ESCUELA SUPERIOR

POLITECNICA DEL LITORAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

"LA CONSULTORIA COMO BASE DE UN PROYECTO INDUSTRIAL Y EL APORTE DE LA INGENIERIA ELECTRICA EN EL ESTUDIO INTEGRAL"

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

PRESENTADA POR:

JOSE ALFREDO HANZE A.

GUAYAQUIL - ECUADOR

1982

A G R A D E C I M I E N T O

Al Ing. JUAN DEL POZO, Director de Tesis, por su valiosa colaboración y guía en la realización de éste trabajo.



ING. JUAN DEL POZO

Director de Tesis

DECLARACION EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTOS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

[REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESPOL].



JOSE ALFREDO HANZE A.

RESUMEN

Este estudio, en forma general, reune los factores que intervienen en la concepción, proyección y ejecución de una industria; describe la forma de tratarlos y resalta la utilidad de la intervención de una consultoría especializada y bien enfocada para obtener el máximo de beneficios en la empresa.

He escogido este tema debido a la poca importancia que se da en la realidad a la labor de la consultoría produciéndose siempre resultados poco satisfactorios en la ejecución de un proyecto caulquiera, esto debido fundamentalmente a la falta de comunicación entre las diferentes especialidades obteniéndose como resultado incompatibilidad de situaciones que se presentan al momento de realizarse las diferentes construcciones e instalaciones que terminan en costosos cambios que al final hacen de la instalación algo totalmente diferente a lo proyectado, con perjuicios que afectan primordialmente al costo de ejecución, retraso en la puesta en marcha y deficiencia en los sistemss y proceso de producción.

Dentro de toda la labor de la consultoría, en lo que a este trabajo se refiere, se destaca la correspondiente a la ingeniería de proyecto, profundizando algo en sus concep-

tos y resaltando la dependencia mutua entre las diferentes especialidades, referidos como ilustración a la ingeniería eléctrica de donde finalmente se desprende en sus partes más importantes un proyecto eléctrico en cuanto a su forma de ejecutarlo, y, a manera de un apéndice en su forma de presentarlo.

El estudio está aplicado a una industria procesadora de cacao por considerarla que es una de las industrias que está afectada por mayor cantidad de factores externos, con una gran variedad de elementos que intervienen en el proceso, haciendo de su diseño un compendio que reune los casos más importantes en las etapas de ejecución de un proyecto eléctrico industrial.

