



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

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS DE
MATERIA PRIMA DE ALTO COSTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD DEL DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE EN UNA
FÁBRICA DE PILAS SECAS**

RANDI OMAR ALVAREZ ORTIZ

Asesorado por Ing. José Francisco Gómez Rivera

GUATEMALA, MAYO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS DE
MATERIA PRIMA DE ALTO COSTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD DEL DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE EN UNA
FABRICA DE PILAS SECAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RANDI OMAR ALVAREZ ORTIZ

ASESORADO POR

ING. JOSÉ FRANCISCO GOMEZ RIVERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

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	Ing. Keneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Inga. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
EXAMINADOR	Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1 Descripción del producto.....	1
1.1.1 Reseña histórica.....	1
1.1.2 Funcionamiento de la pila.....	2
1.1.3 Tipo de producto.....	4
1.1.4 Utilización.....	4
1.1.5 Mercado.....	5
1.2 Materia prima que se utiliza en el análisis.....	5
1.3 Características de los materiales.....	6
1.4 Materiales en los que se enfocará el análisis.....	7
1.5 Descripción del proceso.....	7
2 SITUACIÓN ACTUAL	11
2.1 Tipo de inventario que se utiliza en bodega.....	11
2.1.1 Método que se aplica.....	11
2.1.2 Personal involucrado.....	12
2.2 Inventarios de proceso.....	13
2.2.1 Método.....	13
2.2.2 Tiempo de realización	14

2.3	Requisiciones de materiales.....	14
2.3.1	Sistema que se utiliza.....	14
2.3.2	Distribución de bodega a proceso.....	16
2.4	Devolución de materiales.....	16
2.4.1	Devoluciones de lámina	16
2.4.2	Devoluciones de ficha.....	17
2.4.3	Tiempo en que se realizan.....	17
2.5	Rechazos.....	17
2.5.1	Tipos de rechazo de lámina	17
2.5.1.1	Por oxido.....	17
2.5.1.2	Litografía corrida.....	18
2.5.1.3	Rebaba.....	18
2.5.1.4	Rayada.....	18
2.5.2	Rechazos de Ficha	19
2.5.2.1	Exceso de taladrina.....	19
2.5.2.2	Variación de diámetro.....	19
2.5.2.3	Rebaba.....	19
2.6	Control de desperdicios.....	20
2.6.1	Sistema que se utiliza.....	20
2.6.1.1	Lámina.....	20
2.6.1.2	Ficha.....	20
2.6.1.3	Sello.....	21
2.7	Diagnóstico.....	22
2.7.1	Variación de inventarios.....	22
2.7.1.1	Causas	22
2.7.1.2	Medición	23
2.7.1.3	Consecuencias de una alta variación de uso de inventarios.....	24
2.7.1.4	Falta de control de rechazos y devoluciones.....	24

2.7.1.5	Mala recopilación del desperdicio.....	25
2.7.1.5.1	Tabulación de datos.....	25
2.7.2	Fallas de la maquinaria que causan el desperdicio.....	25
2.7.3	Mala rotación de inventarios en bodega.....	26
2.7.4	Falta de control en entrega de materiales.....	29
3.	PRINCIPIOS Y TÉCNICAS DE INGENIERÍA.....	31
3.1	Productividad.....	31
3.1.1	¿Qué es productividad?.....	31
3.1.2	Diferentes criterios para analizar la productividad.....	32
3.1.2.1	Factores externos.....	33
3.1.2.2	De producto.....	33
3.1.2.3	De proceso.....	34
3.1.2.4	De capacidad e inventarios.....	34
3.1.2.5	Fuerza de trabajo.....	34
3.1.2.6	De calidad.....	35
3.1.3	La productividad y el manejo de materiales.....	36
3.1.4	Eficiencia y productividad.....	37
3.1.5	Importancia de la productividad en la industria.....	38
3.2	Inventario.....	38
3.2.1	¿Qué es un inventario?.....	39
3.2.2	Función de los inventarios.....	40
3.2.3	Tipos de inventarios.....	41
3.2.4	Costos en los inventarios.....	48
3.2.4.1	Costos de pedido.....	48
3.2.4.2	Costos de tenencia de inventarios.....	49
3.2.5	Rotación de inventarios.....	52

3.2.5.1	La rotación de inventarios y su influencia en la productividad.....	53
3.2.6	Modelos de inventarios.....	53
3.2.6.1	Modelo de cantidad óptima de pedido.....	54
3.3	Manejo de materiales.....	58
3.3.1	Definición.....	58
3.3.2	El buen manejo de materiales y su relación con la rotación de inventarios.....	60
3.4	Desperdicios.....	61
3.4.1	¿Qué es desperdicio?.....	61
3.4.2	¿Cómo afecta el mal manejo de desperdicio a los inventarios?.....	61
3.4.3	La recopilación de desperdicios y la toma de datos de los mismos.....	62
3.5	Rechazos.....	63
3.5.1	Definición.....	63
3.5.2	¿Para qué se utilizan los rechazos?.....	63
3.6	Inventario de seguridad (<i>stock</i>).....	63
3.6.1	Definición.....	63
3.6.2	Cálculo	64
3.7	Punto de equilibrio.....	65
3.7.1	Definición.....	65
3.7.2	Diferentes criterios para la utilización del punto de equilibrio.....	66
3.8	Pronóstico.....	67
3.8.1	¿Qué es un pronóstico?.....	67
3.8.2	Importancia.....	67
3.8.3	Tipos de pronósticos.....	68
3.8.4	Diferentes usos.....	69

3.8.5	Funcionalidad.....	70
4.	PROPUESTA DE MEJORA.....	71
4.1	Estandarización de pedidos a bodega.....	71
4.1.1	Establecimiento de un inventario (<i>stock</i>) de seguridad.....	71
4.1.2	Utilización de un pedido óptimo para la minimización de inventarios en producción.....	73
4.1.3	Utilización de un plan de producción como base para la toma de decisiones.....	74
4.2	Diseño de un sistema de manejo de materiales.....	75
4.2.1	Utilización de inventarios perpetuos en proceso.....	75
4.2.2	Clasificación del desperdicio.....	76
4.2.2.1	Lámina	76
4.2.2.2	Ficha	77
4.2.2.3	Sello.....	78
4.2.3	Estandarización del desperdicio.....	78
4.3	Mejoramiento de control de la materia prima en bodega.....	80
4.3.1	Utilización del sistema PEPS (Primeras Entradas, Primeras Salidas) como base en el control de materia prima en bodega.....	80
4.4	Estandarización de período de rechazos.....	82
4.4.1	Parámetros para determinar el material rechazado.....	83
4.5	Sectorización de rechazos de materiales.....	83
5.	PUESTA EN MARCHA DE LA PROPUESTA.....	85
5.1	Estudio de productividad.....	85
5.2	Desarrollo y puesta en marcha de un programa (hoja electrónica) de inventarios perpetuos.....	87
5.3	Procedimiento de flujo de materiales.....	89

5.3.1	Diseño de formatos para la creación de pedidos y creación de un pronóstico de consumo.....	89
5.3.2	Lámina.....	91
5.3.3	Ficha	92
5.3.4	Sello.....	94
5.3.5	Programa de requerimiento de materiales (RPM) como apoyo para la optimización de pedidos de materiales.....	95
5.4	Control de desperdicios.....	96
5.4.1	Estructura y diseño de las hojas de control de desperdicio.....	96
5.4.2	Implementación de índices mínimos de desperdicio.....	98
5.5	Diseño de tarjetas de control de inventarios para la implementación del sistema PEPS en bodega.....	101
5.6	Control y seguimiento de la propuesta.....	102
5.6.1	Implementación del punto de equilibrio para el establecimiento de reducción de desperdicios y control de variabilidad de inventarios.....	102
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA	111
	APÉNDICE	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Anatomía de la pila.....	2
2.	Diagrama de flujo del proceso.....	8
3.	Diagrama de recorrido del proceso.....	9
4.	Boleta de inventario físico de materiales de bodega.....	12
5.	Requisición de materiales a bodega.....	15
6.	Llenado de requisición de materiales a bodega.....	15
7.	Variación de inventarios de producción.....	23
8.	Esquema de rechazos y devoluciones.....	24
9.	Sistema de salidas de lámina entarimada de bodega.....	27
10.	Orden actual del sistema de salida de materiales en bodega..	28
11.	Diagrama del manejo de materiales.....	36
12.	Modelo de la cantidad económica de pedido.....	54
13.	Cantidad óptima de pedido.....	55
14.	Diseño del control teórico de consumo.....	59
15.	Diagrama del punto de equilibrio.....	66
16.	Esquema del inventario final.....	75
17.	Sistema PEPS para salida de materiales en bodega.....	81
18.	Boleta de control de rechazos de lámina.....	82
19.	Sectorización de rechazos.....	84
20.	Esquema de la hoja electrónica para inventarios perpetuos.....	87
21.	Formato para pedidos a bodega.....	89
22.	Hoja de control de desperdicio de bibras.....	96
23.	Hoja de control de desperdicios de las ensambladoras.....	97
24.	Hoja de control de desperdicios de inspección.....	97
25.	Tarjeta de control para sistema PEPS.....	101

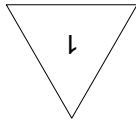
26.	Interpretación del punto de equilibrio.....	102
27.	Visualización de la aplicación del punto de equilibrio.....	104
28.	Tablas del programa propuesto.....	114
29.	Relaciones de las tablas.....	115
30.	Consultas.....	116
31.	Formularios.....	116
32.	Formulario de ingresos.....	117
33.	Formulario de existencias.....	117
34.	Formulario de pedidos.....	117

TABLAS

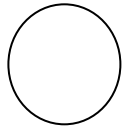
I	Calibres de lámina en unidades.....	13
II	Recopilación de desperdicios en las ensambladoras.....	21
III	Recopilación de desperdicios en bibras.....	22
IV	Tipos de inventarios, funciones y beneficios.....	47
V	Inventario mínimo según calibre.....	72
VI	Nueva forma de clasificación de desperdicio.....	76
VII	Promedios de desperdicios.....	79
VIII	Cálculo de pronóstico.....	90
IX	Cálculo de pedido de lámina.....	92
X	Cálculo de pedido de ficha.....	93
XI	Cálculo de pedido de sello.....	94
XII	Especificaciones para PRM.....	95
XIII	Recopilación y clasificación del desperdicio general.....	98
XIV	Índices mínimos de desperdicio.....	99
XV	Pronóstico del desperdicio de lámina.....	99
XVI	Pronóstico del desperdicio de ficha.....	100
XVII	Aplicación del punto de equilibrio.....	103

LISTA DE SÍMBOLOS

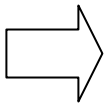
BMP	Bodega de materia prima
Inv	Inventario
Trm	Tarima
Cjs	Cajas
u.	Unidades
PE	Punto de equilibrio



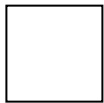
Almacenamiento



Operación



Transporte



Inspección

GLOSARIO

Aislante	Apartar por medio de aisladores, un cuerpo electrizado de los que no lo están.
Bibras	Maquinaria encargada de transformar la lámina en blindaje.
Calibre	Grosor de cualquier material en mm.
Electrolito	Cuerpo que se somete a descomposición química de un cuerpo dissociable, disuelto o fundido, producida por la electricidad.
Kardex	Nivel de existencia de materiales en determinado momento.
Lote	Conjunto de productos similares que son empacados en cantidades establecidas para un fin determinado.
Rebaba	Resalto formado de materia sobrante en los bordes o en la superficie de un objeto.
Variación de inventarios	Es la cantidad sobrante o faltante que existe cada vez que se realizan éstos.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación da a conocer la problemática que existe en el control de los inventarios de materiales en una fábrica de pilas secas. Para ello, primero se presenta una breve descripción del producto que allí se fabrica, los materiales de los que está compuesto, los que se utilizan en el departamento en donde se enfocará el análisis y sus características. Se describe la secuencia de fabricación para poder entender de manera mas amplia cada una de las estaciones en las que van transformándose los materiales.

Se describe la forma en la cual se lleva a cabo actualmente el flujo de los materiales desde que salen de bodega de materia prima hasta que son procesados para poder encontrar los diferentes problemas que existen actualmente, entre los que se pueden mencionar la falta de organización en la continuidad que se le da a la materia prima rechazada, la forma en que se hacen las requisiciones, etc. Una vez citados los problemas, se dan a conocer algunas técnicas de ingeniería y conceptos teóricos, que se utilizarán como herramientas para poder dar soluciones a los mismos.

Se hace mención de un análisis propuesto para la mejora del control de materiales y con ello, poder colaborar en la reducción de la variabilidad en los inventarios. Por otro lado, se establecen nuevos sistemas de recopilación de desperdicio, esto con el fin de saber si en realidad se está desperdiciando el material, en qué porcentaje de producción y si se desperdicia, saber que esto ocurrió. Finalmente, se describe cómo se debe de llevar a cabo dicha propuesta, es decir, todas aquellas herramientas necesarias para poder realizarla.

OBJETIVOS

General

Establecer un mejor control de inventarios y manejo de materia prima de alto costo del departamento de ensamble de una fábrica de pilas a través de un sistema propuesto que se permita tomar como base para la toma de decisiones de pedidos a bodega para la reducción de la variación de inventarios.

Específicos

1. Estandarizar los pedidos de bodega a proceso de materia prima a través del establecimiento de inventario mínimo.
2. Diseñar un sistema que permita un mejor manejo de flujo de materiales.
3. Elaborar un sistema de control de inventarios a través de un sistema contable adecuado.
4. Estandarizar los desperdicios que se dan durante el proceso.
5. Ayudar en la reducción de la variación de inventarios.
6. Determinar la importancia que debe de existir entre el control de flujo de materiales y la variación de los inventarios.
7. Crear un sistema para llevar un mejor control de la variación de los inventarios.

8. Ayudar en el mejoramiento de la productividad de la fábrica en cuanto a manejo de materia prima se refiere.

INTRODUCCIÓN

Toda empresa que utilice cualquier tipo de materiales para convertirlos en un determinado producto necesita llevar cierto control sobre los mismos para no crear incrementos en los costos, ya sea por incumplimiento en las demandas, o por excesos en el manejo de la misma.

Los inventarios son un factor importante para el control de materiales, ya que pueden decir con cuanta materia prima se cuenta en determinado momento; pero cuando existen inventarios muy grandes éstos pueden llegar a convertirse en inventarios obsoletos, los cuales llegan a formar parte de los incrementos en los costos.

Es por ello, la necesidad de crear inventarios de seguridad y sistemas que se adecuen al flujo de los materiales en los procesos productivos; por otro lado, se deben de tomar en cuenta los materiales que son desechados y/o desperdiciados durante su transformación y aquellos que son devueltos a los proveedores.

Es importante poder controlar la materia prima en proceso, puesto que las variaciones, surgen por ejemplo, de inventarios mal cuantificados, pedidos excesivos, rechazos no realizados en su debido tiempo y la mala rotación de inventarios.

Considerando las diferentes necesidades en el manejo de los materiales, se propone mejorar los sistemas y control de inventarios para reducir las variaciones, poder optimizar la recopilación de desperdicios y control de rechazos, contribuir y establecer pedidos óptimos de materiales a proceso, para no caer en pedidos excesivos que luego contribuyen al aumento de una variación en los mismos con el fin de aumentar la productividad. Cuando se habla de productividad, puede definirse en un ámbito muy general, pero en este análisis se buscará la forma de aumentar la productividad a través de una propuesta de manejo de inventarios.

1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1 Descripción del producto

i. Reseña histórica

Alrededor de los años 1800, Alessandro Volta (de quien se obtiene el nombre de la unidad de medición de la diferencia de potencial: voltios) profesor de filosofía natural en la Universidad de Pavia, construyó el primer aparato que generó corriente continua. Lo que hizo fue poner dos pequeños discos del tamaño de una moneda pequeña, uno de plata y el otro de zinc en un recipiente, separados por un material esponjoso como el cuero. Todo este conjunto estaba sumergido en agua salada o en otra solución alcalina. A este conjunto se le llama pila. Volta después se dio cuenta de que si ponía estas pilas una seguida de otra, unidas por tiras de metal se lograba que el voltaje final fuera mayor.

En 1813, Sir Humphrey Davy conectó una batería gigante en el sótano de la Sociedad Real Británica. Esta batería estaba hecha de 2,000 pares de platinas y tenía el tamaño de más o menos 100 m². Con esta batería realizó muchos experimentos que permitieron un conocimiento más profundo de la naturaleza de la electricidad.

Michael Faraday estaba utilizando pilas voltaicas para realizar estudios en electricidad y magnetismo. Descubrió que enviando corriente por un conductor, un campo magnético se inducía en un conductor paralelo (el inicio del electromagnetismo). Continuando con sus estudios y experimentos Faraday descubrió en 1831 que un magneto en movimiento podía generar electricidad en un conductor cercano. De esta manera se dio nacimiento al dinamo.

Poco a poco los científicos fueron mejorando la idea original de la batería de Volta y en 1860 George Leclanche de Francia desarrolló la primera batería utilizada ampliamente (la célula de zinc carbón) El ánodo era de zinc y una aleación de mercurio y el cátodo era un compuesto de dióxido de magnesio y un poco de carbón . Ambos: ánodo y cátodo fueron sumergidos en una solución de cloruro de amonio, que actuaba como electrolito. El sistema fue llamado: "la célula mojada". **(9)**

1.1.2 Funcionamiento de la pila

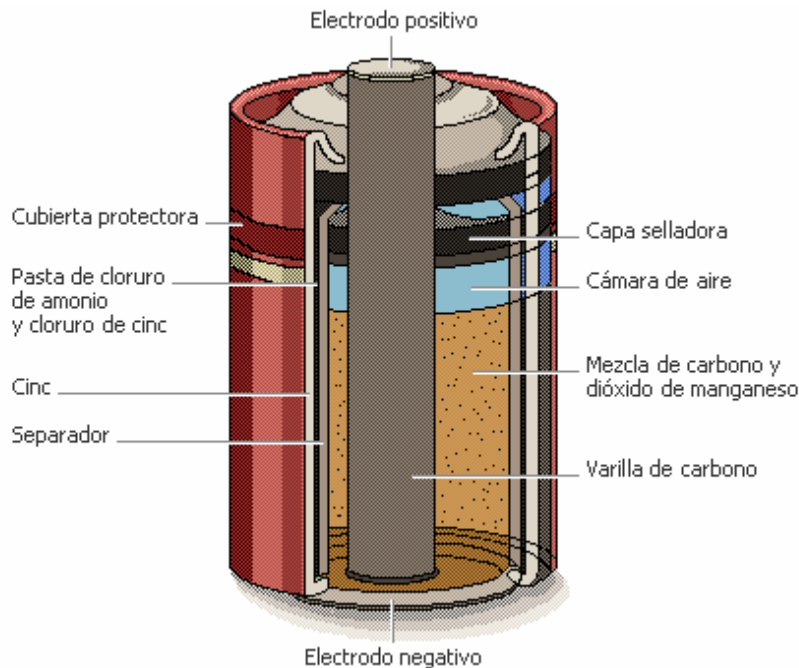
La pila más popular y más utilizada es la del tipo zinc-carbón, a veces denominada le clanche. En esta pila el electrodo positivo es de carbón (C) y el negativo de zinc (Zn) . El electrolito es un producto químico conocido como cloruro de amonio (NH_4Cl) , frecuentemente llamado sal de amoníaco. El electrodo negativo es de la forma del recipiente y contiene la totalidad de la pila. El elemento positivo tiene la forma de una varilla de carbón y está colocado en el centro de la pila. El electrolito está mezclado con almidón o con harina formando una pasta. Es decir que una pila seca, realmente no es seca. En efecto, cuando el electrolito se seca , la pila deja de funcionar. Alrededor del electrodo de carbón se coloca una capa de dióxido de manganeso (MnO_2) finamente pulverizado que actúa como despolarizador. **(8)**

Cuando la pila trabaja correctamente, entre los terminales positivo y negativo aparece una diferencia de potencial (o voltaje) de 1,5 volts. Cuando la pila se agota, ya sea porque se ha secado el electrolito, o porque se ha comido la cubierta de zinc, la tensión entre los terminales disminuye. Alrededor de 1,1 volts (descargada) este tipo de pila es inútil para la mayoría de las aplicaciones ya no puede volver a cargarse, y debe ser descartada.

