



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

**ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN LA BODEGA
DE EMPAQUE DE LA EMPRESA BAYER, S.A.**

LIDIA CAROLINA SCHAEFFER GIRÓN

Asesorada por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León

Guatemala, mayo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN LA BODEGA DE
EMPAQUE DE LA EMPRESA BAYER, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LIDIA CAROLINA SCHAEFFER GIRÓN

ASESORADO POR INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II: Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III: Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV: Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V: Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
EXAMINADORA: Inga. Norma I. Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADORA: Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León
SECRETARIO: Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

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:

ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS EN LA BODEGA DE EMPAQUE DE LA EMPRESA BAYER, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial con fecha 27 de octubre de 2003

Lidia Carolina Schaeffer Girón

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que prestaron su ayuda para la elaboración del presente trabajo de graduación.

Quiero agradecer a la empresa Bayer, S.A. y especialmente a los trabajadores de la planta Amatitlán por la colaboración y apoyo que me brindaron en la realización de este trabajo.

Debo destacar los consejos y sugerencias dadas por los ingenieros: Juan Carlos Abendaño, Mario Ruiz y el licenciado Byron Molina, de la planta Bayer Amatitlán así como, el apoyo prestado por la asesora del presente trabajo, ingeniera Sigrid Calderón.

También quiero reconocer los aportes de mis amigos los ingenieros infieris: Xiomara Callén y Ervin Andrino.

A muchos tengo que agradecer su contribución al apareamiento de este trabajo. Menciono particularmente a los ingenieros Carlos Federico Paz Ponce y Carlos Arango, por haberme abierto las puertas a la Empresa Bayer, S.A., mil gracias.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios Por ser la fuerza que empuja mi vida.

Mi mami Mariluz, por su ejemplo de amor y bondad que muchas veces cuesta tanto seguir.

Mi padre Rolando, por su ayuda y apoyo incondicional.

Mis hermanas Ana Gabriela y Maria Mercedes, por su verdad y cariño.

A todos mis familiares y amigos por estar en todos los momentos de mi vida, los importantes y los que no lo son tanto.

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Al pueblo de Guatemala

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1 Identificación de la empresa	1
1.2 Actividades a las que se dedica	2
1.3 Objetivos de la empresa	3
1.4 Visión y misión	4
1.4.1 Visión	4
1.4.2 Misión	5
1.5 Crecimientos y logros	5
1.6 Descripción de la estructura organizacional	6
1.6.1 Descripción de puestos	7
1.6.2 Tipo de organización y número de empleados	10
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	11
2.1 Distribución de la planta	11

2.1.1	Definición	11
2.1.2	Objetivos de una distribución de planta	12
2.1.3	Principales razones que justifican un estudio de distribución de planta	12
2.1.4	Principios básicos para la distribución de planta	13
2.2	Análisis de procesos	14
2.2.1	Diagrama de operaciones de proceso	15
2.2.2	Diagrama de flujo de proceso	16
2.2.3	Diagrama de recorrido de actividades	17
2.3	Medición del trabajo	18
2.3.1	Definición	18
2.3.2	La medición del trabajo como factor de eficiencia	19
2.3.3	Procedimientos para la medición del trabajo	20
2.3.3.1	Estudio de tiempos con cronómetro	20
2.3.3.2	Tiempo normal	20
2.3.3.3	Tiempo tipo o estándar	24
2.4	Balance de líneas	25
2.5	Teoría de inventarios	26
2.5.1	Rotación de inventarios	27
2.5.2	Formulación	28
2.5.3	Explosión de materiales	28
2.5.4	Manejo de materiales	29
2.5.4.1	Pedido óptimo	30
2.5.4.2	Nivel mínimo de existencia	30
2.5.4.3	Nivel de reorden	31
2.5.4.4	Nivel teórico de consumo	31
2.5.4.5	Nivel máximo de existencia	32

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	33
3.1 Características generales del producto	33
3.1.1 Productos	33
3.1.2 Justificación de la selección del producto	35
3.1.3 Materias primas necesarias	36
3.2 Características generales del proceso	37
3.2.1 Descripción del proceso de material de empaque	37
3.2.1.1 Recepción	38
3.2.1.2 Preparación	39
3.2.1.3 Suministro	39
3.2.2 Diagrama de operaciones del proceso	40
3.2.3 Diagrama de flujo del proceso	42
3.2.4 Diagrama de recorrido	44
3.3 Distribución de los empaques almacenados en bodega	46
3.3.1 Distribución de áreas	46
3.3.2 Capacidad de bodega de empaque	50
3.3.3 Volumen por tarima (m ³) por producto	50
3.3.4 Plano de distribución de áreas en bodega de material de empaque	53
3.4 Preparación actual de material de empaque	54
3.4.1 Planificación actual de la preparación de material de empaque	54
3.4.2 Medida del trabajo por estimación de datos históricos	56
3.4.2.1 Tiempo actual en la preparación del empaque	56
3.4.2.2 Cantidad producida de empaque por día	59
3.4.2.3 Eficiencia o rendimiento en la bodega de empaque	61
3.5 Inventarios actuales en la bodega de empaque	63
3.5.1 Política	63

3.5.2	Proveedores	64
3.5.2.1	Criterios para la evaluación de proveedores	64
3.5.2.2	Criterios para la aprobación de proveedores	66
3.5.3	Existencias	66
3.5.4	Reabastecimiento	67
3.5.5	Rotación de inventarios	68
3.6	Análisis actual de los impactos ambientales	69

4.	OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	71
4.1	Medición del trabajo para el proceso de preparación de empaque	71
4.1.1	Cálculo del tiempo observado (cronometrar)	72
4.1.1.1	Observaciones necesarias para el cálculo del tiempo normal	72
4.1.1.2	Cálculo del tiempo medio observado	77
4.1.2	Cálculo del tiempo base o valorado	80
4.1.2.1	Calificación de la actuación de los operarios del área de empaque por medio del método de nivelación	80
4.1.2.2	Cálculo del tiempo normal	81
4.1.3	Cálculo de suplementos y sus tolerancias	81
4.1.3.1	Valor de los suplementos	82
4.1.4	Cálculo del tiempo estándar	83
4.1.5	Hoja de observaciones del estudio de tiempos	84
4.1.6	Tabla de resumen del tiempo estándar para productos líquidos y sólidos	86

4.2	Propuestas para la optimización del proceso de preparación de empaque	89
4.2.1	Comparación de tiempos de preparación de material de empaque entre la situación actual y la propuesta con los tiempos estándar	92
4.2.2	Medición del trabajo como factor de eficiencia	93
4.3	Distribución mejorada de los empaques almacenados en bodega	95
4.3.1	Ubicación de los materiales en bodega	96
4.3.2	Plano mejorado de distribución de áreas en bodega de material de empaque	98
4.4	Planificación de la producción de empaque	99
4.4.1	Planificación de la preparación de material de empaque por medio de <i>Microsoft Project</i>	99
4.4.2	Manual de usuario	102
4.5	Balance de líneas	107
4.5.1	Número de estaciones de trabajo	107
4.5.2	Número de operarios actuales por estación de trabajo	108
4.5.3	Número propuesto de operarios por estación de trabajo	109
4.5.4	Ritmo de producción actual en jornada normal de trabajo	111
4.5.5	Ritmo de producción necesario para cumplir con la demanda	111
4.6	Consideraciones para la administración de inventarios	112
4.6.1	Elementos básicos del manejo de materiales	112
4.6.1.1	Explosión de materiales	114
4.6.1.2	Nivel teórico de consumo	118
4.6.1.3	Nivel de reorden	121
4.6.1.4	Nivel mínimo de existencia	123
4.6.1.5	Pedido óptimo	126

4.6.1.6	Nivel máximo de existencia	127
4.6.1.7	Nuevo nivel teórico de consumo	130

**5. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PRODUCE LA BODEGA DE
EMPAQUE**

		143
5.1	Material de desecho generado	143
5.2	Tratamiento de material de desecho	145
5.2.1	Programas de reciclaje	145
5.3	Planes de mitigación de impactos	147
5.4	Costos y beneficios de implementación	148

CONCLUSIONES	151
RECOMENDACIONES	155
REFERENCIAS	157
BIBLIOGRAFÍA	159
APÉNDICES	161
ANEXOS	175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.		Pág.
1	Estructura organizacional de la empresa Bayer, S.A.	9
2	Diagrama de operaciones del proceso de material de empaque	40
3	Diagrama de flujo del proceso de material de empaque	42
4	Diagrama de recorrido del proceso de material de empaque	45
5	Distribución de áreas dentro de la bodega de material de empaque	53
6	Tabla actual de medición de resultados del desempeño general de bodega de material de empaque	62
7	Tabla propuesta de medición de resultados del desempeño general de bodega de material de empaque	89
8	Hoja de control de actividades diarias que llena cada operario	90
9	Control de actividades diarias en el área de bodega de material de empaque	91
10	Distribución mejorada de áreas dentro de la bodega de material de empaque	98
11	Cronograma de entregas y pedidos de la bodega de material de empaque	101
12	Manual de usuario para <i>Microsoft Project</i>	103
13	Estaciones de trabajo	107
14	Uso de relación de triángulos	131
15	Gráfico del plan de pedidos de etiquetas para el producto 4KL	140
16	Gráfico del plan de pedidos de envases plásticos lisos color verde de 1Lt para el producto 4KL	140
17	Gráfico del plan de pedidos de tapas de color verde para el producto 4KL	141

No.		Pág.
18	Rótulo para la señalización de bodega de material de empaque	148
19	Hoja electrónica para el manejo de material de empaque	172
20	Hoja electrónica para el plan de pedidos del manejo de material de empaque	173
21	Ábaco de Lifson	177
22	Calificación de la actuación	178
23	Características de nivelación de los métodos de trabajo	179
24	Sistemas de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos normales	180

TABLAS

No.		Pág.
I	Número de empleados para las diferentes áreas de trabajo	10
II	Ubicación actual del material de empaque en bodega para las diferentes áreas	47
III	Volumen por tarima (m ³) por producto	50
IV	Plan de producción de sólidos	54
V	Plan de producción de líquidos	55
VI	Tiempos de la preparación actual de empaques para productos líquidos y sólidos	56
VII	Cantidad producida de empaque por día para productos líquidos y sólidos	59
VIII	Criterios para la evaluación de proveedores de bienes	65
IX	Criterios para la evaluación de proveedores de servicios	65
X	Tabla para obtener el número de observaciones aplicando datos estadísticos para el elemento 1 de los productos AL de 100mL	73

No.		Pág.
XI	Tabla de valores obtenidos de los tiempos de reloj para el elemento 2 de los productos AL de 100mL	74
XII	Tabla de valores obtenidos de los tiempos de reloj para el elemento 3 de los productos AL de 100mL	75
XIII	Resumen de comparación del método del ábaco de Lifson con el método estadístico	76
XIV	Características principales de los factores de nivelación para la preparación de material de empaque del producto AL de 100mL	80
XV	Resumen del tiempo medio observado y del factor de calificación para los elementos del producto AL de 100mL	81
XVI	Método A: sistema de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos normales	82
XVII	Resumen del tiempo normal y de las concesiones para los elementos del producto AL de 100mL	83
XVIII	Hoja de estudio de tiempos para el producto líquido AL de 100mL	85
XIX	Resumen de la capacidad de material de empaque preparado en bodega por hora	86
XX	Comparación de tiempos entre la situación actual y la propuesta con los tiempos estándar	92
XXI	Tabla de eficiencia del tiempo actual con respecto al tiempo estándar	94
XXII	Ubicación mejorada del material de empaque en bodega para las diferentes áreas	96
XXIII	Lista de productos del plan de producción mensual con fechas de inicio a fin	102
XXIV	Elementos del proceso de preparación de material de empaque del producto MS de 750gr	107

No.		Pág.
XXV	Número actual de operarios por estación de trabajo para la preparación del producto MS de 750 gr	108
XXVI	Resumen de la capacidad producida de cajas por día y de los tiempos de operación	108
XXVII	Producción planificada en los últimos nueve meses de algunos productos líquidos	114
XXVIII	Tabla de explosión de materiales de algunos productos líquidos	116
XXIX	Cantidad inicial de insumos de algunos productos líquidos	118
XXX	Política de reorden para los insumos de algunos productos líquidos	121
XXXI	Política de nivel mínimo de existencia para los insumos de algunos productos líquidos	123
XXXII	Resumen del manejo de materiales	128
XXXIII	Plan de pedidos del manejo de materiales	136
XXXIV	Cuadro de control de manejo de materiales	138
XXXV	Lista de precios por libra de materiales de reciclaje	149
XXXVI	Proceso de preparación de empaques para productos líquidos	163
XXXVII	Proceso de preparación de empaques para productos sólidos	165
XXXVIII	Hoja de estudio de tiempos para el producto líquido BL de 100mL	166
XXXIX	Hoja de estudio de tiempos para el producto líquido IL de 500mL	167
XL	Hoja de estudio de tiempos para los productos líquidos KL de 1Lt	168
XLI	Hoja de estudio de tiempos para los productos líquidos ML de 1Lt	169
XLII	Hoja de estudio de tiempos para los productos líquidos TL de 20Lt	170
XLIII	Hoja de estudio de tiempos para el producto líquido MS de750gr	171

LISTA DE SÍMBOLOS

<i>e</i>	Error expresado en forma decimal
<i>f</i>	Frecuencia de cada tiempo de reloj tomado
IP	Índice de producción
<i>n</i>	Número de mediciones efectuadas
NE	Nueva existencia
NTC2	Nuevo nivel teórico de consumo
RL	Ritmo de la línea
RLA	Ritmo de la línea actual
T_c	Tiempo cronometrado
T_n	Tiempo normal
T_s	Tiempo estándar
\bar{X}	Media aritmética de los tiempos de reloj
X_i	Valores obtenidos de los tiempos de reloj

GLOSARIO

Amarrado	Es igual a 25 cajas.
Bobina	Rollo de material de polietileno.
Camiseta	Bolsa de polietileno para guardar folleto de papel y se utiliza en los envases.
Caneca	Envase de polietileno de 5GL, 18Lt o 20Lt
Coex	Producto coextruido, normalmente polietileno poliamida.
Elemento	Es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta de uno o más movimientos fundamentales del operario para fines de observación y cronometraje.
Elementos casuales o irregulares	Son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares.
Elementos extraños	Son los elementos ajenos al ciclo de trabajo, y en general indeseables, que se consideran para tratar de eliminarlos.
Elementos regulares o repetitivos	Son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo.

Etiqueta meto	Adhesivo que se usa en las pistolas meto para marcar con la misma, la fecha de vencimiento y lotificación de cada producto.
Fitosanitario	Perteneciente o relativo a la prevención y curación de las enfermedades de las plantas.
Medida roja	Medida de polietileno para dosificar productos de insecticidas.
Presentación de 40 X 100ml	Significa 40 unidades de 100ml
Sello de aluminio	Disco de aluminio polietileno para sellar envases.
Sinergia	Consiste en valorar las diferencias: respetarlas, compensar las debilidades, construir sobre las fuerzas. Simplemente definida significa que el todo es más que la suma de sus partes

RESUMEN

La situación actual de la administración de inventarios de la bodega de material de empaque de Bayer S.A. es analizada, a la vez que se proponen soluciones para los problemas observados.

El primer capítulo consiste en una breve descripción de la institución donde se desarrolla el proyecto de E.P.S. El segundo, es una introducción a la distribución de la planta, análisis de procesos, medición del trabajo, balance de líneas y teoría de inventarios. El tercero se refiere al diagnóstico situacional de la bodega de material de empaque, considerando las características generales del producto y del proceso; la distribución de los empaques almacenados en bodega, la medida del trabajo por estimación de datos históricos, la medición del trabajo para el proceso de preparación de empaque; se establece la capacidad para armar empaques a través de la estandarización de tiempos, la situación actual de los inventarios en bodega de empaque, finalizando con el análisis actual de impactos ambientales.

En el capítulo cuarto se aborda la optimización del proceso mediante la implementación de mejoras en la distribución de los empaques almacenados, en el proceso de preparación de empaque. Además, por medio de los tiempos estándar en la planificación de la producción de empaque, por medio del programa *Microsoft Project*, en el balance de líneas se determina el número de empleados necesarios para cumplir con la demanda de producción y en el manejo de materiales, y se establece cuándo deben reabastecerse los actuales inventarios y cuánto debe ordenarse.

Finalmente, en el último capítulo se presentan los impactos ambientales que produce la bodega de material de empaque, su tratamiento y planes de mitigación de los mismos, además de los costos y beneficios de implementación. Con este proyecto se pretende mostrar detalles que son de gran importancia para la empresa, principalmente en la mejora y optimización del departamento de empaque, pretendiéndose aplicar las herramientas y conceptos de la rama de ingeniería industrial.

OBJETIVOS

General

Implementar un diseño de control de inventarios, asegurando un trabajo uniforme y eficiente en las operaciones de la bodega de material de empaque, de la empresa Bayer, determinando cuándo debe reabastecerse los actuales inventarios y cuánto debe ordenarse, así como establecer la capacidad de preparación de empaques en este departamento a través de la estandarización de tiempos.

Específicos

1. Establecer un orden de las zonas de almacenamiento de material de empaque, que sea económica, segura y satisfactoria para los empleados.
2. Optimizar el proceso de armar empaques, elevando la eficiencia del mismo a través de la estandarización de tiempos en la preparación de empaques para sus diferentes presentaciones.
3. Ayudar a la planeación de preparación de empaque, sobre la base de los tiempos estándares, eliminando una planeación defectuosa basada en conjeturas o adivinanzas. De esta forma se conocerá con más exactitud

la cantidad de empaques que puede prepararse, fijando las fechas de entrega, a los departamentos de producción de líquidos y sólidos.

4. Desarrollar, por medio de asistencia computarizada, la producción planificada de la preparación de empaque por mes; en base a los tiempos estándares.
5. Establecer un plan de pedidos que garantice que no habrá períodos de agotamiento de materiales de empaque, manteniendo los niveles de inventario lo más bajo posible, para no tener altos costos de inversión.
6. Establecer el número adecuado de empleados para cada estación de trabajo así como el ritmo de producción necesario para cumplir con la demanda.
7. Contribuir, por medio de los planes a desarrollar, a disminuir costos de mano de obra directa por tiempo ocioso y costos por desperdicio de material debido a mala calidad en el trabajo del operario.

INTRODUCCIÓN

Como resultado de la búsqueda de nuevos mercados, la empresa Bayer S.A. ha logrado aumentar su producción en los últimos años. A pesar de esto ha presentado algunos problemas en la bodega de empaque debido al espacio y a la capacidad para suplir a tiempo sus pedidos de empaque preparado, que demandan las plantas de producción de líquidos y sólidos, por lo que se ve en la obligación de hacer operativos de emergencia para evitar quedar mal con Producción. Considerando que la bodega de empaque comprende más de un artículo, existiendo algunas veces interacción entre los mismos, los cuales compiten en espacio y capital total limitados, se hace necesario un estudio de administración de inventarios.

Debido a todo esto, es de suma importancia que la bodega de empaque trabaje eficientemente para evitar atrasos o problemas que afecten a la producción y por ende a la empresa. Por tanto, el presente trabajo de graduación surge ante la necesidad de desarrollar un proyecto que ayude a la planificación de la preparación de empaque, abatiendo los tiempos de preparación y entrega, reduciendo como consecuencia los costos, estableciendo el nivel de materiales que la empresa debe comprar, almacenándolos al menor costo total posible, además de satisfacer a la demanda en un período de tiempo.

La organización de este trabajo se presenta en tres partes fundamentales:

La primera parte constituye una descripción de la situación actual de los procesos administrativos de la bodega de material de empaque.

En la segunda parte, se presentan los resultados obtenidos de la investigación de campo.

La tercera parte está conformada por una serie de mejoras que buscan optimizar los procesos de administración de inventarios en bodega.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Bayer es una empresa internacional diversificada en la industria químico-farmacéutica, que ofrece un amplio surtido de productos y servicios que van desde los campos de la salud y alimentación hasta los productos químicos especiales y los plásticos.

La actividad económica, ubicación y objetivos de la empresa son algunos de los aspectos tratados en este capítulo.

1.1. Identificación de la empresa

Las instalaciones de la planta Bayer están localizadas en la zona industrial, la cual está ubicada en las afueras del municipio de Amatitlán en el departamento de Guatemala, en el kilómetro 29.5 al sur de la ciudad capital.

La carretera CA-9 que comunica al país con la región sur, sirve de límite occidental al terreno de la planta, la parte norte y oriente limitan con una empresa que se dedica al cultivo y exportación de semillas y a la parte sur con un terreno baldío.

Los orígenes de la planta se remontan al inicio de la construcción de las primeras áreas productivas en diciembre de 1962, para lo cual se compró un terreno de 1.4 hectáreas. A principios del año 1963 empezaron a

ingresar los primeros trabajadores, con lo cual se dio inicio formalmente de la nueva empresa del Grupo Bayer fundada en Guatemala. En mayo del mismo año se construyó un laboratorio de control de calidad, instalaciones sanitarias y unas pocas oficinas administrativas. Terminadas todas las instalaciones piloto, el 7 de septiembre de 1963 se dio luz verde para dejar correr la primera formulación que fue exactamente 2000 litros del producto Metacide 480 EC.

Los procesos utilizados en la producción cumplen con la normativa de seguridad y calidad exigidos por Bayer AG. En la planta Bayer de Amatitlán se pueden producir diversos tipos de formulaciones ya que se cuenta con el equipo adecuado para cumplir con los más altos estándares de calidad y cada modulo es independiente y específico, entre los diferentes tipos de formulación podemos mencionar los productos DP, WP, GR, SL, EC, etc.

1.2. Actividades a las que se dedica

Mejorar la productividad agrícola y con ello la calidad de vida del hombre, mediante el empleo racional de productos fitosanitarios de vanguardia, dentro de una tecnología integrada, orientada al desarrollo sostenible.

El plan de investigación y desarrollo, registro, distribución, uso, defensa y custodia de los productos fitosanitarios se basa en un programa de tres puntos fundamentales, los cuales se detallan a continuación.

- Reducir la cantidad de producto utilizado en cada aplicación por superficie tratada, con sustancias activas más adecuadas y la

combinación de medios químicos y biológicos.

- Sustituir paulatinamente los productos de nivel de toxicidad I, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) por sustancias menos tóxicas, para garantizar la seguridad del ser humano.
- Fomentar el desarrollo sostenible.

Parte integral del posicionamiento, liderazgo y consolidación de dichos productos en el mercado la constituyen las campañas de información y enseñanza a nivel escolar y universitario, que la División Protección de Cultivos ha incorporado a su quehacer con el propósito de garantizar la seguridad y salud de los usuarios y participar en la protección del medio ambiente.

1.3. Objetivos de la empresa

- a) Ser una empresa líder mundial en química y farmacéutica integrada, con actividades de base en los ámbitos de la salud, alimentación, plásticos, productos químicos especiales y tecnología de la imagen.
- b) Los productos utilizados deben ser de utilidad para el ser humano. Para ello, Bayer se ha comprometido con los principios de responsabilidad integral (<*Responsible Care*> o <Compromiso del proceso>) en materia de investigación y desarrollo, producción distribución e información.
- c) Ser líderes en investigación y en técnica, expandiendo de forma continuada su ámbito de competencia. Su objetivo en este campo es

fabricar productos ecológicos de la mejor calidad y con un alto valor de creación, productos que distribuirán con éxito por los mercados mundiales.

- d) Incrementar el valor de la empresa con carácter verdadero, y lograr una rentabilidad del capital por encima de la media.
- e) Aprovechar mejor los potenciales sinérgicos con que cuenta la empresa. Esto se refiere especialmente a las sinergias entre los distintos ámbitos empresariales, así como a las actividades en los diferentes mercados y regiones.

1.4. Visión y misión

1.4.1. Visión¹

“Ser a nivel mundial una planta modelo de la División Protección de Cultivos Bayer; formuladora, envasadora y proveedora de productos fitosanitarios. Aumentar la efectividad, orden, limpieza, protección del medio ambiente y seguridad, cumpliendo con las directrices y normas de casa matriz y con la legislación a nivel regional.

Contar con recurso humano altamente comprometido con nuestra Misión, Visión y Valores. Optimizar la eficiencia de los procesos y operaciones, al implementar la infraestructura necesaria y buscar la eliminación de desperdicios y tiempos muertos.

Alcanzar la excelencia en el servicio al cliente para ser su primera elección.”

1.4.2. Misión²

“En planta Bayer Amatitlán, formular, envasar y proveer en forma responsable y oportuna productos fitosanitarios, de acuerdo a lineamientos y especificaciones de la casa matriz, para satisfacer las necesidades de los clientes y contribuir al logro de la Misión de la División.

Mejorar la productividad agrícola y, con ello, la calidad de vida del hombre, mediante el empleo racional de productos fitosanitarios de vanguardia, dentro de una tecnología completamente integrada, sostenible y en armonía con el ambiente.”

1.5. Crecimientos y logros

- En 1999 fue firmado el acuerdo de distribución y venta del novedoso herbicida para arroz Nominee 40 SC que es el más reciente éxito comercial en el campo fitosanitario de este alimento.
- Remodelación del área de formulación de productos líquidos en la planta Bayer Amatitlán en el periodo 1999 – 2001.
- Lanzamiento el día 24 de mayo del año 2001, del programa educativo Agrovida desarrollado por Bayer sobre el manejo integrado de cultivos; cuyo objetivo es capacitar a los productores agrícolas en el manejo

integrado de cultivos, con el propósito de mejorar la productividad agrícola.

- Inicio de la campaña educativa “manejo integrado de cultivos y de plagas” la cual incluye enseñanzas a los agricultores para conocer los insectos, las enfermedades y las malezas mediante monitoreo y diagnóstico; el uso de productos de protección de cultivos de manera responsable y racional.
- Creación de un departamento orientado a impulsar las directrices para el medio ambiente, higiene y seguridad.
- Fomento de la expansión del cultivo de melones, desde 2003.
- Cooperación técnica en el desarrollo de cultivos de bananos, caña de azúcar y hortalizas.
- Logro de certificación ISO 9001:2000 en 2004.

1.6. Descripción de la estructura organizacional

La estructura organizacional es un sistema formal que permite a los administradores asignar trabajo, coordinar tareas y delegar autoridad y responsabilidad para conseguir el eficiente cumplimiento de las metas organizacionales. Parte fundamental del análisis es descomponer una estructura en sus elementos más simples. Para comprender el proceso

administrativo de Bayer en su totalidad es necesario conocer cada una de las partes que integran el aparato administrador.

1.6.1. Descripción de puestos

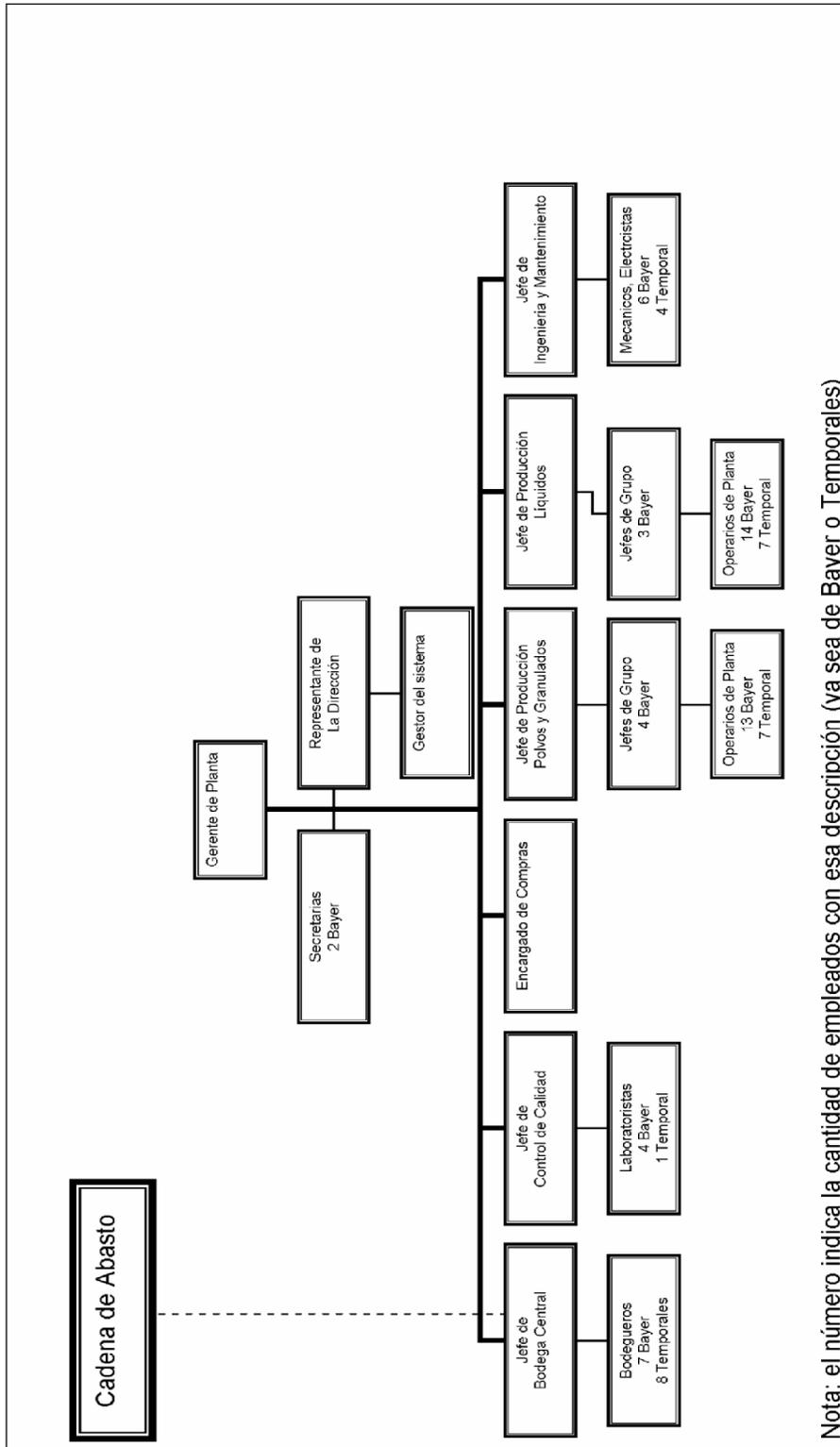
A continuación se describe cada uno de los puestos que componen la estructura administrativa de la empresa.

- **Gerente de planta:** es el encargado de dirigir y controlar el funcionamiento de la planta.
- **Secretarias:** mantienen la relación entre los departamentos existentes, así como también la liquidez de la empresa con respecto a cobros y pagos que se deban realizar.
- **Gestor del sistema:** encargado de controlar los procedimientos y normas establecidas para que la elaboración de los productos se realice de la manera correcta.
- **Jefe de bodega central:** verifica la entrada y salida de producto, ya sea materia prima o producto terminado.
- **Jefe de control de calidad:** comprobar la calidad de los productos (en el laboratorio), para que puedan ser aceptados o rechazados.
- **Encargado de compras:** tiene a su cargo todas las compras que se realicen dentro de la planta.

- **Jefe de producción, polvos y granulados:** tiene a su cargo la toma de decisión de cuanto y como se deben producir los productos sólidos.
- **Jefe de producción, líquidos:** todo producto líquido que se fabrique en la planta es autorizado por él.
- **Jefe de ingeniería y mantenimiento:** persona que tiene a su cargo las reparaciones que se hacen a la maquinaria e instalaciones dentro de la planta.
- **Bodegueros:** trabajadores los cuales entregan producto a los compradores, etiquetan y entregan producto a las diferentes áreas.
- **Laboratoristas:** llevan a cabo las pruebas respectivas a los productos que se fabrican.
- **Jefe de grupo:** persona encargada de llevar a cabo las formulaciones necesarias para la elaboración de cada producto. Encargados de dirigir a los operarios.
- **Mecánicos, electricistas:** personas que llevan a cabo las reparaciones e implementaciones necesarias para el buen funcionamiento de las máquinas.

En la figura 1 se muestra el organigrama administrativo de Bayer, S.A.

Figura 1. Estructura organizacional de la empresa Bayer, S.A.



Nota: el número indica la cantidad de empleados con esa descripción (ya sea de Bayer o Temporales)

1.6.2. Tipo de organización y número de empleados

Bayer S.A. es una empresa privada. En su planta ubicada en Amatlán trabajan 110 empleados, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla I. Número de empleados para las diferentes áreas de trabajo

Cantidad		Área de trabajo
27	Trabajadores	Producción líquidos
15	Trabajadores	Mantenimiento
23	Trabajadores	Producción sólidos
5	Trabajadores	Bodega de empaque
9	Trabajadores	Administración
15	Trabajadores	Bodega central
5	Trabajadores	Control de calidad
7	Trabajadores	Otros
4	Practicantes	Varios

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

El inventario representa un porcentaje importante del capital de trabajo de una empresa. Por lo tanto, el primer objetivo es aumentar la rentabilidad de la organización por medio de una correcta utilización de inventario, prediciendo el impacto de las políticas corporativas en los niveles mínimos de existencia, y minimizando el costo total de las actividades logísticas, asegurando el nivel de servicio entregado al cliente.

El objetivo no es tener cero inventarios, sino tener el nivel de inventario económicamente adecuado (teniendo en cuenta el nivel de servicio y costos de tener inventario). Ideas como la anterior son discutidas en el siguiente capítulo.

2.1. Distribución de la planta

La mayoría de las empresas sufren continuamente con tropiezos que se derivan de una mala distribución física de la planta. Los siguientes son algunos criterios, ventajas y sistemas prácticos para organizar la misma.

2.1.1. Definición

Por distribución en planta se entiende: “La ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento de materiales,

almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller”³

2.1.2. Objetivos de una distribución de planta

El objetivo primordial que persigue la distribución en planta es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que la más segura y satisfactoria para los empleados. Además para ésta se tienen los siguientes objetivos.

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción.
- Disminución en los retrasos de la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Disminución de la congestión o confusión.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

2.1.3. Principales razones que justifican un estudio de distribución de planta⁴

- Disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores.

- Circulación adecuada para el personal, equipos móviles, materiales y productos en elaboración, etc.
- Utilización efectiva del espacio disponible según la necesidad.
- Seguridad del personal y disminución de accidentes.
- Localización de sitios para inspección, que permitan mejorar la calidad del producto.
- Disminución del tiempo de fabricación.
- Mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- Incremento de la productividad y disminución de los costos.

2.1.4. Principios básicos para la distribución de planta⁵

Una buena distribución en planta debe cumplir con seis principios , los que se listan a continuación:

- Principio de la Integración de conjunto. La mejor distribución es la que integra las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas las partes.
- Principio de la mínima distancia recorrida a igual de condiciones. Es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea más corta.

