

881217
18
201



UNIVERSIDAD ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**IMPLEMENTACION DE SISTEMAS
DE CONTROL DE ETAPAS EN EL
PROCESO DE PRODUCCION DEL
LADRILLO DE BARRO**

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
**INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA**
(AREA INDUSTRIAL)

P R E S E N T A N :
MA. PATRICIA RODRIGUEZ GARCIA
JORGE GONZALES DE LA TORRE
MAURICIO E. WEBER FOURNAIS
ELOY ZALDIVAR GARCIA

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

INDICE TEMATICO

TEMA PROPUESTO:

IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE CONTROL POR ETAPAS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE UNA FABRICA DE LADRILLOS DE BARRO PARA ESTABLECER UN DIAGNOSTICO Y LAS MODIFICACIONES NECESARIAS PARA EL INCREMENTO DE SU PRODUCTIVIDAD.

OBJETIVOS

INTRODUCCION

CAPITULO I - ANTECEDENTES E HISTORIA

1.1 HISTORIA DEL LADRILLO	4
1.2 HISTORIA DE LA LADRILLERA "LA HUERTA"	10
1.3 UBICACION ACTUAL DE LA PLANTA INDUSTRIAL	11

CAPITULO II - PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLO Y "LAY OUT" DE LA PLANTA

2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO	14
2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	20
2.3 "LAY OUT" DE LA PLANTA	25
2.4 DIAGRAMA DE RECORRIDO	30
2.5 ORGANIGRAMA GENERAL	32

CAPITULO III - PRODUCCION

3.1 MAQUINARIA Y EQUIPO	35
3.2 SISTEMA DE INFORMACION Y CONTROL	48
3.2.1 REPORTES ETAPA I	51
3.2.2 REPORTES ETAPA II	61
3.2.3 REPORTES ETAPA III	68
3.3 CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LAS 3 ETAPAS (TEORICA Y REAL)	75
3.4 DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES PROPUESTAS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD	81

CAPITULO IV - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

TEMA PROPUESTO:

"IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE CONTROL POR ETAPAS EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE UNA FABRICA DE LADRILLOS DE BARRO PARA ESTABLECER UN DIAGNOSTICO Y LAS MODIFICACIONES NECESARIAS PARA EL INCREMENTO DE SU PRODUCTIVIDAD."

OBJETIVOS:

DESARROLLAR UN METODO DE PRODUCCION EN UNA FABRICA DE LADRILLOS ACTUALMENTE EN OPERACION, PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, HASTA LA CAPACIDAD MAXIMA DEL HORNO INSTALADO:

- 1- Análisis de la producción actual por etapas.**
- 2- Determinación de la productividad actual y diagnóstico.**
- 3-Modificaciones propuestas.**

INTRODUCCION

El presente trabajo desarrolla un estudio de producción de una ladrillera especializada en la elaboración de un ladrillo estándar. Para desarrollar dicho estudio se presentan las nociones generales de las materias primas principales y una descripción detallada del proceso de producción. Se desarrolla un diagnóstico del sistema productivo en base al factor de capacidad máxima de las máquinas. De los resultados obtenidos se sugieren soluciones y finalmente se justifican éstas. La reciente apertura de esta planta significa uno de los puntos más positivos para el aumento de la productividad, puesto que el tamaño y madurez de las organizaciones, vicios, inercias y reglas establecidas con anterioridad, resultan ser restrictivos para el aumento de dicha productividad en la mayoría de las empresas.

CAPITULO I
ANTECEDENTES E HISTORIA

1.1 HISTORIA DEL LADRILLO

Si se mira un mapa de Asia, se verá que la Mesopotamia es la región que está a la entrada del Golfo Pérsico, en el Valle de los ríos Tigris y Eufrates. En los tiempos en que se establecieron los primeros habitantes, mucho antes del Diluvio de que nos habla la Biblia, toda la parte inferior del valle era un pantano. No había, madera ni piedra, ni siquiera un árbol.

Estos hombres notaron que los implacables rayos del sol, cocían el blando barro hasta endurecerlo casi como la piedra. Fue la única sustancia dura que lograron hallar y decidieron usarla para levantar sus casas. Fabricaron con ella, bloques pequeños, en otros términos, inventaron el ladrillo, y los apilaron el uno sobre el otro con el fin de formar una pared.

Estos primitivos ladrillos cocidos al sol no tenían naturalmente la resistencia del ladrillo moderno. También tenían otro gran defecto, se derretían o desgastaban con la lluvia y humedad. Más adelante se le ocurrió cocer los ladrillos en un horno, hasta que se endurecieran lo suficiente para soportar la humedad. Hoy en día la porosidad, la elevada resistencia a la compresión y la estabilidad al envejecimiento, hacen del ladrillo el material más difundido en la construcción. Como se verá más adelante los procedimientos usados en la actualidad para la fabricación del ladrillo, siguen siendo esencialmente los mismos. La complejidad actual estriba en :

- + + + + El volumen que se fabrica
- + + + + El tiempo de producción y
- + + + + La estandarización de la calidad del producto

1.3 La Arcilla

Introducción

La arcilla es un material muy simple, abundante y barato, se encuentra en la naturaleza fácilmente y además se prepara y maneja con relativa sencillez. Su plasticidad y maleabilidad varían mucho ya que habrá algunas arcillas ideales para algunos usos y poco favorables para otros. La arcilla se encoge cuando se seca y lo hace aún más cuando se le expone al fuego en los hornos. Estas reacciones al fuego dependerán de la forma en que se le aplique el mismo. Es importante conocer las diferentes características de las arcillas para realizar una mezcla adecuada de los materiales y así obtener los efectos deseados.

Orígenes Geológicos de la Arcilla

La arcilla es el producto del efecto geológico de la erosión sobre la superficie de la Tierra, este efecto es continuo y se realiza en todas partes, por lo que la arcilla es uno de los materiales más abundantes en la naturaleza. La corteza de la Tierra contiene 75% de silicio y aluminio siendo ambos elementos esenciales de la arcilla. Al enfriarse paulatinamente la superficie terrestre y solidificarse, varios minerales se formaron y que al cristalizarse algunos, crearon los diferentes materiales. Había una gran preponderancia de ciertos óxidos en la tierra y por lo mismo la composición mineral de la arcilla será muy simple. La siguiente lista da los porcentajes aproximados de varios minerales que conforman la corteza terrestre:

Tepetate	59.50
Grupos ferro-magnesio	16.80
Cuarzos	12.00
Biotita	3.80
Minerales de Titanio	1.50
Otros	6.40
	100.00 %

Se puede ver que el tepetate es por mucho el mineral más abundante en la corteza terrestre y que el desgaste erosivo formó los grandes depósitos actuales de arcilla.

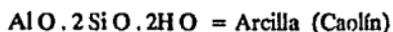
La Composición Química de la Arcilla

La composición química de la arcilla es muy similar a la composición promedio de la corteza terrestre como un todo. La siguiente tabla muestra lo anterior:

	Tierra como un Todo	Arcilla Común
Si O	59.14%	57.02%
Al O	15.34 %	19.15 %
Fe O	6.88 %	6.70 %
Otros (6)	18.64 %	17.13 %

Se puede ver que estos dos análisis contienen cantidades muy semejantes de silicio y aluminio, así como de hierro. Por lo que podemos decir que la arcilla está hecha en su mayor parte de aluminio y silicio y que el resto de los óxidos se considerarán impurezas. Existen arcillas las cuales son más puras en su composición al tener menor cantidad de hierro y mayor de aluminio como lo es el Caolín considerado la arcilla más pura que existe. También cabe mencionar que la arcilla tiene una considerable parte de agua y que ésta forma parte importante del Caolín, que químicamente es considerada un material inerte porque todos los cambios naturales que se pudieron llevar a cabo ya tuvieron lugar.

Como mineral la arcilla tiene la siguiente fórmula:



El punto de fusión o temperatura de fusión de la arcilla tiende a ser alto, necesitando la mayoría temperaturas mínimas de 1000 C. Siendo la razón de esto el que la mayor parte de los componentes alcalinos fueron ya removidos del material dejando

solamente los óxidos de aluminio y silicio que tienen propiedades refractarias y poca cantidad de fierro y otros materiales.

La Naturaleza Física de la Arcilla

La arcilla contiene algo de materia orgánica además del resto de minerales inorgánicos existentes. Aunque la materia orgánica se quema y desaparece durante el horneado su presencia tiene un efecto en el comportamiento físico del material antes de exponerse al fuego.

Plasticidad

La arcilla, cuando se encuentra humedecida con la cantidad adecuada de agua, tenderá a retener y mantener la forma que se le haya dado. A esta propiedad se le llama plasticidad. No existe material sintético que se le aproxime a la capacidad plástica que tiene la arcilla.

Las diferentes arcillas variarán en gran medida su plasticidad dependiendo de su historia geológica.

Las arcillas más ásperas son las más útiles para hacer ladrillos y otros productos de uso rudo como tejas y tubos o pipetas de drenaje.

Se podrán clasificar en varias maneras:

- 1- Por su color tal como se encuentran en la naturaleza
- 2- Por su uso
- 3- Por su origen geológico

Pero fundamentalmente se clasificarán en dos amplios grupos: Las arcillas denominadas Primarias y las denominadas Secundarias.

Arcillas Primarias

Son aquellas que se encuentran depositadas en el mismo sitio que su roca madre y que no han sido transportadas ni por agua, ni por vientos o glaciares. En éstas se encontrarán partículas de arcilla finas y ásperas mezcladas.

Arcillas Secundarias

Son aquellas arcillas que han sido transportadas y depositadas en un lugar diferente del cual se originaron (roca madre). El transporte por agua tiene un importante efecto en la arcilla ya que el mecanismo de los ríos refina a cada paso los granos de la arcilla original y transporta cada vez granos más pequeños que al sedimentarse separa totalmente los granos finos de los gruesos o ásperos.

Al correr por las aguas sedimentos o partículas de arcilla, numerosos minerales se agregan, tales como óxido de fierro que se considerarán impurezas de estas arcillas secundarias. Las arcillas secundarias o arcillas transportadas serán entonces de grano fino y muy plásticas, serán también contaminadas con considerables cantidades de impurezas en forma de otros minerales tales como fierro, que le dan color a la arcilla y producirán un color rojo al hornearse.

** Podemos definir entonces a la arcilla como una sustancia mineral terrosa, compuesta en su mayor parte por hidrosilicatos de aluminio, que se convierte en plastica cuando se humedece y se endurece como piedra cuando se le hornea. **

Secado y Hornado de la Arcilla

La arcilla que es tan plástica y moldeable se convierte en sustancia dura y permanente al someterse al fuego al rojo vivo. La arcilla promedio para hacerse suficientemente plástica como para moldearse requiere de 35 partes de agua, en peso, por cada 100 partes de arcilla.

El agua abandona a la arcilla en forma de vapor, al secarse la superficie del ladrillo, más agua será extraída del interior por atracción capilar. Las arcillas compuestas por partículas finas encogerán más al haber mayor presencia de intersticios llenos de agua que se cerrarán. Las arcillas con partículas más grandes encogerán menos. Por lo tanto el encogimiento por secado estará siempre relacionado a la estructura del grano de la arcilla y de donde entonces a su plasticidad.

Por lo tanto para evitar torcimientos, fisuras o deformaciones, los objetos hechos con arcilla muy plástica deberán ser secados muy lentamente y en forma homogénea.

Una vez que una pieza de arcilla ha sido horneada cerca de los 500°C, la pieza habrá perdido casi toda su agua, y no podrá volver a desintegrarse en agua. Además habrá perdido toda su plasticidad. En este punto ya se llevó a cabo un cambio químico conocido como deshidratación el cual ya no va acompañado de encogimiento. También es importante la oxidación o descomposición de todos aquellos componentes de la arcilla que aún no se encuentran en forma de óxidos. Incluyendo materiales como el carbón y los sulfatos. La oxidación completa se llevará a cabo al tocar los 900°C.

Todas las arcillas contienen una apreciable cantidad de cuarzo del cual se deberán tomar las adecuadas precauciones ya que al enfriarsele existe una contracción que ocurre a los 573°C, la cual se deberá pasar gradualmente para evitar consecuencias negativas al pasar demasiado rápido por esta temperatura crítica.

Al incrementar la temperatura del horno se produce el fenómeno no deseado de vitrificación. Que es el endurecimiento, apretamiento y cristalización de la arcilla. El cual no es buscado en el proceso de fabricación del ladrillo, al disminuir sus características físicas para su uso en la construcción.

Cuerpos de Arcilla

Un cuerpo de arcilla es una mezcla de arcilla o arcillas y otras sustancias térreas que se batan para lograr un propósito determinado.

Las demandas más comunes para crear cuerpos arcillosos son: extrema plasticidad, densidad determinada, colores y texturas, encogimientos determinados, esmaltados, absorción, etc.

