaja de pie, con regular iluminación, ruido intermitente y bajo en el área de trabajo.

Te= 300.7 seg

Suma de condiciones= $0.03+0.02= 0.05+1=1.05$ valoración en %

Tn= $300.7*(1.05)= 315.7$ seg

TS= $Tn+Tn*\%= 315.7+315.7*0.10=347.33$ segundos

La capacidad instalada de la máquina llenadora es de 36 unidades en 80 segundos, el equivalente a 1 minuto con 20 segundos. Esto indica que la máquina puede llenar:

$$(3600\text{seg/hora})/(80\text{seg/por caja})=45\text{cajas*hora}$$

Y en un turno

$$45\text{cajas*hora*10horas/turno}= 450 \text{ cajas*turno}$$

El equivalente de la producción en horas estándar hombre van a ser:

$$(80\text{seg*por caja})/(3600\text{seg*hora})= 0.022\text{caja* hora}= He$$

En la actualidad el promedio producción es de 5 cajas por hora de acuerdo con los cálculos se está dejando de producir 40 por hora por los constantes paros.

3.3.2 Medición e identificación de tiempos improductivos (Mudas)

Los tiempos improductivos identificados son:

- a) Limpieza de banda transportadora por las siguientes causas:
 - a.1) Derrame del producto al colocar aplicador.
 - a.2) Deformación del envase por distribución no uniforme del plástico(a éste se le llama envase débil).
 - a.3) Derrame del producto por la incorrecta distribución de los envases en la banda transportadora, esto ocurre porque el sensor infrarrojo no detecta los envases por suciedad, o cambio de la posición que tenía que censar.
 - a.4) El aplastamiento del envase por no existir control de calidad en recepción de materias primas; en una muestra de 10 bolsas de 500 envases se encontraron 200 envases débiles por bolsa.

- a.5) Los operarios no tienen forma de diferenciar envases débiles.
- a.6) En el momento de derrame se deben de realizar una secuencia de operaciones que es la limpieza de banda, la clasificación y rechazo de envases dañados, la limpieza de envases. El período promedio que con lleva estas operaciones es de 5 minutos, donde se interrumpe la producción.
- a.7) En la semana se llega a acumular en el área de producción un promedio de 10 bolsas de envases dañados.
- a.8) Ocio para el operador 3, el cual cuando la operación es incontinua tiene que esperar que ocurra limpieza para poder realizar las actividades.
- a.9) Desajuste constante de la maquinaria.
- b) Los operarios de la línea no poseen herramientas para ajuste de maquinaria.

En el estudio de tiempos y movimiento se determinaron las actividades y el tiempo que les tomaba a los operarios realizar la limpieza y selección de envases (actividad d del inciso 3.31) y se describe a continuación con el proceso que lleva por cada uno de los operarios:

- A. Empacador 1 detiene máquina llenadora.
- B. Empacador 1 quita envases de la banda.
- C. Encargado de la línea limpia banda.
- D. Encargado de la línea limpia las guías de la banda.
- E. Encargado de la línea coloca trapo de limpieza.
- F. Empacador 1 coloca otro trapo de limpieza en el otro extremo de la banda.
- G. Empacador clasifica los envases mientras ocurre la limpieza, los envases dañados y manchados son retirados de la línea como desecho de producción. Esta operación ocurre simultáneamente a la limpieza por lo cual no se tomaron tiempos.

De acuerdo con el estudio de tiempos en el inciso 3.1 operación d, el tiempo estándar es de 5.78 minutos. Esta es una operación que no es del proceso y ocurre cada vez existe un derrame provocando una demora en el proceso.

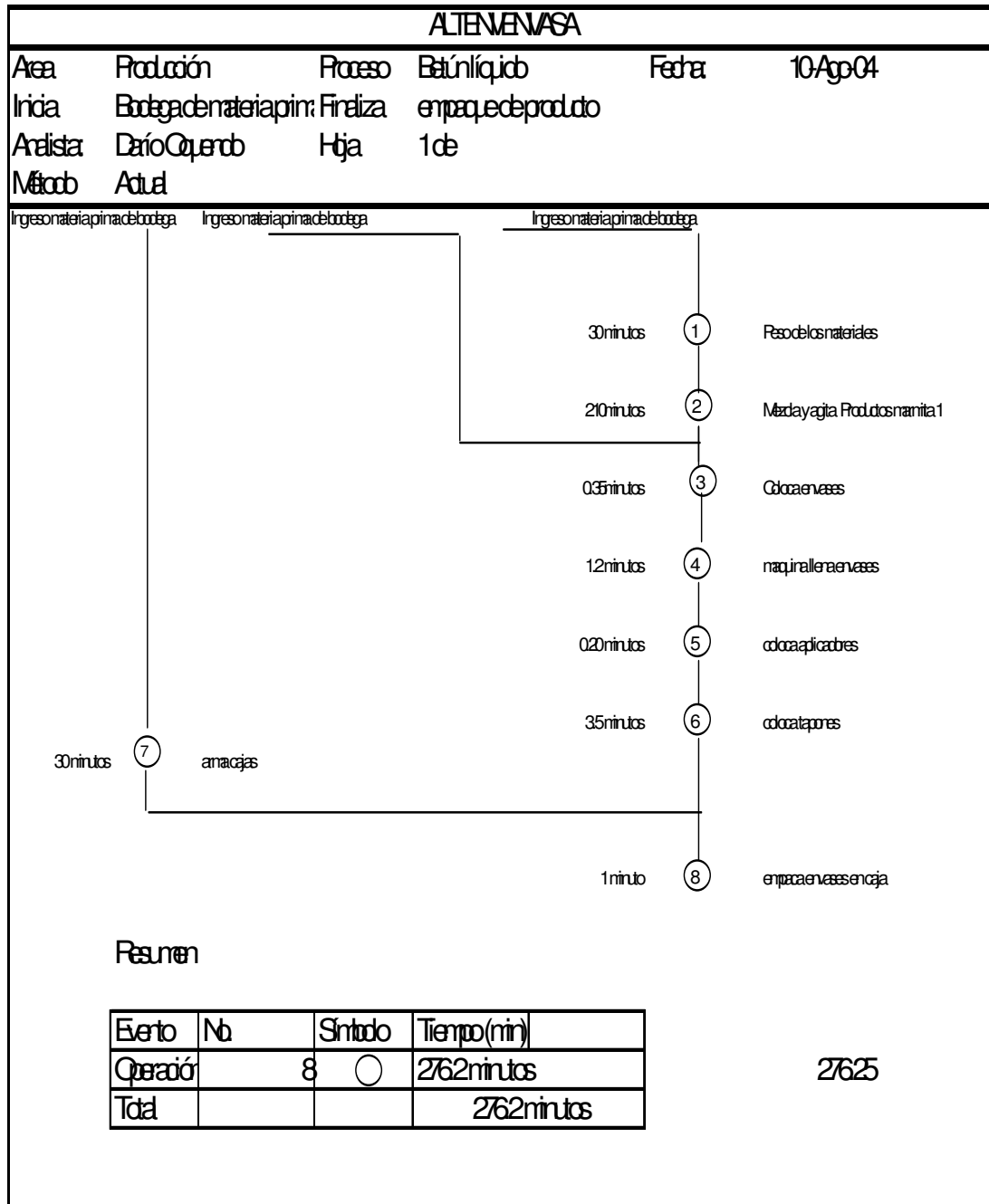
3.4 Diagramas

Los diagramas que se presentan son el diagrama de operaciones, el de flujo, el de recorrido, hombre máquina los cuales están basados en el estudio de tiempos.

3.4.1 Diagrama de operaciones

Descripción del proceso del llenado de betún líquido

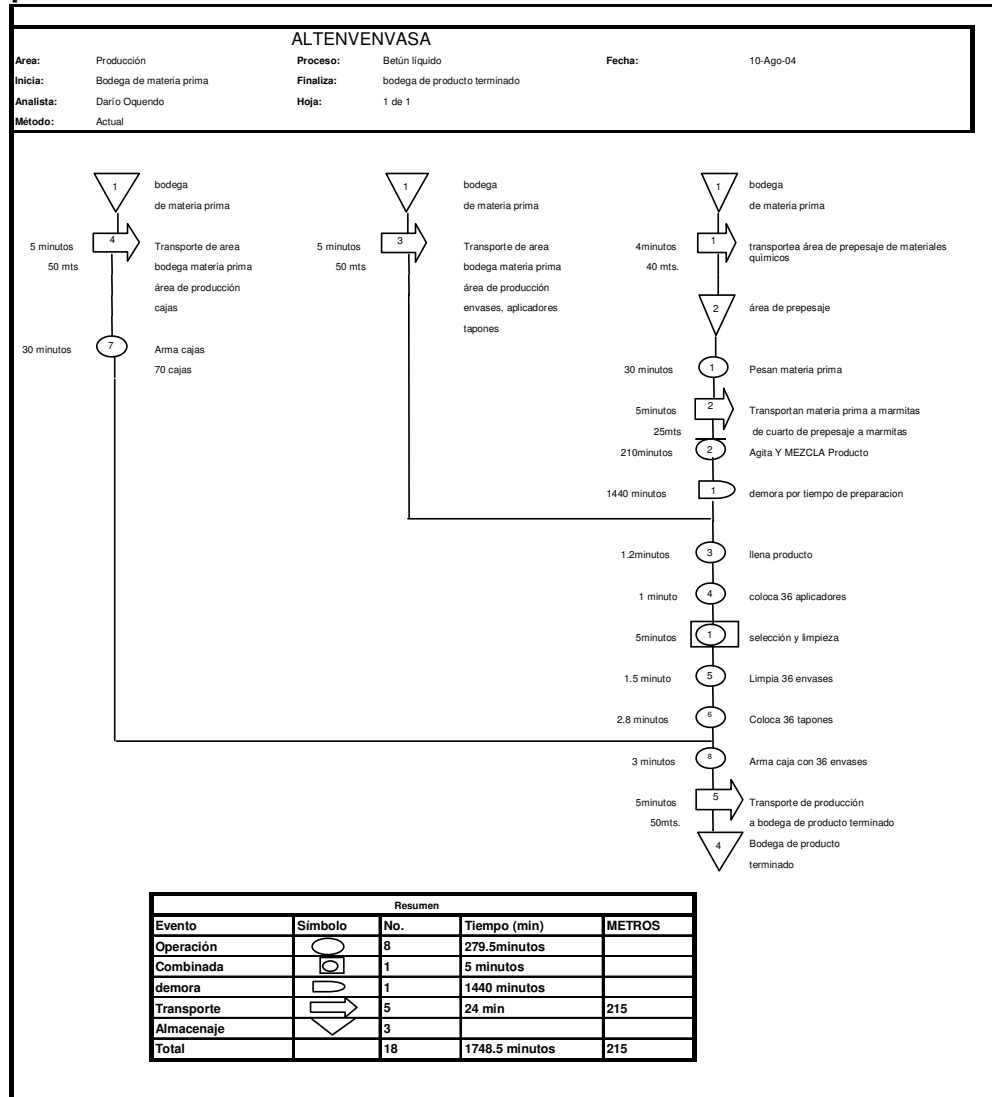
Figura 2. Se describe la operación para la producción del producto Betún líquido



3.4.2 Diagrama de flujo de operaciones

El siguiente diagrama describe todas las operaciones del capítulo 3.1

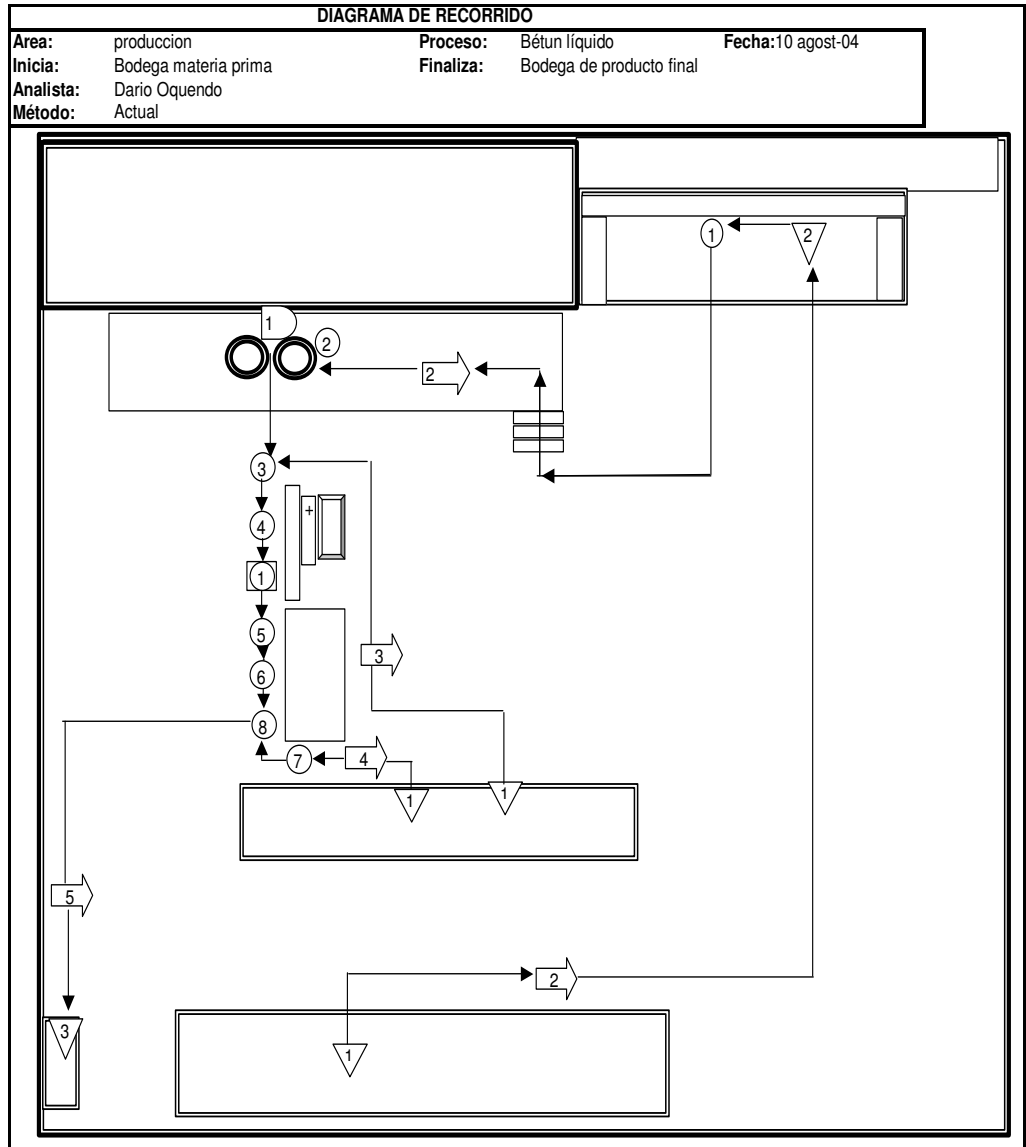
Figura 3. Se describe las actividades, operaciones, traslados de producto



3.4.3 Diagrama de Recorrido

Esta es una descripción física del recorrido de la línea de betún líquido

Figura 4. Diagrama de Recorrido



3.4.4 Diagrama hombre máquina

Dibujo 5. Diagrama hombre máquina



Las características Generales de los materiales:

- a) Producto: líquido con baja viscosidad. En ocasiones presenta granos que interrumpen el paso del fluido en las boquillas de llenadora.
- b) Material de empaque: El que se utiliza es una caja de corrugado con capacidad para almacenar 36 unidades.
- c) El envase: es de polietileno color gris con dos etiquetas. Con un espesor de 2mm, con una boquilla con un diámetro de 1 cm, una altura de 12 cm, y un espesor variable 3cm con ± 0.3 cm. Su presentación en bodega de materia prima es en bolsa de 500 unidades. El envase se ha clasificado en envase débil y envase normal. El envase débil no fue fabricado de una manera uniforme de tal manera que la constitución del mismo carece de consistencia en todo el envase, esto se diferencia de los de más por un color gris más pálido, cuando se ejerce presión sobre el mismo se deforma.
- d) Aplicador: es una esponja con base de plástico y su función evitar el derrame del producto luego que éste ha sido colocado. El peso del aplicador es de 2.5gramos con una tolerancia ± 0.5 gramos.

3.5 Balance de líneas

El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.

- Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- Continuidad. Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Para el balance de líneas se conocerán la cantidad de estaciones que tiene el proceso, el número de operarios por estación, la eficiencia, lo que nos permitirá realizar una evaluación de la distribución del recurso humano en la misma.

3.5.1 Estación de Producción

La estación de producción está dividida en tres áreas:

- 1) Colocación de envase y limpieza de boquillas.
- 2) Colocación de aplicadores.
- 3) Colocación de tapones y empaque.