Combinaciones diferentes de distintos metales y electrólitos pueden producir diferentes voltajes entre las terminales.

Los elementos funcionales de una pila seca son el electrodo negativo (el recipiente de cinc que alberga los materiales de la pila), el electrodo positivo (la varilla de carbono y la mezcla de carbono y dióxido de manganeso que la rodea) y el electrólito, una pasta de cloruro de amonio y cloruro de cinc situada entre los dos electrodos. Esta pasta permite que se produzca una reacción química en la que están implicados los constituyentes de ambos electrodos, y que da lugar a una corriente eléctrica al conectar los electrodos mediante un conductor.(19)

Figura 1 Partes de la pila



1.1.3 Tipo de producto

Al hablar de pilas, se habla de un producto de consumo inmediato; y en algunas ocasiones, puede convertirse en un producto de emergencia (en caso de un siniestro). Dependiendo de la situación en la que se encuentre el consumidor, así será el nivel de indispensabilidad que el mismo le dará.

1.1.4 Utilización

La pila es un producto que se fabrica con el fin de que produzca energía, y la misma pueda ser utilizada en el caso de necesitarse electricidad en una situación en la que no se dispone de una línea eléctrica que suministre la electricidad producida en una central eléctrica, por ejemplo, una radio portátil o una linterna. Las células primarias ordinariamente llamadas pilas producen electricidad en un proceso químico irreversible, y es necesario eliminarlas y sustituirlas cuando se agotan.

1.1.5 Mercado

El producto abarca no solamente el mercado nacional, sino parte de Latinoamérica y El Caribe; se trata entonces de una marca cuya distribución es transnacional. Cabe mencionar entonces, la importancia que se le debe dar a la calidad del proceso y la forma de abastecimiento de materias primas para su fabricación.

1.2 Materia prima que se utiliza en el departamento

a) Lámina: Es la parte que recubre toda la pila en sí; sirve para protegerla de todo tipo de contaminantes. Por otro lado, y no menos importante, lleva consigo la presentación de la pila, la marca, tipo de pila, procedencia, voltaje, etc.

b) Ficha: Es la encargada de transmitir la energía negativa que proviene del vaso de zinc, en otras palabras, es el ánodo de la pila o el polo negativo.

c) Sello : Juega un papel importante, puesto que no permite que la pila se seque, y así pueda cumplir con su función al momento de ser utilizada.

d) Papel: Por lo regular, se le llama papel separador, que se utiliza como un aislante de la pila, para que en la misma, no se produzca un corto circuito.

1.3 Características de los materiales

a) Lámina: Está hecha de metal, y existen diferentes calibres, los más utilizados son de 0.17 mm y 0.14 mm.; aunque su largo y ancho es igual 112.5 mm y 61.51 mm respectivamente.

b) Ficha: Al igual que la lámina, es un material metálico de 30.5 mm de diámetro . El grosor (calibre) es de 0.17 mm y trae consigo un lubricante para que pueda ser procesada.

c) Sello: Es un material sólido fabricado a base de compuestos orgánicos, que pesa 46.5 kg. que es fundido a altas temperaturas para poder sellar la pila.

d) Papel: Para formar el tubo, se utiliza papel cartón de 150 g.. El mismo llega en bobinas y es cortado dentro de la planta a un ancho de 60.5 mm para poder ser procesado.

1.4 Materiales en los que se enfocará el análisis

El análisis se basará únicamente en los siguientes materiales:

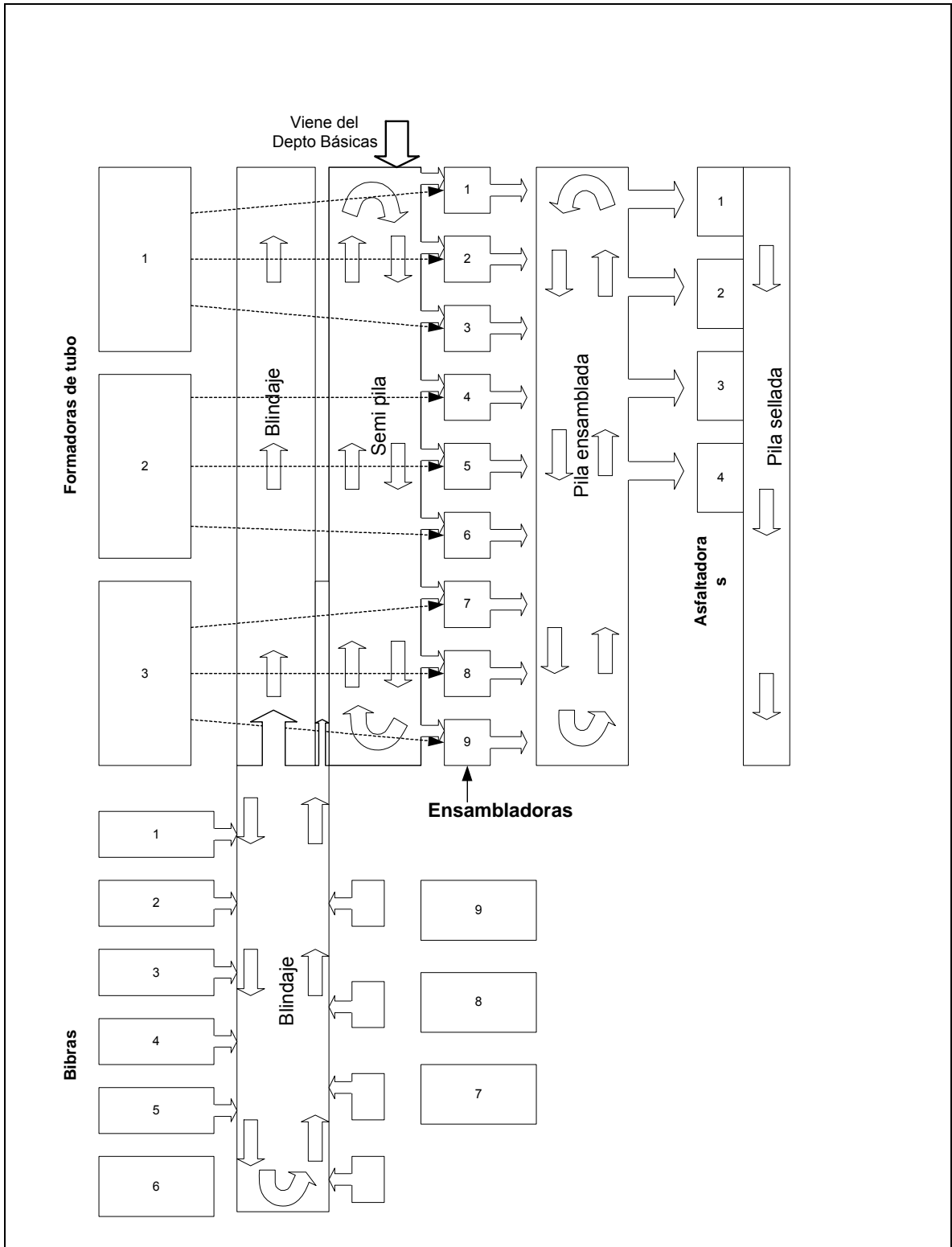
- a. Lámina
- b. Ficha
- c. Sello

Puesto que son los materiales en los que más varían los inventarios mensuales y se encuentran dentro de las categorías tipo A (de más alto costo).

1.5 Descripción del proceso

La pila, viene del departamento de las máquinas básicas, y es transportada a través de unas fajas hacia las ensambladoras (1.18 min). La lámina es transportada de bodega de materia prima, hacia las máquinas formadoras, se hace el blindaje (0.004 min) y se transporta hacia las ensambladoras (9.2 mts, 1.3 min). El papel es llevado de bodega hacia las máquinas formadoras de tubo, se hace el tubo (0.002 min), se transporta por unos elevadores hacia las ensambladoras (8 mts, 0.25 min), se le coloca la ficha (se engargola 0.003 min), se ensambla la pila, el tubo y el blindaje (0.005 min). Ya ensamblada, es transportada hacia las máquinas selladoras (14 mts, 2 min), donde se le coloca el sello (0.013 min) para luego ser transportada hacia la inspección (8 mts, 0.95 min), se inspecciona (0.08 min) y luego hacia el departamento de empaque.

Figura 3. Diagrama de recorrido del proceso



2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Tipo de inventario que se utiliza en bodega

Para poder llevar un mejor control sobre la materia prima que sale de bodega a proceso, se realizan inventarios cíclicos, los cuales se hacen diariamente y únicamente una vez por día, para los dos turnos. Por otro lado, también se llevan a cabo inventarios trimestrales en conjunto con auditoría externa.

2.1.1 Método que se aplica

Para poder llevar a cabo los inventarios, se utilizan boletas en las cuales se registra el material y se hace un contero físico de todas las existencias en bodega, el cual es comparado con el *kardex* del día, sin realizar hasta el momento ninguna comparación con la materia prima que se utilizó en proceso.

2.2 Inventarios del proceso

2.2.1 Método

Se realiza un conteo físico de todo el material que se tiene en ese momento en el área de proceso, utilizando las conversiones que sean necesarias para los diferentes tipos de materiales.

Lámina

Ésta varía según el calibre que se esté utilizando:

Tabla I Calibres de lámina en unidades

	Calibre 14	Calibre 17
1 Tarima	122000 u	101080 u
1 Caja	12200 u	10108 u
1 Pulgada	165 u	131 u

Luego se toman los datos de la cantidad de tarimas, cajas y pulgadas que se tengan para después convertirlas en unidades.

Ficha

Con este material, se sabe que:

1 Tarima = 405000 u.

1 caja = 9000 u.

Se realiza un conteo dependiendo de la cantidad de cajas que se tengan en existencia.

Sello

Se utilizan las siguientes conversiones:

1 tarima = 18 cuñetes

1 cuñete = 45.6 kg

Y al igual que los demás materiales, es cuantificado con la única diferencia que luego es convertido a kilos para tener un dato exacto.

2.2.2 Tiempo de realización

Estos inventarios físicos son realizados una vez por mes. En los mismos pueden compararse los datos que fueron extraídos de la bodega, con lo que se ha utilizado y lo que se encuentra aún en proceso para poder saber si se ha utilizado la cantidad adecuada y la descrita según los datos establecidos tanto de bodega o proceso.

2.3 Requisición de materiales

2.3.1 Sistema que se utiliza

Al momento del inicio de cada turno, el supervisor encargado del departamento, realiza una rutina en la cual hace un aproximado visualmente de cuanto material hay en existencia en cada una de las subáreas y luego, con base en ello, llena un vale para llevarlo a bodega, donde se encargarán de distribuirlo tiempo después.

Figura 5. Requisición de materiales a bodega

Departamento		Fecha	Núm.	
Código	Unidades	Descripción	Cantidad	Kilos
		Fondo		
		Lámina 0.14		
		Papel		
		Lámina 0.17		
		Asfalto		
_____ Recibido por		_____ Montacarguista	_____ Entregado por	

El pedido de lámina se hace por la cantidad necesaria en cajas y el encargado de distribuirlo coloca la cantidad cuadrada en unidades por el total de cajas, dependiendo el calibre.

Figura 6. Llenado requisición de materiales a bodega

Departamento		Fecha	No.	
Código	Unidades	Descripción	Cantidad	Kilos
	1 trm	Fondo	405000	
	20 cjs	Lámina 0.14	244000	
	2 trm	Papel		615
	10 cjs	Lámina 0.17	10108	
	36 trm	Asfalto		
_____ Recibido por		_____ Montacarguista	_____ Entregado por	

Lámina = cajas * 12200 ó cajas * 10108

Fondo = 45 cajas * 9000

La ficha, sello y papel se piden por tarima únicamente; con la salvedad que el papel se pesa y se coloca el dato en el vale; el fondo, se cuadra en unidades por tarima.

2.3.2 Distribución de bodega a proceso

El encargado de distribuir el material a proceso, es uno de los montacarguistas asignado por el encargado de BMP, quien empezará su rutina en el orden en que hayan llegado los vales. Tomando en cuenta las cantidades pedidas en los vales, se distribuyen cada uno de los diferentes materiales en tarimas completas; luego se coloca la materia prima en el área que le corresponde, aunque no existe asignada un área en proceso para almacenamiento de material en tránsito.

2.4 Devolución de materiales

2.4.1 Devoluciones de lámina

Cuando existe cambio de tipo de pila, se debe de cambiar el tipo de lámina, el cual debe de ser calculado desde el momento en el que se hace la requisición a bodega. Cuando se cambia la presentación, lo que sobró de la anterior, debe ser devuelta a bodega para no crear incrementos en los inventarios mensuales, aunque en ocasiones ciertas cantidades se acarrean por no realizar las devoluciones a tiempo.

2.4.2 Devoluciones de ficha

Éstas se hacen únicamente cuando existe exceso de taladrina o bien cuando llega mal troquelada en cantidades mayores a las estipuladas por el departamento de calidad.

2.4.3 Tiempo en que se realizan

No existe un tiempo estipulado para realizar las devoluciones, mas bien, éste es definido por el supervisor encargado del departamento, y dependiendo de si los realiza a tiempo o no, se toman en cuenta en el inventario mensual de proceso, dando lugar a posibles confusiones en el mismo.

2.5 Rechazos

2.5.1 Tipos de rechazo de lámina

2.5.1.1 Por óxido

En ocasiones, la lámina llega oxidada a bodega de materia prima, sin que pueda ser detectada; por otro lado, a veces suele tenerse un inventario muy alto y no se sabe si se oxidó en bodega o fue recibida en mal estado.

2.5.1.2 Litografía corrida

Puesto que la lámina es en sí la presentación de la pila, no puede llevar ningún desperfecto en la litografía; cuando esto ocurre, se rechaza la cantidad que esté en mal estado, ya sea porque la litografía está corrida o por la variación en alguno de los colores de la misma.

2.5.1.3 Rebaba

Este rechazo se realiza cuando la lámina está mal troquelada por el proveedor, ya que la maquinaria está calibrada para ciertas medidas, éste tipo de rechazo debe de ser detectado con tiempo, para no causar desperfectos por el mal estado de la lámina.

2.5.1.4 Rayada

Este desperfecto se puede notar a simple vista, y es que la lámina puede ir en buenas condiciones de corte y colores, pero se encuentra rayada, en la parte de la litografía, entonces también debe ser rechazada.

2.5.2 Rechazos de ficha

2.5.2.1 Exceso de taladrina

Cuando la ficha lleva exceso de taladrina; en otras palabras, exceso de lubricante, no puede trabajarse de manera adecuada en la maquinaria, puesto que puede generar problemas de voltearse y ser ensamblada al revés.

2.5.2.2 Variación del diámetro

Por la forma que tiene y que es sometida al proceso, la ficha no puede variar en el diámetro, y cuando esto ocurre, debe ser rechazada según la cantidad que exista por lote.

2.5.2.3 Rebaba

Al igual que la lámina, la ficha también puede llegar en mal estado al proceso, a tal punto de no poder ser procesada por el mal troquelado del proveedor.

Mayormente, se hacen rechazos de lámina, que son los que más influyen en las variaciones de inventario. Suelen extraerse ya cuando la materia prima está en proceso, y es el operador el encargado de ir revisándola al momento de alimentar las máquinas. Por otro lado, el tipo de rechazo que más se da es por óxido en donde se van extrayendo las pulgadas que se encuentren en dicho estado y las colocan en cajas aparte, aunque no se lleva un control sobre cuántas se extrajeron por turno.

2.6 Control de desperdicios

2.6.1 Sistema que se utiliza

Los desperdicios van siendo recolectados en el transcurso del turno en los recipientes correspondientes de cada máquina. Cuando termina cada turno, se pesa cada uno de los recipientes y se hace la conversión según el material que se está reportando.

2.6.1.1 Lámina

La conversión que se utiliza es:

$$1 \text{ unidad} = 0.0075 \text{ kg}$$

Por ejemplo, si se desperdiciaron 0.8kg
 $0.8 \text{ kg} / 0.0075 \text{ kg} = 107 \text{ unidades}$

Lo anterior, es calculado en cada una de las ensambladoras y las máquinas formadoras de blindaje que es donde se utiliza este material.

2.6.1.2 Ficha

Para calcular el desperdicio de este material se sabe que:

$$1 \text{ unidad} = 0.00112 \text{ kg}$$

Al igual que la lámina, se pesa y se hace el cálculo correspondiente; con la excepción que éste sólo se utiliza en las ensambladoras.

2.6.1.3 Sello

El desperdicio de sello no se contabiliza, ni existe ningún tipo de medida que se tome para llevar un conteo diario en kilos.

Diariamente después de cada turno, se pesan los recipientes de desperdicio de cada máquina, tanto en las ensambladoras, como en las bibras, y se contabiliza para después hacer las conversiones correspondientes.

Tabla II. Recopilación de desperdicios en las ensambladoras

Núm.	Lámina	Unidades	Ficha	Unidades
1	0.5 kg	67	0.09 kg	80
2	0.7 kg	93	0.1 kg	89
3	0.3 kg	40	0.15 kg	134
4	0.4 kg	53	0.07 kg	62
5	0.9 kg	120	0.05 kg	45
6	1.2 kg	160	0.1 kg	89
7	0.8 kg	107	0.08 kg	71
8	0.6 kg	80	0.05 kg	45
9	0.5 kg	67	0.07 kg	62

Tabla III. Recopilación de desperdicios en bibras

Núm.	Lámina	Unidades
1	1.1 kg	147
2	0.2 kg	27
3	1.5 kg	200
4	1.0 kg	133
5	0.1 kg	13
6	0.3 kg	40
7	0.4 kg	53
8	0.3 kg	40
9	0.1 kg	13

En el área de bibras sólo se contabiliza lámina, puesto que únicamente trabajan este material.

2.7 Diagnóstico

2.7.1 Variación de inventarios

2.7.1.1 Causas

- a. Errores en el conteo físico de inventarios tanto en bodega como en proceso
- b. Acumulación de devoluciones y rechazos en proceso
- c. Mala recopilación de desperdicios
- d. Falta de control en blindaje para pila en reproceso
- e. Variación en el sistema de ingreso de materia prima a bodega, ya que solo se pesan las tarimas, pero no se le coloca ningún tipo de identificación que muestre la cantidad aproximada que contiene cada una de ellas, ya que si varían en peso, varían en cantidad.
- f. Fallas eléctricas en los contadores de la maquinaria

2.7.1.2 Medición

La medición de la variación de inventarios puede obtenerse de la siguiente forma:

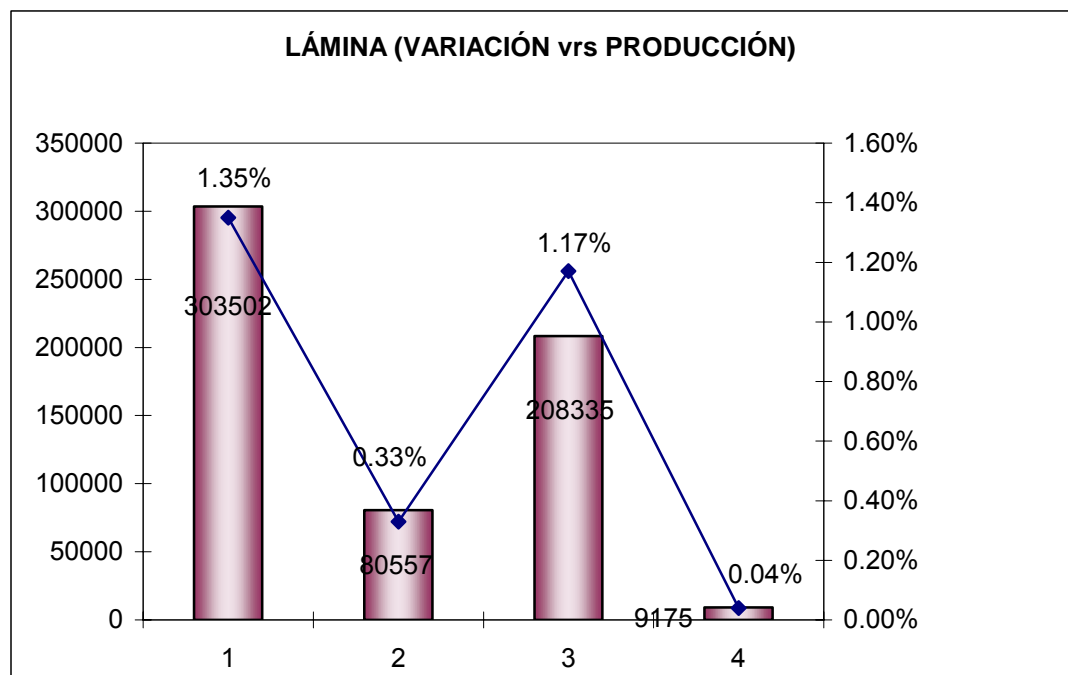
Fórmula I. Variación de inventarios

$$\text{Inv. Inicial} - \text{Inv. bodega} - \text{Producción} = \text{Inv. Proceso}$$

$$\text{Inv. Inicial} - \text{Inv. bodega} - \text{Producción} - \text{Inv. Proceso} = \text{Variación}$$

Las variaciones se miden según el material después de realizados los inventarios, para lo cual, se utilizan herramientas como gráficos y diagramas de pareto.