1.2 HISTORIA DE LA LADRILLERA LA HUERTA

La Ladrillera La Huerta surgió al final de los setentas, específicamente en 1978, como una industria privada. Se hizo una fuerte inversión para hacer de esta ladrillera una de las más importantes en el país por su calidad y volumen. En 1987, la situación económica del país que no era favorable, afectó fuertemente y la fábrica fue embargada por el gobierno del Edo. de México. Después de varios intentos realizados por el mismo gobierno, la fábrica se vio obligada a cerrar. Permanció cerrada hasta Marzo de 1992; en esta fecha, el Grupo Industrial La Huerta adquirió las instalaciones y reinició actividades con el equipo y maquinaria existentes. Actualmente la fábrica cuenta con 57 empleados, se trabajan 3 turnos y 7 días a la semana; con resultados aceptables. En México un gran número de ladrilleras caseras, que se ubican en tierras ejidales ya no aptas para cultivos; estas se manejan de forma desordenada y generan un alto índice de contaminación. Además, el ladrillo producido no es de gran calidad, pero es barato y se consume ampliamente; esto implica una fuerte competencia para La Ladrillera La Huerta.

1.3 UBICACION DE LA PLANTA INDUSTRIAL

La Ladrillera La Huerta se encuentra ubicada en el km 3.5 de la carretera México-Huixquilucan, en el municipio de Huixquilucan, Edo. de México. Su localización se puede considerar óptima, dado que gran parte de la materia prima se encuentra en la misma zona y con las ventajas económicas y de suministro que esto implica. Además es una zona estratégica por su cercanía a la autopista México-Toluca que se encuentra a 2 minutos. El personal en su totalidad vive en los alrededores lo cual implica una ventaja más. Ver figura 1.1.

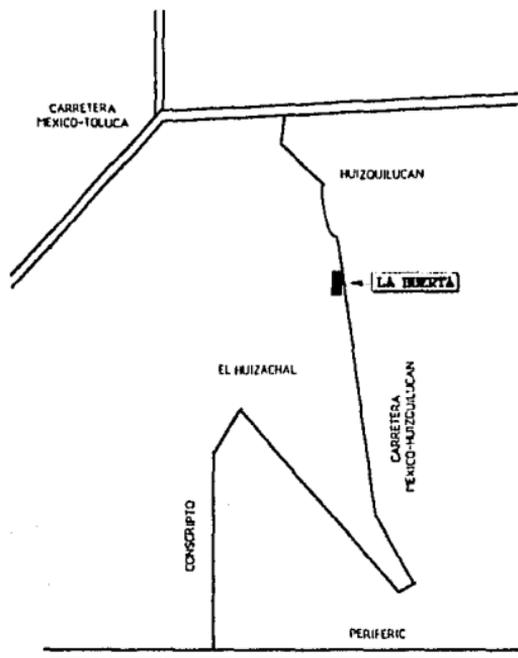


FIG. #1.1

CAPITULO II
PROCESO DE FABRICACION DEL LADRILLO
Y "LAY-OUT" DE LA PLANTA

2.1 Descripción del Proceso

Nos referiremos a Sistema de Producción, como el proceso específico por medio del cual los insumos se transforman en producto. En este proyecto se habla de la transformación de la arcilla a ladrillo terminado. Y se considera como base del estudio al Ladrillo llamado "Tabique hueco vertical" con las siguientes características:

Dimensiones	6x12x24 [cms]
Peso por pieza	1.6 [kg]
Piezas por m ²	60
Resistencia a la compresión	150 [kg/cm ²]
Peso por m ²	96.0 [kg]

Cabe mencionar que la fabricación del ladrillo es, un proceso relativamente sencillo. En La Ladrillera La Huerta se maneja una sola línea continua de producción, no existen líneas en paralelo, o ningún otro tipo de combinación. En este proyecto se resume el proceso de producción en tres etapas:

ETAPA I

ALIMENTACION Y MOLIENDA

- a) Recepción y almacenaje de materia prima
- b) Alimentación y Molienda
- c) Cribas
- d) Tolvas

ETAPA II

MEZCLA Y EXTRUSION

- e) Mezcla en batidora
- f) Extrusión
- g) Corte
- h) Estibado

ETAPA III

SECADO Y COCCION

- i) Secado
- j) Horneado (3 fases)
- k) Estibado y carga

a) RECEPCION Y ALMACENAJE

La arcilla, materia prima para la elaboración del ladrillo, es transportada en camiones de los bancos de arcilla a la planta. En base a los volúmenes de piedra, o material ajeno al barro, que contenga la carga, ésta es rechazada o aceptada. Cabe mencionar que esta inspección es realizada por el encargado de almacén, en base a su experiencia y es la más importante pues de ello depende la calidad final del producto. Una de las pruebas mas importantes es la detección de cal mediante ácido muriático. Si el ladrillo llega a tener puntos de cal, puede ser afectado desde el aspecto visual, hasta sus propiedades físicas. Si pasa la valuación inicial de calidad, se descarga en el área de almacenaje correspondiente a su tipo. La materia prima que se maneja en esta ladrillera es de dos tipos; tepetate de la región y pizarra de Honey, Puebla. Cabe mencionar que la pizarra es la materia de mayor plasticidad que da al barro la consistencia óptima (tipo plastilina). El área de almacenamiento es abierta y techada para permitir que la materia prima este adecuadamente aereada y seca para iniciar la alimentación a molinos.

b) ALIMENTACION DE MOLINOS

Alimentación del molino #1

Esta operación se inicia introduciendo, por medio de un trascabo, la mezcla de arcillas en una pequeña tolva, la cual desemboca en una banda transportadora que la lleva al molino #1 desintegrador. La mezcla de arcillas consiste en un 50% de tepetate y un 50% de pizarra. Aquí, se logra una primera disminución en la granulometría de la mezcla que pasará al molino #2.

Alimentación del molino #2 o Incla

Del molino #1 se transporta por medio de bandas horizontales y de cangilones al molino #2 en el cual se pulveriza la mezcla a su nivel óptimo.

c) Cribas

Las cribas vibratorias reciben el material del molino #2 para hacer una última separación del material ajeno que pueda afectar el siguiente paso en el proceso y arcillas que requieren mayor molienda. El material reciclado por las cribas regresa por una banda transportadora al molino #2. El material que pasa las mallas cae por gravedad a la banda que lo deposita en las tolvas de almacenamiento.

d) Tolvas

En las 4 tolvas se almacena la mezcla de arcilla que será usada para producir los ladrillos. Un operario selecciona la compuerta de la tolva que alimentará el proceso. de aquí la arcilla pasa por unos gusanos que descompagin la arcilla (compactada por el enorme peso en las tolvas) y la transportan a las bandas que alimentan el siguiente proceso.

e) Mezcla en Batidora

La arcilla almacenada en las tolvas llega por bandas transportadoras a la batidora o alimentadora de la extrusora . La batidora evita con su función, que al barro se precipite con fuerza y en grandes cantidades sobre la extrusora, pues esto podría dañar alguna de sus partes. Además en la batidora se realiza el primer punto de control de humedad. Se llama batidora pues a través de 4 gusanos la mezcla de arcilla y agua se convierte en un barro suave y homogéneo.

f) Extrusión

Se entiende por extrusión a la acción de dar forma a un material plástico haciéndolo pasar a través de una abertura de forma específica. En este proceso se obtiene por resultado la Columna de Extrusión, con el perfil de la pieza deseada. La maquina de extrusión tiene tres secciones : el alimentador, la cámara de vacío y la

boquilla. En el alimentador, el barro es presionado hacia las secciones siguientes por un gusano sencillo que debe proyectar la masa de barro consiguientemente para que la Columna de Extrusión sea continua y consistente al final de la boquilla. Además, debe alimentar de manera que selle la entrada a la cámara de vacío. En la cámara de vacío se extrae la humedad que se encuentre en forma de gotas o burbujas, que causarían cavidades en la Columna de Extrusión. Finalmente, en la boquilla (que se encuentra a la salida de la extrusora) se da forma definida a la columna, con el perfil de la pieza que se desea obtener. Para esto, el dado define la figura externa, mientras que la cruceta define el diseño que se tendrá en el interior o corazón de las piezas.

g) CORTE

En la máquina cortadora se secciona la Columna de Extrusión al espesor deseado. Mediante filamentos de acero tensados que se hacen pasar perpendicularmente por el perfil de la columna, se separan las piezas en su espesor definitivo. Al finalizar el cortado se lleva a cabo una inspección en la que se separan las orillas de la columna cortada así como los ladrillos que no cumplan con las características deseadas. El resultado será un conjunto de ladrillos individuales.

h) ESTIBA EN VAGONETAS

Las piezas individuales que se obtuvieron anteriormente se ordenan sobre plataformas móviles o vagonetas, que las llevaron a través de los procesos de la siguiente etapa. Aquí, la forma y cuidado con que se acomoden definen, en cierta medida, la eficiencia de los siguientes procesos. La banda que transporta los ladrillos en crudo de la cortadora a la sección de estiba es de una velocidad mayor que la de estiba propiamente para permitir que se lleve a cabo la selección y acomodo manuales de manera adecuada. Se aprovecha esta sección para seleccionar y reportar las piezas que se hayan extruido o cortado defectuosamente, realizándose aquí una segunda inspección.

ETAPA III

i) SECADO

Para que el barro sea cocido adecuadamente, debe desprenderse del agua que se encuentre en su interior. Para ello se lleva a cabo el proceso de secado, que si bien en algunos casos se hace en secaderos al aire libre, si se desea una producción industrial debe realizarse en hornos de secado. Esto permite reducir el tiempo de secado a niveles mas aceptables. En la sección de secado se eleva la temperatura hasta 120°C por medio de aire caliente recuperado del horno.

j) HORNEADO

Como se indica en el primer capítulo, el horneado es el paso más importante en la producción del ladrillo. Para ello se cuenta con un horno túnel o contínuo, que resulta mas eficiente que los estacionarios pues no es necesario apagar el horno para sacar la producción ni esperar varios días para lograr producir una carga completa. En el caso del horno túnel se realiza la carga poco a poco, en lotes pequeños o empujes. Durante el horneado se eleva la temperatura de las piezas de barro paulatinamente hasta 850°C. En la sección inicial del horno se precalientan las piezas a una temperatura de +- 650°C. En la segunda sección se calienta hasta 750°C, y en la tercera se llega a su temperatura máxima de 850°C. Durante estas etapas debe tenerse un cuidadoso control del tiempo de permanencia de las piezas, y de la temperatura ambiente del horno, para evitar cualquier sobre o subcocimiento del barro. La calidad del horneado será resultado de la velocidad de empujes que se lleve y de la estabilidad de la temperatura interior del horno. Las lecturas ambientales se verifican periódicamente por medio de conos pirométricos. El horneado correcto se fundamenta en cocer con calor y no con fuego. El traslado de las vagonetas en las secciones de Secado, Horneado y Reposo se realiza por medio de poleas y polipastos empotrados en el piso.

k) ESTIBADO Y CARGA

Finalmente se descargan de las vagonetas, ya sea directamente a los camiones de transporte, o al área de producto final. En este punto el manejo de materiales es crítico. Para analizar sistemáticamente los problemas que afectan la productividad de una fábrica tenemos que entender el proceso particular que se utiliza.

2.2 Diagrama de Flujo de Procesos

El diagrama de flujo, es una forma escrita simplificada que permite evaluar, a simple vista, el comportamiento de un producto en cada una de sus fases de fabricación. Esto resulta sumamente útil para poner de manifiesto costos ocultos y posibles mejoras al proceso de producción.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo muestra todos los traslados, distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales con los que se tropieza un artículo en su fabricación.

En el diagrama de flujo se los siguientes símbolos para identificar una actividad industrial dada:

OPERACION	●	Cambios intencionales en una o más características.
TRANSPORTE	➡	Indica un movimiento de un objeto o un operador que no es parte integral de una operación.
INSPECCION	■	Indica un exámen minucioso para determinar la calidad o la cantidad.
DEMORA	◐	Indica una interrupción entre la acción inmediata y la siguiente acción programada.
ALMACENAMIENTO	▼	Indica el punto del proceso donde se agrupan más de un producto o subensamble.
COMBINADO		Uso simultáneo de dos símbolos que indican actividades realizadas al mismo tiempo.

Ver Tablas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 (diagramas de flujo)

La numeración en los diagramas de flujo no es necesariamente la misma que en las tablas del capítulo tres.

