



**EVALUACIÓN DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
PROCESADORA DE CAFÉ TOSTADO**

TESIS

**PRESENTADA A LA
JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

RANDOLFO CHANG GRANADOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

Guatemala, septiembre de 1999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN DEL MONTAJE E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
PROCESADORA DE CAFÉ TOSTADO,**

tema que fuera aprobado por la dirección de la Escuela,
con fecha 9 mayo de 1994.

RANDOLFO CHANG GRANADOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1ro.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2do.	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3ro.	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL 4to.	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
VOCAL 5to.	Br. Mauricio Grajeda Mariscal
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Roberto Mayorga Rouge
EXAMINADOR	Ing. Luis Gilberto Pineda Sánchez
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Martínez Flores
EXAMINADOR	Ing. Jorge Chilo Siguere Rockstroh
SECRETARIO	Ing. Pedro Aguilar Polanco

Guatemala 21 de agosto 1998

Ingeniero
Arturo Estrada
Coordinador del Area Complementaria
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos.

Ingeniero Arturo Estrada:

Cumpliendo con lo resuelto por la Dirección, se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de Tesis titulado "EVALUACION DEL MONTAJE E INSTALACION DE UNA PLANTA PROCESADORA DE CAFE TOSTADO", desarrollados por el estudiante universitario Randolpho Chang Granados, previo a optar por el título de Ingeniero Mecánico.

El trabajo presentado por el estudiante Chang Granados, ha sido desarrollado cumpliendo con los requisitos reglamentarios, consultando la bibliografía adecuada y seguido las recomendaciones de la asesoría.

Por todo lo anterior, tanto el autor como la asesoría, somos responsables del contenido y conclusiones del presente trabajo de Tesis y en consecuencia, por medio de la presente me permito APROBARLO para los efectos de graduación del autor.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para testimoniar a Ud. Las muestras de mi mas alta consideración, suscribiendome como su atento y seguro servidor.


Ing. Miguel A. Zetina
Asesor

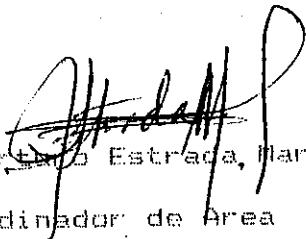
MAZ/bag



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Area de Materiales y Complementaria de la Escuela de Ingenieria Mecánica, luego de conocer la aprobación del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo titulado Evaluación del Montaje e Instalación de una Planta Procesadora de Café Tostado, del estudiante Randolpho Chang Granados, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. José Antonio Estrada, Martínez
Coordinador de Area

Guatemala, mayo de 1,995.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con el visto bueno del Coordinador del Área Materiales y Complementaria, al trabajo de tesis **Evaluación del Montaje e Instalación de una Planta Procesadora de Café Tostado**, del estudiante **Randolfo Chang Granados**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAR A TODOS

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

DIRECTOR



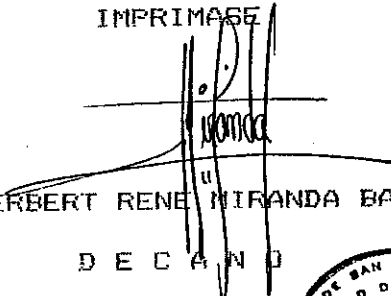
Guatemala, agosto de 1,999.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, Ingeniero Carlos Humberto Pérez Rodríguez, al trabajo de tesis titulado **Evaluación del Montaje e Instalación de una Planta Procesadora de Café Tostado**, presentado por el estudiante universitario **Randolfo Chang Granados**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRIMASE


ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS
D E C A N O

Guatemala, agosto de 1,999.



ACTO QUE DEDICO

Al Supremo Creador:

infinitos agradecimientos.

A:

mi padre

Emilio Chang Mory (Q.E.P.D.) Recuerdos.

mi tío:

Víctor Chang Mory (Q.E.P.D.) Recuerdos.

mi esposa:

Dinis Morales de Chang, por su amor, apoyo y paciencia.

mis hijos:

Yokmi Priscila, José Randolpho y Lin Desiree, inspiración de mis esfuerzos.

mis hermanas:

Anita, Emy y Yoklin Chang Reyes.

mis hermanos:

Jumy, Víctor, Cam Lin, Carlos Emilio y Federico Chang Yon.

Al profesional:

Ing. Miguel A. Zetina, por su colaboración.

A la USAC de Guatemala:

especialmente a la Facultad de Ingeniería
Escuela de Mecánica.

Con agradecimiento:

a todas aquellas personas que, en una u otra forma, colaboraron en mi formación profesional y humana, en especial al Lic. Mario Pellecer Chang.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
INTRODUCCIÓN	IX
1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y DEL EQUIPO	1
1.1 Transporte del grano y limpieza	1
1.1.1 Fajas transportadoras	1
1.1.2 Tarimas	2
1.1.3 Catadoras	3
1.2 El Tostado	3
1.3 La Molienda	4
1.4 El Empaque	5
2. LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	10
2.1 Localización de la planta	10
2.1.1 Aspectos de la distribución de la planta	11
2.1.2 Áreas requeridas de la planta	13

2.2	Distribución de la planta	14
2.2.1	Diagrama de la operación	14
2.2.2	Diagrama de flujo del proceso	15
2.2.3	Diagrama del recorrido	16
3.	INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA	23
3.1	Instalación de agua para el sistema de enfriamiento	23
3.1.1	Para tostadores	25
3.1.2	Para chimeneas	26
3.2	Instalación de líneas diesel para el sistema de combustión	27
3.2.1	Para el tanque de depósito	28
3.2.2	Para la bomba de diesel	29
3.2.3	Para los tostadores	30
3.3	Instalación de líneas de aire comprimido para el sistema neumático	32
3.3.1	Para sala de compresores	33
3.3.2	Para el tostador	35
3.3.3	Para empacadoras	36

4.	CIMENTACIÓN Y ANCLAJE	44
4.1	Armaduras y fosas	44
4.2	Placas de apoyo para nivelación	45
4.3	Anclaje y fundición	46
5.	GENERALIDADES DEL MONTAJE	49
5.1.	Ciclón mecánico	49
5.1.1	Ciclón de transporte del grano	50
5.1.2	Catadora	50
5.1.3	Zaranda	51
5.1.4	Ventiladores	51
5.1.5	Tostador	52
5.1.6	Molinos	53
5.1.7	Elevadores	54
5.1.8	Compresores	55
5.1.9	Chimeneas	56
6.	MONTAJE ELECTRICO	58
6.1	Acometida General	58
6.2	Panel General	59

6.3	Instalación eléctrica	61
6.3.1	Tostador	62
6.3.2	Ciclón	63
6.3.3	Catadora	64
6.3.4	Molinos	65
6.3.5	Elevadores	66
6.3.6	Empacadoras	67
6.3.7	Compresores	68
6.4	Métodos de montaje eléctrico	71
6.5	Selección de motores	72
6.6	Identificación de motores	74
CONCLUSIONES		78
RECOMENDACIONES		80
BIBLIOGRAFÍA		81
APENDICES		83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

No.	Título	Pág.
1.	Balanza o báscula industrial	6
2.	Tarimas	7
3.	Catadoras	8
4.	Elevadores	9
5.	Distribución de la planta	17
6.	Diagrama de operaciones	18
8.	Diagrama de flujo	19
10.	Diagrama de recorrido	22
11.	Diseño de la red en circuito abierto	43
12.	Cimentación y anclaje	48
13.	Diagrama unifilar	76
14.	Tostador	77

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Título	Pág.
I.	Consumo de aire / cm de carrera de cilindro	42

GLOSARIO

Amp.

Corresponde a la corriente eléctrica en amperios y se da para cada tensión de servicio en particular.

Ciclos

Es la frecuencia por segundo. En Guatemala se utiliza la frecuencia normalizada de 60 cps o Hertz (Hz).

CFM

Consumo de aire en litros por minuto.

F.P.

Factor de potencia. Éste, generalmente, se debe conservar en valores que oscilen entre 0.8 y 0.9. en algunos casos viene identificado como Cos (ángulo).

H.P.

Caballos de fuerza. Esta magnitud indica la Potencia del motor.

MOD

Modelo específico del fabricante que identifica a un grupo de motores idénticos.

RPM

Revoluciones por minuto a que gira el eje del motor.

Serie

Identificación específica del motor. No pueden haber dos motores con el mismo número de serie.

Voltios

Es la tensión de servicio a la cual el motor puede operar (generalmente viene provisto para dos tensiones menor y mayor).

INTRODUCCIÓN

Un ingeniero mecánico, al intentar solucionar problemas técnicos en una planta, se da cuenta que posee poca información al respecto. Esta situación se puede observar en una planta procesadora de café tostado.

En esta planta participé en el traslado, instalación y montaje de la misma y comprobé las dificultades que tiene un ingeniero mecánico para solucionar problemas técnicos derivados de estas actividades.

Estos problemas técnicos se derivan por falta de información, desconocimiento de métodos apropiados, etc. Encontrándose únicamente con lo convencional y no así el obtener buenos resultados. Para contrarrestar el efecto de los problemas técnicos, es necesario un proyecto de asesoría técnica, esta ayudaría al gremio; además ayudaría al desarrollo industrial guatemalteco, pues el café es uno de los principales recursos agrícolas tradicionales del país.

En este trabajo se presenta un proyecto de asesoría técnica. En él se describe el proceso y equipo, también la localización y distribución de la planta. Después se describe como se instala la maquinaria y como se hace el montaje en la planta procesadora de café tostado.

1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y DEL EQUIPO

En toda industria o empresas se da un proceso de reestructuración, ya sea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación, esto es para lograr un funcionamiento más eficaz y competitivo. De esta manera es útil presentar en forma clara y lógica la información actual relacionada con el proceso de fabricación café tostado y del equipo.

1.1 Transporte del grano y limpieza

El producto o materia prima que se utiliza en una tostaduría es café beneficiado. El proceso se inicia con el recibimiento de la materia prima, donde ésta es descargada y pesada en básculas, éstas pueden ser desde una báscula con capacidad de 100 libras hasta una plataforma con capacidad de 600 libras o más **ver figura 1.**

1.1.1 Fajas transportadoras

Son importantes pero no indispensables, ya que pueden ser sustituidas por tablonés. Éstos como se indica en el inciso anterior,

sirve para facilitar el estibado sin mucho esfuerzo y en menos tiempo. Ésta consiste en una faja que gira sobre una polea, accionado con un motor de 1/2 H.P y un brazo graduable.

1.1.2. Tarimas

Son camas de madera que se emplean para aislar el café, del contacto del suelo dándole una ventilación adecuada.

Preferiblemente deben tener una medida de 1 metro de ancho por 1 metro de largo y 15 centímetros de altura.

Luego de clasificada para después colocarlas en las bodegas de materia prima, por lo regular, en áreas disponibles bajo las normas de seguridad mínima. Los sacos son aperchados en camas de madera para estibarlos con facilidad y mantenerlos con una ventilación adecuada, ver figura 2; luego, es transportado a unas tolvas diseñadas para cargas continuas de 400 libras a 500 libras.

Estas cargas son transportadas por ventiladores de succión por tuberías de lámina galvanizada en tramos de 5 hasta 10 metros y, luego, son depositados en las máquinas CATADORAS, cuando se depositan en

esta máquina se inicia el proceso de limpieza del grano donde por medio de tamices y la acción de vibraciones y sopladors se separan la cascarilla del grano y la basura. Luego esta cascarilla y basura por medio de succión, son depositadas en un lugar donde son pesadas para restar el peso obtenido del peso bruto del producto.

1.1.3 Catadoras

Las catadoras (**Ver figura 3**) son máquinas neumáticas que depuren los gramos que no pesan o, sea, que no han desarrollado por diversas circunstancias, tales como quebrados, cerezos, verdes, vanos y argeños.

1.2 El tostado

Cuando el producto está libre de cascarilla y basura se transporta por medio de tubos de succión a la tolva de carga del tostador por medio de cilindros neumáticos dichos cilindros están incorporados al tostador que cargan, automáticamente. Los tostadores en nuestro ejemplo son cámaras cilíndricas horizontales que rotan en forma continua para efectuar un tostado parejo del grano y, estos, constan de quemadores diesel que efectúan la combustión y elevan la temperatura, sus

controles eléctricos son automáticos; como ejemplo, en este caso, un tostador PROBAT dicho tostador consta de un enfriador de aspas al efectuar la descarga del producto. Este tipo de tostador puede ser operado por una persona capacitada que puede determinar el tiempo necesario del tostado y el color de tueste.

Al descargar el producto inmediatamente tiene que ser enfriado por las aspas y, al mismo tiempo, lo deposita por medio de succión a unas tolvas aéreas para poder facilitar el llenado de los sacos, asignándoles el peso indicado, por lo regular en sacos de 100 libras.

1.3 La molienda

La molienda del producto se realiza después que pesamos los sacos del café tostado; éste se clasifica dependiendo de la calidad del producto, el cual puede ser café popular o café de primera. El paso siguiente es que la molienda se efectúa, por lo regular, en molinos de disco que pueden ser de diferentes modelos y tipo, dependiendo de la capacidad que queramos moler; este proceso se realiza con la supervisión de una persona y un ayudante, luego, estos molinos de disco pueden estar acoplados a elevadores (Ver Figura 4) de cangilones que trabajan por medio de motores reductores que elevan el producto a unas tolvas áreas

para depositar el café y, por gravedad, facilitar la tarea del empaque para, luego, iniciar el proceso de empaquetado.

1.4 El empaque

En este proceso tiene que haber un supervisor para revisar una o varias máquinas empacadoras automáticas, dependiendo del modelo, tipo y capacidad de empaque, por lo regular, son máquinas neumáticas que tienen la capacidad de empacar, cortar y sellar la bolsa con un peso determinado, el material de empaque que se utiliza, puede ser polipouch y polietileno.

FIGURA 1.

