

300617
19
29



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

"ESTUDIO Y MEJORAMIENTO OPERACIONAL
DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ELEMENTOS
PREFABRICADOS DE CONCRETO"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

CON AREA PRINCIPAL EN
INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

ANTONIO MACIAS SANCHEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.,

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

I INTRODUCCION

1.1	Objetivos.....	9
1.2	Alcances.....	10
1.3	Antecedentes.....	11

II DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL

2.1	Ubicación.....	13
2.2	Organigrama.....	15
2.3	Distribución General.....	17
2.4	Personal.....	20
2.5	Maquinaria, Equipo y Distribución.....	22
2.6	Materias Primas.....	27
2.7	Tipos de Productos.....	28
2.8	Tipo de Transacción.....	30

III ANALISIS OPERACIONAL

3.1	Procesos de Fabricación.....	34
3.2	Métodos de Trabajo.....	39
3.3	Planeación y Control de la Producción.....	53
3.4	Control de Inventarios.....	60
3.5	Capacidad y Costos de Almacenamiento.....	64

IV	NECESIDADES DE LA EMPRESA PARA UN MEJOR TRABAJO Y OPTIMIZACION	
4.1	Distribución de la Planta.....	67
4.2	Programación de los Recursos.....	79
4.3	Balanceo de Líneas.....	97
4.4	Deficiencias Organizacionales.....	100
4.5	Otros.....	101
V	POSIBLES SOLUCIONES DE ESTAS EN CUANTO A PRODUC- TIVIDAD	
5.1	Evaluación del Aumento de Productividad.....	109
5.2	Estimación de la Inversión.....	114
5.3	Recuperación de la Inversión.....	116
VI	CONCLUSION	120

BIBLIOGRAFIA

APENDICE I

APENDICE 2

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Objetivos

1.2 Alcances

1.3 Antecedentes

1.1 OBJETIVOS

La finalidad del presente estudio, es la optimización operacional de una área de trabajo de la empresa Fabricreto, S.A., aplicando los métodos generados por la Ingeniería Industrial y los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Se pretende tener una perspectiva de las propiedades y carencias de la misma, enfocando el presente estudio a la solución de dichas carencias así como al mejoramiento de las propiedades observadas.

También se tratará de tener un conocimiento, respecto a los costos de redituabilidad de las posibles soluciones propuestas. Refiriéndonos al diseño, modificación y mejoras requeridas por la compañía, tanto de su sistema operacional como de las instalaciones actuales.

Todo esto en base a un análisis general de los métodos y formas de trabajo que se tienen actualmente dentro de la empresa para el funcionamiento de la misma.

Para concluir puedo tomar como otro objetivo, la trascendencia del presente trabajo, dentro de la compañía Fabricreto, S.A.

1.2 ALCANCES

Partiendo de los objetivos anteriormente citados así como, de los alcances y limitaciones de la empresa en el aspecto económico y productivo, trataré que el presente estudio sea lo más factible posible, apegándose a los intereses que tenga la empresa a corto, mediano y largo plazo para su desarrollo. De tal forma que -- las mejoras propuestas, sean tomadas en consideración, llevadas a prueba y si es posible a cabo, tanto por -- los empresarios como por todas aquellas personas que -- laboran en ella.

Al lograr que se efectúen las sugerencias que se propongan en el presente trabajo, se podrá hablar de la concientización de la necesidad de los métodos propuestos por la Ingeniería Industrial, para el óptimo desenvolvimiento operacional y por consecuencia del incremento de productividad de la empresa.

Todo esto tomando en cuenta que este estudio se limitará a una sola área de la compañía, que es la fabricación de tabicón.

1.3 ANTECEDENTES

La compañía Fabricreto, S.A., fue fundada en 1973 con un capital de ----- \$ 750,000.00 M.N.

El giro original de la empresa era la fabricación de tabicón solamente.

Su capacidad de producción era aproximadamente de 15,000 unidades diarias, teniendo como gente de trabajo un total de 12 personas, entre obreros, oficinistas y empresarios.

La maquinaria con la que se contaba únicamente era la siguiente: una máquina de block y accesorios.

Conforme a las necesidades de la industria de la construcción, Fabricreto, S.A., fue creciendo diversificando sus productos y así atendiendo a la demanda requerida; de este modo en 1975 se empezó con la fabricación de adoquín, no encontrando dificultades en el proceso de elaboración, ya que es muy parecido al que se realizaba para el tabicón.

En 1981, la sociedad de Fabricreto, S.A., no deteniéndose en los avances de los métodos modernos de la construcción, decidió invertir para fabricar estructura metálica y a su vez losas prefabricadas.

Actualmente se fabrica tabicón, adoquín, estructuras metálicas, losas prefabricadas, maquinaria para productos prefabricados, y se pretende en ocho meses tener producción de alambre trefilándolo.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

- 2.1 Ubicación
- 2.2 Organigrama
- 2.3 Distribución General
- 2.4 Personal
- 2.5 Maquinaria, Equipo y Distribución
- 2.6 Materias Primas
- 2.7 Tipos de Productos
- 2.8 Tipo de Transacción

2.1 UBICACION

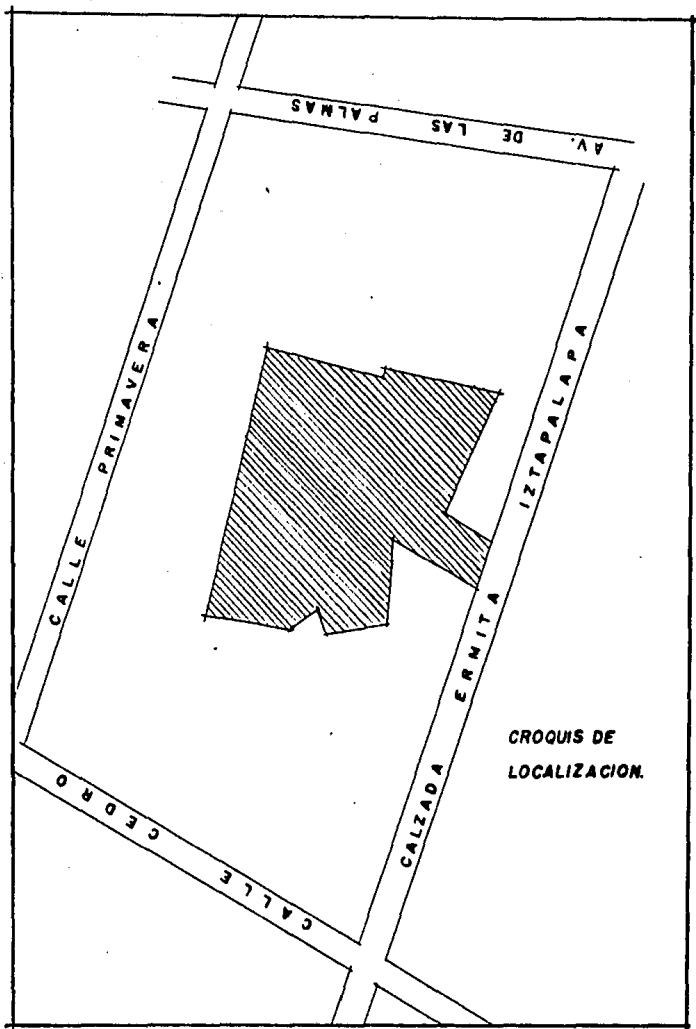
La compañía Fabricreto, S.A., se encuentra ubicada en Calzada Ermita Iztapalapa No. 3417, Colonia Santa -- María Astahuacán, teniendo sus oficinas de administra ción general y planta de producción (Central).

Se cuenta también con un despacho ubicado en la calle de Nayarit No. 88 Desp. 301, Colonia Roma, el cual -- atiende y reporta pedidos de venta.

Su principal vía de comunicación refiriéndose a la cen tral, es la carretera No. 190, que comunica a la Ciu - dad de Puebla, Texcoco y Chalco.

Encontrándonos con vista hacia el norte se localiza del lado derecho, teniendo del lado opuesto de la calzada la Vocacional No. 7.

A continuación se anexa croquis.



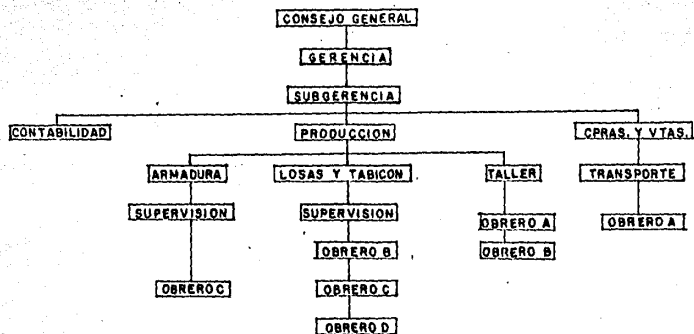
CROQUIS DE
LOCALIZACION.

2.2 ORGANIGRAMA

La clasificación de obreros que se tiene en el siguiente organigrama, está de acuerdo al sueldo percibido por cada uno de ellos.

Tal clasificación asciende de "D" hasta "A", tomando en consideración, que un trabajador de nivel "A" requiere de mayor capacidad física e intelectual para poder realizar su trabajo, en comparación con cualquiera de los otros niveles.

FABRICRETO S.A.
ORGANIGRAMA



3 DISTRIBUCION GENERAL

En el siguiente plano he clasificado a los inmuebles pertenecientes a la planta, por números.

En el número uno se tiene una bodega de tablas, que también se utiliza para la reparación y construcción de las mismas.

El cuerpo número dos es ocupado como casa y oficina del conserje.

En la nave número tres se tienen las oficinas generales, y un taller donde se realiza cualquier tipo de piezas para las necesidades de la planta, ya sean nuevas adaptaciones, intercambio de piezas por deterioro o fabricación de máquinas. En su interior se cuenta con un torno, una máquina fresadora y equipo diverso para soldar, cortar y pintar.

La nave número cuatro es utilizada para la fabricación de estructura metálica. En su interior se tiene dos máquinas que producen dichas estructuras.

El cuerpo número cinco 'a', es el lugar donde se producen losas prefabricadas, teniendo una máquina muy similar a la de block y una área de fraguado. (Detalle cuerpo número cinco 'a').

En la parte clasificada número cinco 'b' se encuentra en construcción, y será la nave donde se fabriquen losas de diferentes modalidades.

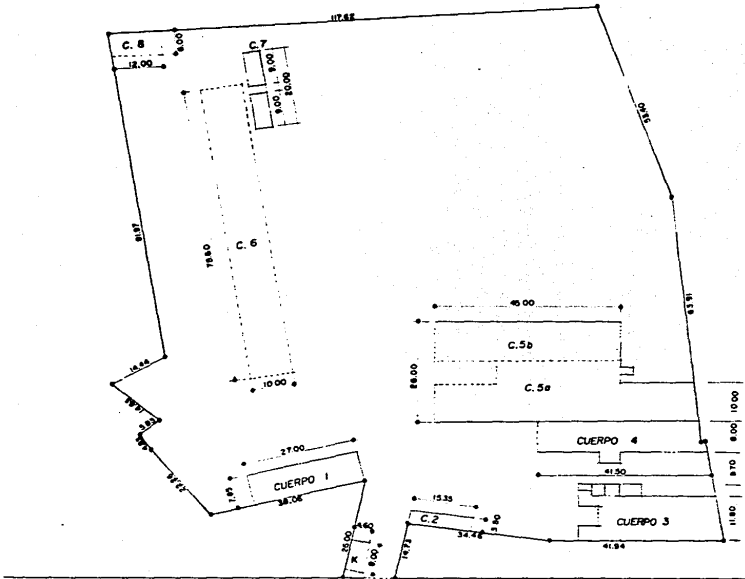
La nave número seis es donde se fabrica tabicón y aduquín. Más adelante se verá con detalle.

El inmueble número siete está formado por dos pequeños locales los cuales se ocupan como bodegas y vestidores para los obreros.

El cuerpo número ocho, actualmente no se ocupa, antes se le daba el uso de bodega.

Por último y clasificada con la letra 'k' tenemos la subestación eléctrica la cual abastece a la planta.

UNIVERSIDAD LA SALLE
ING. INDUSTRIAL
FABRILETO S.A.
PLANTA GRAL. ESC. 1:500
ANTONIO MACIAS S.



2.4 PERSONAL

La empresa Fabricreto, S.A., cuenta con un total de 35 personas que laboran para ella.

El Consejo General se encarga de la toma de decisiones a nivel empresa.

La Gerencia y Subgerencia supervisan integralmente los tres departamentos de la compañía.

Para cada una de estas áreas se tiene una persona a cargo.

El Departamento de Contabilidad cuenta con un total de dos personas, contador y auxiliar.

El Departamento de Compra y Venta está formado por dos secretarías que se encargan del suministro de insumos, así como de la atención a los pedidos de venta.

El Departamento de Producción está clasificado conforme al producto que se fabrica.

El taller cuenta con el siguiente personal:

- Un Tornero
- Dos Soldadores
- Un Fresador
- Un Pintor
- Un Cortador
- Un ayudante o reparador de tablas

En las Armaduras se tienen los siguientes trabajadores:

Un supervisor, encargado de manejar las máquinas.
Dos ayudantes, que abastecen de alambre la máquina y acomodan la armadura para almacenamiento.

En la producción de losas y tabicón es necesario aclarar que son los mismos trabajadores los que laboran en un lugar y en otro, es decir debido a que el proceso es muy similar y la cantidad de obreros que se necesitan es la misma, se turnan alternando la fabricación de uno y otro producto.

Para la elaboración de estos dos productos se cuenta con los siguientes obreros:

Un supervisor general
Un proveedor de grava y arena
Un supervisor de mezcla
Dos proveedores de tablas
Cuatro estibadores

En lo que se refiere a transporte se cuenta con cuatro choferes con sus respectivos ayudantes. Dos abastecen de materia prima a la planta, los restantes distribuyen los pedidos.

Por último y en general para toda la planta se tiene un conserje que controla la entrada y salida de material y personal.

2.5 MAQUINARIA, EQUIPO Y DISTRIBUCION

Hasta el momento en este capítulo y el anterior he descrito a la empresa en forma general, con el objeto de tener una perspectiva más amplia del estudio y a su vez situarnos de forma mejor en las áreas de análisis.

A partir de este punto me limitaré a la descripción del área a estudiar, ya que de proseguir describiendo a la planta en forma general haría que se perdiera de algún modo los puntos importantes de este estudio.

Dado que el estudio se enfoca a la producción de tabicón describiré la nave donde se fabrica este producto, junto con su maquinaria y equipo.