Diagrama de flujo del proceso de la fabricacion del Ladrillo

Simbolo	Significado
●	A Operacion
→	B Transporte
■	C Inspeccion
▬	D Demora o Retraso
▼	E Almacenaje
	F Distancia en (mts)
	G Tiempo actual (minutos)
	H Tiempo propuesto (minutos)
	I Produccion (Pzas)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Observaciones
1 Almacen mat. prima					▼					
2 Carga de pala	●						1,02	0,65	100	
3 Tolva de mezclado		→			▼		1,02	0,65	100	
4 Banda a Molino 1		→				1	1,02	0,65	100	
5 Molino 1	●						1,02	0,65	100	
6 Banda a Molino 2		→				2	1,02	0,65	100	
7 Molino 2	●						0,71	0,45	100	
8 Banda a Cribas		→				4	0,71	0,45	100	
9 Cribas (3)	●						0,47	0,45	100	
10 Banda de retroceso		→				10	1,75	1,05	100	
11 Banda a Tolvas		→				36	1,19	0,75	100	
12 Tolvas (5)					▼		1,00	0,75	100	
13 Gusano		→					1,19	0,73	100	
14 Banda a Batidora		→				59	1,19	0,75	100	
15 Batidora	●						1,19	0,72	100	
16 Extrusora	●						1,19	0,72	100	
17 Cortadora	●		■				1,32	0,80	100	
18 Banda a Estibas		→				26	1,32	0,83	100	
19 Estibas	●		■				1,32	0,92	100	
20 Secado	●						1,45	0,92	100	
21 Horno	●						1,45	0,92	100	
22 Almacen final	●		■		▼		1,53	0,92	100	
23 Carga de camiones	●						1,57	0,92	100	

R E S U M E N

	CANTIDAD	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO
● Operaciones	11	12,71	8,10
→ Transportes	8	9,39	5,86
■ Inspecciones	3		
▬ Retrasos	0		
▼ Almacenajes	4	3,63	2,31
Totales	26	25,73	16,2
Distancia Recorrida		138 mts	
Indice de Incremento de Productividad		1,58	

Tabla 2.1

Diagrama de flujo del proceso de la fabricacion del Ladrillo

E T A P A I

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Observaciones
1 Almacen mat. prima					▼					
2 Carga de pala	●				▼		1,02	0,65	100	
3 Tolva de mezclado							1,02	0,65	100	
4 Banda a Molino 1		➡				1	1,02	0,65	100	
5 Molino 1	●						1,02	0,65	100	
6 Banda a Molino 2		➡				2	1,02	0,65	100	
7 Molino 2	●						0,71	0,45	100	
8 Banda a Cribas		➡				4	0,71	0,45	100	
9 Cribas (3)	●						0,47	0,45	100	
10 Banda de retroceso		➡				10	1,75	1,05	100	
11 Banda a Tolvas		➡				36	1,19	0,75	100	
12 Tolvas (5)					▼		1,08	0,75	100	

R E S U M E N

	CANTIDAD	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO
● Operaciones	4	3,22	2,19
● Transportes	5	5,69	3,55
● Inspecciones	0		
● Retrasos	0		
● Almacenajes	3	2,1	1,39
Totales	12	11,01	7,13
Distancia Recorrida		53 mts	
Indice de Incremento de Productividad		1,54	

Tabla 2.2

Diagrama de flujo del proceso de la fabricacion del Ladrillo

E T A P A II

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Observaciones
13 Gusano							1,19	0,73	100	
14 Banda a Batidora						59	1,19	0,75	100	
15 Batidora							1,19	0,72	100	
16 Extrusora							1,19	0,72	100	
17 Cortadora							1,32	0,80	100	
18 Banda a Estibas						26	1,32	0,83	100	
19 Estibas							1,32	0,92	100	

R E S U M E N

	CANTIDAD	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO
Operaciones	4	5,02	3,15
Transportes	3	3,70	2,31
Inspecciones	2		
Retrasos	0		
Almacenajes	0		
Totales	9	8,721	5,46
Distancia Recorrida		85 mts	
Indice de Incremento de Productividad		1,60	

Tabla 2.3

Diagrama de flujo del proceso de la fabricacion del Ladrillo

E T A P A III

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Observaciones
20 Secado	●						1,45	0,92	100	
21 Horno	●						1,45	0,92	100	
22 Almacen final			■	▼			1,53	0,92	100	
23 Carga de camiones	●						1,57	0,92	100	

R E S U M E N

	CANTIDAD	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO
● Operaciones	3	4,47	2,76
● Transportes	0		
■ Inspecciones	1		
▼ Retrasos	0		
▼ Almacenajes	1	1,53	0,91
Totales	5	6,00	3,67
Distancia Recorrida		0 mts	
Indice de Incremento de Productividad		1,63	

Tabla 2.4

2.3 Lay-out de la Planta

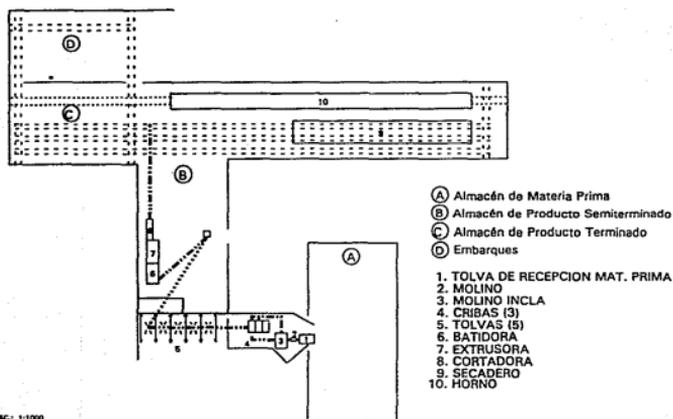
Se conoce como "Lay Out" a la distribución física del equipo, dentro del espacio disponible, y su adecuación a las necesidades de fabricación para permitir la optimización de recursos y la obtención del producto deseado.

Para lograr una mejor distribución del equipo, es necesario considerar todos los factores que integran la fabricación del producto final, tales como:

- a) Mínimo recorrido de materiales
- b) Flujo continuo del proceso
- c) Arreglo flexible de contingencias
- d) Satisfacción por parte de los trabajadores

En las figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 se muestra la distribución actual de la Ladrillera La Huerta.

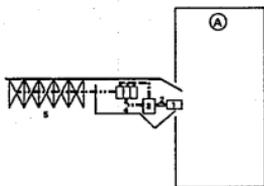
LAYOUT DE LA PLANTA " LA HUERTA "



ENC: 1/1000

FIG. 2.1

ETAPA I



EQUIPO

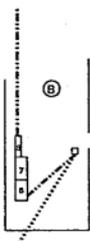
1. TOLVA DE RECEPCION MAT. PRIMA
2. MOLINO
3. MOLINO INCLA
4. CRIBAS (3)
5. TOLVAS (5)

AREAS

- (A) Almacén de Materis Prima

FIG. 2.2

ETAPA II



EQUIPO

- 6. BATIDORA
- 7. EXTRUSORA
- 8. CORTADORA

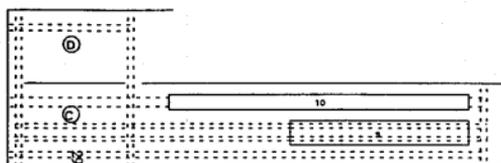
AREAS

- Ⓐ Almacén de Producto Semiterminado

FIG. 2.3

ETAPA III

20



EQUIPO

- 9. SECADERO
- 10. HORNO

AREAS

- Ⓒ Almacén de Producto Terminado
- Ⓓ Embarques

FIG 2.4

2.4 Diagrama de Recorrido

Es una representación gráfica de la distribución que integra a la planta. En ella se muestra la localización exacta de las áreas de trabajo que aparecen en el diagrama de flujo. En el diagrama de recorrido se muestran las distintas trayectorias que sigue el producto a lo largo de su fabricación.

Al elaborar el diagrama de recorrido el número de actividades que aparezcan debe corresponder a las actividades indicadas en el diagrama de flujo de procesos.

Con la información recopilada se podrá mejorar un proceso existente y agregar nuevas instalaciones auxiliares en el lugar más funcional.

En la figura 2.5 se muestra el diagrama de recorrido de la "Ladrillera La Huerta".

DIAGRAMA DE RECORRIDO

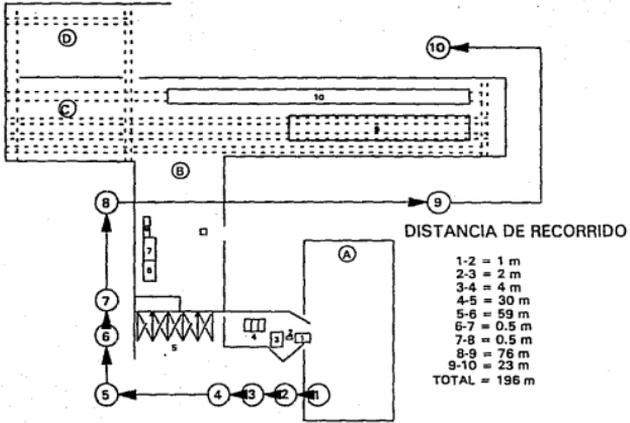


FIG. 2.5

2.5 Organigrama

En el siguiente organigrama se muestra la configuración de personal con sus respectivas funciones que actualmente se manejan en la planta. El nivel o bloque "corporativo" se refiere al grupo industrial o Holding "La Huerta" que entre muchas otras compañías maneja a tres empresas del mismo giro, aunque con distintas especializaciones, ya que nuestra planta en estudio produce fundamentalmente ladrillos, mientras que las restantes compañías, celosías, fachadas y diseños de fantasía.

Como se puede apreciar en el organigrama, la ladrillera La Huerta no cuenta con departamentos comercializadores, esto es ventas, mercadotecnia, etc. La razón de esto, es que el corporativo realiza dichas funciones. Así, la Ladrillera La Huerta produce para satisfacer las necesidades de venta preestablecidas por la dirección comercial del corporativo.

Cabe mencionar que en el segundo nivel se tiene al eje de la planta, Víctor Amarilla, sobre el cual recae toda la responsabilidad de control, capacitación, calidad y organización de la planta. Este personaje es experto en molienda, punto fundamental para la excelencia en calidad del producto. El único problema es que no existe un subjefe en quien Víctor pueda delegar responsabilidades, por lo que la centralización de funciones en una sola persona se convierte en una debilidad de organización.

En lo referente al resto del personal, cuenta la planta con buenos jefes de proceso, los cuales son capacitados y supervisados por el jefe de planta. A nivel obrero, se cuenta con buenos elementos capacitados para las diversas labores que exigen cada una de las actividades.

Un gran porcentaje de la gente, es de género masculino, teniendo únicamente una secretaria, una almacenista y algunas estibadoras.

En lo referente a las jornadas de trabajo, en las etapas I y II se maneja un sólo turno de ocho horas al día, de Lunes a Sábado, mientras en la Etapa III es necesario trabajar tres turnos diarios, siete días a la semana, los 365 días al año. Ver figura 2.6

ORGANIGRAMA ACTUAL

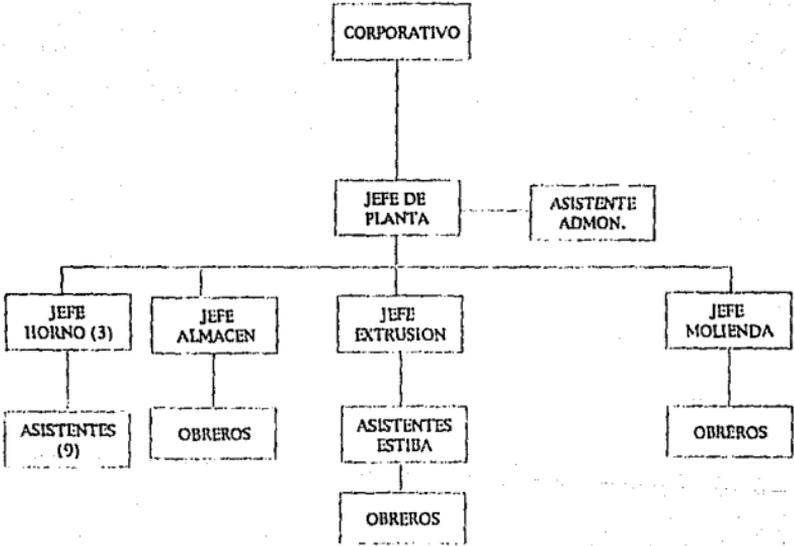


Figura #2.6

CAPITULO III PRODUCCION

3.1 Maquinaria y Equipo

A continuación se presenta una lista del equipo y maquinaria esenciales - con especificaciones- para la producción industrial de ladrillo.

Banda Transportadora / Alimentadora de Arcilla

Marca:	Meco
Modelo:	Apron
Capacidad:	25.35 Tons/hr a 10 ft/ min = 3.05 m/hr

Es una banda de cadena y es metálica.

Se tiene un buen servicio y venta de refacciones.