Balanza o báscula industrial

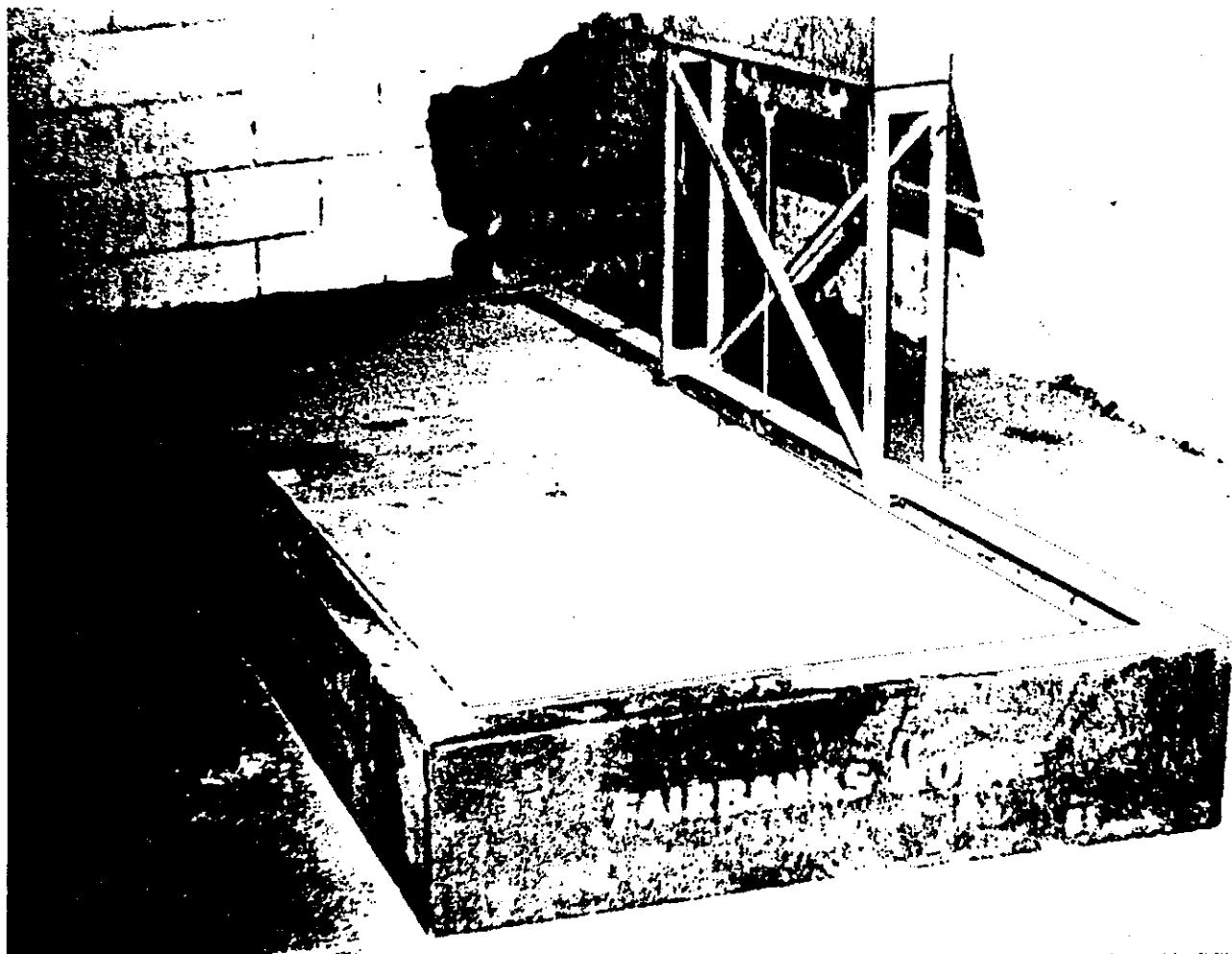


FIGURA 2.

Tarimas



FIGURA 3.

Catadora

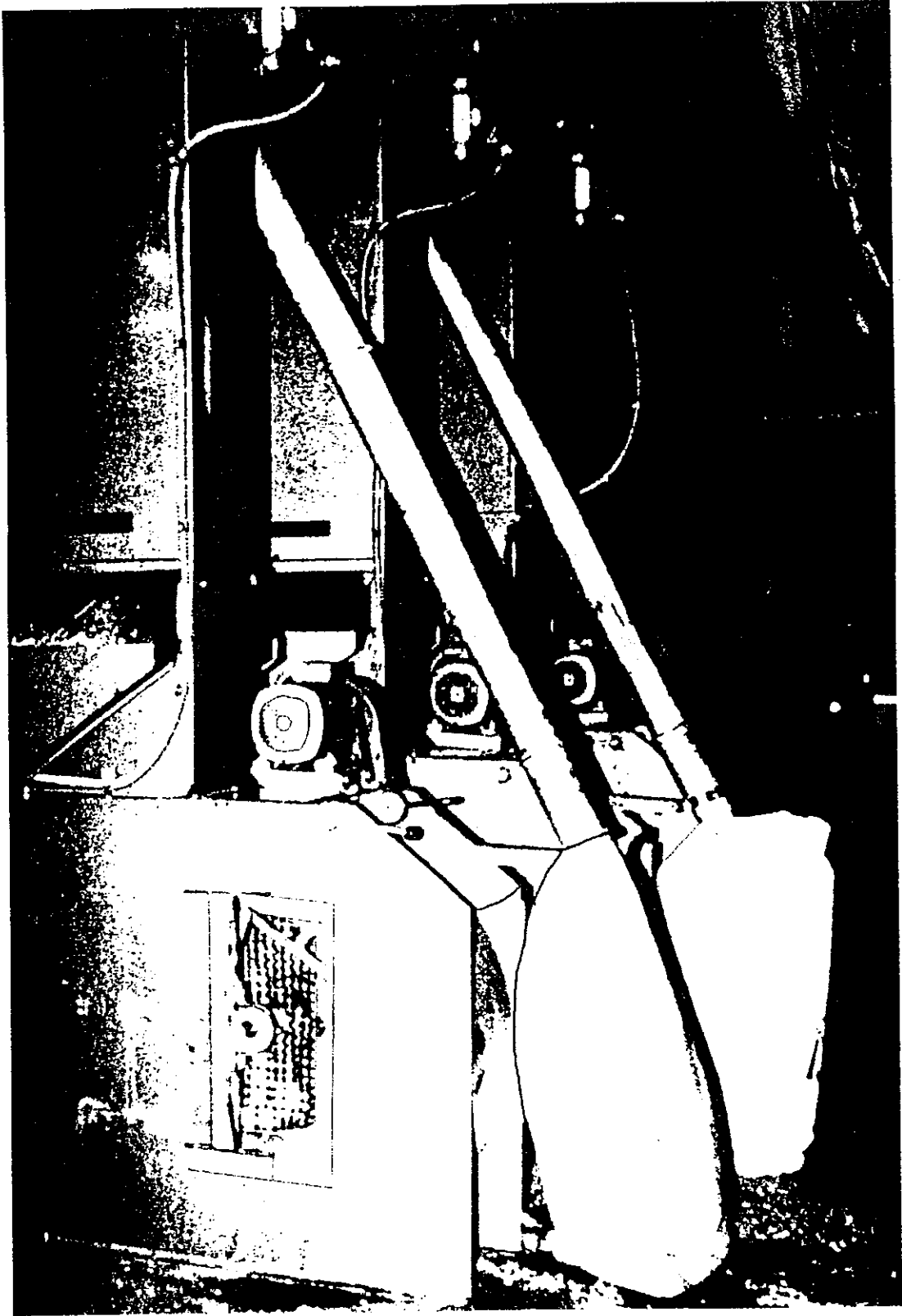
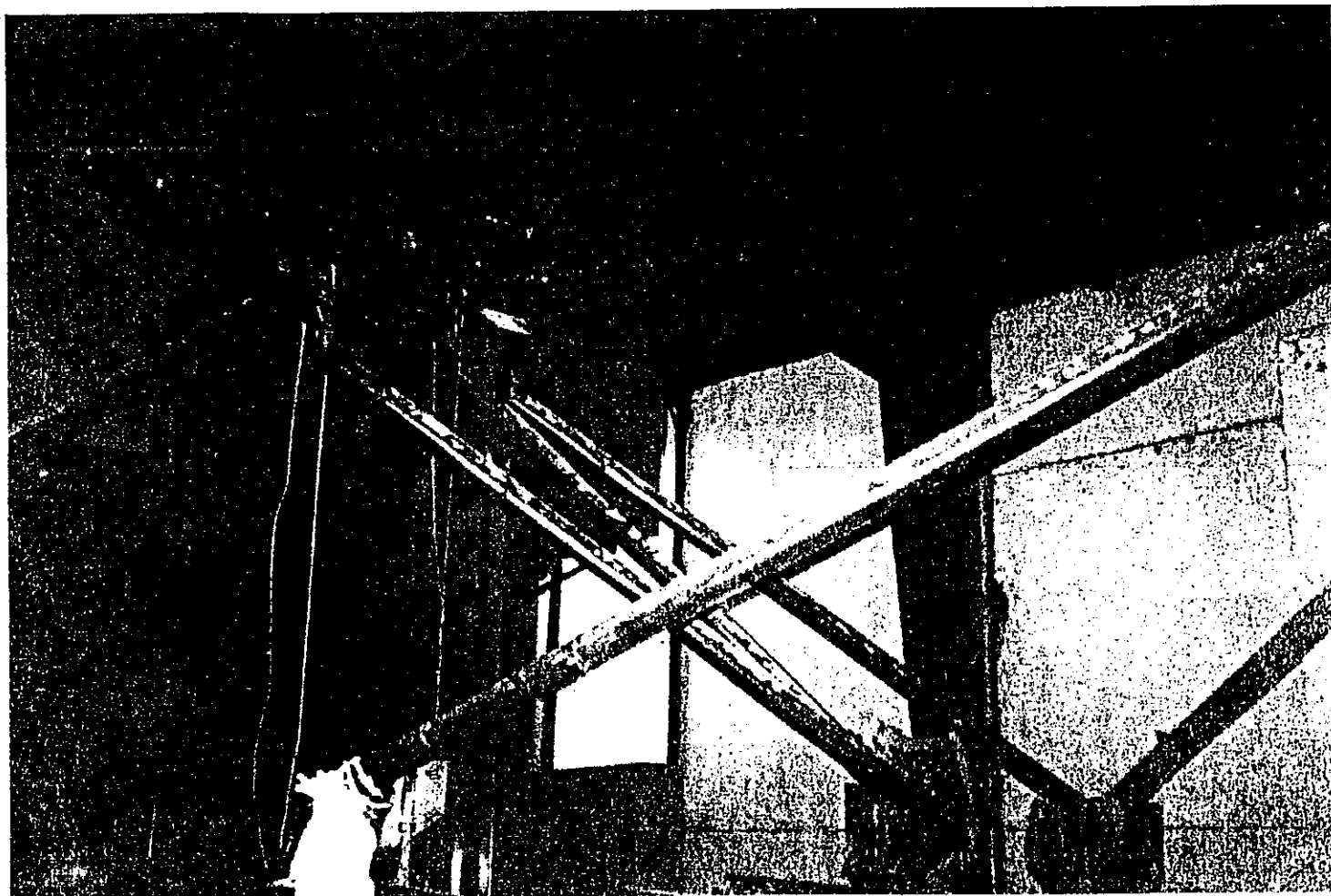


FIGURA 4.

Elevadores



2. LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

El estudio que se hace para determinar el sitio o el lugar más conveniente, para el establecimiento de una planta, se hace considerando las operaciones desde el punto de vista económico como administrativo.

La localización se hace solo una vez, que cumpla con los factores considerados y es una decisión difícil de la que puede depender el éxito, para esto es necesario:

- definir el producto,
- seleccionar el equipo y distribuirlo en forma óptima según la necesidad,
- diseñar el edificio,
- determinar el sitio, terreno.

2.1 Localización de la planta

Un estudio interno de la empresa, es necesario para determinar los factores más importantes para la localización de la planta y dar una medida aproximada de su importancia relativa al mercado; esto se hace

por medio de requerimientos basados en la disponibilidad y costos de materiales, costo de energía y disponibilidad a combustibles.

2.1.1 Aspectos de ubicación industrial

Un estudio del reconocimiento inicial de una planta de café, tostado, es necesaria, para recopilar toda la información como se produce y el nivel de productividad que se desea lograr. Para ello, se define el producto como una bebida de café popular que es el punto de partida, así, tomar en cuenta el espacio físico con que se cuenta, para el área de producción y bodegas.

Según la información recopilada debemos asociar una serie de factores que son importantes para poder localizar una planta de café, en este caso exponemos los siguiente datos cuantitativos de mucho peso para poder tomar una decisión.

CLIENTES, sabemos que el 60% de los clientes se encuentran en el Sur Occidente del País.

PROVEEDORES, los proveedores de materiales, repuestos y equipo entre otros, para el mejor funcionamiento de una planta indican que el 100% están localizados en la Ciudad Capital.

MANO DE OBRA, indica que tanto la mano de obra calificada para trabajar en una tostaduría de café, como la mano de obra no calificada proviene de la Ciudad Capital.

MATERIA PRIMA, se sabe que la materia prima proviene de los beneficios del Occidente del País.

SERVICIOS, todos los servicios necesarios para el buen funcionamiento de una tostaduría de café se encuentran ubicadas en la Ciudad Capital.

VIAS DE COMUNICACION, en términos generales, las vías de comunicación en Guatemala se encuentran en estado aceptable.

COMPETENCIA, la mayoría de las tostadurías están ubicadas en la Ciudad por la facilidad para facilitar sus operaciones.

Con la ayuda de los factores anteriores y, haciendo una asociación aparente, se puede llegar a la conclusión de que la localización para una tostaduría de café, puede ser en la periferia de la Ciudad capital tomando en cuenta los factores anteriores para disminuir en parte la contaminación ambiental.

Se puede hacer una evaluación por puntos dando un valor relativo a cada aspecto y compararlo con dos o más opciones.

2.1.2. Áreas requeridas de la planta

Inicialmente, la planta se encuentra sin maquinaria, equipo, departamentos, personal, etc. Por lo tanto es indispensable hacer un plano para distribución de la maquinaria y de él sea requerida tomando en cuenta los procesos de producción del café tostado antes mencionado que son: transporte, limpieza, tostado, molienda y empaque; luego, se traza un diagrama de recorrido sobre el plano de distribución y así observar lo que con este tipo de diagrama se puede analizar. De la distribución, colocar en seguida se pueden optimizar los tiempos de producción y aumento de la productividad, donde se puede apreciar el ahorro de movimientos y el mejor aprovechamiento de los espacios.

Prácticamente, una de las partes más importantes en el desarrollo de los proyectos es llegar a diseñar la función de producción máxima. Luego de analizar la distribución de la maquinaria tiene que tomarse en cuenta las instalaciones de servicio, que son: electricidad, agua, aire comprimido y diesel.

2.2 Distribución de la planta

Un buen diseño de un Proceso Productivo, necesita una buena distribución de equipo en la planta. Ver figura 5.

Lo anterior requiere distribuir el desarrollo de las áreas de trabajo de tal manera que la localización del equipo coadyuve a una mejor economía durante el proceso de manufactura que ejecute. En general, la distribución del equipo representa una comunión o combinación de ellos que pueden ser:

- 1) distribución de equipo en línea recta según el producto, y
- 2) arreglo funcional de acuerdo con el tipo de proceso.