Figura 7. Variación de inventarios de producción



2.7.1.3 Consecuencias de una alta variación de uso de inventarios

Cuando se habla de variación en los inventarios, se dice que los recursos materiales de la empresa están variando en su utilización, es decir, que para producir cierta cantidad de productos, se requiere de una cantidad aún mayor para poder hacerlos, tomando en cuenta lo que se desperdicia, y la cantidad restante.

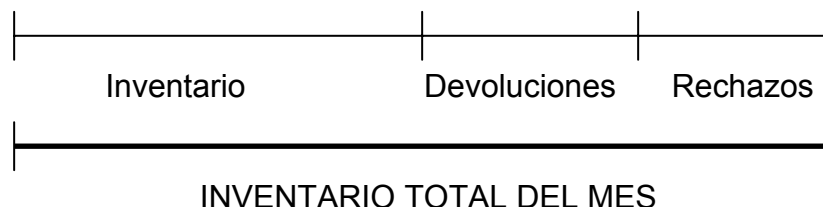
En otras palabras, no se sabe en que se utilizó el material sobrante o restante. Cuando esto ocurre, acarrea como consecuencias:

- a. Aumento en los costos de materia prima
- b. Supuesto mayor consumo de materiales del necesario
- c. Descontrol en los inventarios

2.7.1.4 Falta de control de rechazos y devoluciones

Puesto que no se tiene un control sobre rechazos y devoluciones, éstos pueden llegar a generar acumulación de inventarios de proceso. Ya que el material no es devuelto o rechazado a tiempo, éste debe de ser contabilizado, aunque no se pueda utilizar (en el caso de los rechazos), lo cual genera aumentos innecesarios en los inventarios de proceso.

Figura 8. Esquema de rechazos y devoluciones



2.7.1.5 Mala recopilación del desperdicio

2.7.1.5.1 Tabulación de datos

Al momento de recopilar los datos, sólo se toman aquellos desperdicios que han sido depositados en los recipientes. La ficha, que es un material pequeño, suele caer al piso y no ser depositado en los recipientes; se puede decir que es una fuga de desperdicios que no suele contabilizarse.

Por otro lado, no existe aún la recopilación de desperdicios de sello, ya que sólo la pila que se saca en la inspección se cuenta, pero no se hace un cálculo correspondiente que indique el total de desperdicio diario de sello.

2.7.2 Fallas de la maquinaria que causan el desperdicio

A. Bibras

En este caso se trata del desperdicio de lámina

- a) Traslape
- b) Blindaje rayado
- c) Mal dobléz
- d) Mal cierre

B. Ensambladoras

Se desperdicia tanto blindaje como ficha.

- a) Pila apachada
- b) Ficha lastimada
- c) Pila lastimada

C. Selladoras

Aquí no solamente se desperdicia el sello, sino también todos aquellos materiales que ya lleva consigo la pila hasta este punto del proceso (ver figura 2); esto quiere decir, que ya trae consigo todos los materiales que se están tratando, únicamente falta el sello.

- a) Pila manchada
- b) Pila sin roldana de sello (viene del depto. de las máquinas básicas)
- c) Pila sin tubo
- d) Pila sin fondo
- e) Con exceso de sello

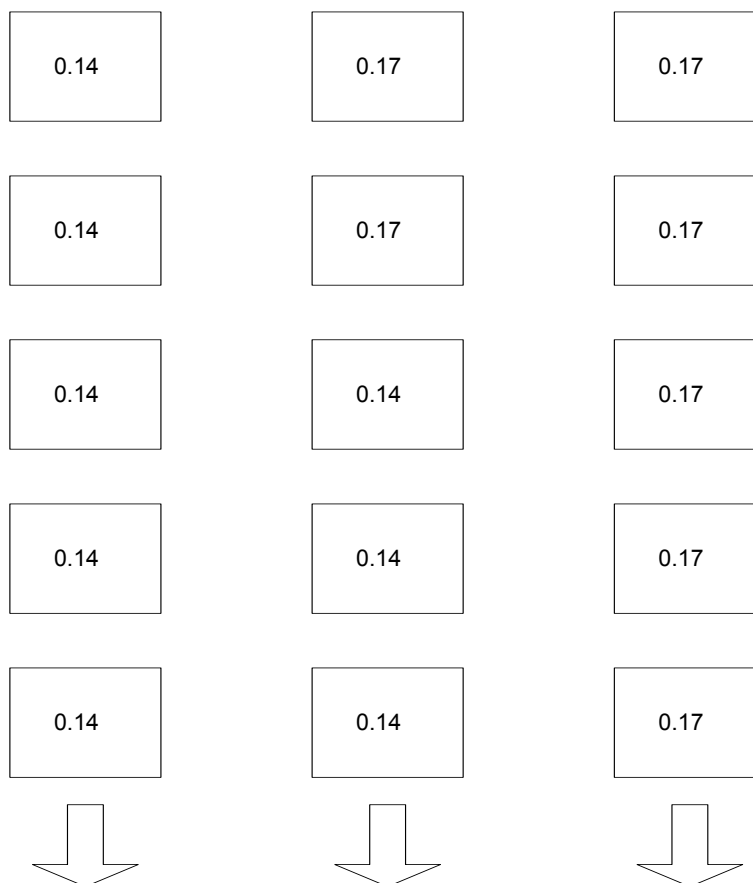
2.7.3 Mala rotación de inventarios en bodega

En bodega de materia prima, no se utiliza con formalidad ningún control sobre la materia prima que va a ser trasladada a proceso, por lo mismo, en ocasiones no se logra una rotación óptima de los materiales y, en ocasiones, se toma material nuevo en vez del ya existente; en otras palabras un sistema UEPS (último en entrar, primero en salir), lo cual incurre en pérdidas por oxidación, o confusiones en el calibre.

La bodega está distribuida como se ve en la figura 9, y se extrae la materia prima del área de bodega hacia proceso como lo muestran las flechas. En la figura, puede verse uno de los casos especiales, que es cuando una o dos tarimas se quedan en la parte de atrás de diferente calibre que la de adelante.

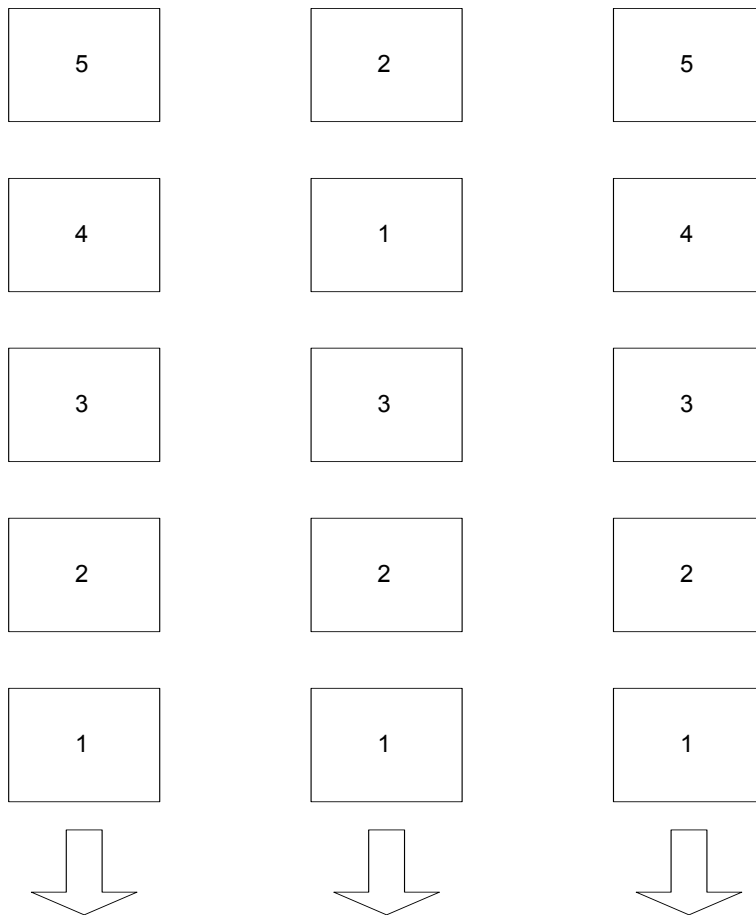
Por otro lado, cuando todavía no se ha terminado de extraer materia prima de una de las hileras, y entra nuevo material a bodega, éste se coloca delante de las tarimas que quedan en la hilera que se estaba extrayendo con anterioridad.

Figura 9. Sistema de salidas de lámina entarimada de bodega



Enumerando la posición de salida de cada una de las tarimas.

Figura 10. Orden actual del sistema de salidas de materiales en bodega



Si se observa la figura 10; si se extrajeran tres tarimas de la primera hilera de izquierda a derecha, de calibre 0.14, y entrara nueva materia prima a bodega, suelen quedarse la 4 y 5 al fondo del antiguo inventario y las nuevas tres tarimas del nuevo inventario; al momento de empezar a extraer material de esa hilera (UEPS) y llegar nuevamente a la 4 y 5 y sean llevadas a proceso, si alguna de éstas estuviera en mal estado, no se sabe con exactitud si ocurrió por exceso de tiempo en inventario o fue ingresada en ese estado a bodega. Lo anterior, incurre en inventarios obsoletos y acumulación de rechazos en producción.

Por otro lado, la combinación de calibres entre hileras, puede ocasionar confusiones por parte del montacarguista, aunque se coloca una etiqueta en el inicio de cada hilera, suele suponerse en ocasiones que el inventario de determinado calibre se consumió cuando todavía hay en existencia en bodega.

2.7.4 Falta de control en entrega de materiales

Hasta el momento, no existe un sistema que controle las entradas de material de bodega a proceso, únicamente el sistema manual de vales que son llenados por el supervisor del departamento; los cuales, son descargados del sistema en bodega.

Por otro lado, no puede llevarse el control por parte del supervisor de producción de cuánta lámina está ingresando, ya que el montacarguista sólo anota en el vale una cantidad cuadrada dependiendo el calibre.

3. PRINCIPIOS Y TÉCNICAS DE INGENIERÍA

3.1 Productividad

La productividad ha llegado a ser un término común en los últimos años. Muchos de los que usan manifiestamente el término tienen en mente definiciones que son solamente de su propia cosecha. Algunas definiciones de muestra incluyen, “hacer más con menos”, “la calidad, oportunidad y efectividad de los costos con que una organización logra su cometido”, “un estado mental en el que la mente confía en que el mañana puede ser mejor que hoy a través del esfuerzo propio”. **(5-10)**

3.1.1 ¿Qué es productividad?

La productividad, refleja qué tan bien son utilizados los recursos para crear salidas a otros procesos o generar productos terminados (*outputs*). Más específicamente, esto mide la relación entre salidas y uno o más insumos (*inputs*).

La productividad laboral, presenta los *outputs* por horas laboradas. Es la medición más comúnmente utilizada. Sin embargo, la productividad laboral ha sido criticada por ser solo una parte medible que no considera los efectos de otros *inputs*. Recientemente una más comprensiva medición se refiere a un factor total de productividad. Esta medición incluye las contribuciones del trabajo, capital y energía.

En términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron, mientras que la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

Fórmula II. Fórmula de productividad

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos empleados}}$$

La productividad implica la mejora del proceso productivo, la productividad aumenta cuando:

- Existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes.
- Existe un incremento de las salidas, mientras los insumos permanecen constantes.
- Si se incrementan las salidas y reducen los insumos simultanea y proporcionalmente.

3.1.2 Diferentes criterios para analizar la productividad

Existe una gran variedad de factores y parámetros que afectan la productividad:

- a. Factores externos
- b. De producto
- c. De proceso

- d. De capacidad e inventarios
- e. De fuerza de trabajo
- f. De calidad

1. Factores externos

Incluyen la regulación del gobierno, competencia y demanda, están fuera del control de la empresa, y pueden afectar tanto al volumen de la salida como a la distribución de las entradas.

2. De producto

Es un factor que puede influir grandemente en la productividad, usualmente se reconoce que la investigación y desarrollo conducen a nuevas tecnologías, las cuales mejoran la productividad.

No todos están de acuerdo en que los gastos de investigación y desarrollo repercuten necesariamente en la productividad, se dice que la mayor parte de la investigación y desarrollo está enfocada al desarrollo de productos y a resolver problemas de ambiente más que al mejoramiento de la productividad. Sin embargo, es innegable que la inversión en este rubro genera cambios importantes en la tecnología misma que repercute directamente en la productividad.

Por otro lado, demasiada innovación del producto puede disminuir la innovación del proceso y conducir a una baja de la productividad. La diversidad de producto puede conducir a una mayor productividad a través de un aumento en las ventas, pero puede también reducir la productividad al enfocarse en el proceso y olvidarse de las operaciones.

3. De proceso

Estos factores incluyen flujo de proceso, automatización, equipo y selección de tipos de proceso. Si el tipo de proceso no se selecciona adecuadamente de acuerdo al producto y al mercado, pueden resultar deficiencias. Dentro de un proceso dado existen muchas formas de organizar el flujo de información, el material y los clientes. Estos flujos se pueden mejorar con nuevos equipos de análisis de flujos de procesos, con incrementos en la productividad

4. De capacidad e inventarios

La capacidad en exceso es con frecuencia un factor que contribuye a reducir la productividad, la capacidad casi nunca puede ajustarse a la demanda, pero la planeación cuidadosa de la capacidad puede reducir tanto la capacidad en exceso como la capacidad insuficiente.

El inventario puede ser un impedimento o una ayuda para la productividad de una empresa. Muy poco inventario puede incurrir en el costo de no producir, volúmenes reducidos y productividad más baja; demasiado inventario, producirá costos más elevados de capital y menor productividad.

5. Fuerza de trabajo

La fuerza de trabajo es tal vez el más importante de todos, está asociado a un gran número de factores: selección y ubicación, capacitación, diseño del trabajo, supervisión, estructura organizacional, remuneraciones, objetivos y sindicatos.

6. De calidad

Con respecto a la calidad, se sabe que una baja calidad conduce a una productividad pobre. La prevención de errores y el hacer las cosas bien desde la primera vez son dos de los estimulantes más poderosos tanto para la calidad como para la productividad.

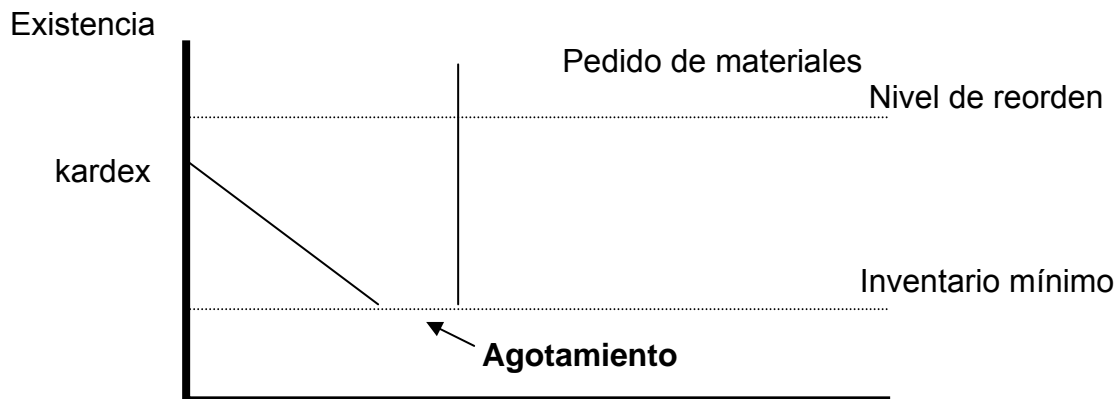
Por otro lado, cabe mencionar que la productividad puede ser afectada por varios parámetros; dicho en otras palabras, cuando se habla de productividad, ésta puede ser medida diferentes puntos de vista.

- a) Hombres
- b) Dinero
- c) Materiales
- d) Métodos
- e) Mercados
- f) Máquinas
- g) Medio ambiente
- h) Mantenimiento del sistema
- i) Misceláneos: controles, materiales, costos, inventarios, etc.
- j) Manufactura

3.1.3 La productividad y el manejo de materiales

Puesto que la productividad refleja qué tan bien son utilizados los recursos, mientras que el manejo de materiales se encarga de introducir los materiales a un proceso determinado, tomando en cuenta en que momento, qué cantidades se deben de pedir para poder producir un pedido determinado, basados en una cantidad existente de los mismos.

Figura 11. Diagrama del manejo de materiales



Si en algún momento no se tuviera la cantidad adecuada, en el tiempo estipulado, esto repercutiría en una baja productividad, puesto que por un lado dejaría de producirse, desperdiciando el tiempo de mano de obra o cualquier otro que incurra en el aumento del costo del producto por no tener el material a tiempo. Por lo tanto, el manejo de materiales también juega un papel importante en el aumento de la productividad, puesto que trata de mantener los recursos, en este caso materiales, en el momento justo y en cantidades balanceadas.

3.1.4 Eficiencia y productividad

Con frecuencia se confunden entre sí los términos productividad, eficiencia y efectividad. Mientras que la productividad del proceso físico corresponde al uso eficiente de los recursos, la productividad también puede conceptualizarse en términos de valor generado. Una organización o una entidad puede ser altamente eficiente en la producción de bienes o servicios, pero esto no asegura que los resultados o la producción sean efectivos para satisfacer necesidades y esto, en consecuencia, tiene su valor.

La eficiencia es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

La efectividad es el grado en el que se logran los objetivos, en otras palabras, la forma en que se obtienen un conjunto de resultados refleja la efectividad, mientras que la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia.

La productividad es una combinación de ambas, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de recursos.

Fórmula III. Fórmula productividad (otra opción)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{EFECTIVIDAD}}{\text{EFICIENCIA}}$$

3.1.5 Importancia de la productividad en la industria

Es necesario tener presente que la productividad no sólo se refiere a la mano de obra. Se debe considerar, por tanto, el aumento de la productividad como un problema consistente en sacar el máximo provecho de todos los recursos disponibles, incluyendo los materiales y maquinaria en general.

Tomando como base la primera formulación de productividad, se puede observar que ésta se encarga de medir los recursos materiales, el tiempo que se pierde cuando una máquina deja de producir, ya sea por falta de materia prima o por el tiempo improductivo que puede generar el operador de la misma.