3.5.2 Número de operarios

La línea de betún líquido actualmente trabaja con un operario por cada estación.

3.5.3 Eficiencia

La eficiencia actual de la línea se calcula con respecto con el estándar esperado que es de 45 cajas por hora y en la actualidad la producción promedio es de 5 cajas dando una eficiencia de 11 por ciento.

Tabla II. Diagrama resumen tiempo estándar para la línea betún líquido Altenvasa

Esta tabla se basa en los datos obtenidos en el inciso 3.1

	Tiempo estándar en segundos	Tiempo en minutos
Operario 1	20.66	0.34
Operario 2	27.445	0.44
Operario 3	281	4.68
Total	329.15	5.5

El pronóstico de producción mensual es de 6700 cajas. El promedio de horas de trabajo por cada turno es 10 horas, se espera que la línea cumpla con una eficiencia de 70%.

$$IP = 6700 / (10 * 60 * 2) = 5.58$$

El número de operadores teóricos para cada estación queda:

$$\text{Estación No1} = (0.34 * 0.558) / 0.7 = 0.27 \approx \text{aproximando 1 operario por estación}$$

$$\text{Estación No2} = (0.44 * 0.558) / 0.7 = 0.36 \approx \text{aproximando 1 operario por estación}$$

$$\text{Estación No3} = (4.68 * 0.558) / 0.7 = 3.7 \approx \text{aproximando 4 operarios por estación}$$

Obteniendo un total de 6 operarios en la línea. A continuación el cálculo de los tiempos estándar por cada estación.

$$\text{Estación No1} = 0.34 \text{ min} / 1 \text{ operario} = 0.34 \text{ min} / \text{operario}$$

$$\text{Estación No2} = 0.44 \text{ min} / 1 \text{ operario} = 0.44 \text{ min} / \text{operario}$$

$$\text{Estación No3} = 4.68 \text{ min} / 4 \text{ operarios} = 1.17 \text{ min} / \text{operarios}$$

La estación más lenta tiene un tiempo de 1.17, siendo ésta el cuello de botella, se asume que las demás estaciones tendrán el mismo tiempo.

$$\text{Estación No1} = 1.17 \text{ min} / \text{operario}$$

$$\text{Estación No2} = 1.17 \text{ min} / \text{operario}$$

$$\text{Estación No3} = 1.17 \text{ min} / \text{operario}$$

Se suman los tiempos de las 3 estaciones para obtener un tiempo total de la operación = $1.17 + 1.17 + 1.17 = 3.51$ minutos

El tiempo de la producción mensual es de = $20 \text{ días} * 20 \text{ horas diarias} * 60 \text{ minutos} = 24000 \text{ minutos disponibles} / 3.51 \text{ minutos por operación} = 6837 \text{ cajas por mes}$.

De acuerdo con los resultados, para cumplir con la producción deseada, es necesario contar con 3 operarios más en la estación 3, de otra manera, no estará balanceada la línea.

3.5.4 La demanda

Se tiene un pronóstico global de las diversas presentaciones de betún líquido de 6700 cajas al mes. Siendo un aproximado de 4800 cajas de betún líquido negro, 1200 cajas betún blanco y 700 cajas de betún color café. Entre cambio de color se pierde un turno completo por que se debe realizar limpieza en toda la máquina llenadora para evitar que está contenga residuos del producto anterior, ya que puede variar la coloración del producto.

3.5.5 Tiempo disponible

La empresa tiene una disponibilidad 20 horas de trabajo por día divididos 2 en turnos de 10 horas hábiles para el proceso; mensualmente se trabajan entre 20 a 22 días.

El tiempo total en minutos disponible es:

$20 \text{ días} * 20 \text{ horas} * 60 \text{ minutos} = 24000 \text{ minutos al mes}$.

3.6 Condiciones de producción

Estas afectan de forma directa en la productividad como en la eficiencia, y el rendimiento del personal. Las condiciones que serán medidas son: la ventilación, el ruido, la iluminación, la ergonomía y la fatiga.

3.6.1 Ventilación

La empresa tiene un área de trabajo de 62,100 metros cuadrados con una altura promedio de 4 metros, genera un volumen que se tiene que ventilar de 248,399 m³. La empresa cuenta con 2 tipos de renovadores de aire los cuales son el natural y el forzado. Para la renovación de aire natural se cuenta con ventanas en las paredes que se ubican al frente y en los costados, 2 puertas para la entrada y salida de materiales. Cada ventana se ubica a una altura 3.5 metros del suelo y tiene las medidas siguientes: 80 metros de largo y .50 m de alto+ otras en las paredes laterales de 30 metros de largo y 0.50 m de alto, dando un total de 60 m²; cada ventana deja la entrada del aire por 0.50 metros. Cada puerta principal cuenta con un área de 3 metros por 3 metros. El área de ventilación natural total es de 140*0.5 (un promedio de 160 ventanas)+3*3+3*3= 88 metros cuadrados. Como se observa en la figura No. 7.

En el área de trabajo donde se ubican las marmitas se cuenta con 2 extractores de aire conocidos como Arreó extractor atmosférico industrial ventamatic, con un diámetro de 0.5 metros. En el área de producción laboran un promedio de 35 personas.

Se realizaron mediciones con un anemómetro portátil de hélices con capacidad de 15m/seg dando un flujo de aire en el área de trabajo de 8 m/seg, dando los siguientes resultados:

Dando como un flujo de aire

Q= flujo de aire

C= coeficiente de entrada de ventana

A= área de paso de la ventanas

V= velocidad del viento

Q=CAV

$$Q=(0.2)(88)*8=140 \text{ m}^3/\text{seg en horas se obtiene } =140*60=5830\text{m}^3/\text{hora}$$

Obteniendo 2 renovaciones de aire en la empresa por hora.

La renovación forzada está instalada para extraer los gases que generan los químicos al reaccionar en el momento de la mezcla.

3.6.2 Ruido

Se realizó medición de ruido en una distancia de 3 metros respecto a la línea de producción, para ello, se registraron 10 tomas que permitieron obtener como resultado un promedio de 85 decibelios el cual se mantiene durante las 10 horas de labor en la producción.

El personal cuenta 3 intervalos de paro durante el día siendo los períodos de labor en los siguientes horarios: de 7:00 a 9:00, de 9:30 a 12:00, de 13:00 a 16:00, de 16:30 a 19:00 y en el turno de noche de 19:00 a 22:00, de 23:00 a 2:00, de 3:00 a 7:00. El mayor tiempo de exposición es de 4 horas continuas por lo que no se debe afectar el ruido en las operaciones, ya que en rango internacional el mayor tiempo sin protección es 8 horas.

3.6.3 Ergonomía

Las condiciones en las que se realiza la producción de betún líquido son las siguientes:

- Tanto el encargado de línea como los 2 empacadores realizan las operaciones de pie durante 10 horas no continuas. Estas no son continuas por la existencia de los descansos indicados en el inciso anterior.

- El promedio de estatura de los 2 turnos es de un 1.65 metros, y la altura de la banda transportadora es de 1.2 metro.
- El promedio del peso de una caja es aproximadamente 0.792 kilogramos, 1.74 libras.
- El peso del envase con producto es equivalente a 0.022 kilogramos el cual es un peso mínimo para el traslado del mismo antes del empaque.
- En el ambiente de trabajo se observa en el piso producto derramado, envases dañados entre 15 a 20 bolsas de 500 unidades, trapos sucios para realizar limpieza de la línea con producto.
- El empacador #1 como se menciona en la descripción de operaciones en el punto 3.1 debe colocar los aplicadores a presión con sus dedos y aplicar una fuerza promedio de 6.4kg.

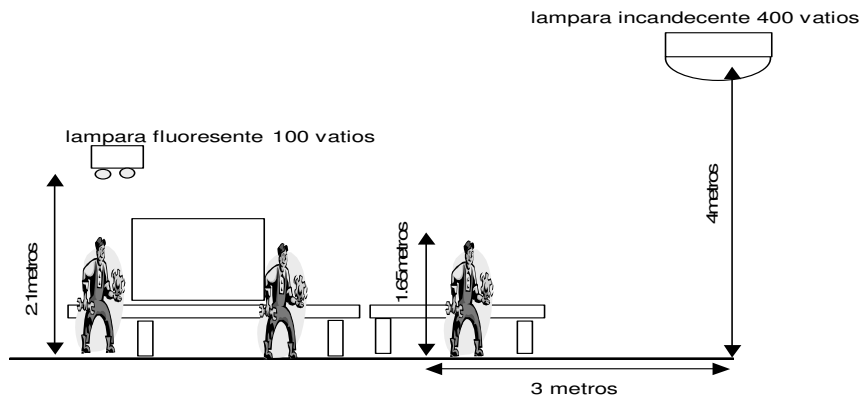
3.6.4 Iluminación

En la medición de la iluminación en el área de trabajo se obtuvieron los siguientes resultados: en el día con la iluminación natural 80 luxes y con el alumbrado 210 luxes.

Las características del el área de trabajo son: el piso de color gris, las paredes de color blanco y el techo de color gris. Las ventanas se ubican a una altura 3.5 metros del suelo y de las medidas indicadas en el apartado de ventilación.

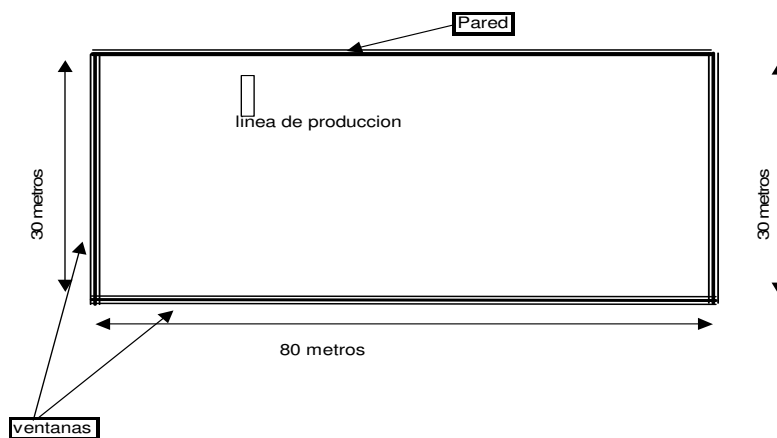
El área de trabajo tiene 2 lámparas fluorescentes a 2.1 metros de altura con capacidad de 100 vatios, a 3 metros del área de trabajo se ubica una lámpara de 400 vatios a 4 metros de altura. Como se puede observar en la figura

Figura 6. Descripción de la iluminación del área



La iluminación es adecuada en la noche ya que no permite que exista sombra en el área de trabajo.

Figura 7. Descripción de la ubicación de las ventanas en la planta.



3.6.5 Fatiga del proceso

Para calcular la fatiga se tomaron 3 factores los cuales son:

- a. Esfuerzo físico
- b. Esfuerzo mental
- c. Monotonía

Se utilizara el método "B" para calcular el suplemento por fatiga. El cual se basa en las siguientes tablas:

"Tabla III. Para el cálculo del esfuerzo mental

Tipo	Concesión	Clase
Poco	0.6%	A
Regular	1.8%	B
Mucho	3.0%	C

Tabla IV. Para el cálculo del esfuerzo físico

Tipo	Concesión	Clase
Muy poco	1.3%	A
Poco	3.6%	B
Regular	5.4%	C
Mucho	7.1%	D
Demasiado	9.0%	E

Tabla V. Para el cálculo de la monotonía

Duración del ciclo	Concesión(%)
0-0.5	7.8
0.06-0.25	5.4
0.26-0.50	3.6
0.51-1.00	2.1
1.00-4.00	1.5
4.00-8.00	1.0
8.00- 12.00	0.6
12.00- 16.00	0.3
Más de 16.00	0.1

Esfuerzo mentalⁿ²⁴

Al operario al cual se le midió la fatiga fue aquel que coloca los aplicadores, y los resultados fueron:

1. Esfuerzo mental poco valoración observado en la Tabla No.IV es 0.6%
2. Esfuerzo físico mucho valoración observado en la Tabla No.V es 7.1%
3. Monotonía duración del ciclo está en el rango de 0.26-0.50 observado en la Tabla No.VI es minutos dando una valoración de 3.6%

Para la colocación de los aplicadores, el operario tiene que utilizar guantes y protegerse los dedos con capas de paño para limpiar para evitar que se le ampollen

N= tiempo valorado

F= factor de valoración

T= tiempo neto actual

$N=F*T$

$N=(1+0.06+.071+.036)*27.44=32.022$

Esto indica que debido a la fatiga el operador aumentará su tiempo estándar de 27.44 a 32.51 aumentando en 4.58 segundos. Esto genera discontinuidad en la operación. Es por esto que esta estación se rota el personal cuando se presenta la fatiga.

3.7 Medición de la productividad

Actualmente la empresa mide la productividad comparándolo con el estándar de producción por turno que es de 110 cajas. Esto indica el % de producción que se obtuvo respecto al estándar, por ejemplo si se fabricaron 55 cajas, la productividad en este turno es del 50%. En el mes de julio de los datos recopilados por producción únicamente en 2 turnos se obtuvo una producción mayor de 100 cajas.

3.7.1 Medición de productividad parcial

Para medir la productividad parcial del proceso se midieron costos respecto a la mano de obra directa, y se tomó de referencia los meses de julio y junio.

3.7.1.1 Costos de la producción parcial

El costo de hora es 5.00 quetzales.

El costo de hora extra es de $1.5*5= 7.50$ quetzales.

En el mes de junio se trabajaron 44 turnos de 10 horas, de los cuales 20 fueron nocturnos y 24 diurnos; el costo parcial es:

$$Cp = 24 \cdot 3 \cdot (8 \cdot 5 + 4 \cdot 7.5) + 20 \cdot 3 \cdot (6 \cdot 5 + 6 \cdot 7.5) = 5,040 + 4,500 = Q9,540.00$$

El costo parcial en quetzales con respecto a la mano de obra del mes de junio es Q9,540.00

El costo unitario por caja de producto es:

$$Cup = (9,540 + 22,000) / 2,200 = 14.33 \text{ quetzales} \cdot \text{caja de 36 unidades}$$

En el mes de julio se trabajaron 43, de los cuales 19 fueron nocturnos y 24 diurnos; el costo parcial es:

$$Cp = 24 \cdot 3 \cdot (8 \cdot 5 + 4 \cdot 7.5) + 19 \cdot 3 \cdot (6 \cdot 5 + 6 \cdot 7.5) = 5,040 + 4,275 = Q9,315$$

El costo parcial en quetzales con respecto a la mano de obra es Q9,315.00

El costo unitario por caja de producto es:

$$Cup = (9,315 + 23,950) / 2,395 = 13.88 \text{ quetzales} \cdot \text{caja de 36 unidades.}$$

El costo por materiales por caja es equivalente a Q10.00 el costo total unitario en el mes de junio es de Q14.33 y el de julio Q13.88.

3.7.1.2 Productividad Parcial

Igual que los costos sólo se midió la productividad con respecto al costo de mano de obra directa.

$$Pp = ((+2200) / (9540)) \cdot 100\% = 23\%$$

$$Pp = (2395) / (9315) = 25\%$$

3.7.2 Productividad medida por eficiencia

Para sus cálculos en las fórmulas dadas, es necesario conocer la cantidad de horas laboradas, la cantidad de artículos producidos en un período, como también conocer el estándar de horas-hombre o capacidad de producción de la máquina (He).

A junio =2,200 cajas de 36 unidades

Hh Julio = 440 horas

A julio =2,395 cajas de 36 unidades

Hh Julio = 430 horas

$He = (80 \text{ seg} * \text{caja de 36 unidades}) / (3,600 \text{ seg/hora}) = 0.02 \text{ hora} * \text{caja}$

$Pe = (2,220 \text{ cajas} * 0.02 \text{ hora} * \text{caja}) / (440 \text{ horas}) = 0.10\% \text{ de productividad}$

$Pe = (2,395 \text{ cajas} * 0.02 \text{ hora} * \text{caja}) / (430 \text{ horas}) = 0.11\% \text{ de productividad.}$

3.7.2.1 Horas hombre estándar

Para el cálculo de las horas-hombre estándar se puede recurrir al manual de la máquina, pero en este caso, la máquina no contaba ni con manual ni con la marca de la empresa que la fabricó, entonces se tuvo que realizar un estudio de tiempos.

La siguiente tabla, tiene el resumen de los promedios de los tiempos de la máquina:

Tabla VI. Resumen de tiempos de producción de la máquina betún líquido Altensiva.