2.2.1 Diagrama de operaciones

Las gráficas de proceso de las operaciones ayudan a visualizar las relaciones entre las muchas operaciones de un complicado proceso; la

gráfica del proceso de flujo utiliza los mismos símbolos, pero, incluye más detalles en cuanto al movimiento y demora de los materiales en proceso **ver figuras 6 y 7.**

2.2.2 Diagrama de flujo del proceso

Este diagrama representa en forma gráfica y cronológica con toda la información de manufactura. Se deben efectuar estudios de cada fase de la operación tendiente a lograr una mejora. El procedimiento recomendable es considerar en forma industrial cada paso, del método de fabricación actual y analizarlo con el propósito específico de mejorarlo, considerando los puntos cruciales en este análisis. Una vez analizado cada paso, se debe reconsiderar todo el proceso en forma global, teniendo en mente una mejora general.

Cuando se analiza un diagrama de flujo, hay que tener siempre en mente que un producto que ha sido manejado de la manera más adecuada es qué producto se ha manejado, manualmente, lo menos posible, ya sea que las distancias o el número de movimientos sea grande o pequeño, los puntos que hay que tomar en cuenta para lograr una reducción del tiempo y la energía que se consume en el transporte del material son:

- 1) reducir el tiempo que se emplea en operaciones de recolección abastecimiento de material,
- 2) usar, al máximo, el equipo mecánico para el manejo de material,
- 3) mejor uso del equipo existente para el manejo de material,
- 4) mejor cuidado en el manejo de material. **ver figuras 8 y 9.**

2.2.3 Diagrama de recorrido

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de proceso, pues es aquí donde puede trazarse el recorrido de todas las operaciones, del proceso de la planta de café tostado.

Esta es una representación objetiva o topográfica de la distribución de zonas, donde se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de proceso.

Ver figura 10. Esta figura muestra una planta supuesta, a escala 1:100, las medidas son aproximadas.

FIGURA 5.

Distribución de la Planta

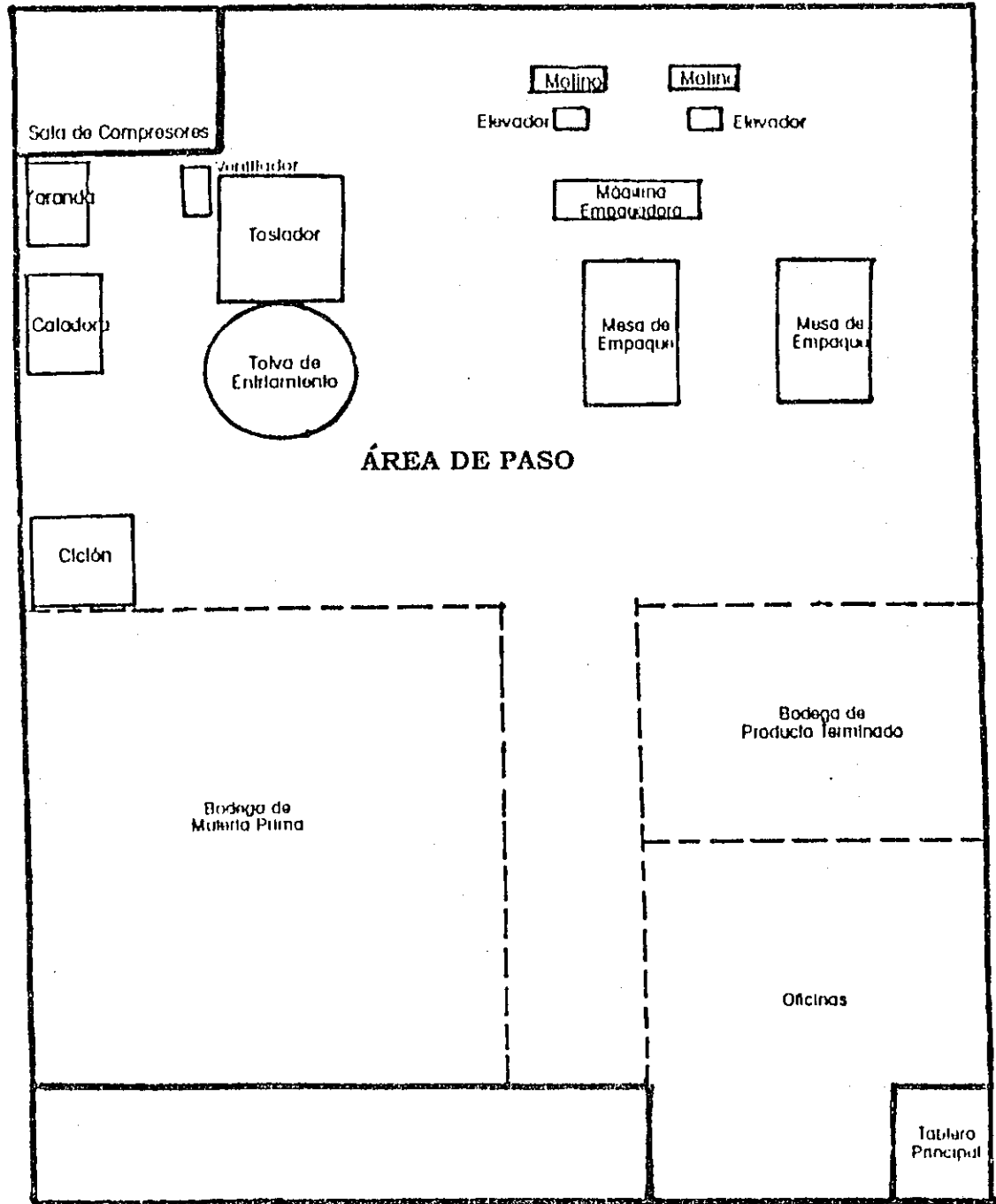


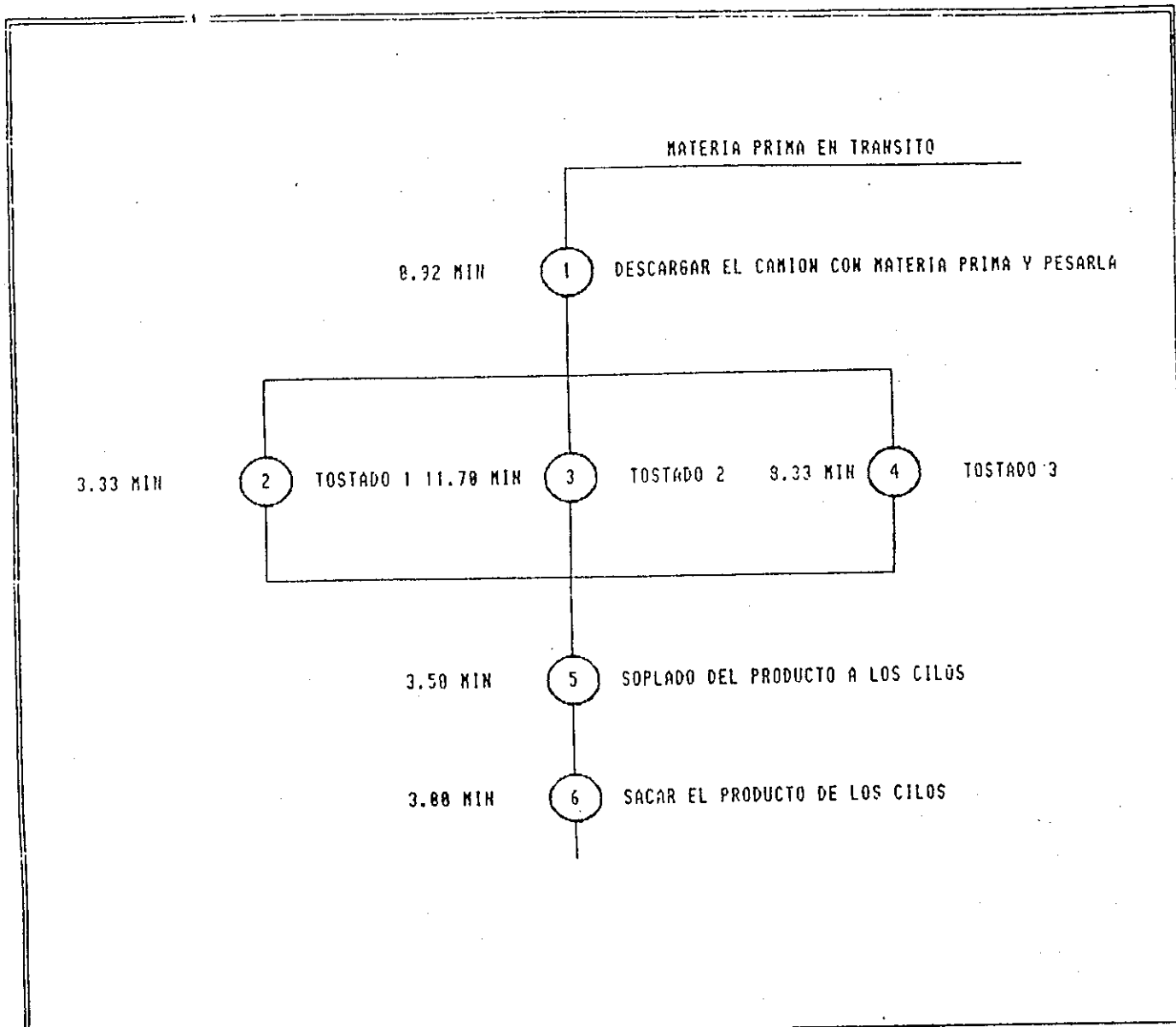
FIGURA 6.

DIAGRAMA DE OPERACIONES

HOJA No. 1/2

OBJETIVO : PROCESO DE FABRICACION ACTUAL
 PRODUCTO : CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO 15 CENTAVOS
 INICIO DEL PROCESO : INGRESO DE MATERIA PRIMA

SECTOR : PRODUCCION
 PRESENTACION : INDIVIDUAL
 FINAL DEL PROCESO : BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO



Resumen		
EVENTO	#	TIEMPO
OPERACION	0	
INSPECCION	0	
TRANSPORTE	0	
ALMACENAJE	0	
DEMORA	0	

Notas:

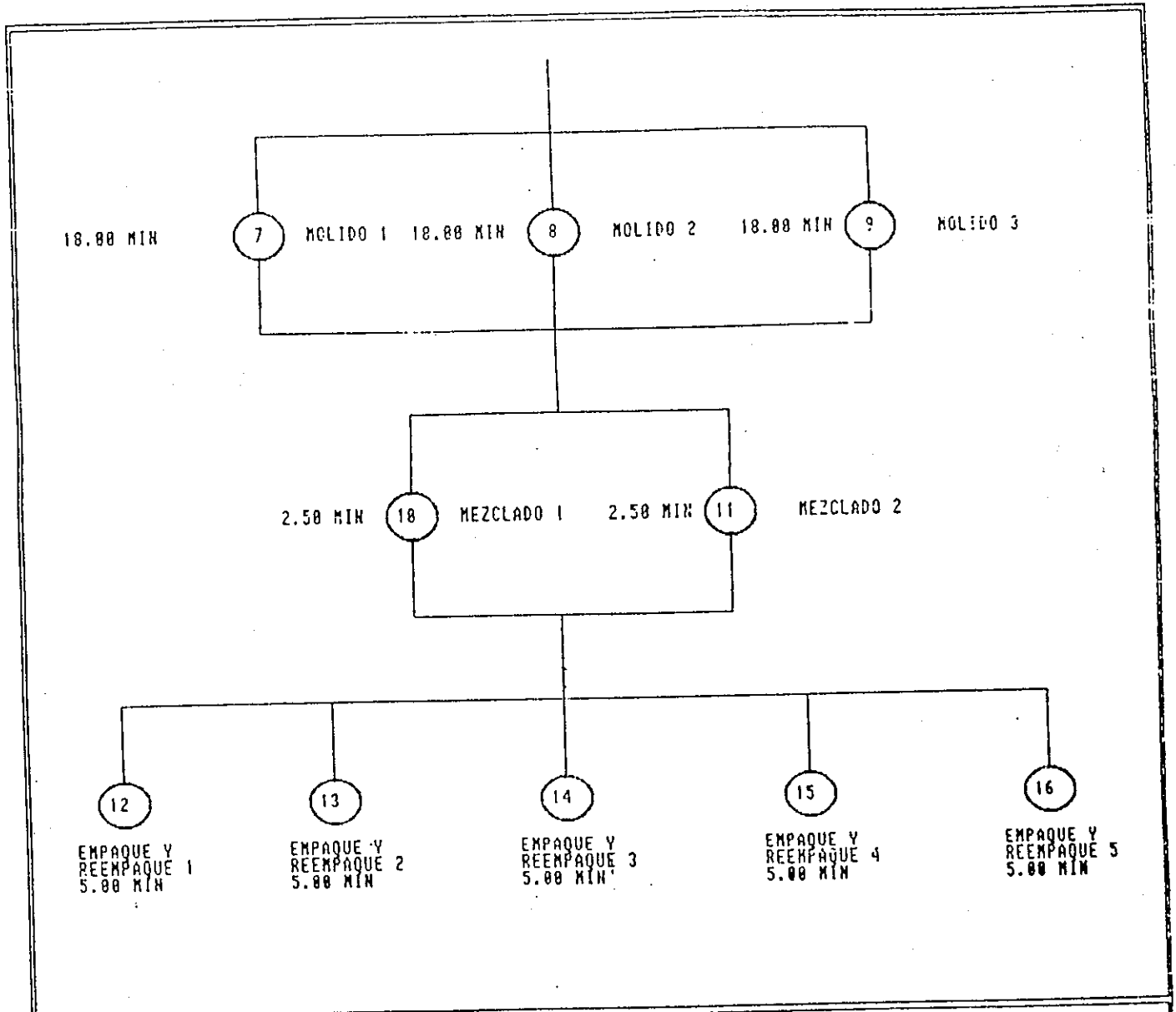
FIGURA 7.