Si se está utilizando el espacio en planta adecuadamente, si la maquinaria está instalada de una manera óptima, en fin, no sólo se encarga de éstas mediciones, sino también, puede utilizarse como un medidor de cuánto se desperdicia por cierta cantidad de producto realizado. Por ende, puede considerarse que la productividad es lo que toda empresa busca aumentar para que sus ingresos a largo plazo generen una mejor estabilidad empresarial.

3.2 Inventario

La base de toda empresa comercial es la compra y venta de bienes o servicios; de aquí la importancia del manejo del inventario por parte de la misma. Este manejo contable permitirá a la empresa mantener el control oportunamente, así como también conocer al final del periodo contable un estado confiable de la situación económica de la empresa. Ahora bien, el inventario constituye las partidas del activo corriente que están listas para la venta, es decir, toda aquella mercancía que posee una empresa en el almacén valorada al costo de adquisición, para la venta o actividades productivas.

Por medio del siguiente trabajo de investigación se darán a conocer algunos conceptos básicos de todo lo relacionado a los inventarios en una empresa, métodos, sistema y control. **(10)**

3.2.1 ¿Qué es un inventario?

Inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta, los materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados para la venta o en la prestación de servicios; empaques y envases y los inventarios en tránsito. **(14)**

La contabilidad para los inventarios forma parte muy importante para los sistemas de contabilidad de mercancías, porque la venta del inventario es el corazón del negocio. El inventario es, por lo general, el activo mayor en sus balances generales, y los gastos por inventarios, llamados costo de mercancías vendidas, son usualmente el gasto mayor en el estado de resultados.

Los inventarios no son más que la acumulación ya sea de materias primas en bodegas, en proceso o productos terminados, debiendo ser calculada adecuadamente para que no ocurra ningún tipo de exceso o faltante en cualquiera de los casos.

No hay duda de que los inventarios tienen un valor, particularmente en compañías dedicadas a las compras o a las ventas y su valor siempre se muestra por el lado de los activos en el balance general.

Por lo regular, los inventarios representan una porción considerable de los activos totales de una compañía, y por ende, suelen verse de diferentes puntos de vista. El departamento de ventas ve los inventarios como fundamentales para el buen servicio al cliente y siente que fabricación ha fallado si un artículo no está disponible cuando se vence el plazo de embarque de un pedido. La gente de finanzas cree que los inventarios son un mal necesario que atan el capital que podría utilizarse mejor en cualquier otra parte. La gente de la fábrica tiene dificultad en entender los costos asociados con la tenencia de inventarios y con frecuencia consideran con desgano las medidas de control de inventarios debido a la ineficiencia que se impone en la planta. Desde el punto de vista de la fábrica, los inventarios debían ser un recurso ilimitado.

Los inventarios son necesarios para dar un buen servicio al cliente, para hacer funcionar la planta más eficientemente manteniendo la producción en cuotas bastante uniformes y mantener lotes de fabricación razonablemente grandes. No son un mal necesario sino más bien un amortiguador muy útil.

No obstante, mientras una cierta inversión en inventarios es necesaria y útil, demasiado de ella es perjudicial.

3.2.2 Función de los inventarios

En cualquier organización, los inventarios añaden una flexibilidad de operación que de otra manera no existiría. En fabricación, los inventarios de producto en proceso son una necesidad absoluta, a menos que cada parte individual se lleve de máquina a máquina y que éstas se preparen para producir una sola parte. **(2-7)**

La función de los inventarios consiste en

- a. Llevar el control de la cantidad y valor de cada tipo de material que se tiene en existencia.
- b. Determinar la cantidad y el costo de los materiales que se usaron en las órdenes de trabajo que se someten a proceso de fabricación o que se emplean de otro modo.
- c. Sacar el resumen de los valores de materiales recibidos y usados periodo tras periodo, para proporcionar los totales que se emplean en la preparación de estados financieros y de operación.

3.2.3 Tipos de inventarios

Inventario perpetuo

Es el que se lleva en continuo acuerdo con las existencias en el almacén, por medio de un registro detallado que puede servir también como mayor auxiliar, donde se llevan los importes en unidades monetarias y las cantidades físicas. A intervalos cortos, se toma el inventario de las diferentes secciones del almacén y se ajustan las cantidades o los importes o ambos, cuando es necesario, de acuerdo con la cuenta física. Los registros perpetuos son útiles para preparar los estados financieros mensuales, trimestral o provisionalmente. El negocio puede determinar el costo del inventario final y el costo de las mercancías vendidas directamente de las cuentas sin tener que contabilizar el inventario.

El sistema perpetuo ofrece un alto grado de control, porque los registros de inventario están siempre actualizados. Anteriormente, los negocios utilizaban el sistema perpetuo principalmente para los inventarios de alto costo unitario, como las joyas y los automóviles; hoy día con este método los administradores pueden tomar mejores decisiones acerca de las cantidades a comprar, los precios a pagar por el inventario, la fijación de precios al cliente y los términos de venta a ofrecer. El conocimiento de la cantidad disponible ayuda a proteger el inventario. **(10)**

Inventario intermitente

Es un inventario que se efectúa varias veces al año. Se recurre al, por razones diversas, no se puede introducir en la contabilidad del inventario contable permanente, al que se trata de suplir en parte.

Inventario final

Es aquel que realiza el comerciante al cierre del ejercicio económico, generalmente al finalizar un periodo, y sirve para determinar una nueva situación patrimonial en ese sentido, después de efectuadas todas las operaciones mercantiles de dicho periodo.

Inventario inicial

Es el que se realiza al dar comienzos a las operaciones.

Inventario físico

Es el inventario real. Es contar, pesar o medir y anotar todas y cada una de las diferentes clases de bienes (mercancías), que se hallen en existencia en la fecha del inventario, y evaluar cada una de dichas partidas. Se realiza como una lista detallada y valorada de las existencias.

Inventario determinado por observación y comprobado con una lista de conteo, del peso o a la medida real obtenidos

Cálculo del inventario realizado mediante un listado del inventario realmente poseído. La realización de este inventario tiene como finalidad, convencer a los auditores de que los registros del inventario representan fielmente el valor del activo principal. La preparación de la realización del inventario físico consta de cuatro fases, a saber:

Manejo de inventarios (preparativos)

Identificación

Instrucción

Adiestramiento

Inventario de productos terminados

Todas las mercancías que un fabricante ha producido para vender a sus clientes.

Inventario en tránsito

Se utilizan con el fin de sostener las operaciones para abastecer los conductos que ligan a la compañía con sus proveedores y sus clientes, respectivamente. Existen porque el material debe de moverse de un lugar a otro. Mientras el inventario se encuentra en camino, no puede tener una función útil para las plantas o los clientes, existe exclusivamente por el tiempo de transporte.

Inventario de materia prima

Representan existencias de los insumos básicos de materiales que habrán de incorporarse al proceso de fabricación de una compañía.

Inventario en proceso

Son existencias que se tienen a medida que se añade mano de obra, otros materiales y demás costos indirectos a la materia prima bruta, la que llegará a conformar ya sea un subensamble o componente de un producto terminado; mientras no concluya su proceso de fabricación, ha de ser inventario en proceso.

Inventario máximo

Debido al enfoque de control de masas empleado, existe el riesgo que el nivel del inventario pueda llegar demasiado alto para algunos artículos. Por lo tanto se establece un nivel de inventario máximo. Se mide en meses de demanda pronosticada, y la variación del excedente es: $X > I \text{ máx.}$

Inventario mínimo

Es la cantidad mínima de inventario a ser mantenidas en el almacén o proceso dependiendo el caso.

Inventario disponible

Es aquel que se encuentra disponible para la producción o venta.

Inventario en línea

Es aquel inventario que aguarda a ser procesado en la línea de producción.

Inventario de seguridad

Son aquellos que existen en un lugar dado de la empresa como resultado de incertidumbre en la demanda u oferta de unidades en dicho lugar. Los inventarios de seguridad concernientes a materias primas, protegen contra la incertidumbre de la actuación de proveedores debido a factores como el tiempo de espera, huelgas, vacaciones o unidades que al ser de mala calidad no podrán ser aceptadas. Se utilizan para prevenir faltantes debido a fluctuaciones inciertas de la demanda.

Inventario de fluctuaciones

Estos se llevan porque la cantidad y el ritmo de las ventas y de producción no pueden decidirse con exactitud. Estas fluctuaciones en la demanda y la oferta pueden compensarse con los inventarios de reserva o de seguridad. Estos inventarios existen en centros de trabajo cuando el flujo de trabajo no puede equilibrarse completamente. Pueden incluirse en un plan de producción de manera que los niveles de producción no tengan que cambiar para enfrentar las variaciones aleatorias de la demanda.

Inventario de anticipación

Son los que se establecen con anticipación a los periodos de mayor demanda, a programas de promoción comercial o aun periodo de cierre de planta. Básicamente los inventarios de anticipación almacenan horas-trabajo y horas-máquina para futuras necesidades y limitan los cambios en las tasas de producción.

Inventario de lote o de tamaño de lote

Estos son inventarios que se piden en tamaño de lote porque es más económico hacerlo así que pedirlo cuando sea necesario satisfacer la demanda. Por ejemplo, puede ser más económico llevar cierta cantidad de inventario que pedir o producir en grandes lotes para reducir costos de alistamiento o pedido o para obtener descuentos en los artículos adquiridos.

Inventario permanente

Método seguido en el funcionamiento de algunas cuentas, en general representativas de existencias, cuyo saldo ha de coincidir en cualquier momento con el valor de los inventarios.

Inventario cíclico

Son inventarios que se requieren para apoyar la decisión de operar según tamaños de lotes. Esto se presenta cuando en lugar de comprar, producir o transportar inventarios de una unidad a la vez, se puede decidir trabajar por lotes, de esta manera, los inventarios tienden a acumularse en diferentes lugares dentro del sistema

Tabla IV. Tipos de inventario, funciones y beneficios

Tipo	Función	Beneficios
Tamaño de lote	Desacoplar las operaciones de fabricación (proveedor vs. consumidor)	Descuentos sobre compras; preparación de equipo y maquinaria, flete, manejo de materiales, gastos de papeleo e inspección, etc.
Fluctuación de la demanda	Seguro contra la demanda inesperada (inventario de seguridad)	Ventas incrementadas; flete de salida reducido, sustitución del producto de mayor valor, servicio al cliente, de oficina, costos de empaque, etc.
Fluctuación de la oferta	Seguro contra los suministros interrumpidos (huelgas, variaciones del tiempo guía de proveedores)	Tiempos muertos y tiempos extra reducidos, materiales sustitutos y flete de llegada; ventas incrementadas.
Anticipación	Estabilizar la producción (cubrir ventas estacionales, promociones de mercado)	Gastos de tiempo extra, subcontratos, contratos, despidos, seguro de desempleo, entrenamiento, desperdicio y repetición del trabajo, etc.
Transportación	Llenar la línea de distribución (es decir, material en tránsito, en un almacén de sucursal y en consignación)	Tener inventario de protección contra los aumentos de precio (es decir, cobre, plata, hierro)
Inventario de protección	Aumento de las ventas; reducción de los costos, de manejo y empaque	Disminución de los costos de materiales

Fuente George Plossi , control de la producción y de inventarios, pg. 22.

3.2.4 Costos en los inventarios

Los costos que se ven afectados por cada decisión específica deben ser determinados al decidir cuánto inventario tener. Hay dos decisiones básicas de inventario que los gerentes deben hacer cuando intentan llevar a cabo las funciones de inventario recién revisadas. Estas dos decisiones se hacen para cada artículo en el inventario:

- a. Que cantidad de un artículo ordenar cuando el inventario de ese ítem se va a reabastecer.
- b. Cuando reabastecer el inventario de ese artículo.

3.2.4.1 Costos de pedido

Estos costos pueden ser ya sea los de colocar pedidos de compra para adquirir material de un proveedor o los asociados con la orden de fabricación de un lote procedente de la planta. Cuando se compra material, se deben escribir requisiciones de materiales y pedidos de compra, se deben procesar facturas para pagar al proveedor e inspeccionar los lotes recibidos y de entregar a las áreas de almacenamiento o de proceso. Cuando la planta ordena un lote manufacturado, se incurre en costos por papeleo, arreglo de la maquinaria, desperdicio normal de arranque que resulta de la primera producción del nuevo arreglo y otros costos de una sola ocasión que son función del número de lotes ordenados o producidos.

3.2.4.2 Costos de tenencia de inventarios

Estos costos incluyen todos los gastos en que incurre la compañía por el volumen de inventario que lleva. Se incluyen usualmente en el costo de tenencia de inventario, los siguientes costos:

- a. Por obsolescencia. Se incurre en estos costos porque el inventario no es ya vendible debido a patrones de venta cambiantes y a deseos del cliente. Este problema es agudo en los artículos de moda, de alta tecnología.

- b. Por deterioro. El material que se tiene en inventario puede humedecerse, secarse, ser ensuciado por el manejo o deteriorado de muchas otras maneras de modo que ya no se puede vender o usar.

- c. Por impuesto. En algunos lugares se paga un impuesto por inventarios. Algunos se basan en la inversión en inventario en un momento particular del año, mientras que otros se basan en la inversión promedio en inventario de todo el año.

- d. De garantía. Los inventarios, como la mayoría de los activos, son protegidos por un seguro generalmente llevado como parte de otras políticas de seguros de las compañías.

- e. De almacenamiento. El almacenamiento del inventario requiere de una bodega con personal de supervisión y operativo, de equipo de manejo de material, de registros necesarios, etc. No se incurriría en los costos de estos medios si no hubiera inventarios.

- f. De capital. El dinero invertido en inventarios no está disponible para ser usado en otras actividades de la compañía y, de hecho, puede ser pedido prestado a los bancos. El costo de pedir prestado el dinero o el costo de la oportunidad de inversión perdida por usar este capital en otras áreas de la compañía debe cargarse a la inversión en inventario como el costo de capital. **(18)**

La gestión de inventarios es una actividad en la que coexisten tres tipos de Costos

Costos asociados a los flujos

Costos asociados a los inventarios

Costos asociados a los procesos

Esta estructura se plantea sin perjuicio de mantener la clásica estructura de costos por naturaleza, según se clasifican en los dos siguientes grandes grupos.

- a. Costos de operación.
- b. Costos asociados a la inversión

Los primeros, son los necesarios para la operación normal en la consecución del fin. Mientras que los asociados a la inversión son aquellos financieros relacionados con depreciaciones y amortizaciones.

Dentro del ámbito de los flujos habrá que tener en cuenta los costos de los flujos de aprovisionamiento (transportes), aunque algunas veces serán por cuenta del proveedor (en el caso de contratos tipo CFR, CIF, CPT o CIP, entre otros) y en otros casos estarán incluidos en el propio precio de la mercancía adquirida. Será necesario tener en cuenta tanto los costos de operación como los asociados a la inversión.

Costos asociados a los inventarios, en este ámbito deberán incluirse todos los relacionados con inventarios. Estos serían entre otros costos de almacenamiento, deterioros, pérdidas y degradación de mercancías almacenadas, entre ellos también se tienen los de rupturas de inventario, en este caso cuentan con una componente fundamental los Costos financieros de las existencias, todo esto ya serán explicados más adelante.

Cuando se quiere conocer en su conjunto los costos de inventarios, habrá que tener en cuenta todos los conceptos indicados. Por el contrario, cuando se precise calcular los costos, a los efectos de toma de decisiones, (por ejemplo, para decidir tamaño óptimo del pedido) solamente habrá que tener en cuenta los costos evitables (que podrán variar en cada caso considerado), ya que los costos no evitables, por propia definición, permanecerán afuera sea cual fuera la decisión tomada.

Por último, dentro del ámbito de los procesos existen numerosos e importantes conceptos que deben imputarse a los costos de las existencias ellos son: costos de compras, de lanzamiento de pedidos y de gestión de la actividad.**(18)**

3.2.5 Rotación de inventarios

El ratio o tasa de rotación es una magnitud, en este caso relativa fundamental para el control de los inventarios que relaciona las salidas con las existencias. Se define de la siguiente manera:

Fórmula IV. Rotación de inventarios

$$(\text{Rotación} = \text{salidas}) / \text{Existencias}$$

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. El resultado (por ejemplo, 8.5), significa que para una referencia, familia de productos o total de la empresa, las existencias han rotado durante un año en los almacenes el número de veces indicado. También pueden medirse las rotaciones mensuales, semanales o diarias, según cuales sean las características de la referencia analizada, pero el ratio de control por excelencia es el de las rotaciones anuales. **(15)**

Además de esta atención sobre el periodo temporal al que se refiere el ratio de rotación, se debe de tener 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 perverso 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 inventarios.

3.2.5.1 La rotación de inventarios y su influencia en la productividad

La tasa de rotación de inventarios puede llegar a reflejar ya sea un aumento o una baja en la productividad, se puede tener fijada una meta de rotaciones en determinado tiempo y no poder cumplirse. Puesto que la rotación indica cuantas veces se han renovado los inventarios y cuanto se tiene en existencia, se puede decir que entre más veces se haya repetido este ciclo y entre menos se tenga en existencia, se ha logrado que la productividad aumente; pero, si ocurriese lo contrario, tendríamos una baja en la productividad y se tendría que trabajar en los métodos que se utilizan para el consumo de los materiales.

3.2.6 Modelos de inventarios

En la acepción más amplia de la palabra, los inventarios son recursos utilizables que se encuentran almacenados para su uso posterior en un momento determinado. Algunos autores los definen simplemente como bienes ociosos almacenados en espera de ser utilizados. Otros autores los definen como un activo corriente de vital importancia para el funcionamiento de la empresa. Existen múltiples argumentos para justificar la tenencia o no de inventarios, de los cuales se mencionan tan solo unos pocos. **(16)**

3.2.6.1 Modelo de cantidad óptima de pedido

Este modelo parte de una serie de supuestos fuertes, los cuales se van suavizando a medida que se avanza en la teoría, sin embargo sus aplicaciones y utilidad son importantes y los desarrollos posteriores que ha permitido, lo hacen un punto de referencia obligado en todos los campos donde se hable de inventarios. Por eso no es extraño encontrar menciones a este modelo en múltiples libros de costos, de administración de operaciones, de logística, de cálculo y de otros temas. Los supuestos sobre los que este modelo se construye son:

La demanda se conoce con certidumbre y es constante.

Los costos relacionados con el modelo permanecen constantes.

La cantidad de pedido por orden es la misma.

El pedido se recibe en el momento que se ordena.

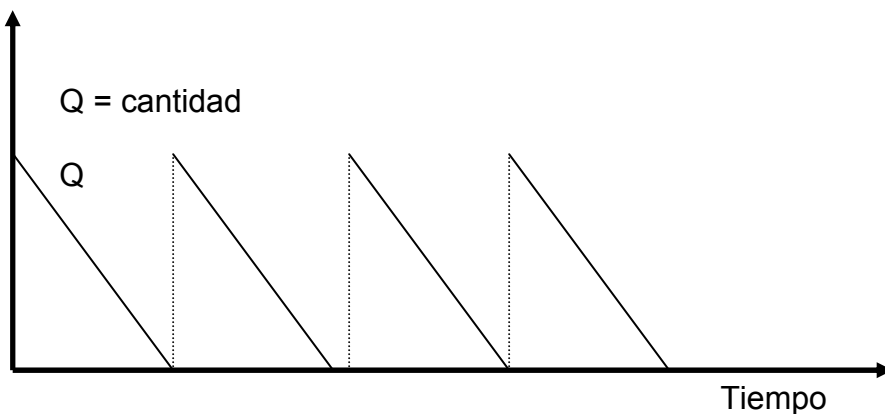
El inventario se restablece en el momento en que se agota.

El proveedor surte las cantidades solicitadas en un solo lote.

Se considera un horizonte infinito y continuo en el tiempo.