La nave número seis es donde se produce tabicón y se tiene una máquina de block y accesorios. Todo este equipo se encuentra constituido de lo siguiente:

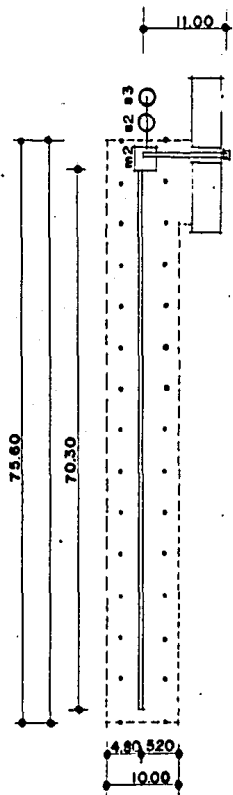
P	= Carretillas
T2	= Tolva
M2	= Mezcladora
S2, S3	= Silos
D	= Banda transportadora de arena y grava
F	= Banda transportadora de producto terminado (tabicón)

Como lo podemos ver en el plano (detalle 6 y 7).

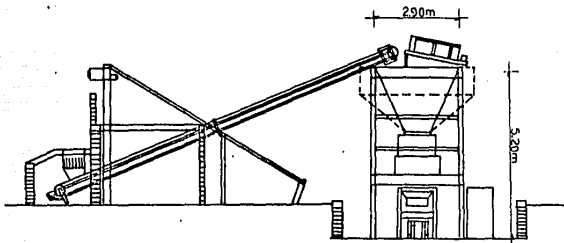
Además se tienen los planos (detalle 6a y 6b), los que nos permiten tener una visión más amplia de la máquina de block y sus accesorios.

DESCRIPCION DE TABLAS

En los incisos anteriores he citado a las tablas como un elemento empleado para la fabricación de tabicón y adocquin. Este artefacto de madera con extremos y puntas metálicas cuyas dimensiones son 105 cm. X 31 cm. X 2.5 cm. y su diseño está hecho conforme al tamaño de los moldes del tabicón, al ancho de la banda transportadora del producto terminado y al tamaño de la máquina, cumple una función importante en la producción de éstos, siendo la base de un lote salido de un molde.



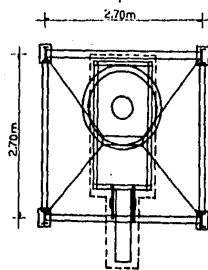
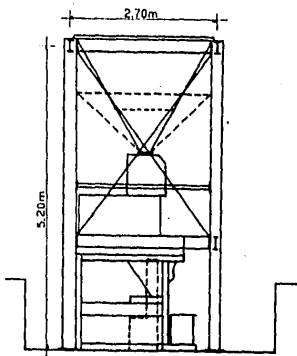
DETALLE CUERPOS
6 Y 7. esc. 1:500



DETALLE 6a

MAQUINARIA PARA BLOCK

ESC 1:100



DETALLE 6b

MAQUINARIA PARA BLOCK

ESC 1:50

2.6 MATERIAS PRIMAS

Para la fabricación de tabicón, se parte de realizar una mezcla comunmente llamada concreto y hormigón.

Definiendo lo que es concreto puedo decir que es una mezcla constituida de arena, grava, cemento, agua, huecos e impurezas que al fraguarse, forma una masa sólida semejante a una piedra en resistencia e impermeabilidad.

Generalizando puedo citar que las materias primas necesarias para producir adoquín son:

Grava
Arena
Cemento Portland Tipo
Agua
Corriente eléctrica

Los proveedores que maneja la compañía con mayor frecuencia son:

Arena: Mina La Escondida de Jaltepec
Grava: Mina el Milagro de Iztapaluca
Cemento: Cemento Cruz Azul

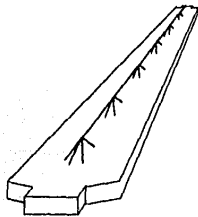
2.7 TIPOS DE PRODUCTO

El tabicón es un bloque de concreto que se utiliza para la construcción de muros sólidos y huecos aparentes, se presentan en dos modalidades: uno es el tabicón ligero y otro el pesado. Para el estudio tomaré a estos dos como un solo producto, ya que la forma de fabricación es exactamente igual.

Este producto no es el único que se hace en la compañía, ya que dentro de ella se tienen diferentes departamentos que realizan independientemente sus productos teniendo entre otros:

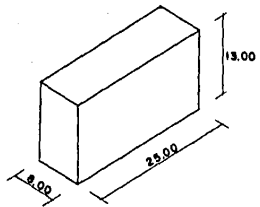
Estructura metálica o armadura para la producción de elementos prefabricados, piezas para máquinas de block y accesorios.

Por último adoquín teniendo una variedad de productos de diferente forma, tamaño y color.



FABRILOSA

TABICON



2.8 TIPO DE TRANSACCION

Los siguientes diagramas representan los pasos administrativos que se siguen para hacer efectiva una transacción de compra y venta de cualquier producto en la compañía Fabricreto, S.A. Para su mejor entendimiento a continuación agrego una explicación de cada uno de éstos.

Diagrama de Compra

Tomando en cuenta que la petición o necesidad de insumos puede ser generada por cualquier área (Compra y Venta, - Contabilidad y Producción), en el diagrama de bloques se representan las tres, no pasando por alto que éste estudio se enfoca tan solo a la producción.

Para que el pedido sea formalmente hecho se necesita la autorización de la Gerencia. Ya teniendo el visto bueno por ésta, se procede a reportarlo a los departamentos de Compras y Contabilidad, de tal forma que este último -- asigne un presupuesto al departamento de Compras y posteriormente lo registre contablemente.

Por otra parte el departamento de Compras elige el proveedor idóneo, concluyéndose la transacción con el pedido realizado.

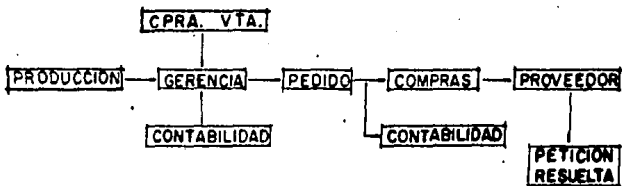
Diagrama de Venta

En la transacción de venta tomé como punto de partida al cliente, el cual realiza un pedido a la Gerencia o al departamento de Ventas directamente. Este se cerciora de-

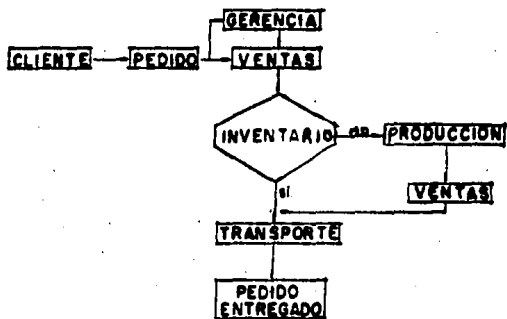
que el producto solicitado se tenga en existencia, de lo contrario se da aviso a producción. Producción ya teniendo la cantidad requerida del producto reporta al departamento de Ventas y éste a Contabilidad y Transporte. Se avisa a Contabilidad para que se registre la transacción, mientras que transporte surte dicho pedido.

Para ambos casos he tomado el proceso más común y generalizado de la empresa, no estando por eso, exento de alguna variación motivo de situaciones irregulares.

COMPRA



VENTA



CAPITULO III

ANALISIS OPERACIONAL

- 3.1 Procesos de Fabricación
- 3.2 Métodos de Trabajo
- 3.3 Planeación y Control de la Producción
- 3.4 Control de Inventarios
- 3.5 Capacidad y Costos de Almacenamiento

3.1 PROCESOS DE FABRICACION

El objetivo de todo análisis de proceso es desglosarlo para obtener un conocimiento amplio del mismo, con el cual nos fundamentamos para el mejoramiento de las secuencias y actividades a desarrollar en todo proceso.

En éste punto basándome en los métodos de la Ingeniería Industrial y para lograr un conocimiento más profundo, veraz y eficiente analizaré solamente el proceso del tabicón.

En la fabricación de éste se tienen muy diferentes métodos y formas de llevarlos a cabo, desde la más anti-gua y rudimentaria donde se utiliza básicamente una máquina vibratoria de concreto y una mezcladora operada a mano, donde la velocidad de producción es muy limitada, ya que solo "se puede fabricar dos unidades por minuto", hasta los más modernos en que se utilizan máquinas -- semi o totalmente automatizadas, entre las más conocidas están aquellas que producen tabicón desplazándose sobre un riel o guía, comunmente llamadas máquinas ponedoras, teniendo una capacidad de producción de 3.174 -- seg/tab.

La Compañía Fabricreto, S.A., tiene su propio método de producción, diseñado por los propietarios de la empresa partiendo de la experiencia y conocimiento sobre la realización del tabicón.

El proceso trabaja con la siguiente secuencia:

La grava y arena se encuentran listas para ser procesadas, en forma de montes separados, alrededor de la tolva 1.

Por medio de una carretilla sujeta a un malacate una persona hace viajes - de grava y arena con proporción de 2- a 1 respectivamente, transportándolas hacia la tolva 1 para su suministro - que a su vez ésta lo hace a la tolva 2. La forma de realizarlo es la siguiente: La tolva 1 vierte la arena-grava a una banda y ésta la desplaza a la tolva 2 pasando al momento por una criba para tamizado, de esta forma al llegar a la tolva 2 la materia prima se encuentra ya colada dando la dimensión requerida.

En la tolva 2 se almacena la arena - grava en espera de ser mezclada. (como referencia puedo dar los planos de talle 6 y 7, 6a y 6b para mayor entendimiento de ésta parte del proceso en general).

Por otra parte el cemento es almacenado en un silo y abastecido mediante bombeo a la mezcladora.

El agua llega por tubería, el sistema

es automático ya que la cantidad es programable para cada mezcla.

El operador de la mezcladora abre y cierra los suministros de arena-grava y cemento, y acciona el del agua para efectuar la operación de mezclado, observando que a su término la mezcla cumpla con las características requeridas. Después de esto, la mezcla pasa por un depósito que dosifica la cantidad para llenar el molde.

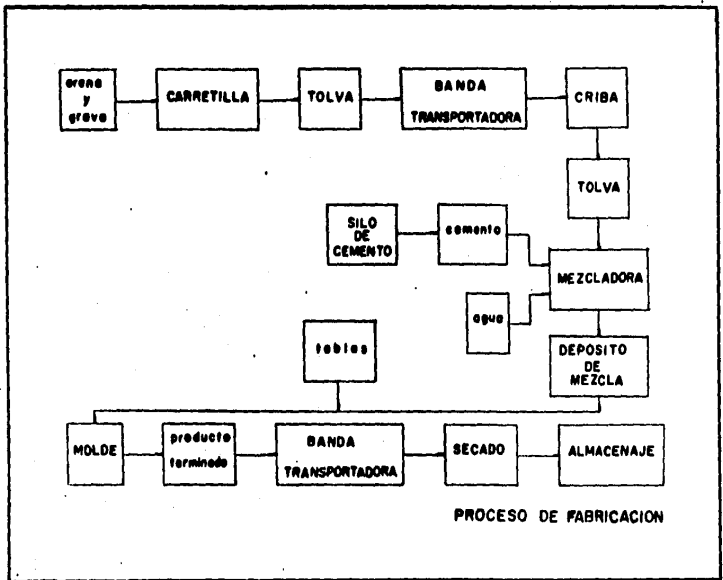
Lleno el molde cae un pisón sobre él y se realiza el vibrado. Finalmente el pisón se levanta automáticamente junto con el molde (desmoldado), saliendo el producto terminado sobre una tabla, que es abastecida a la máquina por dos obreros y que forma la base del molde y los tabicones, transportándose mediante una banda para que después sea estibada y acomodada para secado por dos personas.

Dado que la operación de secado o fraguado requiere de 13 horas aproximadamente, el tabicón es separado de la tabla y almacenado hasta el día siguiente.

Cabe aclarar que la operación de secado es al medio ambiente.

El siguiente diagrama muestra la secuencia del proceso:

Los bloques con letra minúscula indican la materia prima o el producto con que se está trabajando mientras - que los bloques con letra mayúscula denotan las principales partes de la maquinaria por donde pasa la materia prima y es sometida a alguna operación.



3.2 METODOS DE TRABAJO

Todo análisis de métodos persigue el fin de diseñar y mejorar los sistemas de trabajo de tal forma que éstos se apeguen lo más posible a facilitar de una o de otra forma la transformación de los insumos.

Las técnicas para la realización de un análisis se basan generalmente en la elaboración de diagramas, entre los más representativos y los que utilizaré para el estudio son los siguientes:

Diagrama de Proceso de Operación

Este diagrama nos indica el entronque de los ensambles secundarios con los componentes primarios, además de que nos proporciona un panorama de los materiales que entran en el proceso primario y secuencia de operaciones.

Se compone de líneas horizontales y verticales que indican flujo. Los dos símbolos básicos son:

○ Indica Operación (Transformación física de algún material).

□ Indica Inspección (Determina si la operación cumple con las especificaciones anteriormente dadas).

Diagramas de flujo de Proceso

Es el diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, señalando cada acontecimiento sujeto a análisis mediante un símbolo correspondiente.

Particularizando este diagrama indica lo que hace una persona, lo que sucede con el material o producto y el flujo general.

Los símbolos utilizados son:







-  Operación (Transformación física de algún material).
-  Transporte (Movimiento de materiales, objetos, personas de un lugar a otro).
-  Inspección (Exámen para determinar la calidad o la cantidad).
-  Demora o Retraso (Interrupción entre la acción inmediata y la acción programada siguiente).
-  Almacenamiento (Función de espera del material)
-  Combinado (Combinación de dos símbolos, indica funciones simultáneas. Muestra que se está llevando a cabo una inspección al mismo tiempo que se ejecuta una operación).

Diagrama Hombre - Máquina

Este tipo de diagramas nos ayuda a representar y analizar un proceso para desarrollar un balance económico de tiempo ocioso para los hombres y las máquinas, además de calcular los ciclos de trabajo.