DIAGRAMA DE OPERACIONES

HOJA No. 2/2

OBJETIVO : PROCESO DE FABRICACION ACTUAL
 PRODUCTO : CAFE TOSTADO Y MOLIDO
 INICIO DEL PROCESO : INGRESO DE MATERIA PRIMA

SECTOR : PRODUCCION
 PRESENTACION : INDIVIDUAL
 FINAL DEL PROCESO : BODEGA DE PRODUCTO TERMINADOS



Resumen		
EVENTO	#	TIEMPO
OPERACION	16	44.62
INSPECCION		
TRANSPORTE		
ALMACENAJE		
DEMORA		

Notas:

FIGURA 8.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

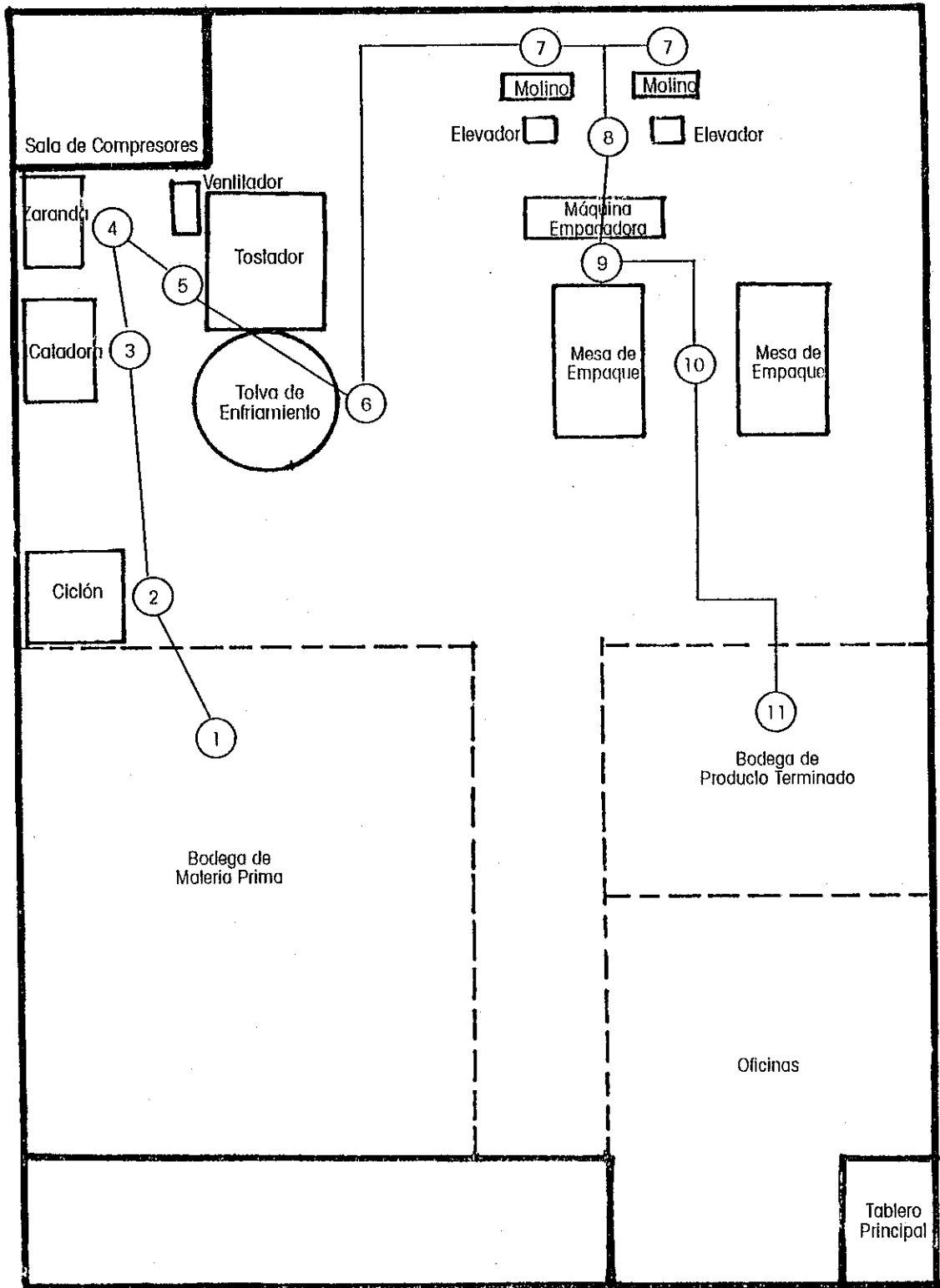
OBJETIVO : PROCESO DE FABRICACION ACTUAL
 PRODUCTO : CAFE TOSTADO Y MOLIDO
 INICIO DEL PROCESO : INGRESO DE MATERIA PRIMA

SECTOR : PRODUCCION
 PRESENTACION : INDIVIDUAL
 FINAL DEL PROCESO : BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

EVENTO					1 = Operacion 2 = Inspeccion 3 = Transporte 4 = Almacenaje 5 = Demora	DESCRIPCION	TIEMPO (MINS)
1	2	3	4	5			
X						DESCARGAR EL CAMION Y PESAR LA MATERIA PRIMA	0.92
		X				TRANSPORTE DEL PRODUCTO A LA TOLVA	0.25 ¹
X						TOSTADO, ENFRIADO, PESADO EN TRES TOSTADORES	11.70
		X				TRANSPORTE DE LOS BACHS	6.33
X						SOPLADO DEL PRODUCTO	3.50
				X		DEMORA POR ALMACENAMIENTO TEMPORAL	3.50
X						SACAR EL PRODUCTO DE LOS CILOS	3.00
		X				TRANSPORTE DEL PRODUCTO A LOS MOLINOS	0.10
X						MOLER EL PRODUCTO	10.00
				X		DEMORA ANTES DE SER MEZCLADO	0.20
X						MEZCLADO DEL PRODUCTO	2.50
		X				TRANSPORTE AL TORNILLO SINFIN	6.00
Resumen					Notas: VER EL RESUMEN EN LA SIGUIENTE PAGINA		
EVENTO	#	TIEMPO					
OPERACION							
INSPECCION							
TRANSPORTE							
ALMACENAJE							
DEMORA							

FIGURA 10.

DIAGRAMA DE RECORRIDO



3. INSTALACIONES DE LA MAQUINARIA

Para todo tipo de instalación de maquinaria en la industria, en general, son importantes las instalaciones, tanto de agua, diesel, y aire para poner en perfecto funcionamiento el equipo, puesto que las instalaciones tienen que estar diseñadas y previstas la seguridad de máxima importancia durante la instalación, para la puesta en marcha y el funcionamiento del equipo, tal proceso empieza en el diseño, selección de material y aplicaciones adecuadas para manejar el tipo de carga que se desea impulsar.

3.1 INSTALACIÓN DE AGUA PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Se acostumbra clasificar a los sistemas de abastecimiento y distribución de agua, en instalaciones prediales de acuerdo con la existencia o no de una separación perfectamente definida entre la red pública y la red interna de la planta. Así mismo el sistema de distribución directa cuando la red pública tiene presión suficiente y se asegura una descarga permanente y abundante.

La red interna es una extensión de la red pública y la distribución interna es ascendente y se aplica en este caso.

Sin la red pública tiene un servicio intermitente con precisión reducida. Se adopta por depósito o cisterna hidroneumática para las variaciones en el horario de consumo.

Un criterio de consumo o gastos indica que la capacidad de las bombas sea del 15% del consumo diario, es decir que funcionen solamente 6.6 horas diarias, lo que resulta para el cálculo del gasto el cociente entre el consumo total diario y 6.66 horas.

Para la instalación de agua potable en una planta es indispensable, ya que necesita para los diferentes servicios en la planta. Como medida de precaución y ante la posibilidad de una falta de precisión de la ciudad o de una cantidad de agua insuficiente para atender la demanda, es conveniente poseer una reserva de agua en un tanque estacionario con bomba hidroneumática.

3.1.1 Para tostadores

Para los tostadores es necesario diseñar un sistema de distribución de agua que sale de la columna alimentadora; es necesario hacer la instalación con tubería galvanizada de media pulgada, dicha tubería debe ser instalada en un lado del tostador para uso del operador del mismo.

El uso principal del agua en los tostadores es para acelerar el proceso de enfriamiento del café, por medio de aspersores, esto se realiza en la descarga del tostador y también para prevenir cualquier incendio ya que el café es altamente combustible en el proceso de tostado.

DESARROLLO DE CÁLCULO, agua para sistema de enfriamiento

El servicio municipal de agua, por ejemplo: para una instalación es de 1 paja de agua, para la planta.

1 paja	60,000 litros
1 metro	1,000 litros
60 m ³	1 paja de agua

Gastos del tostador No. de tostadas al día = 13

20 Seg. P/tostada

$13 \times 20 = 260 / 60 \text{ seg.} = 4.32$ 5 minutos al día

Gasto 10 a 15 segundos = 1 litro * 4 = 4 litros P/Minuto.

Gasto diario = 4 litros * 5 = 20 litros al día = 5 gal/día

$24 * 5 \text{ galones} = 120 \text{ gal/día}$

Gasto mensual = 120 gal 500 litros

P/tostador y chimenea = 500 litros

Gasto normal planta = 1000 litros

T O T A L = 1500 litros

En condiciones normales se recomienda un tanque cisterna de 5,000 litros para consumo normal del 40% día, durante 8 horas al día.

Volumen útil calculado en función del gasto de la bomba y continuando un período de descanso, tendrá un volumen útil correspondiente a 40 veces el gasto de la bomba, cuando tuviera la capacidad de 37 litros P/ minuto o 30 veces.

3.1.2 Para chimeneas

La distribución del agua a partir de un depósito de distribución se lleva a cabo por un sistema de tubería que comprende: ramales que son

tuberías que salen de la columna distribuidora y abastecen las diferentes áreas de la planta, por ejemplo: área de bodega principal, bodega producto terminado, área de proceso, área de trabajo. El caso es que las tuberías están contempladas para reservas de incendios, ejemplo: las chimeneas del tostador, aquí se elabora un esquema vertical con sus respectivas tuberías de hierro galvanizado y válvulas de descarga hasta la parte superior de la campana de las chimeneas, previstas también de aspersores para ser accionadas en cualquier momento, como método de prevención de probables incendios.

3.2 Instalación de líneas de diesel para el sistema de combustión

Para la elaboración de un proyecto de instalación de diesel combustible es necesario considerar diversos elementos; solucionados de manera progresiva.

Secuencia de trabajo:

- a. determinación del sistema de abastecimiento,
- b. determinación del gasto del equipo de consumo,
- c. esquemmatización de la red de distribución,
- d. cálculo de la red,
- e. material a emplear y equipo.

3.2.1 Para el tanque de depósito

El abastecimiento por medio de tanques estacionarios en grandes o medianas fábricas donde el consumo fuera elevado, los tanques de depósito deben estar localizados fuera del edificio a una distancia mínima de 7.5 mts. y de acuerdo con las capacidades con los mismos en un lugar de fácil acceso para el camión tanque de abastecimiento.

La determinación de los consumos en este caso para los tostadores de café, debe ser determinada, si fuese posible, directamente por el propio fabricante del aparato. Si no por medio de consumos diarios y midiendo el nivel del tanque en galones; ya sea por hora o por día para establecer los promedios de consumo y, así, entender la demanda de diesel de abastecimiento del proveedor.

En instalaciones de diesel todos los ramales deben obedecer a una pendiente de 0.15% en el sentido de los alimentadores verticales a manera de dirigir los condensados para el tanque de depósito y teniendo que ubicar una tubería vertical para liberar los gases comprimidos del diesel del tanque de depósito. Los tubos deben estar firmemente fijados por medio de apoyos y abrazaderas obedeciendo los siguientes espaciamientos:

Tuberías

1/2".....cada 2 mts.

3/4".....cada 2.5 mts.

1 1/4".....y mayor de cada 3 mts.

Los alimentadores deben instalarse, siempre que sea posible, a la vista o en lugares de fácil acceso para el mantenimiento.

No se debe pasar por ningún tubo, ya sea a la vista o empotrado por chimeneas, depósitos, ductos de aire acondicionado; en el de supervisión de tuberías de diesel deben estar apartadas a 80 cm. como mínimo, de las demás.

3.2.2 Para la bomba diesel

Como medida de precaución y ante la posibilidad de una falta de presión en la red o una cantidad insuficiente de diesel, para atender la demanda máxima se debe poseer un depósito elevado.

Algunos autores recomiendan un depósito elevado con una capacidad que oscila entre el 25 y el 40% del consumo diario, sin embargo, es más conveniente que la capacidad del depósito sea

calculada en función de la demanda máxima probable que a, su vez, depende del número de aparatos de consumo uno o varios tostadores.

De esta manera, poseer una bomba o dos para el llenado de depósito elevado, donde hay que determinar la capacidad de cada bomba.

Existen varios criterios para determinar la capacidad de la bomba, subirán el diesel del depósito estacionario al depósito superior. Conviene notar que cualquiera que sea el criterio a adoptar se debe emplear, como mínimo, dos bombas para trabajar en forma alterna y la otra bomba como reserva para un caso de emergencia.

3.2.3 Para los tostadores

El trazado de la red interna de distribución de diesel es de gran importancia, pues, requiere de medidas de protección y seguridad, que no son consideradas en otros sistemas de distribución.

El trazado de la red debe ser, lo más recto posible, a manera de evitar los cambios de dirección en doble sentido. La red interna de distribución debe ser calculada con diámetros que permitan absorber el

consumo máximo de los aparatos instalados y con una pérdida de cargas entre el medidor o la central de abastecimiento y el aparato más distante, que no exceda de 10 mts. de columna de agua, en cualquiera de los casos, el cálculo para el dimensionamiento debe iniciarse con y desde el aparato más distante.

Desarrollo de cálculo y consumo diesel para el quemador del tostador

Modelo _____ del _____ quemador

Modelo : 301 CRD

Capacidad : 3.7 GPH

Especificaciones

Motor de ¼ Hp.

RPM 3.450

Corriente 120 v 60 Hz

Tiempo de producción = 8 horas al día

1 tostada = 20 a 25 minutos

tiempo de enfriamiento – 8 minutos / tostada

1 Hr. = 60 min Tiempos muertos = 143 minutos (durante las comidas, servicio sanitario y otros).

8 Hrs. = 480 Min. Horas trabajo TM = 2.38 horas

Tiempo real al día = 337 Min (480 Min – 143 Min)

Tiempo tostado promedio = 25 Min.

Totales al día = 13 tostadas

$337 / 60$ Tiempo al día / hora = 5.6 = 6 horas de tostado

Diesel al día = 6 horas * 5 galones = 30 galones al día

Consumo semanal = 30 * 5 = 150 gal. Semanal

Consumo mensual = 600 gal. Mensual

Se recomienda un tanque estacionario de 500 galones para llenarlo cada semana o, quincenalmente.

3.3 Instalación de líneas de aire comprimido para el sistema neumático

Para proyectar la red de distribución de una instalación de aire comprimido en la planta de café tostado, es necesario: primero, estudiar todas las aplicaciones del aire comprimido y pasarlas a un plano en planta en donde se dejarán localizadas. Además de esto, se puede incorporar con la ayuda de un cuestionario en el cual quedan reflejados todos los valores correspondientes al caudal y a las pérdidas de presión

permisibles en cada elemento integrante de la instalación, facilitando con ello, la visión en conjunto del límite de pérdida de presión con que se contará y, así mismo el caudal del aire que se necesitará.

Es preciso no olvidar que el máximo grado de utilización de la capacidad de producción de un sistema neumático depende, en gran manera, de un correcto diseño, su origen, siendo, por lo tanto, necesario, perfilar las características del proyecto e identificación de su contenido antes de pasar a la práctica.

3.3.1 Para sala de compresores

La sala de compresores es el centro neurológico de producción del aire comprimido desde el cual se envía, por toda la fábrica, la energía neumática en un proceso de expansión, dando potencia a los equipos y elementos acondicionados por aire comprimido.