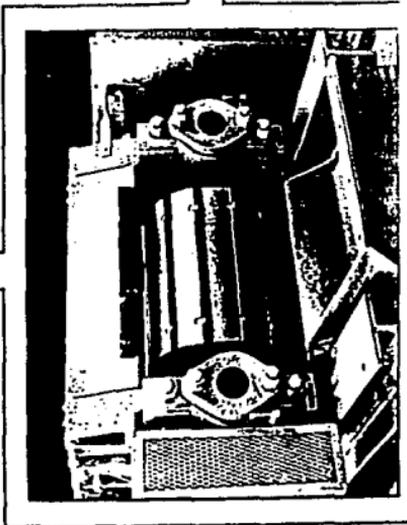
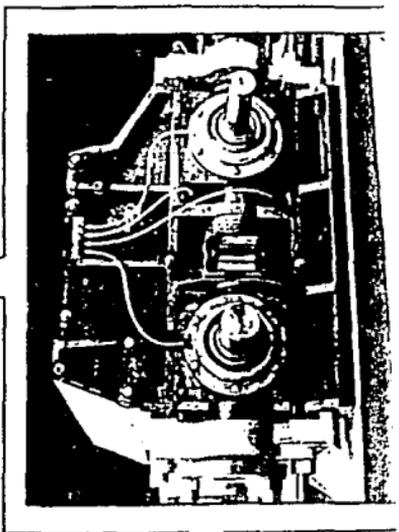
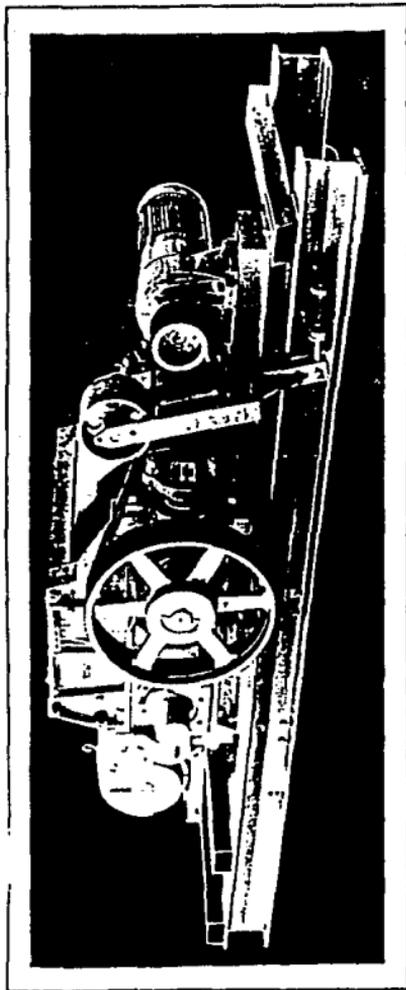
Tiene un funcionamiento muy simple.

Molino I/Desintegrador

Marca:	Steele
Modelo:	R457L
Capacidad:	60/70 Tons/hr
Motor:	175 HP

Los desintegradores están diseñados para reducir barros suaves con un contenido de humedad que va desde 12% a más de 30% en ciertas condiciones. Muele terrones hasta de 12 " (300 mm). Las piedras duras y grandes se eliminan por rebote hacia afuera de la máquina, aunque se recomienda evitarlas. El molino #1 consta de dos rodillos: uno con velocidad lenta y otro con velocidad más rápida.

El rodillo lento tiene las siguientes características: 71 RPM, 10 HP. Es un rodillo plano montado sobre resortes, lo cual permite el paso de materiales difíciles de triturar. El rodillo rápido tiene las siguientes características: 690 RPM, 50 HP. La mayor velocidad ayuda a triturar mejor y da un efecto autolimpiante. Es un rodillo fijo con 12 barras cortantes de acero que se pueden fijar a cierta distancia entre sí.



Tolva de Almacenamiento de Molino I

Marca:	Meco
Modelo:	176GR
Dimensiones:	Ancho de alimentación de 30" coordinada con banda de alimentación de cadena y altura de carga de 80 cms.

Su función es mantener constante la alimentación al molino, almacenando el material que le suministra el trascabo.

Banda de Alimentación a Molino II

También tipo Apron con las mismas características. La diferencia radica en que ésta es una banda de malla ahulado.

Capacidad: 15-30 tons/hr



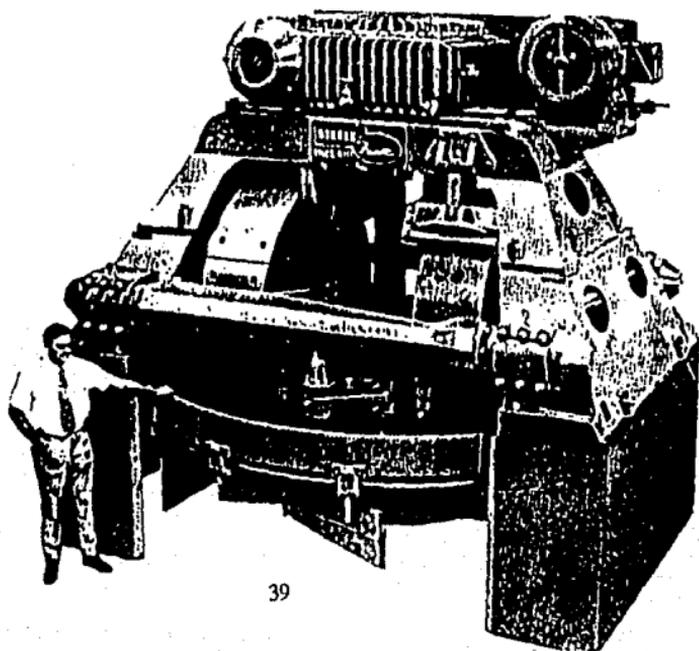
Elevador de Canjilones

Marca:	Steele
Motor:	5 HP
Voltaje:	220 volts
Transmisión por bandas B100 (2)	

Molino Incla IIIB

Marca:	Steele
Modelo:	Incla IIIB
Motor:	125 HP (2)
Peso de rodillos:	7 tons c/u
Diámetro sartén. 11 ft = 3.35 mts	

Es uno de los molinos con mayor eficiencia que se encuentra en el mercado. Consta de un molino de piso ranurado con dos rodillos de giro opuesto. Suspensión ajustable. Cuchillas en espiral. Pueden encenderse a capacidad total.





Banda Transportadora

Idem a la anterior

Elevador de Cangilones

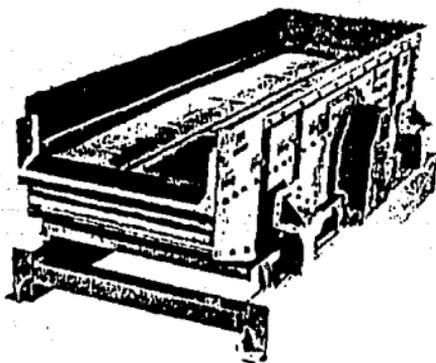
De igual características que el anterior descrito, con altura de 6 mts para alimentación de cribas.

Cribas

Dimensiones: 3 X 1.20 mts

Modelo: Tyrocket

Existen tres cribas horizontales en paralelo. Clasifican y seleccionan el material de acuerdo a la granulometría deseada. Constan de pantalla de alambre en secciones que permiten su fácil reposición en el caso de que alguna sección de la pantalla se haya maltratado, por lo que no es necesario cambiarla en su totalidad. El beneficio; es más económico y no para por tiempos largos a la producción.



Ty-Rocket[®] Solution Screen™

Bandas de Retorno

Mismas características que las bandas transportadoras descritas anteriormente.
Reciclan material que no satisface las normas de tamaño y finura.

Bandas Transportadoras a Tolvas

Idem.

Tolvas de Almacenamiento

Son cuatro en total.

Capacidad: 90 tons c/u

Están hechas de lámina y se encuentran empotradas al piso.

Gusano Extractor

Se encuentran por debajo de las tolvas. Al girar, envía la arcilla a una banda transportadora. Es de forma espiral.

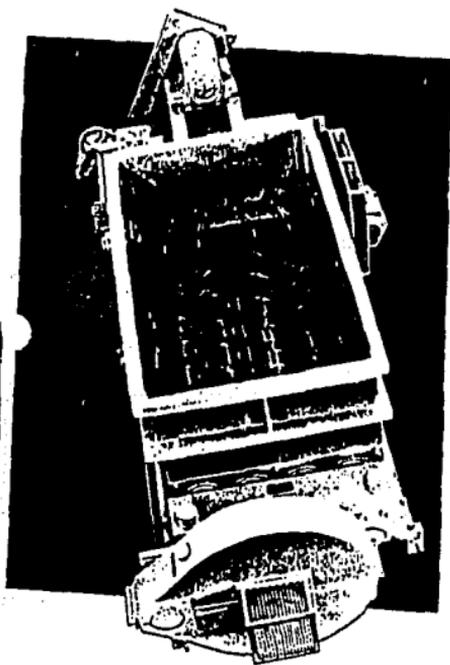
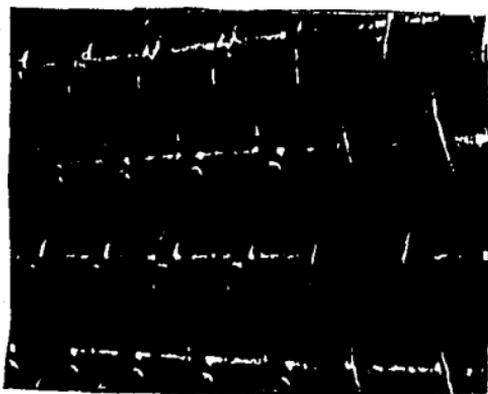
Bandas Transportadoras

Idem.

Batidora o Alimentadora de Extrusora

Marca:	Steele
Modelo:	44°C
Motor:	7.5 HP
Capacidad:	115 tons/hr

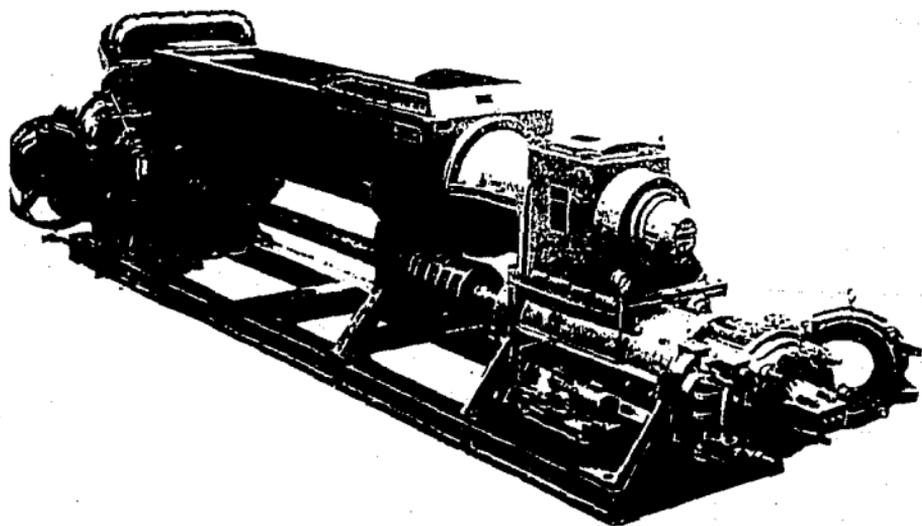
Consta de cuatro gusanos paralelos continuos y en espiral para el batido. Alimenta a la extrusora con masa consistente, todavia un poco seca. En este paso, el operador del equipo revisa la humedad existente y equilibra la masa para su paso.



Extrusora

Marca:	Steele
Modelo:	75 ADC
Motor:	300 HP
Capacidad:	21 tons/hr

Tiene dos sujetadores de dado, telescópicos, que permiten el ajuste de un dado mientras la máquina continúa operando con el otro. Por tanto, la limpieza y cambio de dados es suficientemente rápido.



Cortadora

Marca:	Steele
Modelo:	HWCM63PR
Capacidad:	20 ladrillos/corte
Consta de 21 hilos dispuestos a 120 de separación entre sí.	

Banda Transportadora a Estibas

Idem.

Vagonetas

Dimensiones:	3.3 mts X 3.3 mts
Capacidad:	5,500 piezas
Base y ruedas metálicas. Se tiran por rieles.	Cubierta o superficie de ladrillos refractarios. Se mueven guiadas por medio de polipastos.

Secadero

Longitud:	50 mts
Temperatura máxima:	120°C

El secadero consiste en un área cerrada por muros de ladrillo y un techo aislante que se conecta a la fuente calorífica que tiene por origen la última etapa del horno de túnel mediante un sistema de recirculación de la temperatura de éste.

Horno

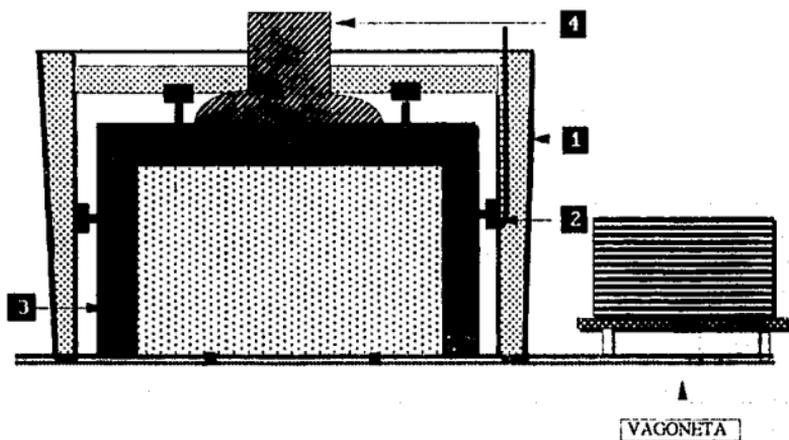
Tipo:	Túnel
Longitud:	100 mts
Quemadores:	52 en total (26 en cada costado) distribuidos de la siguiente forma, 20 en cada pared y seis en el techo.
Operación:	Continúa (365 días al año)

Tipo de combustible:

Combustoleo

Se divide en tres secciones térmicas, la primera es de precalentamiento, la segunda de cocción y la tercera de reposo. Tiene ductos de recuperación de calor conectados al secadero así como a la primera etapa del mismo horno para realizar el precalentamiento. Consta también de techo doble con sección de humos, sujetado por estructuras metálicas. El techo es independiente de los muros. Existen dobles muros con recubrimiento interno de material refractario.

