

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



"CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
EN UNA FÁBRICA DE BLOCK"

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la
Facultad de Ingeniería
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala
por

DOUGLAS VLADIMIR CACEROS RIVAS

aí conferirsele el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

Guatemala, febrero de 1976.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
T(3637)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, mi trabajo de tesis titulado:

"CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN
EN UNA FÁBRICA DE BLOCK"

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 26 de agosto de 1,993.



DOUGLAS VLADIMIR CACEROS RIVAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Julio Ismael González Podszueck.
VOCAL 1: Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra.
VOCAL 2: Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano.
VOCAL 3: Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez.
VOCAL 4: Br. Fernando Waldemar de Leon Contreras.
VOCAL 5: Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor.
SECRETARIO: Ing. Francisco Javier González López.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Jorge Mario Morales González.
EXAMINADOR: Ing. Carlos René Berges Cario.
EXAMINADOR: Ing. Jorge Mauricio Calderón Juárez.
EXAMINADOR: Ing. Daniel Francisco Mathurin Rodríguez.
SECRETARIO: Ing. Edgar José Aurelio Bravatti Castro.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Porque en su misericordia me permitió y ayudó a alcanzar este triunfo.

"Por tanto, al Rey de los siglos, inmortal, invisible, al único y sabio Dios, sea honor y gloria por los siglos de los siglos. Amén". (1 Timoteo 1:17).

A MIS PADRES

Julio Alberto Caceres López (Q.E.P.D.)

María Emilia Rivas Palencia.

Porque con su esfuerzo y dedicación hicieron posible que yo lograra culminar mi carrera.

A MIS HERMANOS

Julio Alberto Caceres Rivas.

Marlon Fernando Tuch Rivas.

A MI NOVIA

Rosa Angélica Castañeda Del Cid

AGRADECIMIENTO

AL ING. PEDRO JOSE EXPOSITO

Por haberme asesorado para desarrollar este trabajo de tesis.

AL SR. EDGAR CASTELLANOS

Por brindar su colaboración para poder realizar este trabajo de tesis.

A MIS TIOS

Carlos Ivan Caceros y Maria del Carmen de Caceros.

Por apoyarme para durante el desarrollo de mis estudios.

Guatemala, 15 de mayo de 1995.

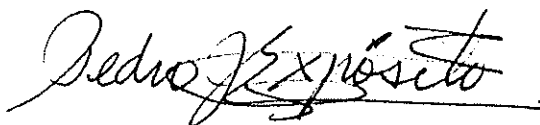
Ingeniero
Jorge Pelaez Castellanos,
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial,
Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala,
Presente.

Señor Director:

Por medio de la presente, tengo el agrado de informarle que he sido asesor del trabajo de tesis titulado: **CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCION EN UNA FABRICA DE BLOCK**, presentado por el estudiante universitario DOUGLAS VLADIMIR CACEROS RIVAS, carnet No. 86-12556.

El trabajo presentado por el estudiante CACEROS RIVAS, cumple con los objetivos definidos para el desarrollo del mismo y después de revisarlo, le doy la aprobación correspondiente. Hago constar que soy corresponsable con el autor, del contenido de este trabajo.

Agradeciendo su atención, lo saludo atentamente,



Pedro José Expósito
Ingeniero Industrial.
Colegiado No. 3,788
ASESOR.

**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del Area de Producción de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, al contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCION EN UNA FABRICA DE BLOCK, presentada por el estudiante universitario Douglas Vladimir Caceros Rivas, recomienda la aprobación del presente trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Sergio Torres Méndez
COORDINADOR

Guatemala, julio de 1,995.

/emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador General de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y del Licenciado en Letras, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, así como el contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado **CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCION EN UNA FABRICA DE BLOCK** presentado por el estudiante Douglas Vladimir Caceros Rivas, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fernando Alvarez Paz
COORDINADOR GENERAL DE TESIS
INGENIERÍA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, octubre de 1,995.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



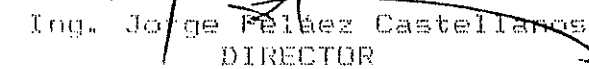
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Área y del Coordinador General de Revisión de Tesis, al trabajo de tesis titulado **CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCION EN UNA FABRICA DE BLOCK** presentado por el estudiante universitario Douglas Vladimir Caceros Rivas, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge Peláez Castellanos
DIRECTOR
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Guatemala, octubre de 1,995.

ends

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **CONSIDERACIONES PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCION EN UNA FABRICA DE BLOCK** presentado por el estudiante universitario **Douglas Vladimir Caceros Rivas**, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, octubre de 1, 995.

ends

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. CONTENIDO	
Capítulo 1. Marco teórico.....	3
1.1 Control de la producción.....	3
1.2 Funciones del control de la producción.....	3
1.3 Elementos del control de la producción.....	4
1.4 Tipos básicos de sistemas de producción.....	6
Capítulo 2. Diagnóstico de la situación productiva de una fábrica modelo.....	9
2.1 Descripción del proceso y productos.....	9
2.2 Análisis de la forma de controlar la producción.....	12
Capítulo 3. Pronósticos.....	14
3.1 Determinación del modelo de demanda.....	14
3.1.1 Volúmenes de ventas.....	15
3.1.2 Tendencia de la demanda.....	15
3.2 Sistema numérico para elaborar pronósticos.....	19
3.2.1 Métodos de pronosticar.....	19
3.2.2 Comparación y selección del método adecuado.....	25
3.2.3 Formulación del pronóstico de producción.....	26
Capítulo 4. Planeación de operaciones.....	27
4.1 Diagrama de operaciones.....	27
4.2 Distribución en planta.....	28
4.3 Análisis de tiempos.....	30
4.3.1 Tiempo estándar.....	30
4.3.2 Eficiencia.....	33
4.4 Balance de líneas.....	33
4.5 Diagrama de flujo del proceso.....	38
4.6 Ritmo de la producción.....	42
Capítulo 5. Planificación.....	45
5.1 Elaboración del plan de producción.....	45
5.1.1 Tiempo requerido de producción.....	46
5.1.2 Tiempo disponible.....	47
5.2 Plan de producción.....	48
5.3 Planeación agregada.....	49
Capítulo 6. Programación.....	53
6.1 Calendario de producción.....	53
6.2 Materiales requeridos.....	54
6.3 Mano de obra requerida.....	58
6.4 Programación de máquinas.....	60
6.5 Formatos necesarios que se van a utilizar.....	60
Capítulo 7. Control de inventarios.....	62
7.1 Modelos de inventarios.....	62

7.2	Políticas de inventario de materiales.....	63
7.2.1	Inventarios iniciales.....	66
7.2.2	Existencias mínimas.....	66
7.2.3	Nivel de reorden.....	66
7.3	Plan de pedidos o aprovisionamiento.....	69
7.4	Inventarios de producto terminado.....	73
Capítulo 8.	Control de la ejecución.....	75
8.1	Evaluación del rendimiento.....	76
8.1.1	Gráficos de Gantt.....	76
8.1.2	Reportes de producción.....	77
8.2	Verificación de los planes de producción.....	79
8.3	Acciones correctivas.....	80
IV.	CONCLUSIONES.....	82
V.	RECOMENDACIONES.....	83
VI.	ANEXOS	
VII.	BIBLIOGRAFÍA	

I. INTRODUCCIÓN

El block es un producto que sirve para la construcción de paredes o muros y es muy utilizado en el país, debido a su bajo precio y buena resistencia.

Es por eso que existen muchas fábricas de block, en su mayoría pequeñas, las cuales necesitan aprovechar mejor sus recursos para poder mejorar su producción. Por lo tanto, en el presente trabajo se presentan los elementos necesarios para diseñar el control de la producción en una fábrica de block. El estudio se hizo tomando como ejemplo una fábrica en particular, pero puede ser una aportación para que los fabricantes de block tengan una idea de cómo planificar, programar, ejecutar y controlar la producción, siguiendo procedimientos adecuados para lograrlo.

II. OBJETIVOS

General

Elaborar un sistema de control de la producción para una fábrica de block en particular, que permita mejorar la planificación y control de la producción de dicha empresa, con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Específicos

1. Analizar la situación productiva de la fábrica que se va a estudiar.
2. Elaborar pronósticos de ventas para poder planificar los volúmenes de producción.
3. Hacer planes de producción y programar las actividades de la fábrica de acuerdo con la capacidad instalada y el tiempo disponible.
4. Elaborar un modelo de planificación y control de inventarios.
5. Controlar la ejecución de las actividades y verificar si se cumple con lo planeado.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

El control de la producción es un conjunto de funciones encargadas de planificar, programar, ejecutar y controlar la producción de una empresa, para producir no sólo en la cantidad correcta, sino en la calidad adecuada, en el tiempo preciso y con la máxima rentabilidad.

En otros términos, el control de la producción es una técnica que sirve para contestar las siguientes interrogantes: ¿cuánto se va a producir? ¿cuándo se va a producir? ¿cómo se va a producir? ¿con qué se va a producir? Además, ayuda a medir la producción respecto a las cantidades de producto y el tiempo utilizado, así como a comparar los logros reales con los deseados.

1.2 FUNCIONES DEL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Entre las funciones más importantes del control de la producción se pueden mencionar las siguientes:

- a) Pronosticar la cantidad de producto que se demandará durante cierto período de tiempo.
- b) Fabricar la cantidad adecuada de producto para poder satisfacer su demanda.
- c) Proporcionar la información precisa para la corrección de posibles retrasos y dificultades.
- d) Conseguir la coordinación de las adquisiciones de

materiales.

- e) Relacionar los pedidos de los clientes y los plazos de entrega con la capacidad de producción con que se dispone en cada momento.
- f) Proporcionar instrucciones de fabricación con el fin de garantizar la adopción de todas las medidas precisas para completar los pedidos en las fechas especificadas.
- g) Definir cómo y con qué se elaborará la cantidad de producto pronosticado para el periodo de tiempo determinado.
- h) Elaborar y controlar inventarios de materia prima y de producto terminado.

1.3 ELEMENTOS DEL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Los sistemas de control de la producción están formados por un conjunto de elementos o actividades de producción capaces de transformar un conjunto de elementos de entrada, en uno de salida, mediante la ayuda de técnicas y procedimientos matemáticos, gráficos, estadísticos, etc., para solventar cualquier situación que se presente en el proceso productivo y maximizar el valor creado. A continuación, se mencionan los elementos más importantes:

1.3.1 PREDICCIONES

Es proyectar hacia el futuro, con la ayuda de instrumentos más o menos técnicos, lo que se espera lograr o realizar. Su principal objetivo es proporcionar un nivel

cuantitativo estable en la producción, ya que el nivel de producción es clave para determinar los diseños más económicos para el proceso, equipo, herramientas, mano de obra, materiales, capacidades y distribuciones.

1.3.2 PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES

Es la tarea de decidir acerca de los medios que la empresa necesitará para sus futuras operaciones de manufactura y para distribuir esos medios, mediante una secuencia tendente a la satisfacción de metas predeterminadas, para que se haga el producto deseado, en las cantidades necesarias, al menor costo, en el tiempo preciso.

Para ello, se analiza la capacidad de producción de la planta, el tiempo disponible y el tiempo requerido de producción, para determinar la cantidad de trabajo que se va a realizar de acuerdo con las predicciones hechas anteriormente.

1.3.3 PROGRAMACIÓN

Consiste en determinar cuándo y con qué debemos ejecutar la producción. Para ello, se calcula la fecha de comienzo y terminación de cada actividad en el proceso de fabricación, de tal manera que se pueda cumplir con la fecha de entrega planificada. Además, se asignan cantidades de trabajo a cada máquina y tiempo para actividades de mantenimiento.

1.3.4 CONTROL DE INVENTARIOS

Es un conjunto de procedimientos que permiten mantener una existencia mínima o margen de seguridad para la materia prima o el producto terminado, más una cantidad que varía según los pronósticos de ventas y los planes de producción.

Los inventarios permiten la utilización uniforme de la materia prima, máquinas y costos razonables de materia prima. Además, proporciona un servicio adecuado a los clientes en relación con la existencia, con la absorción de los inventarios por las variaciones de las ventas o de los volúmenes de producción.

El control de inventarios también se encarga de llevar los registros escritos de los niveles de inventario de materia prima o de producto terminado.

1.3.5 CONTROL DE LA EJECUCIÓN

Es la comprobación de las ejecuciones pasadas y presentes, para corroborar si los objetivos planeados se están cumpliendo. La función principal de este control está dirigida hacia el mantenimiento del ritmo del flujo de la producción, de manera que se produzca el número requerido de artículos.

1.4 TIPOS BÁSICOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

1.4.1 PRODUCCIÓN DE FLUJO CONTINUO

Este tipo de producción se da cuando las instalaciones

se uniforman en cuanto a las rutas y los flujos, en virtud de que los insumos son homogéneos. En consecuencia, puede adoptarse un conjunto homogéneo de procesos y de secuencia de procesos. Los modelos continuos están representados en la práctica por las líneas de producción y ensamblado, por ejemplo: una fábrica de cemento, una planta de productos químicos, un aserradero, etc.

1.4.2 PRODUCCIÓN INTERMITENTE O POR LOTES

Este tipo de producción se da cuando las instalaciones deben ser suficientemente flexibles para manejar una gran variedad de productos y tamaños, o cuando la naturaleza básica de la actividad impone un cambio en las características importantes del insumo (cambio en el diseño del producto). En casos como estos, no se puede utilizar un solo patrón de secuencia de las operaciones, de modo que la localización relativa de las operaciones debe ser una transacción que resulte mejor para todos los insumos considerados en conjunto. Dentro de las actividades productivas que pertenecen a este grupo, se pueden mencionar algunas, por ejemplo: una litografía, construcción de un edificio, taller de reparación de automóviles, etc.

En general, todos los sistemas de producción difieren en algo, y por lo tanto algunas empresas no pueden clasificarse como dedicadas a uno u otro sistema de producción específicamente.

Existen algunas diferencias importantes entre los dos

sistemas de producción antes mencionados:

1. El sistema de producción continuo rinde costos por unidad más bajos que el sistema intermitente, debido al mayor volumen de producción y la especialización de la mano de obra.
2. El tiempo requerido para la producción en el sistema continuo es menor que en el sistema intermitente.
3. El sistema de producción continuo utiliza equipo y maquinaria para actividades específicas, en tanto que el sistema intermitente usa maquinaria para propósito general.

El caso de una fábrica de block, el cual es el tema de este trabajo de tesis, puede clasificarse, en términos generales, dentro del grupo de sistema de producción continuo, porque posee las siguientes características:

1. La producción es en línea.
2. Las máquinas son de uso específico.
3. Existe un flujo constante de materiales en el proceso.
4. El tiempo de producción es corto.
5. Casi siempre se fabrican las mismas cantidades de producto.
6. El producto que se fabrica es el mismo siempre, y únicamente se varía el tamaño del mismo.

CAPÍTULO 2
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN PRODUCTIVA
DE UNA FÁBRICA MODELO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y PRODUCTOS

Un block es un bloque hecho de hormigón en forma de paralelepípedo ortogonal, con uno o más huecos transversales, el cual sirve para la construcción de paredes o muros. (Ver figura 2.1).