Una sala de compresores consta de compresor o compresores funcionando en paralelo, refrigerado por agua o aire, secador de aire (si es necesario, aunque siempre es recomendable) válvulas automáticas de desague, mandos de regulación y calderin; además de algún otro aditamento aconsejable por la firma suministradora de los compresores,

en la figura se detalla un plano constructivo con cotas en mililitros en una sala de compresores para dos grupos centralizados en 30 cv. cada uno. Ubicación de la sala de compresores, la elección del lugar apropiado para construcción de la sala de compresores dependerá, en gran manera de la longitud y envergadura de la red de distribución del aire comprimido. En principio, siempre se elegirá la zona Norte, es decir, la parte más fría de la fábrica con el objeto de tomar el aire exterior de aspersion tan bajo de temperatura como sea posible, otra razón es que, debiendo situarse el calderín en el exterior de la fábrica en virtud de las normas vigentes sobre recipientes de presión, si se emplea a la zona Norte donde haya casi siempre sombra, la temperatura ambiente contribuirá al enfriamiento del aire comprimido; para los compresores, se debe elegir un local cerrado pero bien ventilado y lo más exento posible del polvo y la suciedad.

Cuanto más baja sea la temperatura ambiente en la sala de compresores, mejor será la disipación del calor cedido por el compresor durante la compresión. A ella puede ayudar la colocación de rendijas de ventilación combinadas con algún ventilador o tiro forzado en el techo, con el objeto de establecer una corriente de aire de abajo hacia arriba que elimine el calor barrido por el aire de ventilación, se recomienda que la temperatura de sala oscile entre los 30 a 38 grados centígrados. Una

vez concretadas las necesidades del aire comprimido es muy importante considerar el número de compresores a instalar, haciéndose la pregunta Se debe elegir un compresor o varios?, aunque los compresores son máquinas simples o robustas, requiere conservación y puede ser necesario retirarlas del servicio, para mantenimiento y a éste se retira de servicio se debe tener una de reserva de la misma capacidad para hacer frente a todas la necesidades.

Una solución puede ser instalar tres máquinas de igual capacidad y que cada una de ellas sea capaz de suministrar la mitad de las necesidades totales del aire. Dos compresores estarán en funcionamiento mientras otro está en reserva, o puede ser uno trabajando y el otro en reserva dependiendo de las necesidades del consumo y, así, se tiene la seguridad de un trabajo continuo o poder alternar, periódicamente, los grupos instalados con el siguiente beneficio para los mismos.

3.3.2. Para el tostador

Al haber proyectado la red de distribución de aire comprimido en el plano de planta, se necesita tomar las medidas correspondientes desde la sala de compresores hasta el tostador. Los tostadores como en

este ejemplo (ver figura número 14) necesitan aire comprimido porque constan de varios pistones, los cuales se describen a continuación:

- 1.- el primero acciona la compuerta que recibe el café, limpio de una carga.
- 2.- el segundo acciona la compuerta o tapa del compresor que descarga el café, tostado.
- 3.- el tercero se acciona para abrir la ventana del enfriador de aspas que deposita el café, ya frío en una tolva para colocarlos en los sacos, para su molienda.
- 4.- este pistón abre la compuerta para la expulsión de los gases de combustión. Estos pistones son neumáticos.

3.3.3 Para empacadoras

Las líneas de aire comprimido para las empacadoras se diseñan con base en un plano de distribución de la sala de compresión a las máquinas empacadoras.

Una instalación de tuberías contiene, corrientemente, codos, curvas, variaciones de diámetro, válvulas, etc., obstáculos que contribuyen a la emanación de una pérdida de presión. Para una explicación práctica se utiliza el siguiente diagrama. (Ver figura 11)

Las máquinas empacadoras están compuestas por unos cilindros que abren y cierran las quijadas para sellar la bolsa de café y otros cilindros que suben y bajan la bobina de papel. Para este proceso se emplean válvulas que regulan la velocidad de los pistones.

Es indispensable colocar en la entrada de las máquinas empacadoras un sistema de tratamiento del aire, esto significa que en las tuberías siempre existen residuos de aceite y vapor de agua, así como pequeñas impurezas procedentes de la atmósfera los cuales se tienen que eliminar mediante la colocación de filtros en la línea de actuación del aire comprimido y esto para que reciba una presión de aire constante, para que no sufran esfuerzos inadmisibles que provoquen un funcionamiento irregular.

Igualmente, los elementos neumáticos deben lubricarse para que mantenga una duración y rendimiento razonable, pues, son partes móviles, el engrase evita un envejecimiento prematuro, por lo cual se incorporan al sistema:

- filtros,
- reguladores de presión,
- lubricadores.

DESARROLLO DE CÁLCULO DE CONSUMOS DE AIRE COMPRIMIDO

UNIDADES NEUMÁTICAS

1. Tostador

- Pistón de doble efecto P/ la compuerta del tostador.
- Pistón de doble efecto P/ la tolva que carga el tostador.
- Pistón de simple efecto P/ la compuerta del enfriador.

2. Máquinas empacadoras

- Pistón simple efecto P/ quijadas de la selladora.

Cálculo P/ cilindros de doble efecto

- Consumo de aire $Q = \text{CFM} = 2(S*N*q)(N \text{ litros/minuto})$

Cilindros de simple efecto

- Consumo de aire $Q = \text{CFM} = (S*N*q)(N \text{ litros/minuto})$

$Q =$ Consumo de aire total en N litros/minuto (CFM)

$q =$ Consumo de aire p/centímetro de carrera (tabla 3.1)

$N =$ Número de carreras por minuto

$S =$ Coeficiente de utilización p/minuto en un 70% de reducción.

$ST =$ Coeficiente de simultaneidad (50% a 60%)

TOSTADOR

1. DOBLE EFECTO Tipo = DN Conforme ISO 6431

Presión máxima = 12 Bar

Carrera Stándar = (25, 40, 50, 60, 100,125)mm.

Carrera Mínima - Max = 1 a 2000 mm

Conexión = G 1/8, G ¼ , G 3/8, G ½

O = 70 mm.

P = 12 Bar

S = 500 mm.

Q = (0.485 nts/cm) **Ver tabla**

N = Coeficiente de utilización (70%)

Entonces:

$$Q = 2 (s*n*q) = \text{CFM}$$

$$Q = 2 (50*0.485)$$

$$Q = 48.5 (\text{CFM}) \text{ N litros/minuto}$$

3. DOBLE EFECTO

Tipo DN, Conforme ISO 6431

Presión Máxima = 12 Bar

Carrera = (25, 40, 50, 80) mm.

Carrera mínima = 1 a 2000 mm.

Conexión = G 1/8, G ¼, G 3/8.

O = 35 mm.

D = 12 Bar

S = 300 mm.

q = (0.121 NHS / CM) Ver tabla

N = Coeficiente (70%) de utilización

Entonces:

$$Q = S * N * q$$

$$Q = (5 * 0.012)$$

$$Q = 0.06 * 60$$

$$Q = 3.6 \text{ (CFM) N litros/ minuto}$$

SUMA TOTAL DE CONSUMOS (AIRE LIBRE) A UNA PRESION DE 12

BAR

TOSTADOR

48.5 Nm³/min.

7.26 Nm³/min. Coeficiente de simultaneidad

0.515 Nm³/min. 70%

TOTAL 56.27 Menos adicionar el coeficiente 70%

TOTAL = 16.98 N m³/Min

Consumo de empacadora 3.6
20.48 N m³/Min.

Para encontrar la capacidad de compresores hay que añadir un:
10% por pérdida de aire admisible por fugas y
20 ó 25% para preveer futuras ampliaciones.

Consumo Aire	20.48	Nm ³ /Min.	
	2.	Nm ³ /Min.	10% pérdidas de fugas
	<u>3.</u>	<u>Nm³/Min.</u>	<u>20% ampliación</u>
	26.48	Nm ³ /Min.	

Se considera utilizar 2 compresores de 20.7 CFM ya sea vertical u horizontal de 80 gal.

De 5 HP trifásico 230/460 a 12 Bar (175 PSI) o un compresor horizontal de 120 gal. de 10 HP. Trifásico de 43.1 CFM.

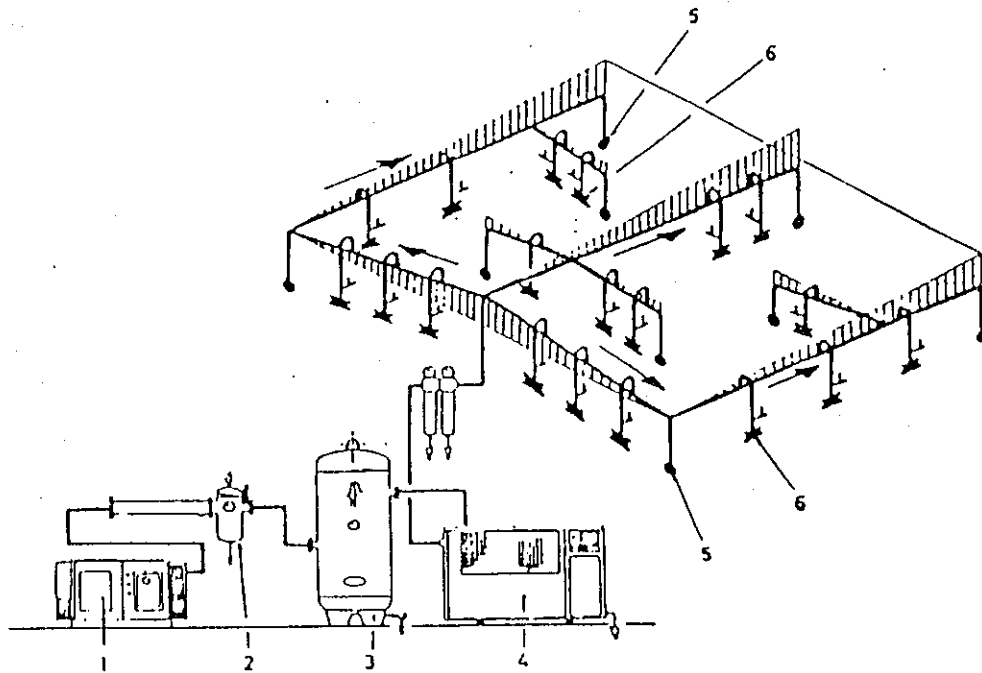
TABLA 1.

Consumo de aire para cilindros neumáticos

CONSUMO DE AIRE PARA CILINDROS NEUMÁTICOS

Presion de trabajo en bar		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Diametro cilindro, mm		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Consumo de aire en litros por cm de carrera del cilindro														
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030	0,0033	0,0036	0,0038	0,0041	0,0044	
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,018	
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0,032	
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052	0,057	0,062	0,067	0,071	0,076	
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103	0,112	0,121	0,131	0,140	0,149	
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135	0,146	0,157	0,171	0,183	0,195	
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210	0,229	0,248	0,267	0,286	0,305	
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411	0,448	0,485	0,523	0,560	0,597	
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839	0,915	0,991	1,067	1,143	1,219	
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644	1,793	1,942	2,091	2,240	2,389	
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356	3,660	3,964	4,268	4,572	4,876	
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243	5,718	6,193	6,668	7,144	7,619	

FIGURA 11. Diseño de la red en circuito abierto



1. Compresor
 2. Refrigerador posterior
 3. Calderín con purga automática
 4. Secador (frigorífico o de absorción)
 5. Purgas en finales de ramal con válvula automática o manual
 6. Tubería de servicio con purga manual y enchufles
- Flechas indicadoras de la pendiente en la dirección del flujo del aire, con la misión de conducir el agua a los puntos de drenaje establecidos de antemano.

4. CIMENTACION Y ANCLAJE

El fin de los cimientos de máquinas es el de distribuir las cargas concentradas que las mismas provocan sobre ciertas áreas del suelo, de manera que la presión unitaria está dentro de ciertos límites admisibles.

Las cimentaciones de máquinas, generalmente, están hechas de hormigón, aunque en ocasiones se han hecho de ladrillo de barro; pero, sus características de resistencia no son predecibles con certeza.

Las cimentaciones de hormigón para maquinaria, generalmente, son pesadas de montar si es posible en terreno firme, no perturbado de no conocerse las características del suelo, donde se instala la maquinaria debe efectuarse un análisis del mismo para establecer su resistencia unitaria.

4.1 Armaduras y fosas

Los suelos sueltos (arcilla húmeda, limos, etc.) no son confiables en la cimentación de maquinaria, por lo tanto, la excavación de fosas para la hechura de los mismos, debe llegarse hasta capas más confiables. En

el caso de encontrarse, dicha capa a cierta profundidad donde ya no sea económica la fundición del bloque de hormigón, lo recomendable es hacer una sub-base de mampostería sobre la cual se debe apoyar el cimiento final. **ver figura 11.**

4.2 Placas de apoyo para nivelación

Las cimentaciones de maquinaria, generalmente, se hacen antes de colocar el equipo sobre ella, por lo tanto, debe proyectarse de modo que puedan montarse, nivelar, ajustar y poner en condiciones de funcionamiento a las máquinas, en fecha posterior a la hechura del cimiento, además, debe ser factible que las máquinas puedan desmontarse para reparaciones y actividades de mantenimiento; y volverse a montar con relativa facilidad. Esto se consigue colocando anclaje apropiado en los cimientos en el momento de su hechura.

Todo cimiento de máquina después de fundido, debe rematarse con una superficie nivelada y de acabado más fino, para lo cual se prevé un remedido en la fundición para aplicar lechada de cemento (savieta). Todo esto, con el objeto de asegurar un contacto total y nivelado de la placa de apoyo de las máquinas y asegurar una correcta distribución de carga. **ver figura 9.**

4.3 Anclaje y fundición

En general, es aconsejable aislar las cimentaciones de maquinaria de las losas de fundición de piso por medio de rellenos de materiales elásticos; los que evitan la transmisión de las vibraciones de las máquinas a través del piso a otras partes del edificio.

Factores a tomar en cuenta para el diseño de anclaje y fundiciones.

Resistencia al asiento vertical

El asiento vertical provoca el desplazamiento del cimiento, esta dirección bajo carga de servicio como consecuencia del suelo que ha cedido; para evitar esta falla se diseñan las funciones de manera que la carga aplicada sobre el suelo sea de un 40 a un 60% de la resistencia del mismo. Esta hará mínima cualquier deformación que se pueda originar por causa de sobre carga, choques o fuerzas de impulsión.