HORNO
CORTE TRANSVERSAL



- 1** MURO EXTERIOR
- 2** QUEMADORES
- 3** MURO INTERIOR Y SECCION DE HUMOS
- 4** RECUPERACION DE AIRE CALIENTE

3.2 Sistema Informativo

Un sistema informativo pretende recolectar de manera ordenada y sistemática la información real obtenida en procesos de modo tal que a través del tiempo se formulen reportes que marquen las tendencias de los factores medios, a fin de que los responsables en los diferentes niveles, los revisen conforme se sucedan y en su oportunidad tomen decisiones para adoptar las tendencias buenas que se marquen.

Con esta idea se ha diseñado para la ladrillera, un grupo de reportes que tienen la intención de proporcionar la información básica del comportamiento de los procesos fundamentales de la planta. Al ser formulados, proporcionarán al jefe de la planta los elementos de juicio necesarios para estimular, corregir o cambiar según la realidad de los procesos y los recursos.

El grupo de reportes presentado no es exhaustivo, ni representa el mejor control posible, sino más bien, son el punto de partida desde el cual el jefe de planta podrá adecuarlos y orientarlos con su estilo personal y buscar solución a los problemas particulares que surjan durante el ejercicio de sus funciones.

La mecánica de recolectar, organizar y presentar la información, debe iniciarse desde los operarios y a través de los responsables de cada área. Si falta información deberá modificarse o diseñarse nuevos reportes y ver si es posible eliminar algunos sin que se alteren los resultados de la empresa.

En seguida se describe la mecánica de recolección, organización y presentación del sistema informativo, diseñado como base para la "Ladrillera La Huerta".

Las lecturas de cada formato nos dan los puntos del histograma (o gráficas cronológicas de comportamiento) correspondientes a cada máquina,

que se anexa a estos formatos. De estas gráficas se obtiene un nivel mínimo, un máximo y un promedio. El nivel promedio es el dato utilizado en la tabla A (que se describe en el punto 3.3), donde se analizan las tasas de producción.

Para obtener datos útiles de este análisis, los formatos o reportes son agrupados de acuerdo a la etapa que corresponde a la máquina que describe.

En las gráficas o histogramas se incluyen los límites superior e inferior, que se calculan a partir de la desviación standard o típica. Para calcular estos datos se programaron las tablas en hoja de cálculo "Excell-3.0". A continuación, una breve explicación de estos conceptos.

DESVIACION TIPICA O STANDARD

La **Desviación Típica ó standard** de una serie de **N** números X_1, X_2, \dots, X_n , se representa por s y se define por;

$$s = \sqrt{\sum_{j=1:N} (X_j - X_m)^2 / N} = \sqrt{\sum (X - X_m)^2 / N} = \sqrt{\sum x^2 / N} = \sqrt{(X - X_m)^2}$$

donde x representa las desviaciones de cada uno de los números X_j de la media X_m .

Esta ecuación puede escribirse en la siguiente forma equivalente;

$$s = \sqrt{\sum_{j=1:N} X_j^2 / N - (\sum_{j=1:N} X_j / N)^2}$$

$$s = \sqrt{\sum X^2 / N - (\sum X / N)^2}$$

$$s = \sqrt{\overline{X^2} - \bar{X}^2}$$

donde $\overline{X^2}$ representa la media de los cuadrados de los distintos valores de X , mientras que \overline{X}^2 representa el cuadrado de la media de los distintos valores de X .

Para distribuciones normales resulta que :

a) el 68.27 % de los casos están comprendidos entre $X-s$ y $X+s$.

b) el 95.45 % de los casos están comprendidos entre $X-2s$ y

$X+2s$.

c) el 99.73 % de los casos están comprendidos entre $X-3s$ y

$X+3s$.

Para distribuciones moderadamente asimétricas, los porcentajes anteriores pueden mantenerse aproximados. (ver figura 3.1)

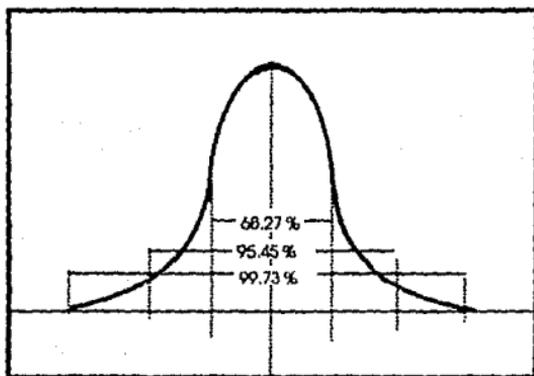


FIG. 3.1

3.2.1 Reportes Propuestos en la Etapa I

Se incluyen en esta etapa los reportes de:

- 1-Carga de Molino 1
- 2-Carga a Cribas
- 3-Material de retorno a Molino 2

Se determinaron estos puntos para la medición por ser los lugares en que se presenta mayor merma. Los puntos intermedios no presentan variación importante en el volumen manejado.

Después de las visitas iniciales a la fábrica, se desarrollaron los formatos 1,2 y 3 que se utilizaron para recabar la información de producción real. En un periodo de observación de 30 días se llevaron a cabo diversas lecturas en cada una de estas estaciones de trabajo. Con los datos de estos reportes se registraron las columnas II y III de la Tabla A; producción actual en toneladas y en unidades de producción (ladrillos) respectivamente.

A continuación se detalla la obtención de dichos datos:

(Como referencia para estas explicaciones, se agrega a la hoja de ejemplo "números de celda" que indican a cuales cantidades se refieren las explicaciones correspondientes.)

REPORTE #1.

CARGA DE MOLINO #1

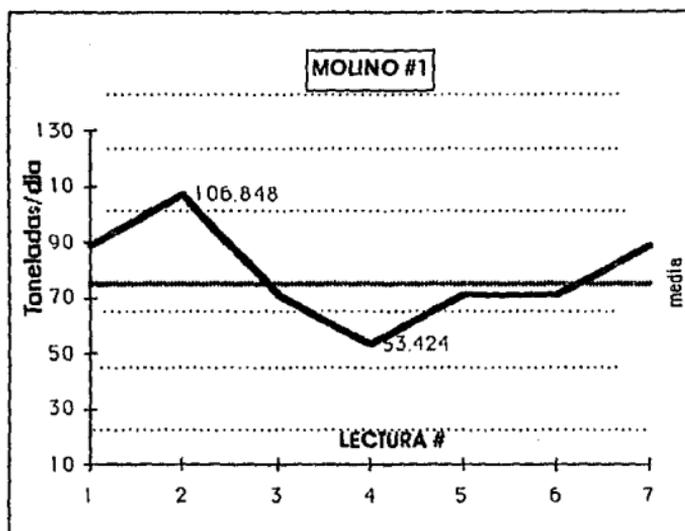
En periodos definidos de 30 minutos se observó el número de viajes que realizó el trascabo a la tolva de alimentación del Molino #1. Cada carga lleva aproximadamente la misma cantidad de material por lo cual se procedió a establecer una media de peso por carga. Se determinó el volumen que puede cargar la pala del trascabo con un peso de 1.130 [kg] por cada [m³], sin compactar.

Al pie del formato se encuentra el resumen de las observaciones y el promedio de producción por turno.

Los datos registrados se interpretan de la siguiente manera, de acuerdo a la celda marcada en el formato de explicación:

<u>CELDA #</u>	<u>INTERPRETACION</u>	<u>VALOR</u>
1	Registro de la hora en que se realiza la medición.	=9:00
2	Número de lectura.	= 1
3	Viajes realizados en el periodo de medición	= 5
4	Se registra la suma de tiempos correspondientes a las lecturas.	= 3.5
5	Se registra la suma del total de lecturas realizadas.	= 7
6	Se registra el promedio de viajes por media hora.	=4.428
7	Se obtienen las <u>toneladas por día</u> multiplicando el promedio de viajes en media hora [6] por 16 (cantidad de medias horas en turno de 8 hrs.) y esto multiplicado por 1.113 Ton./viaje por 95% del lleno total de la pala de carga.	=74,9

i.e. Producción por turno (tons) = viajes promedio x 2 x 8 x 1.113 x 0.95



89.04	74.9	22.7
106.848	74.9	22.7
71.232	74.9	22.7
53.424	74.9	22.7
71.232	74.9	22.7
71.232	74.9	22.7
89.04	74.9	22.7

$\pm 3s$		$\pm 2s$	$\pm s$
16.0897	$s=desv.$	16.0897	16.0897
123.169	Lim. Sup	107.079	90.9897
26.631	Lim. Inf	42.7207	58.8103

• Las funciones al pie de cada histograma corresponden en orden a:
 s= desviación standard; L.S. = Limite Superior; L.I. = Limite Inferior.
 La "s" se obtiene de la función "st devp" versión Excell 3.0.
 Los valores numéricos indican punto máximo o mínimo.

Una explicación más amplia de los gráficos se encuentra en el inciso 3.2

GRAFICA #3.1

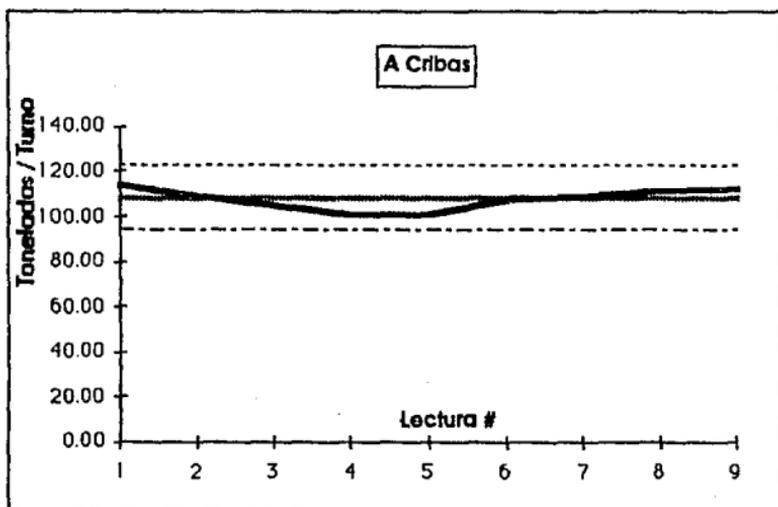
REPORTE #2

LECTURA DE ENTRADA A CRIBAS

En la banda que alimenta a las cribas se tomaron lecturas espaciadas con duración de 10 segundos cada una, en las que se registró el peso [kg.] de arcilla transportado en ese periodo.

Se calcularon los promedios y se estimó la producción por turno que resultó en 108.5 toneladas .

<u>CELDA #</u>	<u>INTERPRETACION</u>	<u>VALOR</u>
1	Se registra la hora y el número de lectura	9:00 am
2	Duración de las lecturas (dato constante)	10 [seg.]
3	Peso del material obtenido en la medición	39.6 [kg.]
4	Registra la suma de todos los tiempos medidos	80 [seg.]
5	Registra el total de los pesos medidos	301.3 [kg.]
6	Muestra el promedio de los tiempos medidos	10 [seg.]
7	Muestra el promedio de los pesos medidos	37.7 [kg]
8	Muestra la producción por hora [kg] . Este dato es resultado de dividir el peso promedio [7] entre el tiempo promedio [6] y multiplicar por 3600 segundos. $(37.664 / 10 \times 3,600) =$	13,559 [kg]
9	Muestra la producción por turnos [en Toneladas] multiplicando la producción horaria por 8 [hrs./turno] y dividiendo entre 1,000.	108.5 [Ton/turno]



114.05	108.5	122.8	94.2
108.86	108.5	122.8	94.2
104.54	108.5	122.8	94.2
100.80	108.5	122.8	94.2
100.80	108.5	122.8	94.2
107.14	108.5	122.8	94.2
108.86	108.5	122.8	94.2
111.17	108.5	122.8	94.2
112.32	108.5	122.8	94.2

4.49	s
121.98	Lim. Sup
95.02	Lim. Inf

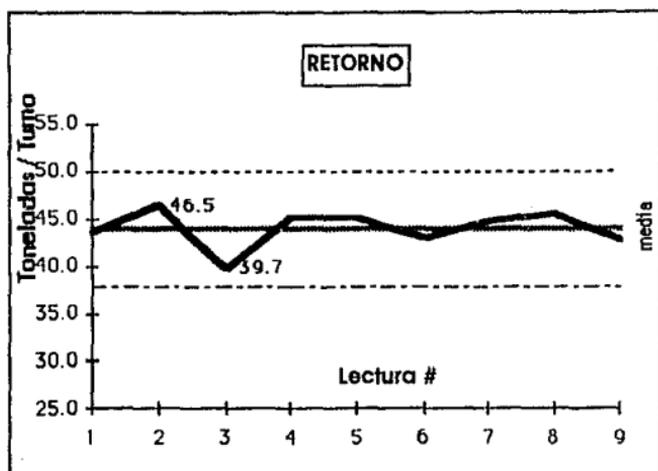
GRAFICA # 3.2

REPORTE #3

LECTURA DE RETORNO DE MATERIAL AL MOLINO #2

Medición realizada en la banda que transporta el material no colado por las cribas, al molino Incla.