Este diagrama se hace a escala con líneas verticales que nos indican el tiempo de operación tanto del hombre como de la máquina.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO

FABRICACION DE : tabicon

METODO : actual

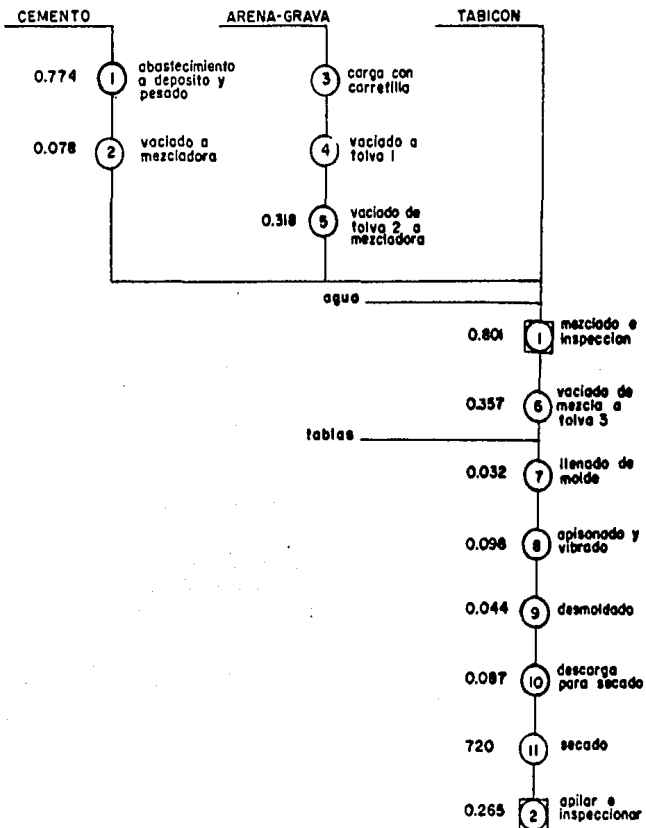


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

METODO Actual	FECHA	ANALISTA A.M.S.	RESUMEN		NUM.	TIEMPO	DIST.	
ASUNTO Y CANTIDAD Fabricación de Tabicón Distancia 107 metros Tiempo 107 minutos.			unidades					
			Totales					
PASO	DESCRIPCION	CANT.	DIST.	TPO.	SIMBOLOS			OBSERVACIONES
1	Arriba y Grues en aluzaca				○	→	□	
2	Carga de AS en camioneta	0.18m³	12	0.452				Una persona
3	Descarga de AS a tolva 1	0.18m³	1	0.012				
4	Almacenamiento en tolva 1							
5	Descarga de AS a banda transportadora		1					
6	Transporte de AS a tolva 2		12.5					Por banda trans. Aut.
7	Vaciado a tolva 2		2.5					
8	Almacenamiento en tolva 2							
9	Vaciado de AS de tolva 2 a mezcladora	0.35m³	15	0.312				Una persona (mezclador)
10	Suministrar agua a mezcladora	30ft		0.523				mezclador
11	Suministrar cemento a mezcla	30kg		0.078				mezclador
12	Mezclado e Intercambio			0.001				mezclador
13	Vaciado de mezcla a tolva 3		1	0.357				mezclador
14	Almacenamiento en tolva 3							
15	Calibración de tabla en agua							dos personas manual
16	Llevar a molde con agua		0.4	0.132				Automático
17	Aparado y vibrado de molde	1tabla		0.232				Automático
18	Desmoldado	1tabla		0.054				Automático
19	Transporte de tabla autobrid		24.5	1.12				Por banda trans. auto
20	Descarga de tabla con tabicón y colocación para serado	1tabla	3	0.027				Dos personas
21	Serado			720				Modo Ambiente
22	Transporte al aluzaca	1tabla	16	0.32				Por diablito
23	Apoler tabicón e inspección final	1tabla		1.59				
24	Almacenamiento							
25	Transportación de tabla a máquina	0ctab	33	1.06				Por diablito

Los diagramas anteriores nos representan la metodología y secuencia del proceso de fabricación como también, los -- tiempos de cada una de las operaciones en el caso del primer diagrama. Sin embargo dado que el proceso es continuo, es decir que las operaciones efectuadas después del primer ciclo de trabajo se realizan simultáneamente, esto provoca que el tiempo total, tomando de la suma de cada uno de los tiempos, no sea representativo de la realidad.

Por este motivo omití el cuadro resumen en el primer diagrama y los tiempos en el segundo. De cualquier forma ambos no pierden la característica demostrativa del proceso.

Para los siguientes diagramas tomaré la metodología del - Hombre Máquina, considerando que éstos no sólo nos desarrollarán un balance económico del tiempo, sino también representarán las simultaneidad de las operaciones y continuidad del proceso.

El desarrollo de éstos es tomado de acuerdo a las principales operaciones a la que es sometida la materia prima y los tiempos que se llevan cada una de éstas, demostrando que el proceso de fabricación después de iniciado no se interrumpe, al menos que la mezcladora o máquina de -- moldeo dejen de trabajar ya sea por finalizar la jornada o fallas en la maquinaria.

Para el diagrama Operador de Carretilla-Mezcladora debo aclarar, que el operario de la carretilla suministra arena y grava a una tolva y ésta a su vez a la mezcladora -- teniendo una relación indirecta entre ellos, es por ese -

motivo que las columnas no están unidas por ninguna línea horizontal. El tanque de almacenamiento de arena grava - (tolva 2), es la parte de la máquina que permite la continuidad del sistema, suministrando de manera permanente a la mezcladora.

DIAGRAMA DE PROCESO MULTIRRELACION

Objeto del diagrama Relación de Tiempo entre Operador de Carretilla y Operador Mez

Comienzo del diagrama Inicio de jornada

Final del diagrama Termino del primer ciclo del operador de Carretilla

Metodo Actual Tiempo = 7 minutos Escala 1:100

OPERADOR DE
CARRETILLA

OPERADOR DE
MEZCLADORA

tiempo
muerto 8.28

tiempo de
abastecimiento 9.35

a 0.31
b 0.80
c 0.35
a 0.31
b 0.80
c 0.35
e 0.43
a
b
c
e
b
c
e
a
b
c
e
a
b
c
e
a
b
c
e
a
b
c
e
a
b
c
e

Tiempo operativo 275 minutos jornada:

C U A D R O R E S U M E N

Ciclo	Operador Carretilla	Operador Mezcladora
Tiempo Operativo	9.35	1.91
Tiempo Periférico	----	----
Tiempo Muerto	8.28	----
Duración	17.63	1.91

Turno por 4 Hrs.	Operador Carretilla	Operador Mezcladora
Tiempo Operativo	145.8	275
Tiempo Periférico	-----	---
Tiempo Muerto	129.2	---
Duración	275	275

$$\text{Operador Carretilla} = \frac{275}{27.63} = 15.59 \text{ Ciclos}$$

$$\text{Tiempo Operativo} = 15.59 \times 9.35 = 145.76$$

$$\text{Tiempo Muerto} = 8.28 \times 15.59 = 129.2$$

$$\text{Operador Mezcladora} = \frac{275}{1.91} = 143.9 \text{ Ciclos}$$

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MAQUINA

Objeto del diagrama Estimar Operario de Mezcladora y Máquina de moler

Comienzo del diagrama Empieza de lavado

Final del diagrama Termina el puzosado del operario

Método Actual Relación de tiempo en minutos Escala 1:20

DESCRIPCION	OPERARIO	MAQUINA
vaciado de arena-grava a mezcladora.	0.31	
mezclado e inspeccion	0.80	1.47
vaciado de mezcla en tolva 3	0.35	
vaciado de a-g a mezcladora	0.31	
mezclado e inspeccion	0.80	
vaciado de mezcla en tolva 3	0.35	
tiempo de ajuste	0.43	

v - vaciado de tolva 3 a molde de mezcla - 0.03

1 - apisonado y vibrado - 0.09

2 - desmoldado - 0.04

Cuadro Resumen

MAQUINA DE MOLDES

Ciclo	Máquina de Moldes
Tiempo Operativo	0.1743
Tiempo Periférico	----
Tiempo Muerto	----
Duración	0.1743

Jornada	Máquina de Moldes
Tiempo Operativo	275
Tiempo Periférico	1.47
Tiempo Muerto	---
Duración	276.5

$$\text{Número de Ciclos} = \frac{275}{0.1743} = 157.7$$

Tiempo Operativo 275

DIAGRAMA DE PROCESO MULTIRRELACION

Objeto del diagrama Relacionar la Máquina de Moldeo con los Estibadores.

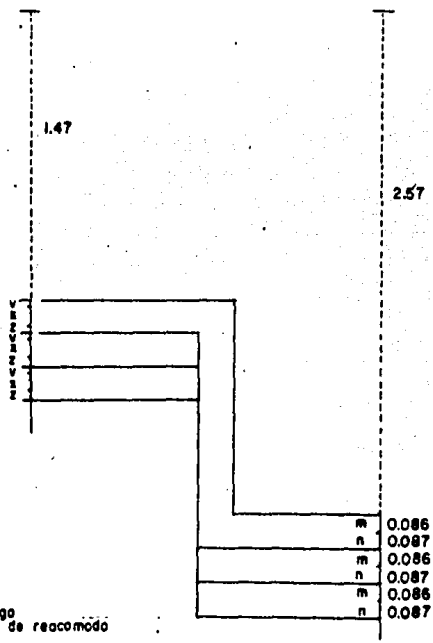
Comienzo del diagrama Principio de Jornada.

Final del diagrama Término del tercer ciclo de ambas partes.

Método Actual Relación de tiempo en minutos Escala 1:20

MAQUINA DE MOLDEO

ESTIBADORES



m - descarga
n - tiempo de acomodado

Cuadro Resumen Estibadores:

Ciclos	Estibadores
Tiempo Operativo	0.1743
Tiempo Periférico	----
Tiempo Muerto	----
Duración	0.1743

Jornada	Estibadores
Tiempo Operativo	275
Tiempo Periférico	2.74
Tiempo Muerto	---
Duración	277.74

Ciclos	<u>275</u>	1577.7
	0.1743	

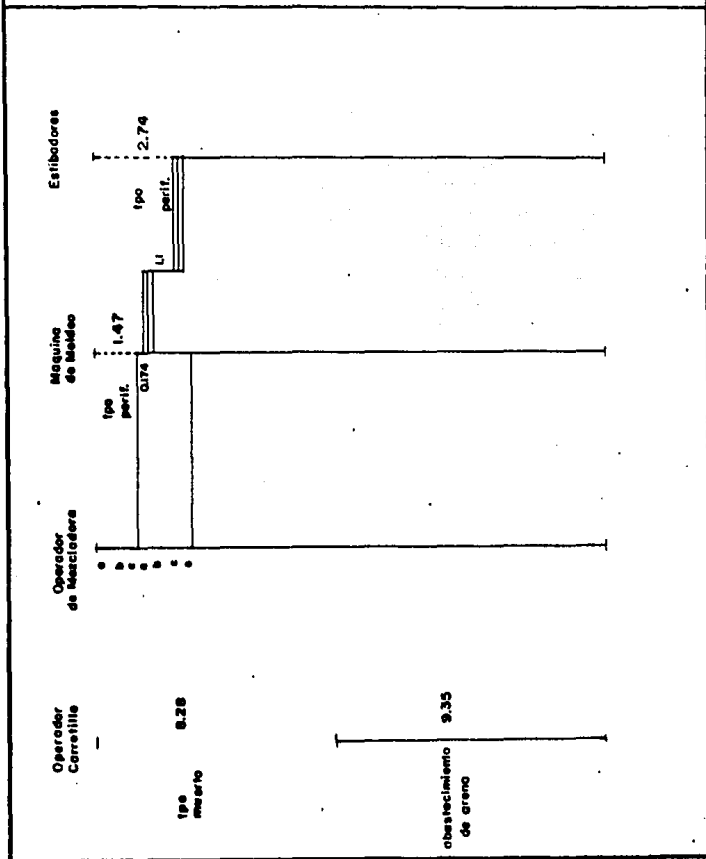
DIAGRAMA DE PROCESO MULTIRRELACION

Objeto del diagrama Relacionar el proceso integralmente.

Comienzo del diagrama Principio de jornada.

Final del diagrama

Método Actual Relación de tiempo en minutos.



3.3 PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

La planeación de la producción es el conjunto de planes o proyectos encaminados a dirigir la producción, complementándolos con el control, que se encarga de que los distintos subsistemas lleven a cabo sus funciones de acuerdo a lo planeado.

Este tema concerniente a la producción es muy extenso y variado ya que no hay una forma o método general para llevar a cabo tales funciones, sin embargo éstas se basan o fundamentan en las siguientes preguntas:

¿Cuánto vamos a producir?

¿Cuándo vamos a producir?

¿Cómo vamos a producir?

Tratando lo más posible que lo estipulado se cumpla de cualquier forma.

Entrando en el caso particular de la compañía la forma de llevarse a cabo es la siguiente:

Generalmente toda producción se realiza sobre pedido teniendo que adecuar este sistema a la cantidad y frecuencia de demanda hecha así como la capacidad de la planta en cuanto a fabricación y entrega de tabicón.

Actualmente la planta productiva tiene una capacidad de --

19200 tabicones diarios, ocupando a siete personas. Su sistema es conforme a los pedidos que lleguen, es decir no hay preferencia de peticiones, al menos que éstas -- sean de 2000 unidades o más.

Se tiene un stock de seguridad de ésta cantidad para me jor servicio.

En general no se tiene una planeación sistemática previa de producir tabicón ya que todo se realiza en el momento de pedido, teniendo como principal consideración la capa cidad de la planta de la que ya he hablado y la capacidad de entrega que es de 8000 a 12000 unidades diarias, según la distancia a donde se debe entregar el pedido.

La compañía cuenta con dos camiones con capacidad de 3000 unidades como máximo para entrega en un solo viaje.

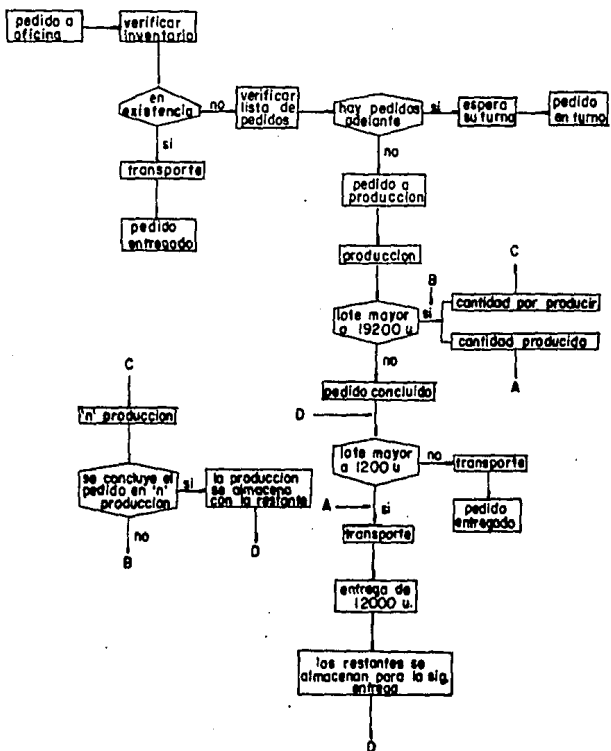
Dado que el sistema de transporte tiene menor capacidad que el de producción, la compañía tiende a almacenar el producto y entregarlo parcialmente.

En ocasiones las entregas y producciones se hacen interca ladas, es decir no se distribuye ni produce un solo pedi- do sino varios, esto es debido a que las cantidades entre gadas no son usadas al momento por parte del cliente, lo que permite atender otro pedido.

Este método o forma de trabajar se adoptó debido a la gran fluctuación de demanda del producto, lo que crea incerti- dumbre de cuanto se va a producir a futuro.