Operación	Tiempo promedio
Transporte de los primeros 12 envases de la banda a la llenadora.	5 segundos. Por 36 envases 15 segundos
Llenado por cada 12 envases.	15 segundos. Son 36 envases = 45 segundos
Movimiento de banda para salida de los 12 envases.	5 segundos. Son 36 envases = 15 segundos
Total de tiempo promedio para una caja .	80 segundos o 1 minuto con 20 segundos

Para el cálculo de las horas-hombre estándar:

$$He = (80 \text{ segundos} * \text{cajas de 36 unidades}) / (3,600 \text{ seg/hora}) = 0.02 \text{ caja} * \text{hora}$$

3.7.2.2 Tiempos improductivos

Son aquellos donde la empresa no obtiene ningún beneficio económico no son fácil de medir y son los que se puede mejorar los procesos y procedimientos.

3.7.2.2.1 Limpieza del proceso

La máquina se limpia en el momento que ocurre un derrame, en el instante se debe de detener la máquina por un promedio 5 minutos, la razón porque se detiene es para evitar de que el líquido derramado manche ó ensucie nuevos envases, ya que si esto ocurre se tendrán que rechazar los envases. Los envases después del llenando se clasifican y se desechan los que fueron aplastados o deformados y los que se ensuciaron las etiquetas. Para evitar que en el siguiente llenado los envases se ensucien

se realiza la limpieza en diferentes áreas de la banda, entre están las guías de la banda la banda, en algunas ocasiones el censor.

Además la limpieza general de la máquina es una actividad que ocurre cuando se cambia de color de producto, cada vez que se realiza se requiere como mínimo 6 horas, durante ese tiempo se utilizan solventes para quitar los residuos de los químicos en la máquina, en el proceso se debe desarmar y amar la máquina, limpiar todas sus partes para evitar la contaminación entre diferentes colores de producción.

3.7.2.2 Desajuste de elementos de la máquina

La máquina cuenta con varios elementos que se desajustan entre los que ocurren con más frecuencia son las boquillas, el censor infrarrojo, el elemento que sujeta los envases, las guías de la banda.

El desajuste de las boquillas ocurre normalmente por el aplastamiento del envase, generando que la boquilla se mueva de su centro, torciéndose, provocando golpes a los envases y derrames, esta situación tiene una frecuencia de aparecer cada 4 turnos.

El censor infrarrojo su función es contar los envases para informar al tablero en que momento puede iniciar el llenado, en caso de que se altera el orden de conteo de los envases por mover la posición del censor se ocasiona aplastamiento de envases por las boquillas y derrame del producto. Algunas condiciones provocan que los operarios tengan que mover la posición del censor y estas pueden ser: que el envase venga un ancho diferente, el censor esta contando un envase más o uno menos, que en el momento que ocurre la limpieza del censor el operario lo mueva sin intención. Este desajuste ocurre con una frecuencia 2 veces por semana. Es corregida por un mecánico de mantenimiento. Mientras el censor no es ajustado provoca derrames y aplastamiento hasta que es ajustado.

El elemento que sujeta los envases su función es sujetar y alinear los envases mientras ocurra el llenado. Este elemento es movido por 2 cilindros neumáticos que están unidos en los dos extremos del elemento. Su movimiento es horizontal, y cuando se desajusta provoca un aplastamiento, cortes y fugas en las partes laterales de los envases. Este problema se repite hasta que se presenta el mecánico de mantenimiento para realizar el ajuste. Este ocurre con una frecuencia de 1 vez cada 3 semanas. En algunas ocasiones este desajuste se origina el desajuste de las boquillas.

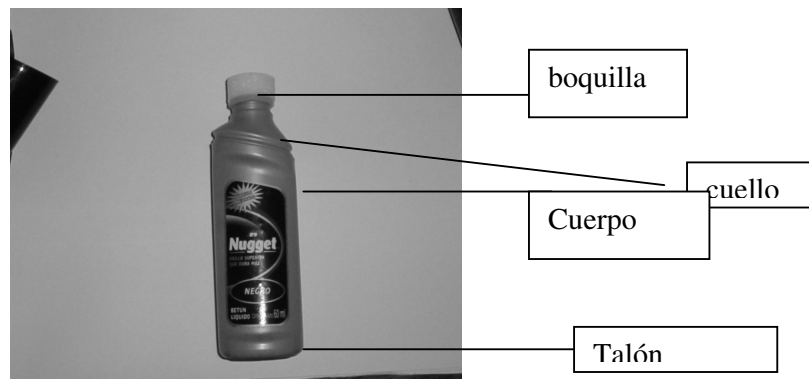
Las guías su función es guiar los envases de una forma lineal durante el llenado. La distancia entre las guías ocasionalmente debe ser modificada por el ancho de los envases. Cuando el ancho de las guías es muy estrecho no permite el avance del envase con respecto al avance de la banda, al retrasar el avance de los envases ocurre aplastamiento por las boquillas y por el elemento sujetador de los envases, ya que el censor no detecta cada el movimiento de cada uno de los envases. El derrame y aplastamiento de los envases puede también ocurrir que el ancho de la guía tiene el espacio más holgado, provocando que se en el avance dos envases para el llenado. Esta operación la corrige el mecánico de mantenimiento.

3.7.2.2.3 Envase débil

Es definido aquel que en el momento de fabricación la distribución del material no fue uniforme, mostrando algunas diferencias en el mismo envase como lo es color el cual es más transparente, al contacto se tiene una deformación no plástica, no tiene ninguna resistencia al momento que el envase se comprime, el peso estándar del envase es de 12 gramos, pero cuando es envase débil el peso puede ser menor o igual o mayor como se muestra en la tabla No.VIII, en algunos casos es mayor debido a que el peso se centraliza en un área del envase, otra característica de este envase es que en algunas ocasiones con el leve contacto de las boquillas se aplasta. El envase tiene las siguientes partes:

- a) Boquilla
- b) Cuello o parte ancha
- c) Cuerpo
- d) Talón

Figura 7. Indicación de las partes del envase



El envase cuenta con 4 áreas en las cuales se puede definir como envase débil y son:

- a) El talón, el cual al presionar se aplasta.
- b) El cuello del envase, al contacto con en el área se siente sensible provoca deformaciones permanentes, se caracteriza por verse con un color más pálido.
- c) Entre el cuello y el cuerpo del envase, genera un doblamiento al aplastar el envase.
- d) Entre la boquilla y el cuello del envase ocurre doblamiento del envase.

En el momento del estudio el fabricante del envase es la empresa Englosa, la cual no conoce la situación del envase débil.

El gerente de la empresa de Altenvasa a consultado con el departamento de mantenimiento el motivo del desperdicio, este implementa en la máquina un amortiguador de hule entre la boquilla y el envase.

La empresa no ha implementado un plan de control de calidad para recepción de materias primas, ya que los productos químicos son fabricados con especificaciones de ISO.

El envase débil detiene de una manera constante el proceso de producción debido que es una de las causas principales de derrame, en la estación de llenado y la estación de colocación de aplicadores.

En la estación de colocación de aplicadores se afecta más porque el operario en el instante que coloca a presión el aplicador aplasta el envase, regándose el producto sobre la banda y el resto de los envases.

La empresa Altenvasa recibe los envases en bolsas de 500 unidades.

3.7.2.3 Horas-hombre

La empresa dispone del tiempo para la producción del producto por día de 20 horas no continuas en 2 turnos por día. El personal labora un promedio de 20 a 22 días por mes. Menos 3 turnos por los cambios de color.

3.7.3 Medición actual de la productividad

La empresa mide la productividad con base a los estándares establecidos para las líneas de producción; en el caso de betún líquido el estándar de producción por turno es de 120 cajas por turno. Esta mide la cantidad total producida como el numerador y el denominador como el estándar esperado. El estándar esperando es el estándar multiplicado por la cantidad de turnos establecidos.

El estándar esperado para el mes de junio es de $120 \times 44 = 5280$ cajas y el de julio $120 \times 43 = 5,160$ cajas por mes.

La productividad del mes de junio es $(2200/5280) = 0.41\%$ y en el mes de julio es $(2,395/5,160) = 0.46\%$ de la producción esperada.

3.8 Control de la producción

En toda empresa se ejerce control sobre la producción en Altensiva se lleva una hoja de control la cual es llenada por el operario de la máquina llenadora, donde indica datos como inicio de operación, paros, causas de paros, pesos de envases, velocidad de banda, velocidad de llenado, observaciones como se puede ver en el apéndice No1.

3.8.1 Calidad de envase

La calidad del envase afecta en el proceso, en el desempeño de la utilización porque al ser usado por el consumidor puede derramar producto. En el proceso se puede observar en añade una operación más, en el momento de la limpieza por derrame de producto, además genera desperdicio, el cual es de 10 bolsas de 500 envases por semana. Los envases deberán de cumplir con un peso promedio de 12 gramos, así como con las especificaciones con el tamaño y el color.

El producto de venta se compone de envase, etiqueta dorsal, etiqueta frontal, aplicadores, tapón de envase, líquido o producto.

La etiqueta dorsal es color blanca y contiene las especificaciones de vida del producto, código de barras, lugar de fabricación. Esta si es ensuciada tiene que ser rechazado por que no deja leer el código de barras.

De 10 bolsas de 500 unidades se encontraron 6 bolsas con envases débiles, de cada bolsa existe un promedio de 200 envases débiles.

3.8.1.1 Descripción del envase

El envase es polietileno de color gris, es soplado para su fabricación, tiene un espesor de 1 milímetro, tiene etiqueta dorsal, etiqueta frontal, aplicador, tapadera de envase. Peso promedio de envase 12 gramos, 2.5 gramos para el aplicador, 1.5 gramos para tapadera de plástico. La etiqueta frontal describe el color del producto siendo negra para el color negro, café para el color café, blanca para el color blanco, y azul para el color neutro o incoloro. En esta etiqueta se describe la cantidad del producto en mililitros que es equivalente en peso a 60 ml.

La etiqueta dorsal es de color blanco para todos los colores, incluye información como lo es código de barras, lugar de fabricación, materias primas, datos generales. Esta etiqueta, si se mancha de cualquier color es rechazado el envase.

El aplicador se compone de un algodón sujeto a una base plástica, la cual se introduce a presión al envase.

La tapadera del envase se encuentra en los colores blanco, negro, café, transparente. El cual se coloca a una presión entre el envase y la tapadera.

Caja corrugada es la misma para las presentaciones de color café, negro, blanco, la cual es de 36 unidades, para el color incoloro existe una presentación de 12 unidades.

En ambas presentaciones se tiene que ordenar los envases para ocupar el espacio de una manera proporcional.

3.8.1.2 Peso del envase

Se tomaron muestras dando los siguientes datos con respecto al peso:

Tabla VIII. Muestra de peso por molde los de envases en gramos de betún líquido Altenvasa.

Pesos por envase Según Molde						
muestra	Molde1	Molde2	Molde3	Molde 4	Molde 5	Molde 6
1	11.14	11.91	10.8	11.03	12.12	10.93
2	11.23	11.84	11.81	11.57	11.27	10.95
3	11.09	11.45	12.05	10.98	12.25	11.31
4	11.61	11.85	10.93	11.98	11.17	11.21
5	12.68	11.8	11.41	11.62	11.34	11.67
6	11.24	11.82	10.93	11.64	11.23	11
7	11.17	11.8	11.43	11.6	11.34	11.83
8	11.12	11.87	11.21	11.71	12.22	11.52
9	11.08	11.89	11.6	11.82	11.44	11.3
10		11.86	11.93	11.98	11.35	11.12
11		11.68	10.86	12.04	11.31	11.73
12		11.8	11.46	11.66	11.45	11.16
13		11.53	11.42	11.67	11.38	11.35
14		11.89	11.93	11.45	11.38	11.43
15			11.24	11.65	11.41	11.58
16			11.97		11.4	11.74
17			11.18		11.48	11.45
18			11.39		11.38	11.57
19			11.31		11.33	11.03
20			11.36		11.34	10.94
21			10.83		11.43	
22			11.43		11.46	
23			11.16		11.48	
24			11.19		11.37	
25			10.95		11.43	
26			11.95		11.39	
27			11.98		11.31	
28			11.35			
29			11.03			
30			11.43			
31			11.34			
32			10.82			
X	11.373	11.785	11.365	11.627	11.461	11.341

Para cada uno de los moldes que fabrican los envases se tomaron muestras diferentes para conocer el peso de los envases varia por molde y

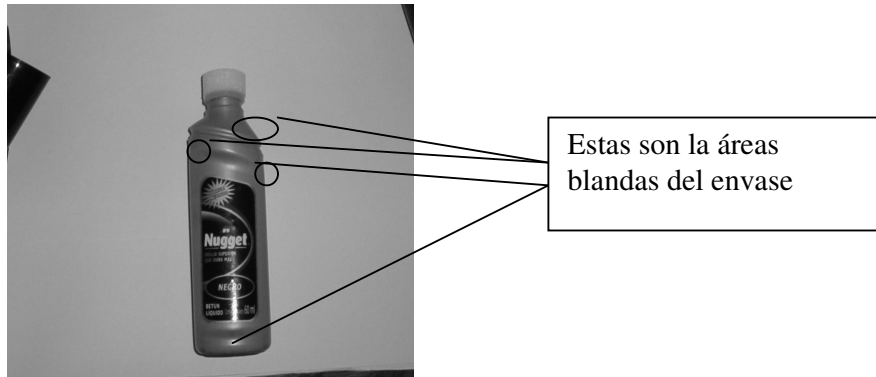
si existe alguna distribución diferente. Estos son los resultados molde 1 tiene un peso 11.373 gramos, molde 2 un peso de 11.785 gramos, molde 3 un peso de 11.365 gramos, molde 4 un peso de 11.627 gramos, molde 5 un peso de 11.46 gramos y molde 6 un peso de 11.341 gramos. El promedio de los 6 moldes es de un peso de 11.49 gramos donde no se cumplen las especificaciones mínimas que es de 12 gramos, también se encontraron envases que cumplían con el peso pero se deformaban, como envases de 10.2 gramos y soportaban la presión ejercida al colocar el aplicador.

3.8.1.2 Áreas físicas de deformación del envase débil

El envase cuenta con 4 áreas como se puede ver en la figura No.8 en las cuales se puede definir como envase débil y son:

- e) El talón, el cual al presionar se aplasta la parte inferior.
- f) El cuello del envase, al contacto con en el área se siente sensible provoca deformaciones permanentes, con un color pálido.
- g) Entre el cuello y el cuerpo del envase, genera un doblamiento al aplastar el envase.
- h) Entre la boquilla y el cuello del envase ocurre doblamiento del envase.

Figura 8. Descripción de áreas débiles de envase



3.8.1.4 Atributos del envase

Los envases están diseñados para ser resistentes a la compresión, resistentes al impacto, son herméticos, tienen la capacidad de contener químicos sin provocar alguna reacción química, no son transparentes, fueron diseñados en tamaño y peso para poder ser manipulados por una sola mano, la boquilla de los envases es ajustada con respecto al tamaño de los aplicadores por lo que se les debe aplicar una presión promedio de 6.38 kg lo que evita que cualquier persona lo pueda retirar. Esta condición se midió para conocer cuál es el esfuerzo aplicado a un envase normal sin que este se deforme en el momento de la compresión. Se tomaron 20 envases y se utilizaron 5 boquillas para cada uno de los envases, se midió el peso de cada una de las muestras y luego se ejerció presión sobre una pesa dando los resultados mostrados en la Tabla No.IX, cada envase se identificó con una letra y con el número de molde que se utilizó para fabricar este envase, también se identificaron los aplicadores con letras.

Tabla IX. Representación de fuerza aplicada a envases

	APLICADOR	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
	peso en gr.	2.58	2.57	2.52	2.59	2.54	2.56	2.6	2.59	2.57	2.57	
envase	PESO O FUERZA MEDIDA EN KGS FUERZA											
1	6/A	11.31	7.18	7.43	6.93	6.56	6.84	7.4	6.5	7.25	6.7	6.78
2	4/B	11.43	7.15	6.3	6.3	6.18	3.98	5.4	4.3	5.34	5.43	5.34
3	3/C	11.06	6.54	6.43	5.43	6.02	5.84	6.23	5.1	5.67	6.43	5.43
4	3/D	11.35	5.43	7.04	5.84	6.87	6.42	6.84	5.4	6.7	6.7	5.84
5	3/E	11.18	5.43	7.04	5.84	6.87	6.42	6.84	5.4	6.7	6.7	5.84
6	3/F	11.16	6.5	6.47	5.8	6.7	6.85	6.78	6.8	6.73	6.51	5.43
7	3/G	11.31	6.4	5.92	4.91	5.4	5.43	5.63	5.4	5.5	5.62	5.46
8	4/H	11.03	7.42	6.84	5.96	6.42	6.43	6.25	6.7	6.42	6.45	5.7
9	6/J	11.04	6	6	6	6	5.43	6	6	5.3	6	6.73
10	2/I	11.87	6	7	6.54	5.42	5.42	6.32	6.4	6.4	6.34	6.75
11	6/K	11.14	6.96	6.78	6.9	7.05	7.64	7.34	6.3	6.45	6.48	5.48
12	3/L	11.21	6.54	5.42	5.48	6.34	5.34	5.64	4.3	5.42	5.97	5.35
13	6/M	11.25	7.34	7.15	6	6.54	5.94	6.78	6.8	6.54	6.98	6.53
14	3/N	11.22	6.98	6.92	6.85	6.44	6.5	6.3	5.8	6.9	6.7	6.3
15	4/N	11.27	5.43	6.78	6.78	6.48	5.44	6.43	6.4	7.34	6.42	6.7
16	1/O	11.03	6.4	6.73	6.73	6.4	5.43	6.43	6.8	6.78	6.72	6.43
17	5/P	11.13	7.85	8.54	7	8.75	7.4	7.5	7.2	8.4	8.5	6.5
18	1/R	11.13	6.59	5.43	5.4	5.43	6.78	6.43	6.4	6.54	5.84	6.25
19	5/S	10.86	7.34	7.78	6.05	7.19	7.14	6.8	5.9	5.84	5.96	6.48
20	2/T	11.13	6.99	7.12	6.42	7.05	6.58	6.78	6.7	6.7	6.78	6.7
promedio		11.2055	6.624	6.76	6.158	6.51	6.16	6.51	6	6.446	6.46	6.101
PROMEDIO DE FUERZAS		6.38										

El esfuerzo promedio aplicada por los aplicadores es de 6.38 kg fuerza para un peso promedio de 11.20 gramos en los envases.