- Principio de la circulación o flujo de materiales. En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución o proceso que esté en el mismo orden a secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
- Principio de espacio cúbico. La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad. A igual de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
- Principio de la flexibilidad. A igual de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

2.2. Análisis de procesos⁶

Para mejorar un trabajo se debe saber exactamente en qué consiste y, excepto en el caso de trabajos muy simples y cortos, rara vez se tiene la certeza de conocer todos los detalles de la tarea. Por lo tanto, se deben observar todos los detalles y registrarlos.

Con el análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias en ellos y además lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta. Aquí se inicia el estudio de las diferentes técnicas que sirven para registrar y analizar cada uno de los niveles del trabajo antes mencionados.

2.2.1. Diagrama de operaciones de proceso

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto o pieza principal.

De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancias y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella. Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que entroncan con las líneas de flujo verticales para indicar la introducción de material, ya sea proveniente de compras o sobre el que se ha hecho algún trabajo durante el proceso.

El diagrama de operaciones ayuda a promover y explicar un método propuesto determinado. Como proporciona claramente una gran cantidad de información, es un medio de comparación ideal entre dos soluciones competidoras.

2.2.2. Diagrama de flujo de proceso

Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado, de un objeto, cuando no forma parte del curso normal de una operación o una inspección.

Un símbolo como la letra D indica demora o retraso, el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, esto es, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado. Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo, cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo, se utiliza como símbolo un cuadro de 10mm (ó 3/8 plg) por lado con un círculo inscrito de este diámetro.

Como el diagrama de operaciones, el de flujo de un proceso debe ser identificado correctamente con un título. La información mencionada comprende, por lo general, número de la pieza, número del plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

El símbolo de transporte se emplea para indicar el sentido de la circulación. Así, cuando hay flujo en línea recta se coloca el símbolo con la flecha apuntando a la derecha del papel, cuando el proceso se invierte o retrocede, el cambio de sentido o dirección se señala dibujando la flecha de modo que apunte a la izquierda.

Es importante indicar en el diagrama todas las demoras y tiempos de almacenamiento. No basta con indicar que tiene lugar un retraso o almacenaje. Cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento o retraso de una pieza, tanto mayor será el incremento en el costo acumulado y, por tanto, es de importancia saber qué tiempo corresponde a la demora o al almacenamiento.

2.2.3. Diagrama de recorrido de actividades

Aunque el diagrama de curso de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario ver o visualizar dónde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia.

Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra.

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

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

2.3. Medición del trabajo

En vista de la creciente necesidad del mejor aprovechamiento de la mano de obra y la reducción en costos de la producción, es necesaria una mejor utilización de los recursos humanos y materiales.

Ante las necesidades de la administración y supervisión de las empresas surge la medición del trabajo como una herramienta que si es aplicada por personas debidamente entrenadas, dará resultados satisfactorios.

2.3.1. Definición⁷

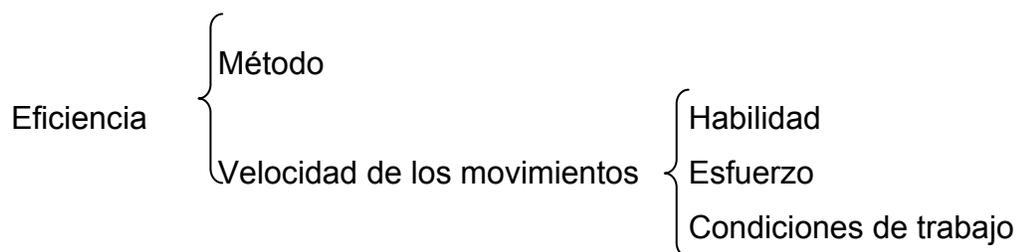
Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que indica el resultado del esfuerzo físico, desarrollado en función del tiempo permitido a un operario, para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado.

De la definición anterior se observa que el objetivo inmediato de la medición del trabajo es la determinación del tiempo estándar. El tiempo estándar es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

2.3.2. La medición del trabajo como factor de eficiencia

Para los presentes fines se puede definir a la eficiencia como el grado de rendimiento en que se realiza un trabajo con respecto a una norma preestablecida (tiempo tipo o estándar),

Un análisis de los factores que controlan la eficiencia del trabajo nos lleva a revisar el siguiente esquema:



Sin duda, la eficiencia depende en primer lugar de los métodos de trabajo que se empleen. En segundo lugar, y a igualdad de métodos, la eficiencia es resultado de la velocidad de los movimientos que desarrolle el trabajador. Para medir dicha velocidad intervienen las técnicas de medición del trabajo.

2.3.3. Procedimientos para la medición del trabajo

Dentro de los pasos básicos para su desarrollo se tiene la selección de la operación y del trabajador, la descomposición de la tarea en elementos, el registro de tiempos y su análisis.

2.3.3.1. Estudio de tiempos con cronómetro

El estudio de tiempos 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.

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

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

2.3.3.2. Tiempo normal⁸

Es el tiempo promedio cronometrado, multiplicado por el factor de calificación del operario, con esto se pretende ajustar los tiempos

cronometrados a una media normal de duración del ciclo mediante la fórmula siguiente:

$$T_n = T_c * (\% \text{ de Calificación}), \text{ (Ec. 2.1)}$$

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada, depende de los siguientes procedimientos:⁹

- Por fórmulas estadísticas
- Por medio del ábaco de Lifson¹⁰

Para determinar las observaciones necesarias para el cálculo del tiempo normal representativo por fórmulas estadísticas, se aplica la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{K\sigma}{eX} \right)^2 + 1, \text{ (Ec. 2.2)}$$

Siendo: K = el coeficiente de riesgo cuyos valores son:

K = 1 para riesgo de error de 32%

K = 2 para riesgo de error de 4%

K = 3 para riesgo de error de 0.3%

La desviación típica de la curva de la distribución de frecuencias de los tiempos de reloj obtenidos σ es igual a:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(X_i - X)^2}{n}}, \text{ (Ec. 2.3)}$$

La media aritmética es \bar{X} la desviación estándar σ

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}, \text{ (Ec. 2.4)}$$

El ábaco de Liffson es una aplicación gráfica del método⁸ estadístico para un número fijo de mediciones $n = 10$. la desviación típica se sustituye por un factor B que se calcula:

$$\text{La desviación típica } B = \frac{S - I}{S + I}, \text{ (Ec. 2.5)}$$

Siendo S = tiempo superior

I = tiempo inferior

La calificación de la actuación es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que un operario normal ejecute una tarea. A esta efectividad o eficiencia se le expresa en forma decimal o en por ciento y se le asigna al elemento observado. Un operario normal se define como un obrero preparado, altamente calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo, sino uno representativo del promedio. Este trabajador representa, teóricamente, el promedio o la media de un grupo de trabajadores.

Para el método de calificación del sistema Westinghouse se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario que son la habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como: pericia en seguir un método dado y se puede explicar mas relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima). El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario, que va desde +15% hasta -22%.

Según el sistema el esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser en alto grado por el operario. Pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente, aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al excesivo se le asigna valor de +13% y al deficiente de -17%.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones que van desde +6% hasta -7% estas condiciones de estado general se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

El último de los cuatro factores es la consistencia del operario, la cual debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican consistencia perfecta. Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable, y deficiente, asignando el valor +4% a la consistencia perfecta y de -4% a la deficiente.

2.3.3.3. Tiempo tipo o estándar

Se define como el tiempo normal más el tiempo concedido por márgenes de tolerancias y representa el tiempo en que una operación o actividad debe ser realizada.

$$T_s = T_n + T_n * (\% \text{ de Tolerancias}), \text{ (Ec. 2.6)}$$

- **Aplicación de márgenes o tolerancias**

Las tolerancias son los tiempos que se le agregan al tiempo normal para obtener el tiempo estándar, las cuales toman en cuenta las interrupciones, retrasos y movimientos lentos.

Las tolerancias se aplican a tres áreas:

- **Demoras personales:** interrupciones necesarias para la comodidad o bienestar del empleado.
- **Fatiga:** se aplica a las partes del estudio relativas al esfuerzo. Los factores que lo afectan son: condiciones de trabajo, repetitividad del trabajo, estado general del trabajador, físico y mental.
- **Retrasos inevitables:** se aplica a elementos de esfuerzo, interrupciones por el supervisor, el analista de tiempos, irregularidades en las unidades. Entre estas se pueden clasificar la limpieza de la estación de trabajo y la lubricación de la máquina.

Estas se aplican a tres categorías del estudio:

- Tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo.

- Tolerancias aplicables al tiempo total de la máquina.
- Tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo.

2.4. Balance de líneas¹¹

A la línea de producción se le conoce como el principio para producir a bajo costo grandes cantidades o series de elementos normalizados.

En su concepto más refinado, la producción en línea es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten las actividades simultáneas en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonablemente directo. Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- **Equilibrio:** los tiempos necesarios para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.
- **Continuidad:** una vez iniciada la línea de producción debe continuar pues la detención en un punto corta la alimentación del resto de las operaciones.
- **Cantidad:** el volumen o cantidad de producción deben ser suficientes para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.

Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operadores necesarios para cada operación. Conocido el tiempo del ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo. Conocidos el número de las estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a las mismas.

Para calcular el número de operarios necesarios para el arranque de la operación, se aplica la siguiente fórmula:

$$NO = \frac{TE * IP}{E}, \text{ (Ec. 2.7)}$$

Donde:

IP = unidades a fabricar por tiempo disponible de un operador

NO = número de operadores para la línea

TE = tiempo estándar de la pieza

IP = índice de producción

E = eficiencia planeada

El balance de líneas se utiliza para:

- Evitar cuello de botella.
- Estimar producción que se puede tener.
- Para logra definir la eficiencia con que se trabaja.
- Tratar de definir cual es la velocidad de producción.

2.5. Teoría de inventarios

El inventario representa un porcentaje importante del capital de trabajo de una empresa, por lo tanto, el primer objetivo es aumentar la rentabilidad de la organización por medio de una correcta utilización del inventario, prediciendo el impacto de las políticas corporativas en los niveles de nivel mínimo de

existencia, minimizando el costo total de las actividades logísticas y asegurando el nivel de servicio entregado al cliente.

2.5.1. Rotación de inventarios¹²

Es una medida que controla adecuadamente los niveles mínimos de existencia. Se define de la siguiente manera:

$$\text{Rotación} = \frac{\text{salidas totales (venta anual)}}{\text{existencias promedio (nivel mínimo de existencia promedio)}}, \text{ (Ec. 2.8)}$$

La rotación se suele medir en términos anuales, situando en el numerador de la expresión anterior las salidas totales del año o ejercicio económico y en el denominador las existencias medidas de dicho periodo. También pueden medirse las rotaciones mensuales, semanales o diarias, según cuales sean las características de la referencia analizada, pero la tasa de control por excelencia es la de las rotaciones anuales.

Además de esta atención sobre el período temporal al que se refiere la ecuación 2.8, hay que tener mucho cuidado con las unidades que se emplean en el numerador y denominador de la anterior expresión. Ambas deben ser simultáneamente físicas o monetarias y con las mismas unidades de medida. El tema es especialmente complicado en el caso de las magnitudes económicas: no es raro medir las salidas a precios de mercado y las existencias a valor de costo, lo que daría una falsa rotación financiera de los niveles mínimos de existencia.

Conceptualmente, la rotación del nivel mínimo de existencia nos da una noción, en términos de promedio, del número de veces que un artículo se renueva en el almacén al cabo de un año; así por ejemplo, un artículo con una rotación de 12 significaría que el referido artículo se renovarían como promedio, 12 veces al año.

2.5.2. Formulación¹³

El manejo de materiales garantiza que las operaciones de fabricación nunca tendrán que suspender actividades por falta de materiales en la línea de producción. La formulación es un elemento básico del manejo de materiales.

Toda estimación de manejo de materiales necesita, como datos de partida, las formulaciones de los productos tanto directas como indirectas. Las formulaciones directas son aquellas que son necesarias para la fabricación del producto, tales como materia prima, material de empaque, etc. Las formulaciones indirectas son aquellas que, aunque no son materiales que integran directamente la producción de los productos, sí son necesarios para terminar o fabricar el producto final, como ejemplo de estos materiales se tiene: agua para el proceso, combustibles varios, lubricantes, etc.

2.5.3. Explosión de materiales

Con las fórmulas ya establecidas, de los diferentes productos, se procede a una explosión de materiales, ya que el manejo de materiales controla los ingredientes de los productos y no los productos finales (productos ya preparados), por lo que se necesita saber en cuantos productos va incluido el

mismo ingrediente (materia prima o material de empaque), para totalizar al final la cantidad del ingrediente.

2.5.4. Manejo de materiales¹⁴

El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. Debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro, pudiendo llegar a ser el problema de producción ya que agrega poco valor al producto y consume una parte del presupuesto de manufactura.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular. El eficaz manejo de materiales se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como en la cantidad correcta, considerando un espacio para el almacenamiento.

En una época de alta eficiencia en los procesos industriales, las tecnologías para el manejo de materiales se han convertido en una nueva prioridad en lo que respecta al equipo y sistema de manejo de materiales. Pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado. Aspecto importante de la planificación, control y logística por cuanto abarca el manejo físico, el transporte, al almacenaje y localización de los materiales.

Las herramientas a utilizar en el manejo de materiales son:

- Pedido óptimo
- Nivel mínimo de existencia

- Nivel máximo de existencia
- Nivel teórico de consumo
- Nivel de reorden

2.5.4.1. Pedido óptimo

Es la cantidad adecuada de pedido que debe hacer la empresa para garantizar la producción en un tiempo estimado. Esta se refiere a la cantidad que se debe tener al inicio de cada ciclo. La cual se calcula así:

$$Qop = 2Smínimo + N.R. + K, \text{ (Ec. 2.9)}$$

Reglas de K
Kardex = Existencia
 Si Kardex > N.R. entonces K = 0
 Si Kardex < N.R. entonces K = N.R. – Kardex

2.5.4.2. Nivel mínimo de existencia

Es la cantidad mínima que se debe tener de materia prima en existencia, al momento que se espera llegue la nueva cantidad pedida cuando se tenía el respectivo nivel de reorden.

$$Smínimo = \frac{(\text{planificado}) * (\text{política del nivel mínimo de existencia})}{\text{ciclo}}, \text{ (Ec. 2.10)}$$

Política del nivel mínimo de existencia: diferencia que pueda haber entre la duración más grande en la entrega de un pedido y la política de reorden.

$$Psm = \text{pedido más tardado} - \text{media de entrega}, \text{ (Ec. 2.11)}$$

2.5.4.3. Nivel de reorden

Es la cantidad en existencia de materia prima (material de empaque) que da la pauta para que se haga la requisición u orden de compra.

$$N.R. = \frac{(\text{planificado}) * (\text{política de reorden})}{\text{ciclo}}, \text{ (Ec. 2.12)}$$

2.5.4.4. Nivel teórico de consumo

Llamado también **cobertura**, da una idea del consumo programado de la materia prima (materiales de empaque), que se puede movilizar en el tiempo hasta que la existencia llegue a ser cero. Su fórmula se presenta así:

$$N.T.C. = \frac{(\text{existencia}) * (\text{ciclo})}{\text{planificado}}, \text{ (Ec. 2.13)}$$

Existencia inicial: es la cantidad de insumos que hay al inicio de un determinado período. Sirve de punto de arranque para la realización de todos los subsiguientes cálculos.

Planificado: es la cantidad total de cada materia prima que se ha estimado se necesitará en un ciclo determinado, se basa en la planificación hecha de los diferentes períodos que se contemplaron en pronósticos.

2.5.4.5. Nivel máximo de existencia

Este nivel de inventario nos sirve para determinar la política de la empresa en cuanto a sus existencias de materias primas y materiales. La política se refiere al tiempo máximo que los materiales pueden mantenerse en el almacén.

$$\text{N.M.E.} = \frac{(\text{panificado}) * (\text{política})}{\text{ciclo}}, \text{ (Ec. 2.14)}$$

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Todo análisis tiene un punto de partida que comprende conocer y entender el estadio inicial del fenómeno estudiado, en este caso, el punto de partida es la definición de los problemas que aquejan la administración de la bodega de material de empaque.

3.1. Características generales del producto

Para fines del presente trabajo de graduación se comprende como un producto a los materiales de empaque preparados bajo un mismo proceso e igual presentación.

3.1.1. Productos

La operación de la planta se basa en la formulación y el envasado de productos para la protección de cultivos, principalmente insecticidas, fungicidas y herbicidas.

Dentro de la planta existen dos áreas de producción, una de productos líquidos y otra de productos sólidos, ambas tienen un requerimiento de material de empaque propio.

Actualmente, los productos (materiales de empaque) se preparan en bodega de empaque, de donde son trasladados a las áreas de producción para ser llenados y envasados.

Entre los productos que se preparan y almacenan en la bodega de material de empaque se encuentran:

- Envases de plástico no impresos en sus presentaciones de: 100mL, 120mL, 125mL, 200mL, 250mL, 500mL, 1Lt, 3.5Lt, 5Lt, 9Lt, 20Lt
- Envases de vidrio no impresos en sus presentaciones de: 960mL, 3.5Lt
- Envases de metal no impresos en sus presentaciones de: 1Lt, 20Lt
- Bolsas laminadas no impresa de 40gr, 150gr, 500gr, 1Kg
- Bolsas laminadas impresas de 48gr, 52gr, 60gr, 250gr, 400gr, 454gr
- Bolsas de polietileno impresas de 50gr, 500gr, 800gr
- Bolsas plásticas no impresas de 11Kg
- Bolsas de papel no impresas de 25Kg
- Cajas impresas no armadas de 750gr
- Folletos
- Medida roja
- Cajas de cartón para diferentes presentaciones

Aparte la bodega brinda almacenaje a envases y bolsas impresas en diferentes presentaciones.

Como puede observarse, se cuenta con una amplia gama de productos que compiten en espacio y prioridad de procesamiento en bodega.

El nivel actual de inventarios es mucho mayor a las necesidades reales de la empresa, trayendo consigo altos costos de mantenimiento y oportunidad así como gastos debido a robos u obsolescencias y daños parciales o totales al material.

3.1.2. Justificación de la selección del producto

Bodega de empaque es el departamento encargado de preparar y proveer empaque a las líneas de producción. Su importancia radica en cumplir con la demanda de producción en cantidad y tiempo.

Se seleccionó la preparación de material de empaque y envasado tanto de productos sólidos como de productos líquidos debido a lo siguiente:

La gran demanda de materiales de empaque en la empresa Bayer, S.A. proviene de:

- La necesidad de proteger los productos fitosanitarios contra el deterioro y la exposición durante el almacenamiento, embarque y uso.
- La necesidad de agrupar o empacar los productos tanto líquidos como sólidos para su movilización y
- La necesidad de promover las ventas.

Actualmente, la bodega de empaque se encuentra limitada por su espacio físico y la capacidad de producción de material de empaque. Existen retrasos en la solicitud de pedidos a los proveedores afectando con esto la continuidad del flujo de producción, aumentando no sólo los costos por tiempos

improductivos, sino también los plazos de entrega a producción y por ende a los clientes.

Por las razones anteriormente expuestas se hace evidente la necesidad de un estudio de administración de inventarios.

3.1.3. Materias primas necesarias

Para la preparación de los diferentes materiales de empaque se necesita:

- Etiqueta que identifique al producto
- Etiqueta de fecha de vencimiento (etiqueta meto)
- Bolsa laminada en sus diferentes presentaciones
- Bolsa de polietileno en sus diferentes presentaciones
- Goma
- Cajas de cartón (dispensadores)
- Folletos
- Porta folletos
- Envase de polietileno en sus diferentes presentaciones
- Envase coex en sus diferentes presentaciones
- Envase de metal en sus diferentes presentaciones
- Envase de vidrio en sus diferentes presentaciones
- Caneca plástica
- Caneca de metal
- Cajas de cartón en sus diferentes presentaciones
- Etiqueta para los diferentes productos
- Folleto para los diferentes productos

Muchos de estos materiales tienden a ser obsoletos debido a estrategias comerciales de la empresa. Desafortunadamente, no se cuenta con un sistema de inventarios que minimice el impacto económico que genera la acumulación de materiales obsoletos.

3.2. Características generales del proceso

La secuencia de actividades involucradas en el proceso de material de empaque comienza con la recepción de los requerimientos de empaques. Una vez verificada la entrega, estos se trasladan al área de almacenamiento, donde permanecen hasta el momento de su consumo. Cuando son requeridos por producción, éstos se preparan en bodega previo a ser despachados; así, las existencias van disminuyendo hasta llegar nuevamente a su punto de pedido, dando lugar al inicio de un nuevo ciclo.

3.2.1. Descripción del proceso de material de empaque

El proceso da inicio con la recepción del material de empaque, luego se procede a la preparación y posteriormente se efectúa el despacho.

Las operaciones tienen una secuencia lineal como se detalla a continuación:

3.2.1.1. Recepción

En este lugar se revisan e ingresan los envíos del proveedor, el bodeguero es responsable de la recepción de los materiales de empaque y debe, en primer lugar, constatar que los tipos de empaque, variedad y cantidad coincidan con las órdenes emitidas por el departamento de compras. Para ello los auxiliares de bodega realizan conteos físicos, comparando éstas cantidades con la copia de la orden de compra que poseen.

En forma simultánea, debe verificarse que el material de empaque enviado cumpla con las especificaciones solicitadas por control de calidad, lugar en el cual pueden aceptar o rechazar el ingreso.

Sí los materiales de empaque no presentan ningún inconveniente, se aprueba la orden de compra despachada con la factura del proveedor, el jefe de bodega ingresa al sistema de inventario.

Si los materiales de empaque obtenidos presentan algún inconveniente, el jefe de control de calidad de empaque realiza una nota de reclamo al proveedor.

3.2.1.2. Preparación

La preparación de material de empaque, para productos líquidos y sólidos, consiste en un conjunto de elementos que difiere según presentación y producto (Ver Tabla XXXVI. Apéndice 1, pág. 166).

Actualmente, la planificación para la preparación de empaque está basada en conjeturas y adivinanzas. No se conoce con exactitud la cantidad de empaques que pueden prepararse en bodega, por lo que no se pueden fijar las fechas de entrega a los departamentos de producción, además no existen controles operativos que midan el desempeño y eficiencia de las actividades de bodega de empaque.

3.2.1.3. Suministro

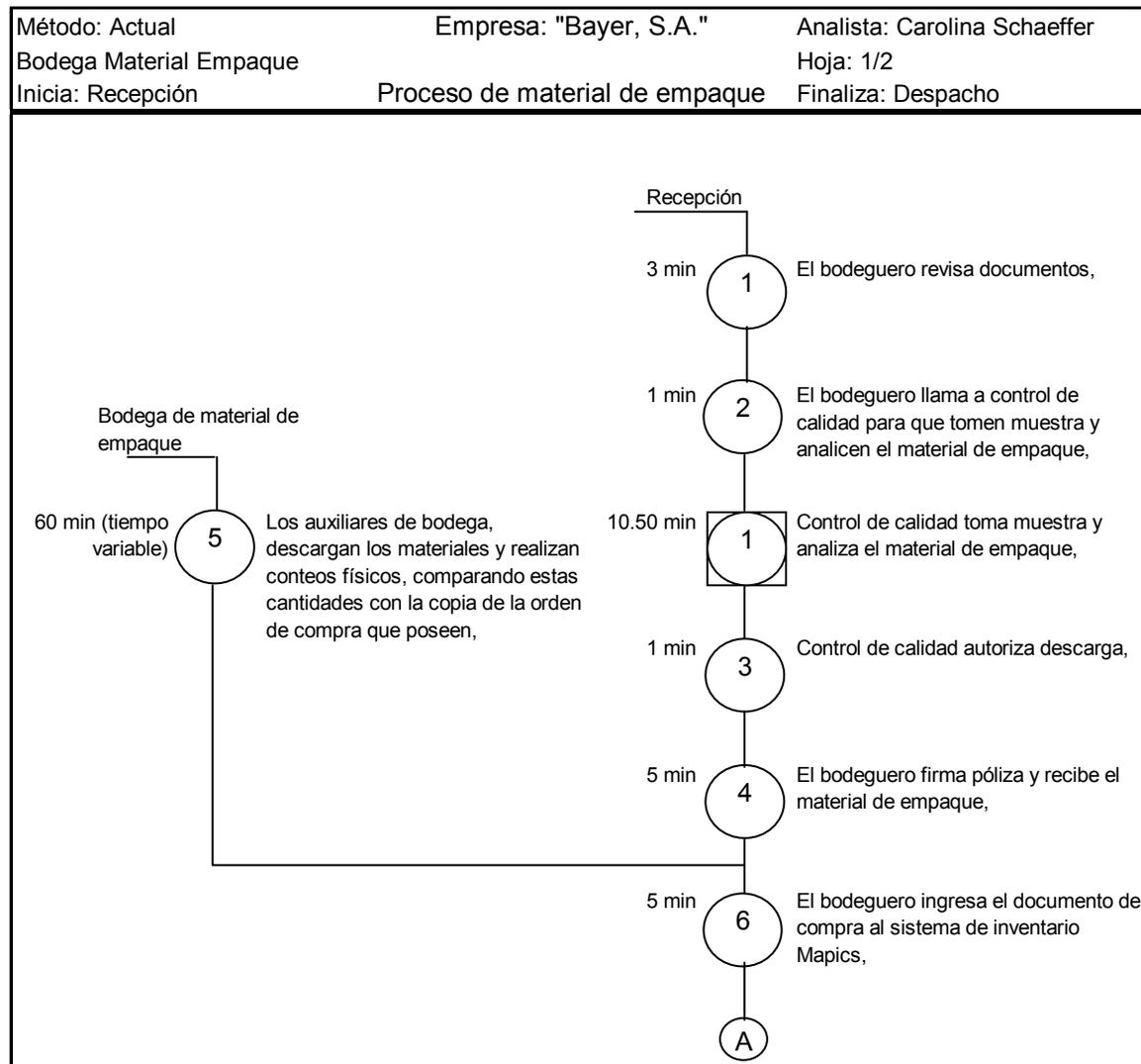
Aquí es donde se despachan los envíos de preparación de empaque y se efectúa un control de salida de existencia mínima de la bodega de material de empaque. El bodeguero de material de empaque es el responsable del despacho exacto de los materiales solicitados en las órdenes de producción.

La entrega de preparación de empaque a los departamentos de producción de líquidos y sólidos se ve afectada por la incapacidad de bodega de suplir a tiempo los pedidos, esto se deriva de una inadecuada planificación de empaque.

3.2.2. Diagrama de operaciones del proceso

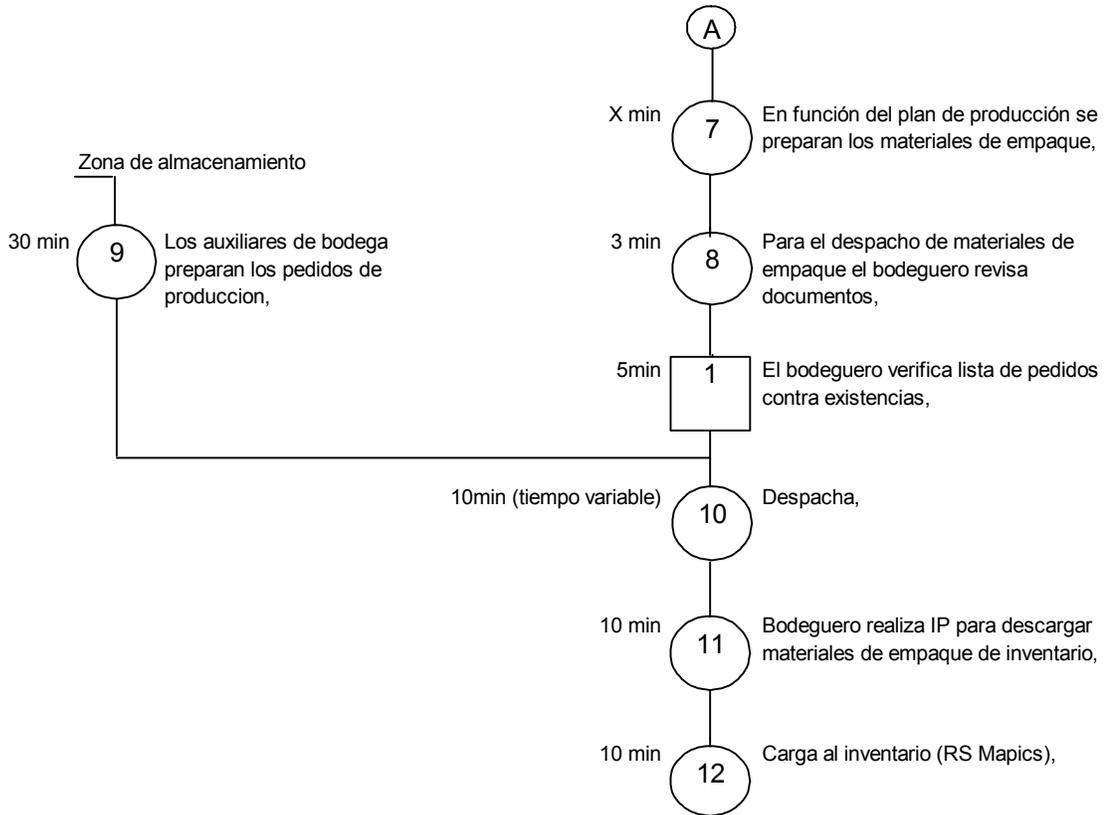
Las operaciones que se realizan en la recepción, preparación y despacho de material de empaque, son descritas en la figura 2, donde se observa que el tiempo de preparación de empaque es variable. Ya que éste depende de las diferentes presentaciones de los productos y de los diversos tipos de material de empaque.

Figura 2. Diagrama de operaciones del proceso de material de empaque



Continúa figura 2

Método: Actual	Empresa: "Bayer, S.A."	Analista: Carolina Schaeffer
Bodega Material Empaque	Proceso de material de empaque	Hoja: 2/2
Inicia: Recepción		Finaliza: Despacho



Resumen

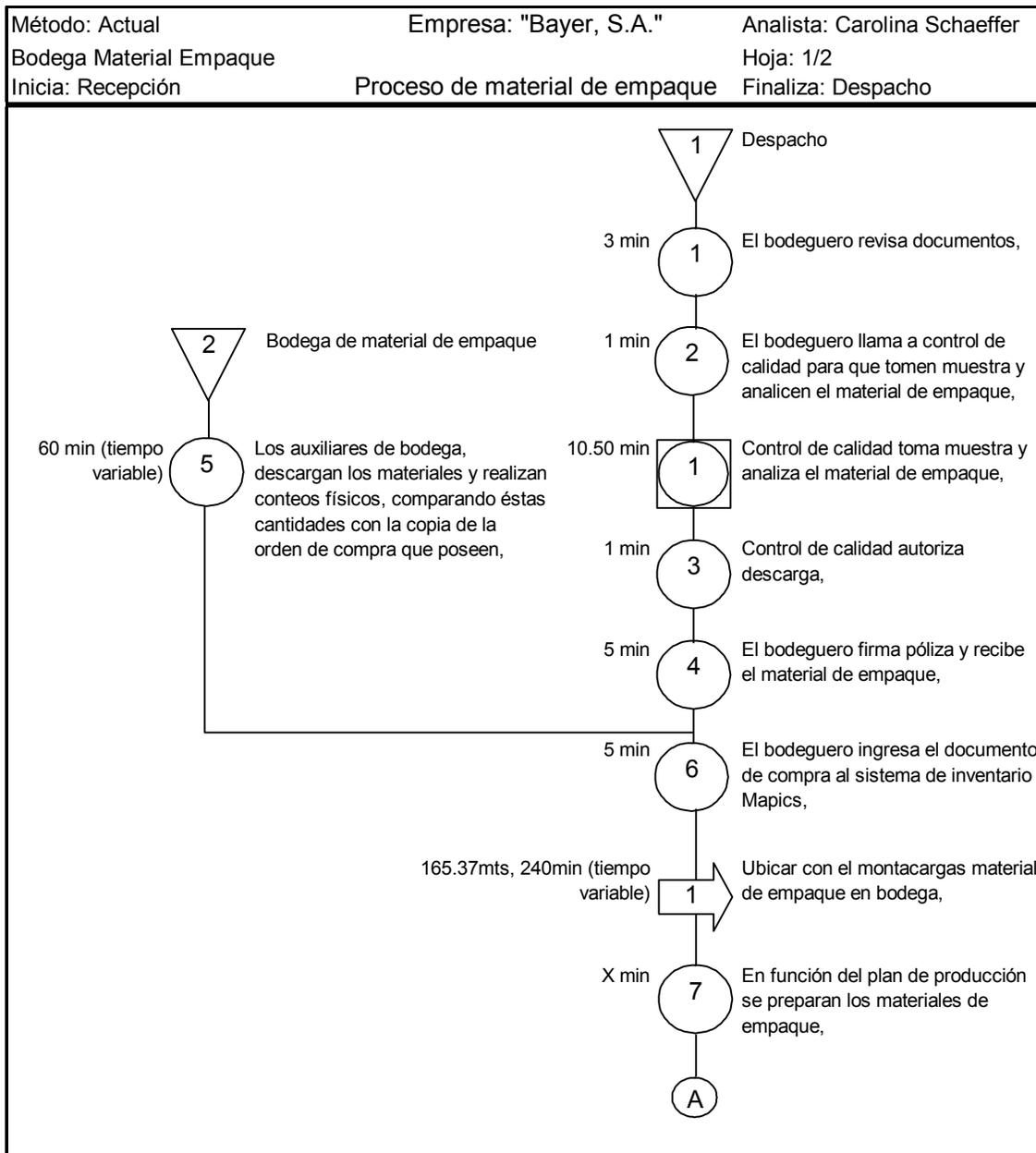
Símbolos	Descripción	No.	Tiempo (min)
○	Operación	12	136.00 + X
□	Inspección	1	5.00
◻	Combinada	1	10.50
Total		14	151.50 + X

Donde X es igual al tiempo de preparación de empaque, este tiempo es variable de acuerdo al tipo de material de empaque

3.2.3. Diagrama de flujo del proceso

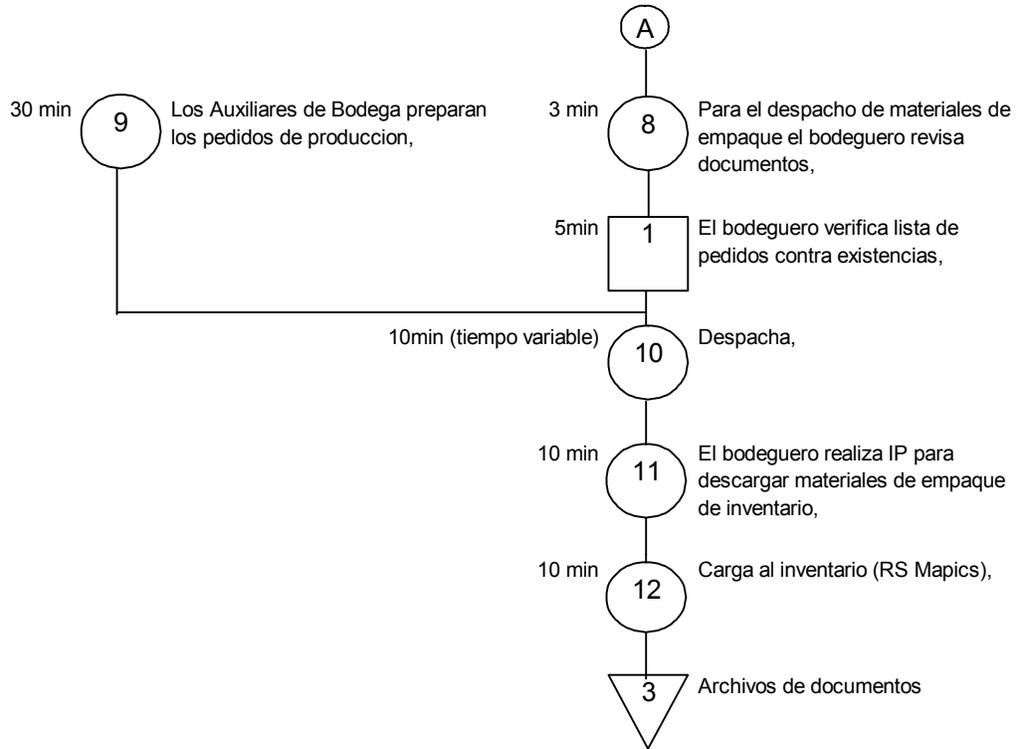
En la figura 3 se describe el diagrama de flujo del proceso de recepción, preparación y despacho de material de empaque, al igual que en el diagrama de operaciones se muestran tiempos variables.

Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de material de empaque



Continúa figura 3

Método: Actual	Empresa: "Bayer, S.A."	Analista: Carolina Schaeffer
Bodega Material Empaque	Proceso de material de empaque	Hoja: 2/2
Inicia: Recepción		Finaliza: Despacho



Resumen

Símbolos	Descripción	No.	Tiempo (min)	Distancia (mts)
	Almacenamiento	3		
	Traslado	1	240.00	165.37
	Operación	12	136.00 + X	
	Inspección	1	5.00	
	Combinada	1	10.50	
	Total	17	391.50 + X	165.37

Donde X es igual al tiempo de preparación de empaque, este tiempo es variable de acuerdo al tipo de material de empaque

3.2.4. Diagramas de recorrido

A continuación se describe el recorrido del material de empaque desde que entra a bodega hasta que sale de la misma.

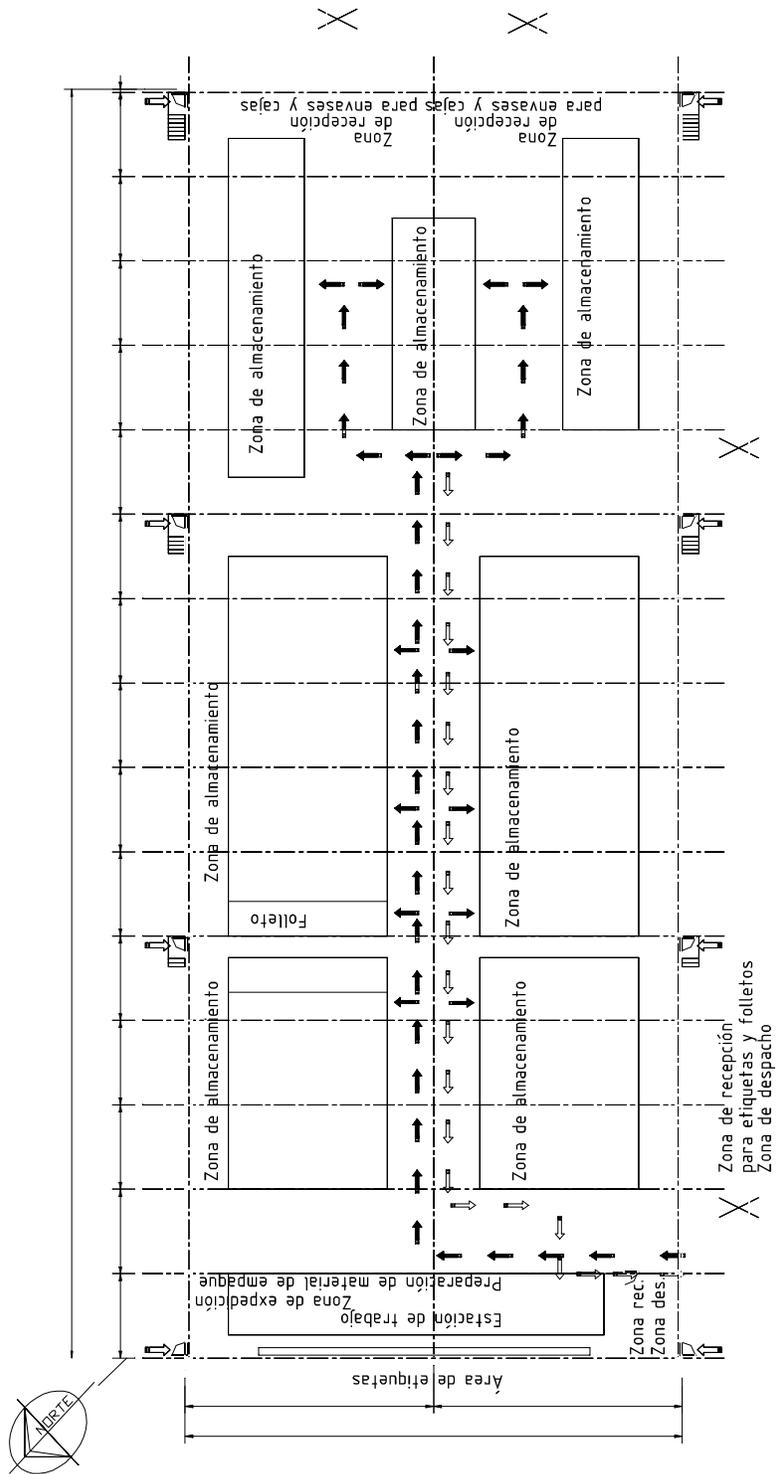
El proceso da inicio en la zona de recepción de bodega de material de empaque. Esta zona incluye los muelles de descarga, la zona de control e identificación y es aquí donde se registra el ingreso de los pedidos a bodega.

Continúa en la zona de almacenamiento, donde se alojan y custodian los materiales de empaque siendo colocados en cualquier espacio vacío, lo que dificulta su localización al momento de ser requeridos, incrementando el tiempo improductivo del proceso de preparación de material de empaque. En la figura 4 se puede observar que no hay áreas específicas de ubicación para los diferentes ítems.

Cuando el bodeguero recibe el plan de producción de las áreas de líquidos y sólidos, realiza un plan mental en el cual indica a los operarios que materiales de empaque deben empezar a preparar; esto se realiza en la zona de preparación de material de empaque.

Por último, el material de empaque es llevado a la zona de despacho donde se efectúa un control de salida de existencia de bodega. Ver figura 4.

Figura 4. Diagrama de recorrido del proceso de material de empaque



3.3. Distribución de los empaques almacenados en bodega

En la bodega de empaque de la empresa Bayer, S.A., el almacenamiento incluye instalaciones, equipo, personal y técnicas requeridas para recibir, almacenar y enviar materiales de empaque. La disposición del paletizado, la altura, el largo y el ancho varía mucho según las características del material de empaque que se va a manejar.

Actualmente, los espacios físicos destinados a alojar los variados ítems de bodega de material de empaque son de localización aleatoria, es decir, los empaques que ingresan a la bodega son colocados en cualquier espacio vacío de las diferentes zonas destinadas a almacenaje.

3.3.1. Distribución de áreas

Existen tres zonas de carácter diferente en la distribución de espacios de la bodega de material de empaque, tales como:

- **Zona de recepción**, que incluye los muelles de descarga, la zona de control e identificación. Aquí se registra el ingreso de los pedidos a la bodega de material de empaque.
- **Zona de almacenamiento**, donde se alojan y custodian los materiales de empaque tanto para productos líquidos, como productos sólidos. Ver tabla II .
- **Zona de expedición**, donde se preparan los envíos (material de empaque) y se efectúa un control de salida de existencias almacenadas en la bodega de material de empaque.

El tipo de instalación utilizada es de estructuras metálicas resistentes a cargas verticales y apilación de tarimas al piso.

La bodega de material de empaque está dividida en las siguientes áreas, en donde se almacenan los diferentes materiales:

Tabla II. Ubicación actual del material de empaque en bodega para las diferentes áreas

ÁREA	MATERIAL DE EMPAQUE
B15, B20 y B21	Folletos
B16	Envase Hedonal 60 3.5Lt (impreso)
B17	Envase de 20Lt o 18Lt
B18	Envase liso 1Lt, envase Tamaron 500CC (impreso)
B19	Envase Látigo 3.5Lt, envase Hedonal 40 3.5Lt, envase Amina 3.5Lt
B22	Envase coex 1Lt, envase Bayfolan 5Lt, envase liso 5Lt, caneca verde, envase coex 100CC
B23	Silvacur Convi 5Lt, envase liso verde 1Lt (Bayfolan Forte), envase Semevin 500CC, envase azul 9Lt, envase coex 100CC, bolsas de 10Kg de Volaton y Caracolex, bolsas de papel de 10Kg, bolsa de Ramortal 80gr, bolsa lisa de 1Kg
B24	Bolsas Volaton 2.5 50lb, bolsas laminadas 300gr y 50gr, camisetas
B25	Bolsas de diferentes presentaciones para productos sólidos
B26	Envase de vidrio de 1GL
B27	Envase Coex 250CC

Continúa tabla II

ÁREA	MATERIAL DE EMPAQUE
B28	Envase Coex 1Lt
B29	Envase liso verde 1Lt (para Bayfolan Forte), envase liso 500CC, envase Monarca 500CC (impreso), envase Basta 1Lt (etiquetado)
B30	Caneca de metal (envase de 20Lt)
D15	Envase liso de 250CC
D16	Tapa blanca con sello (Mold-Tec)
D17	Envase de vidrio de 1Lt
D18	Envase de metal de 1Lt
D19	Envase liso de 100CC de Argentina, tapa color blanco para todas las presentaciones de envases
D20	Envase de vidrio de 1Lt, porta panfletos, medidas rojas
D21	Medida Confidor blanca, tapón de presión para el envase de metal de 1Lt, bolsas jumbo
D22	Dispensador Positron 750gr (cajas), canecas de metal, envase Semevin de 100CC
D23	Tapa Mold-Tec gris, azul y verde, tapa blanca sin logo Bayer.
D24	Envase liso 1Lt de Argentina
D25 y D26	Envase de 200Lt de metal y plástico
D27	Tapón de Argentina blanco, envase de vidrio de 1GL
D28	Tapa blanca de Argentina, dispensador de Positron Duo de 750gr, medida roja
D29	Envase de Baytroid impreso de 100CC

Continúa tabla II

ÁREA	MATERIAL DE EMPAQUE
D30	Envase liso de 100CC, envase de metal de 500CC
D31	Envase de adherente de 500CC, bolsas de papel de 10Kg, envase de metal Blattanex, bolsas de papel de 10Kg de Antracol
E1 – E4	Tapa verde, blanca, roja y azul
E5 – E6	Dispensador de Positron Duo de 750gr
E7 – E11	Bobinas
Área Roja	Envase florinado de 1Lt, envase coex de 500CC
D1 – D14	Empaques no conformes (materiales obsoletos)
A R “Área Roja”	Envase Semevin 125CC, envase Tamaron 500CC, envase Monarca 100CC, NP7 3.5Lt, Bayfolan Forte 3.5Lt
C1 – C4	Dispensadores para productos sólidos
C5 – C7	Tapón coex para 1Lt
B1 – B6	Cajas para diferentes presentaciones
B7	Canecas y cajas para diferentes presentaciones
B8	Cajas
B	Envase de vidrio de 1GL
B9 – B11	Cajas para diferentes presentaciones de envases
B12	Envase liso verde de 1Lt (Bayfolan Forte), Hedonal 72 de 3.5Lt
B13 – B14	Cajas para diferentes presentaciones de envases

En las zonas de almacenamiento de bodega, las áreas D1 – D14 son utilizadas para almacenar material de empaque obsoleto, el cual ya no se utiliza debido a cambios en la presentación del producto o en el empaque del mismo, esto hace que el espacio físico de bodega se reduzca.

3.3.2. Capacidad de bodega de empaque

La capacidad que tiene bodega para almacenar material de empaque, en sus diferentes áreas es 39.85mt de largo X 19.2mt de ancho, 22.1mt de largo X 9.2mt de ancho y 13.75mt de largo X 5mt de ancho. El área total de la instalación (bodega de material de empaque) es entonces de: 1,037.19m². Ver figura 5, pág. 53.

3.3.3. Volumen por tarima (m³) por producto

Es importante medir la utilización en m³ respecto a la capacidad del almacén. Por eso se detalla en la tabla III. los m³ destinados a cada zona y a cada tipo de material de empaque en particular.

Tabla III. Volumen por tarima (m³) por producto

Producto	Disposición del Palatizado			Altura/ Tarima(mt)	Largo (mt)	Ancho (mt)	Volumen/ Tarima(m ³)
	Ud/paq	Paq/cama	Camas/ Tarima				
Bobinas	1	6	2	1.16	1.22	1.22	1.7265
Bobina gis Volaton1.5PKG	1	5	2	1.16	1.22	1.22	1.7265
Bolsa Euparen 50WP 50gr	1,200	12	6	1.16	1.22	1.22	1.7265
Bolsas de 1lb	2,500	4	2	1.16	1.22	1.22	1.7265
Bolsas 10Kg	200	5	7	1.16	1.22	1.22	1.7265

Continúa tabla III

Producto	Disposición del Palatizado			Altura/ Tarima(mt)	Largo (mt)	Ancho (mt)	Volumen/ Tarima(m ³)
	Ud/paq	Paq/cama	Camas/ Tarima				
Caja 20X100ml	25	8	10	2.70	1.20	1.00	3.2400
Caja 20X250ml	25	5	10	2.60	1.20	1.00	3.1200
Caja corrugada 40X100/150/250 /20X500)ml 1Lt	25	4	10	2.60	1.20	1.00	3.1200
Caja corrugada 20X1Lt	25	2	9	2.60	1.20	1.00	3.1200
Caja coex 20X1Lt	25	2	10	2.60	1.20	1.00	3.1200
Caja corrugada 4X1GL	25	4	10	2.60	1.20	1.00	3.1200
Camisetas	10,000	12	6	0.65	1.20	1.00	0.7800
Envase coex, 100CC	182	2	26	2.35	1.20	1.00	2.8200
Envase lámina 100CC	20	18	10	1.56	1.20	1.00	1.8720
Envase plástico liso 100CC	450	9	5	2.50	1.20	1.00	3.0000
Envase plástico liso 150CC	400	9	5	2.46	1.20	1.00	2.9520
Envases coex, 250CC	150	2	15	2.23	1.20	1.00	2.6760
Envase plástico liso 500CC	112	2	10	1.60	1.20	1.00	1.9200
Envase coex 1Lt	74	2	8	2.26	1.20	1.00	2.7120
Envase de pletileno 1Lt	60	9	10	1.75	2.95	1.50	7.7438
Envase lámina liso 1Lt	20	6	5	1.32	1.20	1.00	1.5840

Continúa tabla III

Producto	Disposición del Palatizado			Altura/ Tarima(mt)	Largo (mt)	Ancho (mt)	Volumen/ Tarima(m ³)
	Ud/paq	Paq/cama	Camas/ Tarima				
Sello aluminio /PE Env COEX 1Lt	7,500	9	5	1.16	1.22	1.22	1.7265
Envase plástico 1Galón	16	8	10	2.40	2.65	1.38	8.7768
Envase plástico 5Lt	20	2	6	2.40	1.20	1.00	2.8800
Caneca Van Leer, 20Lt	1	12	3	1.58	1.20	1.00	1.8960
Envase plástico liso 20Lt	8	2	5	2.90	1.20	1.00	3.4800
Envase plástico /metal 200Lt	1	10	2	1.95	2.74	1.37	7.3199
Envase plástico liso 200Lt	1	10	2	1.95	2.74	1.37	7.3199
Folletos	5,000	8	5	1.16	1.22	1.22	1.7265
Tapa 50mm	1,000	6	3	1.16	1.22	1.22	1.7265
Total					42.44	33.38	
Área total					1416.6472		

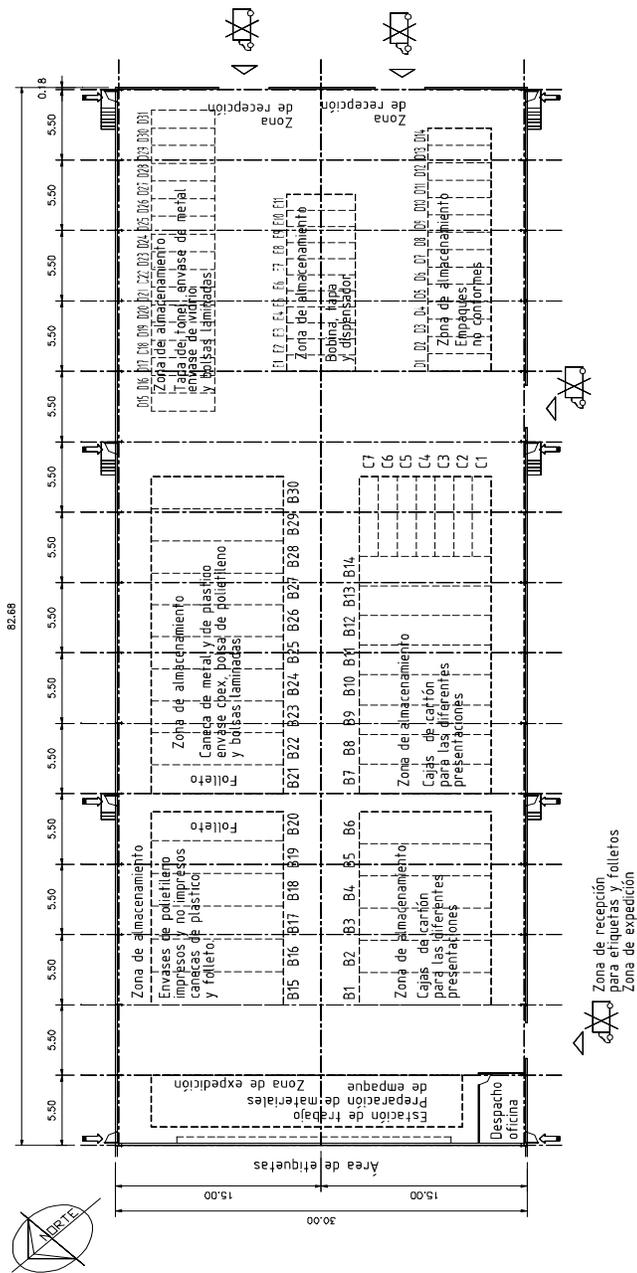
El área que se necesita para almacenar los distintos empaques es de 1,416.65m². La capacidad de las zonas de almacenamiento en bodega es de 1,037.19m². Esto indica que la ubicación del material de empaque no está sectorizada; existen siempre materiales de empaque que son colocados en los espacios que se encuentran vacíos.

El material de empaque obsoleto ocupa un área en las zonas de almacenamiento, que mantiene un nivel fijo de inventario debido a que no se consume.

3.3.4. Plano de distribución de áreas en bodega de material de empaque

En la figura 5 se puede observar que en el área D1 a D14 se almacena material obsoleto.

Figura 5. Distribución de áreas dentro de bodega de material de empaque



3.4. Preparación actual de material de empaque

La preparación de material de empaque la realizan los operarios basándose en las indicaciones verbales del bodeguero, quien utiliza como criterio el plan del área de producción. La bodega de empaque no cuenta con un plan de preparación de empaque propio.

3.4.1. Planificación actual de la preparación de material de empaque

En la actualidad, la planificación de preparación de empaque se basa en lo siguiente:

Los departamentos de producción entregan a bodega de empaque su plan mensual de producción, como se muestra en el formato de las tablas IV y V.

Tabla IV. Plan de producción de sólidos

Código	Producto	Cantidad programada	Fecha programada inicio	Fecha programada finalización
Sólidos ENVASADO DE POLVOS (Máquinas) Rovema I, Rovema II, Stocken, Munson, Hoefliger y Reenvase Aquí se listan todos los productos sólidos en orden alfabético que procesará cada máquina, los cuales, además de ser llenados y envasados en las áreas de producción, llevan un proceso de material de empaque en bodega. Manual Capilla				

Continúa tabla IV

Aquí se listan los productos que son llenados manualmente en Capilla, los cuáles también llevan un proceso de material de empaque.

En todos los productos se escribe la cantidad programada, la fecha programada de inicio y la fecha programada de finalización.

Tabla V. Plan de producción de líquidos

Código	Producto	Cantidad programada	Fecha programada inicio	Fecha programada finalización
<p>Líquidos</p> <p>LLENADO DE LÍQUIDOS, ENVASADO DE HERBICIDAS LÍQUIDOS (Máquina) Mewes, Mewes II, PR 30, Llenadora Toneles, Llenadora 3 S's, Llenadora Strunck II, Strunck, PR 6, Ocme,</p> <p>Aquí se listan todos los productos líquidos en orden alfabético que llenará y envasará cada máquina, éstos productos llevan un proceso de preparación de material de empaque en bodega.</p> <p>Envases manuales</p> <p>Aquí se listan todos los productos líquidos en orden alfabético que son llenados manualmente y que además llevan un proceso de material de empaque en bodega.</p> <p>En todos los productos se escribe la cantidad programada, la fecha programada de inicio y la fecha programada de finalización.</p>				

Como puede observarse en las tablas IV y V, los productos están agrupados de acuerdo a la máquina que los procesará; este orden de producción no es el más idóneo para la bodega de empaque, ya que los productos no están ordenados por fechas de inicio, por lo que dificulta al jefe de bodega a llevar un control eficiente del material de empaque que los operarios deben preparar; además de que éstas fechas programadas de inicio y

finalización son del plan de producción y no del plan de bodega de material de empaque.

La planeación de la preparación de empaque la realiza el jefe de bodega, basándose en estimación de datos históricos; tomando en cuenta la cantidad programada, fechas de inicio y finalización del plan de producción de líquidos y sólidos.

3.4.2. Medida del trabajo por estimación de datos históricos

Los tiempos registrados en las tablas VI y VII se obtuvieron de un pizarrón que se encuentra en el área de preparación de material de empaque en bodega, en donde se lleva un control ordenado por días y se especifica fecha, producto, presentación, cantidad producida y número de operarios que prepararon el material de empaque para dicho producto. Esta tabla no especifica las horas empleadas por los operarios para la preparación del producto. Debido a esto no se logra medir la eficiencia de bodega.

3.4.2.1. Tiempo actual en la preparación del empaque

Los tiempos de preparación de material de empaque de la tabla VI se obtuvieron de la hoja de control que se muestra en la figura 6, pág. 62.

Tabla VI. Tiempos de la preparación actual de empaques para productos líquidos y sólidos

Fecha	Producto	Tiempo (min.1op/unidad)
08/08/2003	Productos AS 40gr	0.9600
26/08/2003		0.3840
17/09/2003		0.8000

Continúa tabla VI

Fecha	Producto	Tiempo (min.1op/unidad)
18/09/2003	Productos AS 40gr	0.4800
19/09/2003		0.9600
22/09/2003		0.3000
23/09/2003		0.3429
24/09/2003		0.3789
12/09/2003	Producto BL 40 X 100mL	0.3330
13/09/2003		0.6000
16/09/2003		0.4000
17/09/2003		0.4000
18/09/2003		0.2824
19/09/2003		1.0286
20/09/2003		0.4000
22/09/2003		0.4174
23/09/2003		1.0000
24/09/2003		0.3000
25/09/2003		0.3429
02/09/2003	Productos CL 40 X 100MI	0.2400
04/09/2003		0.2400
23/08/2003	Productos FL 40 X 200mL y 40 X 250mL	0.7200
25/08/2003		0.3000
25/08/2003		0.9600
28/08/2003		0.6400
29/08/2003		0.6400
01/09/2003		0.6000
25/09/2003		1.3714
26/09/2003		0.7200
27/09/2003		0.7200
29/09/2003		0.6117
02/09/2003	Producto FS 150gr	0.3600
08/08/2003	Productos TL 18Lt y 20Lt	4.8000
12/08/2003		6.6670
13/08/2003		4.8000
15/08/2003		9.6000
18/08/2003		4.8000
21/08/2003		2.7430
27/08/2003		6.4000
03/09/2003		1.9050
04/09/2003		1.6000
08/09/2003		2.6670

Continúa tabla VI

Fecha	Producto	Tiempo (min.1op/unidad)
09/09/2003	Productos TL 18Lt y 20Lt	2.6670
10/09/2003		3.1170
23/09/2003		9.6000
18/08/2003	Productos UL 18Lt y 20Lt	3.8400
11/09/2003		1.6110
12/09/2003		2.2220
13/09/2003		2.5530
11/08/2003	Productos WL 20Lt	3.0000

Como puede observarse en la tabla VI, existen variaciones entre las eficiencias (min.1op/unidad) de los productos que además de tener el mismo proceso de preparación de material de empaque, tienen la misma presentación. Esto se debió a que las hojas de control que se estaban llenando no identificaban el período de tiempo que el operario empleaba para preparar dichos empaques.

Es decir, se especifica la fecha, el producto, presentación, cantidad producida y número de operarios involucrados en el proceso, pero no se indica el período de tiempo empleado en la preparación de la cantidad de empaque requerida para los diferentes productos. En consecuencia, se asumía que los productos se trabajaban durante toda una jornada laboral de ocho horas.

Esto de ninguna manera arrojaría una información real, ya que existía la probabilidad de que los operarios realizaran la preparación de varios materiales de empaque en la misma jornada y el total de operarios por día sería mayor incluso que el número de operarios contratados en bodega. Todo esto se trabajaba primariamente en la pizarra que está ubicada en el área de preparación de empaque, luego, los datos se archivan en las hojas de control, ver figura 6, pág. 62.

3.4.2.2. Cantidad producida de empaque por día

Los datos de la cantidad preparada de material de empaque de la tabla VII se obtuvieron de la hoja de control que se muestra en la figura 6, pág. 62.

Tabla VII. Cantidad producida de empaque por día para productos líquidos y sólidos

Fecha	Producto	Cantidad producida	# de operarios
08/08/03	Productos AS 40gr	2,000	4
26/08/03		5,000	4
17/09/03		1,800	3
18/09/03		3,000	3
19/09/03		2,000	4
22/09/03		3,200	2
23/09/03		2,800	2
24/09/03		3,800	3
12/09/03		Producto BL 40 X 100ml	1,440
13/09/03	1,600		2
16/09/03	1,200		1
17/09/03	1,200		1
18/09/03	1,700		1
19/09/03	1,400		3
20/09/03	1,200		1
22/09/03	2,300		2
23/09/03	2,400		5
24/09/03	1,600		1
25/09/03	4,200	3	
02/09/03	Productos CL 40 X 100ml	2,000	1
04/09/03		2,000	1
25/08/03	Productos FL 40 X 200ml y 40 X 250ml	500	1
23/08/03		2,000	3
25/08/03		4,800	3
28/08/03		3,000	4
29/08/03		1,500	2
01/09/03		2,400	3
25/09/03		350	1
26/09/03		2,000	3
27/09/03		2,000	3
29/09/03		3,139	4
02/09/03	Producto FS 150gr	4,000	3
28/08/03	Producto IL 40 X 500 ml	1,000	3
29/08/03		1,200	3
01/09/03		800	3
02/09/03		500	1

Continúa tabla VII

Fecha	Producto	Cantidad producida	# de operarios
03/09/03		1,000	2
04/09/03	Producto IL 40 X 500ml	1,200	2
08/09/03		1,600	4
09/09/03		1,920	2
11/09/03		440	1
16/08/03		1,608	3
26/08/03	Producto JL 12 X 960CC	480	1
10/09/03	Productos JS	8,000	2
20/08/03	Producto KL 20 X 1Lt	1,200	3
21/08/03		3,500	4
22/08/03		2,500	4
22/09/03		1,200	2
23/09/03		1,300	2
24/09/03		4,500	6
08/08/03		1,600	2
03/09/03		900	3
04/09/03		1,400	2
17/09/03		940	2
25/09/03		600	1
27/08/03		Productos LS 500gr	3,000
11/09/03	Productos ML 20 X 1Lt	550	1
11/09/03		500	1
11/08/03		280	1
18/09/03		600	1
19/09/03		2,000	3
22/08/03	Producto OS 11Kg	750	2
16/09/03		1,200	2
10/09/03	Producto QL 20 X 1Lt	220	1
30/09/03		1,000	3
20/09/03	Productos QS 20 medidas rojas X bolsa	15,000	5
09/08/03	Productos RL 4 X 1GI	780	3
11/08/03		820	4
22/08/03	Productos SL 4 X 5Lt	350	2
11/09/03		110	1
08/09/03	Productos TL 18Lt y 20Lt	540	3
09/09/03		360	2
10/09/03		308	2
21/08/03		350	2
12/08/03		216	3
13/08/03		300	3
23/09/03		250	5
08/08/03		200	2
03/09/03		252	1
04/09/03		300	1
15/08/03		100	2
18/08/03		100	1
27/08/03		150	2

Continúa tabla VII

Fecha	Producto	Cantidad producida	# de operarios
18/08/03	Productos UL	500	4
11/09/03	18Lt y 20Lt	596	2
12/09/03		216	1
13/09/03		188	1
11/08/03	Productos WL 20Lt	320	2

Como puede observarse en la tabla VII, existen variaciones entre las cantidades producidas de los productos que además de tener el mismo proceso de preparación de material de empaque, tienen la misma presentación. Esto se debió a que las hojas de control que se estaban llenando, no identificaban el período de tiempo que el operario empleaba para preparar dichos empaques.

3.4.2.3. Eficiencia o rendimiento en la bodega de empaque

No existen datos históricos que permitan establecer patrones de tiempo y, por consiguiente, no se puede determinar la eficiencia de bodega.

De las observaciones anteriores, se deduce la necesidad de modificar el formato del control de preparación de empaque.

3.5. Inventarios actuales en la bodega de empaque

A continuación se exponen algunos puntos relacionados con el control de inventarios, tales como las políticas, criterios, técnicas de medida y recuento de existencias utilizados en bodega de material de empaque de la empresa Bayer, S.A.

3.5.1. Política

Dentro de las políticas de inventarios de bodega de material de empaque de la empresa Bayer se encuentran:

- El bodeguero de material de empaque debe recibir sólo los materiales de empaque autorizados por la orden de compra, una de cuyas copias queda en su poder.
- El bodeguero de material de empaque debe controlar que la cantidad entregada no supera la solicitada.
- El bodeguero de material de empaque debe tomar las medidas pertinentes para que el departamento de control de calidad apruebe el ingreso con la mayor brevedad.
- El bodeguero de material de empaque debe realizar mensualmente conteos físicos de los inventarios, manteniendo el control de existencias de material de empaque, para garantizar la exactitud de los registros.
- Mantener una existencia mínima de seguridad para garantizar la disponibilidad en las actividades de producción de líquidos y sólidos, ya

que el aprovisionamiento no es instantáneo (cuanto más automático y rápido sea el abastecimiento, menos stock de seguridad necesitamos).

- Los criterios para evaluar a los proveedores de bienes son: cumplimiento con cantidades, calidad, tiempos de entrega, mejora del desempeño, sistema de calidad y atención a reclamos.
- Los criterios para la evaluación de servicios son: calidad, mejora del desempeño, sistema de calidad y atención a reclamos.

Es evidente que no existe en la empresa Bayer, S.A. una política que regule el tiempo máximo que los materiales pueden mantenerse en la bodega. Lo que genera que se incurra en costos y gastos de almacenamiento que no agregan ningún valor al producto, además de limitar el espacio útil de las zonas de almacenamiento.

3.5.2. Proveedores

Los proveedores de Bayer entregan con puntualidad los pedidos en el periodo solicitado. Si el desempeño de las fuentes de suministros no es el adecuado, puede requerirse una rectificación por parte de éstas o se realiza una nueva búsqueda y selección.

3.5.2.1. Criterios para la evaluación de proveedores

Las variables que utiliza la empresa Bayer S.A. para comparar y elegir proveedores se muestran en las tablas VIII y IX.

Tabla VIII. Criterios para la evaluación de proveedores de bienes

Atributo/Variable	Puntaje (%)	Criterios
Cumplimiento con cantidades	25	<ul style="list-style-type: none"> • $\pm 5\%$ \rightarrow 25puntos • - 6 a 10% \rightarrow 15puntos • - 11 en adelante \rightarrow 5puntos
Calidad: Cumplimiento con especificaciones técnicas	25	<ul style="list-style-type: none"> • Rango = aceptado = 25 • Rechazado = 0
Cumplimiento con tiempos de entrega	20	<ul style="list-style-type: none"> • ± 2 días \rightarrow 20 • + 3 a 5 días \rightarrow 10 • + 6 en adelante \rightarrow 0
Mejora del desempeño	10	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoró \rightarrow 10 • Igual \rightarrow 0 • Peor \rightarrow 0
Sistema de calidad	10	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de acuerdo a lo solicitado \rightarrow 10
Atención a reclamos	10	<ul style="list-style-type: none"> • Atendió y resolvió \rightarrow 10 • Atendió \rightarrow 3 • No atendió \rightarrow 0

Tabla IX. Criterios para la evaluación de proveedores de servicios

Atributo/Variable	Puntaje (%)	Criterios
Calidad: Cumplimiento con términos de referencia	40	<ul style="list-style-type: none"> • Rango = aceptado = 40 • Rechazado = 0
Mejora del desempeño	20	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoró \rightarrow 10 • Igual \rightarrow 0 • Peor \rightarrow 0
Sistema de calidad	20	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de acuerdo a lo solicitado \rightarrow 10
Atención a reclamos	20	<ul style="list-style-type: none"> • Atendió y resolvió \rightarrow 10 • Atendió \rightarrow 3 • No atendió \rightarrow 0

3.5.2.2. Criterios para la aprobación de proveedores

- Se elige al proveedor que obtenga mayor puntaje.
- Tiene que obtener una calificación igual o mayor que 60.
- Se realizan controles de calidad al proveedor y al producto.

3.5.3. Existencias

Para controlar adecuadamente las existencias en bodega de material de empaque, la logística de Bayer es contar con una serie de medidas de control que reflejan de la manera más completa posible la situación del activo circulante y, en su caso, de los materiales de empaque puestos a su disposición para esa gestión.