Se observó el mismo método que en el formato anterior, pero con intervalos de 15 segundos pues transporta menor cantidad de material. El material de retorno resultante es de 43.9 T./turno.



43.6	43.9	49.88	37.87
46.5	43.9	49.88	37.87
39.7	43.9	49.88	37.87
45.1	43.9	49.88	37.87
45.1	43.9	49.88	37.87
43.0	43.9	49.88	37.87
44.7	43.9	49.88	37.87
45.5	43.9	49.88	37.87
42.8	43.9	49.88	37.87

1.89	s
49.53	Lim. Sup
38.21	Lim. Inf

GRAFICA # 3.3

3.2.2 Reportes Propuestos en la Etapa II

Se incluyen en esta etapa los reportes de:

- 4-LECTURA DE CORTE
- 5-LECTURA DE ESTIBADO

Se eligieron estos puntos de medición por ser aquellos que determinan la producción del resto de la línea. No se incluye un reporte de la extrusora pues los datos que se obtendrían serían equivalentes a los del corte.

REPORTE #4

LECTURA DE CORTE

En la cortadora se realizaron lecturas de 2 minutos cada una. Se registra el número de cortes y las piezas defectuosas. Cada corte debe producir 20 piezas, por lo que se multiplica el número de cortes por 20 y se restan las piezas defectuosas para obtener las unidades producidas en cada lectura. Se obtiene el promedio de estas lecturas (Unidades Producidas) y se traduce en unidades producidas por turno.

La merma se obtiene de sumar las piezas defectuosas más las orillas del corte (que representan $\frac{2}{3}$ de una pieza completa), que se expresa como porcentaje de la producción total. Finalmente, la cantidad de piezas que se extruyen se obtiene de la producción final de cortado más la merma.

REPORTE #4

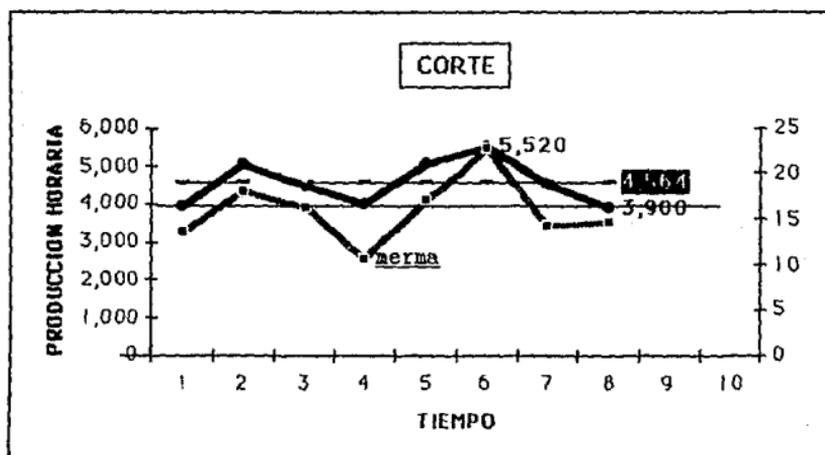
LECTURA DE CORTE

H:D/M/A MAQUINA : CORTADORA
RESPONSABLE : _____

Hr.	LECT.	TMPO. min	# PZAS DEF.	# CORTES	PRODUCCION UNIDS/LECT
11AM.	1	2	9	7	131
	2	2	12	9	168
	3	2	11	8	149
	4	2	6	7	134
	5	2	11	9	169
	6	2	16	10	184
	7	2	9	8	151
	8	2	10	7	130
			UNIDADES/TURNO		
TOTALES:		suma	84	65	1,216
promedios=		2	10.5	8.125	152.00
			UNIDS. /HR.		4,560
			UNIDADES		36,480

MERMA (en %) 9.5%
 EXTRUSION TOTAL 40.300 pzs. = 64.5 TON

TABLA #3.4



PRODUCCION /HR

3,930	4,560	13.667	9.4%
5,040	4,564	18	9.7%
4,170	4,564	16.333	9.9%
4,020	4,564	10.667	7.4%
5,070	4,564	17	9.1%
5,520	4,564	22.667	11.0%
4,530	4,564	14.333	8.7%
3,900	4,564	14.667	10.1%

5,520 max
4,560 prom/hr
3,900 min

■ 564
3x s. 1,692
L-sup 6,252
L-inf 2,868

GRAFICA # 3.4

REPORTE #5

LECTURA REALIZADA EN LA ESTACION DE ESTIBADO

Con lecturas de 423 piezas (correspondientes a un nivel de vagoneta) se registra el tiempo necesario para estibarlas y el número de piezas rechazadas. Al terminar la estiba de cada nivel (cada vagoneta contiene 13 niveles) se toma la lectura del tiempo transcurrido, que tiene un promedio de 5.72 minutos por nivel. Puesto que cada nivel tiene 423 piezas, se obtiene la producción promedio por turno (33,365 piezas en este caso). El desperdicio o merma se obtiene dividiendo la suma de las piezas registradas como defectuosas entre la cantidad total (piezas buenas + piezas defectuosas) que equivale a un 12%.

REPORTE #5

LECTURA DE ESTIBADO

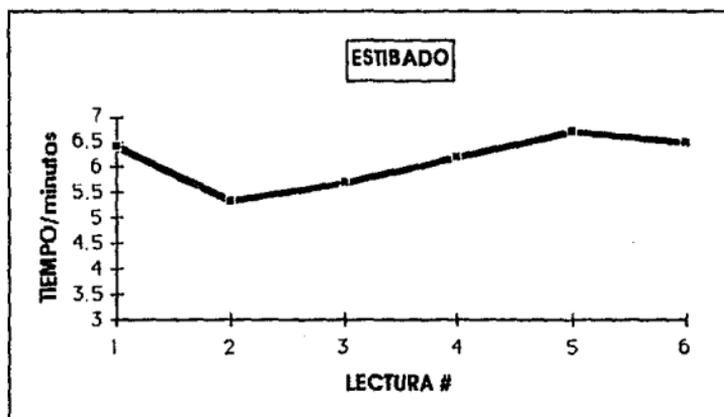
H:D/M/A MAQUINA: _ AREA DE ESTIBA
RESPONSABLE: _____

TIEMPO DE LLENADO DE UN PISO (= 423 PZS)

#LEC.	TMPO	PZAS-TOTL	PZS. DEF.
	6.4	423	48
	5.4	423	39
	5.7	423	54
	6.2	423	65
	6.7	423	23
	6.5	423	34

TMPO PROMEDIO	PROMEDIO AL TURNO	DESPERDICIO AL TURNO
6.14 min.	33,059	3,426 [Pzs]
		0.4%

TABLA #3.5



0.47	s
7.56	Lim. sup.
4.73	Lim. inf.

GRAFICA # 3.5

3.2.3 Reportes Propuestos en la Etapa III

Incluiremos en esta etapa los reportes de:

- 6-LECTURA DE SECADERO
- 7-LECTURA DE PIEZAS HORNEADAS

Los procesos de esta etapa son secado y horneado, donde se registran las mediciones de los reportes #6 y #7.

REPORTE #6

LECTURA DE SECADERO

En este formato se registran las horas en que se introducen vagonetas a los dos carriles de alimentación (paralelos) para constatar el ritmo de empujes en el secado. Como resultado se obtiene el tiempo de permanencia en el secadero (8 horas) y el número de vagonetas secadas por día para alimentar al horno (6 vagonetas).

REPORTE #6

LECTURA DE SECADERO

H- D/M/A MAQUINA: SECADERO

RESPONSABLE: _____

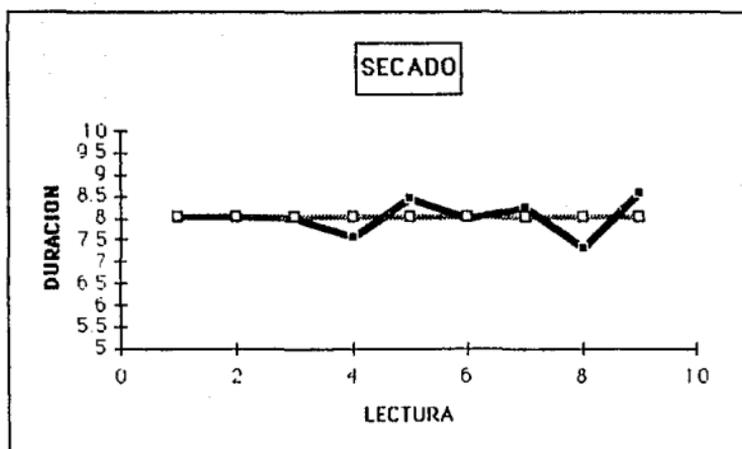
CARRIL #1

HORA	FECHA DE LECTURA	
0.01	9-Jun	
8.03	9-Jun	
16.04	9-Jun	
24.02	9-Jun	
7.59	10-Jun	
16.03	10-Jun	
24.00	10-Jun	
8.25	11-Jun	
15.55	11-Jun	
24.11	11-Jun	
TIEMPO TOTAL (HRS)	#-VAGONETAS	9
72.32	VAGONETAS/DIA	3

CARRIL #2

HORA	FECHA DE LECTURA	
0.05	9-Jun	
8.10	9-Jun	
16.12	9-Jun	
24.08	9-Jun	
8.15	10-Jun	
16.09	10-Jun	
24.04	10-Jun	
8.31	11-Jun	
16.02	11-Jun	
24.16	11-Jun	
TIEMPO TOTAL (HRS)	#-VAGONETAS	9
72.43	VAGONETAS/DIA	3

TABLA #3.6



8.02 8.01111111
 8.01 8.01111111
 7.98 8.01111111
 7.57 8.01111111
 8.44 8.01111111
 7.97 8.01111111
 8.25 8.01111111
 7.3 8.01111111
 8.56 8.01111111

8.011111

0.37	s
9.13	Lim. Sup.
6.90	Lim. Inf.

GRAFICA # 3.6

REPORTE #7

LECTURA DE PIEZAS HORNEADAS

Se registra a la salida del horno el número de piezas que se estiban como producto terminado y la merma de las vagonetas horneadas. Esto es; la producción diaria "OK" resulta en 30,392 piezas con una merma de 7.9%.

REPORTE #7

LECTURA DE HORNO

H:D/M/A	MAQUINA: HORNO TUNEL
	RESPONSABLE: _____

CARRIL #1

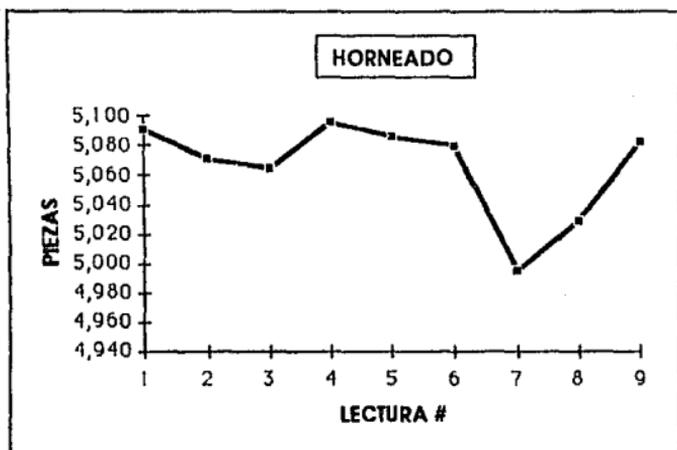
HORA	fecha	COCIDO
0.01	9-Jun	
4.12	9-Jun	5,500
8.08	9-Jun	5,500
12.02	9-Jun	5,500
16.06	9-Jun	5,500
20.17	9-Jun	5,500
24.04	9-Jun	5,500
4.05	10-Jun	5,500
8.07	10-Jun	5,500
12.14	10-Jun	5,500
TIEMPO TOTAL	#-LECT	TOT.PZS.
36 HRS.	9	49,500

PIEZAS	
ROTAS	OK

410	5,090
430	5,070
436	5,064
405	5,095
414	5,086
421	5,079
506	4,994
472	5,028
418	5,082

#DEFECTOS PRODUCCION	3,912	45,588	DATOS POR PERIODO DE LECTURA
PRODUCCION AL DIA	7.90%	30,392	DATOS POR DIA

TABLA #3.7



31.42	*
6169.60	Lim. sup.
4971.07	Lim. inf.

GRAFICA # 3.7

3.3 CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LAS 3 ETAPAS

Para evaluar el nivel de funcionamiento del sistema productivo fué necesario obtener y comparar los datos referentes tanto a la capacidad de producción teórica como a la actual. Esta información se obtuvo a partir de las normas de diseño de las máquinas y de las cantidades promedio, resultado de los Reportes de control. Se analiza la producción por etapas ya que la producción final de cada etapa, es igual a la de la máquina con menor capacidad en ella. Los datos de producción se resumen en 4 tablas (Tablas A,B,C y D) para tener un panorama más claro de las operaciones.

En la Tabla A, se agrupan los datos generales de producción de cada una de las máquinas, además de cálculos adicionales como son los porcentajes de carga de trabajo, que se utilizarán más adelante.

La columna I se refiere a la capacidad instalada (teórica) basada en los diseños de las máquinas. Los resultados están expresados en número de piezas por día.