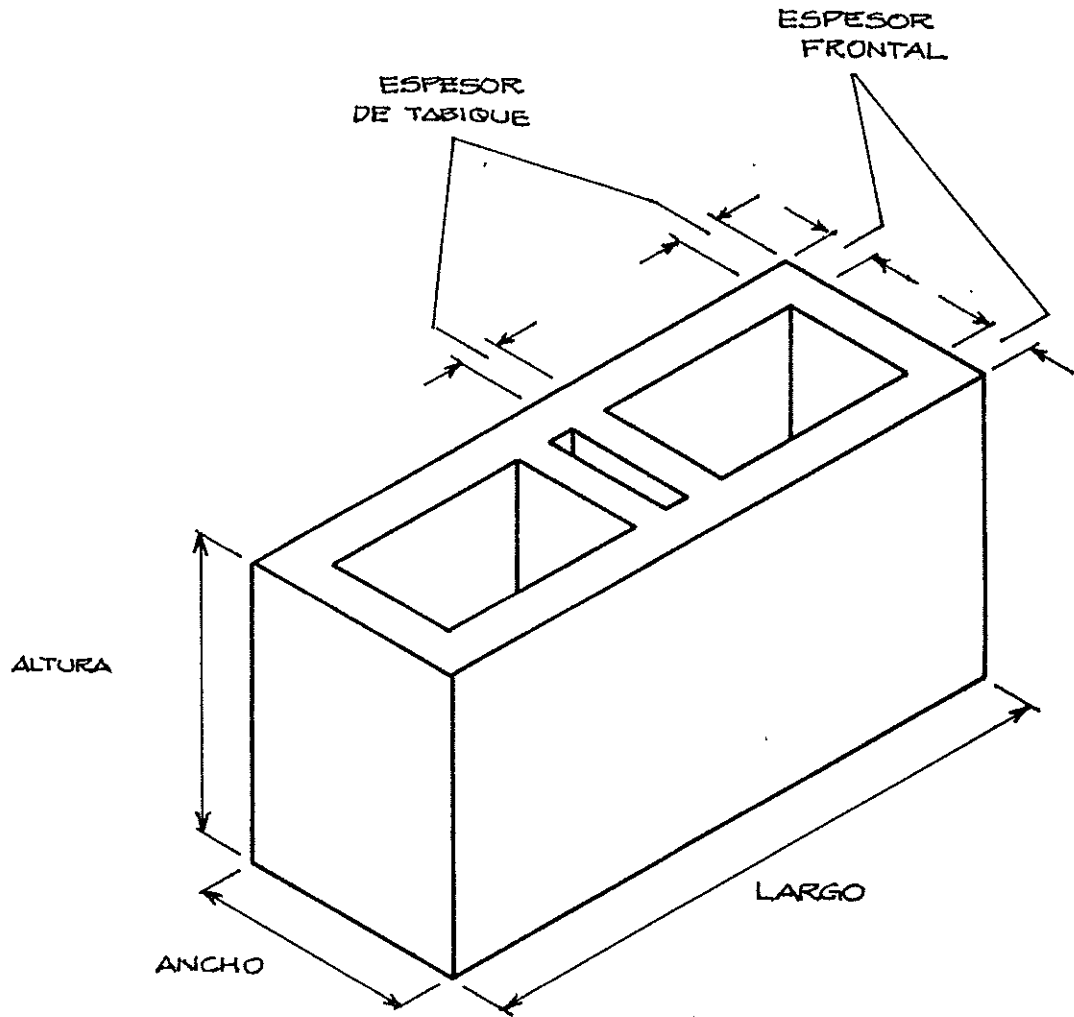
La fábrica en estudio se dedica a la producción de blocks. Es una fábrica pequeña y se fabrican un promedio de 1,100 unidades diarias, en una sola máquina moldeadora, con 2 operarios.

Los materiales utilizados para fabricar el block son los siguientes: cemento portland, arena de piedra pómez, polvo de piedra y agua.

El proceso de producción es bastante sencillo y consta de las siguientes partes:

- a) MEZCLADO: en una máquina mezcladora, se combinan arena de pómez, cemento, agua y polvo de piedra. A esta mezcla se le llama comúnmente "terciado".
- b) MOLDEADO: luego de que la mezcla está lista, es colocada manualmente en una máquina moldeadora, que compacta la mezcla sobre una tabla. Luego se retira la tabla de la máquina moldeadora, sobre la cual queda el block en estado fresco, para transportarla al área de fraguado.

FIGURA 2.1



MEDIDAS PRINCIPALES DE UN BLOCK

c) FRAGUADO: las tablas son colocadas adecuadamente para que el block se fragüe durante 2 días. Después de este periodo, el block se retira de la tabla y se almacena en el área de producto terminado.

Según la norma No. NGO 41054 "Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques" de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), la empresa fabrica blocks con las siguientes características: Clase A, tipo liviano, grado 1, resistencia a la compresión mínima de 600 psi. Estas características significan que:

Clase A: block diseñado para soportar carga.

Tipo liviano: el block completamente seco posee una masa menor a 1680 kg/m³.

Grado 1: el block es destinado para usos generales, tales como paredes exteriores o interiores por debajo o sobre el nivel del suelo, expuestos o no a la penetración de la humedad y en general a las condiciones del tiempo; también puede utilizarse para muros de retención.

Las medidas principales que un block debe tener, según la normas de COGUANOR, que aparecen en la tabla 2.1. También se muestran en esta tabla los diferentes tamaños que un block puede tener. Las medidas se aprecian en la figura 2.1.

En la tabla No. 2.2, aparecen los diferentes tamaños de block que la empresa fabrica y se designan con un modelo y tamaño de la tabla 2.1 donde aparece.

El modelo "15" es el que mayor demanda tiene, por lo

que se le dedica la mayor parte del tiempo de producción: Los demás modelos de block se fabrican en una menor proporción conforme se agoten las existencias.

TABLA 2.1
MEDIDAS PRINCIPALES DE UN BLOCK

Tamaño No.	medidas en centímetros				
	ancho	altura	largo	espesor mínimo frontal	espesor mínimo de tabique
1	15	20	40	2.5	2.5
2	20	20	40	3.2	2.5
3	10	20	40	1.9	1.9

TABLA 2.2

Modelo de block	Tamaño No.
"10"	3
"15"	1
"U"	1
"20"	2

El producto es vendido en la fábrica, directamente al público.

2.2 ANÁLISIS DE LA FORMA DE CONTROLAR LA PRODUCCIÓN

Después de estudiar la forma en que la fábrica

planifica y controla su producción, se observaron las situaciones siguientes:

1. No se lleva una planificación adecuada de la producción, no hay metas definidas respecto al volumen de producción; este volumen se ejecuta produciendo unidades conforme se agotan las existencias de producto terminado. La meta es mantener siempre bastante existencia de producto terminado.
2. No hay un registro adecuado para el inventario de producto terminado, ni para el inventario de materia prima.
3. El registro y control de la cantidad de block que se produce diariamente no es adecuado.
4. Existe una mala distribución de la maquinaria, ya que la planta cuenta con 2 máquinas moldeadoras, pero no pueden utilizarse ambas al mismo tiempo, ya que no hay espacio suficiente para que los trabajadores las operen simultáneamente, y sólo puede utilizarse una máquina a la vez.
5. Los trabajadores de la planta, a veces hacen otras actividades que disminuyen su tiempo productivo.

CAPÍTULO 3

PRONÓSTICOS

Los pronósticos sirven para tener una idea de la cantidad de producto que espera vender la empresa en el futuro. Para ello se hace un análisis estadístico de los datos de ventas del pasado y con base en ello, poder estimar la cantidad futura. Sin embargo, también se deben tomar en cuenta factores externos a la empresa tales como: la competencia, nivel de la construcción, problemas sociales, devaluación de la moneda, escasez de materia prima, etc., los cuales son un poco difíciles de predecir. Pero al tener una estimación de la cantidad que se espera vender, se pueden hacer las previsiones necesarias para poder producir esa cantidad y evitar fluctuaciones en las cargas de trabajo.

3.1 DETERMINACIÓN DEL MODELO DE DEMANDA

La demanda son las ventas reales de producto que obtiene la fábrica.

Se necesita saber si la demanda de los clientes, tiene algún comportamiento especial en el tiempo. Para ello se analizan los datos históricos de las ventas de la empresa durante un periodo de tiempo específico. Se dice que la demanda tiene tendencia "estable" cuando la serie de datos mantiene niveles, sobre el tiempo, dentro de ciertos límites; en caso contrario, se denomina "inestable".

3.1.1 VOLÚMENES DE VENTAS

En este caso, se analizarán las ventas mensuales de block tipo "15" de la tabla 2.2, que es el que más ventas produce a la fábrica. A continuación, se presenta una tabla con las ventas correspondientes a el año 1993, para ese tipo de block:

TABLA No. 3.1

VENTAS MENSUALES DE BLOCK DURANTE 1993

MES	UNIDADES
ENERO	18500
FEBRERO	21650
MARZO	19800
ABRIL	17600
MAYO	20300
JUNIO	16650
JULIO	15200
AGOSTO	19700
SEPTIEMBRE	15900
OCTUBRE	17750
NOVIEMBRE	21950
DICIEMBRE	22750

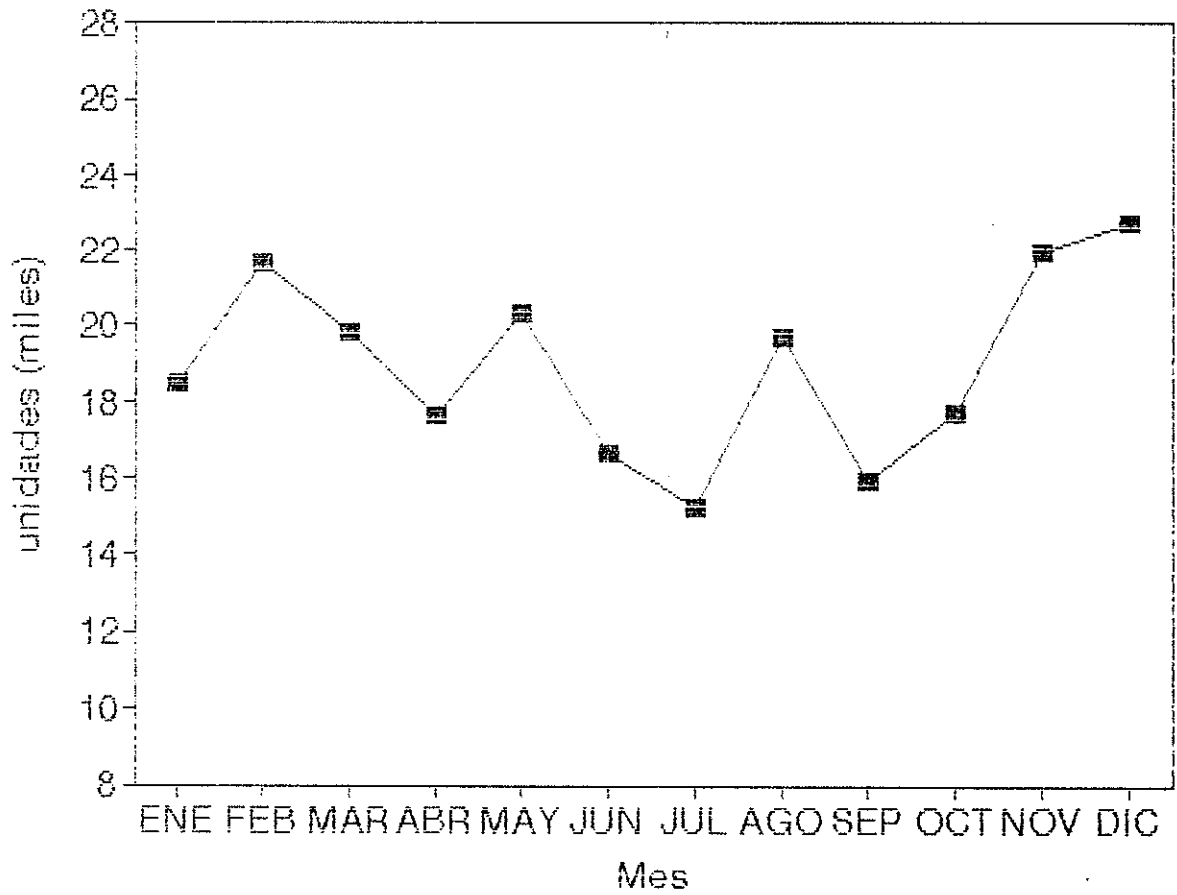
3.1.2 TENDENCIA DE LA DEMANDA

Para determinar la tendencia de las ventas, se elabora un gráfico de las ventas, mostrando el volumen de ventas correspondiente a cada mes, en una secuencia cronológica. Este gráfico se puede apreciar en la gráfica No. 3.1.

Seguidamente se calcula el promedio (\bar{X}), y la desviación estándar (DE), que es una medida de dispersión,

GRÁFICA 3.1

Ventas de block tipo 15 durante 1993.



con los cuales se obtiene un intervalo de confianza igual a:

$$\bar{X} \pm 2 \text{ DE}$$

Asumiendo una distribución normal, este rango indica que el 95.46 % de los datos se encuentra dentro de los límites de control. Estos límites se trazan sobre la gráfica de las ventas, y si los datos se encuentran dentro de ese intervalo, entonces el comportamiento de la demanda es estable.

Los cálculos se efectúan a continuación, haciendo referencia a los resultados de la tabla 3.2:

Promedio:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{227750}{12} = 18979.16$$

Desviación estándar:

$$\text{DE} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{65947291}{12}} = 2344.3$$

Límites del intervalo:

$$\text{límite superior (LS)} = \bar{X} + 2 \text{ DE}$$

$$\text{LS} = 18979.16 + 2 (2344.3) = 23667.7$$

$$\text{límite inferior (LI)} = \bar{X} - 2 \text{ DE}$$

$$\text{LI} = 18979.16 - 2 (2344.3) = 14290.62$$

Ahora que se tienen los límites del intervalo, se trazan sobre el gráfico No. 3.2 y se verifica si los datos se encuentran dentro del intervalo mencionado.

GRÁFICA 3.2

Tendencia de las ventas

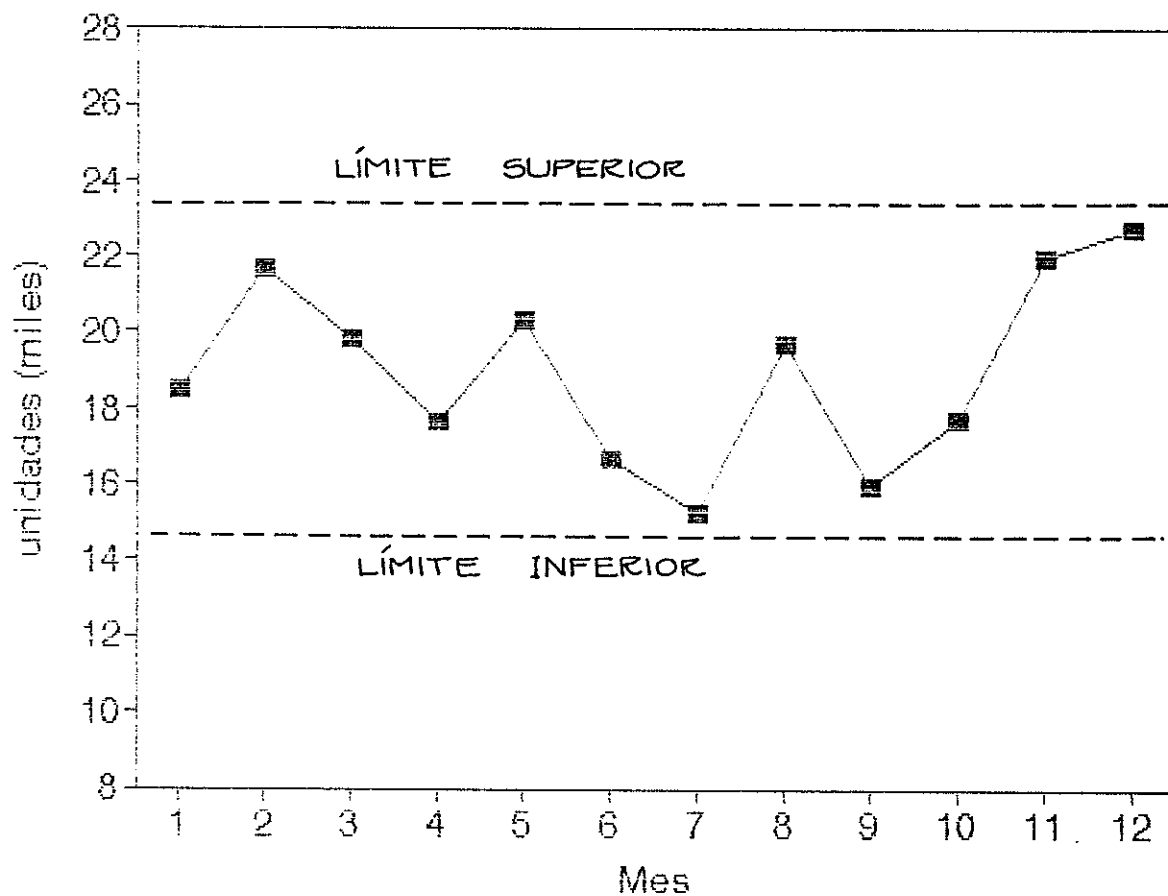


TABLA 3.2

MES	X_i	$(X - \bar{X})$	$(X - \bar{X})^2$
1	18500	-479.17	2296007
2	21650	2670.83	7133351
3	19800	820.83	673767
4	17600	-1379.17	1902101
5	20300	1320.83	1744601
6	16650	-2329.17	5425017
7	15200	-3779.17	14282101
8	19700	720.83	519601
9	15900	-3079.17	9481267
10	17750	-1229.17	1510851
11	21950	2970.83	8825851
12	22750	3770.83	14219184
$\Sigma X_i =$	227750	$\Sigma(X - \bar{X})^2 =$	65947292

X = Ventas de cada mes (unidades)

$\sum_{i=1}^{12}$ = sumatoria desde $i=1$ hasta 12 de X_i

Se puede apreciar en el gráfico No. 3.2, que los datos de las ventas se encuentran dentro de los límites del intervalo. Por lo tanto, se puede afirmar que la tendencia de la demanda es de tipo estable.