INDICE GENERAL

RESUMEN III

INDICE GENERAL V

INDICE DE FIGURAS IX

I. INTRODUCCION 1

1.1. Objeto y utilidad del proyecto 1

1.2. Descripción general 4

II. EL PROYECTO INTEGRAL 9

2.1. Estudio de factibilidad 9

2.1.1. Demanda derivada 12

2.1.2. Mercado 18

2.2. Tamaño y localización 27

2.2.1. Tamaño resultante de volumen de producción 28

2.2.2. Tamaño físico de la planta 30

2.2.3. Localización 34

2.3. Ingeniería de proyecto 35

2.4. Inversiones y financiación 39

2.4.1. Costos de consultoría 41

2.4.2. Adquisición de bienes raíces 41

2.4.3. Construcciones 42

2.4.4. Adquisición de equipos y maquinarias 42

2.4.5. Montaje e instalaciones industriales 43

2.4.6. Capital de operación 46

2.5. Presupuesto y ordenamiento de datos para la evaluación 48

2.5.1. Análisis de gastos según su naturaleza 51

2.5.2. Análisis de gastos según su procedencia 55

2.5.3. Métodos de presupuestación 59

2.6. Organización y ejecución 72

2.6.1. Elemento tiempo 73

2.6.2. Elemento materiales 76

2.6.3. Elemento personal 79

2.6.4. Elemento equipo de montaje e instalación 81

III. INGENIERIA DE PROYECTO 94

3.1. Estudios preliminares 96

3.1.1. Materia prima 104

3.1.2. Proceso 106

3.1.3. Producto terminado 113

3.1.4. Manipuleo de producto en proceso 114

3.1.5. Equipos auxiliares 116

3.1.6. Suministros 119

3.1.7. Construcciones e instalaciones 126

3.1.8. Sistemas de comunicaciones y equipos especiales 130

3.2. Evaluación del estudio preliminar 135

3.2.1. Materia prima 136

3.2.2. Línea de proceso 137

3.2.3. Producto terminado 142

3.2.4. Transporte de producto 143

3.2.5. Equipos auxiliares 145
3.2.6. Suministros 148
3.2.7. Construcciones e instalaciones 156
3.2.8. Sistemas de comunicación y equipos especiales 166
3.3. El anteproyecto 168
3.3.1. Construcciones 169
3.3.2. Ingeniería de producción 172
3.3.3. Ingeniería hidráulica 207
3.3.4. Ingeniería mecánica 212
3.4. El proyecto 222
3.4.1. Memorias técnicas 222
3.4.2. Planos, diagramas y esquemas 223
3.4.3. Materiales, volumenes de obra, tiempos 227
3.4.4. Presupuestos 228
3.4.5. Especificaciones y ejecución 229

IV. PROYECTO DEL SISTEMA ELECTRICO 232
4.1. Diseños de Fuerza 232
4.1.1. Estudio de carga por centros de consumo 233
4.1.2. Determinación final de calibre de conductores 253
4.1.3. Estudio de carga de la planta 256
4.1.4. Estudio de capacidad para generador de emergencia 260
4.1.5. Estudio de factor de potencia 263
4.2. Diseño del sistema de control 266
4.2.1. Control de maquinarias 267

4.2.2. Control de proceso 280
4.2.3. Control de parámetros y supervisión 289
4.3. Especificaciones y ejecución 290
4.3.1. Especificaciones de materiales 290
4.3.2. Normas para la ejecución 294

V. CONCLUSIONES 296

VI. BIBLIOGRAFIA 299

APENDICES 301

PLANOS 320

Ing. No. POT-046

I. INTRODUCCION

1.1. OBJETO Y UTILIDAD DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene como finalidad básica presentar un esquema de todos los puntos que se deben considerar en un proyecto integral de cualesquier industria para que mediante el recurso de una buena consultoría pueda concluir en un diseño total con excelentes resultados en todos los campos.

Parte importante de este esquema es lo relacionado a las necesidades eléctricas lo que para este estudio en particular tendrá mayor énfasis y será en lo que en realidad se llegue hasta el diseño mismo.

La razón por la que se considera este trabajo de utilidad es que en la generalidad de los casos, las diferentes ramas que constituyen la técnica moderna son tratadas y estudiadas por separado, sin considerar la forma como una influye en las otras, teniendo al final, una serie de proyectos y diseños de tópicos diferentes que no guardan relación entre si y que en muchos casos inclusive mantienen criterios diferentes y hasta opuestos.

La importancia de considerar la necesidad de que los

proyectos de las diferentes materias que componen una industria cualesquiera tengan forma de una sola unidad se manifiesta primordialmente al momento de la ejecución de un proyecto en la que los diferentes criterios comienzan a encontrarse y es entonces cuando hay que empezar a elegir cual criterio prevalecerá a costa de modificar los diseños existentes para ramas colaterales.

Lo indicado enteriormente siempre termina en un desapego total a los diseños, la necesidad inevitable de rehacer planos y actualizar diseños después de terminada una obra, el desajuste económico ocasionado por cambios de última hora, desperdicio de materiales, en muchos casos insuficiencia de áreas previstas y hasta disminución en la eficiencia de los equipos, personal o deficiencia del sistema mismo.

Es interesante por lo tanto observar en que forma los demás diseños afectan al diseño eléctrico de un proyecto y así mismo como éste afecta a los demás, determinando así las necesidades que se producen mutuamente.

En definitiva, con este estudio se propende a desarrollar la tecnología en el diseño desde el punto de

vista de planificación integral, eficiencia final del conjunto y ahorro de tiempo, trabajo y materiales en la ejecución y esto se lo puede lograr solamente manteniendo una estrecha relación e información entre las diferentes materias de las que se compone un proyecto total.

En todo caso y como conclusión de este trabajo, se quiere dejar establecida la importancia de una firma consultora en la elaboreción de estudio, proyecto y diseños para la instalación de una industria, y no solamente en la parte puramente técnica o de ingeniería sino también en la parte financiera y de factibilidad ya que puede una planta estar fisicamente muy bien concebida, en una ubicación inmejorable, con la mejor maquinaria, etc, pero que no tenga la capacidad de producción adecuada, el capital de operación necesario o la materia prima suficiente.

Se está tratando entonces de corregir estos errores comunes, de emprender una empresa que requiera mucho esfuerzo para luego encontrarse que lo que se había supuesto, "sin su estudio concienzudo" no es verdad, motivo más común del fracaso de muchas empresas.