Estas medidas pueden ser:

- Las medidas de existencias se miden en unidades físicas, en donde el bodeguero, sin perder nunca de vista el valor económico de las existencias, debe centrar su atención en el control de la cuantificación física.
- La medición de los movimientos del circulante; es decir, de las entradas y salidas de materiales de empaque. El registro de ingresos y egresos de la bodega de material de empaque se lleva a cabo por medio de programas informáticos. La automatización de estos registros permite observar las altas y bajas de material de empaque de acuerdo a las normas contables vigentes, facilitando la actualización de las existencias y su valorización.

La medición de las entradas y salidas de material de empaque se realiza sobre la base de unidades físicas, y se mide pedido a pedido (no en términos periódicos: entradas o salidas diarias, semanales, mensuales o anuales).

El recuento de existencias en la bodega de material de empaque es una actividad fundamental dentro del control de los inventarios, que consiste en arbitrar los medios para disponer periódicamente de datos viables de existencias.

El recuento físico de existencias que se utiliza en la empresa Bayer es el recuento cíclico, que consiste en contar los distintos insumos de materiales de empaque existentes en forma periódica (cada mes), garantizando con esto la exactitud de los registros.

Lamentablemente no se cuenta con un sistema de administración de inventarios que determine cuáles son los niveles que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecer el inventario y de qué tamaño deben ser los pedidos.

3.5.4. Reabastecimiento

La política de pedidos para reabastecer el inventario de bodega de material de empaque es de revisión periódica; es decir, se pide lo que hace falta para llegar al nivel deseado de inventarios. La cantidad y los tiempos de pedido son variables.

La decisión de compra para reabastecer el inventario de material de empaque la toma el departamento de logística por medio de la cadena de

abasto, supervisando las existencias de manera periódica y verificando los materiales de empaque que requieran de reabastecimiento.

3.5.5. Rotación de inventarios

La rotación en la bodega de material de empaque es un factor determinante, por lo que el almacenamiento se realiza de modo que el primer producto apilado sea el primero en salir, aplicando el sistema PEPS. Esto se logra corriendo toda la fila a medida que se va consumiendo la existencia.

La rotación se calcula dividiendo las salidas totales en los últimos 8 meses por las existencias medidas de dicho periodo (existencia promedio).

La rotación, o el número de veces que se renuevan los insumos utilizados en la preparación de material de empaque del producto: **4KL1Lt**; en los últimos 8 meses es la siguiente:

- Etiqueta 4KL 1Lt

$$\text{Rotación} = \frac{185440}{102200} = 1.81 \text{ veces en 8 meses}$$

- Envase plástico liso verde de 1Lt

$$\text{Rotación} = \frac{185440}{40665} = 4.56 \text{ veces en 8 meses}$$

- Tapas color verde para 4KL 1Lt

$$\text{Rotación} = \frac{185440}{119960} = 1.55 \text{ veces en 8 meses}$$

Estos insumos son utilizados en iguales cantidades para la preparación del material de empaque 4KL Lt, debiendo tener un nivel de rotación semejante. Como puede observarse, la cantidad consumida de dichos insumos es la misma, pero la existencia promedio varía considerablemente, lo que arroja niveles de rotación diferentes.

Esto implica que no hay un control en el sistema de inventarios, lo que incrementa el riesgo de almacenar insumos que puedan llegar a convertirse en material obsoleto.

3.6. Análisis actual de los impactos ambientales de la bodega de empaque

Bayer considera que es su responsabilidad proteger al medio ambiente, así como la salud y seguridad de sus empleados, clientes y comunidades. Dentro de los objetivos de Bayer de Guatemala se encuentra el ser una empresa amigable al medio ambiente, tanto en sus productos como en sus métodos de fabricación y ventas.

Las actividades que se realizan en bodega de material de empaque incluyen la recepción, la preparación de material de empaque y la entrega o suministro de material de empaque preparado a los departamentos de producción. El proceso de preparación de material de empaque es el único que genera en sus actividades residuos sólidos, por lo que es necesario hacer un análisis actual de los impactos que se producen en el mismo.

Entre los residuos sólidos que se generan en bodega de material de empaque se encuentran:

- Tira de papel que deja el rollo de adhesivos de lotificación, al ser pegado en la etiqueta del envase o en la etiqueta de la bolsa laminada.
- Bolsa plástica de granel donde viene el envase y las medidas rojas.
- Papel de cartón en donde vienen empacadas mil etiquetas.
- Papel que dejan los sobres adhesivos al ser pegados en las canecas plásticas o de metal.
- Pita que sirve para amarrar un bloque de 25 cajas.
- Bandejas de cartón donde viene el envase de polietileno.
- Carrete en donde viene enrollado la tira de adhesivo de lotificación.
- Papel que dejan las etiquetas adhesivas al ser pegadas en algunas presentaciones de bolsas laminadas, para productos sólidos.
- Otros residuos sólidos los constituyen los materiales de empaque obsoletos.

Los materiales de desecho antes mencionados son en su mayoría plásticos que tienen una degradación aproximadamente de 500 años, y los desechos como el papel se degradan en un lapso de 50 años.

La cantidad de desechos sólidos dependerá de la producción planificada, la cual varía de acuerdo a la temporada.

Los residuos de material de empaque en bodega no causan daño a la salud humana, ya que no han sido recipientes de plaguicidas. Estos desechos sólidos son transferidos al servicio de recolección de desechos de la Empresa Guatemalteca del Medio Ambiente S.A., quien se encarga del tratamiento de los mismos. Sólo los desechos que tienen el emblema Bayer serán incinerados.

4. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

La búsqueda de la mejora continua está basada en la retroalimentación, en analizar la información que un proceso brinda en su ejecución, con el fin de conocer sus puntos fuertes y débiles, buscando optimizar el uso de los recursos empleados en el proceso. Bayer tiene en su sistema de inventarios puntos críticos que luego de haber sido cuidadosamente estudiados se procederá a exponer las posibles soluciones.

4.1. Medición del trabajo para el proceso de preparación de empaque

Los estándares de tiempo ayudarán a la planificación de la preparación de material de empaque, incrementando la eficiencia del proceso y de los operarios, a la vez que facilitan la administración del sistema de inventarios.

Para establecer el estándar se realizó un estudio cronométrico de tiempos, el cual se detalla a continuación.

4.1.1. Cálculo del tiempo observado (cronometrar)

Una vez que se ha registrado toda la información general y la referente al método normalizado de trabajo, la siguiente fase consiste en hacer la medición del tiempo de la operación. A esta tarea se le llama comúnmente cronometraje.

4.1.1.1. Observaciones necesarias para el cálculo del tiempo normal

La longitud del estudio de tiempos dependerá en gran parte de la naturaleza de la operación individual y de los diferentes procesos de preparación de material de empaque. El número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende del procedimiento que se aplique, pudiendo ser por medio de fórmulas estadísticas o por medio del ábaco de Lifson. Ver figura 21, anexo 1, pág.177.

Productos: AL 20 X 100 mL

- Por medio del ábaco de Lifson

Elemento 1: pegar a cada caja de 20 X 100 mL una etiqueta no adhesiva.

S = Tiempo superior = 0.2613 minutos

I = Tiempo inferior = 0.1973 minutos

Según ecuación 2.5

$$B = \frac{0.2613 - 0.1973}{0.2613 + 0.1973} = 0.1396 \approx 0.1500$$

Se entra el ábaco de Lifson con los siguientes valores

$$\left. \begin{array}{l} B = 0.15 \\ e = 4\% \\ R = 2\% \end{array} \right\} N = 30$$

Según el ábaco, deberán realizarse 30 lecturas para el elemento 1 del producto AL 20 X100 mL. Ver tabla XVIII, pág. 85.

- Por medio de fórmulas estadísticas

Tabla X. Tabla para obtener el número de observaciones aplicando datos estadísticos para el elemento 1 de los productos AL de 100mL

Valores de Xi en minutos	Frecuencia	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$f(X_i - X)^2$
0.1973	1	-0.0335	0.0011	0.0011
0.2097	1	-0.0211	0.0004	0.0004
0.2202	1	-0.0106	0.0001	0.0001
0.2215	1	-0.0093	0.0001	0.0001
0.2236	1	-0.0072	0.0001	0.0001
0.2292	1	-0.0016	0.0000	0.0000
0.2298	1	-0.0010	0.0000	0.0000
0.2303	1	-0.0005	0.0000	0.0000
0.2312	1	0.0004	0.0000	0.0000
0.2327	1	0.0019	0.0000	0.0000
0.2360	1	0.0052	0.0000	0.0000
0.2362	1	0.0054	0.0000	0.0000
0.2372	1	0.0064	0.0000	0.0000
0.2412	1	0.0104	0.0001	0.0001
0.2420	1	0.0112	0.0001	0.0001
0.2447	1	0.0139	0.0002	0.0002
0.2613	1	0.0305	0.0009	0.0009
Totales	17			0.0033

Entonces

$$X = 0.2308 \text{ min} \quad N = 11$$

$$\sigma = 0.0143 \quad R = 5\%$$

$$e = 4\% \quad K = 2$$

Por medio de las fórmulas estadísticas deben realizarse 11 lecturas para el elemento 1 del producto AL 20 X 100mL.

Elemento 2: armar caja de 20 X 100mL

S = Tiempo superior = 0.2635 minutos

I = Tiempo Inferior = 0.2398 minutos

Según ecuación 2.5

$$B = \frac{0.2635 - 0.2398}{0.2635 + 0.2398} = 0.05 \approx 0.1$$

Se entra el ábaco de Lifson con los siguientes valores

$$\left. \begin{array}{l} B = 0.1 \\ e = 4\% \\ R = 2\% \end{array} \right\} N = 15$$

Según el ábaco, deberán realizarse 15 lecturas para el elemento 2 del producto AL 20 X 100mL.

Tabla XI. Tabla de valores obtenidos de los tiempos de reloj para el elemento 2 de los productos AL de 100mL

Valores de Xi en minutos			
0.2398	0.2443	0.2552	0.2635
0.2410	0.2477	0.2577	0.2635
0.2417	0.2492	0.2597	
0.2422	0.2515	0.2627	
0.2438	0.2528	0.2628	

Entonces

$$X = 0.2517 \text{ min}$$

$$N = 5$$

$$\sigma = 0.0087$$

$$R = 5\%$$

$$e = 4\%$$

$$K = 2$$

Por medio de las fórmulas estadísticas deben realizarse 5 lecturas para el elemento 2 del producto AL de 20 X 100mL.

Elemento 3: pegar etiqueta no adhesiva a 20 frascos de 100 mL, meterlos en su respectiva caja y cerrarla.

S = Tiempo superior = 3.7268 minutos

I = Tiempo inferior = 2.7725 minutos

Según la ecuación 2.5

$$B = \frac{3.7268 - 2.7725}{3.7268 + 2.7725} = 0.1468 \approx 0.15$$

Se entra el ábaco de Lifson con los siguientes valores

$$\left. \begin{array}{l} B = 0.15 \\ e = 4\% \\ R = 2\% \end{array} \right\} N = 30$$

Según el ábaco, deberán realizarse 30 lecturas para el elemento 3 del producto AL de 20 X 100mL.

Tabla XII. Tabla de valores obtenidos de los tiempos de reloj para el elemento 3 de los productos AL de 100mL

Valores de Xi en minutos			
2.7725	2.9863	3.3462	3.7118
2.8292	3.0248	3.3503	3.7268
2.8347	3.1203	3.5912	
2.8565	3.2122	3.6668	
2.9433	3.2977	3.6852	

Entonces

$$X = 3.2327 \text{ min} \quad N = 30$$

$$\sigma = 0.3447 \quad R = 5\%$$

$$e = 4\% \quad K = 2$$

Por medio de las fórmulas estadísticas deben realizarse 30 lecturas para el elemento 3 del producto AL de 20 X 100mL.

A continuación se presenta la tabla XIII, que es un resumen de los datos anteriormente calculados.

Tabla XIII. Resumen de comparación del método de ábaco de Lifson con el método estadístico

Productos	Operación	No. de Mediciones n	Metodo ábaco de Lifson					Metodo estadístico						
			Tiempo superior S en min	Tiempo inferior I en min	Desviación típica	No. Lecturas N	Error	Riesgo	Media	Desviación estándar	K	Riesgo	Error	No. Lecturas N
AL 20 X 100 mL	Pegar a cada caja de 20 X 100 ml una etiqueta no adhesiva	10	0.2613	0.1973	0.1396	30	4%	2%	0.2308	0.0143	2	5%	4%	11
AL 20 X 100 mL	Armar caja de 20 X 100 ml	10	0.2635	0.2396	0.0471	15	4%	2%	0.2517	0.0087	2	5%	4%	5
AL 20 X 100 mL	Pegar etiqueta a 20 frascos de 100 ml y meterlos en su caja	10	3.7266	2.7725	0.1468	30	4%	2%	3.2327	0.3447	2	5%	4%	30

La finalidad de estos cálculos es obtener el número de observaciones necesarias para cada elemento del producto AL de 20 X 100mL, con el objeto de calcular el tiempo normal para la preparación de dicho empaque.

4.1.1.2. Cálculo del tiempo medio observado

Para obtener el tiempo medio observado de los productos “AL de 20 X 100mL” se anotan en la hoja de observaciones los tiempos con cronómetro de cada elemento de dicho producto (ver tabla XVIII, página 85).

De la tabla XVIII, el tiempo A, B, C, D, y E no se eliminan por considerarse también una parte necesaria del proceso que el operario realiza. Es necesario darle un tratamiento especial a estos tiempos.

El tiempo promedio de ejecución del elemento 1 es: 0.2290 minutos, que es el tiempo en que el operario hace normalmente la operación.

El tiempo promedio de ejecución del elemento extraño A “agregar goma en el área donde se pega la etiqueta (tiempo A)” es de:

$$(0.3403 + 0.3917 + 0.2967 + 0.3750) / 4 = 0.3509 \text{min}$$

La diferencia debida a agregar goma en el área donde se pega la etiqueta (tiempo A) es, entonces:

$$0.3509 - 0.2290 = 0.1219 \text{min}$$

La frecuencia o periodicidad con que se presenta el tiempo A es de 4 ciclos, por lo que:

$$\frac{0.1219}{4} = \mathbf{0.0305 \text{min}}$$

La diferencia por ir a traer 2 amarrados de 25 cajas cada uno (tiempo B) y el tiempo en que el operario hace normalmente la operación es de:

$$1.5808 - 0.2290 = 1.3518\text{min}$$

La frecuencia o periodicidad con que se presenta el tiempo A es de 50 ciclos, por lo que: $\frac{1.3518}{50} = \mathbf{0.02704\text{min}}$

Estos resultados se agregan al tiempo medio observado del elemento 1.

$$\text{Elemento1} = X_1$$

$$X_1 = 0.2290 + 0.0305 + 0.02704$$

$$\mathbf{X_1 = 0.2865 \text{ min}}$$

El tiempo promedio de ejecución del elemento 2 es: **0.2463 minutos**, que es el tiempo en que el operario hace normalmente la operación. La diferencia debida a cambiar el rollo de cinta adhesiva a la selladora (tiempo C) es, entonces: $1.2078 - 0.2463 = 0.9615 \text{ min}$

La frecuencia o periodicidad con que se presenta el tiempo C, en este caso es de 40 ciclos, por lo que: $\frac{0.9615}{40} = \mathbf{0.0240}$

Estos resultados se agregan al tiempo medio observado del elemento 2.

$$\text{Elemento2} = X_2$$

$$X_2 = 0.2463 + 0.0240$$

$$\mathbf{X_2 = 0.2703\text{min}}$$

El tiempo promedio de ejecución del elemento 3 es: **2.9931 minutos**

El tiempo promedio de ejecución de los elementos extraños D y E “abrir una bolsa con 450 frascos de 100mL o bien ir a traerla y abrirla” es de:

$$(4.5743 + 4.7322)/2 = 4.6533$$

Que es el tiempo en que el operario hace normalmente la operación. La diferencia debida a abrir bolsa con 450 frascos de 100mL o bien ir a traerla y abrirla (tiempo D y E) es, entonces:

$$4.6533 - 2.9931 = 1.6602\text{min}$$

La frecuencia o periodicidad con que se presentan los tiempos D y E es de 22 ciclos; ya que, son 450 frascos y en un ciclo se necesitan 20 frascos, por lo que:

$$\frac{1.6602}{22} = \mathbf{0.0755\text{min}}$$

Estos resultados se agregan al tiempo medio observado del elemento 3.

Elemento3 = X_3

$$X_3 = 2.9931 + 0.0755$$

$$\mathbf{X_3 = 3.0686 \text{ min}}$$

El tiempo medio observado para la operación estaría dado por:

$$TMO = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n, \text{ (Ec. 3.1)}$$

1 tarima = 80 cajas armadas

$$TMO = (0.2865\text{min/caja}) + (0.2703\text{min/caja}) + (3.0686\text{min/caja})$$

$$TMO = (3.6254\text{min/caja}) *(80\text{cajas}/1\text{tarima})$$

$$\mathbf{TMO = 290.0320\text{min}/\text{tarima}}$$

4.1.2. Cálculo del tiempo base o valorado

Para la valoración del ritmo de trabajo en bodega de material de empaque se utilizará la técnica del método de nivelación, evaluando la calificación de la actuación del operario en función de su habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia.

4.1.2.1. Calificación de la actuación de los operarios del área de empaque por medio del método de nivelación

(Fc) Factor de calificación = se le llama calificación del esfuerzo o valoración del esfuerzo que hizo el operador cuando realizó la operación o el trabajo.

En este método se consideran cuatro factores: **habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.**

Para los productos AL 20 X 100mL

Operario: Vimex Saucedo

Tabla XIV. Características principales de los factores de nivelación para la preparación de material de empaque del producto AL de 100mL

Elemento	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Total	Fc (%)
Pegar a cada caja de 20 X 100ml una etiqueta no adhesiva	Promedio + 0.000	Bueno + 0.020	Medias + 0.000	Regular - 0.020	+ 0.000	100% + 0% = 100%
Armar caja de 20 X 100ml	Regular - 0.050	Regular - 0.030	Medias + 0.000	Regular - 0.020	- 0.100	100% - 10% = 90%
Pegar etiquetas no adhesivas a 20 envases de 100ml y meterlos en su caja	Buena + 0.050	Bueno + 0.050	Medias + 0.000	Buena + 0.05	+ 0.150	100% + 15% = 115%

Como se puede observar en la tabla anterior, la aplicación de estos factores puede variar de trabajo a trabajo, de elemento a elemento y de operación a operación.

4.1.2.2. Cálculo del tiempo normal

Se obtiene multiplicando el tiempo medio observado de cada elemento por su factor de calificación. Para el cálculo de los productos AL de 20 X 100mL se muestra la tabla XV.

Tabla XV. Resumen del tiempo medio observado y del factor de calificación para los elementos del producto AL de 100mL

Elemento	Descripción	TMO	Fc
1	Pegar a cada caja de 20 X 100ml una etiqueta no adhesiva	0.2865	1
2	Armar caja de 20 X 100ml	0.2703	0.9
3	Pegar etiquetas no adhesivas a 20 envases de 100ml y meterlos en su caja	3.0686	1.15

$$Tn_1 = (0.2865) * (1.00) = 0.2865\text{min}$$

$$Tn_2 = (0.2703) * (0.90) = 0.2433\text{min}$$

$$Tn_3 = (3.0686) * (1.15) = 3.5289\text{min}$$

4.1.3. Cálculo de suplementos y sus tolerancias

Después de encontrar el tiempo normal, se procede a calcular los suplementos a concederse al operario para compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que son partes regulares de la preparación de empaque.

4.1.3.1. Valor de los suplementos

Los suplementos a concederse en bodega de empaque serán por retrasos personales, por fatiga y especiales. En la tabla XVI se muestra el porcentaje de estos suplementos.

Tabla XVI. Método A: sistema de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos normales

Suplementos constantes	Hombres
Suplementos por necesidades personales	5
Suplementos base por fatiga	4
Suplementos variables	Hombres
Suplementos por trabajar de pie	2
Suplementos por postura anormal ligeramente incómoda	0
Monotonía física	Hombres
Trabajo de ciclo muy breve, alrededor de 5 segundos (0.08333minutos)	3 – 5 %
Trabajo de ciclo breve de 5 –10 seg (0.083333 min – 0.1667 min)	1 – 2 %

Productos: AL 20 X 100ml

- a) Para el elemento1: pegar a cada caja de 20 X 100mL una etiqueta no adhesiva. El operario trabaja de pie, por lo que:

Utilizando la tabla de suplementos (ver tabla XVI)

Hombre	9 %	}	Total : 11 %
Trabaja de pie	2 %		

- b) Para el elemento2: armar caja de 20 X 100mL. El operario trabaja de pie, por lo que al utilizar la tabla XVI se tiene:

Hombre	9 %	}	Total : 11 %
Trabaja de pie	2 %		

- c) Para el elemento3: pegar etiquetas no adhesivas a 20 envases de 100 mL y meterlos en su respectiva caja. El operario trabaja de sentado, por lo que:

Utilizando la tabla XVI.

Hombre	9 %	}	Total : 9 %
Trabaja sentado	0 %		

4.1.4. Cálculo del tiempo estándar

El estándar representa el tiempo en que un operario debe preparar un determinado empaque. A continuación se resume en la tabla XVII el tiempo normal y el porcentaje de concesiones necesarios para cada elemento del producto AL de 20 X 100mL.

Tabla XVII. Resumen del tiempo normal y de las concesiones para los elementos del producto AL de 100mL

Elemento	Descripción	Tn	Concesión
1	Pegar a cada caja de 20 X 100ml una etiqueta no adhesiva	0.2865	0.11
2	Armar caja de 20 X 100ml	0.2433	0.11
3	Pegar etiquetas no adhesivas a 20 envases de 100ml y meterlos en su caja	3.5289	0.09

Según la ecuación 2.6 de la página 26 y con los datos de la tabla XVII, se calcula el tiempo estándar de cada elemento.

$$Ts_1 = (0.2865) + (0.2865) * (0.11) = 0.3180\text{min}$$

$$Ts_2 = (0.2433) + (0.2433) * (0.11) = 0.2700\text{min}$$

$$Ts_3 = (3.5289) + (3.5289) * (0.09) = 3.8465\text{min}$$

Para preparar los productos AL de 100mL los operarios de bodega necesitan un tiempo 4.4345 minutos por caja de 20 envases. Es decir, deben preparar 13 cajas en una hora. Ver tabla XVIII.

Repitiendo los procedimientos anteriores para todos los diferentes procesos de preparación de material de empaque y resumiendo los resultados, tenemos la tabla XVIII, pág.85 y las tablas XXXVIII, XXXIX, XL, XLI, XLII y XLIII las cuales se muestran en los apéndices 3, 4, 5, 6, 7 y 8; pág. 166, 167, 168, 169, 170 y 171.

4.1.5. Hoja de observaciones del estudio de tiempos¹⁵

En ella se colocarán datos como el nombre del producto, fecha, estudio, número de hoja, presentación. Estos datos van en la parte superior derecha.

En el cuerpo medio aparece detallado el número de elementos con sus respectivos tiempos cronometrados.

En la parte inferior izquierda aparecen los renglones donde se anotarán los totales, el tiempo medio observado, el operario, el factor de calificación, el tiempo normal, las concesiones y el tiempo estándar de cada elemento.

En la parte inferior derecha aparece el nombre del operario, sexo del mismo y a continuación los tiempos en que empieza y termina el estudio.

Por último, en la esquina inferior izquierda se coloca las cajas por hora que debe preparar el operario promedio. Esa hoja se muestra en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. Hoja de estudio de tiempos para el producto líquido AL de 100mL

Bayer, S.A.

La preparación de éste envase se hace sólo manualmente.

Medición del trabajo en el área de empaque

1tarima = 80cajas ya preparadas

Fecha 01/03/04
 Estudio 38 y 45
 Hoja No. 1
 Hojas 7

ELEMENTOS
 Pegar a cada caja de 20x100ml una etiqueta no adhesiva
 Pegar a cada caja de 20x100ml una etiqueta no adhesiva
 Armar Caja de 20 * 100ml
 Armar Caja de 20 * 100ml
 Pegar etiquetas a 20 frascos de 100ml y meterlos en su caja
 Pegar etiquetas a 20 frascos de 100ml y meterlos en su caja
 Pegar etiquetas a 20 frascos de 100ml y meterlos en su caja

Productos / Presentación **Productos AL 20 X 100 ml**

Ciclos	1	2	3	Elemento Extraños	
1	0.2362	0.2303	0.2577 0.2317	3.5912 2.8422 2.6388	A. Agregar goma en área donde se pega la etiqueta.
2	0.2298	0.2238	0.2635 0.2398	4.5743 2.5922 2.7483	No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.
3	A 0.3403	0.2357	0.2410 1.2078	3.7268 2.6568 2.9852	B. Fue a traer 2 amarrados de 25 cajas cada uno. No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.
4	0.2447	0.2253	0.2443 0.2455	3.6852 2.6120 2.9707	
5	0.2215	0.2068	0.2635 0.2463	3.7118 2.6717 2.8027	C. Cambió de rollo de cinta adhesiva a la selladora.
6	A 0.3917	0.2365	0.2552 0.2433	3.6668 3.1103 2.7367	No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.
7	0.2420	0.2318	0.2628 0.2330	3.3462 2.9407	D. Se abrió bolsa con 450 frascos de 100ml.
8	0.2097	0.2207	0.2597 0.2447	2.9863 3.2650	No se elimina.
9	0.1973	0.2356	0.2627 0.2313	3.2977 2.9693	E. Fua a traer bolsa con 450 frasco de 100ml y la abrió. No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.
10	A 0.2967	0.2185	0.2528 0.2498	2.8565 2.9208	
11	0.2312	0.2023	0.2515 0.2430	2.8292 3.0387	
12	A, B 1.7268	0.2205	0.2422 0.2562	3.1203 3.0647	
13	0.2236	0.2198	0.2492 0.2425	2.9433 2.9322	
14	0.2412	0.2318	0.2477 0.2443	2.7725 2.8735	
15	0.2360	0.2336	0.2417 0.2378	2.8347 2.8218	
16	0.2327	0.2352	0.2438 0.2200	3.0248 4.7322	E
17	0.2372	0.2317	0.2398 0.2332	3.3503 2.7208	
18	0.2202	0.2148	0.2462 0.2453	3.2122 2.6607	
19	0.2292	0.2612	0.2485 0.2415	2.7190 2.6887	
20	0.2613	0.2342	0.2515 0.2510	3.0003 2.7547	
Totales (minutos)	8.2439	9.6055	131.6943	Este producto no tiene mucha demanda	
Promedio (minutos)	0.2290	0.2463	2.9931	Nombre del operario: Vimex Saucedo	
TMO/caja (minutos)	0.2865	0.2703	3.0686	No. de Operario 1	
TMO/Cja (para el Proceso)	3.6254			Empieza:	
Operario	Vimex Saucedo			10:00 A.M. P.M.	
Factor de calificación	1	0.9	1.15	Termina:	
Tiempo normal/caja	0.2865	0.2433	3.5289	A.M. 12:30 P.M.	
Concesión	0.11	0.11	0.09	Hombre	
Tiempo estándar/cja.	0.3180	0.2700	3.8465	Mujer	
Tiempo estándar/cja. (para el proceso)	4.4345			Cajas/hr. 13	

4.1.6. Tabla de resumen del tiempo estándar para productos líquidos y sólidos

La tabla XIX muestra una lista de todos los diferentes procesos de preparación de empaque realizados en bodega, en donde se resume el número de unidades por hora que debe producir un operario para cada producto. Para ello se utilizó la medición del trabajo por estudio de tiempos con cronómetro.

Esta tabla ayudará a la planeación de la preparación de empaque, resolviendo los problemas que se dan en la preparación y entrega de los mismos a las áreas de producción de líquidos y sólidos basándose en los tiempos estándar.

Tabla XIX. Resumen de la capacidad de material de empaque preparado en bodega por hora

PRODUCTOS	Presentación	TIEMPO ESTÁNDAR / caja, amarrado, unidad o paq	Cjs/hr	Amarrados / hora	Uds/hr	Paq/hr
1AL, 2AL	20 X 100ml	4.4345	13			
1AS, 2AS	100 X 40 gr	21.0183			285	
BL	40 X 100ml	11.6785	5			
BS	100 X 48gr	2.6198				22
1CL, 2CL, 3CL 40 X 100 ml	25 cjs X 1amarrado	3.1107		19		
CS	100 X 50 gr	4.3740				13
DL	20 X 125ml	4.8677	12			
DS	100 X 52 gr	4.0642	15			

Continúa tabla XIX

PRODUCTOS	Presentación	TIEMPO ESTÁNDAR / caja, amarrado, unidad o paq	Cjs/hr	Amarrados / Hora	Uds/hr	Paq/hr
EL	40 X 125ml	9.7407	6			
ES	100 X 60 gr	2.5144				23
1FL, 2FL, 3FL, 4FL	40 X 200ml	12.0665	5			
FS	100 X 150gr	19.8335			302	
1GL, 2GL 40 X 250ml	25 cjs X 1amarrado	3.9529		15		
GS	100 X 250 gr	4.5776				13
1HL, 2HL, 3HL, 40 X 500ml	25 cjs X 1amarrado	4.6571		12		
HS	100 X 400gr	2.2815				26
IL	40 X 500ml	15.6483	4			
IS	100 X 454gr	2.5856				23
JL	12 X 960ml	4.4062	13			
JS	Preparar 100uds	6.6749				9
1KL, 2KL, 3KL, 4KL, 5KL, 6KL, 7KL, 8KL, 9KL, 10KL, 11KL, 12KL/ 20 X 1 Lt	25 cjs X 1amarrado	4.7349		12		
KS	100 X 500 gr	2.7679				21
1LL, 2LL, 20 X 1Lt	caja con etiqueta no adhesiva	0.4782			125	
1LS, 2LS, 3LS 500 gr	100 X 500 gr	29.4562			203	
1ML, 2ML, 3ML, 4ML, 5ML, 6ML	20 X 1Lt	8.4406	7			

Continúa tabla XIX

PRODUCTOS	Presentación	TIEMPO ESTÁNDAR / caja, amarrado, unidad o paq	Cjs/hr	Amarrados / hora	Uds/hr	Paq/hr
MS	100 X 750 gr	38.0097				157
NL	20 X 1Lt	6.0975	10			
NS	175 X 800gr	7.9186				7
1OL	20 X 1Lt	8.0503	7			
2OL	20 X 1Lt	8.0503	7			
OS	100 X 11Kg	58.9249			101	
PL	20 X 1Lt	5.9790	10			
PS	100 X 25 Kg	95.2380			63	
QL	20 X 1Lt	8.1258	7			
QS	20uds X paq	0.7191				83
1RL, 2RL, 3RL 4X1 GL	25 cjs X 1amarrado	3.4564		17		
1SL, 2SL	4 X 5Lt	4.0102	15			
1TL, 2TL, 3TL, 4TL, 5TL, 6TL, 7TL, 8TL, 9TL	1 X 20Lt	1.9805			30	
1UL, 2UL, 3UL	1 X 20Lt	1.3600			44	
1VL, 2VL, 3VL	1 X 20Lt	1.2614			47	
1WL, 2WL	1 X 20Lt	1.0061			59	

Los tiempos mostrados en la tabla XIX servirán de parámetros al bodeguero para realizar la planificación de la preparación de material de empaque.

Al finalizar el día, todos los operarios de empaque entregan la hoja de la figura 8 al jefe de bodega. Éste ingresa toda la información a la computadora en una hoja como la que se muestra en la figura 9, en la cual se resume los materiales de empaques preparados, el tiempo total en preparar dichos empaques y la cantidad total producida, considerando el monitoreo del desempeño de los operarios.

Figura 9. Control de actividades diarias en el área de bodega de material de empaque

Fecha: _____

	Operarios	Productos						Otras actividades		Total horas
								Descripción	Horas	
		Horas								
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
10										
11										
12										
	Cantidad producida									

Nombre y firma del responsable: _____

Como se puede observar, este control se empleará para medir el grado de rendimiento con que se realiza el trabajo diario de bodega, con respecto a una norma preestablecida (tiempo estándar).

4.2.1. Comparación de tiempos de preparación de material de empaque entre la situación actual y la propuesta con los tiempos estándar

Para saber si se está empleando el esfuerzo de los operarios eficientemente, y si cada una de las operaciones realizadas por éstos es ejecutada en el tiempo correcto, se procede a comparar el tiempo actual de preparación de empaque con el tiempo estándar.

El tiempo actual de preparación de material de empaque de la tabla XX se obtuvo de las hojas de control de las actividades diarias de los operarios (ver figura 9). Los registros se encuentran archivados en bodega de empaque.

El tiempo estándar de la tabla XX se adquirió de las hojas del estudio de medición de trabajo del área de empaque. Ver apéndice, tabla XL.

Tabla XX. Comparación de tiempos entre la situación actual y la propuesta con los tiempos estándar

PRODUCTO	Tiempo actual		TIEMPO ESTÁNDAR
	Fecha	Tiempo (min.operario/ud)	
4KL 1Lt	23-03-04	0.2000	0.1894
5KL 1 Lt	18-03-04	0.2000	
	19-03-04	0.2400	
7KL 1 Lt	18-05-04	0.6000	
8KL 1Lt	27-04-04	0.3200	
	06-05-04	0.6000	
	19-05-04	0.6857	
	01-06-04	0.2400	

La mejora consiste en crear las bases para medir la eficiencia de bodega de material de empaque. Conforme el operario logre acercar su tiempo de

producción al tiempo estándar, la productividad de bodega se verá incrementada, además se conocerá con mayor exactitud la cantidad de material de empaque que puede prepararse, fijando las fechas de preparación en bodega y de entrega al departamento de producción.

4.2.2. Medición del trabajo como factor de eficiencia

El grado de eficiencia o rendimiento en que se prepara cada material de empaque en bodega, con respecto al tiempo estándar, es el siguiente:

Ejemplo:

La producción de un operario de preparación de material de empaque del producto 7KL de 1Lt es de 100 cajas/hora y debería producir 316 cajas/hora; ¿cuál es la eficiencia de este operario?

$$\text{Eficiencia} = \frac{100}{316} = 32\% , (\text{Ec. 4.1})$$

o bien trabaja a un ritmo de 0.6000 min/caja y debería trabajar a un ritmo de 0.1894 min/caja.

$$\text{Eficiencia} = \frac{0.1894}{0.6000} = 32\% , (\text{Ec. 4.2})$$

Esto demuestra que al implementar patrones de tiempo estándar en los diferentes procesos el operario podrá aumentar su producción en un 68%, debido a que está trabajando con un 32%.

A continuación se presentan las eficiencias de los operarios de bodega de material de empaque, en cuanto a la preparación de los diferentes productos que se trabajan en la misma.