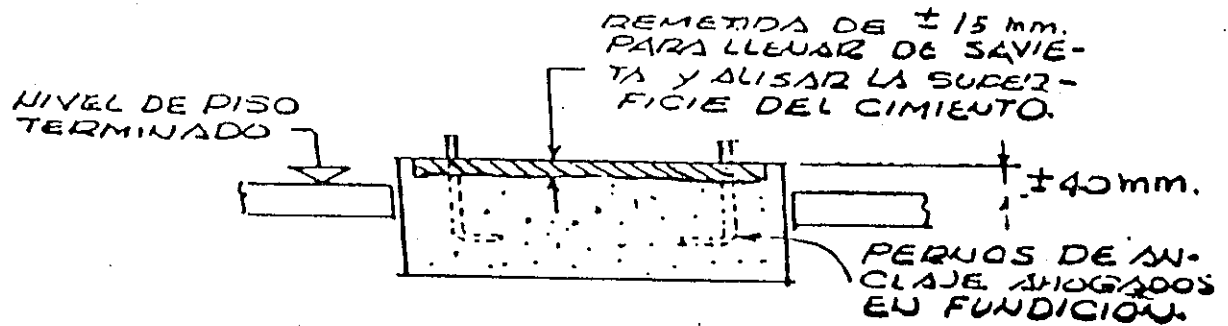
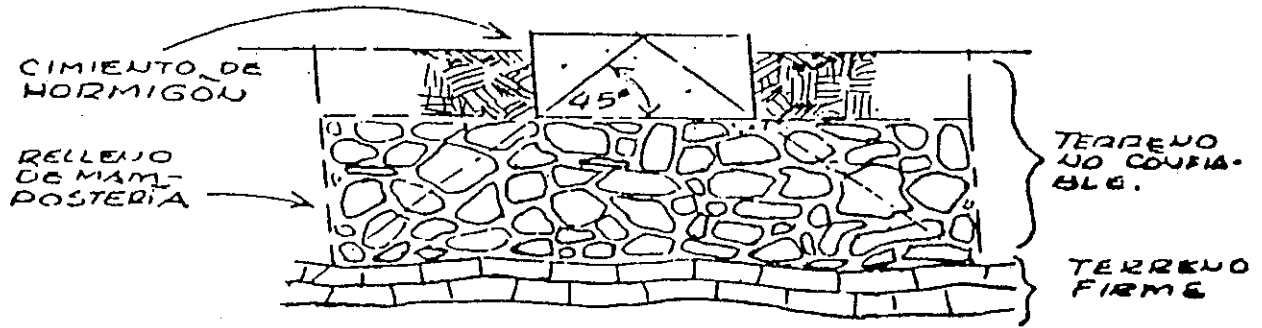
Asientos diferenciales

Por ser de carácter destructivo para pedestales, es necesario el uso de acoplamientos flexibles, pues, de lo contrario, pueden llegarse a romper cuando es apreciable la deformación.

La manera de evitar el efecto destructivo de los asentamientos diferenciales es hacer que el centro de gravedad del área de sustentación coincida con la resultante de las fuerzas aplicadas. Además, los cimientos deben ser lo suficientemente rígidos y con el espesor adecuado para resistir los alabeos del hormigón debido a las variaciones de la mezcla o a la temperatura que causan deformaciones de la mezcla o a la temperatura las cuales causan deformaciones desiguales en las caras superior e inferior y, en consecuencia, movimientos verticales apreciables que son equivalentes a asentamientos diferenciales.

FIGURA 12.

Cimentación y anclaje



5. GENERALIDADES DEL MONTAJE

Al haber descrito los procesos básicos de la Planta procesadora de café tostado, tomando en cuenta las diferencias desde el inicio del proceso y, luego de analizar la distribución de la maquinaria por medio de los diagramas de operación y flujo, se puede inferir que son importantes las instalaciones de agua, diesel y aire, ya que tienen que estar diseñadas y previstas para el montaje del equipo y la maquinaria.

5.1 Montaje mecánico

Tomando en cuenta los cimientos y anclaje de cada equipo y máquinas ya previstos en un plano de distribución a escala, debe proyectarse de modo que pueda montarse, nivelar, y, ajustar y poner en condiciones de funcionamiento las máquinas para que puedan desmontarse y lograr reparaciones futuras y actividades de mantenimiento.

5.1.1 Ciclón del transporte del grano

Después de pesado el grano en oro, en bóveda, por cargas acorde a la capacidad del tostador, se necesita transportarlo a la catadora, este ciclón de construcción de lámina galvanizada en forma de embudo, de ancla en su base con cuatro patas en una fosa a menos nivel de piso para mejor manejo del grano por gravedad, se le monta en la parte de abajo su motor ventilador en su base ya diseñada y se distribuye por medio de succión por tubería de lámina galvanizada por tubo 3" o 4" de diámetro para lo largo de su trayecto a la catadora.

5.1.2 Catadora

Las catadoras son máquinas que depuran los granos que no pesan, éstas eliminan el polvo que es depositado por medio de tubos en otra salida. Dependiendo de la capacidad de las cargas de producción se elige la indicada. Por ejemplo, hay catadoras hasta de 15 quintales p/hora que separan el café, en tres descargas de 1era. 2da. y pedacitos. Con motores hasta de 3 Hp, éstos se montan en la base ya diseñada, son altos y requieren de estructura de metal para su fijación y su tubería de lámina galvanizada, su montaje se realiza en la base de

cemento con pernos de expansión y amortiguadores para disminuir la vibración.

5.1.3 Zaranda

Ya eliminado el polvo del grano del café, el proceso continúa en las zarandas, ésta es una máquina que trabaja con base en la vibración, reteniendo los materiales grandes, ajenos al café, como piedras, palos, trapos, etc.

La base principal es su motor y el ventilador y un cernido, aproximadamente, de 60 cm de diámetro, acoplado siempre a sus tubos distribuidores de lámina galvanizada, la base del motor ya diseñada donde es montado, por lo regular, son motores de 2 HP., a los pernos de fijación, con amortiguadores para disminuir su vibración y evitar los ruidos fuertes.

5.1.4 Ventiladores

Los ventiladores representan la base principal, en todos los equipos del proceso, ya que el grano de café es distribuido por tuberías de lámina galvanizada en todo el proceso, hasta el tostado del café.

También puede ser de diferentes capacidades, por lo regular, son ventiladores centrífugos adecuados para expulsión del grano y del aire.

Estos ventiladores centrífugos son un grupo motor ventilador con transmisión y motor, fijados al suelo sobre carriles tensores, la tubería va montada en voladizo en el extremo del eje, sostenido por cojinetes de bolas; este conjunto va fijado sobre el soporte solidario con la envolvente. La banda colocada en la aspiradora y el marco en la impulsión aseguran la conexión a las tuberías de la instalación.

La capacidad de estos ventiladores varían considerablemente en función del diámetro de la tubería de aspiración y de la velocidad de la transmisión, tienen una capacidad para mover un volumen de 100 a 900 metros cúbicos de aire por hora, con un diámetro de salida que va desde unos 50mm hasta los 140 mm en modelo de mayor capacidad.

5.1.5 TOSTADOR

El tostador es el equipo más pesado; por lo cual su base ya diseñada, se instala en base de concreto, sobre parrilla de hierro de 3/8 de pulgada.

Por lo regular, los tostadores son máquinas completas y pesadas que requieren de montacargas para su movimiento. Se tienen que acoplar a pernos de fundición y, luego, se fijan con alzas, para nivelar el cilindro de rotación y evitar, así, vibraciones. Este tostador va acoplado a un enfriador de aspas de acero inoxidable con diámetro aproximado de 2.5 metros. Que en su parte interior lleva un motor reductor que da movimiento a las aspas. En la parte de atrás del tostador lleva un motor ventilador {quemador diesel} también va montado sobre una base y a un lado lleva un motor ventilador que succiona la salida de gases del tostador.

5.1.6 Molinos

Los molinos son las máquinas que reciben el café ya tostado, por lo regular, los molinos que se utilizan, pueden ser uno o varios, dependiendo de la capacidad de producción de la fábrica, es necesario diseñar la base del molino en fosas a menos nivel de piso, esto es para facilitar la operación de llenado del tostador al molino y del molino a los elevadores.

5.1.7 Elevadores

Los elevadores reciben el café, ya molido, conectados en tolvas por gravedad de los molinos. Estos elevadores verticales con una altura aproximada de 3 metros, están acoplados a estructuras metálicas.

Se montan en su base por medio de pernos en planchas y, a su vez, en la parte superior tienen acoplados un motor reductor que hace girar su faja transportadora de cojinetes, los cuales trabajan a 0.51 metros/segundo y éstos, a su vez, depositan el café en tolvas de lámina, en forma de embudo para el llenado en las máquinas empacadoras.

El número de elevadores se calcula para llenar dos tolvas y una tolva para una máquina empacadora.

Es importante hacer un buen diseño de las estructuras reales para soportar la carga de las tolvas y el elevador. Por lo regular las tolvas se diseñan para cargar de 3 a 4 quintales de café.

La capacidad de los elevadores se calcula con los cojinetes cargados al 75%.

5.1.8 Compresores

Se ha definido ya la sala de compresores en el capítulo número tres, donde se trata de Instalaciones de líneas de aire comprimido. Con base en esto y de esta producción se dispone del número de compresores que se necesitan.

Por ejemplo: Se dispone montar un compresor estacionario de 5 caballos de fuerza para la planta de producción, al disponer de una sala de compresores, se diseñan las bases con sus anclajes.

Se ha de levantar un plano acotado de la fábrica en donde debe instalarse la red de distribución de aire comprimido; situando los puntos de consumo de aire y anotando este consumo; también hay que localizar el lugar para el emplazamiento de la sala de compresión. Se hace de hacer incapié, en que una planificación bien estudiada ahorra, después, en el montaje, muchas horas de mano de obra, previendo una mejorable prestación de los componentes neumáticos.

Una vez establecidos los puntos de consumo, para completar el diseño de la instalación, basta tener en cuenta los siguientes requisitos:

a) trazado de la red según configuración del edificio y las actividades que

- de desarrollan dentro de la planta industrial, escogiendo el mejor itinerario para la ubicación principal;
- b) tendido de la tubería de modo que sistemáticamente, se elijan las distancias más cortas y procurando que las condiciones sean lo más rectas posibles para lo cual se debe evitar, siempre que se pueda, innecesarios cambios de dirección, codos dobles, curvas, piezas en T, derivaciones y reducciones de sección.

5.1.9 Chimeneas

Las chimeneas son estructuras de lámina galvanizada, redondas, las cuales están acopladas por secciones; el diámetro depende del diseño del tostador y la capacidad de los ventiladores. Por lo regular todos los tostadores tienen chimeneas para expulsar los gases de la combustión.

El montaje de las chimeneas se realiza por secciones; son tramos largos que sobrepasan el techo de la fábrica, se coloca cada tramo y se fija con abrazaderas, de manera que queden fijas y alineadas. Al terminar de colocarlas, se les instala una campana; al inicio también se les acopla una tubería de 1/2 pulgada galvanizada para colocar un

aspersor de agua que puede servir para prevenir algún incendio y rociar el agua en el interior de la chimenea.

6. MONTAJE ELÉCTRICO

Al haber planificado el montaje mecánico de la maquinaria es importante ubicar las instalaciones eléctricas que son la fuente de energía de toda la planta. El adelanto de la tecnología se debe, principalmente, al nacimiento de nuevos materiales, equipos, instrumentos, sistemas de nuevas normas para las instalaciones eléctricas industriales, de tal forma, que en la actividad, el montador tiene a la mano nuevas herramientas y mayores facilidades para su trabajo.

6.1 Acometida eléctrica

Para alimentar la planta, se debe tomar en cuenta que se debe iniciar desde el lugar en que se va a recibir de la Empresa Eléctrica la encargada de suministrar el servicio de alimentación o acometida, siendo el lugar apropiado para este objeto, aquel que ofrezca mayores facilidades para la llegada de dicha alimentación, lectura e inspección de contadores que ofrezca el mínimo riesgo posible al personal de la empresa propietaria de la instalación, escogiendo el lugar; el contratista tiene la obligación de preparar el sitio en que se instalarán los equipos

de contadores de luz, instalado de ductos subterráneos o ductos aéreos hasta la entrada de los cables de la Empresa Eléctrica.

6.2 Panel general

En ese mismo lugar se instala el interruptor principal y tableros de alimentación general, teniendo en cuenta que de acuerdo con la carga, el servicio debe ser alimentado, ya sea en baja tensión o, bien, en alta, la cual puede variar desde 2.5 Kv, a 33 Kv o sea, 2500 a 33000 voltios. Para proyectar una instalación industrial es necesario analizar los siguientes tipos de ductos que se van a utilizar y, asimismo, solicitar precios, ver calidades y evitar desniveles económicos, tanto para no tener pérdidas como para economizar costos de la misma. Se ilustra con la figura 8, una instalación industrial simple; pero, servirá para tener una idea de la forma en que se deben alimentar todos los servicios de luz, fuerza y calefacción.

Para esta instalación debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- 1) bajo costo de ducto y accesorios,
- 2) facilidad de instalación del mismo,
- 3) facilidad para instalación de contadores,
- 4) buena presentación y seguridad,

- 5) menor costo de instalación de cables,
- 6) que el ducto esté provisto de salidas para estocar tubos y derivar salidas de luz, fuerza o calefacción y verificar conexiones de arrancadores, interruptores o circuitos de control.

Habiendo proyectado el tipo de ducto que se va a utilizar, el panel general en algunas instalaciones industriales tiene colocado, dentro del local de la subestación, el tablero con el interruptor de baja tensión, pero, es aconsejable por todos los conceptos, tener un local o lugar apropiado para tablero de control principal fuera de la subestación de alta tensión.

No cabe duda que el caso es que la subestación tenga el espacio suficiente y el manejo de los tableros de distribución y control no constituyan un peligro para los operadores, y, se encuentren con las protecciones que exige el reglamento de instalaciones eléctricas como la NEMA, ASA Y AIEE.

Posteriormente, puede hacerse la instalación respectiva para presentar un aspecto técnico perfecto.

6.3 Instalación eléctrica

La instalación correcta de todos los motores es esencial para obtener un funcionamiento óptimo, eficiente y confiable.

En los procedimientos para efectuar una instalación a un costo razonable, deben tenerse los aspectos de ingeniería, diseño, aplicación y mantenimiento, así como los detalles de montaje, componentes y relación entre los componentes y los materiales, esta tarea exige una coordinación y planificación precisa y el trabajo de equipo de ingeniero, instaladores y encargados de mantenimiento.

Las deficiencias en el montaje pueden ocasionar fallas. Si el montaje no tiene las medidas correctas o no está bien alineado, puede ocurrir una desalineación y vibración que ocasione daños en los cojinetes y en el eje, y, en un momento dado, puede ocurrir la quemadura de los devanados. Las placas de base de acero y los cimientos en techado deben tener suficiente resistencia para soportar los paros y arranques. Los acoplamientos, bandas, poleas entre el motor y la carga impulsada deben estar alineados para evitar las vibraciones excesivas, tan dañinas para los motores.

6.3.1 Tostador

Se requiere instalar un tostador de café capacidad 100 lbs./hora de construcción sólida de hierro dulce y fundido con aislamiento térmico de asbesto en cámara de cilindro, ladrillo refractario con cámara de combustión, chimenea calórica a base de quemador diesel de 3 gl./hora, con tanque aéreo, sistema de enfriamiento automático, succionador de tarros y películas con su ciclón y termómetro muestrador.