El comportamiento de este modelo se aprecia fácilmente en la siguiente gráfica

Figura 12. Modelo de la cantidad económica de pedido



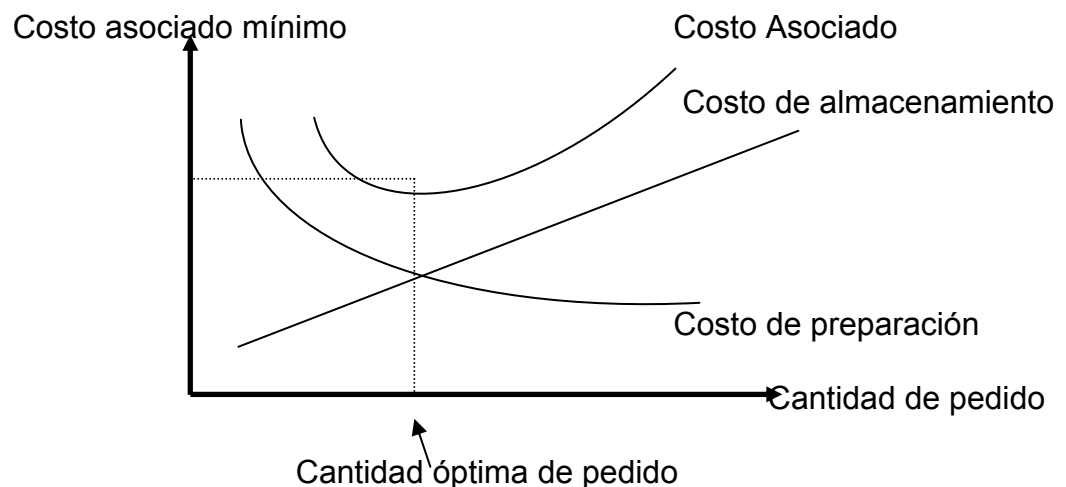
Para poder tomar una decisión sobre: la altura del triángulo (cantidad de pedido), el número de triángulos (números de pedidos en el periodo), la base del triángulo (tiempo entre pedidos) y conocer el valor asociado con estas decisiones es necesarios conocer los siguientes datos:

Demanda, normalmente se trabaja anual, aunque el modelo permite otros manejos, se calcula a partir de los presupuestos de la empresa.

Costo de pedido, este se genera cada vez que la compañía efectúa una compra, en su calculo debe involucrarse desde el tiempo que se toma para efectuar el pedido, hasta los gastos de transporte y recepción de la mercancía, sin olvidar incluir los gastos administrativos pertinentes al pago de la factura.

Costo de mantenimiento (conservación), indica cuanto vale tener la unidad de inventario en bodega, debe tenerse en cuenta desde el costo del dinero, hasta los seguros en caso de tenerlos, el de la bodega y el del personal que maneja los inventarios, este costo se debe dar en la misma unidad de tiempo en que se estima la demanda.

Figura 13. Cantidad óptima de pedido



La parte compleja del modelo es precisamente la definición de los costos anteriores, si se calculan objetivamente, el modelo da unos resultados válidos así no sean absolutamente exactos. El objetivo del modelo no es minimizar uno de estos costos, ya que su comportamiento es inverso y en caso de minimizar uno solo de ellos, el otro se dispara por lo que los costos asociados serán más altos. Lo importante es minimizar la suma de los costos de pedir y de mantener, lo que se conoce con el nombre de costo asociado. En la figura 13 se observa como dicho costo en los valores cercanos al mínimo, no cambia considerablemente, sin embargo si se aleja de éste, los costos pueden incrementarse de forma importante, por lo que la idea consiste en pedir un valor muy cercano a la cantidad económica de pedido.

La simbología que se utiliza es una de las tantas existentes, aunque es posible encontrar símbolos diferentes, esto no es problema, lo importante es tener claros los elementos conceptuales.

D : Demanda

Co : Costo de pedido

Cc : Costo de conservación

Q* : Cantidad económica de pedido

N : Número de pedidos

Tc : Tiempo entre pedidos

CA: Costo asociado a la política de inventarios

CT: Costo total, involucra valor de los artículos y el costo asociado.

Calculando las primeras tres variables los demás valores quedan automáticamente dados, la demostración del porque se utiliza la formula siguiente proviene del calculo diferencial:

Fórmula V. Pedido óptimo

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_0}{C_c}}$$

Argumentos a favor

- a. Prever escasez
- b. Es preferible ahorrar productos que dinero
- c. Permiten obtener ganancias adicionales cuando hay alzas
- d. Facilitan desfasar (separar) los diferentes procesos de la empresa

Argumentos en contra

- a. Inmovilizan recursos que podrían usarse mejor
- b. Esconden los problemas de la empresa
- c. Disimulan la ineptitud del tomador de decisiones
- d. Facilitan esconder los problemas de calidad

Los argumentos esgrimidos por los "partidarios" de cada corriente tienen validez relativa, esto es lo que los hace tan peligrosos, ya que al tener indiscutiblemente una parte de realidad son aun más difíciles de rebatir que las verdades verdaderas como diría Fuentes, debido a lo anterior es que debemos ser objetivos en la posición a asumir y no ser maniqueos, es decir no debemos creer que nuestro argumento es acertado y que todos los demás están equivocados. **(16)**

Lo que es indiscutible, es que los inventarios representan un alto porcentaje de los activos en el balance y a las compras les sucede lo mismo con respecto a las utilidades en los estados de resultados, entonces si desde el punto de vista financiero reconocemos esta realidad y no hacemos nada con el objeto de mejorar su manejo estamos siendo irresponsables con nuestra empresa.

3.3 Manejo de materiales

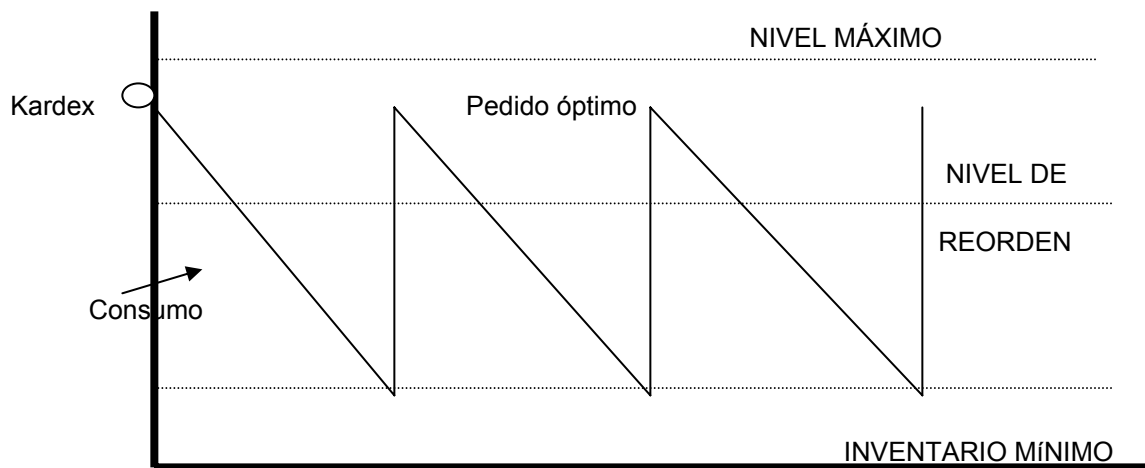
3.3.1 Definición

Es una etapa en el control de producción que se realiza cuando se han efectuado análisis de proyecciones de ventas y la capacidad de producción de la planta, para después programar las actividades fabriles necesarias; en otras palabras llevar a cabo la planificación de la producción. El manejo de materiales no es más que un complemento de las actividades anteriores, que garantizan que las operaciones de fabricación nunca tendrán que ser suspendidas por falta de materiales en las líneas de operación. Al hablar de materiales, éstos pueden ser materias primas, materiales de empaque, etc., en fin todo material que sea necesario para conformar un producto final. Las herramientas que se utilizan para este propósito son las mismas que se usan para el control de inventarios, sin embargo, no se debe olvidar que estas herramientas sólo sirven para planificar el manejo de materiales, nunca para sustituirlos. **(7-cap3-1)**

El manejo de materiales se fundamenta básicamente en el cuadro resultante de la planificación de producción. Utiliza como herramientas los siguientes elementos:

- Formulación
- Explosión de materiales
- Control de inventarios
- Diseño de ingresos
- Tabla de control

Figura 14. Diseño de control teórico de consumo.



Dependiendo del tipo de proceso en que se esté trabajando, la 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. Y las indirectas son aquellas que aunque no son materiales que integran directamente la producción de los productos si son necesarios para terminar o fabricar el producto final.

Ya establecidas las fórmulas o en otras palabras los materiales que se van a utilizar, se puede iniciar el establecimiento de la explosión de materiales. Dicho de otra forma, ya se puede decidir cuánto material se utilizará en el proceso.

Puesta en marcha la formulación y la explosión de materiales, se puede iniciar el diseño del control de inventarios, el cual se basa en poder establecer:

- Pedido óptimo
- Nivel mínimo de existencia
- Nivel máximo de existencia
- Nivel teórico de consumo
- Nivel de reorden

3.3.2 El buen manejo de materiales y su relación con la rotación de inventarios

Cuando los materiales son manejados de manera óptima dentro de los procesos, sin pasar por alto el buen control que se le puede dar a los desperdicios, puede llegar a tenerse una buena rotación de inventarios. Si se sabe cuánto material se utilizará, cuánto se desperdició y cuánto material ingresó a proceso, se puede tener un dato casi exacto del total de materia prima extraída de bodega, cuánta materia prima está aún en tránsito en proceso; y es allí en donde se puede controlar de mejor manera la rotación de inventarios, ya que no solo puede medirse en bodega, sino también en proceso. Por otro lado, las variaciones de inventarios provienen del descontrol en proceso y del mal control que se tenga en la rotación de los mismos.

3.4 Desperdicios

3.4.1 ¿Qué es desperdicio?

Son todos aquellos recursos que no son aprovechados de manera óptima ya sean estas materias primas, tiempo, espacios, etc. Existen diferentes tipos de desperdicios:

- a. De movimiento de material
- b. De sobreproducción
- c. Por correcciones
- d. De insumos
- e. De procesos
- f. De movimientos
- g. Por falta de sincronía
- h. Por obsolescencia de procesos
- i. Por irregularidad
- j. Por sobrecarga

En este caso, se analizarán los desperdicios que en algún momento estén relacionados con las materias primas que se desperdicien en el proceso y que afecten a los inventarios.

3.4.2 ¿Cómo afecta el mal manejo de desperdicio a los inventarios?

Cuando no se tiene un control adecuado de desperdicios en el proceso, no se puede saber cuanta materia prima se está utilizando de más para hacer ya sea la misma cantidad de productos o más, y en el peor de los casos, menos de lo establecido.

En estos casos, cuando no podemos controlar los desperdicios, todo esto repercute en la variación de los inventarios, puesto que al momento de hacer conteos físicos en algún momento dado, no se tendrán los resultados esperados o exactos de la cantidad de material utilizado para determinada cantidad de producto.

Fórmula VI. Desperdicios

En otras palabras:

$$\text{Desperdicios} + \text{PT} = \text{MP recibida de bodega}$$

3.4.3 La recopilación de desperdicios y la toma de datos de Los mismos

Para poder controlar los desperdicios de materiales, es importante llevar un control. Para ello, se deben de recopilar datos tanto de producciones como de cuanto material se utilizó para poder hacer dicha cantidad de producto. Es importante que cuando se tomen datos se asigne a la persona adecuada para dicha tarea, ya que en muchas ocasiones, los operadores tienden a pensar que por generar demasiado desperdicio se tomarán medidas en contra de ellos. Para ello, es importante concienciarlos y explicarles el por qué de la toma de datos debe de ser la cantidad real que se echó a perder durante la jornada de trabajo.

Por otro lado, se debe de tener presente que en la mayoría de casos, el desperdicio de materiales es causado por desperfectos en la maquinaria, esto cuando se trata mayormente de sistemas automatizados.

3.5 Rechazos

3.5.1 Definición

Es toda aquella materia prima que no puede ser utilizada en proceso debido a desperfectos del proveedor; ya sea por obsolescencia u ocurridos en el momento en que ésta se transportaba.

3.5.2 ¿Para que se utilizan los rechazos?

La utilización de los rechazos es de suma importancia, ya que éstos no son desperdicios generados en proceso, por lo tanto, no pueden ser tomados en cuenta en los inventarios; de ser así, generarían variaciones en los mismos, ya que es materia prima que no podrá ser procesada debido a los desperfectos que contenga la misma. Los rechazos deben de realizarse en un tiempo estipulado para que no se recaiga en la acumulación inadecuada y descontrolada, cualquier material que éste sea, ya que es la única forma de hacer un reclamo al proveedor.

3.6 Inventario de seguridad (*stock*)

3.6.1 Definición

Es un nivel de inventario mínimo, que se utiliza para cubrir las diferencias en el tiempo en las entregas de materiales por parte del proveedor, regularmente los tiempos de entrega de los materiales sufren diferencias en el record de entregas, aunque sea el mismo proveedor y el mismo producto, sin embargo cuando se tiene la certeza y la confianza de que el proveedor siempre

cumple con los tiempos de entrega, el inventario mínimo ya no es necesario calcularlo, pues el inventario mínimo encarece los niveles de inventarios, ya que agrega una cantidad adicional de producto en la existencia de materiales en bodega.

3.6.2 Cálculo

Primero hay que calcular la media de entregas del material, la cual se saca sumando cada tiempo de entrega y dividiendo el resultado entre el número de datos que se están cuantificando:

Fórmula VII. Promedio de tiempos

$$X = (n_1 + n_2 + \dots + n_i) / N$$

Donde “n” son los datos y N la cantidad de “n” existentes.

Con la media de entregas ya cuantificadas, se necesita encontrar la entrega que se encuentre con el mayor tiempo tabulada.

El diferencial de tiempo da la pauta del nivel de tiempo necesario a tomar para diseñar el inventario mínimo, ya que éste está tomando en cuenta el promedio de entregas del producto en el tiempo y está tomando en cuenta cualquier retraso que pudiera existir. Según la estadística del cuadro de entregas, este diferencial de tiempo pasa entonces a ser la política de inventario para calcular el inventario mínimo:

Fórmula VIII. Inventario mínimo.

Inventario mínimo: (planificado / ciclo) * política

El ciclo no es más que el número de períodos que se está tomando en el cálculo de lo planificado.

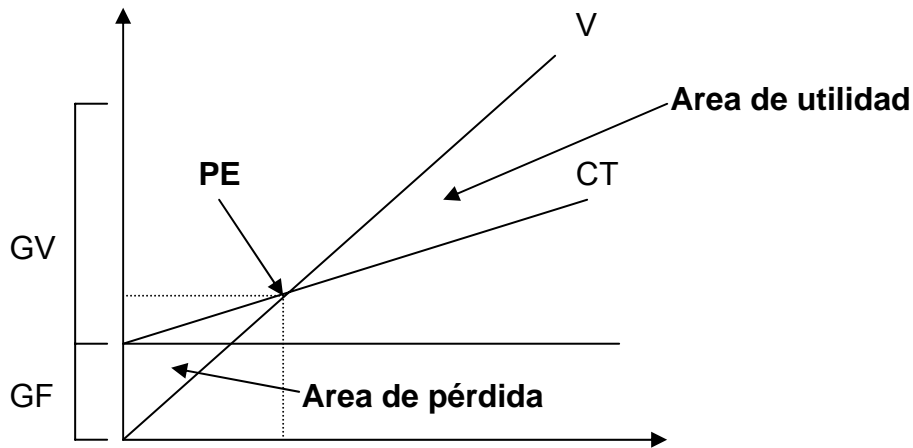
3.7 Punto de Equilibrio

3.7.1 Definición

Es el nivel de ventas en que se cubren todos los gastos, y por lo mismo, la empresa no gana ni pierde; es decir, el punto donde las ventas son iguales a los costos. Se define como el nivel de ventas con el cual se cubren todos los costos de operación fijos y variables, es decir, el nivel en el cual las Utilidades antes de impuestos son iguales a cero.

El análisis de punto de equilibrio está íntimamente relacionado con el concepto de apalancamiento operativo (resulta de la existencia de gastos fijos en operación en el flujo de ingresos de la empresa, estos gastos no varían con las ventas y deben pagarse sin tener en cuenta el monto de los ingresos). El punto de equilibrio permite que la empresa determine el nivel de operaciones que debe mantener para cubrir todos sus costos de operación y para evaluar la rentabilidad a diferentes niveles de ventas. **(12,13)**

Figura 15. Diagrama del punto de equilibrio.



GV = Gastos variables CT = Costo total
GF = Gastos fijos PE = Punto de equilibrio
V = Ventas

Fórmula IX. Punto de equilibrio

$$PE = \frac{GF}{1 - (GV/V)}$$

3.7.2 Diferentes criterios para la utilización del punto de equilibrio

Cada herramienta que puede ayudarnos a solucionar cualquier tipo de problemas, según las necesidades del analista, pueden ser utilizadas de diferentes formas. Al igual, el punto de equilibrio puede no solo a ayudarnos a saber cuanta mercadería debe venderse en un almacén para empezar a generar ganancias, sino también podemos utilizarlo como herramienta para controlar el punto de partida de pedidos y desperdicios como será en nuestro caso en el capítulo 5.

3.8 Pronósticos

3.8.1 ¿Qué es un pronóstico?

Es una aproximación de la demanda de determinado producto que se hace para estimar la producción que se debe planificar en planta, tomando en cuenta el mercado y el historial de ventas previstas del producto en un periodo de tiempo estimado.

3.8.2 Importancia

La planeación y el control de fabricación se relacionan básicamente con el futuro. Toda empresa busca satisfacer la demanda en cualquier momento; para ello, es necesario poder visualizar cuánto producto pide la demanda, y cuánto se puede producir con base en los datos del pasado. La importancia de todo esto es saber cuánto producir, para que no existan sobrantes, lo cual puede incurrir en gastos de bodega y, dependiendo del producto, luego no se pueda vender. En el peor de los casos, pueden existir faltantes, lo cual tampoco es conveniente para la empresa, ya que no se está cumpliendo con el pedido y por ende con la demanda. Esto puede provocar que el cliente busque otras alternativas y deje de solicitar el producto.

Es importante entonces, saber cuánto se debe producir, pero no menos importante poder predecir cuánto se puede producir según los datos anteriores.

(7-cap1-1)

3.8.3 Tipos de pronósticos

Para poder definir los tipos de pronósticos, primero se deben saber las diferentes tendencias de la curva de demanda:

- a. Estables
- b. Ascendentes
- c. Cíclicas
- d. Ventas reales

Dentro de las familias estables, pueden encontrarse los siguientes métodos:

- 1) Demanda de último periodo
- 2) Promedio aritmético
 - a. Promedio móvil
 - b. Promedio móvil ponderado
 - c. Promedio móvil ponderado exponencial

En este caso, por el tipo de ponderación, se utilizará el método del promedio móvil ponderado, el cual consiste en tomar las ventas reales los períodos necesarios hacia atrás en el tiempo. Por otro lado, a dichas ventas, se les asigna una ponderación, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a. El valor máximo que puede tener todo el ciclo no puede ser mayor que el número de períodos involucrados en el ciclaje de movilidad.
- b. Los valores que se asignan a cada periodo no pueden ser menores que el dato anterior asignado.

c. No se puede utilizar una ponderación con un valor igual a cero.

Si se deseara conocer el pronóstico para el mes de mayo, y se sabe que el ciclo por política debe ser de 4.

Enero	2410	* 0.5	= 1205
Febrero	2351	* 1	= 2351
Marzo	2455	* 1	= 2455
Abril	2385	* 1.5	= 3578

TOTAL = 9589

PRONÓSTICO = $9589/4 = 2397$

En este caso, el ciclo se tomó de 4, por políticas de la empresa, para efectos de cálculo, éste se tomará dependiendo de las necesidades a las que se aplique el pronóstico.