Tabla XXI. Tabla de eficiencia del tiempo actual con respecto al tiempo estándar

PRODUCTO	TIEMPO ACTUAL		TIEMPO ESTÁNDAR	% EFICIENCIA
	Fecha	Tiempo (min.operario/ud)		
4KL 1Lt	23/03/2004	0.2000	0.1894	94.7000
5KL1 Lt	18/03/2004	0.2000		94.7000
	19/03/2004	0.2400		78.9167
7KL 1 Lt	18/05/2004	0.6000		31.5667
8KL 1 Lt	27/04/2004	0.3200		59.1875
	06/05/2004	0.6000		31.5667
	19/05/2004	0.6857		27.6214
	01/06/2004	0.2400		78.9167
	03/06/2004	0.2400		78.9167
9KL 1 Lt	20/02/1980	0.3000		63.1333

Como puede observarse, el factor de eficiencia de los productos KL de 1Lt está por debajo del tiempo estándar, es decir, el grado de rendimiento con que se preparan estos empaques, con respecto al tiempo estándar es muy bajo.

Al utilizar el tiempo estándar como patrón para medir el tiempo requerido de preparación de empaque, se puede descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos que se dan en la preparación actual de empaque, eliminando conjeturas sobre la cantidad de empaque preparado.

Ejemplo: Los productos KL de 1Lt tienen una eficiencia actual promedio de preparación de empaque de 52%, al acercarse los operarios al tiempo estándar, ésta aumentaría en un 48%, mejorando la eficiencia de bodega.

Las eficiencias menores al 100% corresponden a operarios inexpertos, las eficiencias iguales al 100% corresponden a operarios promedios y las

eficiencias mayores al 100% se deben a los operarios expertos. Lo que significa que bodega de material de empaque cuenta con operarios inexpertos que bajan la eficiencia de la preparación de empaque. Por lo que el tiempo estándar será el parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

4.3. Distribución mejorada de los empaques almacenados en bodega

Se propone utilizar el principio de similitud, el cual indica que todos los artículos que requieren condiciones similares de almacenaje se agrupen en una zona común, dando lugar a la zona de envases impresos y no impresos en sus diferentes presentaciones, zona de etiquetas, zona de folletos y camisetas, zona de folletos y porta panfletos adhesivos y la zona de cajas para las diferentes presentaciones.

También es importante que la adjudicación de lugares específicos para cada ítem o familia de ítems en existencia tenga relación, entre otros, con la frecuencia de uso de cada uno de ellos y los volúmenes a trasladar. Por ejemplo, los empaques más utilizados y aquellos de difícil movilización, ya sea por su peso o por su volumen, se ubican cerca de la zona de salida, en los circuitos principales, y de manera tal que se los pueda acceder fácilmente, mientras que los empaques livianos y/o de baja rotación, se ubican en espacios altos y/o en pasillos secundarios.

4.3.1 Ubicación de los materiales en bodega

La ubicación mejorada de las áreas de almacenamiento de bodega de empaque se muestra en la tabla XXII.

Tabla XXII. Ubicación mejorada del material de empaque en bodega para las diferentes áreas

Área	Material de empaque
B15 – B20	Envases de 1 litro
B21 – B22	Envases de 500CC, 250CC, 200CC, 150CC
B23	Envases de 125CC
B24	Envases de 100CC
B25 – B 26	Canecas de metal y de plástico
B27 – B30	Envases de galón
D15	Medida roja
D16 – D17	Envases de 200 litros
D18 – D31	Empaques de baja rotación
E1 – E5	Tapas
E6 – E11	Dispensadores
B1 – B14	Cajas en sus diferentes presentaciones
D1 – D4	Bolsas
D5 – D8	Bobinas
D9 – D14	Empaques de baja rotación

Para facilitar la ubicación de los materiales de empaque, es necesario utilizar señales colgantes para los distintos sectores, identificando correctamente los ítems y señalizando los envases cuando correspondiere. Así se evitan manipuleos innecesarios, lo que ayuda a reducir costos operativos. Las zonas que serán objeto de señalización son:

Zona B15: “Área de folletos”
Zona B16 – B19: “Área de envases de 1 Lt”
Zona B20 – B21: “Área de folletos”
Zona B22: “Área de envases de 500 CC”
Zona B23: “Área de envases de 200 y 250 CC”
Zona B24: “Área de envases de 100 CC”
Zona B25 – B26: “Área de canecas”
Zona B27 – B30: “Área de galones”
Zona D15: “Área de medida roja”
Zona D16 – D17: “Área de envases de 200Lt”
Zona D18 – D31: “Área de empaques de baja rotación”
Zona B1 – B6: “Área de cajas”
Zona B7 – B14: “Área de cajas”
Zona D1 – D4: “Área de bolsas”
Zona D5 – D8: “Área de bobinas”
Zona D9 – D14: “Área de empaques de baja rotación”

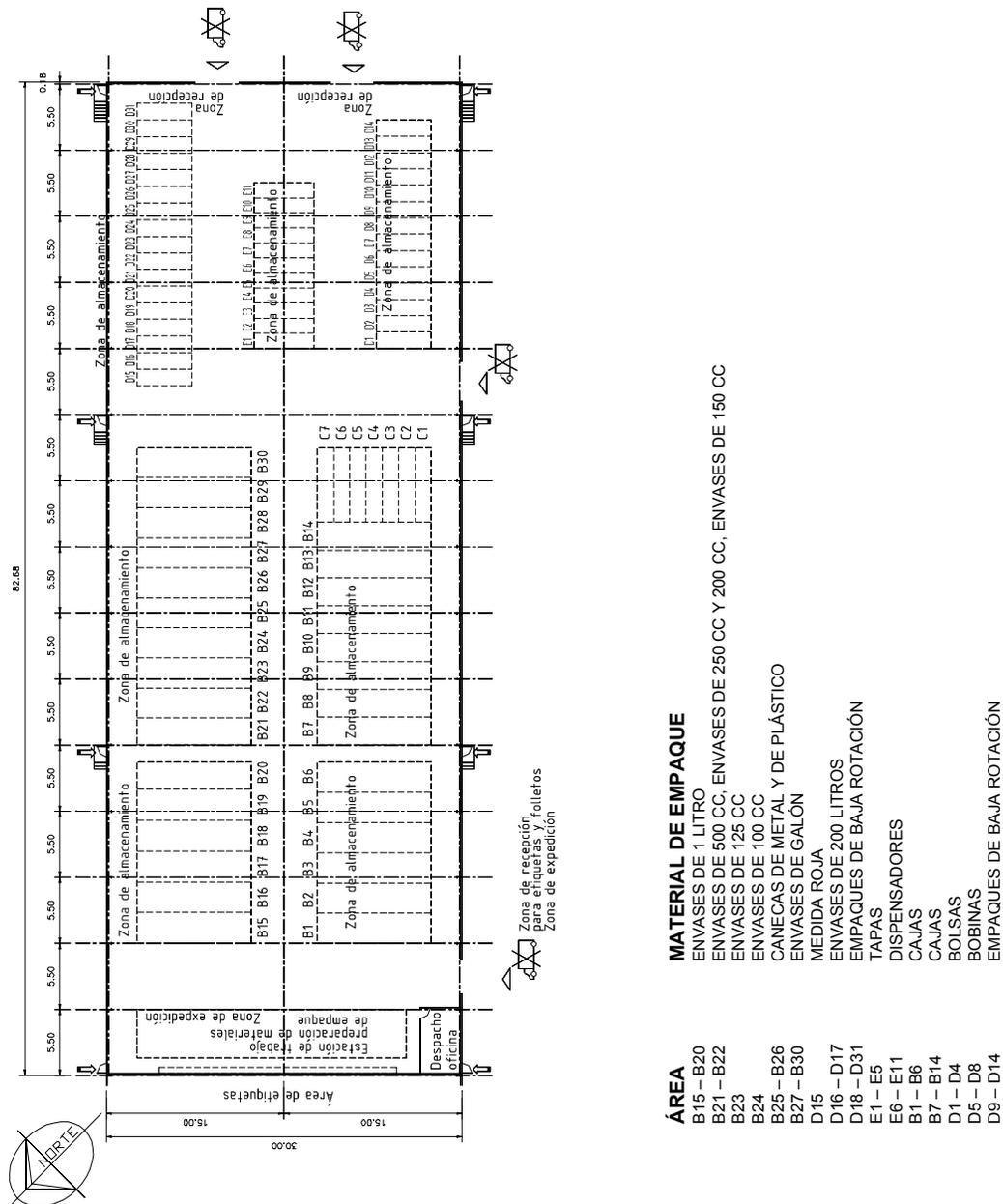
Con la implementación de la nueva ubicación de materiales de empaque en bodega, se pretende que la localización de éstos se clasifique por zonas, es decir, todos los empaques afines se agruparán en la misma zona, asignando localizaciones aleatorias dentro de cada una de ellas. Lo que significa que en una zona se ubicarán envases sólo de 1Lt existiendo localizaciones aleatorias dentro de la misma, de envases de 1Lt liso de polietileno blanco, verde, coex, impresos, etc.

Es importante que todo el empaque obsoleto que se encuentra ubicado en la zona D1 – D14 sea tratado como material de reciclaje, ya que ocupa un espacio físico en bodega que pudiera utilizarse para almacenar empaques de baja rotación.

4.3.2 Plano mejorado de distribución de áreas en bodega de empaque

En la figura 10 se muestra la nueva ubicación de materiales de empaque en bodega.

Figura 10. Distribución mejorada de áreas dentro de bodega de material de empaque



4.4. Planificación de la producción de empaque

Después de haber aplicado la medición del trabajo a todos los diferentes procesos de preparación de empaque, se puede realizar la planificación de éstos basándose en los tiempos estándares y eliminando una planeación defectuosa basada en conjeturas o adivinanzas.

4.4.1. Planificación de la preparación de material de empaque por medio de Microsoft Project

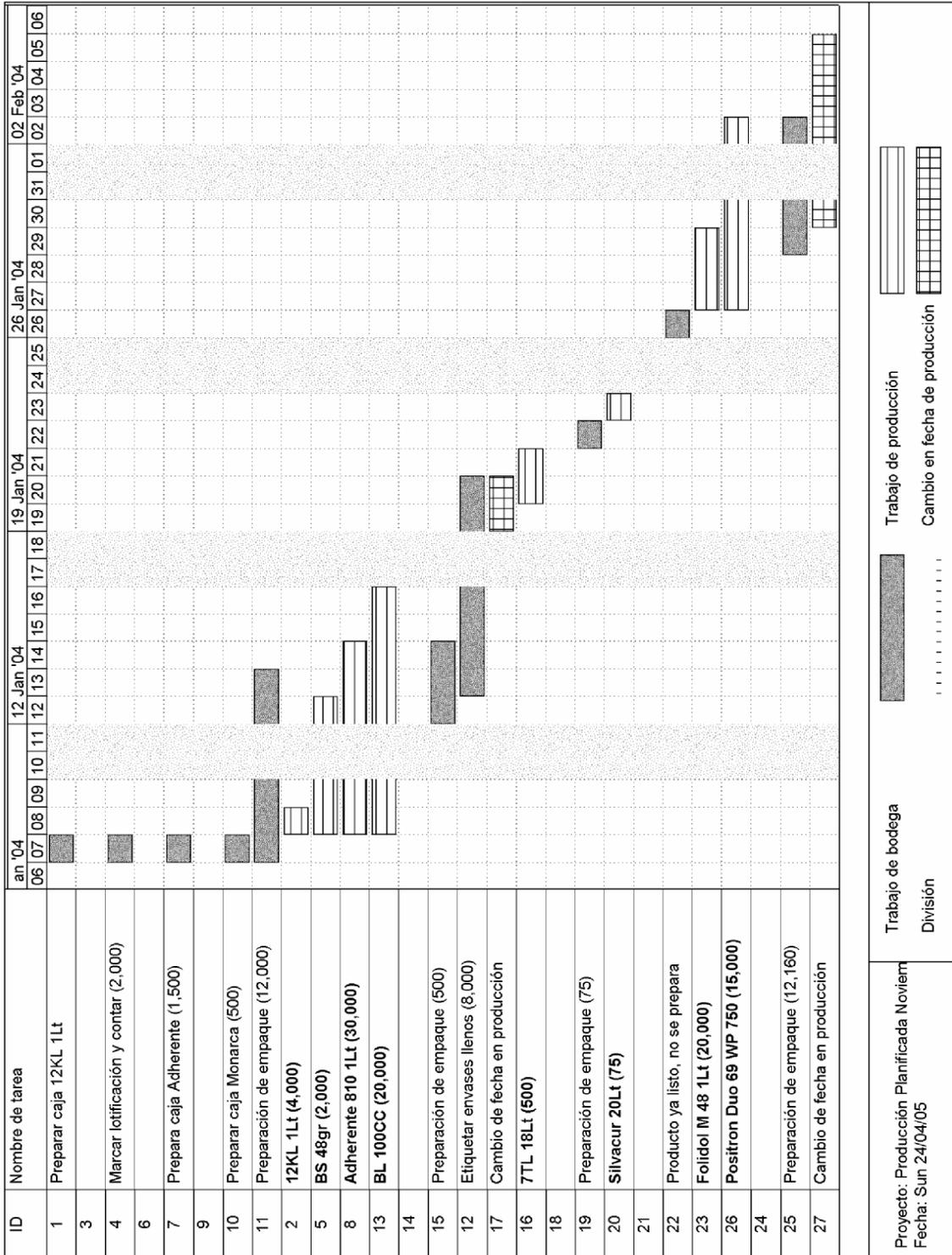
La herramienta que se ocupará de estructurar las tareas a realizar dentro de la bodega de empaque, definiendo la duración y el orden de ejecución de las mismas, será *Microsoft Project*, por medio de sus diagramas de Gantt. En esta planificación, se hará lo siguiente:

- Se escribirá en la columna “nombre de tarea” de *Microsoft Project*, la lista de productos líquidos y sólidos que está en el plan de producción mensual de Excel; por ejemplo: si en el plan de producción de líquidos hay que producir 30,000 unidades de Adherente 810 1Lt, escribiremos “Adherente 810 1Lt (30,000)”, además de escribir la fecha de comienzo y fin. Se dejará una línea en blanco entre cada producto y se ordenarán las tareas por fecha de comienzo. El resultado será un plan del trabajo de producción con fecha de inicio a fin. A este plan le llamaremos “plan de pedidos”
- En la línea que se dejó en blanco el jefe de bodega escribirá el plan de preparación de empaque; este plan será el trabajo de bodega. Como resultado se tendrá un cronograma de entregas y pedidos.

Éste cronograma de entregas y pedidos será muy útil para medir la “eficacia de la bodega de empaque”, ya que se podrá visualizar el grado en que se lograron los objetivos, se podrá identificar si hubo cambios en fecha de producción y si estos cambios fueron causa de deficiencias en bodega de empaque o bien en producción.

A continuación se muestra el plan de pedidos y entregas internas, realizado en *Microsoft Project* (ver figura 11).

Figura 11. Cronograma de entregas y pedidos de bodega de material de empaque



4.4.2. Manual de usuario¹⁶

Microsoft Project es una herramienta de administración que ayudará al jefe de bodega de material de empaque a planificar y a realizar un seguimiento de todos los materiales de empaque que deben prepararse.

En la tabla XXIII se muestra el plan de pedidos de producción del mes de junio. A partir del mismo, el jefe de bodega desarrollará la planificación de la preparación de material de empaque utilizando *Microsoft Project*.

Tabla XXIII. Lista de productos del plan de producción mensual con fechas de inicio a fin

No.	Nombre de tareas	Duración	Fecha programada de inicio	Fecha programada finalización
1	Producción de sólidos	0 d		
2	IS 454gr (9,900)		1-jun	4-jun
3	DS 52gr (8,000)		14-jun	18-jun
4	KS 500gr (1,000)		2-jun	2-jun
5	BS 48gr (4,000)		18-jun	21-jun
6	PS 25Kg (450)		14-jun	17-jun
7	Producción Líquidos	0 d		
8	1KL 1Lt (35,000)		22-jun	28-jun
9	2CL 100ml (75,000)		10-jun	18-jun
10	5KL 1Lt (20,000)		25-jun	29-jun
11	5TL 20Lt (350)		15-jun	16-jun
12	3RL 3.5Lt (700)		22-jun	23-jun
13	2TL 18Lt (1,000)		8-jun	15-jun
14	1SL 5Lt (500)		31-may	31-may

Para planificar la preparación de material de empaque en Microsoft Project el jefe de bodega deberá seguir los pasos mostrados en la figura 12.

Figura 12. Manual de usuario para *Microsoft Project*

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pulsar el botón inicio de la barra de <i>Windows</i>. 2. Seleccionar programas en el menú inicio y a continuación elegir <i>Microsoft Project</i>.
	<ol style="list-style-type: none"> 3. Elegir la opción información del proyecto del menú proyecto.

Continúa figura 12

Project Information for 'Project1'

Start date: Thu 24/03/05 Current date: Thu 24/03/05

Finish date: Thu 24/03/05 Status date: NA

Schedule from: Project Start Date Calendar: Standard

All tasks begin as soon as possible. Priority: 500

Enterprise Custom Fields

Custom Field Name	Value
-------------------	-------

Help Statistics... OK Cancel

4. Pulsar el botón fecha de inicio y anotar o la fecha de inicio.

5. Presionar

Project1 Properties

General Summary Statistics Contents Custom

Title: Project1

Subject:

Author: eral

Manager:

Company:

Category:

Keywords:

Comments:

Hyperlink base:

Template:

Save preview picture

OK Cancel

6. Elegir propiedades en el menú de archivo, aparecerá el cuadro de diálogo propiedades

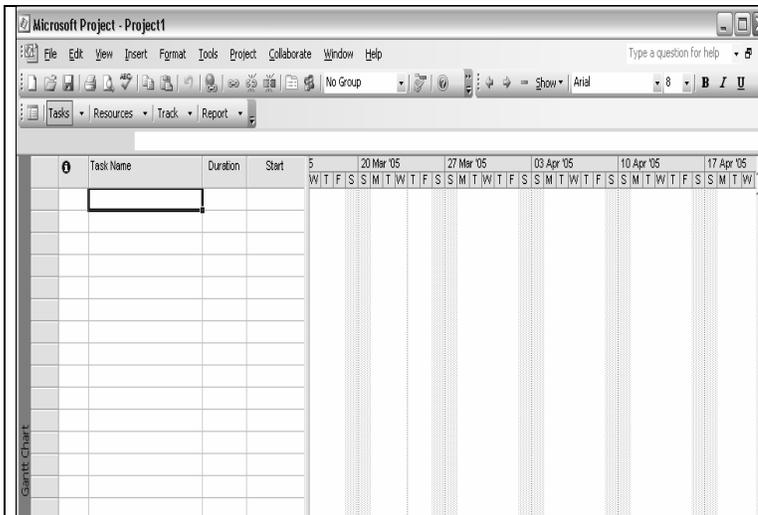
7. Seleccionar la ficha resumen.

8. Escribir en el cuadro de texto título: producción panificada en "x" mes.

9. Escribir en el cuadro de texto asunto: calendario de preparación de material de empaque.

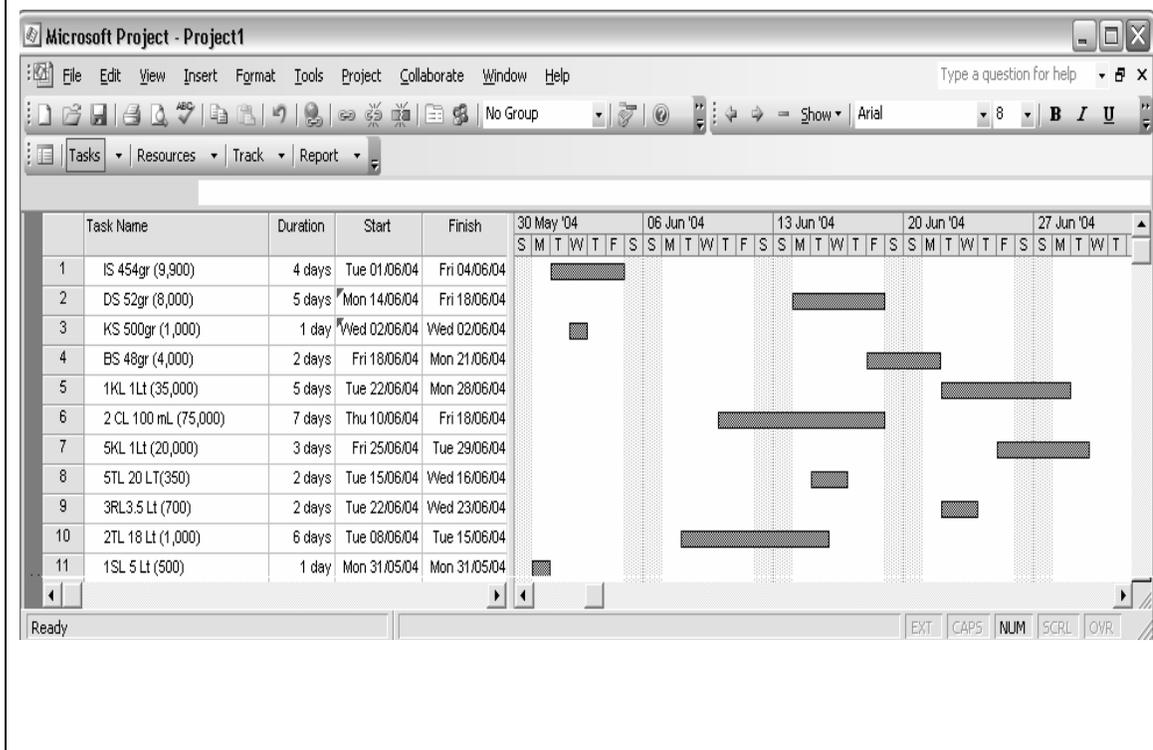
10. Seleccionar la casilla de verificación guardar vista previa y hacer clic en aceptar.

Continúa figura 12.



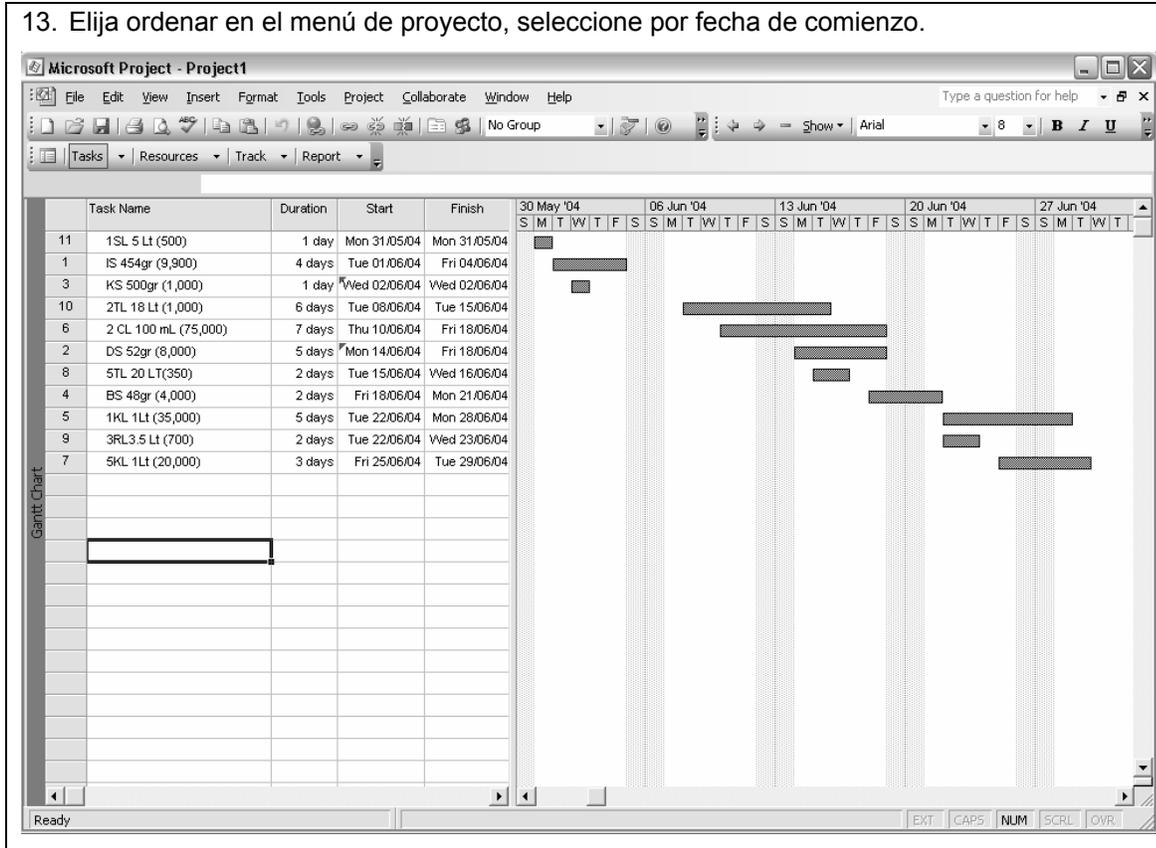
11. Hacer *clic* directamente en la celda situada debajo del encabezado de columna: nombre de tarea, en la tabla de entrada.

12. Escribir la lista del plan de producción en este ejemplo, la del mes de junio de 2004, de la tabla XXIII, pág. 104



Continúa figura 12

13. Elija ordenar en el menú de proyecto, seleccione por fecha de comienzo.



Todo esto genera el plan de producción ordenado por fechas sin, importar si es para producción de líquidos o para producción de sólidos.

El plan que se imprimirá será el de la vista diagrama de Gantt, donde se muestra la información del plan de dos formas: el lado izquierdo muestra información en forma de hoja, y el lado derecho la muestra en forma de gráfico. Ver figura 11, pág. 101.

La parte de hoja muestra información acerca de las tareas del proyecto, por ejemplo, cuándo comienzan y finalizan, su longitud y los recursos asignados a ellas. La parte de gráfico muestra gráficamente cada una de las tareas, generalmente en forma de barra de tarea. La posición de la barra en la línea de tiempo, así como su longitud, indica cuándo comienza y finaliza esa tarea.

4.5. Balance de líneas

Las operaciones principales para el proceso de fabricación del producto MS 750gr, tanto para la preparación del material de empaque en bodega como para el envasado de polvos y cebos en producción de sólidos, son los detallados en la tabla XXIV, donde el tiempo estándar se obtuvo del apéndice tabla XLIII.

Tabla XXIV. Elementos del proceso de preparación de material de empaque del producto MS de 750gr

Operación	Tiempo estándar/ Unidad (minutos/caja)	Tiempo estándar/ Elemento (minutos/elemento)	Tiempo estándar/ Tarima (320 cajas) minutos/tarima
Bodega de material de empaque			
Poner etiqueta meto a un paquete de 50 cajas	0.0619	3.0933	19.7970
Armar dos cajas y unir las	0.3182	0.6365	101.8341
Producción de sólidos			
Envasado de polvos y cebos (envasar 4,400 cajas)	0.1091	480	34.9091

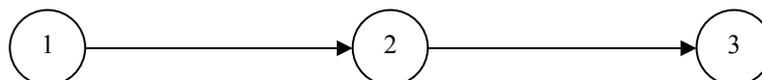
La producción requerida es de 18,000 cajas.

La jornada laboral es de 8 horas de lunes a viernes.

4.5.1 Número de estaciones de trabajo

El número de estaciones para el proceso de preparación del producto MS de 750gr se muestra en la figura 13.

Figura 13. Estaciones de trabajo



- Donde
1. Mesa para poner etiqueta meto a las cajas.
 2. Mesa para armar y unir dos cajas
 3. Área de producción de sólidos

4.5.2. Número de operarios actuales por estación de trabajo

Tabla XXV. Número actual de operarios por estación de trabajo para la preparación del producto MS de 750gr

Estación de trabajo	Número actual de operarios
Mesa para poner etiqueta meto a las cajas	1
Mesa para armar y unir dos cajas	4
Área de producción de sólidos	4

Basándose en una demanda mensual aproximada de 18,000 cajas, se determina inicialmente la eficiencia del sistema:

Tabla XXVI. Resumen de la capacidad producida de cajas por día y de los tiempos de operación

Operación	Capacidad cajas/día	Tiempo estándar de la estación de trabajo (min/caja)	TAS
Bodega de material de empaque			
Poner etiqueta meto a un paquete de 50 cajas	7758 cjs/día.1 op	0.0619	0.1091
Armar dos cajas y unir las	6033 cjs/día.4 op	0.0796	0.1091
Producción de sólidos			
Envasado de polvos y cebos (envasar 4,400 cajas)	4400 cjs/día.4 op	0.1091	0.1091

$$\sum 0.2506 \quad \sum 0.3273$$

- **Cálculo de la eficiencia del sistema**

$$E = \frac{\sum \text{minutos estándar por operación}}{\sum \text{minutos estándar asignados por operación}} * 100, \text{ (Ec.4.3)}$$

$$E = \frac{0.2506}{0.3273} = 0.7657 = 76.57\%$$

La eficiencia del sistema es del 76.57%, lo que significa que no existen tiempos de ocio significativos entre la estación en la cual se encuentra el cuello de botella y las demás estaciones de trabajo, por lo que el nivel de ocupación de ambas áreas (producción de sólidos y empaque) se considera aceptable.

- **Cálculo del tiempo disponible**

$$8 \text{ horas} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} = 480 \text{ min/día}$$

- **Cálculo de la tasa o índice de producción**

Basándonos en una demanda aproximada de 18,000 cajas y sabiendo que la capacidad diaria de producción para el producto MS de 750 gr es de 4,400 cajas, determinamos el índice de producción:

$$IP = \frac{\text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}, \text{ (Ec. 4.4)}$$

$$IP = \frac{4400 \text{ cajas/día}}{480 \text{ min/día}} = 9.1667 \text{ cajas/min}$$

4.5.3. Número propuesto de operarios por estación de trabajo

Según la ecuación 2.7, el número de operarios empleados en cada estación de trabajo es:

- **Cálculo del número de operadores**

Mesa para poner adhesivo de fecha de lotificación a las cajas

$$\#Op = \frac{9.1667 \text{ cajas/min} * 0.0619 \text{ min/caja}}{0.7657} = 0.7410 \text{ operarios} \approx 1 \text{ operario}$$

Mesa para armar y unir dos cajas

$$\#Op = \frac{9.1667 \text{ cajas/min} * 0.07955 \text{ min.4 op/caja}}{0.7657} = 3.8094 \text{ operarios} \approx 4 \text{ operarios}$$

Envasado de polvos y cebos

$$\#Op = \frac{9.1667 \text{ cajas/min} * 0.1091 \text{ min.4 op/caja}}{0.7657} = 4 \text{ operarios}$$

Como se puede observar, el número propuesto y el número actual de operarios (ver tabla XXVII) es el mismo en todas las estaciones de trabajo, lo que indica que el número de operarios actual cumple satisfactoriamente con la tasa de producción diaria.

- **Cálculo del ritmo de la línea propuesta**

$$RL = \frac{\text{Número de operadores en la estación más lenta}}{\text{Tiempo estándar del operador más lento}}, \text{ (Ec. 4.5)}$$

$$RL = \frac{4 \text{ operadores}}{0.1091 \text{ min.4 operarios/caja}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = \frac{549.9542 \text{ cajas}}{\text{hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} = 4,399.63 \text{ cajas/día}$$

La producción puede cumplir con la demanda de 4,400 cajas/día, ya que producirá por día 4,400 cajas.

4.5.4. Ritmo de producción actual en jornada normal trabajo

En el área de producción de sólidos el número actual de operarios es de 4, por lo que el ritmo de la línea actual es de:

Según la ecuación 4.5, se tiene

$$RLA = \frac{4 \text{ operadores}}{0.1091 \text{ min.} \cdot 4 \text{ operarios/caja}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = \frac{549.9542 \text{ cajas}}{\text{hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} = 4,399.63 \text{ cajas/día}$$

Con la información tabulada en el ritmo de producción actual, podemos observar que la cantidad de empleados que trabajan en las diferentes estaciones de trabajo pueden cumplir adecuadamente con la demanda que tiene la empresa, del producto MS de 750 gr. De acuerdo a lo anterior, el aumento del número de empleados produciría tiempo de ocio, si se sigue trabajando con la misma producción, lo que reduciría la productividad.

4.5.5. Ritmo de producción necesario para cumplir con la demanda

La producción actual cumple con la demanda, siempre y cuando se exija a los operarios que trabajen con un ritmo de producción basado en el estudio de tiempos estándar. De seguir trabajando fuera de los parámetros del tiempo estándar, la bodega se verá en la necesidad de contratar mano de obra temporal o realizar operativos de emergencia constantemente.

4.6. Consideraciones para la administración de inventarios

Una consideración logística de suma importancia en la operatividad de los almacenes se refiere a las decisiones relacionadas con el movimiento y el manejo de materiales, ya que existen diferentes necesidades de manipulación, según las particularidades de los inventarios.

El correcto manejo de materiales garantizará que las operaciones de bodega nunca tendrán que suspender actividades por falta de material de empaque en las líneas de preparación.

Los cálculos que se muestran a continuación se trabajaron en una hoja electrónica que servirá para calcular futuros niveles óptimos de inventario.

4.6.1. Elementos básicos del manejo de materiales

La empresa Bayer, S.A., en la preparación de material de empaque para sus productos líderes en el mercado, tiene la siguiente formulación:

a. Material de empaque para producto líquido: BL 100cc (preparación manual) proveedor nacional

Rollo de 10000 adhesivos de fecha de vencimiento (etique. meto)	} Rendimiento de 25 cajas de 40 env. de 100CC por lote
1paq. de 1000 etiquetas no adhesivas que identifican al producto	
25 cajas de cartón de 40X100CC= 1amarrado	
1000 frascos no impresos de 100CC	
1000 tapas con sello incorporado color blanco	
1000 folletos metidos en su respectiva camiseta	

b. Material de empaque para producto líquido: 1L 500CC (preparación manual)

Rollo de 10000 adhesivos de fecha de vencimiento (etique. meto)	} Rendimiento de 25 cajas de 40 env. de 500CC por lote
1 paq. de 1000 etiquetas no adhesivas que identifican al producto	
25 cajas de cartón de 40X500CC= 1 amarrado	
1000 frascos no impresos de 500CC	
1000 tapas con sello incorporado color blanco	
1000 folletos metidos en su respectiva camiseta	

c. Material de empaque para producto líquido: 4KL 1Lt (preparación automática)

1 paq. de 1000 etiquetas no adhesivas que identifican al producto	} Rendimiento de 50 cajas de 20 env. de 1Lt por lote
50 cajas de cartón de 20X1Lt= 2 amarrados	
1000 frascos no impresos color verde de 1Lt	
1000 tapas color verde con sello incorporado	

d. Material de empaque para producto líquido: 3TL 20Lt

36 folletos	} Rendimiento de 36 canecas para una tarima por lote
36 sobres adhesivos para folletos	
36 etiquetas no adhesivas que identifican al producto	
36 canecas (envases de 20Lt)	
36 tapas para envases de 20Lt	
36 sellos de aluminio para tapa de 20Lt	

4.6.1.1. Explosión de materiales

Se puede explotar los insumos si se cuenta con el siguiente plan de producción.