Incluye un motor para el quemador diesel de 1 2/2 Hp. y controles eléctricos.

Motor trifásico a una red de alimentación de 220 voltios controlado a dos mandos, a una distancia de 6 a 10 metros de los tableros.

Según la codificación NEMA para seleccionar contactores negativos se tiene para HP = 1.5 y 220 voltios trifásico I = 5 amperios contactor a utilizar es : Nema 0.

Para calcular el calibre del alambre por medio de la tabla del apéndice E, así: con una carga de 5 amp a una longitud de 10 mts se usará alambre calibre número 14.

El aislamiento y tamaño mínimo del tubo para los contactores se halla en el apéndice B.

Como un sistema trifásico, entonces, son 4 conductores calibre número 14, tamaño mínimo del tubo = 1/2".

Aislamiento, el que satisfaga los requerimientos técnicos del ambiente y la instalación propiamente dicha.

6.3.2 Ciclón

Para la instalación de ciclones se utiliza para el transporte del grano de las catadoras y las zarandas, que son motores de 1/2 Hp y 1 Hp. motores trifásicos a una red de alimentación eléctrica de 220 voltios, controlados desde 3 estaciones de mando.

El motor de 1/2 Hp al tablero más próximo, está a 15 mts del lugar a donde ser instalado el motor.

Según codificación NEMA para seleccionar contactores negativos se tiene para 0.5 Hp y 220 voltios trifásico la I = 2 amperios contactor a utilizar es NEMA 0.

Para calcular el calibre del alambre por medio de la tabla del apéndice E, así: con una carga de 2 amperios a una longitud de 15 metros se usará alambre calibre No. 14.

El aislamiento y tamaño mínimo del tubo, para los conductores, se halla en el apéndice B.

Sistema trifásico con 4 conductores, calibre No. 14 tamaño mínimo del tubo es de 1/2".

Para motor de 1 Hp., trifásico 220 voltios según codificación NEMA y corriente $I = 3.5$ amperios contactor a utilizar Nema 0. El calibre del alambre, ser el mismo, a la misma longitud de 15 mts. se usará alambre calibre No. 14. El aislamiento y tamaño mínimo del tubo para los conductores, según apéndice.

Sistema trifásico en 4 conductores calibre No. 14 tamaño mínimo del tubo = 3/4".

6.3.3 Catadora

Para la instalación de una catadora capacidad 15 quintales/hora. construcción de metal para separar café.

Para tres descargas, 1ra., 2da. y pedacitos con motor acoplado de 3 Hp. trifásico, fajas y poleas en "V" a una res de alimentación de 220 voltios controlado a dos mandos se coloca a una distancia de 10mts. del tablero.

Según la codificación NEMA para seleccionar contactores negativos se tiene para Hp =3 y 220 voltios trifásicos $I = 9.6$ amperios catador a utilizar = NEMA 00.

Para colocar el calibre del alambre por medio de la tabla del apéndice E con una carga de 9 amperios a una longitud de 10 mts. se usa alambre calibre número 12. El aislamiento y tamaño mínimo del tubo para los conductores, se halla en el apéndice B.

Como el sistema trifásico, entonces, los 4 conductores de calibre número 12, el tamaño mínimo del tubo a usar es de 3/4" el aislamiento y satisfaga el requerimiento básico.

6.3.4 Molinos

Se requiere instalar un molino de café de 3 Hp. trifásico con capacidad de 3 lbs p/minuto de construcción sólida de hierro fundido.

Corriente en plena carga de 9.6 amperios. Según calificación, NEMA para seleccionar contactores negativos, se tiene para 3Hp 220 voltios trifásico $I = 9.6$ amperios contactor a utilizar = NEMA 00.

Para calcular el calibre del alambre por medio del apéndice E con carga de 9.6 amperios a una longitud de 20 mts. a 27 mts. Se usa alambre calibre número 12.

El aislamiento y tamaño mínimo del tubo para los conductores se halla en el apéndice B.

Por el sistema trifásico, entonces, son 4 conductores de calibre número 12 el tamaño del tubo a utilizar es de 3/4".

6.3.5 Elevadores

Elevador de canjillones de 6", altura de 3.00 mts. hierro negro de 3/16" de 1.5" de cubierta principal en lámina principal en lámina de acero inoxidable de 1/16" Faja de transportación, tipo FDA sanitaria.

Motor reductor de 1/2 Hp. trifásico y switchs de accionamiento.

- Contactor negativo, NEMA 00,

- Calibre del alambre por medio del apéndice E calibre número 14.
- Para el aislamiento en distancia aproximada de 20 mts, se puede calcular en apéndice B, el tamaño mínimo del tubo a utilizar es de 1/2".

6.3.6 Empacadora

Se requiere instalar una máquina envasadora, automática, neumática de copas volumétricas, que se compone de tolva de descarga de producto, 2 platos y 4 o 6 tazas de llenado con regulación de volumen, construcción de lámina, la estructura y todas las partes en contacto con el producto son de acero inoxidable.

Tipo de empaque: polipoudi y polietileno, motor de 1.5 Hp. frecuencia 50/60 Hz, voltaje en plena carga de 5 amperios.

- Para solucionar contactores negativos NEMA 00.
- Para calibre del cable, longitudes entre 20 - 30 mts. utilizando cable número 14.
- Y para su aislamiento el tamaño del tubo debe ser, según apéndice B, de 1/2" p/motor trifásico 4 conductores.

6.3.7 Compresores

Se requiere instalar un compresor estacionario de 5 Hp. galonaje de 30 gl. el número de compresores, depende de la carga a necesitar. Presión máxima de 125 a 175 PSI de 805 RPM, rango de presión de 125 PSI 23.5 CFM. Éste consta de grada protectora de polea de motor y cabeza de compresión switch p/control de presión de arranque y parada, manómetro para medir presión del tanque, válvula de drenaje, válvula de seguridad, descarga cetrífuga, eje cigueñal entre pesos cojinetes de rodillo y mirilla de aceite.

- Motor de 5HP., trifásico a una red de alimentación, desde 2 mandos.
- Corriente a plena carga es de 17 amperios, frecuencia de 60 HZ.
- Para seleccionar los contactores, según NEMA es: Nema 1.
- Para el calibre del cable, para longitud de 20 - 25 mts. utilizar según apéndice E. cable número 10.
- Para el aislamiento en longitud de 20 - 25 mts. que son 4 conductores, se utilizará el tubo de 3/4".

Desarrollo de cálculo para instalaciones eléctricas

Motores	HP	Voltaje
Compresor	5	220/3/60
Zaranda	0.5	220/3/60

Catadora	3	220/3/60
Ciclón	0.5	220/3/60
Vent. Tostadas	1.5	220/1/60
Quemador Tostador	0.25	110/1/60
2 Molinos	3	220/3/60
2 Elevadores	0.5	220/3/60
<u>Empacadora</u>	<u>1.5</u>	<u>220/3/60</u>
	19.5 + 15% P/ampliaciones	
TOTAL	23 HP	

$$23\text{HP} * 746 = 17658\text{W} * 0.5 = 8579 \text{ K Watt}$$

$$\text{Carga acometida} = 9 \text{ 10 Kw en } 220 \text{ V.}$$

(Trifásico lo que solicita la empresa eléctrica).

$$\underline{\text{KW}} = \underline{10 \text{ KW}} \quad 48 \text{ AMPERIOS}$$

$$208 \quad 208$$

$$\underline{48 \text{ Amp.}} = 16 \text{ Amperios p/fase}$$

3

Acometida a tablero general Se necesita un flipón 3 * 50

Al tablero general agregar flipón del compresor

$$\text{Cálculo: } (5 * 746) / 208 = 3 \text{ Kw} = 20 \text{ Amp.}, \text{ colocar flipón } 3 * 20$$

Alumbrado eléctrico: incluir en tablero general

Para circuito 110 voltios

Para alumbrado

1 * 20 flipón

Para tomacorrientes

1 * 20 o 1* 30 flipon

Cálculo de flipones por sección

Sección No. 1 área preparación de la materia prima

Zaranda 0.5 HP.

Catadora 3 HP.

Ciclón 0.5 HP.

Ventilador 1.5 HP.

Quemador Tostador 0.25 HP.

TOTAL 5.75 HP.

$$\frac{5.75\text{HP} * 746}{208} = \frac{4829 \text{ W}}{208} = 30 \text{ Amp.}$$

Usar flipón 3 * 30

Sección No. 2 Área del proceso del grano de café

Molino # 1 3 HP.

Molino # 2 3 HP.

Elevador # 1 0.5 HP.

Elevador # 2 0.5 HP.

Empacadora 1.5 HP.

TOTAL 3.5 HP.

$$\frac{8.5 \text{ HP.} * 746}{208} = \frac{6341}{208} = 30$$

Usar flipon 3 * 30

Sección No. 3

Alumbrados

Toma corrientes

Usar 1 * 20

Ampliaciones

Bomba de agua

Bomba de diesel

Usar 3 * 20

6.4 Métodos de montaje eléctrico

Muchos problemas que se presentan en los motores de los equipos, tienen origen en la forma en que se instalan. En muchos casos, el cimiento o la placa de base están mal diseñadas, mal construidos o ambas cosas. El resultado inevitable es vibración, desalineación de los ejes (flechas) daños en los cojinetes e, incluso, ruptura del eje o de la armazón o carcasa, lo cual suele acarrear, además, una grave falla eléctrica, si los motores van a montarse sobre una base de concreto (hormigón) es esencial que el cimiento sea rígido a fin de minimizar las vibraciones y la desalineación durante el funcionamiento. Los cimientos deben ser de concreto macizo, con sus

fundamentos a suficiente profundidad para que descansen sobre una sub-base firme.

En caso de que se tenga que montar un motor sobre una placa de acero, todos los soportes deben ser del tamaño y resistencia adecuado y tener refuerzos o riostras para alcanzar la máxima rigidez.

Independientemente de que la base de los motores sea de concreto o de acero, debe estar bien nivelado. Si es de concreto no debe ser demasiado alta; El requisito de tener una base a nivel es muy importante. Por lo general, habrá cuatro puntos de montaje para la instalación del motor, en cada esquina de la base. Además, hay también requisitos para el montaje de la carga impulsada.

Todos los puntos del montaje deben estar, exactamente, en el mismo plano, de lo contrario, el equipo no quedará nivelado.

6.5 Selección de motores

Hay muchas formas en que la selección o aplicación de los motores pueden ser incorrectas. A veces el motor es tan pequeño que la

máquina dura largo tiempo. Es esencial seleccionar el tamaño y tipo correcto de motor para la carga.

El fabricante, un taller especializado y las normas proporcionaran orientación. Hay numerosos factores que deben considerarse por ejemplo, un ciclo severo de trabajo podría ocasionar falla prematura del motor.

La marcha irregular, el frenado por contra marcha y un prolongado tiempo de aceleración hacen que los motores trabajen a velocidad más baja que la normal debido a que los motores sometidos a este ciclo de inicio toman corrientes muy intensas en el arranque, éstas producen, a veces, calentamiento excesivo. Además, debido a la baja velocidad del motor, el enfriamiento normal disminuyen mucho, empeoran el problema del sobre calentamiento. La altitud de la instalación es otro factor importante que a menudo no se toman en cuenta a grandes altitudes, el aire es menos denso y menos eficaz para el enfriamiento; esto permite que, en casi todos los motores, la temperatura aumenta del 5 % por cada 300 m (1000 pies) de altitud.

La selección de la carcasa también es importante; los hay disponibles y normalizadas para cualquier caso de situación.

6.6 Identificación de motores

Las placas de datos o de identificación de los motores suministran una gran información útil sobre diseño y mantenimiento. Esta información es, particularmente, valiosa para el montaje y el personal de mantenimiento de la planta.

Durante la instalación, mantenimiento o reemplazo, la información sobre la placa es de máxima importancia para la ejecución rápida y correcta del trabajo. Según la norma NEMA MGA se expresa que los siguientes datos deben estar grabados en las placas de identificación de todo motor eléctrico:

- razón social del fabricante, tipo, armazón, potencia (hp), designación de servicio (tiempo) temperatura ambiente, velocidad (rpm) frecuencia (Hz) numero de fases, corriente de carga normal (A), voltaje nominal (V) letra clave para rotor bloqueado, letra clave de diseño, factor de servicio y clase de aislamiento.

Además el fabricante puede indicar la ubicación de su fábrica o servicio autorizado.

Casi todos los datos de placas se relacionan con las características eléctricas del motor, de manera que es importante que el técnico electricista sea autorizado con experiencia en el ramo.

FIGURA 13.

Diagrama unifilar

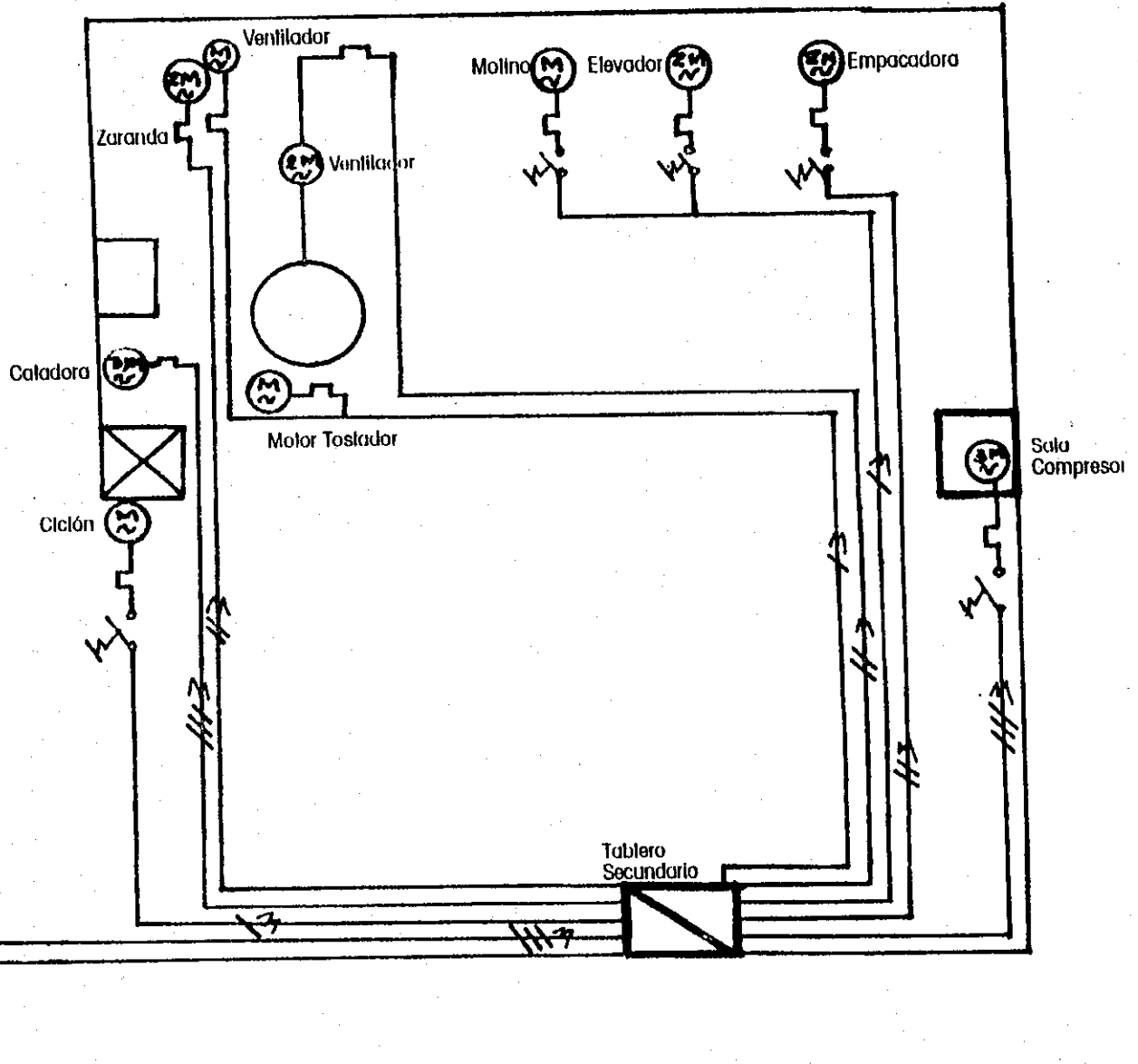


FIGURA 14.