3.2 SISTEMA NUMÉRICO PARA ELABORAR PRONÓSTICOS

3.2.1 MÉTODOS PARA PRONOSTICAR

Existen varios métodos para calcular los pronósticos. El primer paso consiste en evaluar los métodos que se pueden

aplicar al tipo de comportamiento de los datos. La evaluación consiste en comparar el pronóstico con la venta real, y calcular las desviaciones absolutas, las que sumadas, darán como resultado el error acumulado. El método más adecuado será aquel que indique el menor error acumulado. A continuación, se describen algunos de los principales métodos para calcular pronósticos:

1) PROMEDIO ARITMÉTICO

Consiste en dividir los valores de las ventas anteriores entre el número de períodos de tiempo involucrados.

Así se obtienen los cálculos:

$$\text{Pronóstico del mes } i = P_i = \frac{\sum_{k=1}^n V_k}{n}$$

Entonces:

$$P_5 = (18500+21650+19800+17600)/4 = 19388$$

$$P_6 = (18500+21650+19800+17600+20300)/5 = 19570$$

sucesivamente, P7, P8, hasta llegar a P12.

Los cálculos se resumen en la tabla 3.3. Para calcular el error acumulado se evaluaron los periodos de ventas del mes 5 al mes 12, hallando el valor absoluto de la resta entre pronóstico y su correspondiente valor de venta real. Así:

$$\begin{aligned} \text{ERROR ABSOLUTO 5} &= | P_5 - V_5 | = | 20300 - 19388 | \\ &= 912 \end{aligned}$$

El error acumulado es la suma de todos los errores absolutos desde el mes 5 hasta el mes 12. Lo que también se

puede apreciar en la tabla 3.3.

De igual manera se procederá a calcular el error en los demás métodos que se analizarán.

TABLA 3.3,
PROMEDIO ARITMÉTICO

MES	VENTA	PRONOST.	ERROR ABSOLUTO
1	18500		
2	21650		
3	19800		
4	17600		
5	20300	19388	912
6	16650	19570	2920
7	15200	19083	3883
8	19700	18529	1171
9	15900	18675	2775
10	17750	18367	617
11	21950	18305	3645
12	22750	18636	4114
		ERROR ACUMULADO	20037

Nota: se utilizarán únicamente valores enteros, ya que se trata de unidades de block, por lo que no puede haber resultados con fracción decimal.

2) PROMEDIO MÓVIL

Se diferencia del promedio aritmético, en que el número de periodos que se promedian es constante, y para el pronóstico siguiente se desplaza el promedio desechando el

valor más antiguo y agregando el valor más reciente o inmediato. Esto proporciona un ciclo formado por el número de periodos que se consideren en el promedio.

Se determinó que entre menos periodos tiene el ciclo, menor es el error acumulado que resulta para este juego de datos. Por lo tanto, se utilizó un ciclo de 3 periodos o meses. Así se obtiene:

$$P_5 = (21650+19800+17600)/3 = 19683$$

$$P_6 = (19800+17600+20300)/3 = 19233$$

Los cálculos se resumen en la tabla 3.4

TABLA 3.4
PROMEDIO MÓVIL PARA 3 MESES

MES	VENTA	PRONOST.	ERROR ABSOLUTO
1	18500		
2	21650		
3	19800		
4	17600		
5	20300	19683	617
6	16650	19233	2583
7	15200	18183	2983
8	19700	17383	2317
9	15900	17183	1283
10	17750	16933	817
11	21950	17783	4167
12	22750	18533	4217
		ERROR ACUMULADO	18983

3) PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

Este es un promedio móvil, pero con ponderaciones aplicadas a cada periodo del promedio. Estas ponderaciones deben sumar igual a 1. Se analizaron varios juegos de ponderaciones y se presenta la que proporcionó el menor error acumulado.

Ponderacion = 0.47, 0.33, 0.20

Los cálculos se obtienen así:

$$P5 = 0.47(21650) + 0.33(19800) + 0.2(17600) = 20230$$

$$P6 = 0.47(19800) + 0.33(17600) + 0.2(20300) = 19174$$

Sucesivamente se obtienen los datos de la tabla 3.5

TABLA 3.5

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO PARA 3 MESES

MES	VENTA	PRONOST.	ERROR ABSOLUTO
1	18500		
2	21650		
3	19800		
4	17600		
5	20300	20230	71
6	16650	19174	2524
7	15200	18301	3101
8	19700	18076	1625
9	15900	16782	882
10	17750	16825	925
11	21950	18056	3894
12	22750	17721	5030
	ERROR ACUMULADO		18050

4) MÉTODO PONDERADO EXPONENCIAL

En este método, se utiliza una ponderación α (alfa) que es un valor comprendido entre 0 y 1; la fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$P_i = P_{ant} + \alpha (V_{ant} - P_{ant}) \quad : \quad 0 < \alpha < 1$$

Donde el pronóstico del mes actual es igual a el pronóstico anterior más α por error del pronóstico anterior. Se hicieron varias pruebas con diferentes valores de α , y el que menor error acumulado presentó es $\alpha = 0.01$. Así se obtiene:

$$P_5 = 19388 + 0.01 (17600 - 19388) = 19370$$

$$P_6 = 19370 + 0.01 (20300 - 19370) = 19379$$

De la misma manera, se obtiene la tabla 3.6:

TABLA 3.6

MÉTODO PONDERADO EXPONENCIAL

MES	VENTA	PRONOST.	ERROR.ABS
1	18500		
2	21650		
3	19800		
4	17600	19388	
5	20300	19370	930
6	16650	19379	2729
7	15200	19352	4152
8	19700	19311	389
9	15900	19314	3414
10	17750	19280	1530
11	21950	19265	2685
12	22750	19292	3458
	ERROR ACUMULADO		19289

Además de estos métodos, existen otros tales como la Regresión por Mínimos Cuadrados; esta técnica ajusta los datos para obtener una línea recta a través de un diagrama de dispersión de los datos del pasado, de manera que las desviaciones del promedio sean minimizadas.

Este método es útil para determinar los pronósticos de las ventas que tienen un comportamiento ascendente, o descendente, respecto a la serie de tiempo. En este caso, no se aplicará este método, ya que descuida las características cíclicas que presentan los datos de ventas mensuales de block que se están analizando.

3.2.2 COMPARACIÓN Y SELECCIÓN DEL MÉTODO ADECUADO

Para seleccionar el método de pronóstico adecuado para la serie de datos que se está analizando, se comparan los errores acumulados de cada método respectivamente en la tabla 3.7:

TABLA 3.7

METODO	ERROR ACUMULADO
PROMEDIO ARITMÉTICO	20038
PROMEDIO MÓVIL	21438
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO	18050
MÉTODO EXPONENCIAL	19289

Como puede apreciarse, el método que menor error acumulado presenta es el "promedio móvil ponderado".

Por lo tanto, este método es el más adecuado para la serie

de datos de ventas de block que presenta la fábrica.

3.2.3 FORMULACIÓN DEL PRONÓSTICO DE PRODUCCIÓN

De acuerdo con el método del promedio móvil ponderado, se presenta el siguiente pronóstico de producción del block tipo "15" para el año 1994. Se hicieron algunos ajustes a los datos tomando en cuenta la disminución de las ventas de block que se da en los meses de junio, septiembre y octubre debido a que son muy lluviosos.

TABLA 3.8
PRONÓSTICO PRODUCCIÓN 1994

MES	UNIDADES
ENERO	21322
FEBRERO	20478
MARZO	20864
ABRIL	19223
MAYO	20230
JUNIO	17638
JULIO	18301
AGOSTO	18076
SEPTIEMBRE	16782
OCTUBRE	16825
NOVIEMBRE	19486
DICIEMBRE	18633

CAPÍTULO 4

PLANEACIÓN DE OPERACIONES

En la planeación de operaciones, se trata de establecer la capacidad con que cuenta la fábrica para poder satisfacer la demanda de block que se estimó anteriormente. Esto servirá posteriormente para establecer un plan de producción que integra hombres, máquinas y materiales, para la máxima coordinación de la empresa. La capacidad se calcula mediante los diagramas de operaciones, diagramas de flujo y análisis de tiempos de las actividades productivas de la empresa.

4.1 DIAGRAMA DE OPERACIONES

Es una representación gráfica del proceso de fabricación, el cual muestra claramente la secuencia de eventos, en orden cronológico, desde el material en bruto hasta que sale el producto terminado. Dentro de estos eventos, se incluyen los referentes a las inspecciones y operaciones efectuadas y el tiempo de duración de cada evento, sin considerar el manejo de materiales. A continuación, se definen los siguientes aspectos:

1. Operación: ésta se efectúa cuando la parte estudiada es transformada intencionalmente, o cuando es estudiada o planeada, antes de desarrollar un trabajo productivo en ella.

2. Inspección: ésta se realiza, cuando la parte estudiada se examina para determinar si está de acuerdo con lo planeado.

3. Actividad combinada: ésta tiene lugar, cuando la parte estudiada, es sometida a operación e inspección simultáneamente.

La simbología de cada uno de los eventos anteriormente descritos es:

Operación



Inspección



Actividad combinada



El diagrama de operaciones aparece en la figura 4.1. y los tiempos de cada actividad corresponden a la elaboración del block tipo 15.

4.2 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El objetivo básico de la distribución en planta es el desarrollo del sistema productivo que satisfaga los requerimientos de capacidad y calidad en la forma más económica, mediante la distribución de las máquinas, lugares de trabajo, áreas de almacenamiento como: materia prima, productos terminados, etc., áreas de transporte y productos a través del sistema, y servicios auxiliares de producción como: herramientas, mantenimiento y personal.

La distribución que la fábrica presenta es una distribución por producto, es decir, que se arregla el equipo existente de acuerdo con la secuencia que se utiliza

para la fabricación del block.

La actual distribución en planta de la fábrica de block se presenta en la figura 4.2, y está compuesta de los siguientes elementos, los cuales se designan en la siguiente forma:

- M1 = Moldeadora No. 1
- M2 = Moldeadora No. 2
- M3 = Mezcladora
- A = Estantería de tablas
- B = Estantería de moldes y herramientas.
- C = Producto terminado.
- D = Area de fraguado.
- E = Materia prima.
- F = Baño.
- G = Bodega de accesorios.
- H = Oficina.

En la distribución actual de la fábrica, se observa que las máquinas moldeadoras están muy juntas, lo cual no permite que puedan operarse simultáneamente, por consiguiente, se ve disminuida su producción, ya que sólo puede utilizarse una moldeadora a la vez.

4.3 ANÁLISIS DE TIEMPOS

4.3.1 TIEMPO ESTÁNDAR

Es necesario determinar los tiempos de duración de cada actividad del proceso. Esto se hace cronometrando la duración de cada actividad, para después asignar un tiempo

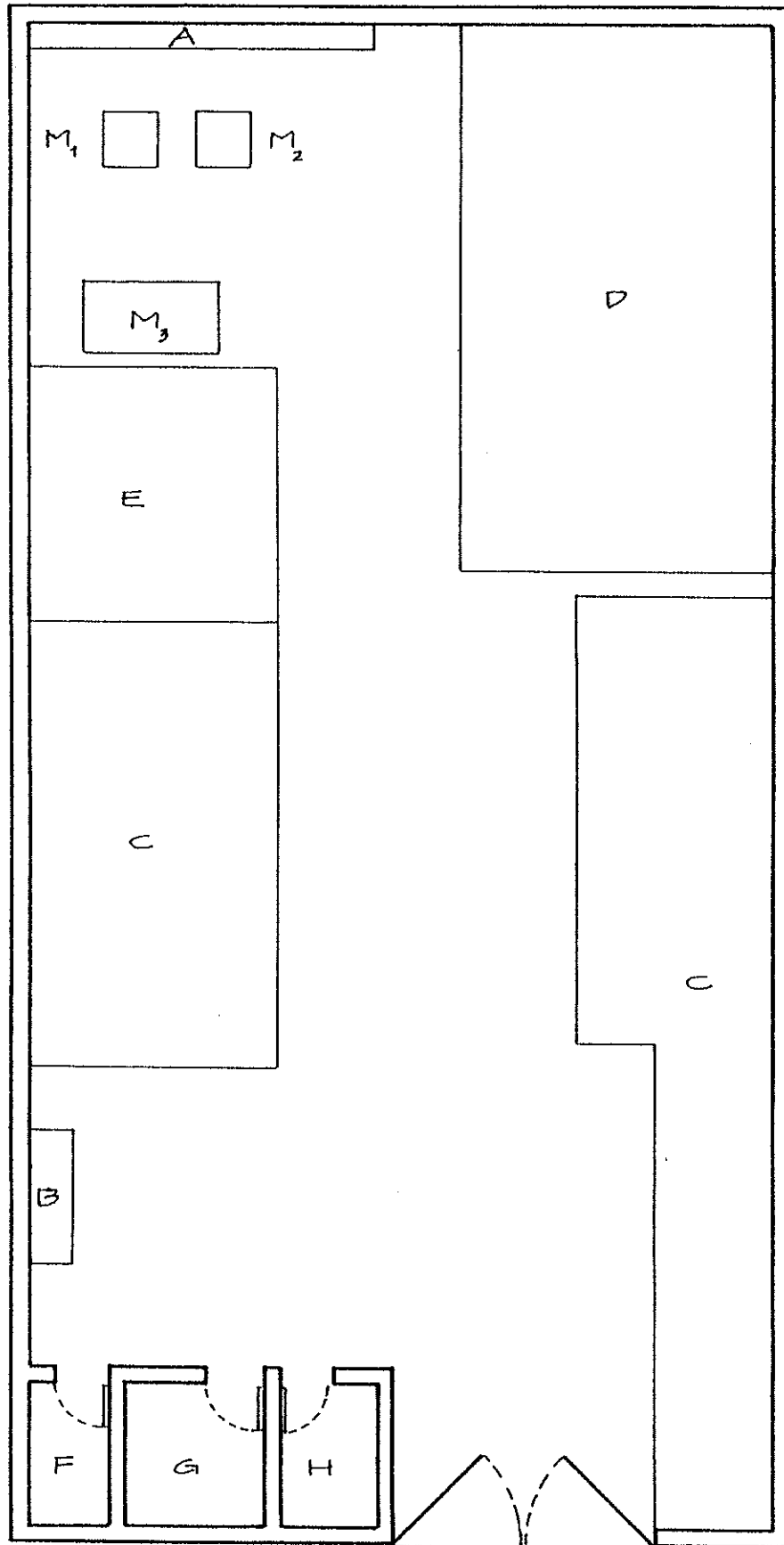


FIGURA 4.2

DISTRIBUCION EN PLANTA
ESCALA: 1:125

Los tiempos estándar para cada actividad del proceso, se obtienen en la tabla 4.2, donde:

TN = Tiempo normal, en minutos, el cual fue cronometrado para cada actividad.