3.8.4 Diferentes usos

Los pronósticos pueden ser utilizados para diferentes propósitos, esto, según las necesidades del analista y de la empresa. Por un lado, se pueden pronosticar tiempos de llegada de materiales, horas de producción y ventas entre otros.

Por otro lado, los pronósticos no sólo pueden ser utilizados en planta, sino en almacenes, los departamentos de mercadeo y ventas, operaciones, etc.; tomando en cuenta siempre que lo que se busca es la satisfacción de la demanda futura.

3.8.5 Funcionalidad

Lo que se busca al aplicar un pronóstico es poder satisfacer a los clientes, que son quienes indican en cualquier momento cual es el comportamiento de la demanda; es decir, que son ellos quienes marcarán el tipo de familia de demanda.

Por otra parte, los pronósticos al utilizarse internamente en las empresas, de igual forma, tendrán la misma finalidad que con los clientes, cuando por ejemplo se busque mejorar la demanda de repuestos de un departamento de mantenimiento, el cliente sería el departamento y el proveedor la bodega de materiales. Es decir, que la funcionalidad de los pronósticos es tan amplia que puede ser aplicada en muchos problemas que impliquen demanda.

4. PROPUESTA DE MEJORA

4.1 Estandarización de los pedidos a bodega

4.1.1 Establecimiento de un inventario (*stock*) de seguridad

Para poder calcular el inventario de seguridad, se tomaron 10 tiempos de llegada (en minutos) de material de bodega a proceso, tomando en cuenta que el departamento fuese el último en ser atendido, aunque no siempre es así.

- Tomando como base la Fórmula VII se tiene:

$$X = 58, 55, 61, 73, 75, 60, 55, 65, 71, 64, 76.$$

Sumando los tiempos y dividiéndolos entre

$$X = (58+55+61+73+75+60+55+65+71+64+76)/10 = 71.3\text{min} = 1.19 \text{ hrs}$$

De la fórmula se utiliza únicamente el promedio de tiempos de llegada, esto, por el tipo de proceso que se maneja en el departamento. Para poder seguir calculando el inventario mínimo, se hará de la siguiente forma:

Fórmula X. Propuesta inventario mínimo (*stock mínimo*)

$$\text{Inventario Mínimo} = X * \text{núm. Máquinas promedio} * \text{velocidad}$$

Lámina

Si una formadora de blindaje, consume 230 u/min y suponiendo que en promedio trabajan 6 máquinas para abastecer a las ensambladoras, podemos calcularlo de la siguiente forma:

$$\text{Inventario M\u00ednimo} = 71.3 \text{ min} * 6 * 230 \text{ u/min} = 98394 \text{ unidades}$$

Dependiendo el calibre se tendr\u00eda

Tabla V. Inventario m\u00ednimo seg\u00fan el calibre

Calibre 14	Calibre 17
8 cajas	9.73 cajas
0.8 tarimas	0.973 tarimas

Con la salvedad que la cantidad de m\u00e1quinas podr\u00eda variar, seg\u00fan las condiciones en las que se est\u00e9 iniciando el turno.

Ficha

La ficha se utiliza en las ensambladoras, las cuales pueden almacenar aproximadamente 4500 unidades cada una, y consumen aproximadamente 225 fichas por minuto y se trabajan en promedio 6 m\u00e1quinas. Para poder calcular el inventario m\u00ednimo, tomando en cuenta el mismo tiempo de llegada que se utiliz\u00f3 para la l\u00e1mina, se tiene:

$$X = 71.3 \text{ min} = 1.19 \text{ hrs}$$

$$\text{Inventario M\u00ednimo} = (71.3 \text{ min} * 6 * 225) - (6 * 4500) = 69255 \text{ unidades}$$

Sabiendo que 1 caja contiene 9000 u.

$$\text{Inventario M\u00ednimo} = 69255 \text{u} / 9000 = 7.69 \text{ cajas}$$

$$\text{Inventario M\u00ednimo} = 7.69 \text{ cajas} / 45 = 0.17 \text{ tarimas}$$

Sello

Una pila consume 2.75 gr (0.00275 kg) de sello. Suponiendo que se est\u00e1 trabajando a 1200 unidades por minuto, se calcula de la siguiente forma:

Inventario Mínimo = 1200u * 71.3min*0.00275kg = 235.29 kg

Inventario Mínimo = 235.29 kg/45.6kg = 5.16 unidades de sello (cuñetes)

4.1.2 Utilización de un pedido óptimo para la minimización de los inventarios en producción.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_0}{C_c}}$$

Los promedios de consumo de los 4 últimos meses en unidades son:

411237, 426601, 449819, 361834

La demanda sería: $D = [(411237+426601+449819+361834)/4] = 412373u$

Convirtiéndolo a toneladas se tiene un equivalente de

$$(412373u * 0.0075 \text{ kg} * 2.2 \text{ lbs})/2000 = 3.4 \text{ ton}$$

Si el costo de almacenaje es la mitad del valor del costo de pedir

$$Q^* = \sqrt{(2*3.4*200)/100} = 3.68 \text{ toneladas}$$

Otra forma de calcular el pedido óptimo, es tomando como base la cantidad de máquinas que están trabajando y la eficiencia del día.

Suponiendo en un día normal se trabajan 5 bibras, al 80% de eficiencia el pedido óptimo se calcularía de la siguiente forma:

$$Q^* = 5 \cdot 0.8 \cdot 465 \text{min/turno} \cdot 230 \text{u/min} = 427800 \text{ u/turno}$$

4.1.3 Utilización del plan de producción como base para la toma de decisiones

Para poder tener un mejor control sobre los pedidos de materiales a bodega, otra de las opciones es utilizar de forma adecuada el plan de producción diario para las requisiciones de la siguiente manera:

Fórmula XI. Requisiciones

$$\text{Planificado} - \text{inventario existente} = \text{requisición}$$

Al tener como base en la fórmula anterior, se puede decidir una cantidad aproximada en la requisición, sabiendo siempre que de bodega se trasladan tarimas completas de cualquiera de los tres materiales que se están analizando.

Por otro lado, con el plan de producción puede definirse el inventario máximo que se puede tener durante determinado turno:

Fórmula XII. Inventario máximo

$$\text{Inv. Max.} = \text{Planificado} + \text{inventario mínimo}$$

4.2.2 Clasificación del desperdicio

4.2.2.1 Lámina

Al momento de clasificar este desperdicio, en el área de bibras, se sabe que automáticamente ya transformada en blindaje o meramente en lámina, el desperdicio es contabilizado. En el área de las ensambladoras, cuando se reportan pilas, éstas ya llevan consigo blindaje, por lo tanto, no sólo se pierde una pila, sino todos los materiales que han sido utilizados hasta ese punto del proceso.

Por otro lado, en el área de la inspección, ocurre lo mismo, cuando se pierden pilas que no llevan tubo, o pilas en sí que no pueden pasar hacia el empaque y las pilas que se les cambia blindaje. Si se observa la Tabla II, puede decirse que los desperdicios aumentarían, si se toma en cuenta lo anteriormente descrito.

Tabla VI. Nueva forma de clasificación de desperdicio

Ensambladoras

Núm.	Lámina	Unidades	Ficha	Unidades	Pilas
1	0.5 kg	67	0.09 kg	80	3
2	0.7 kg	93	0.1 kg	89	5
3	0.3 kg	40	0.15 kg	134	9
4	0.4 kg	53	0.07 kg	62	6
5	0.9 kg	120	0.05 kg	45	10
6	1.2 kg	160	0.1 kg	89	4
7	0.8 kg	107	0.08 kg	71	2
8	0.6 kg	80	0.05 kg	45	3
9	0.5 kg	67	0.07 kg	62	6
	TOTAL	787	TOTAL	677	

- Inspección = 198 pilas y 267 blindajes

Desperdicio de lámina = 787 u.

Si a eso se le agrega la cantidad de pilas que se desperdiciaron por ensambladora y lo de inspección el desperdicio queda de la siguiente forma:

$$\text{Total desperdicio} = 787 + 48 + 198 + 267 = 1300 + 666 = 1966$$

A la cantidad anterior, se le debe sumar lo que se pierde en el área de bibras para totalizar el desperdicio de lámina (tabla III).

4.2.2.2 Ficha

Existen fugas de desperdicio que no son contabilizadas, entre las cuales están el desperdicio de tubo que ya ha sido engargolado, la pila que se registra en la inspección que lleva tubo y el que se va directamente a la basura sin ser contabilizado. De la misma tabla del inciso anterior, puede deducirse entonces:

Inspección = 198 pilas, de las cuales, el 42% ya llevan tubo y ficha.

Promedio de ficha en el piso

$$0.8 + 0.65 + 1 + 0.5 + 0.75 + 0.9 + 0.5 + 0.8 + 0.6 + 1 = 0.75\text{kg} = 669\text{u/turno}$$

$$\text{Total desperdicio} = 677 + 48 + 669 + 83 = 1477$$

4.2.2.3 Sello

En lo que respecta al desperdicio de sello, se tiene toda la pila que se saca en la inspección y es contabilizada diariamente, la cual ya ha sido sellada; para poder calcular la cantidad que se ha perdido del mismo se hará por peso de sello que contiene cada pila.

$$1 \text{ pila} = 2.75 \text{ gr}$$

Si se extrajeron 198 pilas de la inspección durante un turno, se tiene que el desperdicio de sello sería:

$$198 \text{ pilas} * 2.75 \text{ gr} = 544.5 \text{ grs}$$

$$544.5 \text{ grs} / 1000 = 0.54 \text{ kgs}$$

El desperdicio total es de 0.54 kgs en el turno.

4.2.3 Estandarización del desperdicio

Para poder saber cuánto varían los desperdicios y puedan ser restados en los inventarios, es necesario tomar muestras de los mismos por turno. En este caso, se tomaron muestras de un mes completo de los desperdicios en todas las áreas y se hizo un promedio por turno (ver tabla VI).

a. Promedio desperdicio lámina = $198 + 58 + 256 + 583 + 162 + 66$

$$\text{Total} = 1323 \text{ u/turno}$$

b. Promedio desperdicio ficha = $457 + (162 * 42\%) + 58 + 669$

$$\text{Total} = 1252 \text{ u/turno}$$

c. Promedio desperdicio sello = $(162+66)*2.75/1000$

Total = 0.63 kg

Los promedios anteriores tienen como objetivo mostrar la cantidad que se pierde por turno normal de producción para poder tener un estándar aproximado, o en todo caso, una cantidad máxima permitida por turno.

Tabla VII. Promedios de desperdicios

Ensambladoras			Inspección				
Blindaje	Pilas	Fondo	Pilas	P s/tubo	Blindaje	Bibras	
386	105	268	135	41	960	582	
167	93	625	265	85	587	942	
440	57	2053	149	112	1067	624	
193	115	669	248	132	587	492	
340	90	357	187	127	240	254	
209	82	312	236	66	80	837	
217	121	178	172	56	40	413	
227	111	937	151	105	200	1195	
232	60	705	91	80	267	862	
283	56	197	104	73	120	1274	
215	62	210	135	40	216	572	
64	33	205	126	58	64	490	
147	37	196	124	36	147	164	
187	38	563	105	24	107	534	
133	34	616	121	70	213	685	
72	21	535	185	76	160	454	
173	47	80	146	65	173	763	
107	49	464	242	69	147	682	
87	28	294	232	45	80	447	
93	40	321	172	45	293	280	
187	32	464	137	61	133	356	
92	30	313	125	33	107	278	
293	49	321	127	44	93	403	
255	61	216	146	55	210	660	
155	30	315	185	42	100	328	
Total por mes	4954	1451	11414	4046	1640	6391	14571
Total por turno	198	58	457	162	66	256	583

Para poder calcular un estándar cuando se trata de desperdicios, se puede hacer uso de los promedios por turno y obtener el porcentaje correspondiente basándose en la producción total diaria.

	Blindaje	Fondo	Sello
	198	58	162
	58	457	66
	162	162	
	66		
	256		
	583		
TOTAL	1323	677	228
ESTANDAR	0.4%	0.2%	0.1%

4.3 Mejoramiento del control de la materia prima en bodega

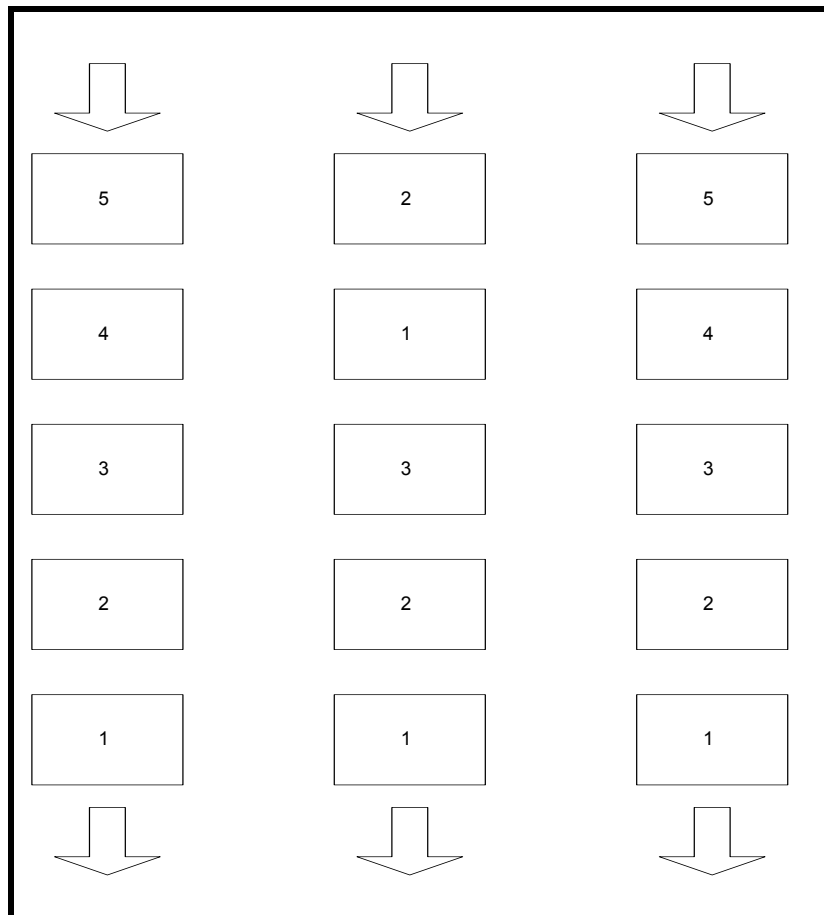
4.3.1 Utilización del sistema PEPS (primeras entradas, primeras salidas) como base en el control de materia prima en la bodega.

Con este sistema, se pretende minimizar el descontrol de inventarios obsoletos que ocurren en ciertas ocasiones en bodega. Para ello, se propone colocar la materia prima que incurre en mayor descontrol de utilización, que es la lámina, en un lugar más óptimo para este sistema y poder realizar las entradas de un extremo y las salidas en otro extremo, y así, poder correr las posiciones de las tarimas al momento que ingrese nueva materia prima y aún exista inventario existente.

De no poderse colocar de dicha forma, puede extraerse de la manera en que se hace actualmente, con la única salvedad que se debe de controlar los inventarios entrantes y los salientes. Dicho de otra forma, si existieran inventarios salientes a proceso en una de las hileras, y se quiere ingresar un nuevo inventario, se debe trasladar los inventarios salientes al extremo de las salidas para colocar el entrante al fondo y así sucesivamente.

Para poder controlar de mejor forma los inventarios entrantes, éstos, deben de identificarse por fecha, números de tarimas entrantes en el inventario y color de pertenencia a bodega; también el peso por tarima para poder calcular la cantidad que contiene con mayor exactitud.

Figura 17. Sistema PEPS para salida de materiales en bodega



4.4 Estandarización del periodo de rechazos

Para poder llevar un mejor control, se debe de contabilizar la lámina que se ha rechazado por turno y acumularla en un solo lugar dependiendo el defecto que contenga. Al finalizar la semana, se puede saber cuanto material ha sido rechazado y por qué motivo para luego realizar el papeleo correspondiente a bodega. Para ello, se debe utilizar una boleta de rechazo, la cual debe de llenarla el operador y ser entregada al supervisor de turno, quien la acumulará y revisará el rechazo.

Figura 18. Boleta de control de rechazos de lámina

CONTROL DE RECHAZOS DE LÁMINA	
Operador_____	Fecha_____
Motivo del rechazo_____	
Calibre_____	Pulgadas_____
Fecha de inventario_____	Tarima_____

Se propone hacerlo al finalizar la semana, para que no se acumule tanto material, y además no se hagan rechazos extremadamente bajos.

4.4.1 Parámetros para determinar el material rechazado

Para poder rechazar el material, debe de realizarse lo siguiente

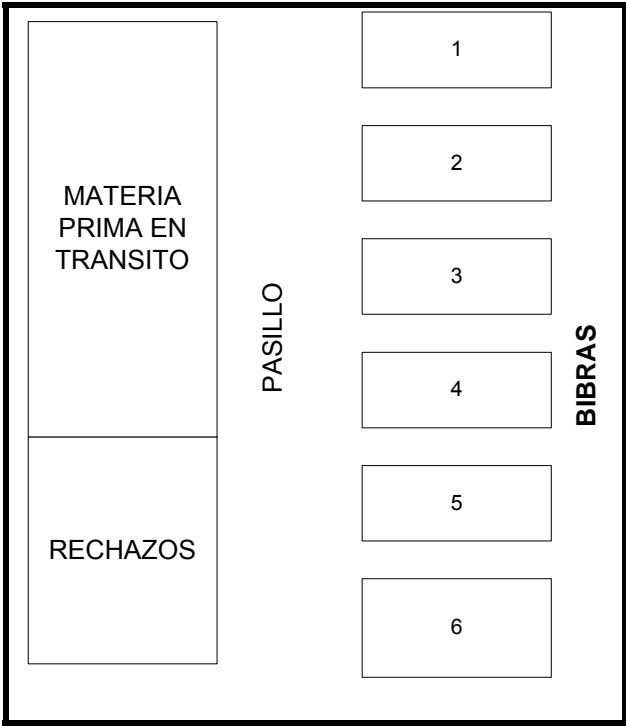
- a. Debe de encontrarse realmente en mal estado
- b. Ser revisado por el supervisor de calidad
- c. Llenar la boleta en el turno correspondiente para evitar acumulaciones
- d. No rechazar cantidades menores a 1 caja
- e. Si es rechazo por variación de color, realizarlo el mismo día.

En ocasiones, cuando los rechazos se hacen por variación de color, deben de compararse realmente los mismos para no incurrir en acumulaciones, puesto que cuando se rechaza el material por este defecto, se hace un rechazo por toda la tarima o lo que queda de ella.

4.5 Sectorización de rechazos de materiales

Para no confundir la materia prima con los rechazos, éstos pueden ser colocados de tal forma que estén separados en un área específica. Esto puede hacerse frente a las bibras, como lo muestra la figura. Al igual que los inventarios en bodega, pueden ser identificados con una boleta de color rojo, y anotar el número de tarima y el inventario del cual fue extraído dicho rechazo.

Figura 19. Sectorización de rechazos



5. PUESTA EN MARCHA DE LA PROPUESTA

5.1 Estudio de productividad

Cuando se sabe en realidad la cantidad de materiales utilizados para producir determinada cantidad de productos, se aporta un porcentaje muy valioso a la productividad; ésta no es mas que la relación entre los insumos que se han utilizado y la cantidad producida.

Ahora que ya se conocen las cantidades reales que se utilizan en cada uno de los materiales en un turno, se puede realizar un análisis de productividad más exacto.

Tomando en cuenta los promedios de desperdicio de la tabla VI.