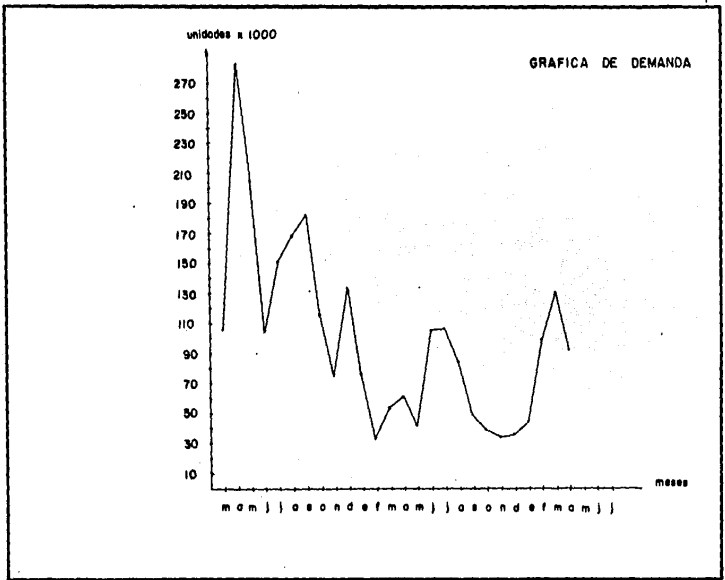
En general tanto el sistema de transporte como el de producción no tiene planeación previa, sin embargo llevan un método que está representado en el siguiente diagrama, -- además anexo la tabulación y gráfica de demanda de los últimos dos años, viendo así la forma de planear y controlar la producción y el comportamiento de la demanda.

PLANEACION DE PRODUCCION



Las ventas de la compañía a partir de marzo de 1983, son las siguientes:

AÑO	MES	VENTAS EN UNIDADES DE TABICON
1983	Marzo	106750
1983	Abril	281150
1983	Mayo	205625
1983	Junio	105850
1983	Julio	150650
1983	Agosto	169415
1983	Septiembre	181692
1983	Octubre	114010
1983	Noviembre	74500
1983	Diciembre	132000
1984	Enero	75700
1984	Febrero	82850
1984	Marzo	52260
1984	Abril	60550
1984	Mayo	42700
1984	Junio	106600
1984	Julio	106850
1984	Agosto	84300
1984	Septiembre	49850
1984	Octubre	39550
1984	Noviembre	34500
1984	Diciembre	35906
1985	Enero	43500
1985	Febrero	98950
1985	Marzo	130450
1985	Abril	93650



El diagrama anterior nos muestra los pasos que sigue la empresa para planear y a la vez controlar la producción.

Al recibirse un pedido la oficina verifica si se tiene en inventario la cantidad requerida, para surtirlo al día siguiente. En caso contrario se pone en lista de espera para producción.

Ya en turno, un día antes se avisa a producción, para que éstos separen y cataloguen el pedido, teniendo que ajustarse a los requerimientos del cliente en cuanto a dimensiones y especificaciones del producto, es decir preparando el molde y materia prima a utilizar, que en general es siempre la misma.

Al momento que se hace el pedido a producción se planea cuando se terminará de producir. Si el pedido excede de 19200 unidades, que es equivalente a un día de trabajo, se programa para el día siguiente y así sucesivamente hasta terminarlo, tomando en cuenta que parte de las unidades producidas se entregan al día siguiente. Las restantes dada la capacidad de distribución se almacenan para una próxima entrega, juntándose con las producidas del día siguiente, hasta totalizar con el pedido tanto en producción como en distribución.

3.4 CONTROL DE INVENTARIOS

El inventario es un recurso ocioso en espera de ser utilizado, esto es, el almacenamiento de material o aprovisionamiento de insumos para cubrir incertidumbres. Se busca principalmente minimizar la cantidad almacenada maximizando la seguridad de disponibilidad a menor costo.

En la compañía Fabricreto, S.A., no se lleva un sistema de inventario definido, ya que conforme creció la fábrica y tomando la experiencia laboral se adoptó una forma de suministrarse y así, cumplir con las exigencias del cliente basándose en el gasto de materia prima diaria y en el volúmen de los pedidos hechos con mayor frecuencia. Sin embargo aunque este método no sea un sistema propiamente, trataré lo más claramente posible analizar, representar y explicar.

Actualmente considerando que se fabrican 19200 tabicones diarios, se tiene para esta cantidad el requerimiento siguiente:

33.6 m³ de grava
16.8 m³ de arena
4170 Kg. de cemento
4170 Lt. de agua

Para el abastecimiento de grava se piden 4 viajes diariamente de 8 m³ cada uno, teniendo una variación de 5 cada 4 días.

En el caso de la arena se hace de la misma forma, es decir; tiene un suministro diario con la diferencia de que la cantidad requerida de arena es mejor, teniendo así un abastecimiento de dos viajes de 8 m³ diariamente y de 3 cada 10 días.

Teniendo así para ambos casos un suministro constante el cual varía cada cierto tiempo.

En lo que se refiere al stock de seguridad las cantidades manejadas son de 70 a 76.4 m³ para grava y de 35 a 42.4 m³ para arena, lo que representa a 2 días de trabajo sin suministro alguno, sin embargo es poco común que se dé el caso en el cual la producción pare sus actividades por falta de estas materias primas.

Las gráficas siguientes representan el comportamiento del sistema de inventarios de cada una de éstas.

Para el abastecimiento de cemento se tiene como almacén dos silos de 25 y 30 toneladas de capacidad. Uno de ellos mientras el otro abastece a la máquina. Dado que el requerimiento diario es de 4170 Kg., se debe llenar uno de los silos cada semana teniendo como promedio de cantidad requerida 25 toneladas alterándose el uso del silo.

Esta forma de proveerse tiene como stock de seguridad 25 ó 30 toneladas según el silo que se encuentre de reserva, lo que representa de materia prima a una semana de trabajo.

Se tiene esta reserva dado que el proveedor no respeta las fechas estipuladas para el suministro, teniendo de 3 a 5 -

días de diferencia con la fecha acordada.

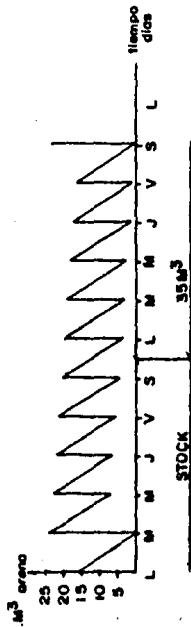
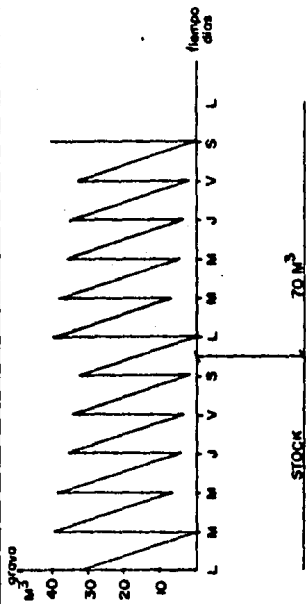
El proveedor de esta materia es Cemento Cruz Azul y mensualmente se le entrega un calendario de las fechas de requerimiento del material teniendo programado en base a lo anterior 4 visitas mensuales.

En lo referente al agua se tiene una cisterna con capacidad de 288000 Lt., lo que representa a 69 días de suministro. Sin embargo se procura tener como mínimo la mitad de la capacidad de la cisterna abasteciéndola parcialmente por tubería en su defecto por pipas de agua.

Para el producto terminado, al igual que para la materia prima no se lleva un control de inventario riguroso, sin embargo se trata siempre de tener en existencia una cantidad determinada. Para este control se lleva diariamente unas tarjetas donde se estipula la fecha, el producto, la producción del día, las salidas, los tabicones rotos o defectuosos y la existencia o inventario.

La cantidad determinada como stock de seguridad es de 2000 unidades, que es el equivalente a una transportación. Esta cantidad a pesar de que fue adoptada en base a las vivencias de la empresa, no cumple con los requerimientos de la demanda ya que generalmente se acumulan los pedidos, haciendo que el inventario sea insuficiente y el cliente tenga que esperar de una o dos semanas la entrega de su producto.

GRAFICAS DE LOS SISTEMAS
DE INVENTARIOS DE ARENA Y
GRAVA



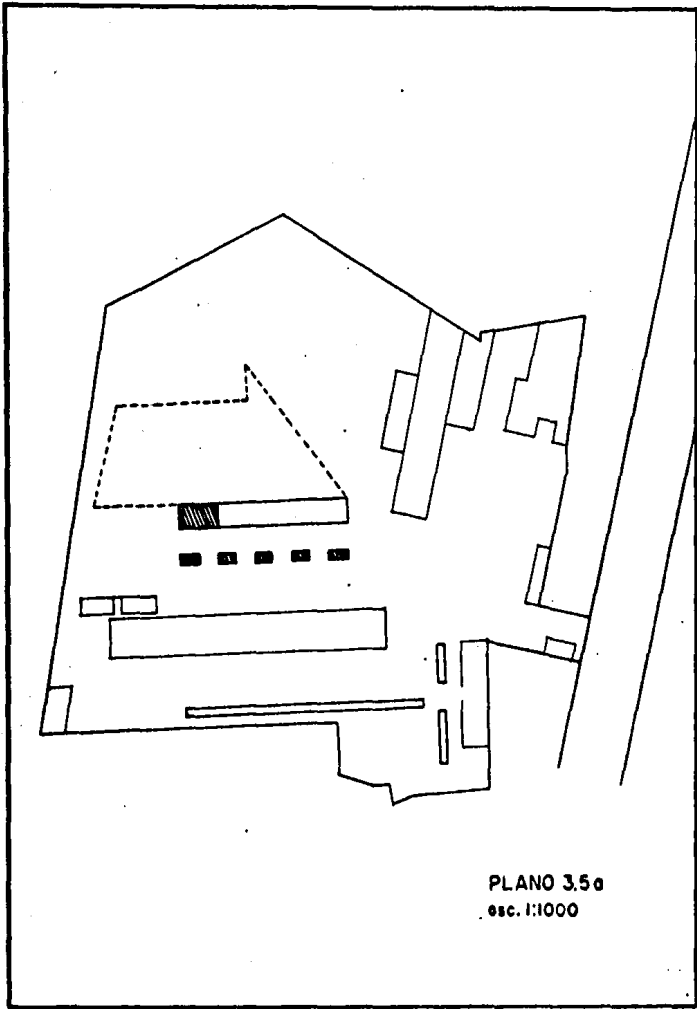
3.5 CAPACIDAD Y COSTOS DE ALMACENAMIENTO

Todo lugar o espacio ocupado para retener material en espera de ser utilizados se llama almacén.

La empresa Fabricreto, S.A., cuenta con áreas para este fin las cuales se muestran en el siguiente plano teniendo una capacidad total de 375,099 unidades, ocupándose solamente las áreas marcadas para tabicón, teniendo éstas una capacidad de 82,356 unidades tomando en consideración que el producto se almacena a una altura de 1.50 mtrs.

Aunque el terreno que se tiene es bastante extenso y la capacidad potencial para almacenar es mucho mayor, la fábrica solo ocupa los marcados, teniendo así algunas limitaciones. Esto es debido a que muchas de las áreas supuestamente libres para ocuparse, se encuentran llenas de desperdicio como tabicones o adoquines defectuosos, silos viejos y hierbas silvestres (representándose en el plano con el área punteada). Lo que no permite su utilización y la libre maniobra.

Dado el procedimiento y consistencia material del tabicón la empresa considera que el producto terminado no requiere de un lugar acondicionado para tal fin, por este motivo se encuentra a la intemperie, lo que no representa ningún costo para la compañía, ya que actualmente pagan \$ 300.00 M.N., mensuales por concepto de predio del terreno, además de que no se representan gastos por mantenimiento del almacén.



PLANO 3.5a
esc. 1:1000

CAPITULO IV

NECESIDADES DE LA EMPRESA PARA UN MEJOR TRABAJO Y OPTIMIZACION

- 4.1 Distribución de la Planta
- 4.2 Programación de los Recursos
- 4.3 Balanceos de Líneas
- 4.4 Deficiencias Organizacionales
- 4.5 Otros

4.1 DISTRIBUCION DE LA PLANTA

La distribución de planta es arreglo de las situaciones físicas con el objeto de facilitar u optimizar las relaciones con el trabajador.

Dentro de los principales objetivos de una distribución de planta están:

- Facilitar los procesos de producción
- Minimizar el manejo de materiales
- Ser flexibles a los cambios
- Aprovechamiento total del espacio
- Seguridad y comodidad común

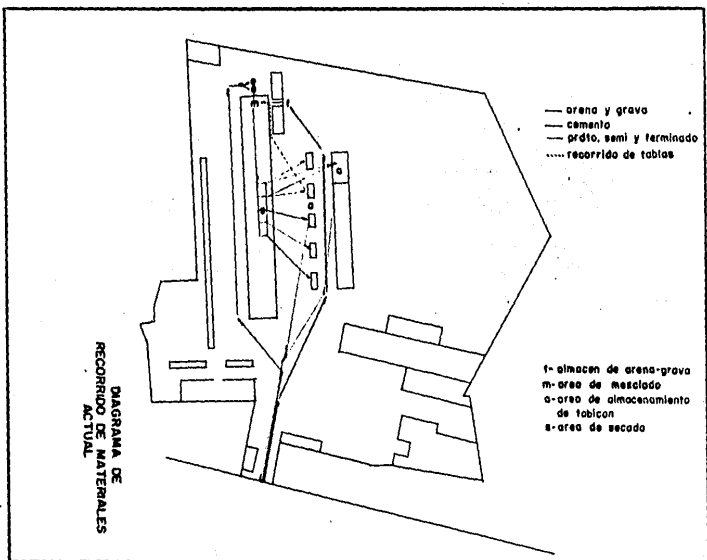
Dentro de la distribución de planta existen 3 modalidades que son:

- Distribución por posición física
- Distribución por proceso
- Distribución de producción por línea

En particular para el caso que se está estudiando la distribución de planta pertenece a la tercera modalidad. Las características de ésta, es de que el producto se realiza en una zona determinada donde el material es movido. En esta distribución se dispone cada operación inmediatamente adyacente a la siguiente, es decir que cualquier equipo utilizado en la fabricación del producto independientemente del proceso que realice está colocado de acuerdo con la secuencia de las operaciones.

Los siguientes diagramas nos demuestran la distribución y recorrido de materiales actuales, que servirán para realizar un diagnóstico de las posibles fallas dentro del sistema.

Se anexa también unas tablas que cuantifican el tiempo y distancia recorrida de cada uno de los materiales, to mando en cuenta su transformación dentro del proceso.



DISTRIBUCION DE PLANTA
TABLAS (Actuales)

I	Concepto	Desde	Hasta	Tiempo (min.)	Distancia (metros.)
	Arena y Grava	Entrada	Almacén	0.7816	130 m.
	Arena y Grava	Almacén	Tolva 1	0.4891	13 m.
	Arena y Grava	Tolva 1	B. T.	---	1 m.
	Arena y Grava	B. T.	Tolva 2	---	14.5 m.
	Arena y Grava	Tolva 2	Mezc.	---	1.3 m.
II					
	Cemento	Entrada	Silo	0.9626	160 m.
	Cemento	Silo	Depósito	0.7744	7 m.
	Cemento	Depósito	Mezc.	0.0783	1 m.
III					
	Mezcla	Mezc.	Tolva 3	0.3576	1 m.
	Mezcla	Tolva 3	Molde	0.0323	0.4 m.
IV					
	Pdto. Semi-Term.	Máquina	Estibador	1.13	34.5 m.
	Pdto. Semi-Term.	Estibador	Secado	0.0875	3 m.
V					
	Pdto. Terminado	Secado	Almacén	0.32	16 m.
	Pdto. Terminado	Almacén	Puerta	0.54	90 m.
VI					
	Tablas	Almacén	Maquinaria	1.06	33 mt.