TE = TN x 1.20(en minutos)

Los tiempos corresponden a la fabricación del block tipo 15:

TABLA 4.2

ACTIVIDAD	TN (min)	TE=TNx1.2 (min)
1. Mezclado	20.10	24.12
2. Abastecer moldeadora	0.19	0.23
3. Moldear	0.55	0.66
4. Retirar block del molde	0.29	0.34
5. Fraguado	2880.0	*

* Nota: la actividad del fraguado no puede tener tiempo estándar, porque es una actividad que depende del ambiente y no es una operación.

4.3.2 EFICIENCIA

Es la capacidad, en términos de porcentaje, con la cual se logra realizar una o varias operaciones, para lograr los objetivos. Este tema se analiza en la sección 4.4.

4.4 BALANCE DE LÍNEAS

En el ciclo de producción de block, es conveniente asignar cantidades iguales de trabajo a cada operador, para

que el tiempo ocioso en la línea de producción no exista o sea muy pequeño. Esto se logra mediante la distribución del elemento humano a las máquinas ó viceversa, de acuerdo a las necesidades de la fábrica.

A continuación, se dan algunas definiciones para poder comprender el análisis posterior:

1. ELEMENTO DE TRABAJO: es una unidad de trabajo de tal tamaño, que no puede seguirse dividiendo entre dos o más operadores, sin crear interferencia entre las labores que éstos realizan.
2. OPERACIÓN: es un grupo de elementos de trabajo asignados a una misma estación de trabajo, u operario establecido.
3. ESTACIÓN DE TRABAJO: es un área adyacente a la línea de producción donde cierta cantidad de trabajo (una o varias operaciones) es realizado.
4. TIEMPO DE CICLO: es el tiempo en que un producto está disponible en cada estación de trabajo.
5. EFICIENCIA: es la capacidad, en términos de porcentaje, con la cual se logra realizar una o varias operaciones, para lograr los objetivos establecidos.

Los cálculos que siguen a continuación fueron efectuados tomando en cuenta el tiempo promedio cronometrado

de cada actividad; dichos tiempos están calculados en forma centesimal en el Anexo No. 1.

Siempre se sigue analizando la elaboración del block tipo 15. Actualmente la planta cuenta con 2 operarios en la línea de producción, y 1 ayudante que se encarga de apilar el producto terminado y de recoger las tablas en las cuales se fragua el block.

BALANCE DE LÍNEAS ACTUAL

Las estaciones actualmente se dividen como aparecen en la tabla 4.3:

TABLA 4.3

OPERARIO NO.	ESTACIÓN DE TRABAJO	OPERACIÓN No.	T.E (min)
1 y 2	1	1	24.12
1 y 2	2	2	0.23
1 y 2	2	3	0.66
1 y 2	2	4	0.34

Cada operación corresponde a cada actividad de la tabla 4.2.

Como puede observarse, en la estación de trabajo No. 1 ambos operarios efectúan la operación No. 1, que es el mezclado; en esta operación, la mezcla producida es suficiente para obtener 120 tablas de block; cada tabla contiene 2 blocks. Después de que la mezcla está lista, ambos operarios pasan a la estación No. 2, que incluye las operaciones números 2, 3, y 4.

El tiempo del ciclo se efectúa en la estación No. 2, y se repite 120 veces; ambos trabajadores lo realizan uno inmediatamente después del otro, es decir, cuando el operario 1 efectúa la operación 2, el operario 2 efectúa la operación 3, y así sucesivamente ambos completan el ciclo de la estación No. 2. En este ciclo, se obtienen las 120 tablas de block, por cada tanda de mezclado. El tiempo del ciclo de la estación No. 2 debería ser igual a 0.66 que es el tiempo más largo de la estación, pero se comprobó que por traslape en las operaciones, el tiempo del ciclo es igual a 0.72 minutos, es decir, que cada tabla de blocks se obtiene a cada 0.72 minutos. El tiempo total necesario para moldear toda la tanda de mezcla que se preparó sería igual a:

$$0.72 \text{ min.} \times 120 \text{ veces} = 86.4 \text{ min.}$$

Entonces el tiempo total de cada estación es así:

TABLA 4.4
BALANCE ACTUAL PARA PRODUCIR 120 TABLAS DE BLOCK

ESTACIÓN No.	TE (min.)
1	24.12
2	86.40
TOTAL	110.52

Después de este lapso de 110.52 min., ambos operarios vuelven a la estación No. 1 para elaborar otra tanda de mezcla de 120 tablas de block.

Calculando la eficiencia de la estación de ambas estaciones, se obtiene:

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{(n \times c)}$$

donde:

T_i = tiempo de la operación (TE)

c = tiempo del ciclo

n = número de operarios.

Por lo tanto:

$$e = (110.52)/(2 \times 86.40) = 0.6395$$

$$e = 63.95 \%$$

En esta distribución del trabajo, los 2 operarios efectúan las estaciones No. 1 y No. 2, pero no simultáneamente, lo cual si se podría hacer con la ayuda de otro operario, que esté exclusivamente para la operación No. 1 (moldeado).

BALANCE DE LÍNEAS PROPUESTO

Se sugiere contratar otro operario para la operación No. 1 que corresponde al mezclado.

Se cronometró el tiempo que un solo operario utiliza para hacer una tanda de mezcla suficiente para 120 tablas de 2 block cada una, es de 29.05 min., si se calcula el tiempo estándar = $29.05 \times 1.2 = 34.86$ min.

Entonces se asigna un operario para la operación No. 1 (mezclado), un operario para las operaciones 2 y 4 (abastecer moldeadora y retirar block), y otro operario para la operación No. 3 (moldeado); con lo cual se proponen de la siguiente manera de agrupar las operaciones:

TABLA 4.5

BALANCE PROPUESTO PARA PRODUCIR 120 TABLAS DE BLOCK

Operario No.	Estación de Trabajo	Operaciones Nos.	TE (min) individual	TE (min) total (120 VECES)
1	1	1	34.86	34.86
2	2	2 y 4	0.57	68.40
3	3	3	0.66	79.20
			TOTAL	182.46

La eficiencia entonces queda así:

$$e = (182.46)/(3 \times 79.20) = 0.768$$

$$e = 76.8 \%$$

Puede apreciarse que la eficiencia de la línea propuesta, al contratar otro operario para la operación No. 1 (moldeado), es mayor que la eficiencia actual que es de 63.95 %. También se nota que ahora la tanda de 120 tablas de block, saldrá a cada 79.20 minutos, y no a cada 110.52 minutos como en el balance actual, porque ahora las estaciones se ejecutan simultáneamente.

4.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Es una representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos, que tienen lugar durante un proceso o procedimiento, que incluye para el análisis el tiempo requerido y distancia recorrida. Este diagrama pone de manifiesto los costos ocultos, tales como distancias recorridas, retrasos, y almacenamientos

temporales, los cuales son periodos de tiempo no productivos.

En el diagrama de flujo, además de las operaciones e inspecciones consideradas en el diagrama de operaciones, y definidos en el inciso 4.1, se tiene:

1) TRANSPORTE

Es una actividad que implica movimiento de un producto de un lugar a otro, y se considera como transporte cuando la distancia a recorrer es de 3 metros como mínimo.

2) DEMORA

Se presenta cuando no se puede ejecutar ninguna otra actividad, es decir, no se puede procesar inmediatamente al llegar a la siguiente estación de trabajo.

3) ALMACENAMIENTO

Es cuando un producto se guarda en un lugar determinado sin estar sujeto a operaciones, inspecciones o transportes, y se le protege de un traslado no autorizado.

La simbología de los tres incisos anteriores es la siguiente:

TRANSPORTE



DEMORA



ALMACENAMIENTO



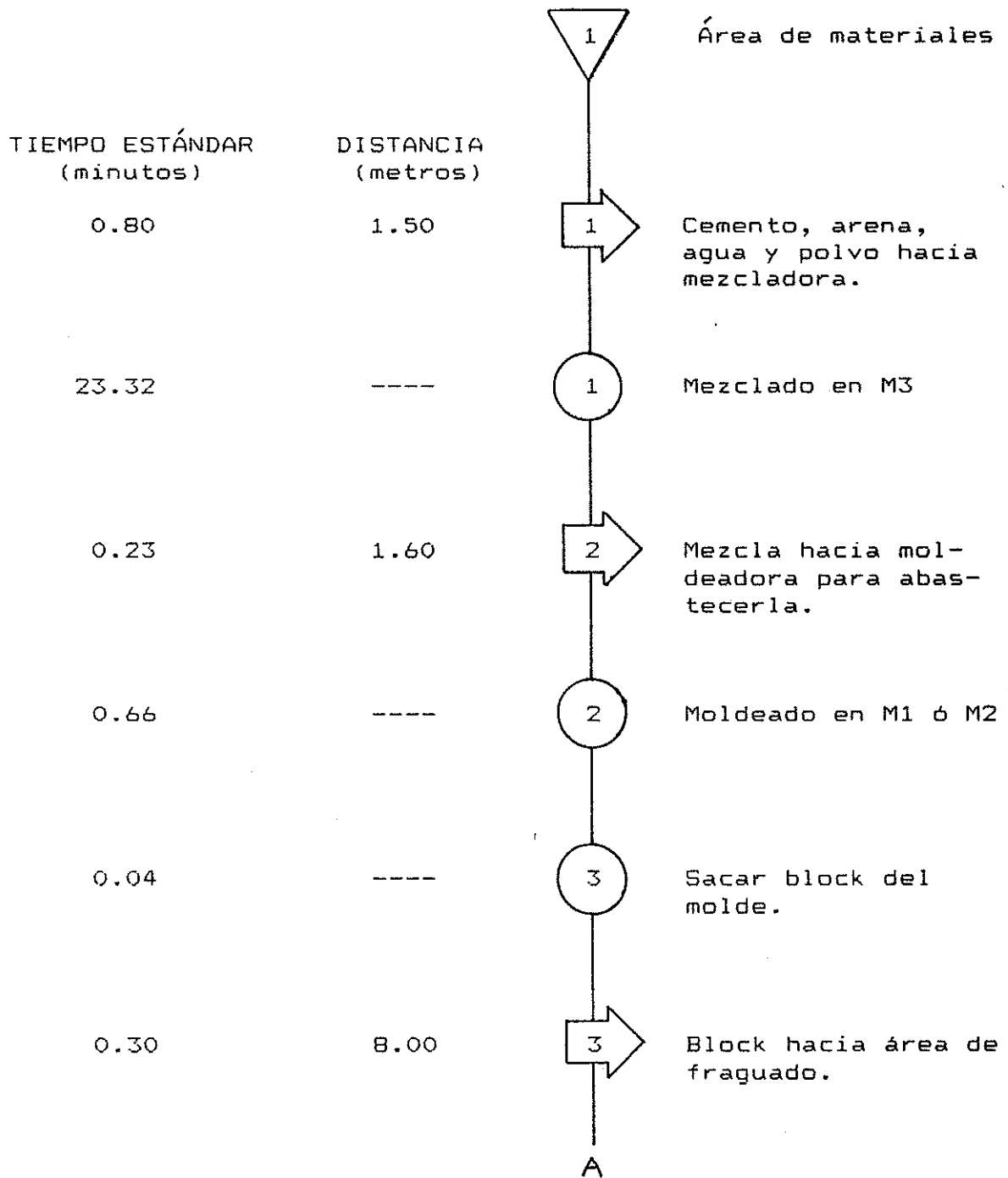
El diagrama de flujo del proceso aparece en la figura 4.3.

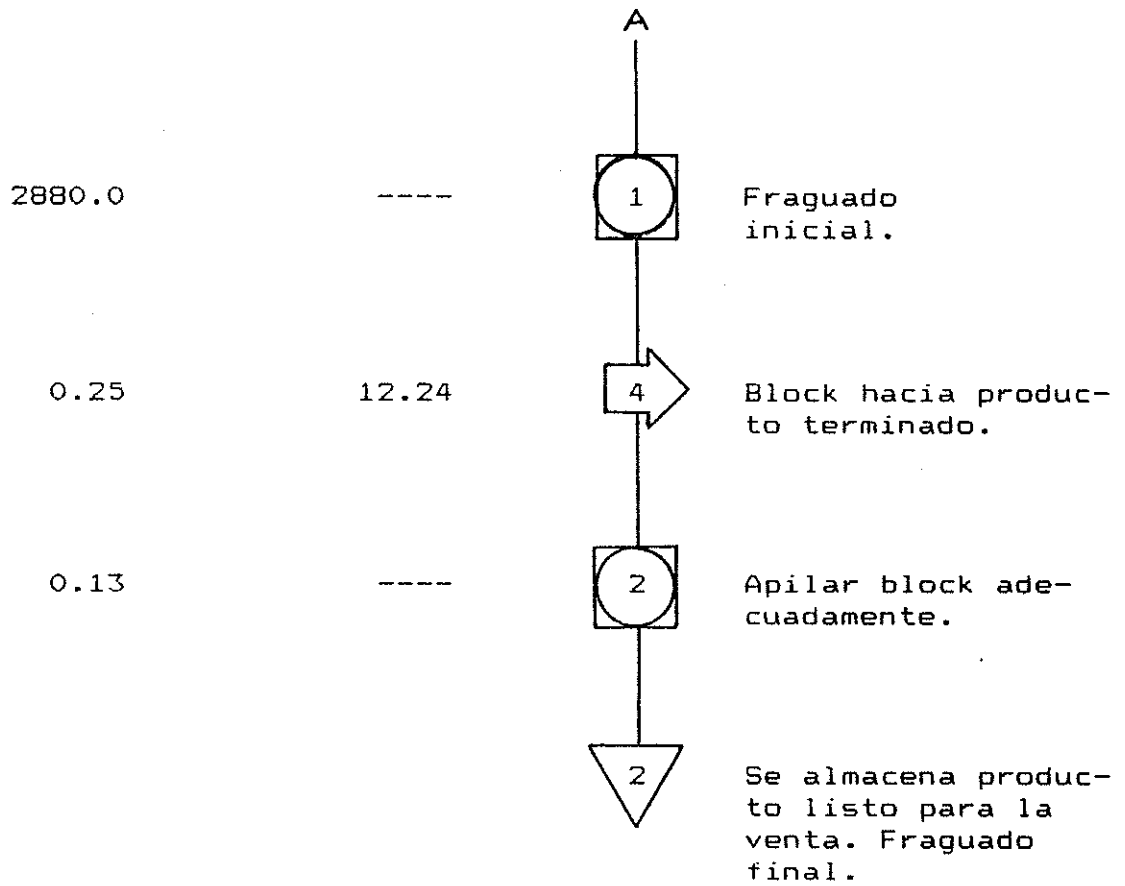
DIAGRAMA DE RECORRIDO

El diagrama de recorrido es un esquema de distribución

Figura 4.3
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

ASUNTO: Fabricación de block PRODUCTO: Block tipo 15
 METODO: Actual FECHA: Enero 1994
 FABRICA: La Castellana ANALISTA: Douglas Caceros
 INICIA: Área de Materiales TERMINA: Área de producto terminado





RESUMEN			
EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
Operación	3	24.02	
Actividad combinada	2	2880.13	
Transporte	4	1.58	23.34
Almacenaje	2		

en planta, que muestra la localización de todas las actividades que aparecen en el diagrama de flujo. Todas las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos aparecen localizados sobre la distribución en planta y están unidos por medio de líneas para indicar la secuencia del proceso de fabricación.

El diagrama de recorrido aparece en la figura 4.4.

4.6 RITMO DE LA PRODUCCIÓN

El tiempo disponible por día de producción es de 8 horas, es decir 480 minutos.