Este atributo no lo conoce la empresa que fabrica el envase.

3.8.1.5 Pruebas de calidad por muestreo de atributos

Para recepción de envases la entrega del proveedor es de un promedio de 38000 unidades distribuidas en 76 bolsas de 500 unidades. Tomando una muestra de 10 bolsas aleatorias, de las cuales se verifico la calidad del los envases por cada bolsa encontrando que de las 10 bolsas 6 bolsas tienen un promedio de 200 envases débiles.

Las 4 bolsas restantes al revisar no se encontraron envases débiles. Cada bolsa de 500 unidades se puede considerar como un lote de muestra. La empresa no aplica ningún control sobre los envases ya Englosa es parte de la corporación.

3.8.1.6 Estadísticas de calidad del envase

La empresa no lleva un control de la calidad de envases pero se tiene estimado que un promedio de 5000 unidades son desechadas como desperdicio semanalmente en una producción promedio de 19800 unidades producidas por semana. Generando un valor acumulativo de 20000 unidades desperdiciadas al mes. El promedio de bolsas que contienen envases con defecto es de 60%, de las cuales 200 son envases débiles distribuidos al aletoriamente en la bolsa. El tiempo de inspección es 1 hora por bolsa. En caso de que la bolsa de envase no tiene defecto, es utilizada en 17 minutos.

El envase débil se deforma en 3 áreas que son: en las boquillas cuando ocurre el llenado, al colocar con presión el aplicador en ambas ocurre derrame de producto, y una tercera que es cuando colocan tapón en la cual no ocurre derrame pero existe un alto potencial de que en el movimiento de distribución ocurra.

3.8.1.7 Desperdicio del envase

El promedio de desperdicio es de 10 bolsas por semana, este incluye envase aplastado, envase ensuciado en la etiqueta dorsal, envase con partes blandas y algunos envases que traen agujeros de fabricación.

En el derrame ocurre en la colocación de los aplicadores, también existe desperdicio de aplicadores.

3.8.1.8 Reproceso de envase rechazado

No se aplica ningún reproceso para el envase que es rechazado, simplemente es desechado como desperdicio. El reproceso para poderse efectuar se tendría que limpiar cada envase, esto incluye remover las etiquetas, los colorantes, y el contenido del producto así como el químico que se utilice para remover el producto y por ultimo el envase plástico tendría que pasar un reproceso para poder ser soplado nuevamente.

3.8.1.9 Costos de calidad

Los costos de prevención no están implementados en este momento ya no se esta evaluando la calidad de los envases como materia prima.

Los costos de evaluación no están implementados ya que no se cuenta con el personal para realizar la inspección.

Los costos por fallas internas: conociendo que por cada bolsa defectuosa existen 200 envases débiles que pueden afectar cuando hay derrame de producto, a los no débiles existiendo un promedio de 10 bolsas de envase como desperdicio un costo de Q24.00 por bolsa tendríamos un costo por semana de Q240.00.

Costos por fallas externas: se recibieron 3 quejas por el envase que presenta partes blandas en el sistema.

3.8.2 Medición de la eficiencia actual

Producción del mes de junio y el julio son 2200 cajas y 2,395 cajas fabricadas en 440 y 430 horas respectivamente y el costo de la mano de

obra de Q9450.00 y de Q.9315.00, además un desperdicio por mes de Q960.00 y el costo de producción es de Q10.00 por caja. La productividad por eficiencia se mide de la siguiente manera:

$$A=2,200 \text{ cajas junio}$$

$$A=2,395 \text{ cajas de julio}$$

$$Hh= 440 \text{ horas de junio}$$

$$Hh= 430 \text{ horas de julio}$$

$$He= (80 \text{ seg} * \text{caja de 36 unidades}) / (3,600 \text{ seg/hora}) = 0.02 \text{ hora} * \text{caja}$$

$$Pe= (2,200 \text{ cajas} * 0.02 \text{ hora} * \text{caja}) / (430 \text{ horas}) = 0.10\% \text{ de productividad}$$

$$Pe= (2,395 \text{ cajas} * 0.02 \text{ hora} * \text{caja}) / (430 \text{ horas}) = 0.11\% \text{ de productividad.}$$

3.9 Máquina

Es una máquina llenadora de uso industrial constituida en la mayoría de sus partes por acero inoxidable, con un uso inicial para llenar envase de un litro.

3.9.1 Función de la máquina antes de ser adaptada

La máquina llenadora originalmente fue diseñada para llenar envases de capacidad de 1 litro=1000ml., sus boquillas tenían una mayor altura, la graduación para el tiempo de llenado era más prolongada.

Esta máquina ha sido negociada y vendida en diversas empresas, la empresa fabricante la diseña de acuerdo con las especificaciones del comprador, su funcionamiento original era para la producción de productos químicos con una capacidad de un litro, variando el sistema de programación por PLS para los tiempos de diferente capacidad.

En Altenvasa no se encontró manual, pero se conoce que ha sufrido cambios como tamaño de boquillas, espacio entre boquillas.

3.9.2 Funcionamiento de la máquina actual

La máquina cuenta con un sensor el que inicia proceso detectando el movimiento de los envases, el cual transmite la información al tablero.

El tablero coordina los tiempos para las operaciones de los diversos elementos que cuenta la máquina. En el momento que el sensor envía información al tablero este activa y desactiva el movimiento de la banda. Cuando la banda tiene en posición de llenado los envases el tablero activa 3 cilindros neumáticos, los primeros 2 cilindros mueven de manera horizontal al elemento sujetador de los envases, sujetando los envases; mientras el tercer cilindro mueve el soporte de las boquillas de manera vertical.

La bomba esta activada antes de la activación de los cilindros por lo tanto el producto esta circulando del tanque o recipiente de alimentación directa a la flauta y luego a las boquillas y estas retornan al recipiente.

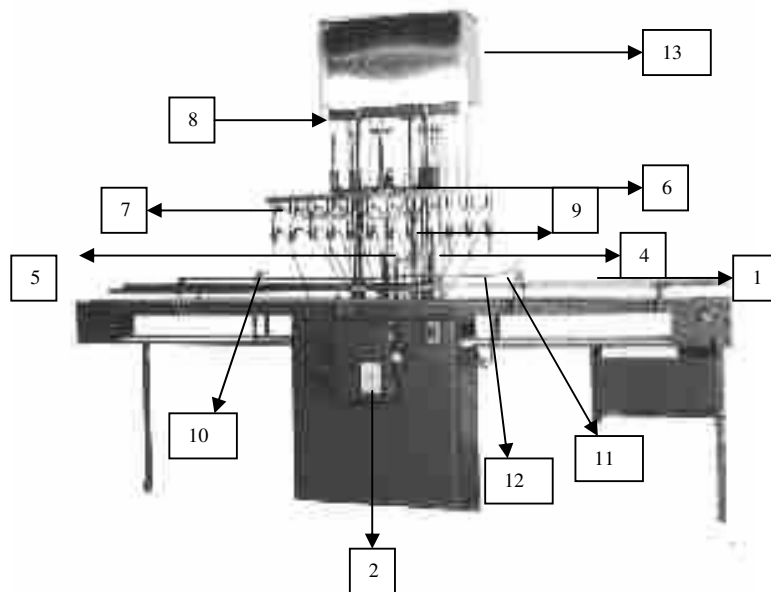
En el instante que el soporte de las boquillas se mueve de manera vertical permite que las boquillas tengan contacto con los envases y al contacto se libera el producto en el envase.

3.9.3 Partes de la máquina

Generales:

1. Banda transportadora.
2. Tablero de control.
3. Bomba ½ caballo de fuerza.
4. Censor infrarrojo.
5. Cilindro que mueve soporte de las boquillas.
6. Soporte de las boquillas.
7. Boquillas.
8. Flauta.
9. Mangueras.
10. Cilindro que permite separar los botes.
11. Cilindro que mueve elemento sujetador de envases.
12. Elemento sujetador de envases.
13. Tanque o recipiente de alimentación directa.
14. Tanque o recipiente de reserva con capacidad de 100 litros.
15. Bomba neumática para alimentación de tanque de reserva a tanque de alimentación directa.
16. Accesorios neumáticos que regulan el funcionamiento de los cilindros de etapas.

Figura 10. Máquina llenadora de betún líquido



Específicas

1. **Banda Transportadora:**

- 1.1 Sistema de cadenas entre motor neumático y engranaje que mueve banda.
- 1.2 Motor neumático: su velocidad es graduada en tablero de control.
- 1.3 Guías ajustables permiten el paso de los envases y se acomodan según espesor de envase.
- 1.4 Banda transportadora.

2. **Tablero de control**

- 2.1 Botones para paro y encendido de la máquina
- 2.2 Botón que enciende y apaga bomba de tanque de reserva.
- 2.3 Regulador de velocidad de banda transportadora.
- 2.4 PLS.

- 2.5 Reloj automático que controla el tiempo de llenado de las boquillas
- 3. Bomba ½ caballo de fuerza**
 - 3.1 Motor con capacidad de ½ caballo de fuerza.
 - 3.2 Bomba de flujo dinámico
- 4. Censor infrarrojo**
 - 4.1 Censor infrarrojo
 - 4.2 Base que sostiene infrarrojo
 - 4.3 Tornillo que mueve base de infrarrojo
 - 4.4 Base que permite movimiento horizontal para ubicación de base
- 5. Cilindro que mueve soporte de boquillas**
 - 5.1 Base que soporta al cilindro de 2 etapas de manera vertical
 - 5.2 Guías que sirven para que el soporte no se desvíe de su trayectoria
 - 5.3 Tuerca que evita la separación entre soporte y cilindro
- 6. Soporte de las boquillas**
 - 6.1 Soporte cuenta con una guía para ubicar las boquillas
 - 6.2 Soporte sujeta del lado posterior a la flauta.
- 7. Boquillas**
 - 7.1 Sujetador de boquilla que se sujeta al soporte de boquillas
 - 7.2 Tornillo que presiona boquilla por el sujetador de boquilla.
 - 7.3 Resorte que permite movimiento vertical de las partes de la boquilla mientras ésta llena, éste se ubica entre sujetador de boquilla y el cilindro de retorno.
 - 7.4 Cilindro con retorno, éste elemento mientras la boquilla no esté llenada retornará líquido a tanque de alimentación por las mangueras, se ubica entre el resorte y el cilindro que recubre .
 - 7.5 Cilindro que recubre boquilla: su función es evitar que el líquido retorne mientras éste recubre al cilindro interno no saldrá líquido, se ubica abajo del cilindro de retorno
 - 7.6 Cilindro interno: este es el que comunica directo de la manguera de la flauta y en la parte inferior tiene forma de 2 conos invertidos juntos (apariencia de punta de flecha), donde tiene una abertura la cual permite el flujo del líquido.

8. Flauta

8.1 Es un cilindro con 12 salidas de un diámetro de ½ pulgada que se unen a las mangueras que se dirigen a las boquillas, además tiene una 13 a entrada de 1" que recibe la manguera desde la bomba.

8.2 2 tapaderas laterales para el cilindro

9. Mangueras

9.1 Se tienen 24 mangueras de ½ pulgadas de diámetro y sus elementos sujetadores

9.2 3 Mangueras de 1" para recepción movimiento de líquido por la bomba.

10. Cilindro que permite separar los botes

10.1 Cilindro de 2 etapas

10.2 Boquilla que permite separar los envases con el menor daño posible

11. Cilindro que mueve elemento sujetador de envases

11.1 2 Cilindros de 2 etapas en cada extremo de la base que mueve el elemento sujetador.

11.2 Base para cilindros.

12. Elemento sujetador de envases

12.1 2Base con tornillo y tuerca que gradúan ubicación del elemento.

12.2 Elemento sujetador.

13. Tanque de alimentación directa

13.1 Tanque .

13.2 Mangueras de salida de boquillas.

13.3 Manguera salida de tanque para bomba.

13.4 Manguera de marmita a tanque.

13.5 Tubería de tanque de reserva a tanque de alimentación

14. Tanque o recipiente de reserva

14.1 Tanque

14.2 Válvula de paso para bomba neumática y para codo con válvula para limpieza de recipiente.

15. Bomba neumática

15.1 Bomba neumática

16. Accesorios neumáticos que regulan el funcionamiento de los cilindros de 2 etapas

16.1 Mangueras para accesorios

16.2 Válvulas de 3 pasos, 2 para cada cilindro

3.9.4 Materiales de la máquina

La máquina, por el trabajo de los químicos, en su mayoría está constituida por acero inoxidable, la banda y el tubo que cubre la boquillas son de plástico, los resortes son de metal. Los cilindros están sellados para evitar el contacto de cualquier agente.

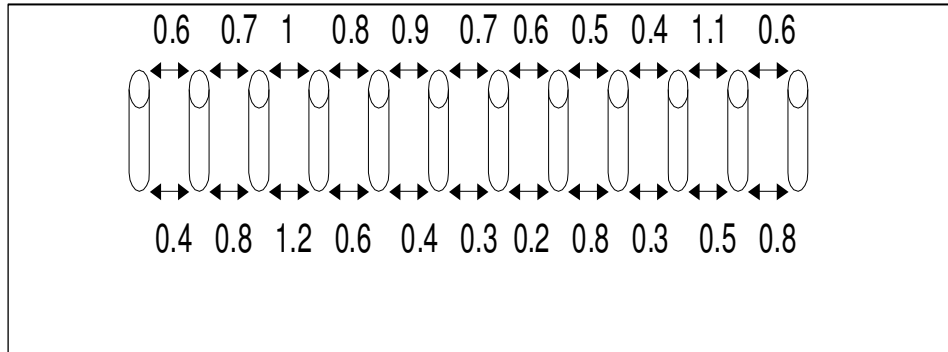
La máquina cuenta con mangueras neumáticas, como también las mangueras para transportar el producto tanto en el llenado como el retorno ambas son de plástico.

Las guías tienen plástico con recubrimiento de acero inoxidable.

3.9.5 Componentes de la máquina que se desajustan

A. El desajuste de las boquillas ocurre normalmente por el aplastamiento del envase, generando golpes a los envases y derrames, ocurre con una frecuencia de cada 4 turnos. En la figura N.o 10 se puede observar la desalación genera que las boquillas en el momento de llenado derramen producto por la ubicación de los envases, los cuales tienen una separación de 1.3 cm entre centros.

Figura 11. Envases de separación entre boquillas en centrimetros



B. ^o El sensor infrarrojo su función es detectar y llevar un conteo de los envases para informar al tablero en que momento puede iniciar el llenado, al mover la posición del sensor este no detecta ni lleva el conteo correcto de los envases ocasionando aplastamiento de envases por las boquillas, derrame de producto. Algunas condiciones provocan que los operarios tengan que mover la posición del sensor y estas pueden ser: que el envase venga un ancho diferente, el sensor esta contando un envase más o uno menos, que en el instante de la limpieza del sensor el operario lo mueva sin intención. Este desajuste ocurre con una frecuencia 2 veces por semana. Es corregida por un mecánico de mantenimiento. Mientras el sensor no es ajustado provoca derrames y aplastamiento hasta que es ajustado.

C. El elemento que sujeta los envases su función es sujetar y alinear los envases mientras ocurra el llenado. Este elemento es movido por 2 cilindros neumáticos que están unidos en los dos extremos del elemento. Su movimiento es horizontal, el desajuste provoca

un aplastamiento, cortes y fugas en las partes laterales de los envases. Este problema se repite hasta que se presenta el mecánico de mantenimiento para realizar el ajuste. Este ocurre con una frecuencia de 1 vez cada 3 semanas. En algunas ocasiones esta falla origina el desajuste de las boquillas.