Tabla XXVII. Producción planificada en los últimos nueve meses de algunos productos líquidos

Producto	Cantidad que se producirá									Total
	Meses									
	Ago-03	Sep-03	Oct-03	Nov-03	Ene-04	Feb-04	mar-03	abr-03	May-03	
Unidades										
BL 100CC		20,240	20,000	20,000	20,000	20,000	30,000			130,240
IL 500CC	2,200	7,460	10,000	20,000	20,000	20,000	20,000			99,660
4KL 1Lt		940		60,000	35,000	10,000	35,000	4,500	40,000	185,440
1ML 20Lt	200	552		100	90	150	250		250	1,592

Para el producto BL 100CC en el mes de septiembre:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Si } 1 \text{ caja} \rightarrow 40 \text{ unidades} \\ \quad X \rightarrow 20240 \text{ unidades} \end{array} \right\} X = 506 \text{ cajas}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Si } 1 \text{ lote} \rightarrow 25 \text{ cajas} \\ \quad X \rightarrow 506 \text{ cajas} \end{array} \right\} X = 20.24 \text{ lotes}$$

Esto indica que:

Un lote consume, según información del material de empaque utilizado para este producto, 1000 adhesivos de fecha de vencimiento (etiquetas meto), es decir, 1 rollo, por lo que:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ lote} \rightarrow 1 \text{ rollo de etiq. meto} \\ 20.24 \text{ lote} \rightarrow X \end{array} \right\} X = 20.24 \text{ rollos}$$

Para los meses de octubre, noviembre, enero y febrero el Producto BL 100CC consume:

$$\begin{array}{l} \text{Si} \quad 1 \text{ caja} \rightarrow 40 \text{ unidades} \\ \quad \quad X \rightarrow 20000 \text{ unidades} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Si} \\ \quad \quad X \end{array}} \right\} X = 500 \text{ cajas}$$

$$\begin{array}{l} \text{Si} \quad 1 \text{ lote} \rightarrow 25 \text{ cajas} \\ \quad \quad X \rightarrow 500 \text{ cajas} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Si} \\ \quad \quad X \end{array}} \right\} X = 20.00 \text{ lote}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ lote} \rightarrow 1 \text{ rollo de etiq. meto} \\ 20 \text{ lotes} \rightarrow X \end{array}$$

X = 20 rollos de adhesivos de fecha de vencimiento para el producto BL 100CC en los meses de octubre, noviembre, enero y febrero.

Para el producto BL 100CC en el mes de marzo:

$$\begin{array}{l} \text{Si} \quad 1 \text{ caja} \rightarrow 40 \text{ unidades} \\ \quad \quad X \rightarrow 30000 \text{ unidades} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Si} \\ \quad \quad X \end{array}} \right\} X = 750 \text{ cajas}$$

$$\begin{array}{l} \text{Si} \quad 1 \text{ lote} \rightarrow 25 \text{ cajas} \\ \quad \quad X \rightarrow 750 \text{ cajas} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Si} \\ \quad \quad X \end{array}} \right\} X = 30.00 \text{ lote}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ lote} \rightarrow 1 \text{ rollo de etiq. meto} \\ 30 \text{ lotes} \rightarrow X \end{array}$$

X = 30.00 rollos de adhesivos de fecha de vencimiento para el mes de marzo

Luego se procede a calcular para el producto IL 500CC en el mes de agosto:

$$\begin{array}{l} \text{Si} \quad 1 \text{ caja} \rightarrow 40 \text{ unidades} \\ \quad \quad X \rightarrow 2200 \text{ unidades} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Si} \\ \quad \quad X \end{array}} \right\} X = 55 \text{ cajas}$$

$$\begin{array}{l} \text{Si} \quad 1 \text{ lote} \rightarrow 25 \text{ cajas} \\ \quad \quad X \rightarrow 55 \text{ cajas} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Si} \\ \quad \quad X \end{array}} \right\} X = 2.20 \text{ lotes}$$

Esto indica que:

Un lote consume, según información del material de empaque utilizado para este producto, 1000 etiquetas meto; es decir, 1 rollo, por lo que:

$$\left. \begin{array}{l} 1\text{batch} \rightarrow 1\text{rollo de etiq. meto} \\ 20.24\text{batch} \rightarrow X \end{array} \right\} X = 2.20\text{rollos}$$

Para el mes de septiembre, el producto IL 500CC consume:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Si } 1\text{caja} \rightarrow 40\text{unidades} \\ X \rightarrow 7460\text{unidades} \end{array} \right\} X = 186.5\text{cajas}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Si } 1\text{lote} \rightarrow 25\text{cajas} \\ X \rightarrow 186.5\text{cajas} \end{array} \right\} X = 7.46\text{lote}$$

$$\begin{array}{l} 1\text{lote} \rightarrow 1\text{rollo de etiq. meto} \\ 7.46\text{lotes} \rightarrow X \end{array}$$

X = 7.46rollos de adhesivos de fecha de vencimiento para el producto IL 500CC en el mes de septiembre.

Repitiendo el procedimiento y resumiendo los resultados, se tiene:

Tabla XXVIII. Tabla de explosión de materiales de algunos productos líquidos

Insumo	Unidad	Explosión de materiales									Total
		Meses									
		Ago/03	Sep/03	Oct/03	Nov/03	Ene/04	Feb/04	Mar/04	Abr/04	May/04	
Etiquetas Meto (adhesivo fecha de vencimiento)	Rollo 1000 uds	2.20	27.70	30.00	40.00	40.00	40.00	50.00			229.90
Etiquetas BL 100CC	Unidades		20,240	20,000	20,000	20,000	20,000	30,000			130,240
Etiquetas IL 500CC	Unidades	2,200	7,460	10,000	20,000	20,000	20,000	20,000			99,660

Continúa tabla XXVIII

Insumo	Unidad	Explosión de materiales									Total
		Meses									
		Ago/ 03	Sep/ 03	Oct/ 03	Nov/ 03	Ene/ 04	Feb/ 04	Mar/ 04	Abr/ 04	May/ 04	
Etiqueta 4KML 1Lt	Unidades		940		60,000	35,000	10,000	35,000	4,500	40,000	185,440
Etiqueta 1ML 20Lt	Unidades	200	552		100	90	150	250		250	1,592
Caja neutral polietileno 40X100CC	1caja=40 envases de 100CC		506	500	500	500	500	750			3,256
Caja neutral polietileno 40X500CC	1caja=40 envases de 500CC	55	186.50	250	500	500	500	500			2,491.5
Caja neutral polietileno 20X1Lt	1caja=20 envases de 1Lt		47		3,000	1,750	500	1,750	225	2,000	9,272
Envase plástico liso de 100CC	Unidades		20,240	20,000	20,000	20,000	20,000	30,000			130,240
Envase plástico liso de 500CC	Unidades	2,200	7,460	10,000	20,000	20,000	20,000	20,000			99,660
Envase plástico liso verde de 1Lt	Unidades		940		60,000	35,000	10,000	35,000	4,500	40,000	185,440
Envase plástico liso de 20Lt	Unidades	200	552		100	90	150	250		250	1,592
Tapas con sello incorporado color blanco	Unidades	2,200	27,700	30,000	40,000	40,000	40,000	50,000			229,900
Tapas color verde para 4KL 1Lt	Unidades		940		60,000	35,000	10,000	35,000	4,500	40,000	185,440
Tapa para caneca	Unidades	200	552		100	90	150	250		250	1,592
Sello de aluminio para 20Lt	Unidades	200	552		100	90	150	250		250	1,592
Folleto en su respectiva camiseta, para los productos BL e IL	Unidades	2,200	27,700	30,000	40,000	40,000	40,000	50,000			229,900
Folleto para el producto 1ML de 20Lt	Unidades	200	552		100	90	150	250		250	1,592
Porta panfleto adhesivo para folletos 1ML	Unidades	200	552		100	90	150	250		250	1,592

Con los insumos y la explosión de material de empaque realizada, se puede iniciar el diseño del control de inventarios, herramienta básica para formar el manejo de materiales.

4.6.1.2. Nivel teórico de consumo

Para el cálculo del nivel teórico de consumo se necesita conocer la existencia inicial del insumo y el número de ciclo. Estos se muestran en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. Cantidad inicial de insumos de algunos productos líquidos

Insumo	Unidad	Existencia inicial	Ciclo	Observación
Etiquetas Meto (adhesivo fecha de vencimiento)	Rollo 1000 uds	Quien lleva el inventario de este producto es el departamento de compras.	7	No lo tienen inventariado. (Se utiliza para los productos Monarca de 100CC y de 500CC)
Etiquetas BL 100CC	Unidades	9,500	6	Ésta etiqueta sólo se usa para este producto
Etiqueta IL 500CC	Unidades	6,000	7	Ésta etiqueta sólo se usa para este producto
Etiqueta 4KL 1Lt	Unidades	102,200	7	Ésta etiqueta sólo se usa para éste producto
Etiqueta 1ML 20Lt	Unidades	645	7	Ésta etiqueta se usa para envases de 20Lt y de 200Lt
Caja neutral polietileno 40X100CC	1caja=40 envases de 100CC	12,777	6	Se usa para todos los envases de polietileno de 100CC
Caja neutral polietileno 40X500CC	1caja=40 envases de 500CC	5,689	7	Se usa para todos los envases de polietileno de 500CC
Caja neutral polietileno 20X1Lt	1caja = 20 envases de 1Lt	8,654	7	Se usa para todos los envases de polietileno de 1Lt
Envase plástico liso de 100CC	Unidades	21,550	6	Se utiliza para todos los productos con ésta presentación

Continúa tabla XXIX

Insumo	Unidad	Existencia Inicial	Ciclo	Observación
Envase plástico impreso BL de 100CC	Unidades	20,250	6	Se utiliza cuando la preparación del producto Monarca es automática
Envase plástico liso de 500CC	Unidades	14,811	7	Se utiliza para todos los productos con ésta presentación
Envase plástico impreso IL de 500CC	Unidades	11,554	7	Se utiliza cuando la preparación del producto Monarca es automática
Envase plástico liso verde de 1Lt	Unidades	40,665	7	Este envase se utiliza sólo para el producto Bayfolan de 1Lt (no comparte su existencia con otro producto)
Envase plástico liso de 20Lt	Unidades	629	7	Este envase se utiliza para todos los productos con presentación de 20Lt
Tapas con sello incorporado color blanco	Unidades	570,800	7	Esta tapas se utilizan para todos los envases de plástico blanco en cualquier presentación (Monarca 100CC, 500CC, etc.)
Tapas color verde para 4KL de 1Lt	Unidades	119,960	7	Estas tapas se usan sólo para el producto Bayfolan de 1Lt
Tapa para caneca	Unidades	629	7	Se utiliza para toda los envases de 20Lt
Sello de aluminio para 20Lt	Unidades	22,572	7	Se utiliza para todos los envases de 20Lt
Folleto en su respectiva camiseta, para los productos BL e IL	Unidades	197,600	7	Se utiliza para el envase Monarca de 100CC o 500CC
Folleto para el producto 1ML	Unidades	16,585	7	Se utiliza sólo para el producto Baycor DC
Porta panfleto adhesivo para folletos 1ML	Unidades	247,326	7	Se utiliza para todos lo envases de 20Lt que llevan folleto y necesitan de un porta panfleto adhesivo.

Para los insumos del producto 4KL 1Lt, la línea teórica de consumo es la siguiente:

Según la ecuación 2.13

- Etiqueta 4KL 1Lt

$$N.T.C. = \frac{(102,200) * (7)}{185440} = 3.8579 \text{meses}$$

Para que la existencia de etiquetas 4KL de 1Lt llegue a ser igual al valor del nivel de existencia mínima, deben pasar 3.8579 meses, es decir, 3 meses y 25 días.

- Envase plástico liso verde de 1Lt

$$N.T.C. = \frac{(40,665) * (7)}{185440} = 1.535 \text{meses}$$

Para que la existencia de envases 4KL de 1Lt llegue a ser igual al valor del nivel de existencia mínima deben pasar 1.535 meses, es decir, 1 mes y 16 días.

- Tapas color verde para 4KL 1Lt

$$N.T.C. = \frac{(119,960) * (7)}{185440} = 4.5283 \text{meses}$$

Para que la existencia de éste insumo llegue a ser igual al valor del nivel de existencia mínima, deben pasar 4.5283 meses, es decir, 4 meses y 15 días.

4.6.1.3. Nivel de reorden

Para calcular el nivel de reorden es necesario conocer los datos históricos de los tiempos de entrega de los proveedores. En la tabla XXX se resumen estos tiempos.

Tabla XXX. Política de reorden para los insumos de algunos productos líquidos

Insumo	Unidad	Política de reorden	
		Tiempo de entrega	Promedio (meses) 1mes= 30días
Etiquetas Meto (adhesivo fecha de vencimiento)	Rollo 1000 uds	Quien lleva el inventario de este producto es el departamento de compras.	La entrega es casi inmediatamente
Etiquetas BL 100CC	Unidades	3días-5días	0.133
Etiqueta IL 500CC	Unidades	3días-5días	0.133
Etiqueta 4KL 1Lt	Unidades	3días-5días	0.133
Etiqueta 1ML 20Lt	Unidades	3días-5días	0.133
Caja neutral polietileno 40X100CC	Unidades	15días-30días	0.750
Caja neutral polietileno 40X500CC	Unidades	15días-30días	0.750
Caja neutral polietileno 20X1Lt	Unidades	15días-30días	0.750
Envase plástico liso de 100CC	Unidades	7días-15días	0.367
Envase plástico impreso BL 100CC	Unidades	7días-15días	0.367
Envase plástico liso de 500CC	Unidades	7días-15días	0.367

Continúa tabla XXX

Insumo	Unidad	Política de reorden	
		Tiempo de entrega	Promedio (meses) 1mes= 30días
Envase plástico impreso IL de 500CC	Unidades	7días-15días	0.367
Envase plástico liso verde de 1Lt	Unidades	7días-15días	0.367
Envase plástico liso de 20Lt	Unidades	1día-2días	0.367
Tapas con sello incorporado color blanco	Unidades	7días-15días	0.050
Tapas color verde para 4KL de 1Lt	Unidades	7días-15días	0.367
Tapa para caneca	Unidades	7días-15días	0.367
Sello de aluminio para 20Lt	Unidades	3meses-4meses	3.500
Folleto en su respectiva camiseta, para los productos BL e IL	Unidades	3días-5días	0.133
Folleto para el producto 1ML	Unidades	3días-5días	0.133
Porta panfleto adhesivo para folletos 1ML	Unidades	1mes-2meses	1.500

Para los insumos del producto 4KL 1Lt el nivel de reorden es el siguiente:

Según la ecuación 2.12

- Etiqueta 4KL 1Lt

$$N.R. = \frac{(185,440) * (0.133)}{7} = 3,524 \text{ etiquetas}$$

Cuando sólo se tengan 3524 etiquetas de 4KL de 1Lt, debe hacerse un nuevo pedido.

- Envase plástico liso verde de 1Lt

$$N.R. = \frac{(185,440) * (0.367)}{7} = 9,723 \text{ envases}$$

Quando sólo se tengan 9723 envases de 4KL de 1Lt, debe hacerse un nuevo pedido.

- Tapas color verde para 4KL 1Lt

$$N.R. = \frac{(185,440) * (0.367)}{7} = 9,723 \text{ tapas}$$

Quando sólo se tengan 9723 tapas de 4KL de 1Lt, debe hacerse un nuevo pedido.

4.6.1.4. Nivel mínimo de existencia

A continuación se muestra la tabla XXXI, en la cual se resume la política del nivel mínimo de existencias.

Tabla XXXI. Política del nivel mínimo de existencia para los insumos de algunos productos líquidos

Insumo	Unidad	Política del nivel mínimo de existencia		
		Tiempo de entrega	Promedio (meses) 1mes= 30días	Política
Etiquetas Meto (adhesivo fecha de vencimiento)	Rollo 1000 uds	Quien lleva el inventario de este producto es el departamento de compras.	La entrega es casi inmediata	La entrega es casi inmediata
Etiquetas BL 100CC	Unidades	3días-5días	0.133	0.034
Etiqueta IL 500CC	Unidades	3días-5días	0.133	0.034
Etiqueta 4KL 1Lt	Unidades	3días-5días	0.133	0.034

Continúa tabla XXXI

Insumo	Unidad	Política del nivel mínimo de existencia		
		Tiempo de entrega	Promedio (meses) 1mes= 30días	Política
Etiqueta 1ML 20Lt	Unidades	3días-5días	0.133	0.034
Caja neutral polietileno 40X100CC	1caja = 40 envases de 100CC	15días-30días	0.750	0.250
Caja neutral polietileno 40X500CC	1caja = 40 envases de 500CC	15días-30días	0.750	0.250
Caja neutral polietileno 20X1Lt	1caja = 20 envases de 1Lt	15días-30días	0.750	0.250
Envase plástico liso de 100CC	Unidades	7días-15días	0.367	0.133
Envase plástico impreso BL de 100CC	Unidades	7días-15días	0.367	0.133
Envase plástico liso de 500CC	Unidades	7días-15días	0.367	0.133
Envase plástico impreso IL de 500CC	Unidades	7días-15días	0.367	0.133
Envase plástico liso verde de 1Lt	Unidades	7días-15días	0.367	0.133
Envase plástico liso de 20Lt	Unidades	1día-2días	0.050	0.017
Tapas con sello incorporado color blanco	Unidades	7días-15días	0.367	0.133
Tapas color verde para 4KL de 1Lt	Unidades	7días-15días	0.367	0.133
Tapa para caneca	Unidades	7días-15días	0.367	0.133
Sello de aluminio para 20Lt	Unidades	3meses-4meses	3.500	0.500
Folleto en su respectiva camiseta, para los productos BL e IL	Unidades	3días-5días	0.133	0.034
Folleto para el producto 1ML	Unidades	3días-5días	0.133	0.034
Porta panfleto adhesivo para folletos 1ML	Unidades	1mes-2meses	1.500	0.500

Para los insumos del producto 4KL 1Lt, la política del nivel mínimo de existencia y la cantidad mínima que se debe tener de éstos insumos (nivel mínimo de existencia) es la siguiente:

Según las ecuaciones 2.10 y 2.11, se tiene

- Etiqueta 4KL 1Lt

$$P_{sm} = 0.167 - 0.133 = 0.034 \text{mes}$$

$$S_{\text{mínimo}} = \frac{(185,440) * (0.034)}{7} = 901 \text{etiquetas}$$

El nivel mínimo de existencia en bodega, para poder solventar las diferencias en el tiempo de las entregas de materiales de empaque por parte de los proveedores, es de 901 etiquetas de 4KL 1Lt

- Envase plástico liso verde de 1Lt

$$P_{sm} = 0.500 - 0.367 = 0.133 \text{mes}$$

$$S_{\text{mínimo}} = \frac{(185,440) * (0.133)}{7} = 3,524 \text{envases}$$

El nivel mínimo de existencia en bodega de material de empaque es de 3524 envases de 4KL 1Lt

- Tapas color verde para 4KL 1Lt

$$P_{sm} = 0.500 - 0.367 = 0.133 \text{mes}$$

$$S_{\text{mínimo}} = \frac{(185,440) * (0.133)}{7} = 3,524 \text{tapas}$$

El nivel mínimo de existencia en bodega de material de empaque es de 3524 tapas de 4KL 1Lt

4.6.1.5. Pedido óptimo

Para los insumos del producto 4KL 1Lt, la cantidad óptima del pedido es la siguiente:

Según la ecuación 2.9, se tiene

- Etiqueta 4KL 1Lt

$$Q_{op} = 2 * (901) + 3,524 + 0 = 5,326 \text{ etiquetas}$$

La cantidad que se debe pedir de etiquetas 4KL 1Lt es de 5326

- Envase plástico liso verde de 1Lt

$$Q_{op} = 2 * (3,524) + 9,723 + 0 = 16,771 \text{ envases}$$

La cantidad que se debe pedir es de 16771 envases

- Tapas color verde para 4KL 1Lt

$$Q_{op} = 2 * (3,524) + 9,723 + 0 = 16,771 \text{ tapas}$$

La cantidad que se debe pedir es de 16771 tapas

4.6.1.6. Nivel máximo de existencia

Para los insumos del producto 4KL 1Lt y asumiendo una política igual a seis meses (tiempo máximo que el material puede permanecer en bodega), el nivel máximo de existencia es el siguiente:

Según la ecuación 2.14, se tiene

- Etiqueta 4KL 1Lt

$$\text{N.M.E.} = \frac{(185,440) * (6)}{7} = 158,949 \text{ etiquetas}$$

El nivel máximo de existencia de etiquetas de 4KL 1Lt es de 158949

- Envase plástico liso verde de 1Lt

$$\text{N.M.E.} = \frac{(185,440) * (6)}{7} = 158,949 \text{ envases}$$

El nivel máximo de existencia de envases de 4KL 1Lt es de 158949

- Tapas color verde para 4KL 1Lt

$$\text{N.M.E.} = \frac{(185,440) * (6)}{7} = 158,949 \text{ tapas}$$

El nivel máximo de existencia de tapas color verde para el producto 4KL 1Lt es de 158949

El cálculo del nivel teórico de consumo, “N.T.C.”, nivel de reorden, “N.R.” nivel mínimo de existencia “Smínimo”, cantidad óptima de pedido, “Qop”, y nivel máximo de existencia “N.M.E.” para todos los insumos de los productos (BL de 100CC, IL de 500CC, 1ML de 20Lt) se realizó en una hoja de Excel, la cual se muestra en el apéndice 9 de la pág. 172. Un resumen de los resultados se tiene en la tabla XXXII.

Tabla XXXII. Resumen del manejo de materiales

Insumo	Unidad	Existencia unidad	Ciclo	Planificado unidad	N.T.C. meses	Pr meses	N.R. unidad	Psm meses	Smín Unidades	Cte K	Qop Unidad	Política mes	N.M.E Unidad
Etiquetas Meto (adhesivo fecha de vencimiento)	Rollo 1000 uds	No lo tienen en inventario	7	229900	No lo tienen en inventario				No lo tienen en inventario		No lo tienen en inventario		
Etiquetas BL 100CC	Unidades	9500	6	130240	0.4377	0.133	2887	0.034	739	0	4366	6	130240
Etiquetas IL 500CC	Unidades	6000	7	99660	0.4214	0.133	1894	0.034	485	0	2864	6	85423
Etiqueta 4KL 1Lt	Unidades	102200	7	185440	3.8579	0.133	3524	0.034	901	0	5326	6	158949
Etiqueta 1ML 20Lt	Unidades	645	7	1592	2.8361	0.133	31	0.034	8	0	47	6	1364.6
Caja neutral polietileno 40X100CC	1caja=40 envases de 100CC	12777	6	3256	23.5448	0.750	407	0.25	136	0	679	6	3256
Caja neutral polietileno 40X500CC	1caja=40 envases de 500CC	5689	7	2491.5	15.9835	0.750	267	0.25	89	0	445	6	2135.6
Caja neutral polietileno 20X1Lt	1caja=20 envases de 1Lt	8654	7	2972	20.3829	0.750	319	0.25	107	0	534	6	2547.4
Envase plástico liso de 100CC	Unidades	21550	6	130240	0.9928	0.367	7967	0.133	2887	0	13742	6	130240
Envase plástico impreso BL de 100CC	Unidades	20250	6	130240	0.9329	0.367	7967	0.133	2887	0	13742	6	130240
Envase plástico liso de 500CC	Unidades	14811	7	99660	1.0403	0.367	5226	0.133	1894	0	9014	6	85423

Continúa tabla XXXII

Insumo	Unidad	Existencia unidad	Ciclo	Planificado unidad	N.T.C. meses	Pr meses	N.R. Unidad	Psm meses	Smín Unidades	Cte K	Qop Unidad	Política mes	N.M.E Unidad
Envase plástico impreso 1L de 500CC	Unidades	11554	7	99660	0.8115	0.367	5226	0.133	1894	0	9014	6	85423
Envase plástico liso verde de 1Lt	Unidades	40665	7	185440	1.5350	0.367	9723	0.133	3524	0	16773	6	158949
Envase plástico liso de 20Lt	Unidades	629	7	1592	2.7657	0.050	12	0.017	4	0	21	6	1364.6
Tapas con sello incorporado color blanco	Unidades	570800	7	229900	17.3797	0.367	12054	0.133	4369	0	20793	6	197057
Tapas color verde para 4KL 1Lt	Unidades	119960	7	185440	4.5283	0.367	9723	0.133	3524	0	16773	6	158949
Tapa para caneca	Unidades	629	7	1592	2.7657	0.367	84	0.133	31	0	147	6	1364.6
Sello de aluminio para 20Lt	Unidades	22572	7	1592	99.2487	3.500	796	0.500	114	0	1024	6	1364.6
Folleto en su respectiva camiseta, para los productos BL e IL	Unidades	197600	7	229900	6.0165	0.133	4369	0.034	1117	0	6603	6	197057
Folleto para el producto 1ML 20Lt	Unidades	16585	7	1592	72.9240	0.133	31	0.034	8	0	47	6	1364.6
Porta panfleto adhesivo para folletos 1ML	Unidades	247326	7	1592	1087.4887	1.500	342	0.500	114	0	570	6	1364.6

4.6.1.7. Nuevo nivel teórico de consumo

El nuevo nivel teórico de consumo se obtiene de la ecuación 4.6.

$$N.T.C.2 = \frac{(Nueva\ Existencia) * (Ciclo)}{Planificado}, (Ec. 4.6)$$

Cuando ingresa el pedido de insumos de material de empaque (media de entregas = X), se genera una nueva existencia que va a ser igual al pedido óptimo más el valor del nivel mínimo de existencia. Esta nueva existencia será diferente al dato de la existencia inicial y nos va a dar un nuevo nivel de inventarios, luego, procedemos a determinar nuestro consumo en teoría para realizar nuestro plan de pedidos.

$$N.E. = S_{mínimo} + Q_{op}, (Ec. 4.7)$$

Para los insumos del producto 4KL 1Lt la nueva existencia y el nuevo nivel teórico de consumo son los siguientes:

- Etiqueta 4KL 1Lt

$$N.E. = (2650) + (7950) = 10600 \text{ etiquetas}$$

$$N.T.C.2 = \frac{(10600) * (7)}{185440} = 0.4001 \text{ meses}$$

El nuevo nivel teórico de consumo de etiquetas de 4KL 1Lt es de 0.4001 meses

- Envase plástico liso verde de 1Lt

$$N.E. = (2650) + (15897) = 18547 \text{ envases}$$

$$N.T.C.2 = \frac{(18547) * (7)}{185440} = 0.7001 \text{ meses}$$

El nuevo nivel teórico de consumo de envases de 4KL 1Lt es de 0.7001mes

- Tapas color verde para 4KL 1Lt

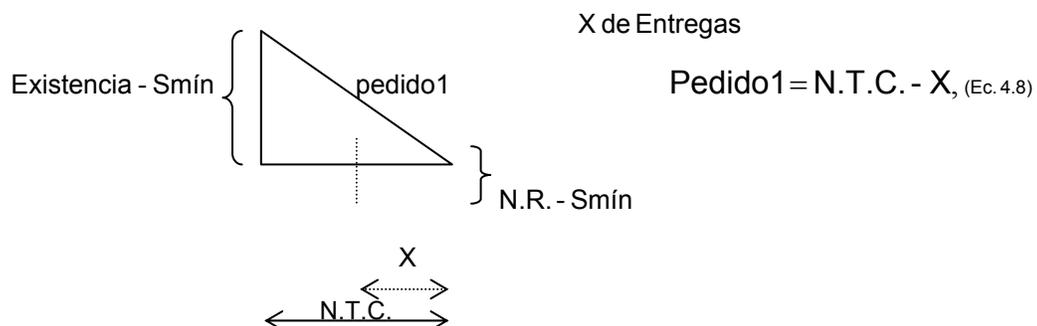
$$N.E. = (2650) + (15897) = 18547 \text{ envases}$$

$$N.T.C.2 = \frac{(18547) * (7)}{185440} = 0.7001 \text{ meses}$$

El nuevo nivel teórico de consumo de tapas color verde para el producto 4KL 1Lt es de 0.7001 mes

De acuerdo al gráfico del plan de trabajo se determinan las fechas límite para realizar pedidos (solicitar a proveedor), así como del ingreso límite a la bodega de empaque de la empresa Bayer, S.A.

Figura 14. Uso de relación de triángulos

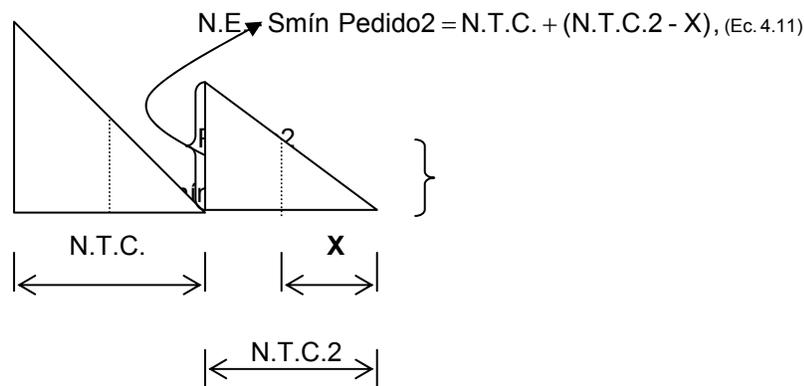


$$X = \frac{(N.R. - S_{\min}) * (N.T.C.)}{(Existencia - S_{\min})}, \text{ (Ec. 4.9)}$$

Sustituyendo, tenemos:

$$\text{Pedido1} = \frac{(N.T.C.) * (Existencia - N.R.)}{(Existencia - S_{\min})}, \text{ (Ec. 4.10)}$$

Para calcular el pedido2:



$$\text{Pedido2} = N.T.C. + (N.T.C.2 - X), \text{ (Ec. 4.12)}$$

$$X = \frac{(N.R. - S_{\min}) * (N.T.C.2)}{N.E. - S_{\min}}, \text{ (Ec. 4.13)}$$

Sustituyendo la ecuación 4.13 en la ecuación 4.12, tenemos:

$$\text{Pedido2} = \frac{(Q_{op} + S_{\min} - N.R.) * (N.T.C.2)}{(Q_{op})} + N.T.C.$$

Para los insumos del producto 4KL 1Lt las fechas límite para realizar pedidos son las siguientes:

Por la ecuación 4.10

- Etiqueta 4KL 1Lt

$$\text{Pedido1} = \frac{(3.8579) * (102200 - 3524)}{(102200 - 901)} = 3.7579 \text{ meses}$$

El tiempo límite para realizar el pedido de etiquetas 4KL 1Lt es a partir del mes de abril con una duración de 3.7579 meses, es decir, 3 meses y 22.74 días

$$0.7579\text{meses} * \frac{30\text{días}}{1\text{mes}} = 22.74\text{días}$$

Entonces, la fecha en que se debe hacer el primer pedido es para el 22 de julio de 2004.

Por la ecuación 4.14

$$\text{Pedido2} = \frac{(5326 + 901 - 3524) * (0.2350)}{(5326)} + (3.8579) = 3.972\text{meses}$$

El tiempo límite para realizar el segundo pedido de etiquetas 4KL 1Lt empieza a partir del mes de abril con una duración de 3.9720 meses, es decir, 3 meses y 29.31 días.

Entonces, la fecha en que se debe hacer el segundo pedido es para el 29 de julio de 2004.

- Envase plástico liso verde de 1Lt

Por la ecuación 4.10

$$\text{Pedido1} = \frac{(1.5350) * (40665 - 9723)}{(40665 - 3524)} = 1.2788\text{meses}$$

El tiempo límite para realizar el pedido de envase plástico liso verde de 1Lt es a partir del mes de abril con una duración de 1.2788 meses, es decir, 1 mes y 8.36 días.

Entonces, la fecha en que se debe hacer el primer pedido es para el 8 de mayo de 2004.

Por la ecuación 4.14

$$\text{Pedido2} = \frac{(16773 + 3524 - 9723) * (0.7662)}{(16773)} + (1.5350) = 2.0180 \text{ meses}$$

El tiempo límite para realizar el segundo pedido de envase plástico liso verde 1Lt empieza a partir del mes de abril con una duración de 2.0180 meses, es decir, 2 meses y 0.5408 días.

Entonces, la fecha en que se debe hacer el segundo pedido es para el 01 de junio de 2004.

- Tapas color verde para 4KL 1Lt

Por la ecuación 4.10

$$\text{Pedido1} = \frac{(4.5283) * (119960 - 9723)}{(119960 - 3524)} = 4.2872 \text{ meses}$$

El tiempo límite para realizar el pedido de tapas color verde para 4KL 1Lt es a partir del mes de abril con una duración de 4.2872 meses, es decir, 4 meses y 8.62 días.

Entonces, la fecha en que se debe hacer el primer pedido es para el 8 de agosto de 2004.

Por la ecuación 4.14

$$\text{Pedido2} = \frac{(16773 + 3524 - 9723) * (0.7662)}{(16773)} + (4.5283) = 5.0113 \text{ meses}$$

El tiempo límite para realizar el segundo pedido de tapas color verde para 4KL 1Lt empieza a partir del mes de abril con una duración de 5.0113 meses; es decir, 5 meses y 0.3400 días.

Entonces, la fecha en que se debe hacer el segundo pedido es para el 1 de septiembre de 2004.

Para el cálculo anterior se utilizó como ejemplo los insumos del producto 4KL 1L, ya que los demás productos tienen insumos que comparten sus existencias con otros diferentes. Un resumen del procedimiento y sus resultados para todos los insumos de los demás productos se tiene en la tabla XXXIII, estos cálculos se obtuvieron de la hoja electrónica mostrada en el apéndice 10 de la pág. 173.