PRODUCCIÓN DIARIA ACTUAL

El volumen de producción diario de la línea actual, según la tabla 4.4 para producir una tanda de 120 tablas de block, es:

$$\begin{aligned}
 \text{Producción diaria} &= (480 \text{ min/día}) / (110.52 \text{ min/tanda}) \\
 &= 4.34 \text{ tandas/día} \\
 &= (4.34 \text{ tandas/día}) \times (120 \text{ tablas/tanda}) \\
 &= 521 \text{ tablas/día} \\
 &= (521 \text{ tablas/día}) \times (2 \text{ block/tabla}) \\
 &= 1042 \text{ block/día.}
 \end{aligned}$$

PRODUCCIÓN DIARIA PROPUESTA

Efectuando el cálculo anterior, y utilizando los datos de la tabla 4.5 del balance propuesto, se obtiene:

$$\begin{aligned}
 \text{Producción diaria} &= (480 \text{ min/día}) / (79.20 \text{ min/tanda}) \\
 &= 6.06 \text{ tandas/día} \times 120 \times 2 \\
 &= 1454 \text{ block/día.}
 \end{aligned}$$

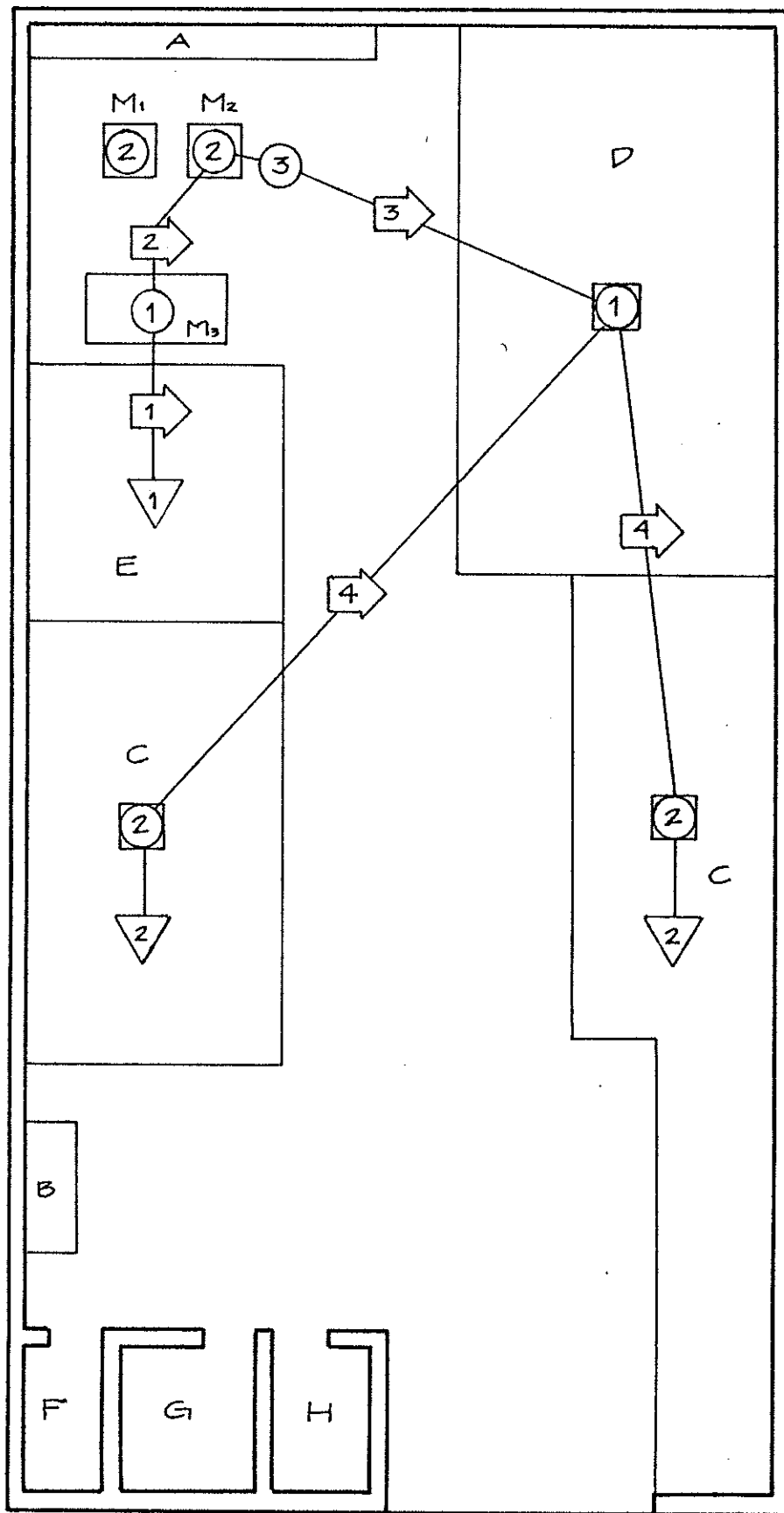


FIGURA 4.4

DIAGRAMA DE RECORRIDO

ESCALA: 1:125

Puede apreciarse que con el balance propuesto la producción aumentaría de 1042 a 1454 unidades por día, lo que representaría un incremento en la capacidad de producción del 39.5 %.

CAPÍTULO 5

PLANIFICACIÓN

Se procede en esta sección a planificar la producción, a fin de elaborar un plan de producción, que sea capaz de cumplir con la demanda de producto que tiene la fábrica, de acuerdo con su capacidad de producción, y a la disponibilidad de tiempo, mano de obra y materiales. Con esto se persigue aprovechar mejor el tiempo, y reducir costos y desperdicios.

5.1 ELABORACIÓN DEL PLAN DE PRODUCCIÓN

Se harán los cálculos para obtener los requerimientos de la producción del block tipo 15, sobre el cual se hicieron los estudios de pronósticos y la capacidad de producción de la fábrica, considerando un periodo de 6 meses.

Se define la cantidad de producto que se va a elaborar, y cuándo se fabricará. De la demanda estimada en el capítulo 3 tenemos:

TABLA 5.1

MES	UNIDADES BLOCK
ENERO	21322
FEBRERO	20478
MARZO	20864
ABRIL	19223
MAYO	20230
JUNIO	17638

Se debe planificar en dimensionales comunes, lo que significa que las cantidades deben reducirse a unidades de tiempo, el cual será la medida que se debe considerar para elaborar el plan de producción.

5.1.1 TIEMPO REQUERIDO DE PRODUCCIÓN

En el capítulo 4, se calculó que en un día de producción (8 horas), se fabrican 1042 unidades de block, entonces, por regla de 3 se obtiene:

$$\begin{array}{r} 8 \text{ horas} \text{ -----} 1042 \text{ unidades} \\ 1 \text{ hora} \text{ -----} x \\ x = 130.25 \text{ unidades por hora} \end{array}$$

Dividiendo las unidades estimadas para cada mes en la tabla 5.1, por 130.25 unidades por hora, se obtienen las horas requeridas para cada mes, en la tabla 5.2.

TABLA 5.2
HORAS REQUERIDAS DE PRODUCCIÓN

MES	UNIDADES	HORAS
ENERO	21322	163.7
FEBRERO	20478	157.2
MARZO	20864	160.2
ABRIL	19223	147.6
MAYO	20230	155.3
JUNIO	17638	135.4

Como puede apreciarse, en la tabla 5.2 aparecen las horas de producción necesarias para elaborar las unidades demandadas para cada mes. Por ejemplo, en el mes de enero,

para elaborar 21322 unidades de block, se necesitan 163.7 horas.

5.1.2 TIEMPO DISPONIBLE

Para determinar el tiempo disponible para cada mes, se debe considerar que la jornada de trabajo es diurna, por lo tanto se trabajan 8 horas diarias de lunes a viernes, y 4 horas el sábado. También se deben tomar en cuenta los siguientes feriados, comprendidos en el periodo en estudio de enero a junio de 1994: 1 de enero, semana santa (31 marzo, 1 y 2 abril), 1 de mayo, 30 junio.

TABLA 5.3
TIEMPO DISPONIBLE EN DIAS Y HORAS

Mes	Lunes a viernes (# días)	Horas	Sábados (# días)	Horas	TOTAL HORAS DISP.
ENERO	21	168	4	16	184
FEBRERO	20	160	4	16	176
MARZO	22	176	4	16	192
ABRIL	20	160	4	16	176
MAYO	21	168	4	16	184
JUNIO	21	168	4	16	184

Como puede apreciarse en la tabla 5.3, se encuentran los días hábiles disponibles de cada mes y su equivalente a horas totales disponibles. Así por ejemplo, en abril hay:

Lunes a viernes: 20 días * 8 horas c/día = 160 horas

Sábados: 4 días * 4 horas c/día = 16 horas

Total horas disponibles de abril..... = 176 horas

5.2 PLAN DE PRODUCCIÓN

Haciendo una comparación entre el tiempo disponible de la tabla 5.3, y el tiempo requerido para la producción en la tabla 5.2, obtenemos la tabla 5.4, donde apreciamos que cada mes tiene un tiempo disponible sobrante en horas, las cuales serán utilizadas para fabricar los otros modelos de block que produce la fábrica.

TABLA 5.4

DIFERENCIA ENTRE EL TIEMPO DISPONIBLE
Y EL TIEMPO REQUERIDO.

MES	TIEMPO (horas)		
	disponible	requerido	diferencia
ENERO	184.0	163.7	20.3
FEBRERO	176.0	157.2	18.8
MARZO	192.0	160.2	31.8
ABRIL	176.0	147.6	28.4
MAYO	184.0	155.3	28.7
JUNIO	184.0	135.4	48.6
TOTAL	1096.0	919.4	176.6

Esto significa que si hay suficiente tiempo disponible, en cada mes para poder cumplir con la demanda de block 15x20x40 cm, por lo que en la tabla 5.5 se presenta el plan de producción que se buscaba:

TABLA 5.5
PLAN DE PRODUCCION DE BLOCK TIPO 15

MES	UNIDADES A PRODUCIR	HORAS A UTILIZAR	HORAS SOBRANTES	DIAS REQUERIDOS	
				LUNES A VIERNES	SÁBADOS
ENE.	21322	163.7	20.3	19	3
FEB.	20478	157.2	18.8	18	3
MAR.	20864	160.2	31.8	19	3
ABR.	19223	147.6	28.4	17	3
MAY.	20230	155.3	28.7	18	3
JUN.	17638	135.4	48.6	16	3

Entonces en el plan de producción de la tabla 5.5, se define la cantidad de producto que se va a fabricar cada mes, el tiempo necesario en horas para producirla, el tiempo sobrante disponible de cada mes, los días del mes que se van a utilizar, y definir los días de la semana (lunes a viernes) y sábados.

5.3 PLANEACIÓN AGREGADA:

Consiste en hacer un plan de producción que incluya todos los tipos de productos que fabrica la empresa. En este caso, hay otros tipos de block que produce la fábrica, según la tabla 2.1 se obtienen los diferentes tipos de block y sus medidas.

De ahora en adelante, se nombrará cada modelo de block según el nombre del tipo de sus medidas, que está tabla 5.6, para una mayor facilidad para hacer la planeación agregada o

de conjunto de todos los modelos de block.

TABLA 5.6

TIPO DE BLOCK	MEDIDAS (cm)
"15"	15 x 20 x 40
"20"	20 x 20 x 40
"10"	10 x 20 x 40
"U"	15 x 20 x 40

La fábrica siempre mantiene existencias de los diferentes tipos de block, por lo que se deduce que al principio del periodo en estudio, es decir, que en enero hay existencias de todos los modelos.

Los datos de producción de los otros modelos de block, se obtuvieron haciendo un estudio similar al descrito en el capítulo 4, obteniendo la capacidad de producción diaria para cada modelo. Los datos obtenidos son los siguientes:

BLOCK TIPO U:

Producción diaria es igual al block tipo 15:

Producción diaria = 1042 unidades por día.

producción por hora = 1042 unidades / 8 horas

= 130.25 unidades por hora

BLOCK TIPO 10:

Producción diaria = 1380 unidades por día

Producción por hora = 1380 unidades / 8 horas

= 172.5 unidades por hora.

BLOCK TIPO 20:

Producción diaria = 600 unidades por día

Producción por hora = 600 unidades / 8 horas

= 75 unidades por hora.

Con estos datos, se obtendrá el número de unidades a producir de cada modelo en cada mes, multiplicando el tiempo sobrante disponible (horas), por la producción por hora. El tiempo que se va a utilizar es el tiempo disponible sobrante de cada mes. Estos datos se resumen en la tabla 5.7:

TABLA 5.7
PLANEACIÓN AGREGADA

MES	TIPO DE BLOCK	HORAS A UTILIZAR	PRODUC. POR HORA	UNIDADES A PRODUCIR	DIAS * A UTILIZAR
ENE.	10	16.3	172.50	2812	2
FEB.	U	14.8	130.25	1925	2
MAR.	20	27.8	75.00	2086	3
ABR.	10	24.4	172.50	4212	3
MAY.	U	24.7	130.25	3215	3
JUN.	20	44.6	75.00	3344	6

* Nota: los días sábados sobrantes de cada mes se utilizarán para el mantenimiento de maquinaria. Únicamente se utilizan en esta tabla los días hábiles durante la semana (lunes a viernes).

Como puede apreciarse en la tabla 5.7, está detallada

la cantidad de block, el tipo de block y el tiempo que se va a utilizar en cada mes. Así por ejemplo, en el mes de enero se fabricará el block tipo "10", y se tienen 16.3 horas disponibles para fabricar; las unidades que se van a producir se obtienen multiplicando el tiempo disponible por la tasa de producción por hora, así:

$$(16.3 \text{ horas}) \times (172.5 \text{ unidades/hora}) = 2812 \text{ unidades.}$$

De igual manera, se obtienen las unidades que se van a producir en los demás meses.

Uniendo la tabla 5.7, junto con la tabla 5.5, se obtiene el plan agregado, o de conjunto, de la cantidad de total block que la empresa fabricará durante los primeros 6 meses de 1994. Estos datos se resumen en la tabla 5.8:

TABLA 5.8
PLAN DE PRODUCCIÓN AGREGADA O TOTAL

MES	TIPO DE BLOCK (UNIDADES)				UNIDADES TOTALES
	"15"	"10"	"20"	"U"	
ENERO	21322	2812	0	0	24134
FEBRERO	20478	0	0	1925	22403
MARZO	20864	0	2086	0	22950
ABRIL	19223	4212	0	0	23435
MAYO	20230	0	0	3215	23444
JUNIO	17638	0	3344	0	20982

CAPÍTULO 6

PROGRAMACIÓN

Después de haber calculado la cantidad de producto que se va a fabricar y el tiempo necesario para producirla, corresponde ahora en este punto tratar de la Programación, en la cual se da un procedimiento más detallado que definirá cómo y con qué, se habrá de ejecutar la producción previamente definida.

6.1 CALENDARIO DE PRODUCCIÓN

En la elaboración de este calendario, se ha considerado siempre el periodo de 6 meses para el cual se hizo la planificación, en el capítulo 5. Además, se toman en cuenta los siguientes aspectos:

a) Actividades de producción

Se asignarán los días necesarios de cada mes, para producir los diferentes modelos de block, según el tiempo requerido, calculado en el capítulo 5.

b) Actividades de mantenimiento del equipo

Diariamente se limpian y revisan las máquinas después de la jornada de trabajo. Pero se asignará 1 sábado de cada mes, para actividades más completas de mantenimiento tanto preventivo (lubricación, limpieza, revisiones), como correctivo (desarmar, hacer ajustes, corrección de fallas).