- D. Las guías su función es guiar los envases de una forma lineal durante el llenado. La distancia entre las guías ocasionalmente debe ser modificada para adaptarse al ancho de los envases. Cuando el ancho de las guías es muy estrecho no permite el avance del envase con respecto al avance de la banda, al retrasar el avance de los envases ocurre aplastamiento por las boquillas y por el elemento sujetador de los envases, además el sensor no detecta cada el movimiento de cada uno de los envases. El derrame y aplastamiento de los envases puede también ocurrir que el ancho de la guía tiene el espacio más holgado, provocando que se en el avance dos envases para el llenado. Esta operación la corrige el mecánico de mantenimiento.

3.9.6 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento realizado por el mecánico de turno donde ajusta las partes que se desajustan, el tiempo que les lleva realizar el ajuste depende que tan rápido es ubicado la falla, la reparación puede durar de 1/2hora a un turno completo.

Los encargados del mantenimiento son mecánicos no están capacitados para maquinaria neumática, por lo que se llevan un mayor periodo determinando las causas del desajuste.

Para el mantenimiento correctivo se llevan los siguientes pasos:

- a) Notificación de encargado de línea.
- b) Encargado de línea busca e informa a mecánico.
- c) Mecánico evalúa funcionamiento.
- d) En caso de no identificar la falla realiza pruebas al conteo de envases por el sensor, si en este caso no es el sensor verifica que el cilindro que detiene los envases este funcionando de acuerdo al tiempo establecido, se verifica la alineación del elemento sujetador de envases, se ve la altura que baja el elemento del soporte de las boquillas, ya que esta ultima este aplastando a los envases.
- e) Luego con herramientas realiza la reubicación de los elementos que se desajustan.
- f) Se realizan pruebas.

3.9.7 Mantenimiento preventivo

En el mantenimiento preventivo se realiza en dos fases la que se realiza por los operarios de línea y la que implementa el departamento de mantenimiento. La actividad realizada por los operarios de línea consiste en limpiar toda la máquina en cada ocasión que se cambia de color de producto, en el cual se limpia los cilindros, las boquillas, las mangueras, la banda transportadora y toda la parte mecánica que no esta expuesta al contacto del producto.

El departamento de mantenimiento tiene un plan para las partes que no pueden ser limpiadas por los operarios que incluye armar y limpiar la bomba de la máquina llenadora 1 vez por mes, aplicar grasa en cadena de banda transportadora cada 3 meses, verificar los tiempos de los movimientos controlados por el panel de control, cada 2 semanas, lubricar las boquillas cada semana.

4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN PROPUESTO

En el siguiente capítulo se describirá la propuesta, la implementación, los resultados. Se describirá los cambios realizados en la línea, los procedimientos, la implementación, los recursos utilizados, los costos, la medición de los estándares de producción, la productividad del proceso.

4.1 Descripción del proceso

Para el proceso de la producción de envases de betún líquido, se eliminaron las operaciones del capítulo 3.1 son la operación **j** y la operación **k**, y se incluyen 2 operaciones de inspección las cuales no son continuas, la primera inspección es para evaluar las bolsas de envases donde se realiza un muestreo por atributos al inicio de cada bolsa. Y la segunda inspección ocurre 1 vez por hora para verificar el peso de los envases.

Las operaciones las podemos observar en las figuras No.11,12,13 ,14 Y su descripción del proceso se presenta a continuación:

- a) Se traslada los materiales de la bodega de materia prima al área de prepesaje.
- b) Se pesan materiales y colorantes.
- c) Se traslada lo pesado al área de marmitas.
- a) Se introduce lo pesado en las marmitas y se mezcla.
- b) Producto se agita y se cose.
- c) Producto se traslada a tanque de máquina llenadora.
- d) Se realiza inspección a bolsa de envases.
- e) En la máquina se introducen los envases.
- f) Los envases son llenados con producto.

- g) Los envases son tapados con aplicador.
- h) Se inspecciona peso de los envases.
- i) Se les coloca tapón a los envases.
- j) Se empacan 36 unidades de envases por caja.

4.2 Estudio de tiempos

En el capítulo 3 se identificaron los tiempos improductivos, para el mejoramiento de los estándares de producción se modificó las operaciones que detienen la continuidad del proceso, como lo es la operación j del capítulo 3.1 cual retrasa la operación 5 minutos por limpieza paro de la maquinaria, generada esta operación tanto por fallas de ajuste como mala recepción de materias primas. La capacitación y las nuevas de operaciones permiten reducir la incidencia de paros de producción.

4.2.1 Medición de tiempos de las operaciones

Las operaciones de la línea en un proceso mejorado son:

- d. Inspeccionar bolsa de envases
- e. Colocar envases.
- f. Los envases son llenados.
- g. Colocar aplicador.
- h. Inspecciona el peso de los envases
- i. Coloca tapadera.
- j. Empaca envase.

Los tiempos de producción se encuentran en la tabla No. X, para los cuales se tomaron 20 muestras de tiempo por cada una de las operaciones.

Tabla X. Muestra de tiempos de producción de las actividades

operacion	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10	MUESTRA 11	MUESTRA T12	MUESTRA 13	MUESTRA 14	MUESTRA 15	MUESTRA 16	MUESTRA 17	MUESTRA 18	MUESTRA 19	MUESTRA 20	PROMEDIO
d	50	55	42	36	35	44	58	59	67	68	59	66	63	54	42	68	69	67	42	31	53.75
e	10	12	13	15	10	9	7	10	8	11	14	15	16	17	15	14	12	10	9	8	11.75
f	16	19	18	14	14	15	11	13	13	19	24	25	17	13	19	15	22	16	20	16	16.95
g	32	42	52	61	52	41	39	78	22	15	45	55	64	30	25	62	55	51	57	58	47
i	22	24	29	27	33	16	22	28	26	16	23	28	20	22	29	18	19	18	31	24	23.75
j	55	60	66	70	54	44	52	59	90	46	60	57	49	54	56	42	47	50	64	45	56
TOTA																					118.4

Para estandarizar los tiempos primero se tiene que normalizar cada operación:

El encargado de la línea realiza las siguientes operaciones A, B:

Buena (+0.03)

Esfuerzo: Buena (+0.02)

Consistencia: Promedio (0.00)

Condiciones: Promedio (0.00)

El operario trabaja de pie, con regular iluminación, ruido intermitente y bajo en el área de trabajo.

$$TeA=53.75$$

$$TeB= 11.75$$

Suma de condiciones= 0.03+0.02= 0.05+1=1.05 valoración en %

$$TnA= 53.75*(1.05)=56.43 \text{ seg}$$

$$TnB= 11.75*(1.05)=12.33 \text{ seg}$$

$$TS= Tn+Tn*\%= 56.43+56.43*0.10=62.01 \text{ segundos}$$

$$TS= Tn+Tn*\%= 12.33+12.33*0.10=13.57 \text{ segundos}$$

Empacador #1 que incluye la operación C y D:

Habilidad: Buena (+0.03)

Esfuerzo: excesivo (+0.12)

Consistencia: Regular (-0.02)

Condiciones: Promedio (0.00)

El operario trabaja de pie tiene que presionar aplicadores con una fuerza 6.84 kg 144 veces por hora, con regular iluminación, ruido intermitente y bajo en el área de trabajo.

$$Te= 16.95 \text{ seg}$$

Te= 47.0 seg

Suma de condiciones= $0.03+0.02+0.012-0.02=1.15$ valoración en %

Tn= $16.95*(1.15)=19.49$ seg

Tn= $47*(1.15)=54$ seg

TS= $Tn+Tn*\%= 19.49+19.49*0.10=21.44$ segundos

TS= $Tn+Tn*\%= 54+54*0.10=59$ segundos

Empacador 2 que incluye la operación E:

Habilidad: bueno (+0.03)

Esfuerzo: Promedio (+0.00)

Consistencia: promedio(+0.00)

Condiciones: Regular (0.00)

El operario trabaja de pie tiene, con regular iluminación, ruido intermitente y bajo en el área de trabajo.

Te=20.75

Suma de condiciones= $+0.032=1+0.03=1.03$ valoración en %

Tn= $20.75(1.03)= 21.37$ seg

TS= $Tn+Tn*\%= 21.37+21.37*0.10=23.51$ segundos

Empacador 3 que incluye la operación F:

Habilidad: promedio (+0.00)

Esfuerzo: Promedio (+0.00)

Consistencia: promedio(+0.00)

Condiciones: Regular (0.00)

El operario trabaja de pie tiene, con regular iluminación, ruido intermitente y bajo en el área de trabajo.

Te=56

Suma de condiciones= $+0.00=1+0.00=1.00$ valoración en %

Tn= $56(1.00)= 56$ seg

TS= $Tn+Tn*\%= 56+56*0.10=61.6$ segundos

Tiempo total estandar= $62+13+21+59+23+61=239$ seg

Tiempo total en minutos= $239/60=3.98$ minutos.

La capacidad instalada de la máquina llenadora es de 36 unidades en 80 segundos, el equivalente a 1 minuto con 40 segundos. Esto indica que la máquina puede llenar:

$$(3600\text{seg/hora})/(100\text{seg/por caja})=36\text{cajas*hora}$$

Y en un turno 360 cajas, continuo sin interrupciones, ya que para las inspecciones disminuye el ritmo de producción.

4.2.2 Medición de tiempos improductivos

Los tiempos improductos de la línea de operaciones disminuyeron por los siguientes pasos:

a) Para el ajuste de la maquinaria:

a.1) Se capacito al personal y se le brindo herramienta para ejecutar el ajuste del censor, el ajuste del elemento sujetador.

a.2) En capitulo 4.7 se muestra el diseño del elemento que evita que las boquillas pierdan la dirección para evitar , las inspecciones, y el mantenimiento preventivo. Por lo cual se Entre los tiempos improductivos están el de preparación de la línea que consiste en armar las cajas para la producción del turno tiempo promedio ½ hora, ½ para traer suministros a la bodega referente a envase aplicadores y cajas.

a.3) El fabricante mejora la de calidad del envase, lo que disminuye fallas como cambiar el tamaño del paso entre las guías, también se evita el aplastamiento por las boquillas al envase que es débil.

b) Calidad del envase

- b.1) Se informó al fabricante las fallas y el control y rechazo que se implementó como se muestra en capítulo 4.5.2, lo que mejoró la calidad del envase.
- b.2) El envase débil disminuyó en las bolsas de 200 unidades a 20 en un promedio 5 bolsas de una muestra de 30 bolsas.
- b.3) Los paros por derrame provocados por derrame disminuyeron como también el de inspección.
- b.4) Se disminuyó la cantidad de desperdicio de 10 a la semana a 1 sola bolsa, mejorando limpieza, disminuyendo paros para limpieza.

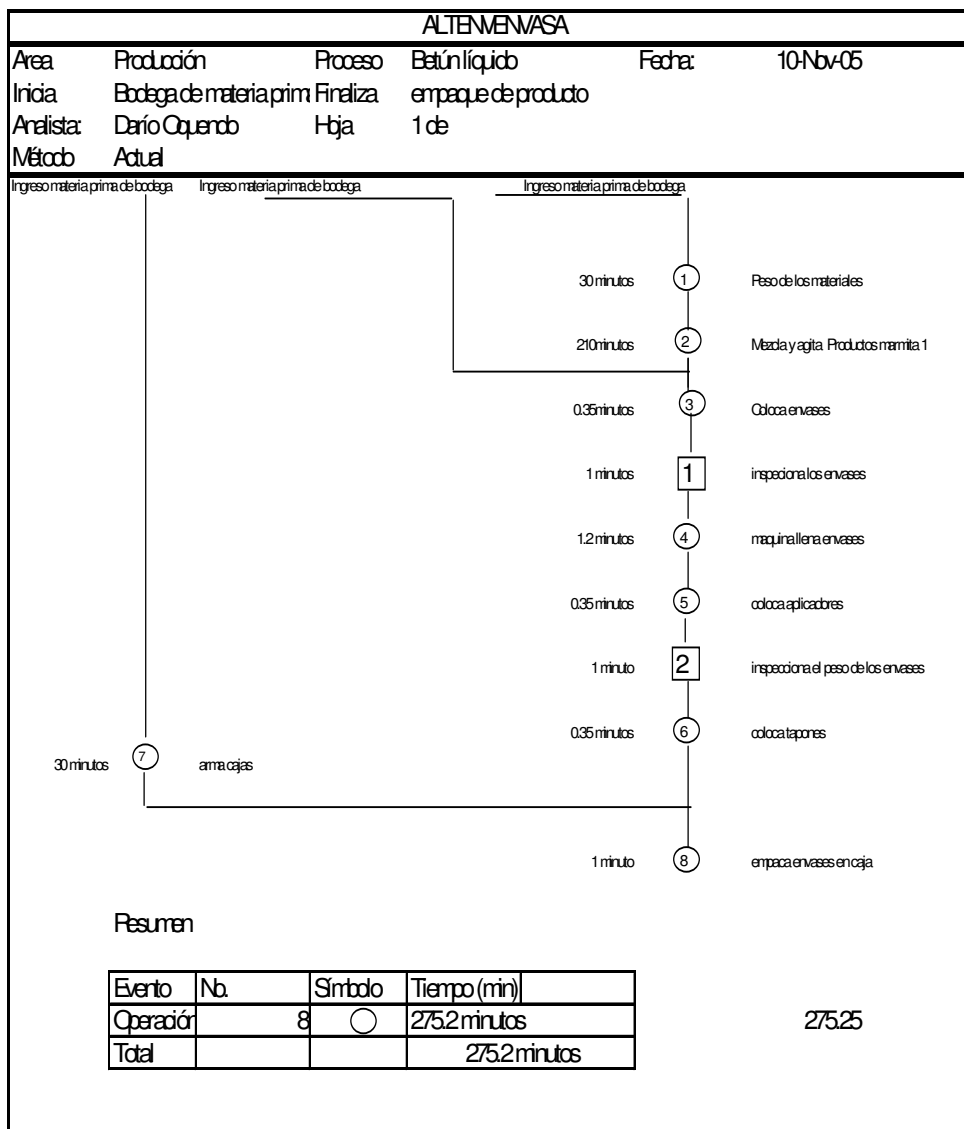
4.3 Diagramas del proceso

El nuevo diagrama tiene variaciones de operaciones por análisis que se plantea en este capítulo.