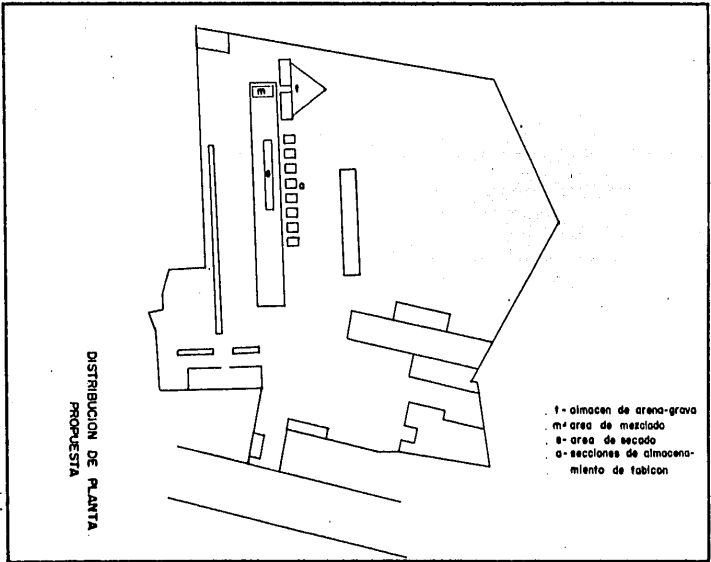
ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

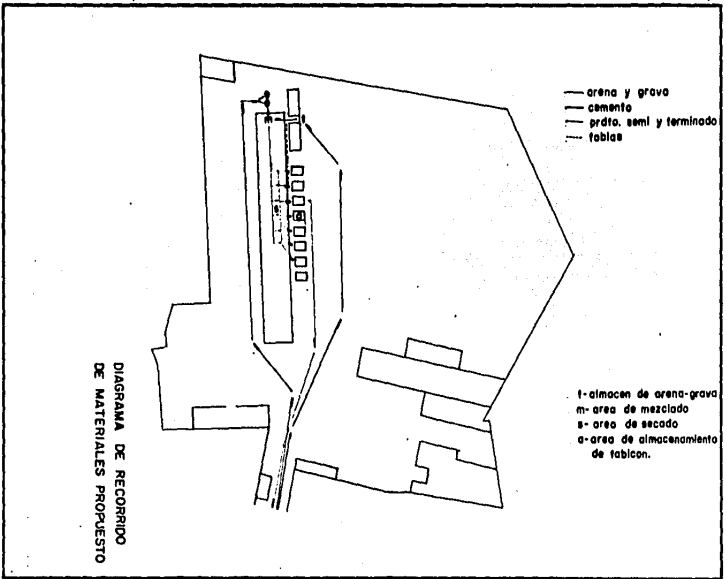
Basándome en las tablas anteriormente expuestas y en los objetivos del presente estudio he tomado como deficiencias de distribución las operaciones de transporte representadas en las tablas IV y V, debido a que en ellas no influyen las siguientes restricciones.

- El proceso sigue una secuencia inalterable, es decir no es posible cambiar el orden de las operaciones de tal forma que obtengamos el mismo resultado. Este proceso sigue un principio fundamental el cual consiste en mezclar arena, grava, cemento y agua, para que después esa mezcla sea moldeada, comprimida y finalmente fraguada para que se obtenga tabicón. Como tal, este procedimiento se sigue en cualquier modalidad de fabricación de este producto.
- El descomponer o desintegrar la maquinaria, así como el mover la planta con el objetivo de facilitar los procesos existentes dentro del sistema productivo, tomarían tiempo e inversiones muy elevadas, lo que no está dentro de las posibilidades de la empresa, y por consiguiente el proponerla haría que el estudio perdiera la factibilidad que se pretende.

Son por estas causas que no se toman como deficientes las operaciones restantes.

A continuación presento la distribución de planta propuesta y las ventajas que ésta aportaría.





La diferencia o modificación que presenta la distribución de la planta propuesta es el movimiento de las áreas de secado y almacenamiento (como se muestra en el plano L.O.3) lo cual no genera costo alguno, dichos movimientos consisten en acercar la área de secado a la máquina de block lo que nos representará ahorros en distancias tanto para el transporte del tabicón al almacén, como de las tablas a la máquina de block, de igual forma el acercar la área de almacén a la de secado nos ahorrará costos, tiempo-hombre y fatiga.

Así mismo el cambio de dimensiones de las áreas, tomando bloques de 4 X 3 X 2.1 mts., a una distancia entre bloque y bloque de 2 mts. Teniendo para ocho bloques una capacidad de 99603 unidades, pudiendo ampliar su número de doce, lo que representa una capacidad potencial de 50397 unidades lo que equivale a un total de 150000 unidades.

Para la transportación del producto terminado del área de secado al almacén se tienen dos personas con un sueldo de --- \$ 14,798.00 M.N. --- semanales realizando las siguientes operaciones.

ACTUAL

Número de Obreros	Operación	Operaciones X jornada	Distancia recorrida (metro)	Tiempo (minutos)	Tiempo total X jornada
1	Llevar tablas de área de secado al almacén (6 tablas).	134	16	0.32	42.88
1	Acomodar 72 tabicones y 6 tablas en diablo.	134	--	1.59	213.06
1	Regreso a área de secado por más tablas.	134	16	0.15	21.30
1	Descanso por agotamiento	-	--	0.33	45.00
				Σ =	322.24

PROPUESTO

Número de Obreros	Operación	Operaciones X jornada	Distancia recorrida (metro)	Tiempo (minutos)	Tiempo total X jornada
1	Llevar tablas de área de secado al almacén (6 tablas)	134	8.5	8.17	22.78
1	Acomodar 72 tabicones y 6 tablas en diablo	134	--	1.59	213.06
1	Regreso a área de secado por más tablas	134	8.5	0.084	11.25
1	Descanso por agotamiento	--	--	--	40.00
				Σ =	287.09

- a) Diferencia de tiempo total = $322.24 - 287.09 = 35.15$ min. para un trabajador.

Dentro del proceso de fabricación hay una operación que hasta el momento no se ha tomado en consideración, llevándose a cabo de la siguiente forma:

En el proceso de fabricación se utilizan tablas, de las cuales ya he hecho referencia.

El número de tablas que se tienen en su totalidad son 1630, lo que equivale a un día de producción, esto genera que no se tengan tablas para la próxima producción, por este motivo la empresa adoptó la siguiente metodología:

El tabicón sale de la máquina de block junto con la tabla y son transportados y estibados hasta la zona de secado, y ya fraguado el tabicón se lleva al almacén.

Realizándose esta última operación durante la madrugada del día siguiente, dando tiempo a que el producto obtenga una consistencia y al mismo tiempo desocupando las tablas para que sean utilizadas en la producción de ese día.

Esta actividad se encuentra representada en el diagrama de recorrido de materiales con una línea punteada, teniendo como resultado del estudio lo siguiente:

ACTUAL

Número de Obreros	Operación	Operaciones X Jornada	Distancia recorrida (metro)	Tiempo (minutos)	Tiempo total X Jornada
1	Llevar tablas del almacén a máquina (80 tablas)	10	33	1.065	10.6
1	Regresar al almacén por tablas.	10	33	0.327	3.27
				Σ =	13.87

PROPUESTO

Número de Obreros	Operación	Operaciones X Jornada	Distancia recorrida (metro)	Tiempo (minutos)	Tiempo total X Jornada
1	Llevar tablas del almacén a máquina (80 tablas)	10	18.5	0.5970	5.97
1	Regresar al almacén por tablas	10	18.5	0.1833	1.83
				Σ =	7.8

b) Diferencia de tiempo por	=	13.87 - 7.8
Transportación de tablas	=	6.07 min./jornada
Ahorro de tiempo total	=	A + B
	=	33.15 + 6.07
	=	41.22 min./jornada
Costo del tiempo total ahorrado por jornada de -- 82.44 min. (dos obreros).	=	\$ 423.53
Ahorro mensual en base a distribución propuesta.	=	\$ 10,165.00
Ahorro anual	=	\$ 121,978.00

4.2 PROGRAMACION DE LOS RECURSOS

La programación de los recursos es un elemento crítico en algunos de los modelos de división más importantes para la producción y administración de operaciones y por su puesto para el diseño de sistemas productivos.

En el presente estudio se partirá, realizando un pronóstico de demanda con el cual nos basaremos para proponer un sistema de planeación de los recursos existentes dentro de la compañía.

El efectuar un pronóstico es la técnica para trasladar experiencias pasadas dentro de los acontecimientos futuros. Esto requiere estimar la magnitud y el significado relativo absoluto de los factores que influirán a las condiciones futuras de operación.

Este pronóstico será para un futuro inmediato ya que hacerlo de otra forma, se estaría despreciando las posibles influencias y situaciones que presentarán el ambiente sociopolítico y económico del país, haciendo el pronóstico menos certero. Con esto quiero decir que el hacerlo a largo plazo o mediano plazo éste perdería validez por las fluctuaciones e inestabilidad del país.

Para realizarlo debo hacer referencia a la gráfica mostrada en el inciso 3.3 y al apéndice 1, donde se demuestra la demanda del producto en los últimos dos años y parte del presente. Además de la metodología de cada uno de los pronósticos.

Dentro de los métodos existentes para efectuar el pronóstico y en base a un análisis previo, he tomado como base a dos de ellos, siendo que en ambos el resultado es de alguna forma parecido y a la vez convincente.

El primero es el método de mínimos cuadrados, ajustando el comportamiento de la demanda a una parábola. Apéndice 1.

El segundo es el de promedios exponenciales ponderados -- basándose en el ajuste período por período del promedio -- predicho en el último término, sumando o restando una --- fracción, de la diferencia existente entre la demanda e-- efectiva en el período en curso y el promedio predicho en el último término. El resultado nos da el nuevo pronóstico promedio para el período en curso. Apéndice 2.

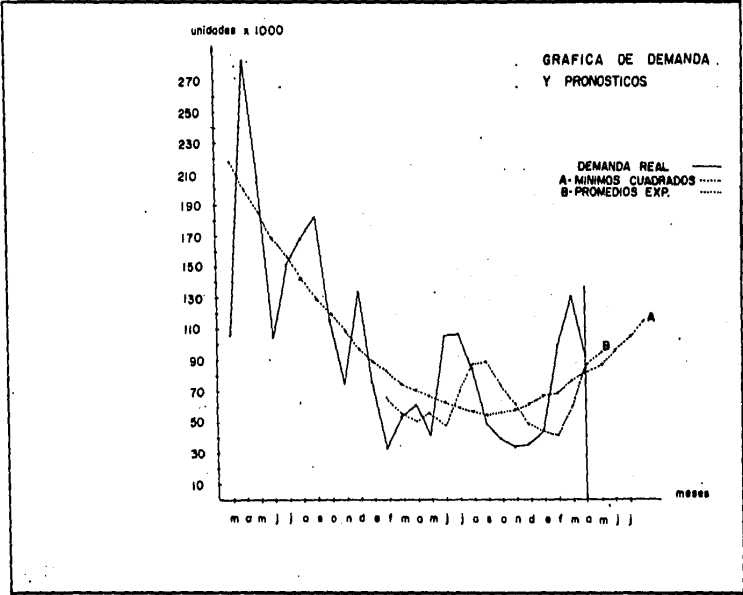
Para el valor de mínimos cuadrados ajustado a una parábola generado del promedio de los próximos tres valores pronosticados es de:

97.17

Para promedios exponenciales ponderados:

94.23

Así también incluyo la gráfica con los comportamientos respectivos para cada uno de los métodos de pronóstico.



Observando la gráfica de demanda junto con los valores generados por los métodos, tomaré como primer valor pronosticado un valor próximo a el promedio de los tres meses -- pronosticados por el método de mínimos cuadrados y a la vez este valor es próximo al generado por el método de promedios exponenciales.

Tomando como valores:

- 1.- 96,000 unidades
- 2.- 106,000 unidades
- 3.- 116,333 unidades

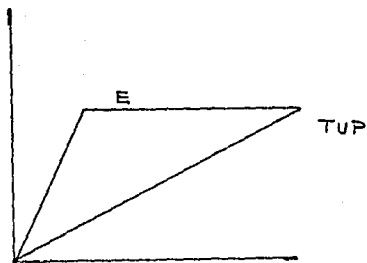
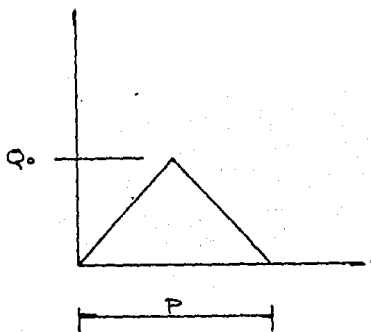
El valor 2 y 3 corresponden a los pronósticos 3 y 4 de mínimos cuadrados (apéndice). No. 1

Antes de pasar a la programación de los recursos se debe tomar muy en cuenta los siguientes términos y restricciones:

- No solamente se fabrica tabicón
- El sistema de inventario de producto terminado es deficiente
- La capacidad de la planta es sumamente grande para la demanda que existe del producto, lo que representa el trabajar por debajo de la capacidad de la planta.

Dado que para un lote de 19200, se obtienen 450 defectuosos es decir que el sistema tiene una eficiencia de 97.6%, se propone la siguiente metodología junto con sus respectivas formas.