Las columnas II y III se obtienen de los reportes de medición aplicados o de cálculos relacionados a éstos. La columna II está representada en toneladas diarias y la III en unidades producidas por día.

La columna IV representa el rendimiento o carga real obtenido al dividir los datos de la columna III entre los de la columna I. Esto es, la producción actual entre la instalada.

La columna V representa la carga meta a la que llegará cada máquina al conseguir la "producción meta". Estos datos se obtienen al dividir los de la columna VI entre los de la columna I. La columna V nos da la pauta de cuales procesos necesitan mejorarse para llegar a la producción meta. Se considera que las máquinas con carga meta superior al 75% pueden frenar la producción del horno con mucha facilidad. No es factible basarse en un 100 % de productividad.

La columna VI representa, en piezas diarias, la producción fijada como meta. El horno tunel es una construcción de grandes dimensiones, alrededor

de la cual se dispone el resto de la fábrica. Por ésto, no es práctico modificar el horno, así que su capacidad de diseño nos definirá la producción máxima alcanzable por la planta. Esto es, no podemos aspirar a producir más de 55,000 ladrillos diarios. Como meta, nos proponemos alcanzar el 95% de ésto: 52,250 ladrillos diarios. Tomando en cuenta las mermas de la Tabla B, conoceremos la producción necesaria en cada máquina para alimentar la producción meta. Por ejemplo, para poder alimentar la etapa III con 52,250 piezas diarias se necesitaría que entren a estibado casi 58,000 piezas, pues en este paso se obtuvo una merma de 9.4% en las lecturas realizadas.

También en la Tabla A, al final de cada etapa, se identifica la máquina con mayor y menor producción. La máquina con menor producción será el cuello de botella (CDB) de la etapa correspondiente, la cual se habrá de modificar para satisfacer nuestra meta de producción.

En la Tabla B o Resumen de Producción, se listan las máquinas con los datos más relevantes, donde se observa claramente la situación actual de producción, las mermas, y la producción objetivo (o meta) para cada una de las máquinas.

De la tabla B se obtienen las Tablas de Simulación (Tablas C y D), en las que se cambian los datos de producción actual por los de producción meta o producción objetivo. Adicionalmente, en la Tabla D se sustituyen los valores de capacidad instalada originales (para las máquinas que deben modificarse) por los nuevos valores que presentarán al llevarse a cabo las mejoras propuestas.

Los datos así resumidos se utilizarán para realizar acciones que lleven a mejorar la productividad.

TABLA "A" PRODUCCION REAL

	ESTACIONES	CAPACIDAD INSTALADA	PRODUC. ACTUAL		% CARGA		META		
			TON/día	[PZS/día]	ACTUAL	META	[PZS/día]	[TONS]	
									ETAPA-I
		pzas/día	I	II	III	IV	V	VI	VII
						=III/I	=VI/I		
•	1	CARGA	86,445	74.9	46,813	54%	86%	74,120	119
I		BANDA-16'	238,350	74.9	46,813	20%	31%	74,120	119
2		MOLINO-1	325,000	74.9	46,813	14%	23%	74,120	119
II		BANDAS	182,500	74.9	46,813	26%	41%	74,120	119
3		MOLINO-2	877,500	108.5	67,813	8%	12%	107,370	172
III		BANDA-a-Cribas	182,500	108.5	67,813	37%	59%	107,370	172
4		CRIBAS	209,050	108.5	67,813	32%	51%	107,370	172
•	IV	BANDAS-retorno	182,500	43.9	27,438	15%	24%	43,443	70
•	V	BANDAS-a-tolvas	182,500	64.6	40,375	22%	35%	63,927	102
5		TOLVAS-2-5	226,000	64.6	40,375	18%	28%	63,927	102
		CDB	86,445.0	43.9	27,438				0
		MAX-DE-ETAPA	877,500.0	108.5	67,813				0
ETAPA-II									
	VI	GUSANO	125,000	64.5	40,300	32%	51%	63,808	102
	VII	BANDAS	182,500	64.5	40,300	22%	35%	63,808	102
	6	BATIDORA	71,875	64.5	40,300	56%	89%	63,927	102
	7	EXTRUSORA	105,000	64.5	40,300	38%	61%	63,808	102
•	8	CORTADORA	97,920	58.4	36,484	37%	59%	57,766	92
	VIII	BANDAS	182,500	58.4	36,484	20%	32%	57,766	92
•	9	ESTIBA	40,608	52.9	33,059	81%	142%	57,760	92
		CDB	40,608	52.9	33,059				0
		MAX	182,500	64.5	40,300				0
ETAPA-III									
•	10	SECADO	34,000	52.8	33,000	97%	154%	52,343	84
•	11	HORNO	55,000	52.8	33,000	60%	95%	52,250	84
	12	ALMACEN-FIN	77,000	48.6	30,392	39%	68%	52,250	54
		CARGA		48.6	30,392			48,121	77
		CDB	34,000	48.6	30,392				0
		MAX	77,000	52.8	33,000				0

■ INDICA PUNTO DE MEDICION

TABLA "B" RESUMEN DE PRODUCCION

	ESTACIONES	CAPACIDAD		DIF %	PROD.		MERMAS		PROD. * META
		* INSTALADA	* BRUTA		* MEDIA	[Pzs día]	%		
1	CARGA	86,445	46,813	54%	46,813	= 0	= 0		74,121
2	MOLINO-1	325,000	46,813	14%	46,813	= 0	= 0		74,121
3	MOLINO-2	877,500	46,813	8%	67,813				107,371
4	CRIBAS	209,050	67,813	32%	67,813				107,371
5	TOLVAS	226,000	46,813	21%	40,375	6,438	13.8%		63,927
6	BATIDORA	71,000	40,375	57%	40,300	75	0.2%		63,808
7	EXTRUSORA	105,000	40,300	38%	40,300	= 0	= 0		63,808
8	CORTADORA	97,920	40,300	41%	36,480	3,820	9.5%		57,760
9	ESTIBA	41,000	36,480	89%	33,059	3,421	9.4%		52,343
10	SECADO	36,000	33,059	92%	33,000	59	0.2%		52,250
11	HORNO	55,000	33,000	60%	33,000	= 0	= 0		52,250
12	ESTIBA FINAL	77,000	33,000	43%	30,392	2,608	7.9%		48,121

* TODAS LAS CAPACIDADES EN PIEZAS / DIA.

TABLA "C" SIMULACION DE PRODUCCION

	ESTACIONES	CAPACIDAD	PROD-META	DIF %	PROD-META	MERMAS	
		** INSTALADA	** BRUTA		** MEDIA	[Pzs/día]	%
1	CARGA	86,445	74,121	86%	74,121	= 0	= 0
2	MOLINO-1	325,000	74,121	23%	74,121	= 0	= 0
3	MOLINO-2	877,500	74,121	8%	107,371		
4	CRIBAS	209,050	107,371	51%	107,371		
5	TOLVAS	226,000	74,121	33%	63,927	10,194	13.8%
6	BATIDORA	71,000	63,927	90%	63,808	119	0.2%
7	EXTRUSORA	105,000	63,608	61%	63,608	= 0	= 0
8	CORTADORA	97,920	63,808	65%	57,760	6,048	9.5%
9	ESTIBA	41,000	57,760	141%	52,343	5,417	9.4%
10	SECADO	36,000	52,343	145%	52,250	93	0.2%
11	HORNO	55,000	52,250	95%	52,250	= 0	= 0
12	ESTIBA FINAL	77,000	52,250	68%	48,121	4,129	7.9%

* MAQUINARIA E INSTALACIONES ACTUALES

** TODAS LAS CAPACIDADES EN PIEZAS / DIA.

79

ESTO NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA "D" SIMULACION DE PRODUCCION

ESTACIONES	CAPACIDAD	PROD-MET.	DIF%	PROD-META	MERMAS	
	** INSTALADA	** BRUTA		** MEDIA	[Pzs/día]	%
1 CARGA	164,246	74,121	45%	74,121	= 0	= 0
2 MOLINO-1	325,000	74,121	23%	74,121	= 0	= 0
3 MOLINO-2	877,500	74,121	8%	107,371		
4 CRIBAS	209,050	107,371	51%	107,371		
5 TOLVAS	226,000	74,121	33%	63,927	10,194	13.8%
6 BATIDORA	140,000	63,927	46%	63,808	119	0.2%
7 EXTRUSORA	105,000	63,808	61%	63,808	= 0	= 0
8 CORTADORA	97,920	63,808	65%	57,760	6,048	9.5%
9 ESTIBA	101,520	57,760	57%	52,343	5,417	9.4%
10 SECADO	74,800	52,343	70%	52,250	93	0.2%
11 HORNO	55,000	52,250	95%	52,250	= 0	= 0
12 ESTIBA FINAL	77,000	52,250	68%	48,121	4,129	7.9%

* MAQUINARIA E INSTALACIONES PROPUESTAS.

** TODAS LAS CAPACIDADES EN PIEZAS / DIA.

3.4 PROPUESTAS AL SISTEMA DE PRODUCCION

De los datos obtenidos hasta ahora -como la producción por máquina, la producción objetivo, mermas, capacidad instalada, cargas de trabajo actuales y propuestas y tiempos de producción en diagramas de flujo- se proponen acciones que mejoren la operación de la planta y aumenten su productividad. Incluidas en estas acciones están mejoras de carácter productivo y otras de tipo organizacional. Las variaciones en la productividad comprobarán la utilidad de aplicar estas acciones propuestas.

Puesto que actualmente no existe información sobre las operaciones, no es posible incluir datos de períodos anteriores para evaluar los cambios en la productividad, por lo que la comparación se hará entre la producción actual y la meta propuesta.

Para apoyar las mejoras propuestas, se obtendrán las razones de productividad del período actual y del período meta (producción total/recursos totales respectivamente) y se calcularán los índices de productividad (producción meta/producción base-actual e insumos meta/insumos base actual). Posteriormente, al comparar los índices de productividad e insumos se podrá observar el beneficio obtenido.

Propuestas al Organigrama

Con respecto al organigrama, sugerimos como cambio inmediato el contratar a un asistente de jefe de planta, al que tras una capacitación intensiva, se le deleguen funciones de supervisión y control complementarias a las del jefe de planta.

Al contar con sólo el personal de operación estrictamente necesario para un buen funcionamiento, el problema de organización radica en que en el momento que por alguna circunstancia el operador necesite abandonar su puesto, la operación que desarrolla se ve afectada. Esto se ve claramente en el momento del corte. Por ejemplo, el operador tiene llamada telefónica o va al baño, el corte se suspende totalmente, afectando así a la extrusión y al estibado. Situaciones como estas pueden suceder varias veces al día, ocasionando múltiples paros. Sin embargo, son fáciles de superar, si se

cuenta con ayudantes/aprendices que cubran al operario titular durante estas breves interrupciones. Más aún en casos de incapacidad o ausentismo.

A continuación mostramos las modificaciones al organigrama sugeridas para solventar las deficiencias de supervisión y operación (ver figura 3.2)

Propuestas a las Condiciones y el Medio Ambiente de Trabajo

La disminución de la productividad muchas veces es imputable a la fatiga provocada en los trabajadores por las condiciones del ambiente en que trabajan.

Es importante dar un lugar prominente al diseñar las condiciones de trabajo y a la seguridad e higiene del local. Estos problemas se enfocan de acuerdo a normas estándar sobre varios factores que se consideran los más importantes de atacar:

- Criterios de Seguridad
- Enfermedades Profesionales
- Prevención y protección contra Incendios
- Condiciones de locales de Trabajo
- Orden y Limpieza
- Iluminación
- Ruido y Vibraciones
- Condiciones Climáticas
- Equipos de Protección
- Ergonomía
- Tiempo de Trabajo

Estos conceptos son muy amplios y se presenta una descripción detallada de acuerdo a las normas estándares en el anexo # 1.

Las sugerencias listadas a continuación y referentes a este tema toman en consideración todos estos criterios y normas.

Se comienza analizando el medio ambiente general de las instalaciones, donde a primera vista se nota una nube de polvo molesta al respirar y que además entorpece las

RECOMENDACIONES AL ORGANIGRAMA

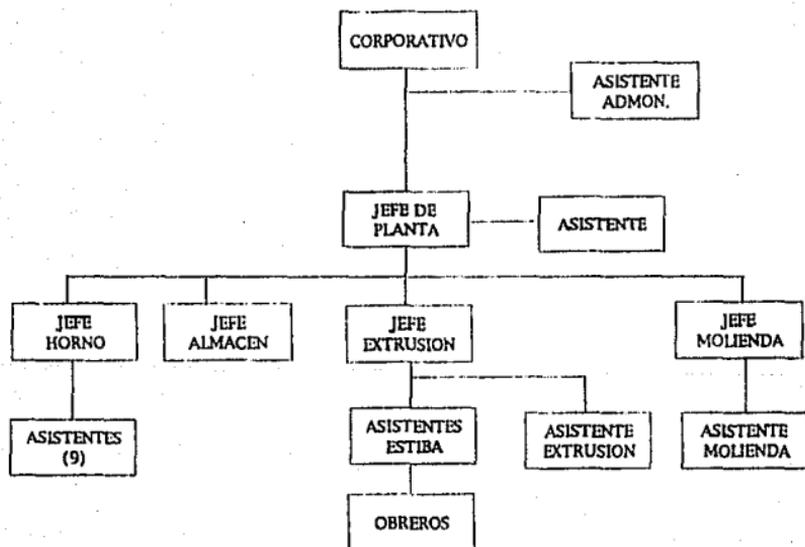


Figura #3.2

actividades propias del trabajo en algunas áreas, siendo más marcado este problema en la zona de molienda.