4.3.1 Diagrama de operaciones

El siguiente diagrama describe las operaciones luego de efectuar los cambios en la línea se puede la referencia del estudio de tiempos en el capítulo 4.2.1

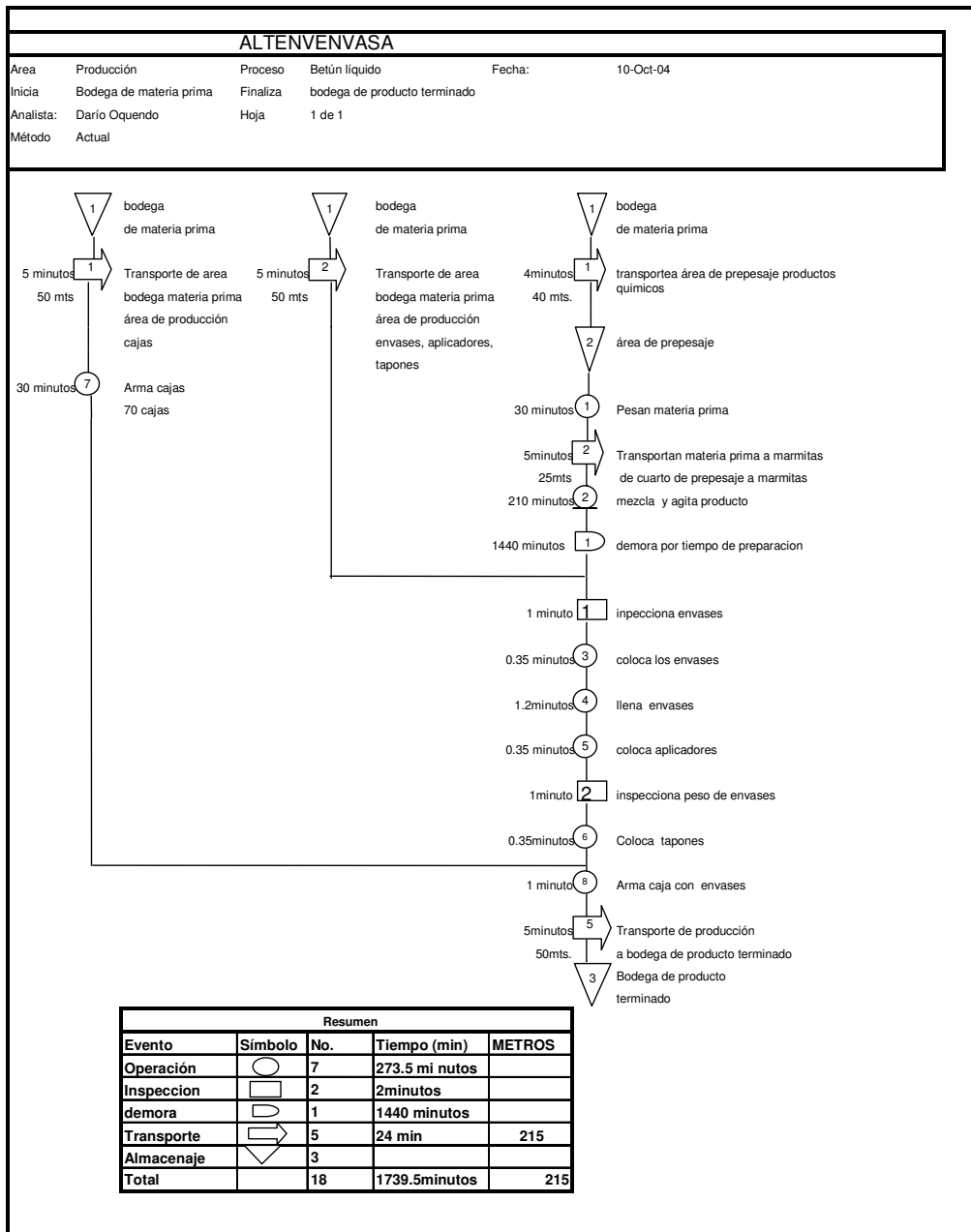
Figura 12. Diagrama de operaciones



3.4.2 Diagrama de flujo

El siguiente diagrama describe todas las actividades que se efectúan para la fabricación de betún líquido

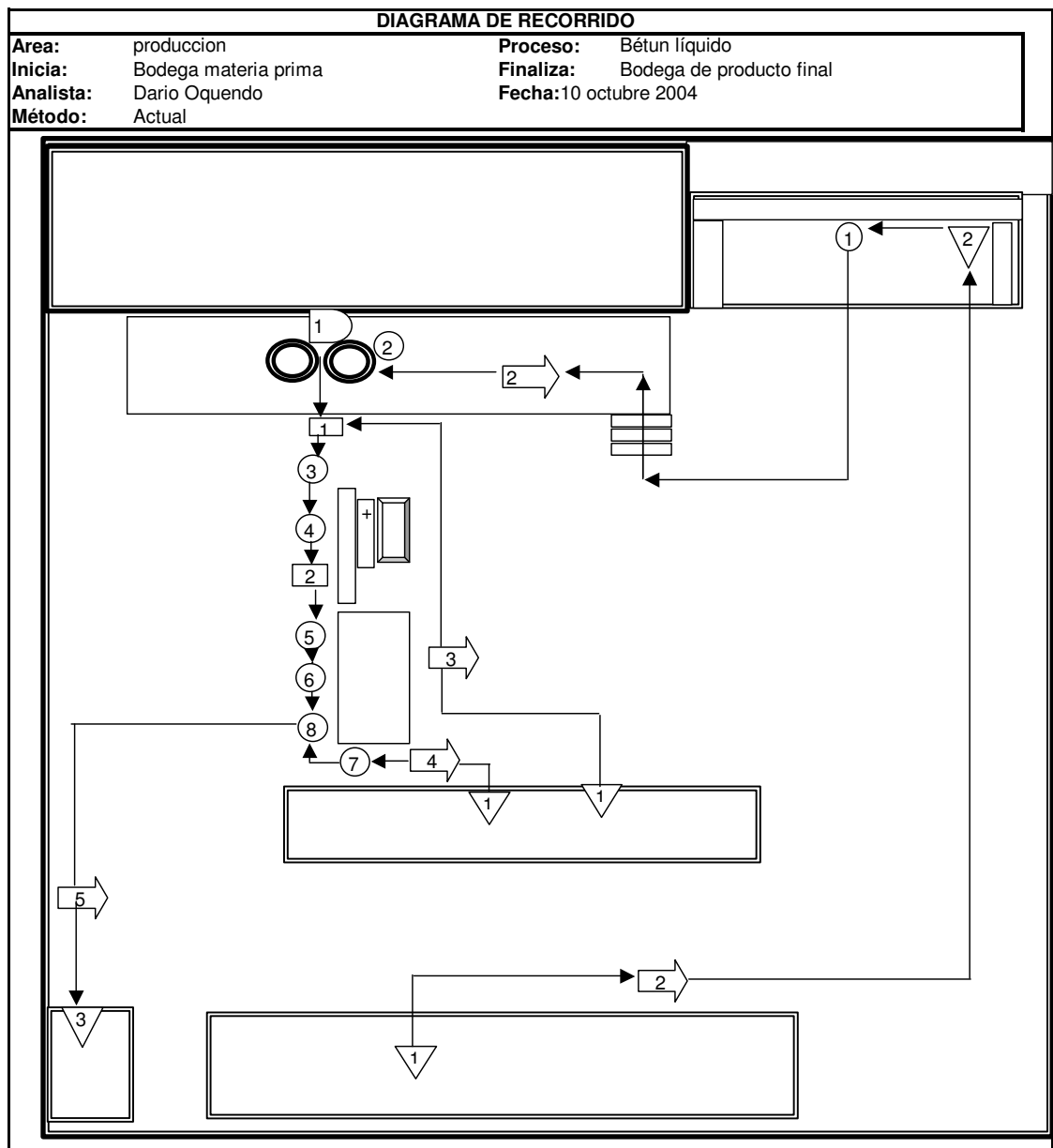
Figura 13. Representación del diagrama de flujo



4.3.4 Diagrama de Recorrido

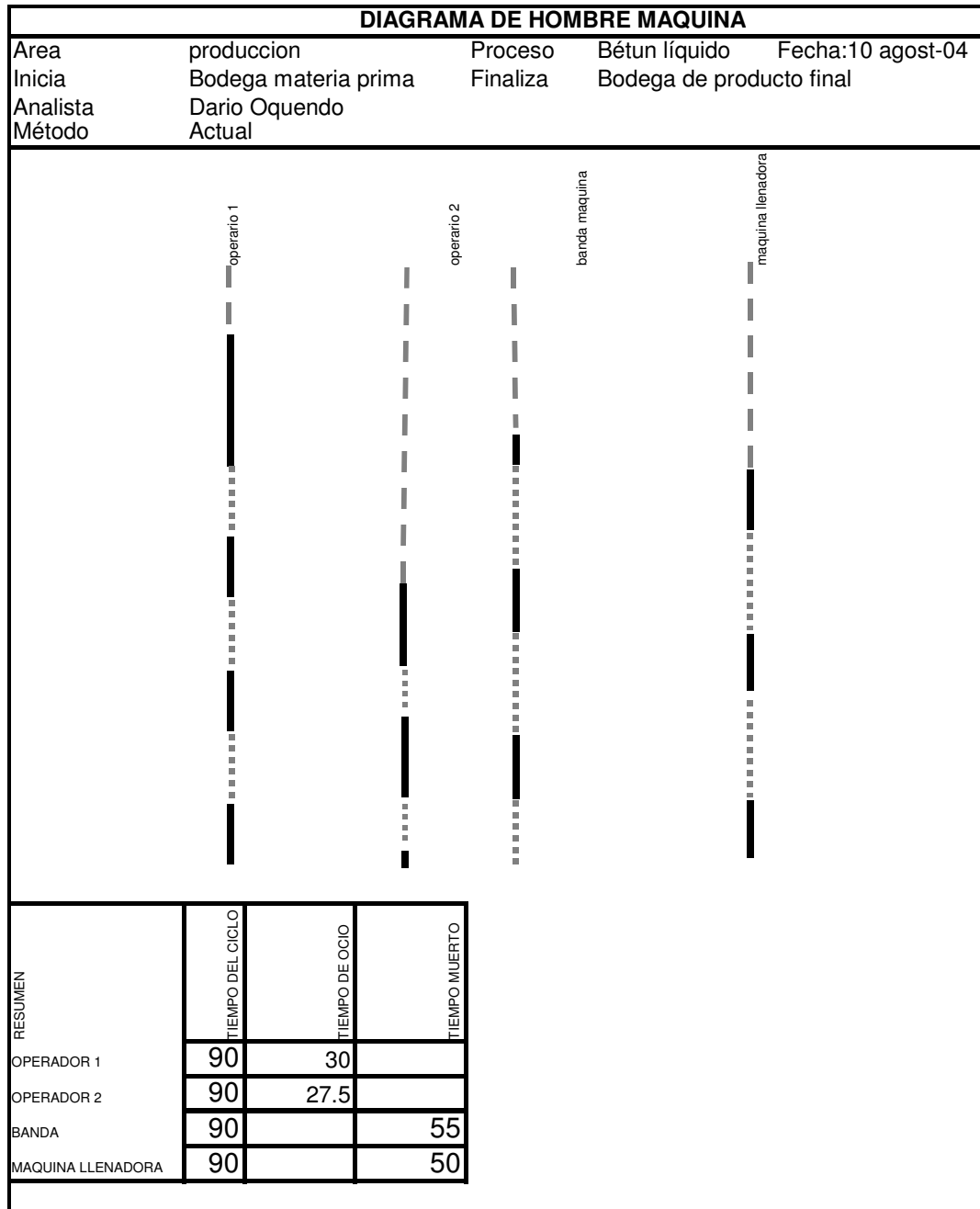
El siguiente diagrama describe las operaciones luego de efectuar los cambios en la línea se puede la referencia del estudio de tiempos en el capítulo 4.2.1

Figura 14. Diagrama de recorrido



4.3.4 Diagrama hombre máquina

Figura 15. Representación del diagrama hombre máquina



4.4 Balance de líneas propuesto

Se realizó un nuevo estudio de balance para indicar cuál debería de ser la cantidad de operarios adecuados luego de los cambios realizados en la línea.

4.4.1 Estación de Producción

La estación de producción está dividida en tres áreas:

- 1) Colocación de envase y inspección de envases.
- 2) Colocación de aplicadores.
- 3) Colocación de tapones y empaque.

4.4.2 Número de operarios

La línea de betún líquido trabaja con una nueva estación siendo de 4 operarios, divididos en 1 en cada estación.

4.4.3 Eficiencia

Tabla XI. Tiempos de producción por operario.

	Tiempo estándar en segundos	Tiempo en minutos
Encargado de línea	13.57	0.2
Empacador 1	21.44	0.4
Empacador 2	21.37	0.4
Empacador 3	61.6	1
Total	118	2

La producción mensual es de 6700 cajas turno de trabajo 10 horas con una eficiencia de 70%.

$$IP = 6700 / (20 * 60) = 5.6$$

El número de operadores teóricos para cada estación queda:

$$NO1 = (0.2 * 5.6) / 0.7 = 0.18$$

$$NO2 = (0.4 * 5.6) / 0.7 = 0.285$$

$$NO3 = (0.4 * 5.6) / 0.7 = 0.284$$

$$NO4 = (0.1 * 5.6) / 0.7 = 0.89$$

Tabla XII. Cantidad de operarios por estación.

Operación	Te (min)	No teóricos	No reales
1	0.2	0.18	1
2	0.4	0.285	1
3	0.4	0.284	1
4	1	0.89	1
total	2		4

Tabla XIII. Tiempo estándar por estación

operacion	Te(min)	Min estandar asignados
1	0.2/1=0.2	0.89
2	0.4/1=0.4	0.89
3	0.4/1=0.4	0.89
4	0.89/1=0.89	0.89
total		3.56

Piezas por turno= $(4*600\text{min})/3.56=674$. cajas

4.4.4 Tiempo estándar

El tiempo estándar para producción por caja de la máquina es de 0.02*hora, el tiempo del total del ciclo es de 1 minuto con 40 segundos 0.04 cajas*hora.

Dando una eficiencia por máquina de $3600/100\text{seg}*\text{caja}= 36*\text{hora}$, 360 cajas por turno, y si es medido por el total del ciclo es de $3600/120= 30\text{cajas}*\text{hora}$, 300 cajas por turno.

Se tomará la eficiencia por máquina ya que es la capacidad total por la que se va a comparar.

4.4.5 La eficiencia

La línea tiene una eficiencia con respecto a la máquina de $(30*100)/36= 83\%$, la eficiencia de la línea.

4.4.6 Demanda

El promedio de demanda del mercado es de 6,700 cajas.

Divida en los siguientes colores

4800 cajas de color negro.

1000 cajas de color blanco.

700 cajas de color café.

200 cajas de color incoloro.

4.4.4 Tiempo disponible

Entre ambos turnos se tiene un promedio entre 400 horas a 440 horas. Menos los 4 cambios de colores que dan una disponibilidad entre 360 a 400 horas por mes.

4.5 Calidad del envase

Para mejorar la calidad del envase se siguieron los siguientes pasos.

- a) Identificar los envases débiles y las áreas que se pueden identificar para su clasificación.
- b) Luego se creo una prueba para identificar los envases débiles la cual consiste en colocar el envase entre las manos y luego se comprime el envase si este cede es envase débil.
- c) Luego se tomó como referencia a las tablas de muestreo por atributos Doge Roming para definir que bolsa cumple con una calidad definida.
- d) Se clasifica al operario para que lo clasifique.
- e) El siguiente paso se informo a la empresa que fabrica el envase y que verifique con las tablas el cumplimiento o no de conformidad e identifique los motivos de no aceptación para las bolsas.
- f) Luego establecer un procedimiento de recepción de materias primas.

4.5.1 Perfil de la persona que mida la calidad del envase

El propósito es crear una plaza para controlar la recepción de materias primas en la empresa.

Grado escolaridad: Bachiller en ciencia y letras.

Estudios universitarios : 2 años de la carrera de farmacia.

Sexo: Masculino.

Edad: 23-30 años.

Salario: 1,800-2,500 quetzales exactos.

Estado civil: soltero.

Experiencia laboral : 6 meses laborando en el área de control de calidad en laboratorios, con químicos.

Estudios de conocimiento básico: buenas prácticas de manufactura y Normas ISO, Microsoft Office, cartas de control, manejo de tablas de atributos Doge Romming, procedimientos de recepción y control de calidad en áreas de producción.

Función: realizar pruebas, medir la calidad de las materias primas, de los productos en proceso, de los productos transformados, crear estadísticas de los resultados obtenidos semanales. Dar información al departamento de calidad y a la alta gerencia sobre la situación de la materia prima, del producto en proceso así del producto ya transformado, tomar decisiones con los proveedores para reclamos y mejoramiento de la calidad de la materia prima, analizar desviaciones de producción y corregirlas en el proceso, así como el mejoramiento continuo de los productos vendidos a los clientes.

4.5.2 Pruebas a la recepción de los envases

Las pruebas de recepción de envases se llenaran en una hoja de recepción de materia prima.

PROCEDIMIENTO DE RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

1. Departamento de bodegas recibe materias primas.
2. Departamento de bodegas informa a departamento de calidad la cantidad de producto, fecha de ingreso, ubicación del mismo y nombre del proveedor.
3. Departamento de calidad define con las tablas de Doge Romming o Militar Estándar, la cantidad de muestras a seleccionar, se llena la hoja de recepción de materiales para el caso de 43 envases solo se acepta 4 envases con defecto.
4. A las muestras se les hacen medidas por variables y luego por atributos, estas son llenadas y documentadas.
5. Si en caso no cumplieran con las especificaciones, analiza la población, que % no cumple con las especificaciones, si este fuera mayor del 20% el lote se rechaza.
6. Cuando se rechaza, el departamento de calidad llena una hoja de rechazo indicando las causas por qué es rechazado el lote y se envía adjunto con el lote rechazado.
7. Si el problema persiste se ingresa la información documentada de los rechazos, y se llena la información de la hoja de reclamos. Si el defecto persistiere, repitiéndose más de 2 ocasiones, y se muestre el defecto entre la población entre 5% al 20% el departamento de calidad extenderá una hoja de reclamos donde indica el defecto, las fechas de entrega, el porcentaje defectuoso, las pruebas realizadas, con firma del jefe de calidad y gerente de planta.

4.5.3 Especificaciones mínimas del envase para el proveedor

El envase tiene que cumplir con varias especificaciones las cuales son:

1. Color gris tono.
2. Peso del envase 12 gramos sin etiqueta.
3. Al ejercer presión debe soportar 0.05% más del promedio de presión la cual sería de 6.657 kg fuerza.
4. El envase debe no traer partes blandas.