En nuestro medio esto se ha debido por una parte a la

escasez de firmas consultoras y principalmente a la tendencia de los nuevos empresarios a no utilizarlas, por tratar de realizarlo todo uno mismo "en casa", valiéndose tan solo de la información brindada por los vendedores de los equipos, que en definitiva están interesados en vender, muchas veces sin importarles si en realidad existe materia prima suficiente, mercado apropiado, etc. y por supuesto tratando de vender lo suyo, muchas veces sin opción de informarse de equipo similar, tal vez más eficiente o de mejor calidad.

Se trata de establecer conciencia de la necesidad de la consultoría nacional y de reemplazar la consultoría extranjera, usada con mucha frecuencia por las instituciones públicas y que subcontrata con firmas nacionales para la elaboración de los proyectos, por firmas de consultoría nacional que subcontrate con expertos extranjeros cuando necesiten nuevas especialidades para que la tecnología más avanzada que pudiera existir en el exterior se integre a las empresas netamente nacionales.

1.2. DESCRIPCION GENERAL

Con lo expuesto anteriormente se deduce que la reali-

zación lógica de un proyecto se iniciará con su correspondiente estudio de factibilidad.

Esto indica que la primera intervención corresponde a la evaluación de la situación local del país o zona donde se desarrollará el proyecto que determina la utilidad y demanda para el producto que se piensa realizar.

Una vez determinado el tipo y volumen de bienes a producirse corresponde la determinación del tamaño de la planta que se instalaría, cosa que además está relacionada a la disponibilidad de capitales y capacidad financiera, que son el limitante al volumen de producción y que en muchos casos exige que se cubra apenas una parte de la demanda insatisfecha existente, por lo que en primer término se fijarán varias alternativas para luego decidir en el momento de realizar los estudios económicos.

Paralelamente a la determinación del tamaño de la planta se estudiará el problema de su ubicación, que depende fundamentalmente de ventajas políticas de la zona, cercanía a las fuentes de materia prima y centros de consumo, disponibilidad de servicios básicos, vías de comunicación y mano de obra.

Con los antecedentes expuestos se inicia la fase técnicadel estudio que corresponde a la ingeniería del proyecto, que por ser la que se relaciona con nuestra especialidad será motivo de estudio en un capítulo aparte.

Todas las especialidades que intervienen en la elaboración de la ingeniería del proyecto están intimamente ligadas y de su buen desarrollo y coordinación depende fundamentalmente el que la ejecución de la obra sea un éxito. Por este motivo no se considerará cada especialidad como un proyecto separado sino que el trabajo deberá ser realizado en etapas sucesivas en las que todas avancen paralelamente y entre cada una de ellas hacer un alto para intercambiar información e iniciar la siguiente etapa en uniformidad de criterios.

Entonces tenemos que la ingeniería de proyecto se va a desarrollar por etapas en cada una de las cuales intervienen todas las ramas técnicas necesarias, iniciándose el trabajo para todas desde la simple idea de lo que se piensa hacer para luego evaluar los diferantes planteamientos, elegir los apropiados e iniciar recopilación de datos y realización de anteproyectos para concluir con el proyecto mismo que inclu-

irá los diseños de construcción y especificaciones.

Esto hace que un estudio de esta naturaleza se divida fundamentalmente en cuatro etapas siendo éstas:

a) Concepción de la idea o estudios preliminares
b) Evaluación de los estudios preliminares y trazado de un perfil
c) Recopilación de datos necesarios en la realización de anteproyectos
d) Realización de proyectos de construcción: diseños y especificaciones

Con el conocimiento de la planta que se va a montar corresponde el estudio del volumen de la inversión que su ejecución representa en cada uno de los rubros tratados y así poder planificar un flujo de capital apropiado para que la ejecución de la obra se pueda desarrollar sobre un plan definido.

Una vez situados los fondos correspondientes corresponderá la realización de los diferentes presupuestos de ejecución, los cuales serán debidamente evaluados y adjudicados.

Como parte de un proyecto integral realizado por una firma de consultoría deberá también incluirse un estudio de las posibles fuentes de financiación tanto

para la ejecución del proyecto como para la puesta en marcha y operación.

Finalmente habrá que determinar tanto un organigrama de funcionamiento de la empresa, técnico administrativo, que servirá de pauta para la organización de la misma, así como el cronograma de ejecución de la obra en el que se coordinen los trabajos de las diferentes especialidades para evitar mutuas interrupciones.