Para el diseño de stock de seguridad para el primer mes de pronóstico tomaré el modelo de demanda y almacenamiento debido a que su comportamiento se adecúa a un sistema de producción donde gráficamente se representa de la siguiente forma:



- P = Período en días
Qo = Cantidad en unidades
TUP = Tasa de utilización promedio o
demanda promedio
E = Tasa de producción de material
d = Día de paro de la producción

$$\text{Stock} = (E - TUP) d = (P - d) TUPd$$

$$Ed - TUPd = P TUP - d TUP$$

$$Ed = P TUP - d TUP + TUP d$$

$$Ed = P TUP$$

$$d = \frac{P TUP}{E} \text{ día de paro}$$

$$\begin{aligned} \text{Stock} &= (E - TUP) d \\ &= (E - TUP) \left(\frac{P TUP}{E} \right) \end{aligned}$$

Teniendo:

$$P = 24 \text{ días}$$

$$TUP = 4,000 \text{ unid/diarias}$$

$$E = 19200 - 450 = 18750$$

$$d = \frac{(24) (4000)}{18750} = 5.12$$

$$\text{Stock} = (18750 - 4000) (5.12)$$

$$\text{Stock} = \underline{75,520}$$

Teniendo que producirse:

$$\begin{aligned} \text{Prod}_{\text{tot}} &= \text{Inventario} + \text{Demanda} \\ \text{Prod}_{\text{tot}} &= 75520 + 96000 = 171520 \end{aligned}$$

Días de producción:

$$= \frac{171520}{18750} = 9.14 \text{ días}$$

FORMA DE PLANEACION

MES ① 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
 PRODUCTO Tanques
 INVENTARIO 200 unidades
 DEMANDA PRONOSTICADA 30.000 unidades

PLANEACION SEGUN PRONOSTICO

	L	M	M	J	V	S	prod. tot.	defect.	salidas	invent.
SEMANA 1	///	///	///	///	///	///	70.000	1500	24.000	53.000
SEMANA 2	///	///	///	///	///	///	25.000	500	24.000	10.000
SEMANA 3	///	///	///	///	///	///	25.000	400	24.000	20.000
SEMANA 4	///	///	///	///	///	///	19.000	750	24.000	74.750

INVENTARIO SEGUN PRONOSTICO 74.750

ESTRATEGIA REALIZADA

	L	M	M	J	V	S	prod. tot.	defect.	salidas	invent.
SEMANA 1										
SEMANA 2										
SEMANA 3										
SEMANA 4										

DEMANDA REAL _____
 DIFERENCIA ENTRE D.R. Y D.P. _____
 INVENTARIO REAL _____

Para el 2° pronóstico:

$$\begin{aligned} P &= 24 \text{ días} \\ TUP &= 4416.66 \\ E &= 18750 \end{aligned}$$

$$d = \frac{(1416.66) (24)}{18750} = 5.65$$

$$\text{stock} = (5.65) (18750 - 4416.66) = \underline{\underline{80983}}$$

$$\text{Diferencia de inventario} = 80983 - 74750 = 6233$$

$$\text{Cantidad a producir} = 106,000 + 6233 = 112233$$

$$\text{Días a producir} = \frac{112233}{18750} = 5.98$$

FORMA DE PLANEACION

MES 1 ② 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

PRODUCTO Tahiro

INVENTARIO 74750 unidades

DEMANDA PRONOSTICADA 109,000 unidades

PLANEACION SEGUN PRONOSTICO

	L	M	M	J	V	S	prod. tot.	defect.	salidas	invent.
SEMANA 1						Man	28400	900	28500	65750
SEMANA 2						Man	28400	900	28500	92750
SEMANA 3						Man	17200	450	18500	65000
SEMANA 4						Man	19200	450	20500	61250

INVENTARIO SEGUN PRONOSTICO 91250

ESTRATEGIA REALIZADA

	L	M	M	J	V	S	prod. tot.	defect.	salidas	invent.
SEMANA 1										
SEMANA 2										
SEMANA 3										
SEMANA 4										

DEMANDA REAL _____

DIFERENCIA ENTRE D.R. Y D.P. _____

INVENTARIO REAL _____

Para el 3° pronóstico:

$$\begin{aligned} P &= 24 \text{ días} \\ TUP &= 4847.2 \\ E &= 18750 \end{aligned}$$

$$d = \frac{(4847.2) (21)}{18750} = 6.2$$

$$\text{Stock} = (6.2) (18750 - 4847.2) = 86,197$$

$$\text{Diferencia de inventario} = 86197 - 81250 = 4947$$

$$\text{Cantidad a producir} = 116333 + 4947 = 121280$$

$$\text{Días de producción} = \frac{121280}{18750} = 6.46$$

FORMA DE PLANEACION

MES 1 2 ③ 4 5 6 7 8 9 10 11 12
 PRODUCTO Tobacco
 INVENTARIO 21250 unidades
 DEMANDA PRONOSTICADA 116.333 unidades

PLANEACION SEGUN PRONOSTICO

	L	M	M	J	V	S	prod. tot.	defect.	salidas	invent.
SEMANA 1						Mon	32100	500	24023	27617
SEMANA 2						Wed	19200	450	21223	7934
SEMANA 3						Mon	22100	400	21023	21751
SEMANA 4						Wed	19200	450	25023	77418

INVENTARIO SEGUN PRONOSTICO 77418

ESTRATEGIA REALIZADA

	L	M	M	J	V	S	prod. tot.	defect.	salidas	invent.
SEMANA 1										
SEMANA 2										
SEMANA 3										
SEMANA 4										

DEMANDA REAL _____

DIFERENCIA ENTRE D.R. Y D.P. _____

INVENTARIO REAL _____

Dentro de los aspectos de una programación de los recursos además del pronóstico de una demanda, intervienen otros -- factores de los cuales haré mención.

Dentro del sistema productivo de Fabricreto, S.A., la jornada de trabajo es de 8 horas aparentemente, sin embargo, la producción diaria se cumple antes de este tiempo teniendo los obreros un tiempo ocioso de 3.41 horas/jornada lo que representa un costo de acuerdo a los siguientes sueldos por semana de:

1 Operador de Carretilla	---	\$	14,798.00
1 Operador de mezcladora	---	\$	16,053.00
2 Abastecedor de tablas	---	\$	29,595.00
2 Estibadores	---	\$	29,595.00
1 Supervisor	---	\$	23,930.00

Donde el monto total por concepto de pago a obreros por semana asciende a --- \$ 113,971.00 M.N. ---

Pago de obreros por día:

$$\frac{113,971}{6 \text{ días}} = \$ 18,995.00$$

Pago de obreros por hora:

$$\frac{18,995}{8 \text{ hrs.}} = \$ 2,374.00$$

Tiempo ocioso:

3.41 horas por jornada

Costo del tiempo ocioso:

$$2,374 \times 3.41 = \$ 8,095.00 / \text{ día}$$

Costo tiempo ocioso mensual:

--- \$ 194,280.00 M.N. ---

NOTA: Se excluyen a dos estibadores ya que ellos no trabajan conforme al sistema productivo.

Por esta causa es detectable la gran capacidad de la planta, el número excesivo de obreros para producción y almacenamiento, y el tiempo ocioso tan elevado.

Basándome en estos tres problemas claves el diagnóstico propuesto es el siguiente:

El desempleo de dos estibadores .- en caso concreto aquellos que transportan el producto terminado al almacén lo que representará una baja del costo unitario por concepto de mano de obra directa. Del mismo modo el trabajo realizado por estos hombres, ahora sería realizado por dos restantes reduciendo así el tiempo ocioso lo que nos dará -- como resultado:

Costo unitario de tabicón por concepto de mano de obra

Costo total = Costo de + Costo de dos
mano de obra Cuadrilla Estibadores

Costo total = 113971 + 2595 + 143,566 por semana
mano de obra

Costo total = $\frac{143566}{6}$ = \$ 23,928.00 M.N. por día
mano de obra

Costo unitario = $\frac{\text{Cto. Tot. M.O. Diario}}{\text{No. Tabicones Producidos}}$
(Actual)

Costo unitario = $\frac{23,928}{19,200}$ = \$ 1.24 M.N.
actual por M.O.

Costo Unitario Propuesto:

C. U. P. = $\frac{\text{Cto. M.O.}}{\text{N. Tabicones Prod.}}$

Cto. M.O. = $\frac{113,971}{6}$ = \$ 18,995.00 M.N.
Diario

C. U. P. = $\frac{18,995}{19,200}$ = \$ 0.98 M.N.

Ahorro Generado 20 %

Que para el almacenamiento de tabicón y acomodo de tablas de toda la producción en base a lo propuesto sería según tablas punto 4.1.

Tipo almacenamiento: Acomodo de tabicón + Acomodo y Abas
tecimiento de
tablas.

Tipo almacenamiento: $287.09 + 7.8 = 294.89$ min/obrero

Tipo de almacenamien 589.78 minutos
to por estibadores

El tiempo de almacenamiento de tabicón y acomodo de tablas de toda la producción para la cuadrilla (6 hombres) sería:

$$\text{T.A.A.} = \frac{589.78}{6} = 98.29 \text{ minutos}$$

$$98.29 \text{ minutos} = 1.6 \text{ horas}$$

Teniendo una reducción de tiempo ocioso de:

1.6 Horas

Lo que representa un ahorro del 46.9 %
equivalente a:

\$ 3,797.00 por jornada
\$ 21,128.00 Mensual

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

METODO	FECHA	ANALISTA	RESUMEN	NUM.	TIEMPO	DIST.		
Propuesta		Δ. M. S.	unidades					
ASUNTO Y CANTIDAD Fabricación de Tabicón								
Distancia 107 metros Tiempo 107 minutos								
			fotofiles					
PASO	DESCRIPCION	CANT.	DIST.	TPO.	SIMBOLOS			OBSERVACIONES
					O	D	V	
1	Arrend y Envas en alusaca				/			
2	Carga de A.G. en carretilla	13	0.455		/			Una persona
3	Descarga de A.G. a tolva 1	1	0.028		/			
4	Almacenamiento en tolva 1				/			
5	Descarga de A.G. a banda transportadora	1			/			
6	Transporte de A.G. a tolva 2	12.5			/			Por banda transp. auto.
7	Vaciado a tolva 2	2.5			/			
8	Almacenamiento en tolva 2				/			
9	Vaciado de A.G. de tolva 2 a mezcladora	0.392	1.3	0.316	/			Una persona (mezclador)
10	Suministro agua a mezcladora	20lt		0.022	/			mezclador
11	Suministro cemento a mezcla	20kg		0.078	/			mezclador
12	Mezclada e Inyección			0.001	/			mezclador
13	Vaciado de mezcla a tolva 3	1		0.257	/			mezclador
14	Almacenamiento en tolva 3				/			
15	Colocación de tabla en mesa				/			dos personas (manual)
16	Mezclado de mezcla con agua	0.4		0.022	/			Automática
17	Aparado y vibrado de mezcla	1tabla		0.023	/			Automática
18	Desmoldado	1tabla		0.044	/			Automática
19	Transporte de tabla a tolva 4	29		0.952	/			Por banda transportadora
20	Descarga de tabla con tabicón y colocación para secado	3		0.067	/			Das personas
21	Secado			720	/			Medio ambiente
22	Transporte al almacén	3tablas		0.17	/			Por diablito
23	Apilar tabicón e inyección final	3tablas		1.59	/			
24	Almacenamiento				/			
25	Transporte de tablas a máquina	18.5		0.97	/			Por diablito

4.3 BALANCEO DE LINEAS

El objetivo fundamental de este análisis como proposición de soluciones, es determinar el número ideal de trabajadores que deben asignarse a una producción, de tal forma -- que se pueda obtener la mayor cantidad de piezas a bajo costo.

Dentro de las características principales que tienen las operaciones en línea son:

- Las operaciones adyacentes
- El material se mueve en línea recta y a velocidad constante

Pasando concretamente al sistema operativo de Fabricreto, S.A., podemos observar que no se adecúa de una manera completa a las características de las operaciones en línea, sin embargo para el presente análisis me baso en el objetivo fundamental de Balanceo de líneas.

Dentro del sistema productivo encontramos a dos obreros, que suministran las tablas a la máquina de block, con -- una velocidad de 6 tablas/minuto lo que es equivalente a una tabla.

Sin embargo esta operación puede ser hecha por una sola persona, ayudado por el obrero que trabaja con la carretilla, el cual tiene durante la jornada de producción -- (275 minutos) el 46% de tiempo ocioso lo que equivale a 129.2 minutos.

Con esta ayuda, el sistema productivo no presentaría alternación alguna en la velocidad de producción.

El obrero que trabaja con la carretilla asistiría al trabajador que suministra las tablas cada 9 minutos durante 8 minutos compensando así el agotamiento de éste.

Esto quiere decir que podríamos desemplear un obrero y su labor sería cubierta por la persona que trabaja con la carretilla.

Tomando los sueldos contenidos en la página 91 solamente que con las siguiente lista de obreros tendríamos:

1 Operador de Carretilla	---	\$ 14,798.00
1 Operador de mezcladora	---	\$ 16,053.00
1 Abastecedor de tablas	---	\$ 14,798.00
2 Estibadores	---	\$ 29,595.00
1 Supervisor	---	\$ 23,950.00

\$ 99,174.00 / semana

Costo M.O.
Propuesto = \$ 99,174.00 M.N.
(Semanal)

Costo M.O. = $\frac{\$ 99,174}{6}$ = \$ 16,529.50
Propuesto (diario)

C U M O D = $\frac{\$ 16,529.00}{19,200.00}$ = \$ 0.86 / unidad

TABLA COMPARATIVA

De costos por concepto de mano de obra directa.

	Método Actual	Métodos sin Estibadores	Productos sin Estibadores y Tablajeros
C.M.O.D. (diario)	\$ 23,928	\$ 18,995	\$ 16,529
C.U.M.O.D.	\$ 1.24	\$ 0.98	\$ 0.86
AHORRO PORCENTUAL	--	20.5%	31.5%

Manteniendo de esta forma el mismo tiempo que se invierte para producir 19200 tabicones, con menos personas, bajando una vez más el costo unitario por concepto de mano de obra directa (CUMOD)

4.4 DEFICIENCIAS ORGANIZACIONALES

Una empresa como sistema integral productivo debe tomar en cuenta todo aspecto que haga de alguna forma que se obtengan incrementos de productividad, tratando de motivar, a -
lentar y concientizar a los obreros para la realización de un trabajo bien desempeñado lo que dará como resultado un beneficio común para todos aquellos que laboran dentro del sistema. Este aspecto que influye de maneras diversas e -
importantes en el sistema productivo hoy en día debe ser -
tomado en cuenta.

Volviendo a los objetivos del estudio y tomando como pre-
cedente lo observado durante éste, en la compañía en cues-
tión se tiene muy poca comunicación entre obreros y empre-
sarios además de la falta de incentivos por parte de éstos.

Esta situación es sin lugar a dudas perjudicial para la em-
presa ya que estas actitudes adoptadas merman el gusto y
capacidad del obrero por su trabajo.

Esta deficiencia organizacional tan delicada y a la vez
tan sencilla debe ser captada y corregida por los empre-
sarios para el óptimo funcionamiento de la compañía.

4.5 OTROS

En el sistema operativo de toda empresa se tienen formas y metodologías que por algún motivo no son óptimas pero que sin embargo hacen que el sistema como tal funcione y sea eficiente.

Estos métodos son parte del sistema operativo y entre mejores sean, mayor eficiencia se obtendrá de éste.

Por este motivo trataré de hacer algunas sugerencias de Ingeniería basándome en las fallas y carencias detectadas durante el presente trabajo, con el fin de corregirlos y mejorarlos.

- 1.- Uno de los aspectos más importantes en todo proceso de fabricación es el mantenimiento preventivo y correctivo, ya que el costo de producción perdido por descomposturas inesperadas y el costo del capital de tener un cierto valor, usualmente es menor cuando dicho valor recibe un cuidado apropiado, además de que la calidad de la producción también se puede elevar.