Tabla XXXIII. Plan de pedidos del manejo de materiales

Insumo	Nueva existencia	N.T.C.2 meses	Pedido1 meses	Pedido2 meses	Pedido		Ingreso		Pedido		Ingreso		Pedido		Ingreso			
					meses	días	meses	días	meses	días	meses	días	meses	días	meses	días		
Etiquetas Meto (adhesivo fecha de vencimiento)	No lo tienen en Inventario																	
Etiquetas BL 100CC	5105	0.2352	0.3304	0.1195	0.00	9.911	0.00	0.00	0.00	13.13	0.00	0.00	0.00	1.00	1.21	1.00	1.00	
Etiquetas IL 500CC	3349	0.2352	0.3138	0.1195	0.00	9.41	0.00	0.00	12.64	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Etiqueta 4KL 1Lt	6226	0.2350	3.7579	0.1193	3.00	22.74	0.00	0.00	25.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Etiqueta 1ML 20Lt	54	0.2394	2.7314	0.1189	2.00	21.94	2.00	2.00	25.08	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Caja neutral polietileno 40X100CC	815	1.5018	23.0395	0.9020	23.00	1.18	23.00	26.00	16.35	23.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
Caja neutral polietileno 40X500CC	534	1.5000	15.4756	0.9000	15.00	14.27	15.00	16.00	29.51	15.00	16.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Caja neutral polietileno 20X1Lt	641	1.5094	19.8766	0.9090	19.00	26.30	19.00	20.00	29.51	19.00	20.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
Envase plástico liso de 100CC	16629	0.7661	0.7225	0.4829	0.00	21.68	0.00	0.00	11.49	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Envase plástico impreso BL de 100CC	16629	0.7661	0.6599	0.4829	0.00	19.80	0.00	0.00	29.78	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Envase plástico liso de 500CC	10908	0.7661	0.7719	0.4829	0.00	23.16	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Continúa tabla XXXIII

Insumo	Nueva existencia	N.T.C.2 meses	Pedido1 meses	Pedido2 meses	Pedido		Ingreso		Pedido		Ingreso		
					mes	días	mes	días	mes	días	mes	días	
Envase plástico impreso IL 500CC	10908	0.7661	0.5316	0.4829	2.00	15.95	2.00	0.00	2.00	3.00	17.99	3.00	26.28
Envase plástico liso verde de 1Lt	20297	0.7662	1.2788	0.4830	2.00	8.36	2.00	1.00	2.00	3.00	17.99	4.00	17.99
Envase plástico liso de 20Lt	25	0.1098	2.7281	0.0655	2.00	21.84	2.00	2.00	3.00	3.00	6.15	3.00	6.15
Tapas con sello incorporado color blanco	25162	0.7661	17.1439	0.4830	17.00	4.32	17.00	1.39	18.00	19.00	13.33	20.00	13.33
Tapas color verde para 4KL 1Lt	20297	0.7662	4.2872	0.4830	4.00	8.62	4.00	15.85	5.00	6.00	17.79	7.00	17.79
Tapa para caneca	178	0.7836	2.5195	0.4998	2.00	15.58	2.00	22.97	3.00	5.00	27.00	5.00	27.00
Sello de aluminio para 20Lt	1138	5.0044	96.2336	1.6714	99.00	7.01	99.00	7.46	100.00	115.00	7.99	119.00	7.99
Folleto en su camiseta, para los productos BL e IL	7720	0.2351	5.9169	0.1193	6.00	27.51	6.00	0.50	6.00	6.00	28.70	6.00	28.70
Folleto para el producto 1ML 20Lt	54	0.2394	72.8205	0.1189	72.00	24.62	72.00	27.72	73.00	73.00	26.45	73.00	26.45
Porta panfleto adhesivo para folletos 1ML	683	3.0044	1086.4838	1.7995	1086.00	72.00	1086.00	14.52	1090.00	1094.00	15.19	1099.00	15.19
					73.00	1.29	73.00	1.29	73.00	73.00	14.92	73.00	14.92
					73.00	1.00	73.00	1.00	73.00	73.00	8.78	73.00	8.78
					104.00	3.00	104.00	3.00	104.00	104.00	14.79	104.00	14.79
					16.48	8.83	16.48	8.83	16.48	16.48	8.91	16.48	8.91
					4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	15.06	4.00	15.06
					105.00	6.00	105.00	6.00	105.00	105.00	15.06	105.00	15.06
					27.74	1.47	27.74	1.47	27.74	27.74	8.91	27.74	8.91
					4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	15.06	4.00	15.06
					109.00	4.00	109.00	4.00	109.00	109.00	14.92	109.00	14.92
					7.73	9.99	7.73	9.99	7.73	7.73	14.92	7.73	14.92
					107.00	4.00	107.00	4.00	107.00	107.00	8.91	107.00	8.91
					24.98	16.31	24.98	16.31	24.98	24.98	8.91	24.98	8.91
					6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	15.06	6.00	15.06
					114.00	5.00	114.00	5.00	114.00	114.00	15.06	114.00	15.06
					3.49	24.80	3.49	24.80	3.49	3.49	15.06	3.49	15.06
					5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	15.06	5.00	15.06
					18.49	9.30	18.49	9.30	18.49	18.49	9.04	18.49	9.04
					7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	9.04	7.00	9.04
					28.00	18.49	28.00	18.49	28.00	28.00	9.04	28.00	9.04
					5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	9.04	5.00	9.04
					115.00	6.00	115.00	6.00	115.00	115.00	9.04	115.00	9.04
					28.00	18.49	28.00	18.49	28.00	28.00	9.04	28.00	9.04
					7.99	7.99	7.99	7.99	7.99	7.99	9.04	7.99	9.04
					119.00	5.00	119.00	5.00	119.00	119.00	9.04	119.00	9.04
					27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	9.04	27.00	9.04

La elaboración de la tabla XXXIV se basa en la información que proporciona el control de inventarios, agrupando en ingresos y pedidos. Por ejemplo, el primer pedido se hace cuando la línea del nivel teórico de consumo intercepta con el nivel reorden.

Tabla XXXIV. Cuadro de control de manejo de materiales

El mes 1 empieza en abril

Insumo	Pedido	Ingreso								
Etiquetas BL 100CC	09-abr-04	13-abr-04	16-abr-04	20-abr-04	23-abr-04	27-abr-04	01-may-04	04-may-04	07-may-04	11-may-04
Etiquetas IL 500CC	09-abr-04	12-abr-04	16-abr-04	19-abr-04	23-abr-04	26-abr-04	01-may-04	03-may-04	07-may-04	10-may-04
Etiqueta 4KL 1Lt	22-jul-04	25-jul-04	29-jul-04	02-ago-04	06-ago-04	09-ago-04	13-ago-04	16-ago-04	20-ago-04	23-ago-04
Etiqueta 1ML 20Lt	21-jun-04	25-jun-04	28-jun-04	02-jul-04	05-jul-04	09-jul-04	13-jul-04	16-jul-04	20-jul-04	23-jul-04
Caja neutral polietileno 40X100CC	01-Mar-06	16-Mar-06	13-Abr-06	01-May-06	28-May-06	16-Jun-06	13-Jul-06	01-Ago-06	28-Ago-06	16-Sep-06
Caja neutral polietileno 40X500CC	14-Jul-05	29-Jul-05	26-Ago-05	14-Sep-05	11-Oct-05	29-Oct-05	26-Nov-05	14-Dic-05	11-Ene-06	29-Ene-06
Caja neutral polietileno 20X1Lt	26-Nov-05	11-Dic-05	08-Ene-06	26-Ene-06	24-Feb-06	12-Mar-06	09-Abr-06	27-Abr-06	24-May-06	12-Jun-06
Envase plástico liso de 100CC	21-Abr-04	29-Abr-04	14-May-04	22-May-04	07-Jun-04	15-Jun-04	01-Jul-04	08-Jul-04	23-Jul-04	01-Ago-04
Envase plástico impreso BL de 100CC	19-Abr-04	27-Abr-04	12-May-04	20-May-04	05-Jun-04	13-Jun-04	28-Jun-04	06-Jul-04	21-Jul-04	29-Jul-04
Envase plástico liso de 500CC	23-Abr-04	01-May-04	15-May-04	24-May-04	08-Jun-04	17-Jun-04	01-Jul-04	10-Jul-04	24-Jul-04	03-Ago-04
Envase plástico impreso IL de 500CC	15-Abr-04	24-Abr-04	08-May-04	17-May-04	01-Jun-04	10-Jun-04	24-Jun-04	03-Jul-04	17-Jul-04	26-jul-04

Continúa tabla XXXIV

Insumo	Pedido	Ingreso								
Envase plástico liso verde de 1Lt	08-May-04	16-May-04	01-Jun-04	09-Jun-04	23-Jun-04	02-Jul-04	16-Jul-04	25-Jul-04	09-Ago-04	17-Ago-04
Envase plástico liso de 20Lt	21-Jun-04	22-Jun-04	24-Jun-04	26-Jun-04	28-Jun-04	29-Jun-04	01-Jul-04	02-Jul-04	04-Jul-04	06-Jul-04
Tapas con sello incorporado color blanco	04-Sep-05	11-Sep-05	25-Sep-05	04-Oct-05	18-Oct-05	27-Oct-05	11-Nov-05	20-Nov-05	04-Dic-05	13-Dic-05
Tapas color verde para 4kl 1Lt	08-Ago-04	15-Ago-04	01-Sep-04	08-Sep-04	23-Sep-04	01-Oct-04	16-Oct-04	24-Oct-04	09-Nov-04	17-Nov-04
Tapa para caneca	15-Jun-04	22-Jun-04	07-Jul-04	16-Jul-04	01-Ago-04	09-Ago-04	24-Ago-04	03-Sep-04	18-Sep-04	27-Sep-04
Sello de aluminio para 20Lt	07-Abr-12	07-Jul-12	27-Ago-12	07-Dic-12	27-Ene-13	07-May-13	27-Mar-13	07-Oct-13	28-Nov-13	07-Mar-14
Folleto en su respectiva camiseta, para los productos BL y EL	27-Sep-04	01-Oct-04	04-Oct-04	07-Oct-04	11-Oct-04	14-Oct-04	18-Oct-04	21-Oct-04	25-Oct-04	28-Oct-04
Folleto para el producto 1ML 20Lt	24-Abr-10	27-Abr-10	01-May-10	04-May-10	08-May-10	12-May-10	15-May-10	19-May-10	22-May-10	26-May-10

En la figuras 15, 16 y 17 se muestra el gráfico del plan de pedidos para los diferentes insumos del producto 4KL 1Lt.

Figura 15. Gráfico del plan de pedidos de etiquetas para el producto 4KL

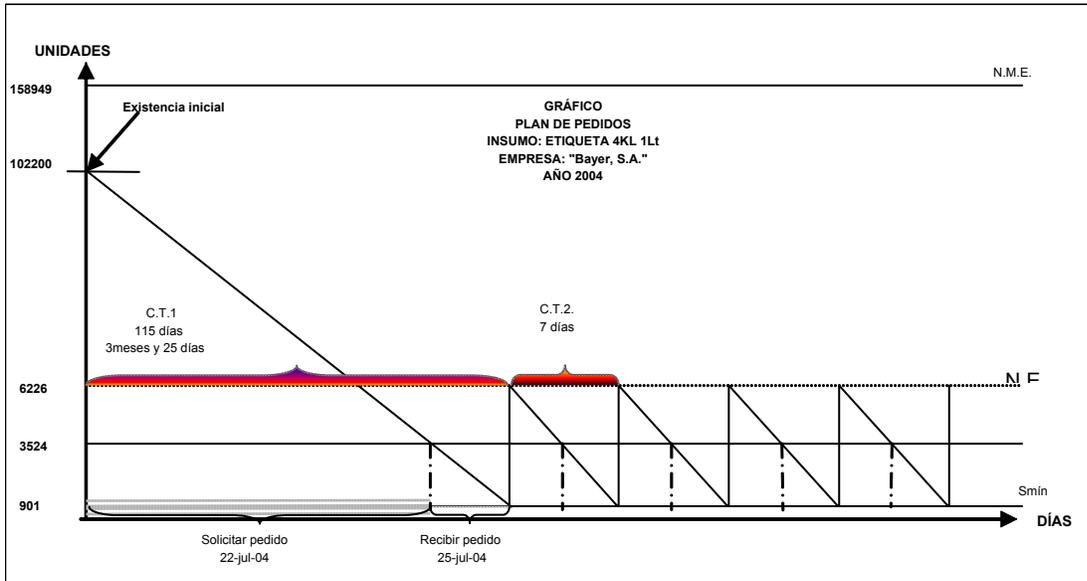


Figura 16. Gráfico del plan de pedidos de envases plásticos lisos color verde de 1Lt para el producto 4KI

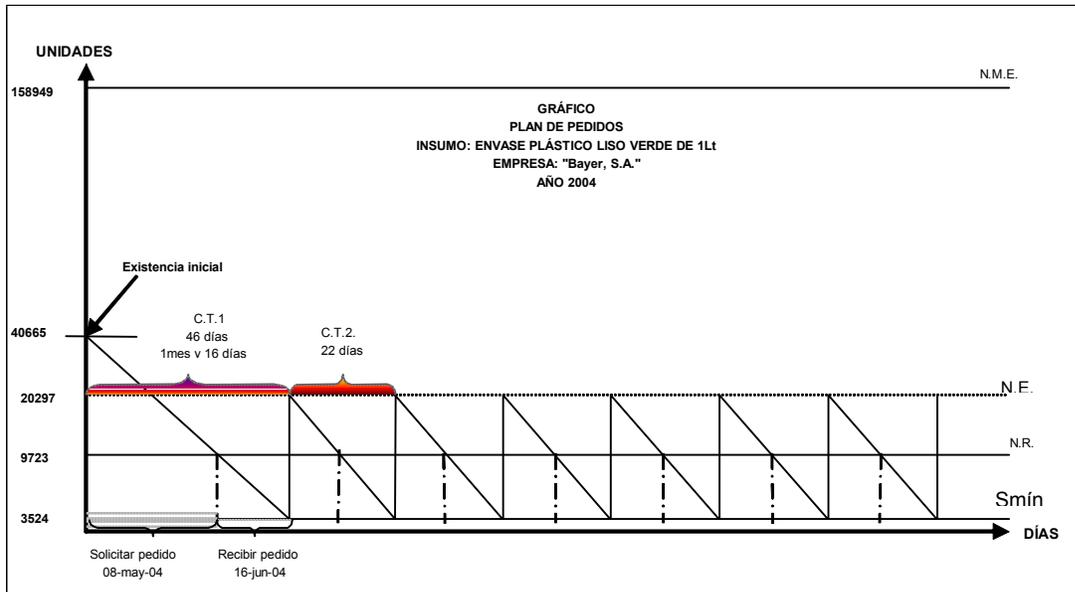
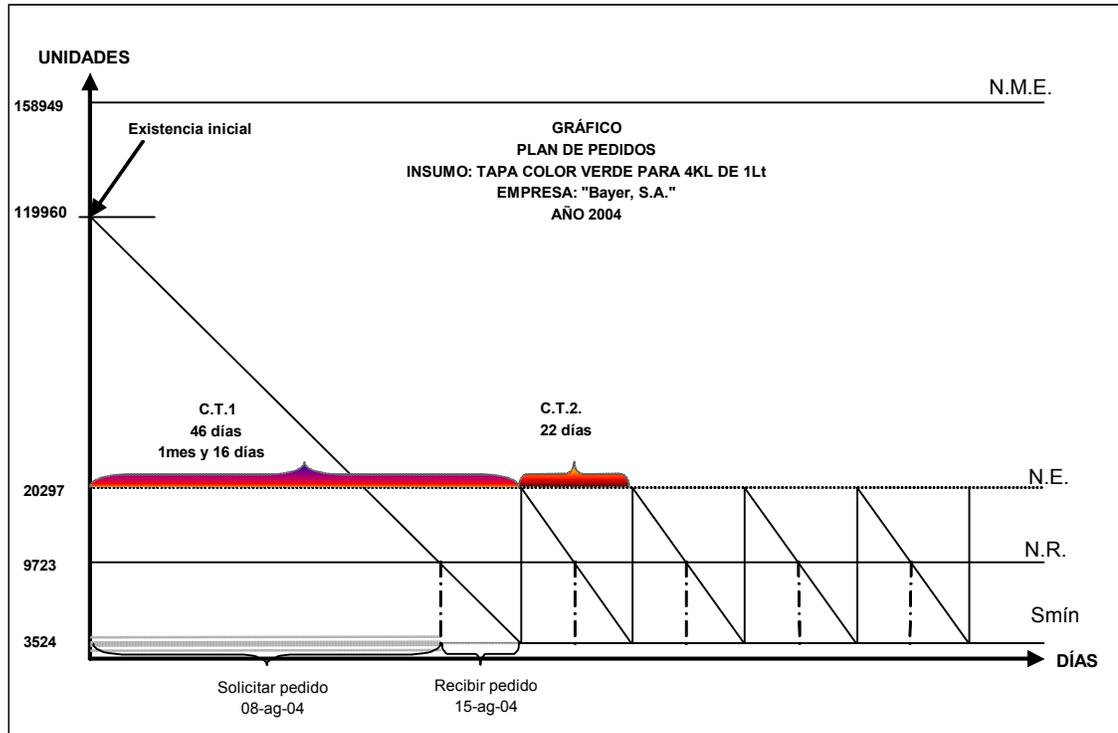


Figura 17. Gráfico del plan de pedidos de tapas de color verde para el producto 4KL



Es importante que la bodega de material de empaque utilice el sistema de inventarios propuesto, el cual es un conjunto de controles que supervisa y determina los niveles de inventario que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecerlo y de qué tamaño deben ser los pedidos. Dentro de la medida de lo posible, es importante minimizar el tamaño de los inventarios y optimizar su gestión, con vistas especialmente a reducir costos.

5. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PRODUCE LA BODEGA DE EMPAQUE

Los residuos industriales generados por la bodega de empaque son desechos sólidos inertes e inofensivos al ser humano. Bayer no cuenta con programas de reciclaje directos o indirectos. La responsabilidad del tratamiento de sus desechos industriales la delega a la empresa municipal de recolección de basura del municipio de Amatlán.

5.1. Material de desecho generado

Los materiales de desecho que se producen en la empresa Bayer, S.A., durante las actividades de preparación de empaque de productos líquidos y sólidos, dentro de la bodega de empaque son residuos sólidos. Éstos pueden ser:

- Tira de papel de deja el rollo de adhesivos de lotificación al ser pegado en el envase (para productos líquidos) o en la bolsa laminada (para productos sólidos).
- Bolsa plástica de granel donde viene el envase en todas sus presentaciones: 100CC, 125CC, 200CC, 250CC, 500CC, 1Lt, 1GL, 5Lt y 9Ltl
- Bolsas plásticas de granel donde vienen las medidas rojas.
- Bolsas plásticas individuales donde vienen metidos los envases de 20Lt (canecas) de metal.
- Papel de cartón en donde vienen empacadas las etiquetas.
- Lazo que sirve para amarrar un bloque de 25 cajas.

- Rollo de plástico (carretes) en donde viene enrollado la tira de adhesivos de lotificación.
- Papel que dejan los sobres adhesivos al ser pegados en las canecas de plástico o de metal.
- Papel que dejan las etiquetas adhesivas al ser pegadas en algunas presentaciones de bolsas laminadas, para productos sólidos.
- Envases de vidrio, plástico, aluminio y latón que se han rechazado por estar defectuosos o por cambio de diseño, en ningún momento han sido utilizados para almacenar algún producto agroquímico.

Como se puede observar, el problema lo componen desechos que pertenecen a los siguientes grupos:

- Papel cartón
- Papel plastificado
- Plástico
- Vidrio
- Aluminio y latón

5.2 Tratamiento de material de desecho

Dado que los residuos sólidos que produce bodega de material de empaque no tienen características peligrosas para el medio ambiente, se seguirán depositando en toneles (basurero municipal) ubicados enfrente de la misma; se hará lo mismo con el polvo que sale del barrido y limpieza de las áreas de bodega. Los desechos que tienen el emblema Bayer seguirán siendo incinerados.

Los materiales que son de desecho por ser obsoletos se venderán a empresas recicladoras.

5.2.1 Programas de reciclaje

Un programa de reciclaje puede ser directo o indirecto. Un programa de reciclaje directo constituiría en reutilizar los materiales de desecho de bodega en otros procesos dentro de la misma planta.

Un programa de reciclaje indirecto buscaría transformar el producto de desecho en un nuevo producto, esto lo lograríamos vendiendo nuestros residuos como materia prima a otras empresas, generalmente, éstas serán plantas recicladoras de papel, plástico, aluminio y latón.

La primera parte de este programa sería seleccionar en grupos los materiales obsoletos, de la siguiente manera:

- Plástico: en su mayoría los plásticos que se encuentran en la zona de almacenamiento de materiales obsoletos en bodega pueden reciclarse,

ya que son de poliuretano. En el caso de los carretes plásticos, (residuo sólido que deja el rollo de etiqueta meto al ser utilizado) hay empresas que los compran para reutilizarlos, posiblemente la empresa que provee a Bayer estos rollos de etiqueta de fecha de vencimiento puede comprar los carretes o gestionar un sistema de descuento en futuras compras si Bayer se los reintegra.

- Papel: se puede reciclar casi cualquier tipo de papel o cartón, en el caso de Bayer, el papel plastificado o parafinado generalmente no es reciclable.
- Aluminio: los envases obsoletos de aluminio son reciclables, por lo que Bayer los puede vender a una empresa recicladora.
- Vidrio: los envases de vidrio que son obsoletos para Bayer, pueden reciclarse y para su venta deben clasificarse en oscuro y claro.
- Latón: los envases de latón que son obsoletos para Bayer, pueden reciclarse aunque no muchas empresas los compran.

Luego de ser clasificados, los materiales pueden ser dispuestos en contenedores de basura separados respetando su clasificación.

Por aparte se deben firmar convenios de confidencialidad con la o las empresas recicladoras, el material que se les entrega estará cortado, aplastado o dañado de tal forma que no pueda ser reutilizado con otros medios que no sea el reciclaje.

5.3. Planes de mitigación de impactos

Dentro de los planes que buscan optimizar la mitigación de impactos se tienen los siguientes

Administración de inventarios y operarios: con los métodos mejorados para comprar, recibir, almacenar y manejar el material de empaque se permitirá minimizar la cantidad de material dañado, sobrante o que no se necesita.

Programación de la preparación de empaque: con la aplicación de los tiempos estándar en la planificación de material de empaque se reducirá el número de cambios en la preparación a fin de minimizar el desecho que se genera debido a las transiciones y a la rotación.

Planificación estratégica entre bodega de empaque, diseño y ventas: evitar que los insumos sean desechados por ser obsoletos, es decir que la presentación del producto cambió antes que se terminaran los empaques existentes en bodega.

Programas de reciclaje de insumos de bodega de material de empaque (separación de desechos según el tipo de los mismos para permitir la recuperación).

El último punto posiblemente es el de mayor interés, ya que aunque se optimicen los tres anteriores, siempre habrá desechos que pueden ser reutilizados directamente o indirectamente.

5.4. Costos y beneficios de implementación

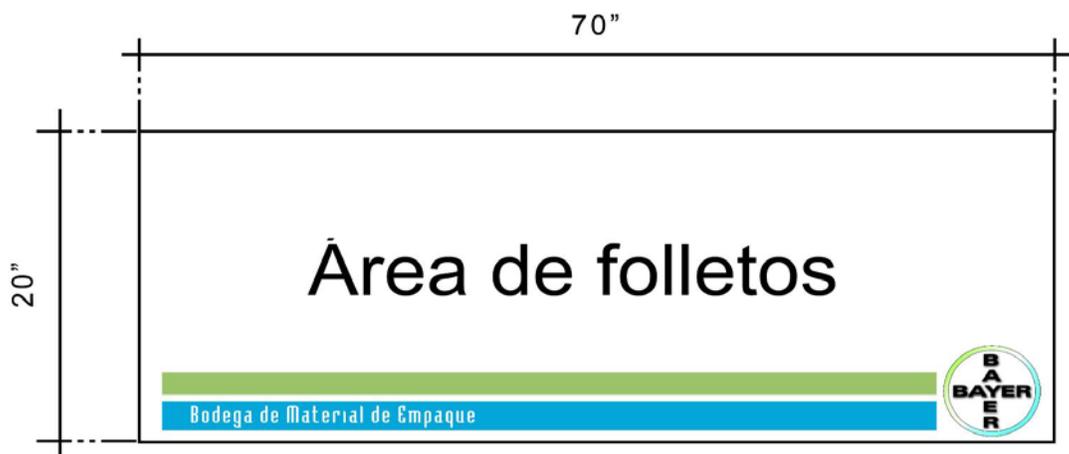
El implementar un sistema de reciclaje, así como señalar el área de bodega, genera costos que se verán rápidamente retribuidos con los beneficios que los mismos aportarán a la empresa.

- **Rotulación**

La señalización de bodega de material de empaque se hará por medio de rótulos de acrílico blanco lechoso con textos en vinil autoadhesivo, el beneficio será la reducción del tiempo invertido en la búsqueda de insumos así como un adecuado manejo y control de los mismos.

El costo de la elaboración de un rótulo de 70"x20" (ver figura 18) es de US\$121, al cual hay que agregarle los costos de instalación que se presupuestan alrededor de los US\$25 en materiales diversos, tales como el cable y uno que otro contrapeso, dependiendo de la altura a la que se encuentre el techo el costo en materiales diversos puede disminuir.

Figura 18. Rótulo para la señalización de bodega de material de empaque



- **Reciclaje**

Plásticos y papel constituyen la mayor parte de los desechos sólidos de la bodega de empaque. El aluminio, latón y vidrio se encuentran en concentraciones menores, aunque no despreciables.

Los beneficios de un plan de reciclaje se concentran en la imagen de la empresa, la cual, al tener una imagen positiva al medio ambiente, se ve beneficiada con la aprobación y aceptación de una mayor cantidad de clientes. Por aparte, se amplía la posibilidad de la obtención de la certificación ISO 14000.

En el mercado de las recicladoras de Guatemala, los precios por libra de material de reciclaje se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla XXXV. Lista de precios por libra de materiales para reciclaje

Producto	Precio por libra Q	Comprador
Papel	0.40	Varios
Aluminio	2.70	Varios
Latón	2.00	Varios
Vidrio	0.09	Vical
Plástico	0.40	Inyectores de Guatemala RC

En todos los casos, los compradores ofrecen estos precios recogiendo el producto en la planta Bayer Amatitlán, en la tabla cuando se indica Varios es porque no hay un comprador mayorista que dé un mejor precio y puede ser vendido a pequeños centros de acopio cercanos a la planta.

Los costos de implementación están compuestos por el costo de recipientes de 55 galones, en los cuales se depositarían los desechos clasificados.

El otro costo lo constituye un depósito central de mayores dimensiones, el objetivo de fabricar este depósito es almacenar una buena cantidad de elementos a reciclar para hacer más apetecible la oferta de material a las empresas dedicadas al reciclaje, obteniendo mejores precios por el volumen vendido.

Debido a los variantes y altos costos del metal en estos días, así como a los acuerdos a los que se llegue con las empresas dedicadas al reciclaje sobre las cantidades mínimas a trabajar, además de la forma en la cual se realizan los negocios de herrería en el país, se recomienda cotizar el contenedor o los contenedores en el momento en que se piensen construir.

Lo anterior se expresa en base a cotizaciones hechas como sondeos en diversos talleres, los cuales para un depósito de 4 metros cúbicos con un separador en medio y puertas de descarga frontal dan precios que van desde los Q2000.00 hasta los Q8000.00.

CONCLUSIONES

1. Es posible reubicar los materiales de empaque en bodega, clasificando la localización de éstos por zonas de tal forma que todos los afines se agrupen en la misma zona, por ejemplo, en una zona sólo se ubicarán envases de 1Lt de vidrio, polietileno blanco, polietileno verde, coex e impresos.
2. Actualmente la bodega no cuenta con un plan de preparación de material de empaque, por lo que el bodeguero se ve en la necesidad de utilizar el plan que hace producción, tomando en cuenta la cantidad programada, las fechas de inicio y de finalización, las cuales no están ordenadas de modo que no se puede llevar un control eficiente del material de empaque que los operarios tienen que empezar a preparar. En consecuencia se puede equivocar en algún empaque que tenga mayor prioridad y que no lo tome en cuenta en su momento.
3. La implementación de la planificación de preparación de material de empaque por medio de *Microsoft Project*, basada en patrones de tiempos estándar, estructurará las tareas a realizarse en bodega, definiendo la duración así como el orden de ejecución de las mismas. Este cronograma de entregas y pedidos será muy útil para medir la “eficacia de la bodega de empaque”, ya que se podrá visualizar el grado en que se lograron los objetivos, se podrá identificar si hubo cambios en fecha de producción causados por deficiencias en bodega de empaque o bien en las áreas de producción.

4. La tabla actual de “medición del trabajo por estimación de datos históricos” del pizarrón de bodega de empaque, arrojaba variaciones entre las eficiencias de procesos de productos cuya preparación además de ser igual tenían la misma presentación. Esto se debió a que dicha tabla no identificaba el tiempo en horas que el operario empleaba para preparar dichos empaques. A partir de aquí se hizo clara la necesidad de modificar el pizarrón al mismo tiempo de diseñar una hoja de control de las actividades diarias de los operarios, la cual se encarga de medir la eficiencia del desempeño general de bodega.
5. Actualmente, el nuevo formato de la pizarra de bodega de material de empaque mide el porcentaje de pedidos abastecidos en tiempo y cantidad, especificando cuál es la cantidad solicitada o programada por producción de material de empaque y cuál es la fecha límite de entrega de material de empaque a producción.
6. El grado de eficiencia con que se prepara cada material de empaque en bodega puede ir mejorando continuamente, si se implementa el tiempo estándar como patrón.
7. La cantidad de empleados que trabajan en las diferentes estaciones de trabajo pueden cumplir adecuadamente con la demanda que tiene la empresa, del producto MS de 750gr, si se sigue trabajando con la misma producción basada en el tiempo estándar el aumento del número de empleados, produciría tiempo de ocio, reduciendo la productividad. Tampoco es necesario aumentar el número de estaciones de trabajo.

8. La producción actual de MS de 750gr con el empleo del tiempo estándar puede cumplir con la demanda. Por lo tanto, es necesario informar a los operarios sobre los patrones de tiempos para los diferentes empaques.
9. Los residuos de material de empaque en bodega no son potencialmente peligrosos, ya que no han sido recipientes de plaguicidas, por lo que no amenazan a la salud pública. Estos desechos sólidos son transferidos al servicio de recolección de desechos de la Empresa Guatemalteca del Medio Ambiente S.A., que se encarga del tratamiento de los mismos. Sólo los desechos que tienen el emblema Bayer son incinerados.
10. El plan de pedidos para el insumo del producto 4KL de 1Lt “envase plástico liso verde” es el siguiente: para el nivel máximo de existencia de envases es de 158949 unidades; la existencia inicial es de 40,665 envases; la nueva existencia es de 18547 envases; el nivel de reorden es de 9723 envases; el nivel mínimo de existencias es de 3524 envases; el nivel teórico de consumo es de 1 mes y 16 día (46 días) y el nivel teórico de consumo 2 es de 22 días.

RECOMENDACIONES

Al jefe de bodega:

1. Utilizar diagramas de Gantt generados por *Microsoft Project* para la planificación de la preparación de material de empaque, empleando los tiempos estándar.
2. Evaluar diariamente (o mensualmente) las hojas de control del desempeño de las actividades de los operarios de bodega de material de empaque, en función de los tiempos estándares, para medir la eficiencia con que se está preparando cada material de empaque.
3. Evaluar mensualmente por medio de las hojas de control “medición de resultados del desempeño general de la bodega de material de empaque” que son llenadas con los datos del pizarrón, el porcentaje de pedidos internos abastecidos en tiempo y forma, midiendo con esto la eficacia del sistema.

Al jefe de control de calidad de empaque:

4. Vender a una empresa recicladora todo el empaque obsoleto que se encuentra ubicado en las zonas D1 – D14 con el fin de liberar espacio.

5. Buscar soluciones para erradicar la obsolescencia en bodega de material de empaque, por medio de la administración de inventarios y operarios, utilizando el plan de pedidos para comprar, recibir y manejar el material de empaque, permitiendo con esto minimizar la cantidad de material dañado, sobrante o que no se necesita.

REFERENCIAS

- 1
Documentos del Sistema. “Visión de Planta Bayer Amatitlán”, **AV03-MIGP Versión 1**

- 2
Documentos del Sistema. “Misión de Planta Bayer Amatitlán”, **AV02-MIGP Versión 1**

- 3
Richard Muther. **Distribución en Planta**. P. 13

- 4
Andrés Manuel Guerrero
<http://WWW.gestiopolis.com/canales/emprededora/articulos/22/landscape.htm> (10 de agosto de 2004)

- 5
<http://WWW.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/distributarodri.htm> (10 de agosto de 2004)

- 6
Benjamín Niebel. **Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos**. 3ª. ed. México: Editorial Alfa-omega, 1995, pág. 26-39.

- 7
Roberto García Criollo. **Estudio del trabajo, medición del trabajo**. México: Editorial McGraw-Hill, 1998 pág. 3-9.

- 8
Benjamín Niebel. **Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos**. 3ª. ed. México: Editorial Alfa-omega, 1995 pág. 373-398.

9

Roberto García Criollo. **Estudio del trabajo. Medición del trabajo.** México: Editorial McGraw-Hill, 1998. pág. 29.

10

Ver Anexos figura 19. Ábaco de Lifson

11

Roberto García Criollo. **Estudio del trabajo. Medición del trabajo.** México: Editorial McGraw-Hill, 1998. pág. 195-202.

12

Peter C. **Gestión de existencias**, México: Editorial McGraw-Hill, 1991.

13

Sergio Torres Méndez. **Control de producción.** Guatemala: Editorial Oscar de León Palacios, 2001. Capítulo 3, pág. 1-11.

14

WWW.lcgrp.com/

Logistics Consulting Group, Inc. All Rights Reserved.

WWW.techintnewyork.com/

Techint Global Supply Management.

WWW.imm.com.mx/

“Grupo empresarial DRH”, Ingeniería M.M.S.A. de C.V.

WWW.yupi.com (principio de manejo de materiales).

15

Ver apéndice tabla XXXVIII, tabla XXXIX, tabla XL, tabla XLI, tabla XLII y tabla XLIII.

16

Microsoft. **Manual de ayuda Microsoft Project 2000.** Microsoft Corp. Estados Unidos, 2000.

BIBLIOGRAFÍA

1. BLANCHARD, Ken y otros. **Empowerment. Tres claves para que el proceso de facultar a los empleados funcione en su empresa.** Editorial Norma S.A. 1998.
2. CRIOLLO GARCÍA, Roberto. **Estudio del trabajo, ingeniería de métodos.** México: Editorial McGraw-Hill, 1998.
3. HELLRIEGEL, Don y John W. Slocum. **Administración.** 7^a . ed. México: Editorial Thomson, S.A. 1998.
4. HERZBERG, Frederick. **Una vez más: ¿Cómo motivar a sus empleados?.** Colombia: Editorial Norma S.A. 1992.
5. ISHIKAWA, Kaoru. **¿Qué es el control total de calidad?.** 6^a . ed. Colombia: Editorial Norma S.A. 1992.
6. PHILIP, Thompson. **Círculos de Calidad. Cómo hacer que funcionen.** 2^a . ed. Colombia: Editorial Norma S.A. 1997.
7. TAHA, Hamdy. **Investigación de operaciones. Una Itrroducción.** 2^a . ed. Nueva York: Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A. 1981.
8. WALTON, Mary. **Cómo Administrar con el Método Deming.** Bogotá: Editorial Norma S.A. 1995.