En el capítulo de ingeniería de proyecto intervendrán todas las especialidades que son necesarias para la planificación y ejecución de una industria, en lo que trabajarán coordinadamente ingenieros civiles y arquitectos, ingenieros eléctricos y mecánicos, sanitarios e industriales.

De lo que es ingeniería de proyecto será aquí tratado en capítulo aparte el trabajo que específicamente realizará la rama de ingeniería eléctrica como un diseño completo, aplicado a una industria en particular y en la que se supondrán las intervenciones de las demás ramas técnicas.

II. EL PROYECTO INTEGRAL

El proyecto se puede definir como el conjunto de antecedentes que permiten juzgar las ventajas y desventajas que presenta la asignación de recursos económicos a un centro o unidad productora que generará determinados bienes o servicios.

Una vez evaluado el proyecto y habiéndose decidido llevar a cabo la iniciativa, se entra en la etapa de realización, y el proyecto pasa a ser el conjunto de antecedentes y planos que permiten montar aquella unidad productora.

En todo proyecto hay una fase técnica y otra económica que están íntimamente ligadas y que se condicionan recíprocamente, el proyecto mejorará su calidad en la medida en que haya logrado la adecuada combinación técnico-económica.

2.1. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Siendo el proyecto básicamente la transformación de insumos en bienes y servicios, existen dos direcciones generales por lo que toca a sus repercusiones: la una, hacia atrás o hacia el origen, se relaciona con los insumos que demandará el proyecto o problema

de la demanda derivada, la otra hacia adelante o destino final de los bienes o servicios que se espera obtener de la nueva unidad y que guarda relación con el estudio de mercado.

Los sectores de producción se encuentran divididos en tres grupos: el primario, el de servicios y el manufacturero.

El primario se relaciona con la actividad agropecuaria, pesquera, minera, forestal; el de servicios comprende transportes, energía, comercialización, comunicaciones y operaciones financieras; el manufacturero, con ayuda del sector de servicios transforma las materias primas que provienen del sector primario y del propio sector manufacturero, dando lugar a los diferentes tipos de actividad fabril.

Cada uno de estos sectores producen dos tipos de artículos y servicios, unos destinados al consumo final y otros destinados al uso intermedio como insumos del propio o de los otros sectores, (figura 1).

Esto da lugar a la clasificación de los productos en bienes de capital, bienes intermedios y bienes de consumo.