El calendario se muestra en la tabla 6.1

TABLA 6.1
CALENDARIO DE PRODUCCIÓN

MES	DIAS	ACTIVIDAD
Enero	3 al 27	Fabricación block tipo 15.
Enero	28 y 31	Fabricación block tipo 10.
Enero	29	Mantenimiento maquinaria.
Febrero	1 al 24	Fabricación block tipo 15.
Febrero	25 y 28	Fabricación block tipo U.
Febrero	26	Mantenimiento maquinaria.
Marzo	1 al 25	Fabricación block tipo 15.
Marzo	26	Mantenimiento maquinaria.
Marzo	28 al 30	Fabricación block tipo 20
Abril	4 al 26	Fabricación block tipo 15.
Abril	27 al 29	Fabricación block tipo 10.
Abril	30	Mantenimiento maquinaria
Mayo	3 al 26	Fabricación block tipo 15.
Mayo	28	Mantenimiento maquinaria.
Mayo	27, 30, 31	Fabricación block tipo U.
Junio	1 al 22	Fabricación block tipo 15.
Junio	25	Mantenimiento maquinaria.
Junio	23 al 30	Fabricación block tipo 20.

En cada mes, aparecen los días en que se fabrica cada diferente tipo de block, así como un día especial asignado para el mantenimiento de la maquinaria.

6.2 MATERIALES REQUERIDOS:

Se hará ahora un cálculo de la cantidad de materia prima necesaria para poder fabricar el número de unidades

que se ha planificado para cada mes. Se describirá la cantidad necesaria para elaborar cada diferente tipo de block.

A) BLOCK TIPO 15:

Para la producción de un día, es decir, para 1020 unidades de block se necesitan:

cemento:	23 quintales (qq).
arena blanca:	5.98 metros cúbicos (m3)
polvo de piedra:	1.50 metros cúbicos (m3)
agua:	0.87 metros cúbicos (m3)
Producción por día:	1042 unidades.

De la misma manera, se obtiene para los demás tipos de block, para la producción de 1 día:

B) BLOCK TIPO U:

Cemento:	23 quintales (qq).
Arena blanca:	5.98 metros cúbicos (m3).
Polvo de piedra:	1.50 metros cúbicos (m3).
Agua:	0.83 metros cúbicos (m3).
Producción por día:	1042 unidades.

C) BLOCK TIPO 10:

Cemento:	20 quintales (qq).
Arena blanca:	5.20 metros cúbicos (m3).
Polvo de piedra:	1.30 metros cúbicos (m3).
Agua:	0.76 metros cúbicos (m3).
Producción por día:	1380 unidades.

D) BLOCK TIPO 20:

Cemento:	20 quintales (qq).
Arena blanca:	5.20 metros cúbicos (m ³).
Polvo de piedra:	1.30 metros cúbicos (m ³).
Agua:	0.76 metros cúbicos (m ³).
Producción por día:	600 unidades.

Estos datos se resumirán en la tabla 6.2 haciendo la conversión para la producción de 1000 unidades de cada tipo de block. Por ejemplo tenemos que para producir 1042 unidades de block tipo 15, se necesitan 5.72 m³ de arena, entonces para 1000 unidades, se obtiene por regla de 3:

1042 unidades ----- 5.98 m³ de arena.

1000 unidades ----- x

x = 5.74 m³ de arena.

De igual manera, se obtiene para los demás materiales, variando la cantidad diaria producida para cada tipo de block. Todos los cálculos se resumen en la tabla 6.2:

TABLA 6.2

MATERIALES NECESARIOS PARA FABRICAR 1000 UNIDADES DE CADA DIFERENTE TIPO DE BLOCK.

MATERIAL	BLOCK TIPO 15	BLOCK TIPO 10	BLOCK TIPO U	BLOCK TIPO 20
CEMENTO (qq)	22.07	14.49	22.07	33.33
ARENA BLANCA (m ³)	5.74	3.77	5.74	8.67
POLVO PIEDRA (m ³)	1.44	0.94	1.44	2.17
AGUA (m ³)	0.83	0.55	0.83	1.27

Ahora que ya se tiene la cantidad de cada material necesaria para fabricar 1000 unidades de cada tipo de block, se calcularán proporcionalmente por regla de 3, los requerimientos de materiales mensualmente de cada tipo de block. Así, por ejemplo, para calcular la cantidad de cemento del mes de enero, se tiene que:

$$\begin{array}{r} 1000 \text{ unidades} \text{ ----- } 22.07 \text{ qq} \\ 21322 \text{ unidades} \text{ ----- } x \end{array}$$

Por regla de 3, x es igual a:

$$x = 470.58 \text{ qq de cemento.}$$

También en enero se fabricará block tipo 10, para el cual requerimos de la siguiente cantidad de cemento:

$$\begin{array}{r} 1000 \text{ unidades} \text{ ----- } 14.49 \text{ qq} \\ 2812 \text{ unidades} \text{ ----- } x \end{array}$$

Por regla de 3, x es igual a:

$$x = 40.74 \text{ qq de cemento}$$

Entonces la cantidad total de cemento requerida para el mes de enero es:

$$\text{cantidad de cemento} = 470.58 + 40.74 = 511.32 \text{ qq}$$

Lo que es equivalente a 512 qq. porque no existen a la venta fracciones en los sacos de cemento. Los cálculos de los demás meses se resumen en la tabla 6.3.

De igual manera, se calculan los demás materiales, agua, arena y polvo de piedra para todos los meses, los cuales se resumen en la tabla 6.4:

TABLA 6.3

CANTIDAD DE CEMENTO REQUERIDO (EN QUINTALES)

MES	qq	# sacos
ENERO	511.32	512
FEBRERO	493.53	494
MARZO	530.06	530
ABRIL	485.34	486
MAYO	515.88	516
JUNIO	500.78	501

TABLA 6.4

CANTIDAD DE ARENA, POLVO DE PIEDRA Y AGUA REQUERIDOS.
(EN METROS CÚBICOS)

MES	ARENA (m ³)	POLVO PIEDRA (m ³)	AGUA (m ³)
ENERO	132.97	33.34	19.35
FEBRERO	128.32	32.17	18.66
MARZO	137.82	34.56	20.07
ABRIL	126.20	31.63	18.37
MAYO	134.14	33.62	19.49
JUNIO	130.22	32.65	18.97

6.3 MANO DE OBRA REQUERIDA

Para cumplir con los requerimientos del volumen de producción y de acuerdo con las posibilidades de la fábrica, se necesitan las siguientes personas:

- 2 operarios para el área producción.
- 2 ayudantes área producto terminado.
- 1 encargado de mantenimiento.

Estos hacen un total de 5 personas, que permiten el funcionamiento de la fábrica. Las funciones de cada empleado se resumen en la tabla 6.5:

TABLA 6.5
MANO DE OBRA REQUERIDA

PUESTO	No. DE PERSONAS	FUNCIONES
OPERARIO DE PRODUCCIÓN	2	Ambos prepararán la mezcla en la máquina mezcladora, operarán la máquina moldeadora y trasladarán el block al área de fraguado.
AYUDANTE DE PRODUCCIÓN	2	Ellos apilarán el block ya fraguado en el área de producto terminado, ayudarán a trasladar y ordenar los materiales, y Apilarán las tablas utilizadas en el fraguado.
ENCARGADO DE MANTENIMIENTO	1	Cambiará los moldes a la máquina moldeadora. Se encargará de revisar, limpiar, ajustar y lubricar todas las máquinas, y corregir cualquier falla que ocurra durante el proceso de producción.
Total de personas	5	

Los operarios y ayudantes de producción devengan un salario semanal por unidad producida, mientras que el encargado de mantenimiento tiene sueldo fijo mensual. Es necesario contemplar que un trabajador se encargue de hacer reportes de la producción y registrar los movimientos de inventarios.

6.4 PROGRAMACIÓN DE MÁQUINAS

Actualmente la fábrica cuenta con 1 máquina mezcladora y 2 máquinas moldeadoras. Anteriormente se mencionó que ambas máquinas moldeadoras no pueden utilizarse al mismo tiempo por la falta de espacio; una se utiliza cuando a la otra se le cambia el molde para fabricar otro tipo de block diferente al block tipo 15. Ambas máquinas moldeadoras tienen la misma velocidad de producción.

En la tabla 6.6, se asigna el tipo de block que producirá cada máquina y la actividad correspondiente.

TABLA 6.6
ASIGNACION DE MÁQUINAS

MÁQUINA	TIPO DE BLOCK	ACTIVIDAD
Mezcladora	TODOS (15, U, 20 Y 10)	Es la única máquina, y se elabora la mezcla para cualquier tipo de block.
Moldeadora No. 1	15 y U	Moldeado de block tipo 15 y tipo U.
Moldeadora No. 2	10, y 20	Moldeado de block tipo 10 y tipo 20

6.5 FORMATOS NECESARIOS QUE SE VAN A UTILIZAR

Se hace necesario elaborar ciertos formatos, para definir los requerimientos de producción durante cada mes del periodo de producción que se planificó.

Estos formatos se presentan como un modelo para ser ejecutados durante el desarrollo de la producción,

utilizando como base la programación de este capítulo, que se presentan en el Anexo No. 2, donde se detallan los siguientes formatos:

- 1) FORMATO # 1: calendario de producción del mes.
- 2) FORMATO # 2: materiales requeridos durante el mes.
- 3) FORMATO # 3: mano de obra requerida durante el mes.
- 4) FORMATO # 4: programación de máquinas durante el mes.

En caso de que aumente la capacidad instalada de producción de la fábrica, entonces los formatos Nos. 3 y 4 se les agregará más casillas, para anotar más operarios en la mano de obra requerida, y se asignarán productos diferentes a las nuevas máquinas que se adquieran.

CAPITULO 7

CONTROL DE INVENTARIOS

El inventario de una empresa que se dedica a la manufactura, es el almacenamiento de existencias de producto terminado o de materia prima.

El Control de Inventarios es una técnica que sirve para:

- 1.- Mantener las existencias a unos niveles deseados, que proporcionen un flujo constante en la producción.
- 2.- Informar, en cualquier momento, sobre los niveles de existencia de materia prima o producto terminado, para facilitar su control.

7.1 MODELOS DE INVENTARIOS

Los modelos de inventarios pueden ser deterministas o probabilistas. Es determinista cuando se conoce la demanda del producto o se puede estimar fácilmente. Es probabilista cuando la demanda es desconocida o se puede estimar mediante funciones de probabilidad.

En el caso de una fábrica de block, se refiere a un modelo determinista, porque se conoce la demanda del producto durante un tiempo específico (12 meses), la cual se determinó en el capítulo 3. También en el capítulo 6 se calculó la cantidad exacta de cada material, que se necesitará para poder elaborar la cantidad de producto demandada.

7.2 POLÍTICAS DE INVENTARIO DE MATERIALES

Para lograr un manejo eficiente de la materia prima, se deben considerar los siguientes aspectos:

- 1.- Mantener un nivel de existencia suficiente, para que la producción no carezca de materia prima.
- 2.- Mantener un transporte eficiente para abastecerse de los materiales, que incluyan las funciones de despacho y recibo de los mismos.
- 3.- Proporcionar información eficiente del inventario.
- 4.- Minimizar los costos de almacenamiento, y del mantenimiento del inventario.

Como ejemplo, se estudiará el manejo del inventario del CEMENTO. En el capítulo 6, se calculó la cantidad de cemento que se necesitará para cada mes del período de planificación. Estos datos aparecen en la tabla 6.3 y se transcriben ahora a la tabla 7.1.

TABLA 7.1

CONSUMO MENSUAL DE CEMENTO

MES	CEMENTO (# SACOS)
Enero	512
Febrero	494
Marzo	530
Abril	486
Mayo	516
Junio	501
PROMEDIO	507

El consumo promedio de cemento es de 507 sacos por mes, como puede apreciarse en la tabla 7.1.

El modelo del comportamiento del nivel de inventario a través del tiempo, se estima en el gráfico 7.1, en donde se mencionan los siguientes conceptos:

POLÍTICA DE REORDEN (PR)

Es el tiempo promedio que resulta de la duración de los pedidos hechos anteriormente. Tal duración se considera desde el momento en que se hizo la requisición o pedido, hasta la llegada del material a la planta.

En la tabla 7.2, se tiene la duración en días, de los últimos 5 pedidos de cemento:

TABLA 7.2

pedido No.	duración (días)
1	9
2	9
3	13
4	8
5	14
TOTAL	53

La política de reorden es:

$$PR = (\text{Total del tiempo}) / (\text{No. pedidos})$$

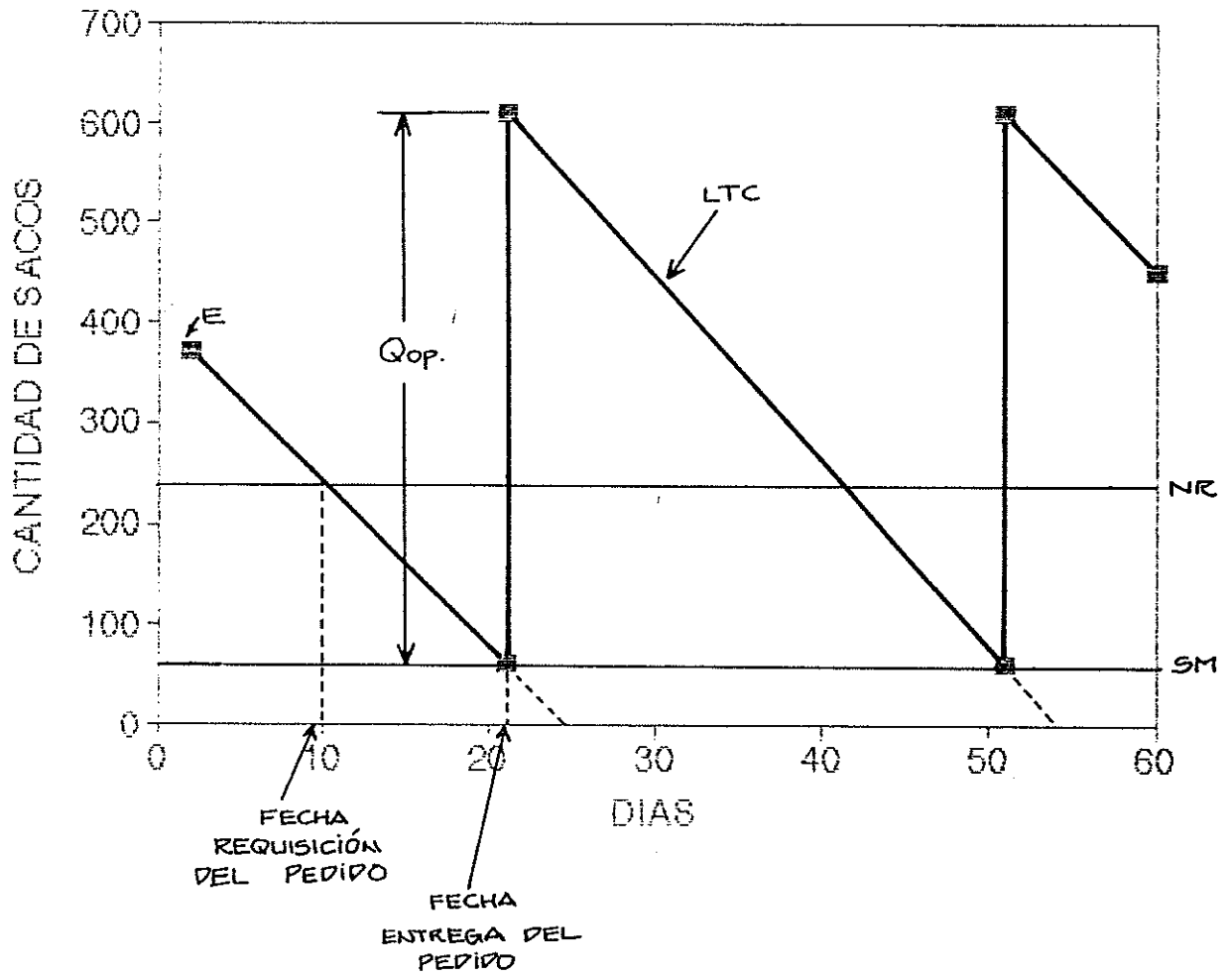
$$PR = 53 / 5 = 10.6 \text{ días.}$$

PLANIFICADO

Es la cantidad total de cada materia prima que se ha

GRÁFICO 7.1

MOVIMIENTO EN EL TIEMPO DEL INVENTARIO



estimado, la cual se necesitará en un ciclo determinado. En este caso, el ciclo será de 1 mes y el planificado de 507 sacos de cemento.