4.5.4 Hojas de control de calidad

4.5.4.1 Procedimiento para ingresar información en la hoja de recepción de materiales (Figura 21. Página 122):

1. Con una cruz o de señal llene los datos del producto; este se puede clasificar según su género envase(envases, aplicadores, tapones), material de empaque(cajas, separadores de cajas, láminas para producto), bobina(bobina, manga), producto químico(colorantes, bases, bactericidas, solventes, ceras, comunes), e indicar en qué línea de producción será utilizado el producto.
2. Colocar el nombre del producto el tamaño del lote, presentación en peso o volumen.
Para la presentación de envases, los lotes tienen los siguientes tamaños:
Envase de betún líquido 500 unidades en bolsa.
Tapadera de envase betún líquido 1,000 unidades en bolsa.
Aplicador de envase betún líquido 3,500 en caja.
Botella de 500 o 1,000 ml., 1,496 unidades por tarima.
Tapadera amarilla No.28 (4178 unidades por bolsa).
Cajas corrugadas 25 unidades.

Separadores 100 unidades .

Bobina y manga según cantidad de bobinas.

Colorante, la medida en kg.

Bases, bactericidas, solventes, ceras, comunes, puede ser por sacos, litros, galones o kg.

3. Definición del tipo de muestreo: lo definirá el departamento de calidad en base a la calidad del producto, esto si el producto en el primer muestreo no refleja la calidad.

4. Tamaño de muestra (este criterio puede ser variable pero debe de ser definido en el departamento de calidad) según las tablas de Dodge Roming utilizando un LCSP= 2% y un promedio defectuoso entre 0.81-1.2%.

Para envase de betún líquido con NCL=9.8, una muestra $n=39$ envases $c=1$.

Tapadera de envase betún líquido NCL= 8.1, una muestra $n=65$ tapaderas $c=2$.

Aplicador NCL =7.0, una muestra $n=95$ aplicadores, $c=3$.

Botella NCL= 8.1 una muestra $n=65$, $c=2$.

Tapadera amarilla NCL= 6.4 una muestra $n=125$, $c=4$.

Para las cajas, separador corto y largo de cartón, las entradas de productos es en millares; esta la definirá el departamento de calidad.

Para los químicos, como algunas son pruebas destructivas, y otras de comparación se tomarán muestras de 10ml para líquidos, 0.5 gramos aquellos que se midan por peso.

5. Para llenar los datos de envase por pruebas variables se utilizará la hoja de control de calidad Sección 1-1 (Figura 22. Página 126) donde se colocarán las medidas tomadas y luego se calculará el promedio como la desviación estándar, esta hoja se utilizará para todas las medidas variables como son longitudes, pesos.

6. En la hoja de sección 1-2 (figura 23. Página 127) se colocará en la parte inferior el nombre de atributo medido como lo puede ser color de etiqueta, propiedades físicas de los envases.
7. Al finalizar, se indicará qué porcentaje de las muestras no cumplieron con las especificaciones tanto variables como de atributos, se colocará fecha y nombre quién realizó las pruebas.
8. Si el porcentaje defectuoso se ubicara entre 0-5 % es informado el jefe de calidad como ingeniero de planta, si estuviera entre 5 y el 20% se informará al jefe de calidad e ingeniero de planta y se comenzará a llenar la hoja de reclamos(ésta es utilizada cuando el producto no se puede rechazar directamente como sucede en el caso de betún líquido, o el defecto no es representativo), en caso que el porcentaje fuera mayor del 20%, se informará al jefe de calidad, el cual informará al jefe de planta, se llenará hoja de rechazos, y hoja de reclamos.
9. Cuando se llene la hoja de reclamos, se adjunta hoja de control de materias primas, hojas de sección 1-1, como 1-2, en el caso de hoja de rechazo se adjunta hoja de control de materias primas, hojas de sección 1-1, 1-2, y hoja de reclamos.

4.5.3.2 Procedimiento para ingresar la información en la Hoja de Rechazo (Figura 24. Página 128):

1. Identificación del nombre de producto, nombre del proveedor, tamaño de muestra.
2. Nombre de las pruebas realizadas, especificaciones de pruebas.
3. En resultado como es promedio de los datos variables, la desviación estándar, porcentaje de producto defectuoso.
4. En las observaciones, es un informe de cómo afecta en la producción la mala calidad del producto .
5. Firma de los jefes de calidad como jefe de planta.

4.5.3.3 Procedimiento para ingresar la información en la Hoja de Reclamos (Figura 25. Página 130):

1. Esta hoja será llenada en caso de rechazo, o cuando es el defecto se manifiesta continuamente, se adjuntarán las hojas de control de materias primas, las hojas de sección 1-1 y 1-2 de cada hoja de control materias primas.
2. Las pruebas realizadas, y las fechas donde ocurrieron los defectos.
3. Se ingresa el # de rechazo y el número de hoja recepción de materiales.
4. Las especificaciones de las pruebas,(esto es para que el proveedor conozca el análisis que se le realizó a la materia prima), es detalle del procedimiento, también los resultados.

4.5.4 Estadística de control de calidad

Al efectuar inspecciones continuas en los envases generó una mejora de la calidad por el fabricante disminuyendo la cantidad de envases débiles encontrando 10 envases por bolsa como también la cantidad de bolsa que presenta envase débil ya que de 30 bolsas se encontró 5 bolsas con envase débil.

4.5.5 Productividad frente a la Calidad

Al informar a Englosa la calidad de los envases se mejoró comprobándolo en la cantidad de desperdicio ya que en los meses de octubre, noviembre, teniendo un promedio de desperdicio de 1 bolsa de 500 envases por semana, se redujo en 90% la cantidad de desperdicio, reduciendo el costo por desperdicio a 24 quetzales por semana.

4.6 Medición de la Productividad

La productividad se mide con la producción, esta puede variar según las modificaciones que se planten el proceso.

Los cambios físicos fueron:

- d. Contratar un operario más para el empaque del proceso.
- e. Capacitar al operario que coloca los envases en la llenadora, el cual identifica si la bolsa cumple o no con las especificaciones. Cuando esta no cumplía se rechaza el producto.
- f. Informar a empresa de los defectos de los envases.
- g. Agregar a la máquina un sujetador que evita que las boquillas se desajusten.
- h. Eliminar la operación de limpieza al eliminar pedazo hule que se instalo como amortiguador entre la boquilla y el envase.
- i. Colocar una estación de control de peso de envase luego del llenado está operación se realiza cada hora.

4.6.1 Medición de la productividad parcial

4.6.1.1 Medición de la producción

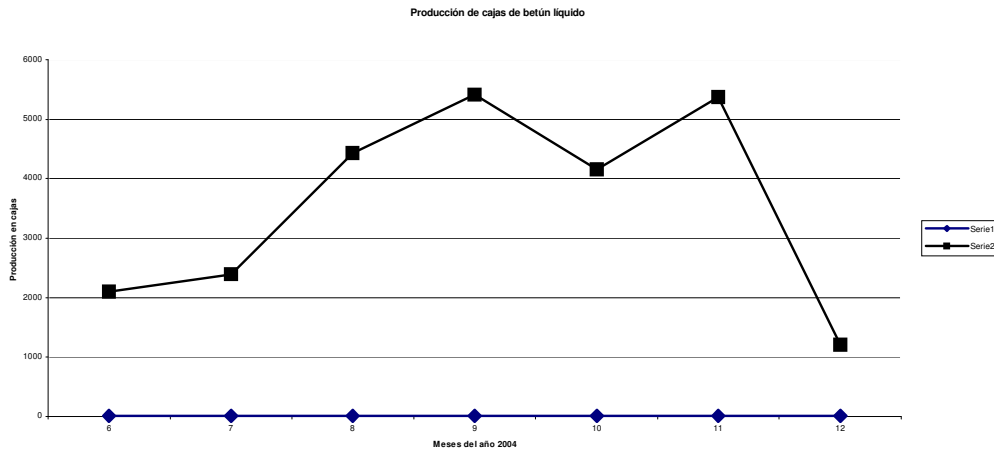
Para hablar de la producción de la línea betún líquido se darán los datos obtenidos generales del mes. Se dará a conocer la cantidad de turnos

Tabla XIV. Datos de producción en cajas de los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre; de la línea de betún líquido

Altenvasa.

MES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PRODUCCION	4431	5410	4153	5375	1211
TURNOS	42	42	35	35	7
HORAS EFECTIVAS	420	420	350	350	70
PRODUCCION POR TURNO	105.5	128.8	118.7	153.6	173.0
PRODUCCION POR HORA	10.6	12.9	11.9	15.4	17.3

Figura 15. Producción de la línea de betún líquido



4.6.1.2 Medición costo mano de obra

En el mes de septiembre y octubre existe un aumento en este costo por el ingreso del empacador 3. sin embargo en la Tabla No XV se observa que el costo unitario disminuye. Al comparar el costo unitario en el capítulo 3.7.1.1 que es el costo de los primeros meses se observa que el costo disminuye notablemente en agosto debido al aumento de producción.

Tabla XV. Costos de producción.

MES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
COSTO TURNO DIURNO	Q5,460.00	Q6,160.00	Q5,320.00	Q5,600.00	Q1,680.00
COSTO TURNO NOCTURNO	Q3,600.00	Q5,700.00	Q4,800.00	Q4,800.00	Q300.00
COSTO POR MANO DE OBRA	Q9,060.00	Q11,860.00	Q10,120.00	Q10,400.00	Q1,980.00
COSTO POR INSUMOS POR CAJA	Q44,310.00	Q54,100.00	Q41,530.00	Q53,750.00	Q12,110.00
COSTO TOTAL	Q53,370.00	Q65,960.00	Q51,650.00	Q64,150.00	Q14,090.00
COSTO UNITARIO	Q12.04	Q12.19	Q12.44	Q11.93	Q11.64

4.6.1.3 Productividad Parcial

Tabla XVI. Productividad parcial de la línea de betún líquido

MES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PRODUCCION	4431	5410	4153	5375	1211
COSTO POR MANO DE OBRA	9060	11860	10120	10400	1980
PRODUCTIVIDAD= (PRODUCCION)/COSTO MANO DE OBRA	48.90728477	45.61551433	41.03754941	51.68269231	61.16161616

La productividad parcial del mes de julio es de 0.25%, mientras la productividad parcial de los siguientes meses esta entre 0.41% y 0.61%.

4.6.2 Productividad medida por la eficiencia

La eficiencia mejoro luego de disminuir las interrupciones, mejorando la producción, fabricando más producto en menor tiempo.

4.6.2.1 Horas estándar

Horas estándar por máquina es de 0.02 por hora.

4.6.2.2 Tiempos improductivos

Los tiempos improductivos se redujeron de la siguiente manera:

1. Informar a la empresa que fabrica los envases los parámetros para la fabricación de envases.
2. Diseñar elementos mecánicos de ajuste para disminuir las correcciones.
3. Realizar balance de líneas agregando un operario más en la línea capacitándolo.

Para reducir el derrame del producto se siguieron las siguientes actividades:

1. Reducir la cantidad de envase débil, realizando el operario de la línea una selección de 42 envases por bolsa, si existen más de 2 envases débiles se rechaza la bolsa.
2. Se capacitó al operario en utilización de herramienta para ajustar la máquina y elementos de la máquina que se desajustan.
3. Se eliminó los empaques de hule de las boquillas, los cuales producían goteo y ensuciaban los envases generando una operación de limpieza al operario que coloca los tapones.
4. Se eliminaron las demoras por limpieza de banda.
5. Se logró un aumento sostenido de la producción con motivación, facultando al personal, dando a conocer la cantidad de producción requerida del mes, como los resultados que ellos obtenían, creando un ambiente de competencia entre los dos turnos.

Al reducir los tiempos improductivos, sólo quedó la demora que se tiene en el cambio de color, llegando a producir por turno 250 cajas por turno.

4.6.2.3 Productividad por eficiencia

Mes de Agosto

$$\frac{4431}{420} * 0.02 = 0.211$$

420

Mes de septiembre

$$\frac{5410}{420} * 0.02 = 0.258$$

420

Mes de octubre

$$\frac{4153}{350} * 0.02 = 0.237$$

350

Mes de noviembre

$$\frac{5375}{350} * 0.02 = 0.307$$

350

Mes de diciembre

$$\frac{1211}{70} * 0.02 = 0.346$$

70

Como se puede observar, la eficiencia aumentó en 22% comparado con el mes de julio, en el cual la eficiencia era de 11%.

También aumentó el estándar de producción de 5 cajas por turno en el mes de julio a 17 cajas por turno en el mes de diciembre.

4.7 Diseño de los elementos fijadores a los componentes que se desajustan de la máquina

El diseño de los elementos fijadores se tomaron las siguientes variables:

- 1) La máquina trabaja las 24 horas durante 5 días continuos.
- 2) Las boquillas cuando aplastan envases se desajustan y no es visible.
- 3) El desajuste es continuo.
- 4) Los elementos de sujeción actuales para ajustarlo se lleva un tiempo promedio de 5 a 10 minutos.
- 5) El caso de las boquillas estas están sujetas por la parte superior, lo que aumenta las probabilidades de que varié su centro como se muestra en la figura No.10.
- 6) Al evitar que las boquillas aplasten los envases y provoquen derrames se disminuye la limpieza de la banda y disminuye la probabilidad de mover el sensor.

4.7.1 Medida y ubicación de los elementos de sujeción

El elemento que se va sujetar tendiendo a desajustarse con mayor frecuencia, son las boquillas como se puede observar en la figura No.15, las cuales cuando se desajustan aplastan los envases provocando derrame de producto, una demora por limpieza de 5 minutos, paro de la línea de producción, pérdida de la continuidad.

La ubicación de este elemento es entre las boquillas para mantener una separación de 1cm, en la boquilla de forma vertical.

La medida que tiene cada boquilla es un diámetro de 3.4 cm, como una altura de 12cm. por boquilla. El elemento sujetador tendrá un largo de 59.

cm. 4cm. de alto, espacios cuadrados para que entre las boquillas de 3.78 cm. estará anclado a la máquina por medio de tornillo como se puede observar en la figura No16.

4.7.2 Dibujos

Figura 17. Vista militar del elemento sujetador de las boquillas

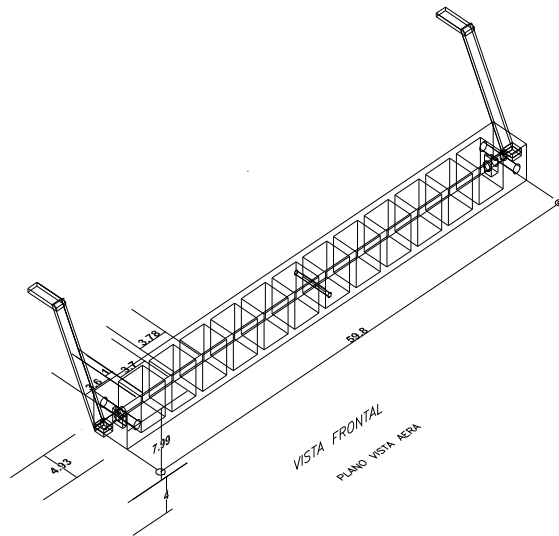


Figura 18. Vista aérea del elemento sujetador

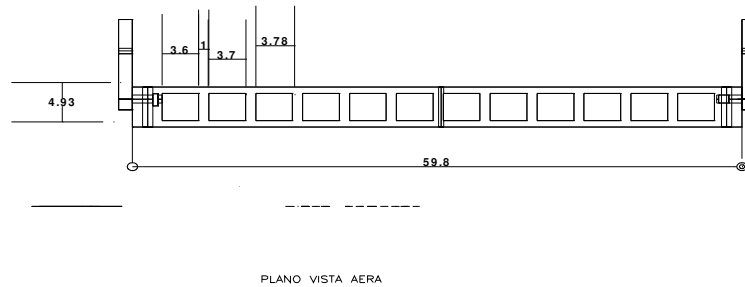
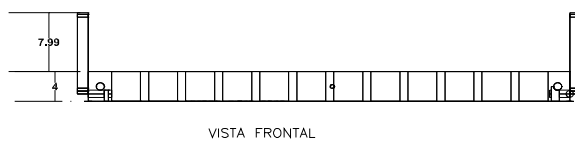


Figura 17. Vista frontal del elemento sujetador



Elemento sujetador vista frontal.

4.7.3 Reducción de mudas por la fijación de elementos

Al instalar en la maquina el elemento sujetador en las boquillas se eliminó en un 40% de paros por derrames causados por diferencia de distancias entre las boquillas disminuyendo el aplastamiento del envase por algún desajuste de los elementos mencionados en el capítulo 37.2.2.2.

4.7.4 Cambio de tecnología

Para poder cubrir la demanda de producción se sugiere ampliar el tamaño de la banda, para poder aumentar la velocidad de la misma, con esto aumentaría la eficiencia de la máquina, al ampliar la longitud de la banda se tiene posibilidad de colocar más personal para la colocación de aplicadores.

Se cotizó una máquina de colocación de aplicadores, el costo en \$ es de 10000.00, la cual tiene la función de alimentación, alineación y colocación de aplicadores en el envase.

4.8 Mantenimiento Preventivo

Para el desarrollo del mismo se coordino con el departamento para el desarrollo de diferentes áreas como lo es lubricación, las rutinas, la programación, los insumos y el personal.