Sin embargo, este aspecto no es tomado en cuenta en la empresa teniendo como política la descomposición - reparación que dá como resultado exceso de tiempo perdido. Este tiempo se emplea en:

- Buscar la falla
- Adquisición de la pieza a reemplazar o reparación
- Reemplazo de la misma o instalación

Lo que acarrea pérdidas de producción y costos de mano de obra directa.

En el inciso 4.2 propuse que el sexto día laboral se utilice para el mantenimiento de la planta, -- efectuado por cada uno de los obreros, previendo de esta forma las descomposturas y fallas de la - maquinaria.

- 2.- En lo que se refiere al departamento de ventas, se observó que trabaja única y exclusivamente por medio de la Sección Amarilla, para dar a conocer el producto y a la empresa, lo que presenta ciertas restricciones para la publicidad y venta de los mismos, limitándose solamente a el anuncio y a la publicidad que pudieran hacer los clientes que alguna vez hayan comprado tabicón a esta empresa.

Por otra parte si el anuncio presentado no es lo suficientemente vistoso o atractivo para el cliente se pierde un mercado que se encuentra sin explotar, no importando la seriedad, la rapidez del tiempo de entrega o la calidad del tabicón que -- puede ofrecer esta empresa y que no se representa en un anuncio de Sección Amarilla.

Tomando como solución, incrementar la publicidad del producto y de la compañía por medio de un ven-edor que se encargaría de dar mayor servicio a - los clientes y de abrir mercado con las constructoras activas. De tal forma que se pueda demostrar la metodología y seriedad con que trabaja la

empresa y a su vez anticiparse a la demanda del cliente y a su selección, tomando como mercado potencial las empresas contratadas por el Gobierno, o el Gobierno mismo, obteniéndose un aumento considerable en la probabilidad de venta.

- 3.- El sistema operativo presenta una deficiencia de instalación.

El obrero transporta la arena y grava a la tolva 1 realiza esta operación al aire libre, presentando serias dificultades en temporada de lluvia, ya que tanto la arena como la grava se endurecen oponiéndose a la operación de vertido a la tolva 1.

Además de que si la lluvia es muy intensa se para la producción por falta de abastecimiento de arena-grava, ocurriendo frecuentemente en esta temporada.

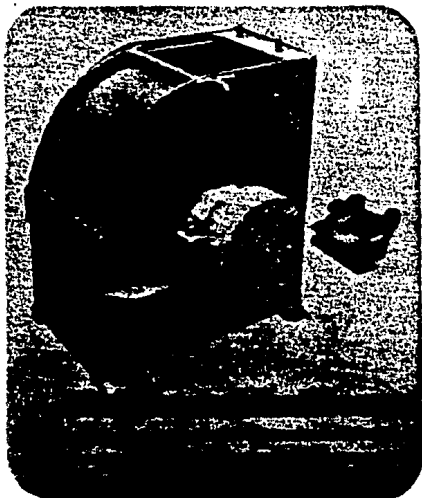
Para la solución de este problema se propone la instalación de un techo de lámina, que cubra una área de 12 X 8 mts., de este modo se tendría bajo techo total o parcialmente la arena-grava presentándose mayor facilidad para efectuar dicho trabajo.

El techo se pondría en el área achurada del siguiente croquis, también se anexa el detalle del techo.

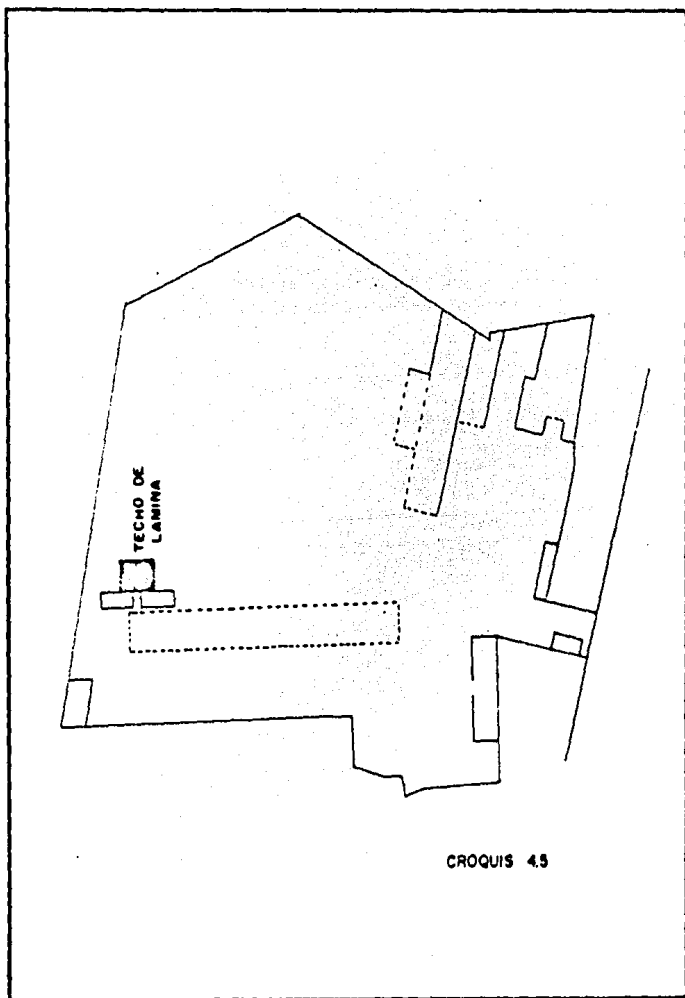
- 4.- Por último dentro de la empresa se tienen grandes desperdicios de adoquín y tabicón defectuosos ocupando una área de 505 m² lo que representa un vo-

lúmen de 252.5 m³ que se podrían aprovechar como arena-grava reciclable, además de las 450 unidades defectuosas que se producen diariamente. Estas 450 unidades representan 0,9 m³ de arena-grava.

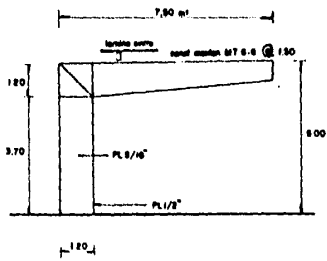
Para este problema de desperdicio se propone la adquisición de un molino de martillos MB 12, como el siguiente: aprovechando todo este desperdicio reprocesándolo.



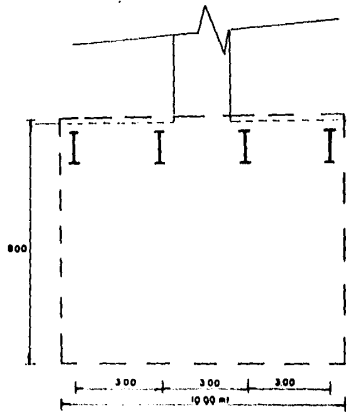
Modelo MB 12



VISTA LATERAL



VISTA DE PLANTA



DETALLE DE TECHO VOLADIZO

CAPITULO V

**POSIBLES SOLUCIONES DE ESTAS EN CUANTO A
PRODUCTIVIDAD Y COSTOS**

- 5.1 Evaluación del aumento de Productividad**
- 5.2 Estimación de la Inversión**
- 5.3 Recuperación de la Inversión**

5.1 EVALUACION DEL AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD

La productividad se puede definir como la cantidad de lo que vamos a producir con respecto a los insumos que se tienen.

Para el caso del presente tomaré como insumo básico las horas - hombre para el cálculo del incremento de productividad.

Evaluación del aumento de productividad.

Tomando el método actual se ocupan 72 h-h., para producir 19200 tabicones lo que nos da:

$$\text{Prod. Met. Actual} = \frac{19200}{72} = 266.66 \frac{\text{Unid.}}{\text{h.h.}}$$

En comparación con el método propuesto se ocupan 48 h.h. dando una productividad de:

$$\text{Productividad} = \frac{19200}{48} = 400 \frac{\text{Unid.}}{\text{h.h.}}$$

Obteniéndose así un incremento de producción de 50%.

Considerando también las sugerencias hechas en el inciso 4.5 analizaré sus respectivos incrementos de productividad punto por punto.

1.- El mantenimiento preventivo y correctivo aportaría

mejoramiento en la productividad basándome en las horas-hombre perdidas por descomposturas, tomando también como referencia que durante el año en curso, hasta el mes cuatro, se había parado la producción durante seis días lo que representa 1.5 jornadas perdidas por mes.

Para el método actual sin mantenimiento con nueve obreros:

Horas - Hombre perdidas = $72 \times 1.5 = 108$
al mes.

Para el método propuesto sin mantenimiento con seis obreros:

Horas - Hombre perdidas = $48 \times 1.5 = 72$
al mes.

Puedo también hacer mención de las pérdidas por costos de producción.

Para el método propuesto con mantenimiento, de acuerdo a las horas-hombre trabajadas totales que tiene 1152 - por mes y conforme a las 72 horas-hombre perdidas, esta cantidad representa el 6% del total, lo que desaparecería total o parcialmente con el cuidado de la máquina de block y sus accesorios.

- 2.- Para incrementar la demanda y popularidad de la empresa es necesario el emplear a una persona que se encargue de las ventas de manera más diversificada es decir, que

trate de ir al cliente y no que el cliente vaya a la empresa.

Para tal situación y para que a la empresa le sea costeable, la persona empleada para este fin tendría la obligación de vender un mínimo de unidades y en caso de rebasar dicha cantidad se le asignaría una comisión sobre la cantidad vendida. Para este caso se considera que rebasar las ventas predeterminadas no presenta dificultad, debido a que el mercado es amplio y la calidad del tabicón es muy buena además de que la empresa presenta diversidad de productos lo que al vendedor le sería beneficio para realizar su labor.

Esto ayudará grandemente a la empresa a que tenga una demanda que esté de acuerdo con la capacidad de la planta y si es posible que el potencial no ocupado sea empleado, partiendo del hecho de que el sistema productivo actual tiene una capacidad máxima de fabricación de 2500 tablas, lo que nos deja ver que hoy en día se está utilizando solo el 64% de la capacidad real pudiéndose incrementar.

Además de que la tasa de demanda promedio se espera se incremente ya que ahora solo representa el 25% de la producción realizada en una jornada.

- 3.- La instalación de un techo voladizo presenta grandes ventajas en lo que se refiere a productividad

si consideramos que durante el año se tienen cuatro meses de lluvia y de acuerdo al Sistema Meteorológico Nacional, 22 días de los cuatro meses -- llovió durante todo el día en el Valle de México, lo que representa el 7.02% de los 313 días del año que se labora y una pérdida de producción por lluvias como sigue:

$$h - h / Jornada = 72$$

$h-h$ perdidas = $72 h-h \times 22$ días = 1585 por lluvia

Generándose a su vez un costo por pérdida de mano de obra de:

$$18,995 \times 22 = \$ 311,487.00 \text{ M.N. anual}$$

Por otra parte la adquisición de este techo voladizo ayuda a mantener el nivel de calidad de la mezcla manteniéndose estable dado que la arena y grava permanecen secas lo que da como resultado mayor rendimiento de los insumos.

Esto se debió a que la arena mojada se esponja obteniéndose en el proceso por cada mezcla 90 tabicones en lugar de 110.

Lo que provoca una reducción de productividad de 18.18% cada vez que llueve levemente y a un paro total de la producción con lluvia considerablemente fuerte, desapareciendo totalmente con la adquisición propuesta.

- 4.- Por último lo referente al molino, éste nos permite que todo desperdicio sea vuelto a usar para un mayor aprovechamiento de los recursos.

El sistema productivo tiene una eficiencia de:

$$\eta = 1 - \text{Unid. defectuosa}$$
$$\eta = 1 - \frac{450}{19200} = 0.976$$

Obteniendo el 2.4% de material procesado como desperdicio anulándose con el sistema de retroalimentación propuesto.

5.2 ESTIMACION DE LA INVERSION

Basándome en las sugerencias propuestas en el presente estudio podemos observar que parte de ellas no representan costos o inversión alguna, debido a que las diferencias del sistema tienen solución internamente, sin embargo no todas ellas tienen estas características.

En particular dos de las propuestas requieren de inversión.

Instalación de techo voladizo:

Estructura metálica	\$ 811,200.00
Cubierta (asbesto-cemento 80 m2).	\$ 327,860.00
Cimentación (zapatas de concreto armado)	\$ 135,200.00

T O T A L \$ 1'274,260.00

Propuesto hecho por la Cía. Constructora C.Y.L.S.A. precios del 20 de agosto de 1986.

Adquisición del Molino de Martillos:

Molino de Martillos	\$ 1'267,500.00
Motor de 7 1/2 H.P.	\$ 388,700.00

T O T A L \$ 1'656,200.00

Construcción, Maquinaria y Equipo, S.A., precios del 20 de agosto de 1986.

Por último la contratación de un vendedor, que aunque ésta situación involucra factores económicos, no podemos considerarla como una inversión real, ya que como tal no forma parte del sistema productivo de la empresa, sino se podría incorporar como un costo fijo más, de ésta.

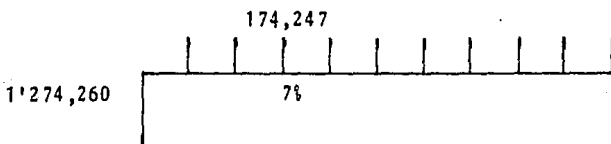
5.3 RECUPERACION DE LA INVERSION

Tomando en cuenta las dos propuestas del punto anterior se cuantificará el tiempo en que se recuperan las inversiones.

Considerando que la tasa de interés bancaria es del 84.25% anual capitalizable mensualmente para el 20 de agosto de 1986.

Para la instalación del techo voladizo, dado que la utilidad es del 27.4% del costo y venta (\$ 18.50 M.N.), éstos dos antes de impuesto, y debido a que durante 22 días del año se dejó de percibir utilidad por precipitaciones pluviales se obtiene un beneficio de --- \$ 2'090,963.00 --- anuales con la construcción de dicho techo lo que representa --- \$174,247.00 M.N. --- mensuales.

Teniendo como flujo de caja:

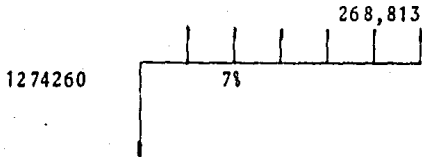


$$\begin{aligned} P &= A (P/A, 7\%, n) \\ 1274260 &= 174274 (P/A, 7\%, n) \\ \underline{1274260} &= (P/A, 7\%, n) \\ 174247 \\ 7.31 &= (P/A, 7\%, n) \end{aligned}$$

$$n = 10.61 \text{ meses}$$

En diez meses se recupera la inversión.