En lo referente a la ventilación es obvio que en algunas partes habrá problema con el polvo pero además se tiene, por ejemplo en el área de cocción, una gran cantidad de humos y desechos tóxicos en niveles muy altos. Se ve la necesidad de aumentar la salida de desechos de combustión alojados en el área de cocción.

La iluminación en general es aceptable debido a la gran cantidad de láminas translúcidas que existen, permitiendo una actividad normal en los turnos diurnos, sin embargo, para los turnos de noche es deficiente.

En cuanto a los niveles de ruido nos encontramos con un clima adecuado para las actividades normales.

La abundancia de polvo en suspensión genera varios problemas dignos de considerar: al asentarse en el suelo y todo tipo de superficies, no permite el poder observar las líneas de seguridad trazadas en pasillos y márgenes de la maquinaria, por lo que los accidentes por tráfico en la zona pueden ser más frecuentes. Las características de este polvo lo hacen sumamente peligroso ya que produce además de malestares frecuentes resbalones al circular por escaleras, pasillos y naves.

La señalización del equipo de extinción de incendios es precaria y por lo mismo es difícil detectar su exacta localización.

Se enlista en seguida una serie de recomendaciones basados en la observación así como en una breve encuesta al 40% de los operadores para elevar los márgenes de seguridad para el personal y visitantes en general:

- * Uso obligatorio de tapabocas en todas las áreas
- * Uso de gorras para proteger del exceso de polvo al cuero cabelludo
- * Uso de botas largas de suela de goma con huella antiderrapante
- * En la molienda y corte sugerimos el uso de lentes de seguridad
- * En la zona de tolvas adaptar de forma inmediata barandales, escaleras marincras y señalamientos de precaución.

- * En las máquinas que tienen bandas y poleas cercanas a las áreas de operación instalar barreras protectoras para evitar roces con estas piezas que operan a altas velocidades.
- * Se recomienda el uso del pelo corto en ambos sexos.
- * Implementar un sistema de purificación de aire con trampas para el polvo al menos en el área de molienda.
- * Utilizar overoles de colores distintos a los de la arcilla y siempre de corte justo para evitar atorones en bandas, poleas ó máquinas en general.

Propuestas para el buen Estado de las Vagonetas

Las vagonetas usadas para el transporte de las estibas de ladrillo en los procesos de secado y cocción tienen las siguientes características: Miden 3.30 mts X 3.30 mts y cargan 5,500 ladrillos con un peso aproximado de 11 toneladas.

Las vagonetas se transportan sobre una estructura con ruedas metálicas. A fin de aislar ésta de las altas temperaturas en el horno y de los ladrillos en cocción, la superficie de las vagonetas está cubierta por una cama de ladrillo refractario. Por las diversas circunstancias que ha atravesado la planta, dicha cama de ladrillo refractario no se encuentra en condiciones apropiadas. Esta superficie no presenta un plano horizontal constante, con variaciones de altura entre ladrillos refractarios contiguos. Dado que sobre esta superficie se apoyan directamente los ladrillos a cocer, esta condición causa una merma importante, ya que provoca rompimiento de ladrillos cocidos difícilmente reprocesables.

Propuestas de Producción

Se sugiere aumentar la productividad de aquellas estaciones que se utilicen a más del 75%, cuando el horno produzca 55,000 unds. Esto es, tomando como base la Producción Objetivo, se sugiere modificar aquellas máquinas que estén por encima del 75% de su capacidad de placa, ya que esto indica una situación de saturación.

Se tomó como referencia a la producción del horno, pues no es posible superar su capacidad de diseño; el resto de la planta deberá ajustarse a esta capacidad.

Se considera que las estaciones que lleguen al 75%, pueden con variaciones normales en la productividad, frenar la capacidad productiva del horno, el cual no es costeable apagar. A continuación se listan las máquinas que se encuentran en estas condiciones (el número en paréntesis muestra el porcentaje de utilización según la tabla A con caracteres en negritas).

a) **Pala Mecánica (86%)**: la carga de la pala creará una situación crítica si no logra alimentar a la molienda. Para poder cubrir la producción correspondiente, se recomienda la compra de un trascabo adicional que asista en la carga del molino número uno y en la remoción/acreado de la tierra.

b) **Batidora (89%)**: el suministro de barro a la extrusora es proporcionado por la batidora. Para que ésta logre surtir a la extrusora (que producirá al 61%) es necesario cambiarla por el modelo siguiente, la J. Steele 88c que producirá el equivalente a 140,000 piezas en un día/turno.

c) **Estiba (142%)**: una de las estaciones más saturadas será el estibado. El proceso de estibado se realiza de forma absolutamente manual. Para aumentar su productividad es necesario, no sólo aumentar el número de personas que estiban, sino mejorar el método y la disposición del área de estiba. La mejora o cambio más recomendable consistirá en utilizar un método semejante al cambio de vías, en donde se pueda desviar la producción por dos bandas distintas, aumentando con esto a dos estaciones de estibado paralelas, ver figura 3.3.

d) **Secado (154%)**: el secado, con los cambios para llegar a la producción objetivo, estará al 154% de su capacidad. Por lo tanto, será necesario duplicar su capacidad, construyendo un área adicional de iguales características. Esto será fácil de realizar porque el material y las instalaciones necesarias son muy sencillas, como se indica en el inciso 3.1.

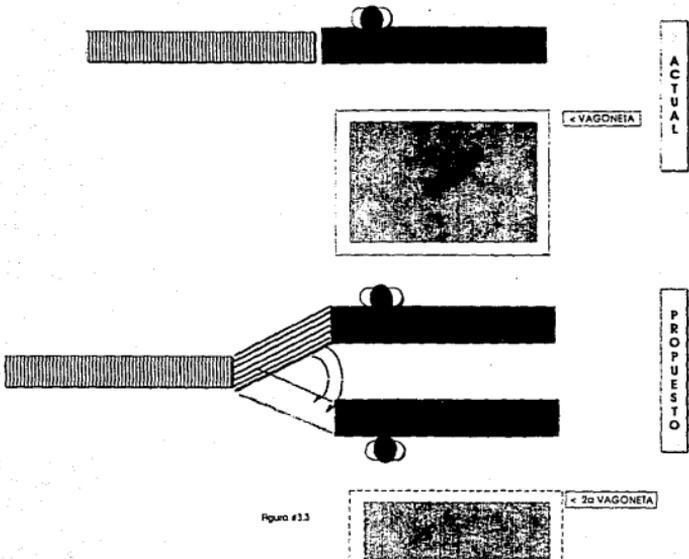


Figura #1.3

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el capítulo anterior (punto 3.4) se enunciaron sugerencias a las limitantes actuales de producción. En resumen, estas sugerencias permitirán:

1-Aumentar la producción diaria de 33,000 piezas nominales a 52,250, aprovechando el horno al máximo, es decir, unas 19,000 piezas adicionales diariamente.

2-Dar una estructura organizacional más sólida con apoyo a los primeros niveles de la planta.

3-Tener posibilidad de crecimiento.

4-Mejorar las condiciones de trabajo, la producción resultante y el bienestar de los trabajadores.

5-Reducir mermas importantes.

Para lograr la nueva producción se requiere hacer inversiones en las tres etapas productivas. Del capítulo 3 se resumen estas inversiones en:

TRASCABO	\$ 72,300.-
BATIDORA	\$ 200,000.-
EQUIPO DE ESTIBA	\$ 20,000.-
NOMINA MENSUAL PARA EQUIPO DE ESTIBA	\$ 6,708.-
SECADERO (OBRA)	\$ 108,000.-

MONTO TOTAL DE LA INVERSION = \$ 400,300.-

Se encontró que estas inversiones reflejarán un aumento de producción de 19,250 piezas al día, ie. 587,125 piezas mensuales. Para el grupo, cada una

de éstas implica una utilidad final de N\$ 0.45 neto, de lo cual se deduce un beneficio de N\$ 264,206.25 mensuales con la nueva producción. Se observa que la inversión requerida será recuperada en un plazo corto de tiempo, definido de la siguiente manera:

$$\text{TIEMPO DE RECUPERACION} = \text{INVERSION} / \text{BENEFICIO MENSUAL.}$$

Es necesario recalcar que la inversión total no incluye el incremento en mano de obra para el área de estiba. Este se restará del beneficio mensual para resolver la fórmula anterior. Así tenemos que :

$$\text{TIEMPO DE RECUPERACION} = 407,008 / (264,206.25 - 6,708).$$

lo que nos dará un tiempo de recuperación de 1.55 meses.

PUNTO DE EQUILIBRIO:

Se recurrió al análisis de punto de equilibrio para visualizar el beneficio económico de estas inversiones.

Se entiende por "Punto de Equilibrio" (PE) a la cantidad de producción que permitirá cubrir los costos fijos con la utilidad marginal (precio de venta menos costos variables). Es decir, en este punto todos los costos se cubren por completo. La producción que exceda de este punto se reflejará directamente en utilidades a la planta. De aquí, la fórmula utilizada es:

$$PE = CF / (PV - CV).$$

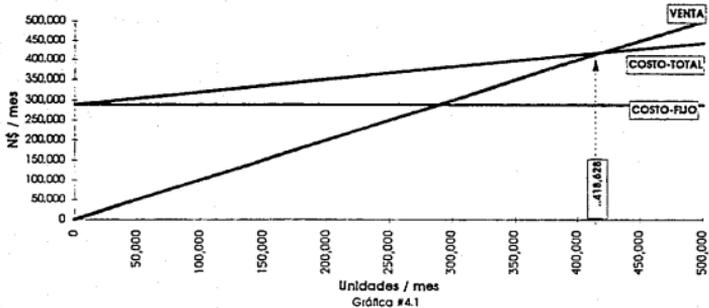
Con información aportada por la ladrillera "La Huerta" obtuvimos los costos de los factores involucrados que aparecen en la Tabla #4.2-. En ésta, las cantidades de la primera columna corresponden a los costos fijos y los de la segunda a los de los costos variables. Al final de la tabla se obtiene la suma de ambas columnas para sustituir sus valores en la fórmula anterior. El valor del precio de venta fluctua alrededor de N\$ 1.00.

TABLA #4.2		
	<u>CF</u>	<u>CV</u>
ELECTRICIDAD	17,500.	
GASOLEO	206,400.	
NOMINA	59,340.	
GASTOS ADMINISTRATIVOS	6,000.	
AGUA		0.0091
ARCILLA		0.30
	<u>289,240</u>	<u>0.3091</u>

Con estas cantidades, la fórmula queda de la siguiente manera:

$$PE = 289,240 / (1.0 - 0.3091) = 418,628 \text{ UNIDADES AL MES.}$$

PUNTO DE EQUILIBRIO



Gráfica #4.1

En las condiciones actuales de producción ya se opera por encima de la cantidad de equilibrio en 508,328 unidades mensuales. En las condiciones propuestas, esta cantidad excedente se eleva a 1,049,063 unidades mensuales, 1.8 veces la diferencia actual. Esto resulta en una situación más favorable para la empresa. (ver Gráfica#4.1)

PRODUCTIVIDAD

Finalmente, como se indica en las Propuestas al Sistema de Producción, se deben revisar los cambios en la productividad al realizarse las inversiones recomendadas. Para ello es utilizado el índice de productividad, tomando como base los tiempos obtenidos en los diagramas de flujo original y propuesto. Al dividir el tiempo original (1.455 minutos/ 100pzs.) entre el tiempo resultante (0.919, de lograrse la Producción Objetivo), se obtiene que el valor del índice de productividad es de 1.58; es decir, que en las condiciones propuestas existe un 58% de mejora con respecto a las condiciones actuales de operación.

Esto recalca la necesidad de realizar los cambios propuestos, ya que sin éstos, no es posible obtener la producción meta que origina el incremento en la productividad.

BIBLIOGRAFIA

- *Introducción al Estudio del Trabajo*
Oficina Internacional del Trabajo
Tercera Edición
Editorial Limusa
México 1992

- *Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión*
Raúl Coss Bu
Editorial Limusa
México 1985

- *Estadística*
Murray R. Spiegel
Serie Schaum
Editorial Mc Graw Hill
México 1983

- *Sistemas de Producción*
James L. Riggs
Editorial Limusa
México 1984

- *Procesos Básicos de Manufactura*
H.C. Kazanas, Baker Gregor
Editorial Mc Graw Hill
México 1983

- *Nueva Enciclopedia Temática*
Editorial Richards
México 1970

- *Ciencia y Tecnología*
Enciclopedia Británica de México
México 1988
- *Productividad:*
La Solución a los Problemas de la Empresa
David Bain
Editorial Mc Graw Hill
México 1990
- *Clay and Glazes for Potter*
Daniel Rhodes
Greenberg & Ambassador Books, LTD.
New York 1957