- Lámina

$$\text{Productividad} = \frac{361834}{1323 + 361834} = 0.9963$$

- Ficha

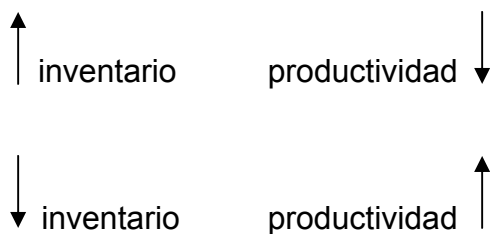
$$\text{Productividad} = \frac{361834}{1414 + 361834} = 0.9961$$

- Sello

$$\text{Productividad} = \frac{361834}{228 + 361834} = 0.9994$$

Por supuesto, que los índices de productividad anteriores sólo incluyen a los insumos materiales, y están calculados para un turno promedio extraído de un mes laborable calendario.

Por otro lado, si se toma en cuenta la reducción de inventarios y ésta se aplica a la productividad, basándonos en el siguiente teorema



Si los inventarios de proceso aumentan, la productividad disminuirá, ya que se están realizando pedidos en exceso, lo cual, quiere decir, que se está utilizando de bodega más insumos de los necesarios.

Por el contrario, si los inventarios disminuyen hasta las cantidades necesarias, la productividad aumentará.

Si se quieren producir 450000 unidades, y si se toma en cuenta el inventario mínimo calculado en el capítulo anterior.

a Lámina

$$\text{Productividad} = \frac{450000}{98394 + 450000} = 0.82$$

b Ficha

$$\text{Productividad} = \frac{450000}{69255 + 450000} = 0.8666$$

c Sello

$$\text{Productividad} = \frac{450000}{85560 + 450000} = 0.8402$$

La productividad depende de la cantidad que se pida a bodega, y así lo marcará entonces el índice. Si sólo tuviésemos de más el inventario mínimo, esta sería la productividad en la utilización de los materiales.

5.2 Desarrollo y puesta en marcha de un programa (hoja electrónica) de inventarios perpetuos

Figura 20. Esquema de la hoja electrónica para inventarios perpetuos

Fecha	Inventario	Pronóstico	Pedido	Producción	Desperdicio	Inv Final	Inv Teórico	Variación

Para poder controlar de manera óptima los inventarios perpetuos, éstos pueden ser ingresados en una hoja electrónica que consistirá en el esquema de la tabla anterior, lo cual, contribuirá al control de la variación, ya que ésta, podrá ser medida diariamente conforme lo indiquen los inventarios finales en comparación con los inventarios teóricos. Por otro lado, los pedidos podrán hacerse con mayor exactitud, tomando en cuenta el pronóstico y el inventario de producción. Los inventarios perpetuos, serán una herramienta esencial para poder controlar las variaciones.

Si lo que se busca es aumentar la productividad en la utilización de los materiales, se debe tratar de reducir los pedidos a bodega, tratando la manera que lo único que tengamos al final de cada turno sea el inventario mínimo. Una de las formas en que ayudarán los inventarios perpetuos es poder visualizar las cantidades en exceso que sobraron en el turno anterior e ir las tomando en cuenta en el inventario del turno que se esté trabajando; es decir, ya no solamente se echará un vistazo y hacer un cálculo a groso modo, sino se tendrán datos más exactos; y lo mejor de todo, es que se podrá llevar un registro de cómo van variando en cada turno dichos inventarios.

5.3 Procedimiento de flujo de materiales

5.3.1 Diseño de formatos para la creación de pedidos y creación de un pronóstico de consumo.

Figura 21. Formato para pedidos a bodega

Fecha	Inventario	Pronóstico	Desperdicio	Pedido

Para poder realizar los pedidos con mayor exactitud, es necesario utilizar cierto tipo de formatos que indicarán un pronóstico, aplicándolos de la siguiente forma:

- a Verificar el inventario del día.
- b Tomar como base el plan de producción semanal.
- c Corroborar si se ha cumplido con lo planificado para el día anterior.
- d De no ser así, acarrear el faltante.
- e Crear un nuevo pronóstico de consumo con base en los últimos 5 turnos.
- f Tomar en cuenta el desperdicio estándar.

Puesto que se necesitan crear pronósticos de consumo de materiales, éstos, se calcularán realizando el método del promedio móvil ponderado ya que el proceso al que se aplica, pertenece a la familia de demandas estables; por otro lado, interesa calcular el pronóstico de turno con base en el turno anterior. Para ello, se utilizarán las producciones de los últimos 5 turnos.

Tabla VIII. Calculo de pronóstico

Planificado	Producción	Pronóstico	Error	Error Acumulado
	425000			
	410000			
	450000			
	433250			
	442000			
450000		437725	12275	12275
500000				

El ciclo que se está utilizando es de 5, entonces, la sumatoria de las ponderaciones no debe de ser mayor que 5. Para el primer pronóstico se distribuirán las ponderaciones de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 425000 * 0.25 &= 106250 \\
 410000 * 0.25 &= 102500 \\
 450000 * 0.50 &= 225000 \\
 433250 * 1.50 &= 649875 \\
 \underline{442000 * 2.50} &= 1105000
 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 2188625$$

$$\text{Pronóstico} = 2188625/5 = 437725$$

En este caso, se comparará el pronóstico encontrado con la producción planificada para dicho turno. El error sería entonces ya sea un faltante de material o un sobrante del mismo, dependiendo el signo que dé el resultado de restar lo planificado menos el pronóstico. El error acumulado no es más que la suma de los errores que se vayan dando hasta llegar al final del ciclo (5 días), donde se sabrá si hubo material sobrante y cuánto.

Por otra parte, el pronóstico no sólo serviría para poder realizar pedidos, sino también, para pronosticar las variaciones, ya que si no se produce lo que se planifica, se puede saber aproximadamente cuánto es el sobrante del día, tomando en cuenta también, que solamente se pueden pedir cantidades exactas (por tarima) para cualquiera de los tres materiales.

5.3.2 Lámina

El inventario mínimo lo se tomará del cálculo del inciso 4.1.1, y el desperdicio del inciso 4.2.2.1; por otro lado, si se tiene un excedente en el inventario mínimo (SM) éste, se resta del pronóstico para los cálculos correspondientes de los pedidos. Si el pronóstico se estima que será de 437725 unidades, el pedido teórico sería entonces:

$$\text{Desperdicio} = 437725 * 0.4\% = 1751$$

$$P \text{ teórico} = \text{pronóstico} - \text{inventario} + \text{desperdicio}$$

$$P \text{ teórico} = 437725 - 102318 + 1751 = 337158 \text{ u}$$

Pero, ya que sólo se pueden hacer requisiciones por tarima completa, se aproximará a la cantidad más próxima cuadrada en tarimas. (el cálculo se hará para calibre 0.14).

$$P \text{ teórico} = 337158/12200 = 27063 \text{ cajas}/10 = 2.76 \text{ tarimas}$$

$$\text{Pedido} = 3 \text{ tarimas} = 366000u$$

Tabla IX. Cálculo de pedido de lámina

Fecha	S M	Inventario	Pronóstico	Desperdicio	Pedido teórico	Pedido
	98394	102318	437725	1751	337158	366000

El inventario de seguridad, sirve para tener un colchón al momento que se acabara el material, pero, si en dado caso llegara a suceder, no quiere decir que no se pueda hacer uso del mismo, aunque no en su totalidad.

Si bien es cierto, el inventario indica que es el momento de hacer una nueva requisición. Sin embargo, cuando se hace un pedido por faltante durante el proceso, el tiempo de llegada del material, es muchísimo menor a cuando se hace la requisición formal al inicio del turno.

5.3.3 Ficha

$$\text{Desperdicio} = 437725 * 0.2\% = 875 \text{ u}$$

A esto se le debe de sumar el promedio de ficha que cae al piso:

$$\text{Desperdicio} = 875 + 669 = 1544 \text{ u}$$

$$P \text{ teórico} = 437725 - 108000 + 1544 = 331269 \text{ u}$$

$$P \text{ teórico} = 331269/9000 = 36.8 \text{ cajas}/45 = 0.82 \text{ tarimas}$$

$$\text{Pedido} = 1 \text{ tarima} = 405000 \text{ u}$$

El inventario es el que se calculó en el inciso 4.1.1, y el desperdicio del 4.2.2.2.

Al igual que con la lámina, se sabe que no se pueden trasladar cajas a proceso, sino únicamente tarimas completas.

En este caso, se pidió una tarima, ya que el pronóstico es solamente el 7.5% mayor que la cantidad total pedida. Lo que se busca es reducir al máximo los inventarios de proceso, para poder controlarlos de mejor forma y con mayor facilidad.

Si se hubieran pedido dos tarimas, los resultados hubieran sido los siguientes:

$$\text{Pedido} = 2 * 45 * 9000 = 810000 \text{ u}$$

Entonces, el inventario teórico al finalizar el turno, y según el pronóstico hubiese sido de 372275 u; se estaría hablando de casi una tarima completa, o sea del 537% del inventario de seguridad.

Tabla X. Cálculo de pedido de ficha

Fecha	S M	Inventario	Pronóstico	Desperdicio	P teórico	PEDIDO
	69255	108000	437725	1544	331269	405000

5.3.4 Sello

Para poder hacer el cálculo del pedido de sello, se sabe que las dimensiones del inventario de este material están dadas en cuñetes, entonces se debe realizar las conversiones correspondientes para obtener el pronóstico en dichas dimensionales. Es importante recalcar que el pedido debe de hacerse en cuñetes, y no en unidades que produce uno de éstos. De igual manera, el desperdicio debe estar dado en cuñetes.

Tabla XI. Cálculo del pedido de sello

Fecha	S M	Inventario	Pronóstico	Desperdicio	P teórico	Pedido
	5.16 cuñetes	13 cuñetes	26.4 cuñetes	0.09 cuñete	13.49 cuñetes	18 cuñetes

Inventario = 13 cuñetes

Pronóstico = $437725 \text{ u} * 0.00275 \text{ kg} = 1203.74 \text{ kg}$

Pronóstico = $1203.74 \text{ kg} / 45.6 \text{ kg} = 26.4 \text{ cuñetes}$

Pronóstico = $26.4 / 18 = 1.47 \text{ tarimas}$

Desperdicio = $1477\text{u} * 0.00275 \text{ kg} = 4.06 \text{ kgs}$

Desperdicio = $4.06 \text{ kgs} / 45.6\text{kg} = 0.09 \text{ cuñetes}$

Pedido teórico = $26.4 - 13 + 0.09 = 13.49 \text{ cuñetes}$

Pedido = 18 cuñetes = 1 tarima

5.3.5 Programa de requerimiento de materiales (PRM) como apoyo para la optimización de pedidos de materiales.

La idea de utilizar un PRM, es poder manejar una base de datos para poder controlar las salidas de bodega y a su vez, las entradas de los diferentes tipos de materiales a proceso. Esto, con la finalidad de poder descargar automáticamente de bodega lo que ingresa a proceso, y que las requisiciones actuales, se utilicen únicamente como comprobantes de ingresos a producción.

Dicho programa, puede desarrollarse como una base de datos en Microsoft Office, que contendrá la siguiente información:

Tabla XII. Especificaciones para el PRM

Bodega	Proceso
Existencias	Existencias
Entradas	Plan de producción
Salidas a Proceso Lámina (por calibre) Ficha Sello Papel	Entradas Lámina (por calibre) Ficha Sello Papel
Clasificación ABC	Clasificación ABC
	Salidas (Producción y desperdicios)

Este programa podrá ser manejado por el supervisor de producción y con ello lograr una mayor facilidad en comparación con el sistema manual existente hasta el momento. Por otro lado, se podrá tener una mejor visibilidad de la cantidad existente en cualquier momento que se necesite hacer un pedido extra si en algún caso ocurrieran faltantes.

Aparte de la hoja electrónica para los inventarios perpetuos, es necesario poder contar con una base de datos, que permita cargar los materiales a proceso, es decir, de una manera más formal.

Éste no sólo llevará registros, sino toda la información necesaria para poder trabajar en red desde bodega hacia el departamento de producción.

Por otro lado, si faltara material, se puede hacer un pedido automáticamente desde el departamento de proceso a bodega, el cual llevará consigo un mensaje de urgente.

5.5 Control de desperdicios

5.4.1 Estructura y diseño de las hojas de control de desperdicio

Para poder controlar los desperdicios y clasificarlos mejor, a través de una hoja de control específica, pueden utilizarse las boletas que el mismo operador deberá llenar al finalizar el turno para mayor facilidad; las cuales, serán repartidas en cada una de las sub-áreas del departamento, tomando en cuenta los diferentes tipos de desperdicio que existan en cada una de las mismas.

Figura 22. Hoja de control de desperdicios de bibras

BIBRAS	
Fecha_____	Núm. máquina_____
Operador_____	
Blindaje_____	Lámina_____

Para la recopilación de desperdicio de ficha, se debe tomar en cuenta la cantidad de ficha en el piso y anotarla en la boleta.

Figura 23. Hoja de control de desperdicios de las ensambladoras

Ensamble	
Fecha _____	Núm. máquina _____
Operador _____	
Blindaje _____	Pilas _____
Fondo _____	Tubo _____

Figura 24. Hoja de control de desperdicios de inspección

Inspección	
Fecha _____	
Operador _____	
Blindaje _____	Pilas _____
Pilas sin tubo _____	

La tabla, muestra la nueva forma de clasificación y recopilación de desperdicios, el encargado del departamento llevará el control de la misma. Con ésta, se podrán ir calculando los nuevos índices de desperdicio conforme se vayan necesitando. Por otro lado, se podrá verificar cuál de las áreas está sobrepasando los límites de desperdicio y de allí, podrá partirse para un análisis respectivo.

Tabla XIII. Recopilación y clasificación del desperdicio general

Fecha	Ensamble				Inspección			Bibras	Totales		
	Blinda- je	Pilas	Ficha	F piso	Pilas	P s/t	Blinda je	Blindaje	Lamí na	Ficha	Sello

5.4.2 Implementación de índices mínimos de desperdicio

Puesto que los desperdicios van amarrados a las producciones, se pueden calcular los índices a través de pronósticos, utilizando el mismo método que para la realización de pedidos, ya que el último turno es el que más influye en el siguiente. Asumiendo que la producción fuese de 450000 unidades, para el desperdicio de lámina, se tendría:

Tabla XIV. Índices mínimos de desperdicio

Fecha	Ensamble				Inspección			Bibras	TOTALES		
	Blindaje	Pilas	Ficha	F piso	Pilas	P s/t	Blindaje	Blindaje	Lámina	Ficha	Sello
	215	30	510	612	158	35	265	135	838	1122	0.53
	228	45	325	525	210	22	180	110	795	850	0.64
	311	49	235	415	250	41	125	95	871	650	0.80
	253	65	450	455	209	28	210	215	980	664	0.65
	231	28	316	385	175	49	133	120	736	560	0.62

Tabla XV. Pronóstico del desperdicio de lámina

Planificado	Producción	Pronóstico desperdicio	Índice de desperdicio	Desperdicio real	Error
	838				
	795				
	871				
	980				
	736				
450000		831	0.18%	1210	0.08%

Calculando el promedio:

$$\begin{aligned}
 838 * 0.25 &= 210 \\
 795 * 0.25 &= 199 \\
 871 * 0.50 &= 436 \\
 980 * 1.50 &= 1470 \\
 \underline{736 * 2.50} &= 1840
 \end{aligned}$$

$$\text{TOTAL} = 4155$$

$$\text{Pronóstico} = 2188625/5 = 831$$

El índice sería del 0.18% del total producido. Si se sobrepasa, cayendo en un exceso, se tendría que analizar el material y por qué ocurrió.

Calculando el desperdicio de ficha:

Tabla XVI. Pronóstico del desperdicio de ficha

Planificado	Producción	Pronóstico desperdicio	Índice de desperdicio	Desperdicio real	Error
	1122				
	850				
	650				
	664				
	560				
450000		831	0.14%	795	

$$\begin{aligned}
 1122 * 0.25 &= 281 \\
 850 * 0.25 &= 213 \\
 650 * 0.50 &= 325 \\
 664 * 1.50 &= 996 \\
 \underline{560 * 2.50} &= 1400
 \end{aligned}$$

$$\text{TOTAL} = 3215$$

$$\text{Pronóstico} = 2188625/5 = 643$$

En este caso, sí se cumplió con lo pronosticado, ya que está dentro del margen del índice calculado.

5.5 Diseño de tarjetas de control de inventarios para la implementación de sistema PEPS en bodega

Para implementar de mejor manera y poder tener una secuencia que se pueda cumplir, mayormente en las salidas de material de bodega a producción, es necesario hacer uso de las tarjetas de control, las cuales, llevarán consigo toda la información necesaria del material, entre ellas, secuencia de inventarios, fecha, número de tarimas, total de tarimas.

Por otro lado, las tarjetas tendrán determinado color, lo cual las distinguirá de las tarimas de proceso; al ser entregadas, el supervisor del departamento se encargará de reportar a bodega la cantidad de tarimas recibidas, de qué inventario, etc.. El propio supervisor se encargará de tomar todos los datos que convengan para poder controlar las entradas a proceso, ya que no todas las tarimas llevan consigo la misma cantidad.

Figura 25. Tarjeta de control para sistema PEPS

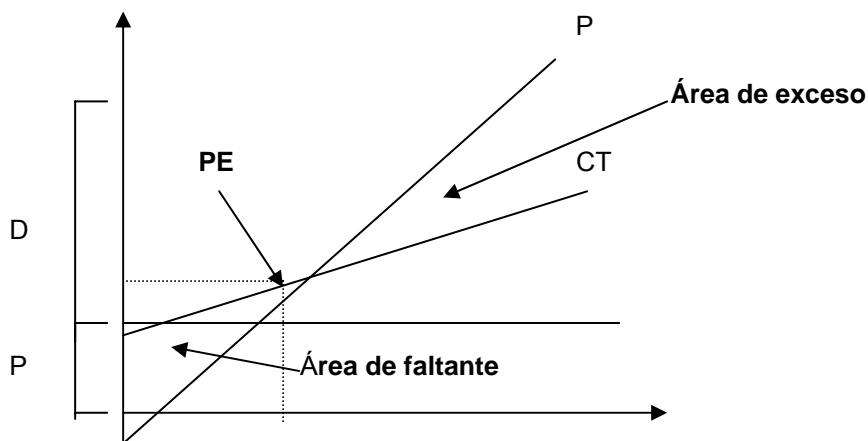
Fecha_____	Total tarimas inventario_____
	Núm. Tarima_____
Calibre_____	Peso_____ Cantidad_____
Recibido_____	
Entregado_____	

Con esto, puede cumplirse lo que se menciona en el inciso 4.3.1, al momento de no poderse colocar el material de la forma allí indicada. Por otro lado, se puede corroborar el ingreso a proceso, y no asumir que todas las tarimas llevan la misma cantidad, ya que puede que lleven de más o de menos.

5.6 Control y seguimiento de la propuesta

5.6.1 Utilizar el punto de equilibrio para el establecimiento de reducción de desperdicios y control de variabilidad de inventarios

Figura 26. Interpretación del punto de equilibrio.



GV = Gastos variables = desperdicio = D

CT = Costo total

GF = Gastos fijos = planificado = P

PE = Punto de equilibrio = punto óptimo de existencias = PE

V = producción = P

Fórmula XIV. Modificación del punto de equilibrio

$$PE = \frac{PL}{1 - (D/P)}$$

Si se utiliza la fórmula anterior para poder controlar los pedidos, se tendría que los gastos variables serían los desperdicios, los gastos fijos, la producción planificada, la producción real nuestras ventas y la cantidad necesaria a pedir el punto de equilibrio. Dicho de otra manera, con esta herramienta, puede calcularse un punto en el cual las existencias sean las que más se aproximan a la cantidad adecuada para lo que se desea producir.