POLÍTICA DE EXISTENCIA MÍNIMA (PSM)

Se llama así a la diferencia que pueda haber entre la duración más grande en la entrega de un pedido y la política de reorden. En este caso, de la tabla 7.2 se obtiene:

$$PSM = 14 - 10.6$$

$$PSM = 3.4 \text{ días.}$$

7.2.1 INVENTARIOS INICIALES (E)

Es la cantidad de materia prima que hay al inicio de un periodo determinado. En este caso, se pondrá como ejemplo que hay 370 sacos de cemento al inicio del periodo, o sea el 2 de enero.

7.2.2 EXISTENCIAS MÍNIMAS (SM)

Es la cantidad mínima de materia prima que se debe tener en existencia, como medida de seguridad, al momento que se espera que llegue el nuevo pedido de material, el cual se hizo cuando se tenía el respectivo nivel de reorden. También se le conoce como stock mínimo.

$$SM = (\text{PLANIFICADO} \times \text{PSM}) / (\text{No. Periodos})$$

7.2.3 NIVEL DE REORDEN (NR)

Es la cantidad en existencia de materia prima, que

indica que se ha llegado a un nivel, que ordena que se realice un nuevo pedido. De modo que haya existencias, mientras el nuevo pedido llega.

En esta cantidad, se incluye la existencia mínima y se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$NR = \frac{\text{PLANIFICADO} \times PR}{\text{No. periodos}} + SM$$

COBERTURA (LTC)

También conocida como Línea Teórica de Consumo, es la que da una idea del consumo programado de la materia prima, que se puede movilizar en el tiempo, hasta que la existencia llegue a ser cero.

$$LTC = (E \times \text{No. Periodos}) / \text{Planificado.}$$

CANTIDAD ÓPTIMA DEL PEDIDO (Qop)

Es la cantidad que se necesita exactamente para garantizar la producción en un tiempo estimado, tratando a la vez de reducir al mínimo los costos de transporte y almacenamiento.

En el caso del cemento, se determinó que la cantidad óptima del pedido sería:

$$Qop = 550 \text{ sacos.}$$

Por las siguientes razones:

- 1.- El Cemento no puede ser almacenado más de 2 meses,

porque pierde sus propiedades y se endurece.

- 2.- La cantidad máxima que puede transportarse en cada pedido es de 550 sacos, y se minimizan entonces los costos de flete.
- 3.- La empresa cuenta con áreas propias para almacenar el cemento, por lo que no se consideran los costos de almacenamiento.
- 4.- Como se ve en la tabla 7.1, el consumo promedio de cemento por mes es de 507 sacos.

Entonces, por estas circunstancias, se determinó que la cantidad de 550 sacos de cemento, se consumirán por lo menos en 1 mes y no se correrá el riesgo de que el cemento se endurezca. Además, se reducirá el costo del flete por unidad de cemento al transportar la máxima cantidad por cada pedido.

Los cálculos se harán para 1 mes calendario (30 días), y se trazará la misma gráfica para los demás meses, para obtener las fechas de requisición y entrega de los pedidos. Haciendo los cálculos, se obtiene:

Política de reorden: $PR = 53 / 5 = 10.6$ días.

Inventario inicial: $E = 370$ sacos.

No. períodos: 30 días.

Planificado: 507 sacos.

Cobertura: $LTC = (370 \times 30) / (507) = 21.9$ días.

Política de existencia mínima:

$PSM = 14 - 10.6 = 3.4$ días

Existencia mínima: $SM = (507 \times 3.4) / (30) = 57.5$ sacos

Por conveniencia, se utilizará $SM = 60$ sacos, porque no puede haber fracciones de sacos.

Nivel de reorden:

$$NR = (507 \times 10.6)/(30) + 60$$

$$NR = 239 \text{ sacos.}$$

Trazando en el gráfico No. 7.2 los valores anteriormente calculados, se observa que la cobertura (LTC), es la misma para todos los meses. Interceptando la línea del nivel de reorden, con la LTC de cada mes, ésta proporciona la fecha en que se hace el pedido. Cuando la LTC llega a la existencia mínima (SM), en ese mismo mes, entonces proporciona la fecha en que el pedido llega a la planta, y se incrementa el nivel del inventario en 550 sacos, que es la cantidad óptima del pedido. El proceso se repite para todos los meses.

7.3 PLAN DE PEDIDOS O APROVISIONAMIENTO

Es un resumen de los pedidos de materia prima que se harán durante el período de planificación, donde se indica la fechas estimadas de requisición y entrega de cada pedido.

Siguiendo siempre con el ejemplo del inventario del cemento, del gráfico 7.2 se obtienen: la fecha en que se hace el pedido (requisición) y la fecha en que el pedido llega a la planta (entrega).

Estos datos se resumen en la tabla 7.3, donde se indica cada pedido, con su respectivas fechas de requisición y entrega, y la cantidad del mismo.

Gráfico No. 7.2

MOVIMIENTO DEL INVENTARIO DE CEMENTO

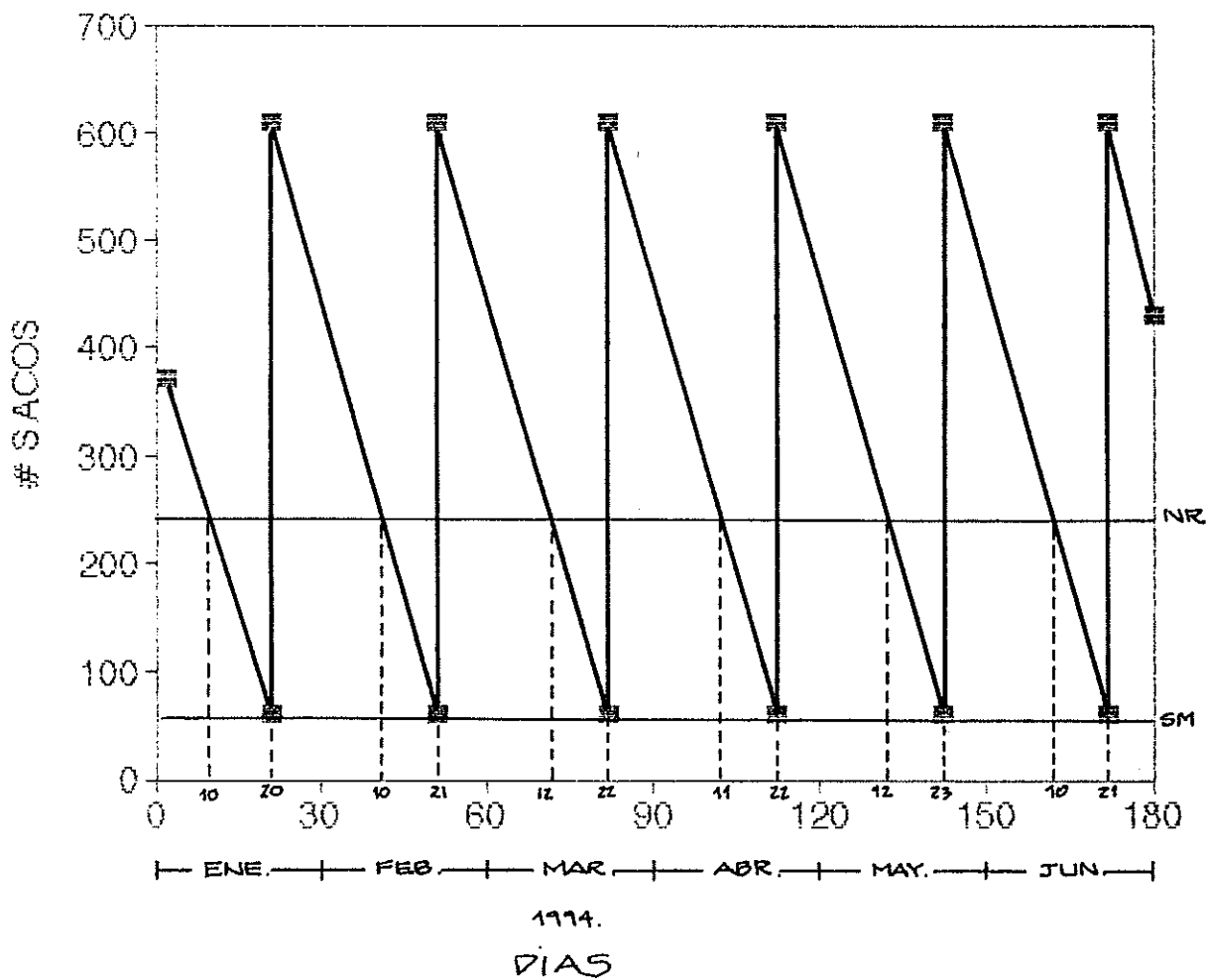


TABLA 7.3
PLAN DE PEDIDOS DE CEMENTO

	fecha de requisición	fecha de entrega	tamaño (# sacos)
Pedido 1	10-01-94	20-01-94	550
Pedido 2	10-02-94	21-02-94	550
Pedido 3	12-03-94	22-03-94	550
Pedido 4	11-04-94	22-04-94	550
Pedido 5	12-05-94	23-05-94	550
Pedido 6	10-06-94	21-06-94	550

De manera similar, se procede para obtener los cálculos del movimiento de materiales del resto de materias primas que sirven para elaborar el block, los cuales son la arena y el polvo de piedra. El caso del agua es especial porque la planta se abastece del agua potable del servicio público.

REGISTROS DEL INVENTARIO DE MATERIALES

Para poder llevar un control de los niveles de existencia de materiales, se hace necesario registrar los ingresos y egresos de la materia prima en formatos adecuados. Para ello, se utilizará en este caso, las tarjetas "kárdex". Este tipo de formato se muestra en el anexo No. 3.

La información que se registra en el formato es la siguiente:

- 1.- Fecha.
- 2.- Observación: se indica si se ingresa o egresa material

a la bodega.

- 3.- Ingreso: se aumenta al nivel del inventario cuando se reciben los pedidos de materia prima.
- 4.- Egreso: se descuenta del nivel del inventario la cantidad de material que se utiliza cada día para la producción.
- 5.- Saldo: muestra el nivel de inventario en la fecha correspondiente.

Debe haber una forma adecuada para darle egreso al material. Para el caso del cemento, será mediante el método P.E.P.S. (primero en entrar, primero en salir), para que no quede cemento antiguo rezagado y pierda sus propiedades. Pero en el caso de la arena y el polvo de piedra, se utilizará el método U.E.P.S. (ultimo en entrar, primero en salir), debido a que es más difícil utilizar el material rezagado.

Un ejemplo del registro del inventario de materia prima se muestra en la tabla 7.4 donde se registran los movimientos del inventario del cemento en un momento dado.

Conforme a este ejemplo, puede mencionarse que el día 10 de enero, el saldo del inventario era de 239 sacos de cemento, lo cual concuerda con el nivel de reorden (NR). Se puede ver también que el día 20 de enero, el saldo llegó a 60 sacos, lo cual concuerda con la existencia mínima (E), y es el día en que se recibe el pedido #1 de 550 sacos, y el nivel del saldo sube a 610 sacos.

TABLA 7.4

MOVIMIENTO DEL INVENTARIO DE CEMENTO (#SACOS)

fecha	observación	ingreso	egreso	saldo
	Vienen.....			123
18-01-94	Producción del día		21	102
19-01-94	Producción del día		21	81
20-01-94	Producción del día		21	60
20-01-94	Se recibe pedido #1	550		610
21-01-94	Producción del día		21	589
22-01-94	Producción del día		10	579

7.4 INVENTARIOS DE PRODUCTO TERMINADO

El objetivo del manejo de los inventarios de producto terminado es controlar la cantidad de producto terminado que se almacena en la fábrica. Para ello, se hace necesario llevar un registro adecuado en formatos. Se debe llevar un registro individual para cada tipo de producto. Un modelo de dichos formatos aparece en el anexo No. 4, donde se registra lo siguiente:

- 1.- Tipo de producto: se indica el tipo de block.
- 2.- Fecha: día en que se hace el movimiento.
- 3.- Observación: se indica si se efectúa ingreso o egreso de producto terminado.
- 4.- Ingreso: se agrega al nivel del inventario la producción del día.
- 5.- Egreso: se disminuye del nivel del inventario las

ventas del día.

6.- Saldo: indica el nivel del inventario en la fecha correspondiente.

Con estos datos, se facilitará el control del inventario de producto terminado, para que se tenga información exacta, en cualquier momento, y qué cantidad de block hay disponible para la venta.

CAPÍTULO 8

CONTROL DE LA EJECUCIÓN

En los capítulos anteriores, se hicieron cálculos referentes a definir las metas de producción para un período dado, los medios y procedimientos para alcanzar dichas metas.

El control de la ejecución se utiliza para verificar si se está cumpliendo con las metas definidas, comparándolas con los resultados de la ejecución real de las actividades de producción. Además, para controlar, es necesario el desarrollo de las actividades de producción.

La fábrica en estudio necesita de algunos formatos adecuados para reportar la cantidad de producto terminado y materia prima utilizada diariamente. Estos reportes se utilizan para controlar y registrar el movimiento de los inventarios de producto terminado y materia prima.

Estos formatos se detallan en el anexo No. 5, donde se registra:

- 1.- Cantidad y tipo de block producido en el día.
- 2.- Cantidad de cemento, arena, y polvo utilizado.
- 3.- Fecha.
- 4.- Nombre del operario que fabricó la cantidad de block anteriormente descrita.

8.1 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO

Es la evaluación de la producción real comparándola con producción planeada, la cual puede efectuarse en términos de las unidades de producto terminado. Esto proporciona una idea del avance real de la producción, en función del porcentaje de la cantidad planeada.

8.1.1 GRÁFICOS DE GANTT

Es una técnica gráfica, la cual comprende la descripción gráfica de la producción en orden cronológico, mediante una serie de líneas horizontales, las que, por su intersección con niveles o líneas verticales, indica en meses, semanas, días, horas, etc., el momento de su iniciación y terminación y su simultaneidad con otras actividades relacionadas con ella.

La simbología utilizada las gráficas de Gantt es la siguiente:

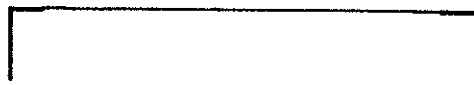
- 1.- Comienzo del proceso de fabricación:



- 2.- Fin del proceso de fabricación:



- 3.- Una línea delgada representa el tiempo que debe durar el proceso de fabricación (tiempo programado)



- 4.- Una línea gruesa representa el avance real del proceso de fabricación (tiempo real):



Lo que se trata es de observar y comparar gráficamente el avance del tiempo real de la producción, contra el tiempo programado.

En el gráfico No. 8.1, se muestra un ejemplo de gráfica de Gantt para la fábrica de block en estudio.

8.1.2 REPORTE DE PRODUCCIÓN

Estos reportes se pueden hacer semanal, o mensualmente. El objetivo es evaluar el rendimiento del operario, respecto al No. de unidades producidas en un periodo de tiempo dado, comparándolo con el No. de unidades planeadas que se esperaba producir en ese mismo periodo de tiempo.

En este caso, se recomienda para la fábrica de block en estudio, hacer un reporte semanal de producción.

Por ejemplo, si en la semana comprendida del 10 al 15 de enero de 1994, se esperaba que el operario de producción No. 1 produjera 2860 unidades de block tipo "15", y la producción diaria real durante esa semana fue:

Lunes 10:	511 unidades.
Martes 11:	505 unidades
Miércoles 12:	530 unidades.
Jueves 13:	515 unidades.

GRÁFICO No. 8.1

GRÁFICA DE GANTT

MES: MARZO AÑO: 1994

		DÍAS																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ACTIVIDAD	UNIDADES																														
FABRICAR BLOCK TIPO 15	20864																														
FABRICAR BLOCK TIPO 20	2086																														

Viernes 14: 521 unidades.

Sábado 15: 247 unidades.