Tostador

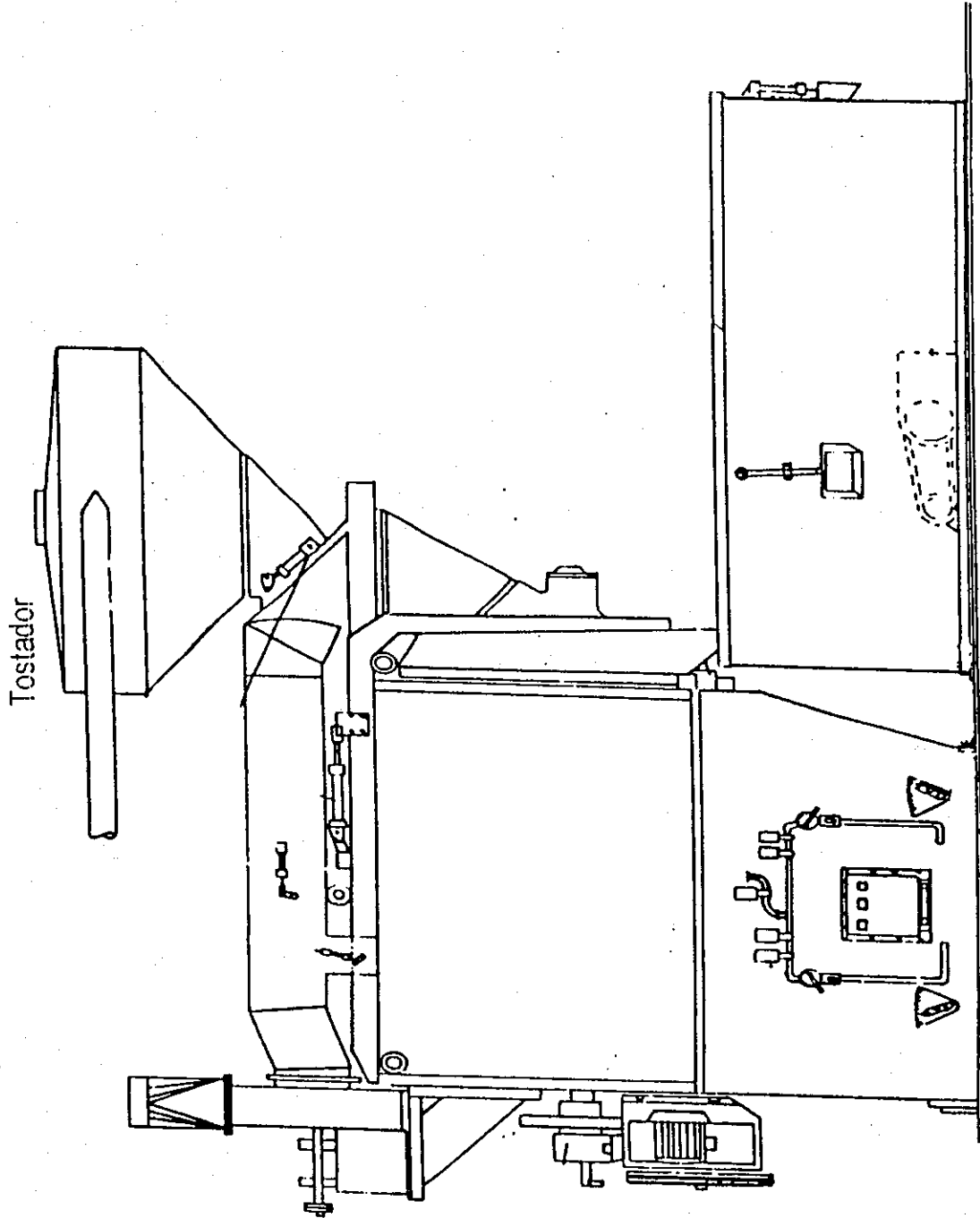


Figura No. 14

CONCLUSIONES

1. La Planificación adecuada para el diseño de la instalación de una planta de café tostado, permite a una industria operar dentro de los límites aceptables de confiabilidad, permitiendo incrementar su capacidad productiva y, en general, aumentar su índice de rentabilidad.
2. Es necesario, para el montaje de maquinaria tener presente los conceptos de cimentación para proyectar de manera que puedan montarse, nivelar, ajustar y poner en condiciones de funcionamiento las máquinas.
3. Para proyectar una instalación industrial, es necesario analizar los diferentes equipos, máquinas y materiales que se van a utilizar para, asimismo, solicitar precios (cotizar), para ver calidades y evitar desniveles económicos, tanto para no tener pérdidas como para economizar costos de la misma.

4. La aplicación de métodos modernos para el análisis de la información recopilada es un instrumento que permite profundizar en el estudio de los problemas de instalación. Dando bases sólidas para decidir sobre diferentes opciones de acción que resuelvan un problema específico de la manera más eficiente y económica posible.

RECOMENDACIONES

1. Al iniciar el desarrollo del montaje e instalación de una planta procesadora de café tostado, es recomendable que se recopile toda la información de la maquinaria y equipo para poder establecer que niveles de producción, deseamos obtener con el fin de proponernos metas efectivas y reales.
2. Cuando se analiza un proyecto de esta magnitud es recomendable tomar en cuenta los lineamientos que ayuden hacer más efectivas las técnicas adquiridas que hicimos mención en los capítulos anteriores, para su elaboración y ejecución.
3. El anterior proyecto tiene un carácter estrictamente técnico económico en la reducción de los costos a través del aumento de la producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baumester Avallone, Theodore y Lionel Marks. **Manual del ingeniero mecánico**. 8a. edición. México: Editorial Hispano Americana. 1980.
2. Camarena M., Pedro. **Instalaciones eléctricas industriales** 6a. edición. México: Editorial Continental. 1984.
3. Carnicer Royo, Enrique. **Aire comprimido, teoría y cálculo de las instalaciones**. 6a. edición. México: Editorial Paraninfo. 1991.
4. **Clasificación del café**. Guatemala: ANACAFE. 1994.
5. Enríquez H., Gilberto, **Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión**. 9a. edición. México : Editorial Limusa. 1988.
6. Niebel W. Benjamín. **Ingeniería industrial motores, tiempos y movimientos**. 3a. edición México : Editorial Alfa Omega. 1995.

APÉNDICES

Se quiere instalar un motor trifásico a una red de alimentación eléctrica de 220 voltios, controlado desde 3 estaciones de mando.

El motor es de 10 HP y el tablero más próximo se encuentra a 30 metros del lugar donde será instalado el motor. Entre sus características de placa se verifica que su factor de potencia F.P. = 0.8.

SOLUCIÓN

De la ecuación

$$P = V * I * 1.73 * F.P.$$

DONDE:

$$I = \frac{P}{V * 1.73 * F.P.}$$

$$\text{POTENCIA} = 1 \text{ hp} = 746 \text{ watts}$$

$$10 \text{ hp} = X \text{ watts}$$

ENTONCES:

$$10 \text{ hp} = 7460 \text{ watts}$$

AHORA:

$$I = \frac{7460}{220 * 1.73 * .08} = 25 \text{ amp}$$

O, bien, la codificación NEMA expuesta en el capítulo IV para seleccionar contactores magnéticos se tiene:

$$I = 28 \text{ amp.}$$

Contactador a utilizar: NEMA 2

Los elementos térmicos serán seleccionados de acuerdo con las normas y especificaciones del fabricante.

El calibre de alambre se selecciona por medio de la tabla del Apéndice E, así:

El área de MILS circulares se dispone en el apéndice B. Área alambre calibre número 8 = 16510 MILS circulares.

El aislamiento y tamaño mínimo de tubo para los conductores se hallan en el apéndice B.

Como en un sistema trifásico, entonces, son 4 conductores calibre número 8.

Tamaño mínimo del tubo = 1"

Aislamiento: el que satisfaga los requerimientos técnicos del ambiente y de la instalación propiamente dicha.

Apéndice A

FORMULAS

PARA ENCONTRAR	CORRIENTE DIRECTA	CORRIENTE ALTERNA	
		1 Ø	3 Ø
AMPERIOS: (CUANDO SE SABE EL CABALLAJE)	$\frac{H.P. \times 746}{E \times \% E.F.}$	$\frac{H.P. \times 746}{E \times \% E.F. \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{1.73 \times E \times \% E.F. \times F.P.}$
AMPERIOS: (CUANDO SE SABE LOS KW.)	$\frac{KW \times 1000}{E}$	$\frac{KW \times 1000}{E \times F.P.}$	$\frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times F.P.}$
CABALLAJE (SALIDA)	$\frac{I \times E \times \% E.F.}{746}$	$\frac{I \times E \times \% E.F. \times F.P.}{746}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times \% E.F. \times F.P.}{746}$
KW.	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times F.P.}{1000}$
KVA.	I = AMPERIOS FP = FACTOR DE POTENCIA KVA = KILOVOLTIO-AMP E = VOLTIOS	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
AMPERIOS (CUANDO SE SABE LOS KVA.)	KW = KILOWATIOS HP = CABALLAJE % E.F. = EFICIENCIA	$\frac{KVA \times 1000}{E}$	$\frac{KVA \times 1000}{1.73 \times E}$

Apéndice B

ESQUEMA DEL CONDUCTOR	ÁREA EN MILLS (CIRCUNFERENCIA)	CAPACIDAD DE CONDUCCION EN AMPERIOS						NUMERO DE CONDUCTORES EN EL TUBO								
		TIPO DE ABLAMIENTO						TAMANO MINIMO DEL TUBO (-)								
		60°C	75°C	90°C	110°C	125°C	150°C	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1624	-	-	-	-	-	-	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
16	2565	-	-	-	-	-	-	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
14	4107	13	13	23	30	37	30	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1
12	6750	20	20	30	35	40	40	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1 1/2
10	10380	30	30	40	45	50	55	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1	1	1 1/2	1 1/2
8	16310	40	45	50	60	65	70	1/2	3/4	3/4	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
6	26250	55	65	70	80	85	95	1/2	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
4	41740	70	85	90	105	115	120	1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
3	52640	80	100	105	120	130	145	3/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
2	86370	95	115	120	135	145	165	3/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
1	83690	110	130	140	160	170	180	3/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
0	105500	125	150	155	190	200	225	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
00	133100	145	175	185	215	230	260	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
000	167800	165	200	210	245	265	285	1	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
0000	211600	195	230	238	275	310	340	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	250000	215	255	270	315	335	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	300000	240	285	300	345	360	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	350000	260	310	325	380	420	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	400000	280	335	360	420	450	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	500000	320	380	405	470	510	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	600000	355	420	455	525	545	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	700000	395	460	490	560	600	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	750000	400	475	500	580	620	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	800000	410	490	515	600	640	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	900000	435	520	555	-	-	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
-	1000000	455	545	585	680	730	-	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2

Apéndice C

CALIBRE DEL CONDUCTOR REQUERIDO PARA CARGAS EN 230 V CON UN 2% DE CAIDA DE VOLTAJE

CARGA EN VATIOS	CARGA EN AMPS	LONGITUD DEL CONDUCTOR EN METROS															
		15	18	21	24	27	30	38	46	53	61	68	76	83	91	108	122
1,150	5	14	14	14	14	14	14	14	14	12	12	12	12	10	10	10	10
1,380	6	14	14	14	14	14	14	14	12	12	12	12	10	10	10	10	8
1,610	7	14	14	14	14	14	14	12	12	12	12	10	10	10	10	8	8
1,840	8	14	14	14	14	14	14	12	12	12	12	10	10	10	10	8	8
2,070	9	14	14	14	14	14	14	12	12	12	10	10	10	10	8	8	8
2,300	10	14	14	14	14	14	12	12	10	10	10	10	8	8	8	8	8
2,760	12	14	14	14	14	12	12	10	10	10	8	8	8	8	6	6	6
3,220	14	14	14	12	12	12	12	10	10	8	8	8	8	6	6	6	6
3,680	16	12	12	12	12	12	10	10	8	8	8	6	6	6	6	6	4
4,140	18	12	12	12	12	10	10	10	8	8	8	6	6	6	6	4	4
4,600	20	12	12	12	10	10	10	8	8	8	6	6	6	6	4	4	4
5,130	25	10	10	10	10	10	8	8	6	6	6	6	4	4	4	4	2
6,900	30	10	10	10	8	8	8	6	6	6	4	4	4	4	4	2	2
8,050	35	10	10	8	8	8	8	6	6	4	4	4	4	2	2	2	2
9,700	40	10	8	8	8	8	6	6	4	4	4	4	2	2	2	2	1
10,350	45	8	8	8	8	8	6	6	4	4	4	4	2	2	2	1	1
11,900	50	8	8	8	8	8	6	4	4	4	4	2	2	2	1	1	0
13,800	60	8	8	6	6	6	4	4	2	2	2	2	1	1	1	0	00
16,100	70	6	6	6	6	4	4	2	2	2	2	1	1	0	0	00	00
18,400	80	4	4	4	4	4	4	2	2	2	1	1	0	00	00	00	000
20,730	90	4	4	4	4	4	4	2	2	1	1	0	00	00	000	000	000
23,000	100	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	00	00	000	000	000	4/0
26,450	115	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	00	00	000	000	4/0	4/0