Tabla XVII. Aplicación del punto de equilibrio

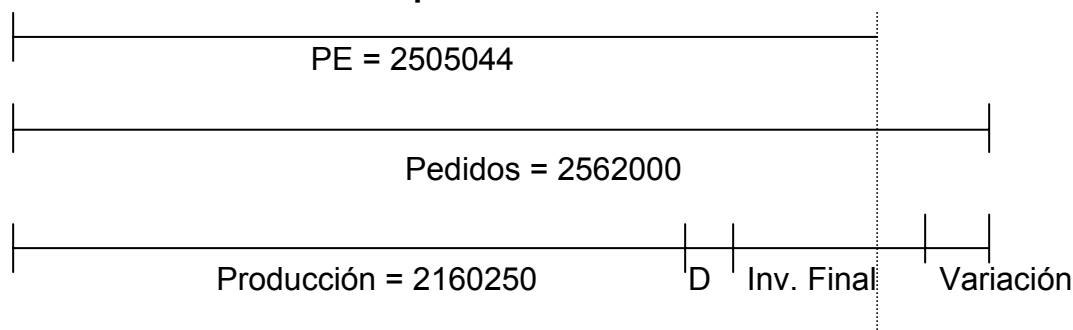
	Planificado	Producción	Desperdicio
L	500000	425000	815
M	500000	410000	851
Mi	500000	450000	916
J	500000	433250	975
V	500000	442000	925
TOTAL	2500000	2160250	4482

$$PE = \frac{GF}{1 - (GV/V)}$$

$$PE = \frac{2500000}{1 - (4482/2160250)} = 2505044$$

El resultado anterior, representa la cantidad óptima que se debió de haber pedido para poder laborar durante una semana, es decir, el total que se debió pedir durante una semana laborable, para que no existiera faltante o sobrara demasiado. Esto puede compararse con lo que realmente se pidió durante el mismo periodo para poder calcular la variación.

Figura 27. Visualización de la aplicación del PE



Inv. Teórico = 335268

Inv. Final = 310385

En la figura, se observa que según el resultado obtenido, está en la parte de exceso del gráfico del punto de equilibrio, lo cual, provoca que al final, se caiga en variaciones de inventarios finales.

Si se toman los datos del PE en conjunto con la producción y el desperdicio real obtenido se tendría un índice de consumo:

$$I = (2160250 + 4482) / 2500000 = 0.86$$

$$I = 86\%$$

$$\text{Variación} = [1 - (310385 / 335268)] * 100 = 7.42\%$$

Para poder reducir las variaciones, puede utilizarse el punto de equilibrio como base para la toma de decisiones, puede utilizarse para calcular la existencia necesaria en un turno cualquiera y luego hacer el pedido necesario, tomando en cuenta el pronóstico y que se debe de tener un inventario mínimo.

$$PE = \frac{450000}{1 - (810/437725)} = 450834$$

Si se realiza un pedido de 4 tarimas, o sea, 488000. Al finalizar el turno, el inventario teórico debería ser de 50275 unidades según lo pronosticado y según lo que se produzca. Si se tienen más o menos, quiere decir que el inventario varió.

CONCLUSIONES

1. Con el sistema propuesto se logra reducir de manera considerable la variación en los inventarios de materia prima y se crea una base para la toma de decisiones en cuanto a la utilización de materia prima se refiere.
2. El problema que más generaba inventarios altos era que no existía un estándar de pedidos a bodega. Para ello, se logró establecer un inventario de seguridad para los diferentes tipos de materiales utilizados en el departamento
3. Para poder llevar a cabo un mejor control en el flujo de materiales, es necesario utilizar los formatos para la realización de pedidos de materiales.
4. Con el fin de saber si en realidad los materiales se estaban desperdiciando o no, para poder contribuir con la reducción de la variabilidad de inventarios, se realizó un estándar de desperdicio con base en los datos anteriores, los cuales indican el 0.4% de blindaje, el 0.2% de ficha y 0.1% de sello.
5. El flujo de materiales propuesto, consiste en realizar un pronóstico de producción, con base en los últimos 5 turnos, toma en cuenta el inventario mínimo y el existente, y se calcula la cantidad a pedir. Esto ayuda a controlar de manera óptima el seguimiento de la materia prima y con ello, reducir en gran medida la variación de inventarios.

6. La variación de inventarios es producto de un descontrol en el flujo de los materiales, desde el momento en que ingresan a bodega hasta que estos son procesados. De allí la importancia que tiene poder realizar inventarios perpetuos y un programa de requerimiento de materiales.

7. Se pudo constatar, que al momento de reducir los inventarios, y poder contar únicamente con la materia prima necesaria en proceso, se tiende a un aumento en la productividad, ya que los insumos que se utilizan para producir determinada cantidad de producto, son casi iguales a las cantidades producidas. Por el contrario, cuando se incurre en inventarios excesivos, la productividad disminuye, porque los insumos utilizados aumentan.

RECOMENDACIONES

1. No siempre se pueden recopilar los desperdicios de manera óptima, ya que en ocasiones, los operadores desechan los mismos cuando estos son excesivos, en estos casos, los datos reales se perderían, y pueden llegar a generar cierta variación, y peor aún si se llegara a convertir en costumbre. Para poder contrarrestar dicho problema, se recomienda explicar al operador la importancia que tiene la tarea de desechar los desperdicios en los recipientes correspondientes.
2. Cuando los índices de desperdicio sobrepasen los aquí mencionados, debe de revisarse la maquinaria para verificar si no existen fallas mecánicas.
3. Para poder realizar un programa de requerimiento de materiales, es importante implementar una base de datos que contenga la información necesaria, la cual se describe en el presente análisis. Esto contribuirá a facilitar no sólo el requerimiento de materiales, sino bastará con consultarla para poder saber las existencias en bodega de materiales y en producción.

4. Con el fin de manejar cantidades exactas en las tarimas, las boletas de control para aplicar el sistema PEPS en bodega, deben de ser entregadas al supervisor de producción, para que éste, lleve consigo su propio control de materiales y luego el mismo sea quien las entregue al encargado de bodega.

5. Los inventarios perpetuos deben de realizarse diariamente; éstos, deben de tener de preferencia el inventario mínimo calculado para cada material; tomando en cuenta que no se pueden tener faltantes en el proceso si en caso se llegara a tener menos de lo previsto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Flor de María Arriaza Herrera, Administración y control de inventarios para una planta productora de alimentos. Tesis Ing. Industrial, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.
2. George W. Plossi, **Control de la producción y de inventarios, principios y técnicas**, 2ª edición México: Prentice-Hall 1994.
3. Gilmer David Palacios López, Aplicación de inventarios para administrar la bodega de materiales y planeación del proceso de producción para aumentar la productividad en la empresa embotelladora el manantial S.A. Huehuetenango. Tesis Ing. Industrial, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.
4. Roberto García Criollo, **Estudio del trabajo, ingeniería de métodos**, 1ª edición México: Mcgraw-Hill, 1999.
5. Richard Kopelman, **Administración de la productividad en las organizaciones**, 2ª edición México: Mcgraw Hill, 1988.
6. Taha Hamdy A., **Investigación de operaciones**, 5ª edición Colombia: Alfaomega, 1,995.
7. Torres Sergio, **Control de la producción** (Guatemala: editorial Palacios 2001), pp. Capítulo I, 1-15, Capítulo III 1-11
8. www.sapiensan.com/electrotecnia/pilas-y-baterias.htm
(Noviembre 2004)
9. www.gestiopolis.com/Electricidad_pilasybaterias_funcionamientodelapila.htm
(Noviembre 2005)
10. www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulo
(Enero 2005)

11. www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/produccion1/tema24.html
(Enero 2005)
12. www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/puntoequilibrio.htm
(Enero 2005)
13. www.gestiopolis.com/recursos4/docs/fin/punto.htm
(Enero 2005)
14. www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldoc/fin/planinventario.htm
(Enero 2005)
15. www.monografias.com/trabajos10/inventarios.html
(Febrero 2005)
16. www.investigacion.operaciones.com/Modelo%20Inventarios.htm
(Febrero 2005)
17. www.ilustrados.com/publicaciones_EpuFAypulPOAFDjdv.php
(Enero 2005)
18. server2.southlink.com9r/vap/costos_por_proceso.htm
(Enero 2005)
19. Enciclopedia encarta 2002

APÉNDICE

Con el fin de poder dar una idea básica del contenido del programa para requerimiento de materiales, se puede realizar el mismo como una base de datos, en este caso, se realizó en el programa acces.

Las tablas que debe de contener (en orden alfabético) son:

- Existencias
- Ingresos
- Lámina
- Materiales
- Pedidos de proceso

La tabla principal es la de materiales, ya que en ella se encuentran los diferentes tipos de éstos, anexada a ella, la tabla de lámina, ya que pueden existir varios calibres de ésta.

Por otro lado, cuando entre material a bodega, éstos pueden ser ingresados en la tabla de ingresos.

Si se hace un pedido de proceso a bodega, éste va a ser descargado en la tabla de pedidos de proceso, donde automáticamente el programa se encargará de actualizar los datos.

Por último, en la tabla de existencias, se podrá tener un dato real exacto de las existencias de material en bodega.

Es importante recalcar, las consultas que se podrán hacer en cualquier momento de cualquiera de los materiales y saber cuánto se puede pedir si en dado caso queda un inventario bajo en comparación al pedido que se desea solicitar.

Las tablas pueden relacionarse de la manera en que se muestra el siguiente diagrama.

Figura 28. Tablas del programa propuesto

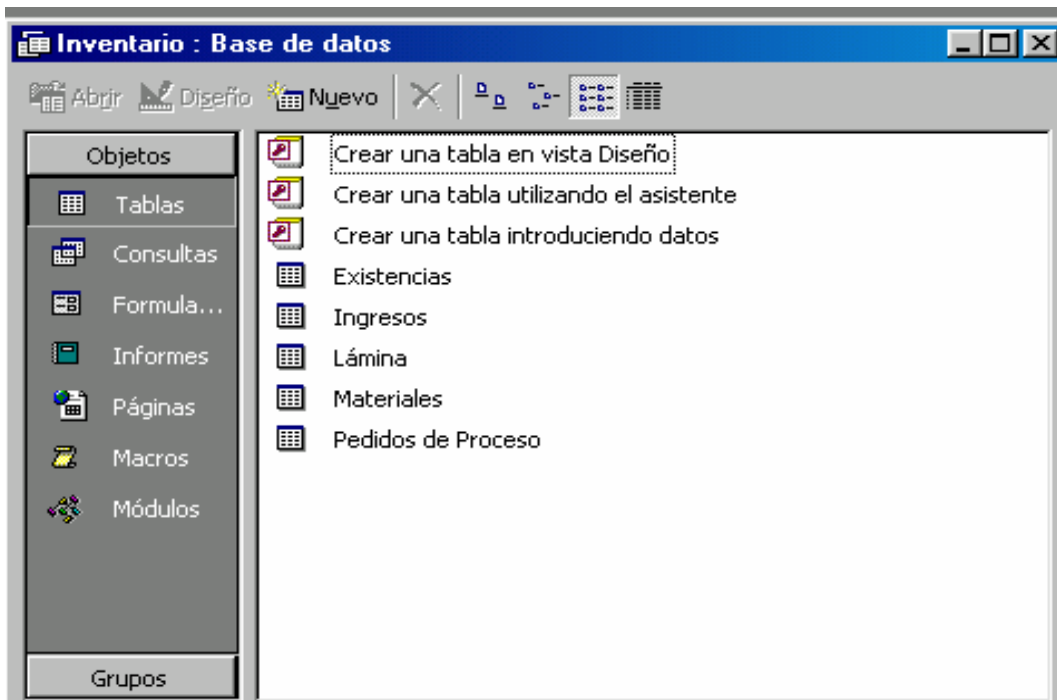


Figura 29. Relaciones de las tablas

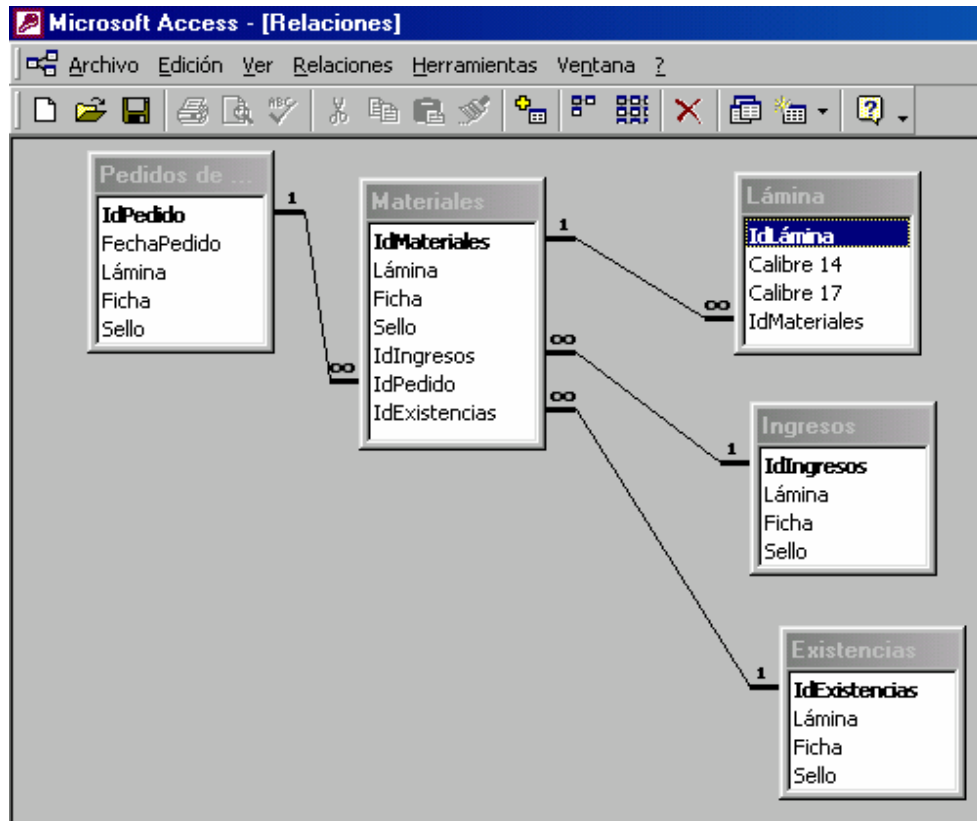


Figura 30. Consultas

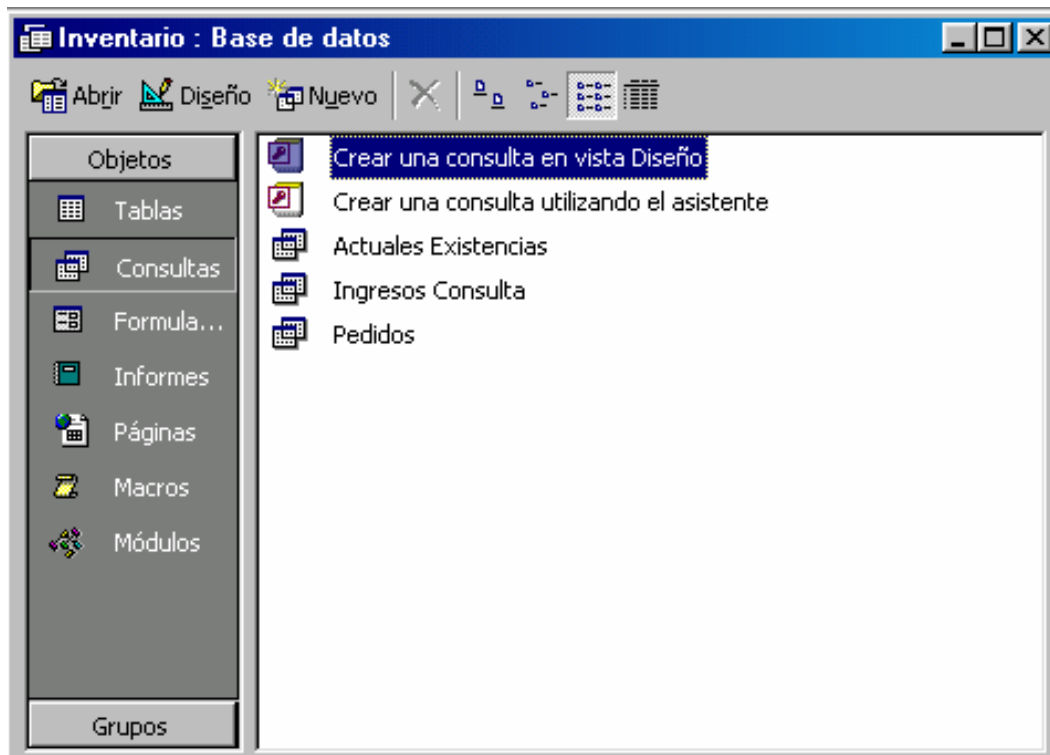


Figura 31. Formularios

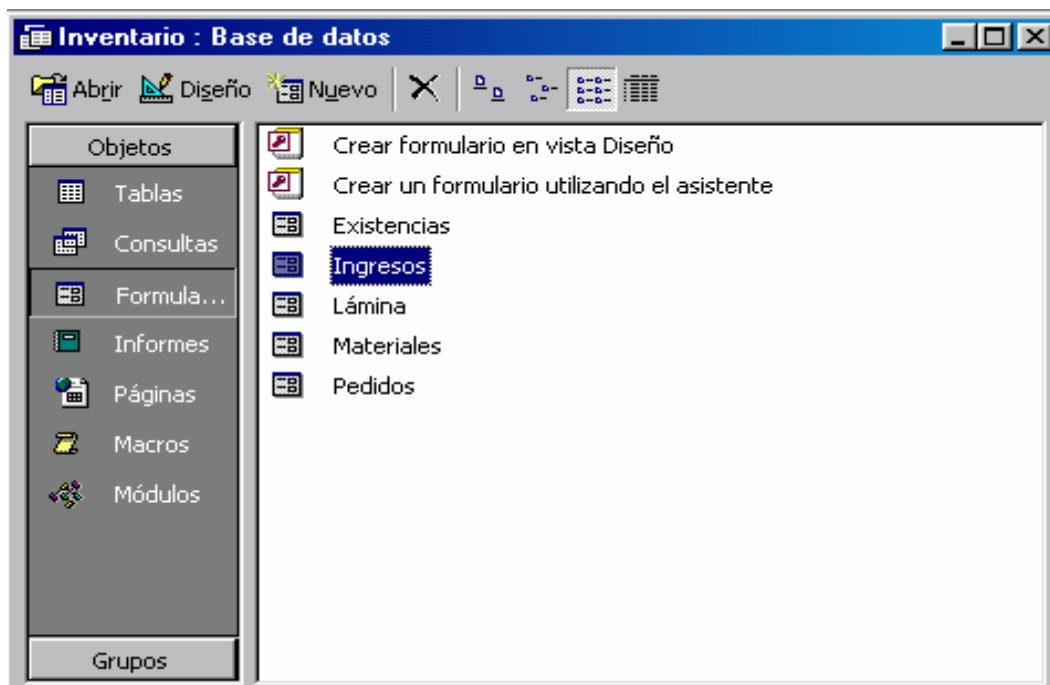


Figura 32. Formulario de ingresos

The screenshot shows a window titled "Ingresos". It contains a list of fields on the left and their corresponding input boxes on the right. The fields are: "IdIngresos" with a value of "(Autonumérico)", "Lámina" with a value of "0", "Ficha" with a value of "0", and "Sello" with a value of "0". At the bottom, there is a "Registro:" label followed by a set of navigation buttons (back, forward, search) and the text "1 de 1".

Figura 33. Formulario de existencias

The screenshot shows a window titled "Existencias". It contains a list of fields on the left and their corresponding input boxes on the right. The fields are: "IdExistencias" with a value of "(Autonumérico)", "Lámina", "Ficha", and "Sello". At the bottom, there is a "Registro:" label followed by a set of navigation buttons (back, forward, search) and the text "1 de 1".

Figura 34. Formulario de pedidos

The screenshot shows a window titled "Pedidos". It contains a list of fields on the left and their corresponding input boxes on the right. The fields are: "Id de pedido" with a value of "(Autonumérico)", "Fecha de pedido", "Lámina" with a value of "0", "Ficha" with a value of "0", and "Sello" with a value of "0". At the bottom, there is a "Registro:" label followed by a set of navigation buttons (back, forward, search) and the text "1 de 1".