Ahora bien si consideramos estos valores después de impuesto, obtendremos que la utilidad es del 36% del costo de venta (21.27 M.N.) lo que nos representa el siguiente flujo de caja:

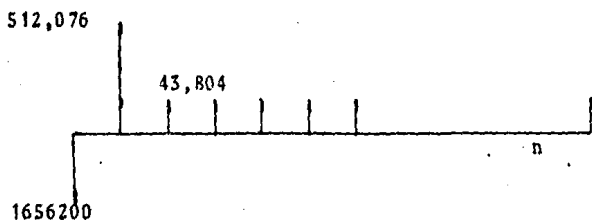


P	=	A	(P/A, 7%, n)
1274260	=	268813	(P/A, 7%, n)
<u>1274260</u>	=		(P/A 7%, n)
268813	=		
4.74	=		(P/A, 7%, n)
n	=	<u>5.96</u>	meses

Para la inversión de martillos se tiene un beneficio de --- \$ 1,825.20 M.N. --- diarios por concepto de 0.9 m3 de tabicón defectuoso.

El precio del metro cúbico de arena-grava es de --- \$ 2,028.00 M.N. --- y el beneficio mensual asciende a --- \$ 43,804.00 M.N. ---

Debo hacer mención que en la adquisición del molino se podría utilizar toda la piedra acumulada desde hace dos años que es aproximadamente 250 m3 registrándose un beneficio adicional de --- \$ 512,070.00 M.N. --- como se muestra en el siguiente flujo de caja.



P	=	A	(P/A, 7%, n) + F (P/F, 7%, 1)
1656200	=	43804	(P/A, 7%, n) + 512070 (P/F, 7%, 1)
1656200	=	43804	(P/A, 7%, n) + 512070 (0.9346)
1656200 - 478581	=	43804	(P/A, 7%, n)
1177619	=	43804	(P/A, 7%, n)
<u>1177619</u>	=	(P/A, 7%, n)	
43,804			
26.88	=	(P/A, 7%, n)	

Para la recuperación de esta inversión es necesario un tiempo mayor 100 meses, lo que resulta realmente incos
teable.

CONCLUSION

Dada la situación económica por la que atraviesa el país, la industria de toda magnitud está obligada a idear nuevas metodologías de trabajo que respondan a la problemática de sus empresas.

Es aquí donde la Ingeniería Industrial como necesidad básica de todo sistema productivo aporta soluciones que ayudan al mejoramiento de los sistemas.

Al hablar de sistemas productivos no me estoy refiriendo solamente a aquéllos que se encuentren en empresas cuyo giro es la transformación de los insumos mismos, sino a todos aquellos que tienen formas y métodos de realizar operaciones ya que hoy en día podemos encontrar sistemas productivos en oficinas, tiendas, hospitales, etc.

Sin embargo, la pequeña y mediana empresa mexicana han crecido tratando de cumplir con las necesidades que se presentan, sin tomar en cuenta que todo crecimiento y cambio está sujeto a análisis profundos, y aunque dichas empresas son funcionales, muchas de ellas carecen de un sistema operativo óptimo, entorpeciendo y dificultando sus labores.

En caso concreto la compañía Fabricreto, S.A. presentó estos síntomas, necesitando de una optimización realizada bajo el criterio de la Ingeniería Industrial, elaborándose el presente trabajo de acuerdo a los siguientes pasos:

- a) Descripción de la empresa (Capítulo 1 y 2)
- b) Análisis del Sistema Operativo (Capítulo 3)
- c) Proposición de Soluciones (Capítulo 4)
- d) Evaluación de los mismos (Capítulo 5)

Donde podemos observar que los primeros dos incisos (Capítulo 1, 2 y 3) es la recopilación de la información concerniente a la empresa y en particular del sistema productivo del tabicón lo cual nos dió un panorama más amplio de las virtudes y necesidades de la misma para generar posibles soluciones que mejoren el sistema productivo de la empresa y a su vez cumplan con sus necesidades, logrando una optimización general de ésta.

Las deficiencias encontradas durante la realización del presente trabajo de el sistema productivo fueron las siguientes:

- 1° Exceso de mano de obra en el sistema productivo.
- 2° Carencia de Planeación de la Producción.
- 3° Deficiencia en la Distribución de Planta.
- 4° Carencia de un Sistema de Mantenimiento.
- 5° Falta de Comercialización del Producto.
- 6° Equipo e Instalaciones.

Para lo anterior, se propuso lo siguiente:

- 1° Una mejor distribución de trabajo con un menor número de obreros (Punto 4.3 Balanceo de Líneas).
- 2° En base a un pronóstico y una tabla mensual de programación de producción, se distribuya el volumen a fabricar de acuerdo a la capacidad de la planta, la demanda, el inventario y las labores secundarias (Punto 4.2 Programación de los Recursos).
- 3° El reacomodo de las zonas de almacenamiento (Punto 4.1 Distribución de Planta).
- 4° De acuerdo al Punto 4.2 Programación de los Recursos, se propone un día a la semana para el mantenimiento preventivo y correctivo de la Fábrica.

- 5° La contratación de un agente de ventas Puntos 4.5 otros sub-puntos.
- 6° La adquisición de un molino de martillos y la instalación de un techo voladizo. (Punto 4.5 sub-puntos 3 y 4).

Debo aclarar que la proposición de adquirir un molino de martillos para triturar el tabicón defectuoso, conforme al punto 5.3 Recuperación de la Inversión, no es costeable.

El realizar un trabajo de este tipo teniendo como objetivo el mejoramiento de una cierta área de la empresa, nos permite el pensar en otros estudios similares para cada área y necesidad de la empresa proponiendo como futuros estudios.

- Estudio de comercialización elementos prefabricados de Concreto.
- Optimización del Proceso Productivo de las losas Prefabricadas.
- Estudio económico para la adquisición de máquina trefiladora.

Del presente estudio y de los anteriormente mencionados se -- puede hablar de una optimización integral de la Compañía Fabricreto, S.A., sin descartar la posibilidad de otros más de --- acuerdo al punto de vista a que se encuentre sujeta la compañía.

Finalmente aclaro que todo estudio como tal no esta exento de fallas sin embargo, el presente trata de ser lo más real y certero posible.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Harold B. Maynard,
"MANUAL DE LA INGENIERIA DE
LA PRODUCCION INDUSTRIAL"
Primera edición en español, 1980
Editorial Reverté, S.A.

- 2) James L. Riggs.
"SISTEMAS DE PRODUCCION"
Primera edición, 1984
Editorial Limusa.

- 3) Benjamín W. Niebel.
"INGENIERIA INDUSTRIAL"
Segunda edición, 1980
Editorial Representaciones y
Servicios de Ingeniería.

- 4) Elwood S. Buffa y William H. Taubert
"SISTEMAS DE PRODUCCION E INVENTARIO
PLANEACION Y CONTROL"
Primera edición, 1984
Editorial Limusa

- 5) Elwood S. Buffa
"ADMINISTRACION Y DIRECCION. TECNICA
DE LA PRODUCCION"
Cuarta edición, 1982
Editorial Limusa

- 6) Anthony J. Tarkin y Leland T. Blank.
"INGENIERIA ECONOMICA"
Primera edición revisada. 1982.
Edición McGraw-Hill

- 7) Enrique Casaprima Cabal
"TECNICA Y PRACTICA DEL HORMIGON
ARMADO"
Octava edición, 1972.
Editorial C.E.A.C.

A P E N D I C E I

MÉTODOS MÍNIMOS CUADRADOS

M e s	x	Y'1000	X-x- \bar{X}	Y- \bar{Y}	X ²	(Y- \bar{Y}) ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Yest	Yest-Y
1 mar	0	107	-12.5	6.6	156.25	43.5	--	24414	-1337.5	16718.75	217.54	13721.7
2 abr	1	281	-11.5	180.6	132.25	32616.3	--	17490	-3231.5	37162.25	200.33	9986
3 may	2	206	-10.5	105.6	110.25	11151.3	--	12155	-2163	22711.5	184.10	7005.7
4 jun	3	106	-9.5	5.6	90.25	31.3	--	8145	-1007	9566.5	168.85	4685.4
5 jul	4	151	-8.5	50.6	72.25	2560.3	--	5220	-1283.5	10909.75	154.58	2935.4
6 ago	5	169	-7.5	68.6	56.25	4705.9	--	3164	-1267.5	9506.25	141.29	1671.9
7 sep	6	182	-6.5	81.6	42.25	6658.5	--	1785	-1183	7689.5	128.98	816.8
8 oct	7	114	-5.5	13.6	30.25	184.5	--	915	-627	3448.5	117.65	297.5
9 nov	8	74	-4.5	-26.4	20.25	696.9	--	406	-333	1498.5	107.30	47.61
10 dic	9	132	-3.5	31.6	12.25	998.5	--	150	-462	1617	97.93	6.1
11 ene	10	76	-2.5	-24.4	6.25	595.3	--	39	-190	475	89.54	117.9
12 feb	11	33	-1.5	-67.4	2.25	4542.7	--	5	-49.5	74.25	82.13	333.7
13 mar	12	52	-0.5	-48.4	0.25	2342.5	--	0.062	-26	13	75.70	610
14 abr	13	61	-0.5	-39.4	0.25	1552.3	--	0.062	30.5	15.25	70.25	909
15 may	14	43	-1.5	-57.4	2.25	3294.7	--	5	64.5	96.75	65.78	1198.5
16 jun	15	107	-2.5	6.6	6.25	43.5	--	39	267.5	668.75	62.29	1452.3
17 jul	16	107	-3.5	6.6	12.25	43.5	--	150	374.5	1310.75	59.78	1617.6
18 ago	17	84	-4.5	-16.4	20.25	268.9	--	406	378	1701	58.25	1776.6
19 sep	18	50	-5.5	-50.4	30.25	2540.1	--	915	275	1512.5	57.70	1823.3
20 oct	19	40	-6.5	-10.4	42.25	208.1	--	1785	260	1690	58.13	1786.7
21 nov	20	34	-7.5	-66.4	56.25	4408.9	--	3164	255	1912.5	59.54	1669.5
22 dic	21	36	-8.5	-64.4	72.25	4147.3	--	5220	306	2601	61.93	1479.9
23 ene	22	43	-9.5	-57.4	90.25	3294.7	--	8145	408.5	3880.75	65.30	1232
24 feb	23	99	-10.5	-1.4	110.25	1.9	--	12155	1039.5	10914.75	69.65	945.5
25 mar	24	130	-11.5	29.6	132.25	876.1	--	17490	345	17192.5	74.98	646.17
26 abr	25	94	-12.5	-6.4	156.25	40.9	--	24414	1175	14687.5	81.29	365.19

$$\begin{aligned} \sum X &= 325 \\ \sum Y &= 2611 \end{aligned}$$

Cálculo de la medida

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{325}{26} = 12.5$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{2611}{26} = 100.4$$

$$\begin{aligned} \sum X &= 0 \\ \sum Y &= 2611 \\ \sum X^2 &= 1462.5 \\ \sum X^4 &= 147776.12 \\ \sum X^3 &= 0 \\ \sum XY &= 7981.5 \\ \sum X^2Y &= 179574.75 \end{aligned}$$

Ecuación:

$$Y = a_0 + a_1X + a_2X^2$$

Algoritmo:

$$\begin{aligned} \sum Y &= a_0N + a_1\sum X + a_2\sum X^2 \\ \sum XY &= a_0\sum X + a_1\sum X^2 + a_2\sum X^3 \\ \sum X^2Y &= a_0\sum X^2 + a_1\sum X^3 + a_2\sum X^4 \end{aligned}$$

Ecuaciones

$$2611 - 26 a_0 + 0 a_1 + 1462.5 a_2 \quad \text{Ecuación 1}$$

$$- 7981.5 = 0 a_0 + .1462.5 a_1 + 0 a_2 \quad \text{Ecuación 2}$$

$$179574.75 = 1462.5 a_0 + 0 a_1 + 147776.12 a_2 \quad \text{Ecuación 3}$$

De ecuación 2

$$a_1 = \frac{7981.5}{1462.5} = - 5.45$$

Simultáneas 1 y 3

$$(-1462.5) (2611) = 26a_0 + 1462.5 a_2 \quad \text{Ecuación 1}$$

$$(26) (179574.75) = 1462.5 a_0 + 147776.12 a_2 \quad \text{Ecuación 2}$$

$$-3818587.5 = 38025a_0 - 2138905.2 a_2$$

$$4668943.5 = 38025a_0 + 3842179.1 a_2$$

$$850356 = 1703272.9 a_2$$

$$a_2 = \frac{850356}{1703272.9} = 0.49$$

$$a_0 = 2611 - 1462.5 (0.49) = 2611 - 716.625$$

$$a = 72.86$$

Ecuación:

$$Y = 72.86 - 5.45 X + 0.49 X^2$$

$$(Y_{est} - \bar{Y})^2 = 59137.97$$

Cálculo de coeficiente de correlación:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{est} - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{59137.97}{87748.8} = 0.8209$$

Pronóstico para los próximos tres meses:

$$Y \text{ Pronos}_1 = 88.58$$

$$Y \text{ Pronos}_2 = 96.85$$

$$Y \text{ Pronos}_3 = 106.10$$

$$\text{Valor promedio del pronóstico} = 97.17$$

A P E N D I C E I I

PROMEDIOS EXPONENCIALES PONDERADOS

	DEMANDA	PROM. PRONOST.	TENDENCIA AC- TUAL APARENTE	AJUSTE MEDIO DE TENDENCIA	DEMANDA ESPERADA	PRONOSTICO
1	107					
2	281					
3	206					
4	106					
5	151					
6	169					
7	182					
8	114					
9	74					
10	132	60.25				
11	76	63.4	3.15	0.63	65.92	
12	33	57.32	-6.08	-0.71	54.48	66.55
13	52	56.25	-1.07	-0.78	53.13	53.77
14	61	57.2	0.95	-0.43	55.48	52.35
15	43	54.36	-2.84	-0.91	50.72	55.05
16	107	64.88	10.52	1.37	70.36	49.81
17	107	73.30	8.42	2.78	84.42	71.73
18	84	75.44	2.14	2.65	86.04	87.2
19	50	70.35	-5.09	1.10	74.75	88.69
20	40	64.28	-6.07	-0.33	62.96	75.85
21	34	58.22	-6.06	-1.47	52.34	62.42
22	36	53.77	-4.45	-2.06	45.53	50.87
23	43	51.61	-2.16	-2.08	43.29	43.47
24	99	61.08	9.47	0.23	62	41.21
25	130	74.86	13.78	2.94	86.62	62.23
26	94	78.68	3.82	3.11	91.12	89.56

VALOR PRONOSTICADO = 94.23

- Promedio de pronóstico = F_t

$$F_t = X D_t + (1-X) F_{t-1}$$

- Tendencia actual aparente = $F_t - F_{t-1}$

- Ajuste medio de tendencia = T_t

$$T_t = X (F_t - F_{t-1}) + (1-X) T_{t-1}$$

- Demanda esperada = $E(D_t)$

$$E(D_t) = F_t + \frac{1-X}{X} T_t$$

Pronóstico para el próximo período

$$D^* = F_t + \frac{1}{X} T_t$$

Se tomó el valor de 0.20 para X, debido a que los valores comúnmente empleados se encuentran de 0.01 a 0.05 -- partiendo también de que un valor relativamente alto responde rápidamente a los cambios de demanda.

A continuación se presenta la gráfica de demanda con los pronósticos propuestos.