APÉNDICES

Apéndice 1

Tabla XXXVI. Proceso de preparación de empaques para productos líquidos

DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
Para productos líquidos que se preparan automáticamente, en cualquier presentación	1. Poner sello a cada una de las 25 cajas de un amarrado y entarimarlas.
Para productos líquidos con poca demanda y preparación automática, en cualquier presentación	1. Pegar a cada caja una etiqueta no adhesiva
Para productos líquidos con poca demanda y preparación manual (20X100ml, 20X125ml, 20X1Lt) “AL”	1. Pegar a cada caja una etiqueta no adhesiva 2. Armar caja 3. Pegar etiqueta no adhesiva a 20 frascos meterlos en su caja y cerrar ésta
Para productos líquidos con poca demanda y preparación manual (20X1Lt, coex 20X1Lt)	1. Pegar a cada caja un adhesivo 2. Armar caja 3. Pegar etiqueta no adhesiva a 20 frascos meterlos en su caja y cerrar ésta
Para productos líquidos con poca demanda y preparación manual (envase de metal 20X1Lt)	1. Pegar etiqueta no adhesiva a 20 frascos meterlos en su caja y cerrar ésta 2. Pegar etiqueta no adhesiva a caja armada
Para productos líquidos que se preparan manualmente “BL”e “IL” en cualquier presentación (40X100ml y 40X500ml) respectivamente	1. Poner etiqueta meto a 40 etiquetas 2. Poner sello que identifica al producto a cada una de las 25 cajas de un amarrado y entarimarlas. 3. Armar caja 4. Pegar etiquetas no adhesivas a 40 frascos y meterlos en su respectiva caja.

Continúa tabla XXXVI

DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
<p>Para productos líquidos que se preparan manualmente en cualquier presentación, sin incluir los productos “BL” e “IL” (40X125ml, 40X200ml, 40X250ml)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poner sello que identifica al producto a cada una de las 25 cajas de un amarrado y entarimarlas 2. Armar caja 3. Pegar etiqueta no adhesiva a 40 frascos
<p>Para productos líquidos que se preparan manualmente (4X1Galón)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poner sello que identifica al producto a cada una de las 25 cajas de un amarrado y entarimarlas 2. Armar Caja 3. Pegar etiqueta no adhesiva a 4 galones en la parte trasera y delantera del envase, meterlos en su respectiva caja y cerrar ésta.
<p>Para productos líquidos que se preparan manualmente (caneca plástica y caneca de metal)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar folleto dentro del adhesivo (bolsa adhesiva) 2. Pegar etiqueta (no adhesiva) y adhesivo a caneca
<p>Para productos líquidos que se preparan manualmente (caneca plástica sin panfleto y caneca de metal sin panfleto)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pegar etiqueta no adhesiva a caneca

Apéndice 2

Tabla XXXVII. Proceso de preparación de empaques para productos sólidos

DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
Para bolsas laminadas impresa en cualquier presentación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que el paquete de bolsa laminadas sea de 100 unidades (contar 100 bolsas laminadas) 2. Poner adhesivo de fecha de vencimiento (etiqueta meto) a 100bolsas
Para bolsas laminadas no impresa en cualquier presentación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pegar etiqueta adhesiva a bolsa laminada 2. Poner adhesivo de fecha de vencimiento (etiqueta meto) a 100bolsas
Para bolsas de polietileno impresa en cualquier presentación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poner adhesivo de fecha de vencimiento (etiqueta meto)
Para preparar folleto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducir folleto dentro del adhesivo
Para bolsas plásticas no impresas de 11Kg	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar bolsa (meter bolsa plástica en bolsa transparente) 2. Poner adhesivo a bolsa de 11Kg
Para bolsas de papel no impresas de 25Kg	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pegar etiqueta no adhesiva a bolsa de papel de 25Kg 2. Introducir bolsa plástica en bolsa de papel etiquetada
Para preparar bolsas de 20 medidas para el producto "RS"	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agrupa en una bolsa plástica 20 medidas rojas

Apéndice 3

Tabla XXXVIII. Hoja de estudio de tiempos para el producto líquido BL de 100mL

Bayer, S.A.

Medición del trabajo en el área de empaque

La preparación de éste envase se hace sólo manualmente.

1tarima = 12camas de 10 cajas cada una; 1rollo = 1,000stickers;

1bolsa = 450frascos; 1paquete = 1,000etiquetas

1tarima de cajas no preparadas (inventario inicial) = 700cajas.

1tarima de cajas envasadas en Bodega de Material de Empaque = 120cajas

Fecha	13/01/04	ELEMENTOS Poner fecha de vencimiento con etiqueta meto a 40 etiquetas Poner fecha de vencimiento con etiqueta meto a 40 etiquetas Poner sello a un armario de 25 cajas de 40*100ml y enlaminarlas Poner sello a un armario de 25 cajas de 40*100ml y enlaminarlas Poner sello a un armario de 25 cajas de 40*100ml y enlaminarlas Armar caja de 40 * 100ml Armar caja de 40 * 100ml Pegar etiquetas a 40 frascos de 100ml y metellos en su caja Pegar etiquetas a 40 frascos de 100ml y metellos en su caja	Productos /	Producto BL	
Estudio	1		Presentación		40 X 100 ml
Hoja No.	2				
Hojas	7				

Ciclos	1	2	3	4	Elemento extraños				
1	0.9325	A 2.1385	A 0.2093	0.2265	7.2733	7.4290	A. Cambió rollo de stickers de fecha de vencimiento (etiqueta meto), vienen 1,000 stickers por rollo		
2	0.9130	0.8228	1.7408	2.1470	0.1887	0.2360	7.5505	9.2138	G No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.
3	0.9410	1.0388	2.2460	2.2752	0.2133	0.2373	7.4413	7.0672	
4	1.0047	1.0900	2.2428	2.3270	0.2300	0.2322	7.4083	7.5032	B. Abrió paquete con 1,000 etiquetas.
5	0.8312	B 1.5227	2.0818	2.2935	0.2280	0.2180	8.9105	12.5683	C F No se elimina.
6	0.9800	0.963	2.1990	2.0138	0.2330	0.2048	7.3195	7.6685	C. Fue a traer waipe.
7	1.0745	1.0150	2.0557	1.8472	0.2272	0.2062	7.1892	7.4888	No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.
8	1.0093	1.1480	2.1350	2.0530	0.2108	0.2007	7.3678	10.0965	
9	1.1493	1.1140	2.2975	2.0695	0.2105	0.2075	7.9682	7.8318	D. Ir a traer bolsa con 450 frascos y abrirla.
10	0.8402	1.1182	2.1728	2.0878	0.2115	0.2155	10.0233	7.6455	D No se elimina.
11	1.1123	1.0505	2.1902	2.0217	0.2200	0.1928	7.5983	7.9660	E. Ir a traer etiquetas. No se Elimina.
12	1.0108	0.8292	2.1782	2.0867	0.2287	0.2057	7.4928	7.6280	F. Ir a traer bolsa con 450 frascos y abrirla.
13	1.1642	1.0060	2.4021	2.1722	0.2088	0.1882	7.4680	7.0325	No se elimina.
14	0.8732	1.1277	2.2313	2.1513	0.2278	0.2147	9.7320	7.7772	E G. Ir a traer cajas de 40*100ml. No se Elimina.
15	0.9132	1.7017	2.2677	2.0855	0.2252	0.2020	7.5952	7.1067	
16	0.9732	0.8728	2.1202	2.1205	0.2273	0.2047	7.0375	7.1393	
17	0.9415	1.1053	2.1807	2.0183	0.2238	0.2070	9.9395	9.1530	F F
18	0.8947	0.8523	2.0850	2.2358	0.2407	0.2045	7.1373	7.1232	
19	1.1380	0.8988	2.0080	2.2182	0.2127	0.2137	7.2463		
20	0.9050	0.9100	4.0600	2.1400	0.2297	0.2132	7.2568		
Totales (minutos)	36.5642	81.3375		8.6382			232.8537		Nombre del operario: Don Lico y Vimex Saucedo
Promedio (minutos)	0.9882	2.1405		0.2160			7.5114		No. de operario 1
TMO/Elemento (min)	1.0414	2.5477		0.2160			7.9848		Empieza:
TMO/Caja (minutos)	1.0414	0.1019		0.2160			7.9848		09:00 A.M. P.M.
TMO/Cja (para el Proceso)			9.3441						Termina:
Operario	Federico R.	Nery Rodriguez		Nery Rodriguez		Vimex Saucedo			A.M. 01:12 P.M.
Factor de calificación	1.15	1.1		1		1.15			Hombre
Tiempo normal/caja	1.1976	0.1121		0.216		9.1825			Mujer
Concesión	0.09	0.11		0.11		0.09			Cajas/hr. 5
Tiempo estándar/caja	1.3054	0.1244		0.2398		10.0089			
Tiempo estándar/caja (para el proceso)			11.6785						

Apéndice 4

Tabla XXXIX. Hoja de estudio de tiempos para el producto líquido IL de 500mL

Bayer, S.A.

Medición del trabajo en el área de empaque

Productos cuyos envases o son impresos o son preparados por los proveedores, por lo que no se preparan en la bodega de material de empaque

Fecha	22/01/04	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-weight: bold;">ELEMENTOS</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;"> Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas </div> </div>			Productos / Presentación	Productos KL 20 X 1Lt
Estudio	14					
Hoja No.	1					
Hojas						
Ciclos	1				Elemento extraños	
1	A 5.2375	3.3850	4.1867	3.9914	A. Fue a traer una tabla de madera (tarima) para	
2	4.6218	3.4253	7.0460	B	entarimar cajas además de un sello y una almoha-	
3	4.4763	3.5198	4.1872		dilla con tinta.	
4	3.5613	3.3388	4.2528		No se elimina debido a que este elemento lo tiene	
5	4.5192	3.5520	4.0190		que realizar al momento que inicia el primer ciclo.	
6	4.1350	3.6528	4.1372		B. Enlazar 350 cajas.	
7	4.1517	3.4828	4.1528		No se elimina debido a que probablemente este	
8	4.5223	6.1045	4.1103		elemento lo tenga que efectuar otra vez.	
9	3.5135	4.6367	4.2692		C. Fue a traer más cajas de 20 * 1Lt	
10	3.8200	3.8087	4.2293		No se elimina debido a que probablemente este	
11	3.7850	3.5653	4.2710		elemento lo tenga que efectuar otra vez.	
12	3.8383	4.5700	3.9120			
13	3.6350	4.3798	4.1123			
14	B 6.5637	4.4508	3.9011			
15	4.5030	4.5700	3.8562			
16	4.3037	4.5665	B 6.8839			
17	3.6518	3.9898	3.7258			
18	3.6017	4.1730	3.9215			
19	3.5530	3.5528	3.9116			
20	C 7.8108	3.7183	3.8512			
Totales	215.538				Nombre del operario: Gabriel Leiva	
Promedio (minutos)	3.9914				No. de operario: 1	
TMO/25cajas	4.2657				Empieza:	
TMO/tarima (350cjs)	59.7198				09:05 A.M. P.M.	
Factor de calificación	1				Termina:	
Tiempo normal/25cajas	4.2657				A.M. 02:00 P.M.	
Concesión	0.11				Hombre	
Tiempo estándar/25cajas	4.7349				Mujer Amarrados/hr 12	

Apéndice 5

Tabla XL. Hoja de estudio de tiempos para los productos KL de 1Lt

Bayer, S.A.

Medición del trabajo en el área de empaque

Productos cuyos envases o son impresos o son preparados por los proveedores, por lo que no se preparan en la bodega de material de empaque

Fecha 22/01/04
 Estudio 14
 Hoja No. 1
 Hojas _____

ELEMENTOS
 Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas
 Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas
 Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas
 Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas
 Poner sello a un amarrado de 25 cajas de 20*1Lt y entarimadas

Productos / **Productos KL**
 Presentación **20 X 1Lt**

Ciclos	1				Elemento extraños
1	A 5.2375	3.3850	4.1867	3.9914	A. Fue a traer una tabla de madera (tarima) para
2	4.6218	3.4253	7.0460		entarimar cajas además de un sello y una almoha-
3	4.4763	3.5198	4.1872		dilla con tinta.
4	3.5613	3.3388	4.2528		No se elimina debido a que este elemento lo tiene
5	4.5192	3.5520	4.0190		que realizar al momento que inicia el primer ciclo.
6	4.1350	3.6528	4.1372		B. Enlazar 350 cajas.
7	4.1517	3.4828	4.1528		No se elimina debido a que probablemente este
8	4.5223	B 6.1045	4.1103		elemento lo tenga que efectuar otra vez.
9	3.5135	4.6367	4.2692		C. Fue a traer más cajas de 20 * 1Lt
10	3.8200	3.8087	4.2293		No se elimina debido a que probablemente este
11	3.7850	3.5653	4.2710		elemento lo tenga que efectuar otra vez.
12	3.8383	4.5700	3.9120		
13	3.6350	4.3798	4.1123		
14	B 6.5637	4.4508	3.9011		
15	4.5030	4.5700	3.8562		
16	4.3037	4.5665	B 6.8839		
17	3.6518	3.9898	3.7258		
18	3.6017	4.1730	3.9215		
19	3.5530	3.5528	3.9116		
20	C 7.8108	3.7183	3.8512		
Totales	215.538				Nombre del operario: Gabriel Leiva
Promedio (minutos)	3.9914				No. de operario 1
TMO/25cajas	4.2657				Empieza:
TMO/tarima (350cjs)	59.7198				09:05 A.M. P.M.
Factor de calificación	1				Termina:
Tiempo normal/25cajas	4.2657				A.M. 02:00 P.M.
Concesión	0.11				Hombre
Tiempo estándar/25cjas	4.7349				Mujer Amarrados/hr 12

Apéndice 6

Tabla XLI. Hoja de estudio de tiempos para los productos líquidos ML de 1Lt

Bayer, S.A.

Medición del trabajo en el área de empaque

La preparación de éste envase se hace sólo manualmente.

Fecha 10/02/04
 Estudio 28
 Hoja No. 1
 Hojas _____

ELEMENTOS

Pegar a cada caja de 20x1Lt una etiqueta no adhesiva
 Pegar a cada caja de 20x1Lt una etiqueta no adhesiva
 Pegar a cada caja de 20x1Lt una etiqueta no adhesiva
 Pegar a cada caja de 20x1Lt una etiqueta no adhesiva
 Armar caja de 20x1Lt
 Armar caja de 20x1Lt
 Armar caja de 20x1Lt
 Pegar etiqueta a 20 frascos.
 Pegar etiqueta a 20 frascos.

Productos / **Productos ML**
 Presentación **20 X 1Lt**

Ciclos	1			2			3			Elemento extraños
	A	B	C	D	E	F	G	H		
1	1.8048	0.4193	0.3495	0.3092	0.3200	0.3197	0.287	5.8853	A. Llevar materiales de trabajo a la Estación y	
2	0.4350	0.7927	0.3680	0.4062	0.3117	0.3070	0.2702	6.2093	preparar área de trabajo.	
3	0.4295	0.3992	0.3623	0.3552	0.2605	0.3163	0.2900	7.5565	No se elimina debido a que este elemento lo tiene que realizar al momento que inicia el primer ciclo.	
4	0.4265	0.4007	0.3532	0.3415	0.2912	0.2935	0.2697	6.9015		
5	0.4352	0.5673	0.3742	0.3700	0.3088	0.2802	0.2713	6.0205	B. Fue a llenar con goma el bote de trabajo.	
6	0.4348	0.8948	0.3688	0.3675	0.2728	0.2872	0.2983	5.8185	No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.	
7	0.4380	0.4112	0.3835	0.3927	0.2968	0.3067	0.2915	5.8767		
8	0.4387	0.3773	0.3820	0.3457	0.2823	0.3155	0.2713	5.8850	C. Ordenar en tarima las 25 cajas.	
9	0.4385	0.3697	0.3688	0.3388	0.2928	0.2785	0.2817	6.0380	No se elimina debido a que este elemento lo tiene que efectuar otra vez.	
10	0.4358	0.3528	0.3823	0.3017	0.3037	0.2807	0.2938	5.8318		
11	0.4480	0.4163	0.3730	0.3183	0.3082	0.2835	0.2880	6.0372	D. Llevar un amarrado de 25 cajas a la mesa	
12	0.4357	0.3613	0.5718	0.3202	0.2867	0.2830	0.3082	6.1857	(Estación de Trabajo) No se elimina	
13	0.4362	0.3488	1.1468	0.3398	0.3035	0.3165	0.3067	5.9867	E. Ordenar en tarimas las 25 cajas. No se elimina	
14	0.3565	0.3878	0.3056	0.3672	0.2923	0.2705	0.2872	6.3520		
15	0.4397	0.3487	0.3022	0.358	0.2720	0.2902	0.2947	5.9887	F. Ubicar en bodega la tarima (en una tarima caben 30 cajas de 1Lt) No se elimina	
16	0.4265	0.3313	0.3025	0.3988	0.3067	0.2888	0.2883	6.0528		
17	0.4188	0.3635	0.3227	0.3737	0.2900	0.2867	0.3067	5.8873	G. Fue a mojar el waipe con agua.	
18	0.4277	0.3843	0.3067	0.3562	0.3065	0.2968	0.3168	6.1850		
19	0.4267	0.3793	0.3203	0.3498	0.2985	0.3068	0.2867	6.1635		
20	0.4218	0.4027	0.3112	0.3523	0.3033	0.3150	0.3068	6.1867		
Totales (minutos)	27.9034			17.6463			115.49			
Promedio (minutos)	0.3771			0.2941			6.0785			Nombre del operario: Vimex Saucedo
TMO/Caja	0.4542			0.2941			6.0970			No. de operario 1
TMO/Caja (para el Proceso)	6.8453									Empieza:
Operario	Gabriel Leiva			Vimex Saucedo			Vimex	08:30 A.M. P.M.		
Factor de Calificación	1.0000			0.9000			1.1500	Termina:		
Tiempo normal/Caja	0.4542			0.2647			7.0116	11:40 A.M. P.M.		
Concesión	0.11			0.11			0.09	Hombre		
Tiempo estándar/Cja	0.5042			0.2938			7.6426	Mujer		
Tiempo estándar/cja (para el proceso)	8.4406									Cajas/hr. 7

Apéndice 7

Tabla XLII. Hoja de estudio de tiempos para los productos líquidos TL de 20Lt

Bayer, S.A.

Medición del trabajo en el área de empaque

1bolsa = 8unidades, así se almacenan en inventario inicial

1 tarima = 36 unidades (producto ya preparado)

Fecha 21/01/04
 Estudio 13 y 19
 Hoja No. 1
 Hojas _____

ELEMENTOS
 Colocar folleto dentro del adhesivo (bolsa adhesiva)
 Colocar folleto dentro del adhesivo (bolsa adhesiva)
 Colocar folleto dentro del adhesivo (bolsa adhesiva)
 Pegar etiqueta (no adhesiva) y adhesivo a caneca de 18Lt
 Pegar etiqueta (no adhesiva) y adhesivo a caneca de 18Lt
 Pegar etiqueta (no adhesiva) y adhesivo a caneca de 18Lt
 Pegar etiqueta (no adhesiva) y adhesivo a caneca de 18Lt
 Pegar etiqueta (no adhesiva) y adhesivo a caneca de 18Lt
 Pegar etiqueta (no adhesiva) y adhesivo a caneca de 18Lt

Productos / Presentación
Productos TL
18 Lt y 20 Lt

Ciclos	1			2					Elemento extraños	
	B	C	D	E	F	G	H	I		
1	0.1123	0.0867	0.0938	7.3402	1.0832	1.6360	1.5715	1.5800	A. Sacó más folletos.	
2	0.1118	0.0943	0.0923	1.1848	1.2012	1.0522	1.5017	1.4307	No se elimina debido a que probablemente este	
3	0.1102	0.0938	0.0878	1.1340	1.195	1.0207	1.4142	1.3888	elemento lo tenga que efectuar otra vez.	
4	0.1098	0.1003	0.0998	1.2068	1.3713	1.0120	6.3407	1.5875	B. Preparó Área de Trabajo para caneca, además	
5	0.0938	0.0890	0.0998	1.1183	1.5672	0.9668	1.5567	1.5872	de pegar cartón y echar goma; para etiqueta, fue	
6	0.0962	0.0967	0.1012	1.2527	1.3522	1.0143	1.5743	1.5778	a traer waipe.	
7	0.0975	0.0988	0.0943	1.3188	1.0517	1.2937	1.3905	2.2350	F	
8	0.1075	0.1067	0.0962	1.2027	0.9217	1.1068	1.5758	1.4417	No se elimina debido a que este elemento lo	
9	0.1027	0.0927	0.0920	1.6578	1.1697	2.4820	1.5538	1.4130	tiene que efectuar otra vez.	
10	0.1177	0.1020	0.0845	1.5552	1.0243	1.0350	1.6278	1.3678	C. Tiró la bolsa de la última caneca y abrió una bolsa	
11	0.0965	0.0955	0.0982	1.0997	1.2850	1.0207	1.5593	1.5343	con 8 canecas.	
12	0.1123	0.0865	0.1025	1.2230	1.3127	1.0623	1.5187	1.3735	No se elimina debido a que este elemento lo	
13	0.0993	0.099	0.0978	1.3427	2.5140	1.0835	1.4252	1.3603	tiene que efectuar otra vez.	
14	0.0838	0.0980	0.1058	1.2057	1.0767	1.2563	1.4237	1.0525	D. Tiró la bolsa de la última caneca y fue a traer	
15	0.0975	0.0845	0.0913	1.1800	1.0167	1.4235	1.5233	1.2185	más bolsas con canecas y abrió una de ellas.	
16	0.0848	0.0985	0.0955	1.2738	1.0042	1.5783	1.5777	1.0775	E. Se acabó la última caneca tiró la bolsa.	
17	0.1078	0.1003	0.0915	2.1605	1.0357	1.5056	5.8858	1.2635	F. Abrió una bolsa con 8 canecas.	
18	0.0862	0.0867	0.0990	1.1343	1.0003	1.5543	1.7902	1.2455	G. Fue a traer más bolsas de 8 canecas y abrió una	
19	0.0950	0.1003	0.0862	1.1795	1.0050	1.5465	2.2727	1.5033	de ellas.	
20	0.0845	0.0947	0.1830	1.1940	0.9742	1.5332	1.5998	5.7775	H. Fue a llenar su bote con goma y a traer waipe.	
Totales	5.7216			107.9905					Nombre del operario: Antonio Pérez	
Promedio (minutos)	0.0970			1.2856					Gabriel Leiva	
TMO/Caneca	0.0984			1.6430					No. de operario 1	
Operario	Antonio Pérez			Gabriel Leiva					Empieza:	
Factor de calificación	0.6			1.05					07:40 A.M. P.M.	
Tiempo normal/Unidad	0.0590			1.7252					Termina:	
Concesión	0.11			0.11					11:30 A.M. P.M.	
Tiempo estándar/Ud	0.0655			1.9149					Hombre	
Tiempo estándar/Ud (para el proceso)				1.9805					Mujer	
									Canecas/hr	
									30	

Apéndice 8

Tabla XLIII. Hoja de estudio de tiempos para el producto líquido MS de 750gr

Bayer, S.A.

Medición del trabajo en el área de empaque

Preparar cajas impresas (no armadas) de producto MS. 1tarima = 320 cajas = 16 camas de 20 cajas cada cama

Fecha 29/01/04
 Estudio 19
 Hoja No. 1
 Hojas _____

ELEMENTOS
 Poner sticker de fecha de vencimiento a un paquete de 50 cajas
 Armar dos cajas y unidades
 Armar dos cajas y unidades

Productos / **Producto MS**
 Presentación **750 gr**

Ciclos	1	2				Elemento extraños	
1	2.3830	0.3448	0.3943	0.3093	0.3184	A. Fue a traer una tarima para las cajitas de Positrón.	
2	2.7821	0.3850	0.9795	0.3333	0.2973	No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.	
3	2.1700	0.3992	0.3265	0.3033	0.2763	B. Cambió el rollo de fecha de vencimiento (1,000	
4	5.1280	0.2563	0.3068	0.2850	0.3123	stickers por rollo)	
5	2.4017	0.3127	0.3318	0.8832	0.7948	No se elimina debido a que probablemente este elemento lo tenga que efectuar otra vez.	
6	2.3467	0.3443	0.3118	0.6795	0.2892	C. Desocupar de la mesa de trabajo las cajas de positrón ya preparadas y ubicarlas a la par de la	
7	2.1787	0.3255	0.2585	0.2998	0.3183	mesa. No se elimina debido a que probablemente	
8	2.3775	0.8832	0.3212	0.3458	0.2990	este elemento lo tenga que efectuar otra vez.	
9	2.3402	0.2788	0.2483	0.3452	0.2690	D. Fue a traer más cajas de positrón. No se elimina.	
10	2.0348	0.3542	0.3073	0.3337	0.2820	E. Ir a traer tarima y entarimar 320 cajas. No se	
11	2.2353	0.3707	0.2935	0.3095	0.2668	elimina debido a que probablemente este	
12	2.4763	0.2917	0.3280	0.3588	0.3135	elemento lo tenga que efectuar otra vez.	
13	2.3852	0.3627	0.3283	0.2683	0.2768		
14	2.4167	0.8702	0.3282	0.3033	0.2672		
15	2.3360	0.3243	0.3923	0.3503	0.2825		
16	2.3517	0.3140	0.8642	0.6832	0.2717		
17	2.3183	0.3267	0.3200	0.2645	0.2627		
18	2.3018	0.2892	0.2505	0.2628	0.2567		
19	2.3817	0.2643	0.2978	0.2603	0.2653		
20	2.3408	0.3232	0.3230	0.2777	18.6331		
Totales	41.7764	21.8716				Nombre del operario: Vimex Saucedo	
Promedio (minutos)	2.3209	0.3081				Fredy Pérez	
TMO/elemento	2.5334	0.4986				No. de operario 1	
TMO/tarima (320cjs)	16.2138	79.7760				Empieza:	
TMO/Tarima (320cjs) (para el Producto)	95.9898				09:06 A.M.	P.M.	
Operario	Vimex	Fredy Pérez				Termina:	
Factor de calificación	1.1	1.15				10:58 A.M.	P.M.
Tiempo normal/Tarima	17.8352	91.7424				Hombre	cajas/hr 157
Concesión	0.11	0.11				Mujer	
Tiempo estándar/tarima	19.7970	101.834064					
Tiempo estándar/tarima (para el proceso)	121.6311						

Apéndice 9

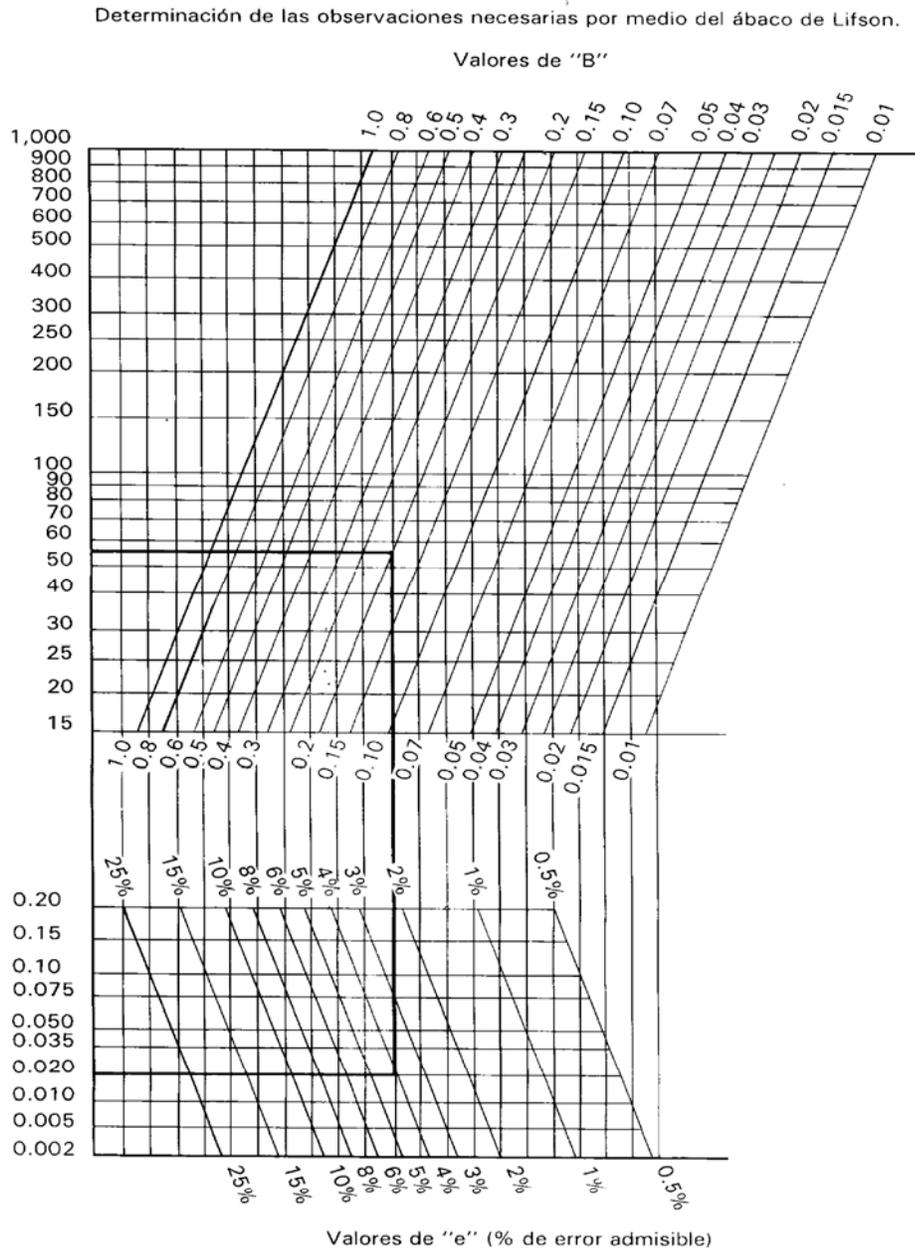
Figura 19. Hoja electrónica para el manejo de material de empaque

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1																			
2			La existencia, el ciclo y lo planificado serán los datos que se ingresarán para encontrar la política óptima de inventarios																
3																			
5	Insumo	Unidad	Existencia unidad	Ciclo	Planificado unidad	N.T.C. meses	Pr meses	N.R. unidad	Psm meses	Smín Unidades	Cte K	Qop Unidad	N.M.E Política meses Unidad						
6	Etiquetas Meto (adhesivo fecha de vencimiento)	Rollo 1000 uds	No lo tienen en inventario	7	229900	No lo tienen en inventario													
7	Etiquetas BL 100CC	Unidades	9500	6	130240	0.4377	0.133	2887	0.034	739	0	4366	6						
8	Etiquetas IL 500CC	Unidades	6000	7	99660	0.4214	0.133	1894	0.034	485	0	2864	6						
9	Etiqueta 4KL 1Lt	Unidades	102200	7	185440	3.8579	0.133	3524	0.034	901	0	5326	6						
10	Etiqueta 1ML 20Lt	Unidades	645	7	1592	2.8361	0.133	31	0.034	8	0	47	6						
11	Caja neutral polietileno 40X100CC	1caja=40 envases de 100CC	12777	6	3256	23.5448	0.750	407	0.25	136	0	679	6						
12	Caja neutral	1caja=40																	
13																			

ANEXOS

Anexo 1

Figura 21. Ábaco de Lifson



Fuente: Roberto García Criollo. Estudio del trabajo. Medición del trabajo. Pág. 31.

Anexo 2

Figura 22. Calificación de la actuación

Habilidad			Esfuerzo			<i>Habilidad</i> : es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operario. <i>Esfuerzo</i> : es la voluntad de trabajar, controlable por el operario dentro de los límites impuestos por la habilidad <i>Condiciones</i> : son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente el operario y no aquellas que afecte la operación. <i>Consistencia</i> : son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.
A	Habilísimo	0.15	A	Excesivo	0.15	
B	Excelente	0.10	B	Excelente	0.10	
C	Bueno	0.05	C	Bueno	0.05	
D	Medio	0.00	D	Medio	0.00	
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05	
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10	
G	Torpe	-0.15	G	Insuficiente	-0.15	
Condiciones			Consistencia			
A	Buena	0.05	A	Buena	0.05	
B	Media	0.00	B	Media	0.00	
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05	

Fuente:Roberto García Criollo. Estudio del trabajo. Medición del trabajo. Pág. 34.

Anexo 3

Figura 23. Características de nivelación de los métodos de trabajo

Habilidad		Esfuerzo	
0.15	A1	0.13	A1
0.13	A2 Habilísimo	0.12	A2 Excesivo
0.11	B1	0.10	B1
0.08	B2 Excelente	0.08	B2 Excelente
0.06	C1	0.05	C1
0.03	C2 Bueno	0.02	C2 Bueno
0.00	D Promedio	0.00	D Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 Regular	-0.08	E2 Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 Deficiente	-0.17	F2 Deficiente

Condiciones		Consistencia	
0.06	A Ideales	0.04	A Perfecto
0.04	B Excelente	0.03	B Excelente
0.02	C Buena	0.01	C Buena
0.00	D Promedio	0.00	D Promedio
-0.03	E Regulares	-0.02	E Regulares
-0.07	F Malas	-0.04	F Deficientes

Fuente: Roberto García Criollo. Estudio del trabajo. Medición del trabajo pág.38.

Anexo 4

Figura 24. Sistemas de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos normales

Instituto de Administración Científica de las Empresas
Curso de "Técnicas de organización"

Ejemplo de un sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales

1 Suplementos constantes			E Condiciones atmosféricas		
	Hombres	Mujeres	índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de Suplemento Kata (milicalorías/cm ² /segundo)		
Suplementos por necesidades personales	5	7	16	0	
Suplementos base por fatiga	4	4	14	0	
2 Suplementos variables			12	0	
A Suplemento por trabajar de pie	2	4	10	3	
B Suplemento por postura anormal			8	10	
Ligeramente incomoda	0	1	6	21	
Incomoda (inclinado)	2	3	5	31	
Muy incomoda (echado, estirado)	7	7	4	45	
C Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar, empujar)			3	64	
2.5	0	1	2	100	
5	1	2	F Concentración intensa		
7.5	2	3	Hombres Mujeres		
10	3	4	Trabajo cierta precisión	0	0
12.5	4	6	Trabajo precisión fatigosa	2	2
15	5	8	Trabajo gran precisión o muy fatigoso	5	5
17.7	7	10	G Ruido		
20	9	13	Continuo	0	0
22.5	11	16	Intermitente y fuerte	2	2
25	13	20 (max)	Intermitente y muy fuerte	5	5
30	17	--	Estridente y fuerte		
33.5	22	--	H Tensión mental		
D Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I Monotonía		
			Trabajo algo monótono		
			Trabajo bastante monótono		
			Trabajo muy monótono		
			J Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Roberto García Criollo. Estudio del trabajo. Medición del trabajo pág.34.