4.8.1 Lubricación

Para los cilindros sellados la empresa utiliza la Grasa LGMT2/1, grasa multiuso para rodamientos tamaño pequeño, mediano, de bolas, consistencia NLGL grado 2 $-30/120\text{ C}^0$. Esta grasa debe aplicarse por los operarios de la línea cada vez que se realice limpieza de la maquinaria en el cambio de color.

La lubricación de las boquillas debe realizarse cada semana, también cuando se realiza limpieza por cambio de color, como es una grasa se recomienda distribuirla uniformemente en el área que tiene fricción, luego probar la boquilla.

La lubricación de la cadena del engranaje que mueve la banda debe realizarse una vez cada 6 meses, ésta iniciará con la limpieza de la banda luego debe aplicarse la grasa.

4.8.2 Rutinas

Como mantenimiento del usuario 1 vez por semana lubricar boquillas, cilindros.

2 Veces cada semana ajustar el censor infrarrojo.

1 Vez al mes ajustar el sujetador de envases.

4.8.3 Programación

Para el departamento de mantenimiento se plantea la siguiente programación de mantenimiento:

Cada 6 meses lubricar con grasa la cadena del engranaje de la banda.

Las bomba, cada 1.5 mes desarmar, limpiar de residuos que se solidificaron.

Cada año cambiar resortes de boquillas.

Realizar mantenimiento al sistema de mantenimiento neumático cada 3 meses donde se probará si está tapado, el sistema de lubricación, el sistema reductor de presión.

4.8.4 Insumos

Para la lubricación de las boquillas, cilindros se utiliza la grasa LGMT2/1, grasa multiuso para rodamientos, tamaño pequeño, mediano de bolas, consistencia NLGL grado 2 $-30/120\text{ C}^0$. La cantidad utilizada para cada boquilla, para cada cilindro es de 0.5 gramos, 8 gramos por semana al año 416 gramos al año y 40% extra por cambios de colores da como resultado 582 gramos al año.

Además de la lubricación se tiene que utilizar solvente natural para limpieza de la máquina, 15 litros por año, como también trapo de limpieza 10 libras por mes.

Para la lubricación de la banda se debe utilizar 1 libra de trapo de limpieza cada vez que se realice la limpieza, 0.5kg de grasa café para la lubricación del mismo.

12 Resortes con el ancho y grosor de los que se tienen en la máquina cada año.

Herramientas para uso de los operarios, como un desarmador cabeza plana, 2 llaves de cola con las medidas 10, 14.

4.8.5 Personal

Para realizar el mantenimiento de usuario, el que lo aplica es el mismo personal de la línea, el cual lubricará las boquillas, cilindros, 1 vez cada semana, cada vez que exista cambio de color de producto, ajuste de los elementos que se desajustan.

Para el mantenimiento de la bomba, lubricación de la cadena, para cambio de resortes, lo realizará un mecánico del departamento de mantenimiento.

En caso de desajuste del tablero de control, el mecánico lo ajustará.

4.8.6 Hojas de control

La siguiente hoja de control permitirá llevar un control de inventario y de planeación para aplicar mantenimiento preventivo en la línea.

Tabla XVII. Hoja de control de mantenimiento

Fecha: _____ Línea : _____ Máquina: _____ Hora: _____ Actividad programada <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> fecha programacion: _____ Fecha en que se programo: _____
Actividad: _____ _____ Insumo: _____ _____ Tiempo de realización _____ Nombre y firma del Mecánico _____ _____
Obsevaciones _____ _____ _____

Tabla XVIII. Hoja de control de suministros de mantenimiento

Suministro	fecha	Entradas	Salidas	Saldo
Grasa				
Grasa Café				
Guipe				
Herramientas				

4.9 Costos de propuesta.

Contratar a un operario más representa un costo de Q3,190.00 por mes.

Contratar a una persona para realizar pruebas de calidad Q2,500.00 por mes.

Papelería para control de calidad Q200.00, incluye tinta de impresión, fotocopias, papel para impresión.

Grasa café, 2 kilogramos Q50.00

Grasa para rodamientos pequeños, 2 libras Q70.00

Herramientas que incluye un juego de llaves que tiene un costo Q50.00

Elemento sujetador que es de plástico Q 100.00 y Q50.00 de mano de obra.

El costo total por mes es de Q5,930.00

CONCLUSIONES

1. Se aumentaron los estándares de producción, de Junio de 2004, de 5 cajas por hora, a los de diciembre 2004 de 17 cajas por hora mejoro la productividad parcial de 25% a 61%. La línea de producción duplico la producción obteniendo una máxima producción en el mes de septiembre con 5410 cajas.
2. Al mejorar las condiciones de la maquinaria como la calidad del envases se logro disminuir el desperdicio de 10 bolsas a 2 bolsa de 500 unidades. Reduciendo el costo de desperdicio por Q198.80
3. Al mejorar la productividad se redujo los costos unitarios por caja desde junio de Q14.33 , en julio Q13.88, mejorando la productividad en el mes de diciembre a Q11.64.
4. Al diseñar el elemento sujetador de las boquillas se evito que la separación entre las mismas varíen y reducir en un 40% de las causas por paro.
5. La producción mejoro aunque no alcanzó el pronóstico, la línea genero su más alta producción que fue de 5410 cajas.
6. La capacidad instalada de la máquina es de 360 cajas por turno y en un mes 7200, en caso de que sólo se trabajara un color.

7. Entre las razones por las cuales se disminuyeron los derrames y, por consiguiente, se mejoraron los estándares de producción fueron: disminuir el desajuste en la ubicación del censor, aplicar un elemento que evita desajuste de las boquillas, capacitar al personal de la línea para ajustar el desajuste del elemento sujetador de envases. Se capacitó al personal para seleccionar y utilizar envase adecuado en la producción. Al balancear la línea se contrató una persona más por lo que aumento el rendimiento de la línea.
8. Al aplicar muestreo por atributos se comenzó a clasificar las bolsas, y no se utilizó en producción débil disminuyendo el desperdicio.
9. Al realizar el estudio de tiempos se determinó que la tercera estación de la línea que consiste en colocar tapones y empacar se necesita un operario más quedando la línea de 3 con 4 operarios.
10. La maquinaria mejoró su productividad por eficiencia de un 10% a un 34%.ç
11. Las cualidades mínimas que deben cumplir los envases son: color gris tono 40%, peso del envase 12 gramos sin etiqueta, al ejercer compresión debe soportar un promedio de 6.657 kg. y el envase no debe traer partes blandas

RECOMENDACIONES

1. Es aconsejable que la empresa que contrate personal para el control de la calidad en la recepción de materias primas, que se incluyan pruebas que corroboren la calidad de los mismos.
2. Se aconseja que la banda de la máquina sea alargada, ya que, esto permitirá reducir tiempos en el traslado de los envases en el transcurso del llenado.
3. Los envases que se fabrican en México tienen en el cuerpo del envase un contorno menos curvo que facilita la correcta distribución de material y permite un mayor resistencia a compresión sin utilizando un menor cantidad de material, menor peso por envase. Por lo cual se sugiere a la empresa que se estudie la posibilidad de modificar los moldes para que estos tengan una forma menos curva en los costados.
4. Recopilar los datos de producción por mes en el año 2004 que pueden ser referencia, ya que, el pronóstico varía según las temporadas del año y estos pueden ser utilizados para una mejor planeación.

BIBLIOGRAFÍA

1. García Criollo, Roberto. **Estudio de Trabajo. Ingeniería de Métodos.** México, D.F: **McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 155pp.**
2. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad Total y Productividad.** México, DF: **McGRAW-HILL Interamericana editores 1997 402pp.**
3. Bohan, William. **El Poder Oculto De La Productividad. Como mejorar la Productividad en un 30% ¡sin tener que despedir a nadie!.** Colombia: **Editorial Norma 2003 240pp.**
4. García Criollo, Roberto. **Estudio del Trabajo. Medición del Trabajo.** México, D.F: **McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 219pp.**
5. R Mischke, Charles. **Diseño de máquinas elementos de máquinas.**
6. México: **McGRAW-HILL Interamericana editores 1995 225pp.**
7. Vollman, Thomas. **Administración ,Producción y control.** Colombia: **Editorial Norma 1996 430pp.**

8. GONZÁLEZ, Ruiz Lucinda, ESPRIU, Torres José, **Instructivo Teórico-Práctico de Análisis Sistemático de la Producción I**, México D.F., enero 2001, P.p. 60
9. NIEBEL, Benjamin, FREIVALDS Andris, **Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo**, México, D.F Décima edición, **Editorial: Alfaomega,.., 2001, P.p. 728**
10. Oficina Internacional del Trabajo, **Introducción al Estudio del Trabajo**, Cuarta México D.F., edición, **Editorial: Noriega-Limusa, 1998. P.p. 522.**
11. www.industrial.uson.mx/materias/m0902
12. Drucker, Peter, **F. Administración y Futuro / Peter F. Drucker** — Bueno Aire: Ed. sudamericana, 1996.—250 p.
13. Flores Castro, Mario Adrián. **Administración de operaciones. Un modelo integral.** (México).**26(4): 75-81, agosto, 1997.**

REFERENCIAS

1. **Jefe de Recursos Humanos de Altenvasa. Distribución áreas de trabajo.**
2. **Gerente de planta. Políticas de la empresa.**
3. **Gerente de Recursos humanos. Misión.**
4. **Gerente de Recursos humanos. Visión.**
5. **Jefe de producción. Organización del departamento de producción.**
6. **García Criollo, Roberto. Estudio de Trabajo. Ingeniería de Métodos. México, D.F: McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 20pp.**
7. **García Criollo, Roberto. Estudio de Trabajo. Ingeniería de Métodos. México, D.F: McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 25pp.**
8. **García Criollo, Roberto. Estudio de Trabajo. Ingeniería de Métodos. México, D.F: McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 35pp.**
9. **García Criollo, Roberto. Estudio de Trabajo. Ingeniería de Métodos. México, D.F: McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 36pp.**
10. **García Criollo, Roberto. Estudio de Trabajo. Ingeniería de Métodos. México, D.F: McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 40pp.**
11. **García Criollo, Roberto. Estudio de Trabajo. Ingeniería de Métodos. México, D.F: McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 35-70pp**
12. **Monografías.com. Balance de líneas.**

13. García Criollo, Roberto. **Estudio de Trabajo. Ingeniería de Métodos.** México, D.F: **McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 12pp.**
14. **F. Bohan, William.** El Poder Oculto De La Productividad. Cómo mejorar la Productividad en un 30% ¡sin tener que despedir a nadie!.(**Colombia: Editorial Norma 2003) pp.35-51.**
15. **F. Bohan, William.** El Poder Oculto De La Productividad. Cómo mejorar la Productividad en un 30% ¡sin tener que despedir a nadie!.(**Colombia: Editorial Norma 2003) pp.35-51.**
16. **F. Bohan, William.** El Poder Oculto De La Productividad. Cómo mejorar la Productividad en un 30% ¡sin tener que despedir a nadie!.(1ª ed. **Colombia: Editorial Norma 2003) pp.35-51.**
17. <http://www.unitec.edu.ve/Unitec/proyectos/Calidad.htm#C43>
18. **F. Bohan, William.** El Poder Oculto De La Productividad. Cómo mejorar la Productividad en un 30% ¡sin tener que despedir a nadie!.(1ª ed. **Colombia: Editorial Norma 2003) pp.55-61.**
19. **F. Bohan, William.** El Poder Oculto De La Productividad. Cómo mejorar la Productividad en un 30% ¡sin tener que despedir a nadie!.(**Colombia: Editorial Norma 2003) pp.30-33.**
20. <http://apolo.lcc.uma.es/tea/cap8/h8-1.html>
21. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad Total y Productividad.** 1ªn ed. México, DF: **McGRAW-HILL Interamericana editores 1997 402pp.**
22. R Mischke, Charles. **Diseño de máquinas elementos de máquinas.**
23. **Gerente de planta. Control de la producción en planta.**
24. García Criollo, Roberto. **Estudio del Trabajo. Medición del Trabajo.** México, D.F: **McGRAW-HILL Interamericana editores 1998 219pp.**

APÉNDICE

Figura 20. Hoja de control de producción

Línea de producción				hoja de control de producción					
Fecha: _____				Turno: _____					
Paros									
Hora				Motivo					
Muestreo por pesos									
x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10

Figura 21. Hoja control de calidad de recepción materiales

Hoja de control de calidad

HOJA DE CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIALES

TIPO DE MATERIAL

Envase Material de empaque

Bobina Producto Químico

Producto para la línea de producción

Producto:

Tamaño del Lote: Peso: KG LB ML

Tipo de muestreo: Simple Doble Múltiple

(n) muestra NCL LCSP C

Pruebas de Variabilidad del envase

Peso X Diámetro interno X Altura X Ancho X

Desviación Desviación Desviación Desviación

Volumen

Desviación

Pruebas de Atributos del envase

Color De envase

Definido No definido Claro Oscuro Con mancha

Cantidad Cantidad Cantidad Cantidad Cantidad

Color de etiqueta

Definido No definido Claro Oscuro Con mancha

Cantidad Cantidad Cantidad Cantidad Cantidad

Propiedades físicas del envase

Débil del cuerpo Débil de la base Envase débil parte frontal

Cantidad Cantidad Cantidad

Pruebas de variabilidad de materiales de empaque

Ancho X Largo X Espesor X

Desviación Desviación Desviación

Pruebas de especificaciones de material de empaque

Color de caja

Definido No definido Claro Oscuro Con mancha

Cantidad Cantidad Cantidad Cantidad Cantidad

Pruebas de Variabilidad de bobinas

Espesor X Ancho de bobina X Distancia ancho imagen

Desviación Desviación Desviación

Pruebas de especificaciones bobinas

Color de la bobina

Definido No definido Claro Oscuro Con mancha

Cantidad Cantidad Cantidad Cantidad Cantidad

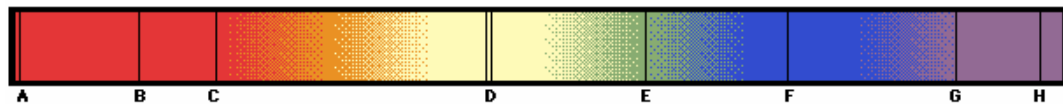
Pruebas de especificaciones de químicos

PH
Ácido Base Nivel

Colorantes

Partículas por millón Humedad

Tipo de color según tabla



A (extremo rojo)	Formada por el oxígeno terrestre
B (rojo)	Formada por el oxígeno terrestre
C (rojo)	Formada por el hidrógeno solar
D₁ (amarillo)	Formada por el sodio solar
D₂ (amarillo)	Formada por el sodio solar
E (verde)	Formada por el hierro solar
F (azul)	Formada por el hidrógeno solar
G (violeta)	Formada por el hierro solar y el grupo del calcio
H (extremo violeta)	Formada por el calcio solar

Enciclopedia Encarta, © Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

CONCLUSIONES

FECHA

NOMBRE QUIEN REALIZÓ PRUEBAS

Figura 22. Hoja control de calidad sección 1-1

Hoja de control de calidad Sección 1-1

CÓDIGO 0001

#	PESO DEL PRODUCTO KG.	MEDIDAS EN CM. ANCHO	MEDIDAS EN CM. LARGO	MEDIDAS EN CM. ESPESOR
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
TOTAL				
X				
desviación				

Figura 23. Hoja de control de calidad Sección 2-1

Hoja de control de calidad Sección 2-1

CÓDIGO 0001

#	ATRIBUTO 1	ATRIBUTO 2	ATRIBUTO 3	ATRIBUTO 4	ATRIBUTO 5	ATRIBUTO 6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
TOTAL						

Figura 24. Hoja de control de calidad 2-1

Hoja de control calidad sección 2-1

CÓDIGO 001

Hoja de Rechazo de Producto

Nombre del Producto _____

Fecha de recepción del producto _____

Cantidad de producto _____

Proveedor _____

Cantidad de muestra _____

Pruebas realizadas: _____

Especificaciones de pruebas: _____

Resultados de las pruebas

Observaciones :

Firma Jefe de Calidad

Firma Gerente de Planta

Figura 25. Hoja de reclamos

CÓDIGO 001

Hoja de Reclamos

Nombre del Producto _____

Fecha de recepción del producto _____

Cantidad de producto _____

Proveedor _____

Cantidad de muestra _____

Pruebas realizadas: _____ Fecha: _____

_____ Fecha: _____

_____ Fecha: _____

rechazo: _____ #Recepción Materiales _____

rechazo: _____ #Recepción Materiales _____

rechazo: _____ #Recepción Materiales _____

Especificaciones de pruebas: _____

Resultados de las pruebas

Observaciones :

Especificaciones requeridas

JEFE DE CALIDAD

INGENIERO DE PLANTA