Total unidades semana: 2829 unidades.

El porcentaje de producción real respecto a la producción planeada es el siguiente:

$$\text{Porcentaje} = (2829)/(2860) * 100$$

$$\text{Porcentaje} = 98.9 \%$$

Esto indica que el operario cumplió con el 98.9 % de la producción que se esperaba producir para esa semana.

Un formato adecuado para el reporte semanal de producción se encuentra en el anexo No. 6. Este formato es útil para determinar el salario del operario, cuando su remuneración es a destajo.

8.2 VERIFICACIÓN DE LOS PLANES DE PRODUCCIÓN

Al final de un período de producción, se necesita saber si se está cumpliendo con los planes de producción definidos al principio del período.

Para el caso de la fábrica de block, por ejemplo, en el mes de marzo 1994, se esperaba producir 20864 unidades de block tipo "15", pero según los reportes de producción, la producción real fue de 20100 unidades. Se puede apreciar que no se llegó exactamente a la meta de producción que se tenía definida.

Pero lo más importante es investigar las causas por las cuales no se llega a la meta de producción, o si dicha meta es sobrepasada. Algunas causas por las cuales no se logre

cumplir con el plan de producción podrían ser las siguientes:

- 1.- Hubo pérdida de tiempo por parte del operario, debido a enfermedades, llegadas tarde, permisos, etc.
- 2.- Fallas inesperadas de la maquinaria.
- 3.- Hubo desabastecimiento de cualquiera de las materias primas, u otras más.

Pero también podrían haber causas que logren que se sobre pase la meta:

- 1.- El operario mejoró su destreza.
- 2.- Mejoramiento en el funcionamiento de la maquinaria.
- 3.- Se aplicó algún incentivo salarial al operario.

Y muchas causas más.

Después de investigar las causas, deben estudiarse y ver si se pueden mejorar, tomando las respectivas acciones correctivas.

8.3 ACCIONES CORRECTIVAS

Las acciones correctivas son las decisiones que se deben tomar para prevenir los errores que se cometieron en el periodo de producción analizado.

Siguiendo el ejemplo de la sección anterior 8.3, algunas acciones correctivas, para cumplir con la meta de producción, serían las siguientes:

- 1.- Mejorar el mantenimiento preventivo de la maquinaria.
- 2.- Enseñar al operario a manejar con mayor destreza la maquinaria.

3.- Controlar mejor el ingreso y egreso de la materia prima.

Como un sistema, el control de la ejecución analiza la información, se verifican los planes y se toman acciones correctivas; todo esto forma un ciclo de retroalimentación, en donde los resultados obtenidos en el periodo de producción actual, sirven para mejorar o corregir la planificación del siguiente periodo de producción.

IV. CONCLUSIONES

1. Los pronósticos de ventas sirven para dar una idea de la cantidad de producto que se espera fabricar, pero hay otros factores externos como alteraciones en el clima, problemas sociales, devaluación de la moneda, competencia, etc., que son difíciles de predecir y que deben tomarse en cuenta para planificar la producción.

2. El mejor aprovechamiento del tiempo es un factor esencial en un sistema de control de la producción, porque dará como resultado un aumento en el volumen de la producción y una mejor aproximación en el cálculo de las fechas de inicio y terminación de las actividades.

3. Verificar el cumplimiento de los planes de producción es muy importante para poder tomar decisiones, a fin de corregir errores o desviaciones en la ejecución del proceso productivo.

4. Es muy importante establecer un control de inventarios para que la producción pueda desarrollarse sin atrasos, y cumpla con los planes de producción y satisfaga la demanda del producto.

V. RECOMENDACIONES

1. La fábrica, en la cual se hizo este estudio, debe aplicar el sistema de control de la producción como el descrito en este trabajo de tesis. Una presentación integral del sistema se puede apreciar en el anexo No. 7.
2. La fábrica estudiada debe hacer una nueva distribución de maquinaria para poder agilizar el manejo de materiales en el proceso de producción y tener mayor espacio para operar las máquinas. (Ver anexo No. 8).
3. La fábrica de block que se analizó utiliza maquinaria de fabricación doméstica, a excepción de algunos componentes tales como los motores eléctricos. Es conveniente comprar maquinaria especializada para aumentar la capacidad de producción, pero esto depende de la capacidad financiera de la empresa.
4. Es conveniente aplicar incentivos salariales para poder incrementar la producción, y que se mantenga siempre mejor calidad en el producto, porque es un factor importante para que las ventas del mismo no disminuyan.
5. Las fábricas de block deben mantener requisitos de calidad en el producto. Para ello, tienen que cumplir, por lo menos, con las especificaciones que exige la Comisión

Guatemalteca de Normas (COGUANOR) para la fabricación de blocks, ya que éstas son obligatorias.

6. Aplicar un sistema de control de la producción implica efectuar cambios. Se deben considerar los costos que puedan ocasionar y las reacciones que el trabajador presente respecto a esos cambios.

VI. ANEXOS

ANEXO No. 1

CÁLCULO DEL TIEMPO NORMAL

Operación	TIEMPO CRONOMETRADO PROMEDIO. 10 LECTURAS (hr:min:seg)	TIEMPO SEXAGESI- MAL (MIN, SEG)	TIEMPO CENTECIMAL (minutos)
1. Mezclado	0:20:06.0	20'06"	20.10
2. Abastecer moldeadora.	0:00:11.4	0'11"	0.19
3. Moldeado	0:00:33.0	0'33"	0.55
4. Retirar block del molde	0:00:17.4	0'17"	0.29
5. fraguado	48:00:00.0	2880'0"	2880.00

ANEXO No. 2

FORMATO NO. 1 (Calendario de Producción)

FÁBRICA DE BLOCK CASTELLANA
CALENDARIO DE PRODUCCIÓN

MES _____ AÑO _____

DIAS		TIPO DE BLOCK A FABRICAR	UNIDADES A FABRICAR
DEL	AL	"15"	
DEL	AL	"20"	
DEL	AL	"10"	
DEL	AL	" U"	
TOTAL DE UNIDADES			

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA DIA _____

F) _____
GERENTE

ANEXO No. 2

FORMATO NO. 2: (Materiales requeridos)

FÁBRICA DE BLOCK CASTELLANA

LISTA DE MATERIALES REQUERIDOS DURANTE EL MES

MES _____ AÑO _____

TIPO DE BLOCK	CEMENTO (quintales)	ARENA (m3)	POLVO DE PIEDRA (m3)	AGUA (m3)
tipo 15				
tipo 10				
tipo 20				
tipo U				
TOTALES				

f) _____
Gerente

ANEXO No. 2

FORMATO NO. 3: (Mano de obra requerida)

FÁBRICA LA CASTELLANA
REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA

MANO DE OBRA PARA EL MES DE: _____ AÑO _____

PUESTO: Operario de producción Número de personas _____

SUELDO: _____

PUESTO: Ayudante de producción Número de personas _____

SUELDO: _____

PUESTO: ENCARGADO DE MANTENIMIENTO No. PERSONAS _____

SUELDO: _____

f) _____
GERENTE

ANEXO No. 2

FORMATO No. 4: (Programación de máquinas)

FÁBRICA DE BLOCK LA CASTELLANA
PROGRAMACIÓN DE MÁQUINAS MOLDEADORAS
PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE BLOCK QUE SE VA A FABRICAR
DURANTE EL MES.

MES _____ AÑO _____

TIPO DE PRODUCTO	MAQUINA	
	MOLDEADORA 1	MOLDEADORA 2
BLOCK TIPO 15		
BLOCK TIPO 10		
BLOCK TIPO 20		
BLOCK TIPO U		

f) _____
Gerente

ANEXO No. 5

FÁBRICA LA CASTELLANA
REPORTE DIARIO DE PRODUCCIÓN

Fecha _____ Máquina No. _____

Nombre del operario _____

TIPO DE BLOCK	No. TABLAS PRODUCIDAS	No. BLOCKS POR TABLA	TOTAL BLOCKS PRODUCIDOS

MATERIA PRIMA UTILIZADA:

Cemento (No. Sacos) _____

Arena (m3) _____

Polvo piedra (m3) _____

f) _____
OPERARIO

f) _____
GERENTE.

ANEXO No. 6

Fábrica de La Castellana
Reporte semanal de producción

Nombre del operario _____

Máquina No. _____

Semana del ____/____/____ al ____/____/____.
 día mes año día mes año

Día	TIPO DE BLOCK	No. DE TABLAS	UNIDADES POR TABLA	TOTAL DE UNIDADES
lunes				
martes				
miércoles				
jueves				
viernes				
sábado				
TOTALES				

Total producción esperada _____ unidades.

Porcentaje respecto de la producción esperada _____.

f) _____
Operario.

f) _____
Gerente.

ANEXO No. 7

Pasos para elaborar el sistema de control de la producción en una fábrica de block:**1. Pronosticar**

Se estima la cantidad de block que se va a fabricar durante un periodo de tiempo determinado, de acuerdo con la tendencia de las ventas de la empresa. Por ejemplo, 1 mes, 6 meses, 1 año o más.

2. Planificación

Se elige el periodo de tiempo en el cual se va a hacer la planificación.

2.1 Se analiza la capacidad instalada de la empresa, es decir, la cantidad de block por unidad de tiempo que la fábrica es capaz de producir. Por ejemplo, 600 blocks por día, 2000 blocks por semana, etc.

2.2 De acuerdo con la cantidad de block pronosticada y con la capacidad de la fábrica se calcula la cantidad de tiempo que se requiere. Esto se hace dividiendo la cantidad de block dentro de la capacidad de producción.

2.3 Se calcula el tiempo disponible que hay en el periodo que se va a analizar. Por ejemplo, en 1 mes se descuentan los días feriados, lo cual da como resultado el tiempo disponible de ese mes.

2.4 Se elabora el plan de producción. Esto se hace asignando el tiempo requerido del paso 2.2 de acuerdo con el tiempo disponible. Seguidamente, de acuerdo con el tiempo asignado a cada periodo, se calcula la cantidad de producto que se puede fabricar.

3. Programación

3.1 Se elabora un calendario de producción. Esto se hace programando las fechas inicio y terminación de cada actividad de producción.

3.2 De acuerdo con el plan de producción se calcula:

- a) Cantidad de materiales: cemento, agua, arena.
- b) cantidad de mano de obra
- c) la asignación de las máquinas para ejecutar la producción.

4. Control de Inventarios

4.1 Se hace una estimación del consumo de la materia prima a lo largo del tiempo, con base en la cantidad de materiales calculada en la sección 3.2.

4.2 Se analiza el tiempo en que los pedidos de materia tardan en llegar a la fábrica.

4.3 Se calcula la cantidad óptima del pedido, de modo que no haya escasez de materia para ejecutar la

producción.

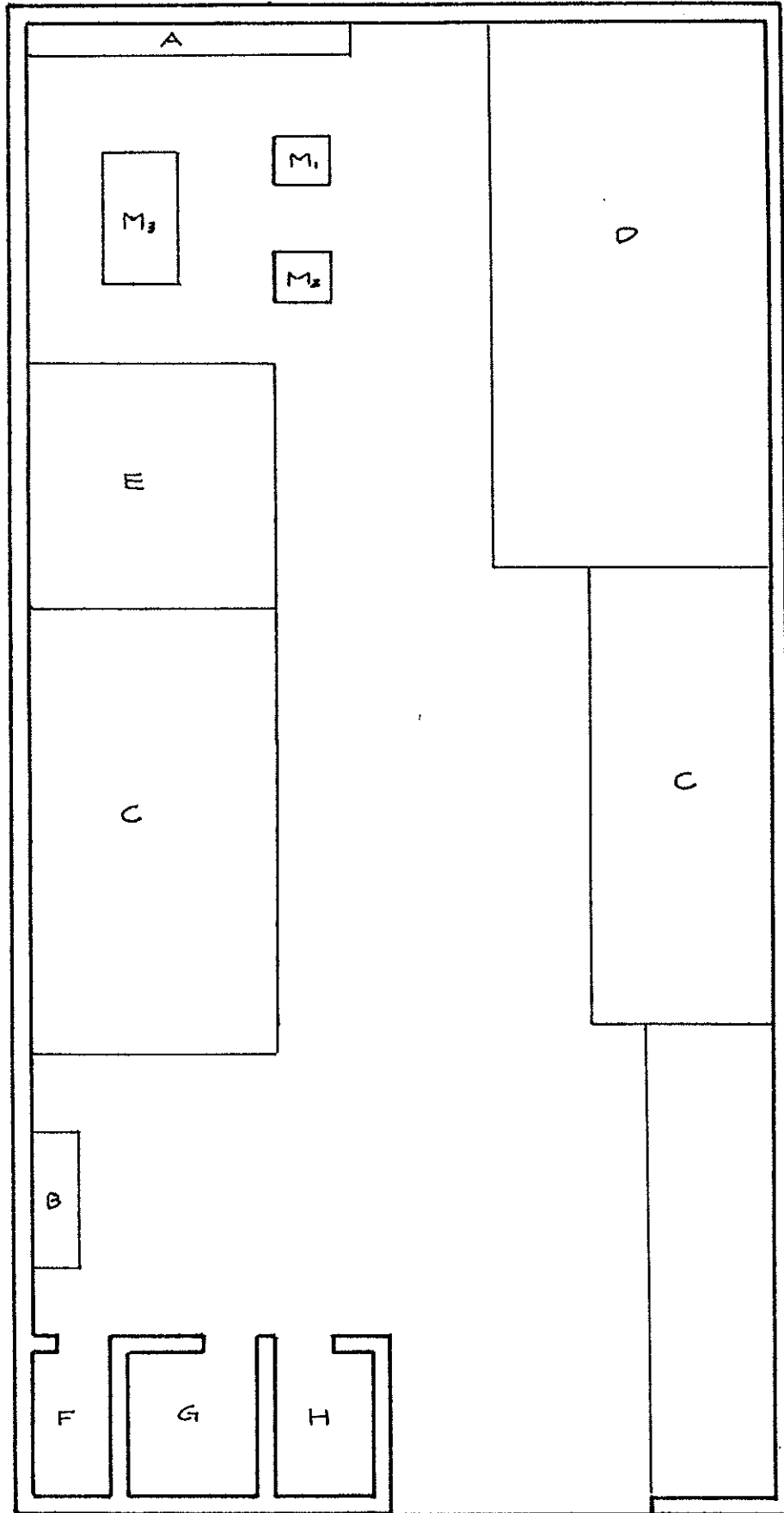
4.3 Se calculan las fechas en que se deben hacer los pedidos de materiales y las fechas en que los pedidos llegarán a la fábrica.

5. Control de la ejecución

5.1 Se controla la cantidad de block que se produce durante el desarrollo de la producción.

5.2 Se verifica si esa cantidad está de acuerdo con la cantidad de block que se calculó en el plan de producción.

5.3 Se utilizan los resultados obtenidos del punto 5.2 como información para planificar otro periodo de producción.



ESCALA: 1:125

DISTRIBUCIÓN PROPUESTA

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Buffa, Elwood. Planeación y control de las operaciones. Traducido por Enrique Valle. Mexico: Editorial Limusa Wiley. 1,987.
2. Calderón Juárez, Jorge M. Control de la producción de una industria de tacones de madera para zapato. (Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala) Guatemala. 1,983.
3. Everett Adam & Ronald J. Ebert. Administración de la producción y las operaciones. Traducido por Alberto Leon Betancourt. México: Editorial Pentrice Hall Hispanoamericana. 1,981.
4. Hernández Arriaza, Francisco A. Guía teórico práctica de laboratorio del curso Control de la Producción. (Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala) Guatemala. 1,990.
5. Niebel, Benjamin W. Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos. 3a. edición. Traducido por Francisco Paniagua. México: Ediciones Alfaomega. 1,990.
6. Taha, Hamdy. Investigación de Operaciones. Traducido por José de Jesús Acosta. México: Representaciones y Servicios de Ingeniería. 1,981.
7. Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques. Especificaciones. Guatemala: Comisión Gutemalteca de Normas (COGUANOR), Ministerio de Economía. 1,984.