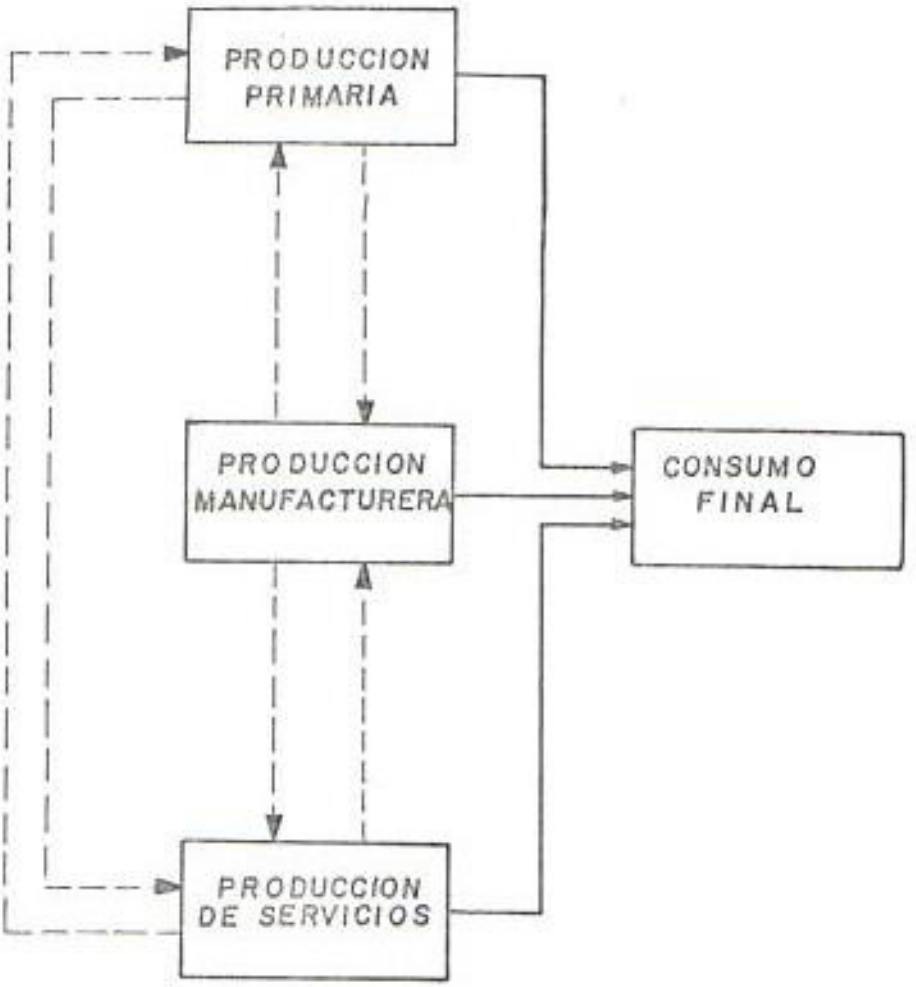


FIG. I.- SECTORES DE PRODUCCION

Bienes de capital son los que servirán a una empresa para producir nuevos bienes, tales como maquinarias, equipos, herramientas; bienes intermedios son los que como producto de una empresa, servirán de materia prima para otra; bienes de consumo son los que como producto final serán adquiridos por el público para utilidad personal.

La demanda es originada por la necesidad de adquirir un producto determinado. Así como las necesidades del consumidor final crea la demanda de un producto, el hecho de instalar una unidad productora creará también una demanda de bienes o insumos que denominamos demanda derivada.

Por lo tanto, la necesidad de una planta en montaje de adquirir bienes de capital está produciendo una demanda de éstos, y así mismo, el requerir luego de bienes intermedios para con éstos elaborar su producto final crea también una demanda de estos bienes.

2.1.1. Demanda derivada

Fundamentalmente existen dos tipos de demandas derivadas, la que proviene del montaje de la planta en cuestión y la que proviene de su funcionamiento, con lo que hay que establecer

la existencia de recursos para las dos etapas y definir los problemas prácticos que su abastecimiento plantea.

El abastecimiento de bienes y servicios necesarios para el montaje generalmente es proveniente de los grupos de servicios y del manufacturero en forma de bienes de capital, que son los que formarán la planta misma que producirá nuevos productos.

El abastecimiento de los bienes y servicios necesarios para producir nuevos productos, o en otros términos, los productos que serán transformados en una instalación industrial para producir nuevos productos son los provistos tanto del sector primario o los suministrados como bienes intermedios por otros sectores manufactureros, siempre con la ayuda del sector de servicios. Este abastecimiento necesario para el funcionamiento de la unidad fabril es en realidad lo que más interesa al estudio de factibilidad, quedando el abastecimiento del equipo para el montaje para ser estudiado a fondo en la ingeniería del proyecto.

El primer punto a tratarse en el estudio de factibilidad es pués el relacionado con la demanda derivada, producida por la necesidad de insumos y servicios para fabricación, para asegurar que éstos sean suficientes y lleguen en buena forma a la planta. Los factores que influyen en este punto son la cantidad y ubicación de ellos, facilidades de transporte existentes, naturaleza de los insumos en cuanto a durabilidad se refiere tanto en el transporte como en bodega antes de su procesamiento.

Los estudios que son afectados por esta etapa son la ubicación, tamaño y capacidad de producción de la planta, costo de producción y estudio de mercado.

Para ilustrar los diferentes pasos del estudio vamos a referirnos a una planta procesadora de cacao, ya que ésta es una industria en la que se encuentra una gran variedad de elementos que deben considerarse al realizar un proyecto integral.

En el caso específico de una planta procesado-

ra de cacao el principal insumo utilizado es el grano de cacao, producto primario proveniente de la actividad agrícola, tradicional del Ecuador y cultivado en zonas bien establecidas, siendo factores importantes que influyen en el abastecimiento deducibles del volumen de producción agrícola contra la capacidad de producción ya instalada más las exportaciones en grano realizadas.

El primer informe resultante que se tiene es entonces una tabla indicadora de volumen de producción agrícola por zona establecida y existencia de procesadoras en las cercanías de cada zona con sus capacidades de producción, no interesando el grano que se exporta ya que en realidad, lo que se trata de hacer es reemplazar esas exportaciones de grano por exportación de bienes intermedios, más aún, el informe del grano exportado si da una idea de cantidad de materia prima que podría aún procesarse.

En la industria del semielaborado de cacao es ésta la única materia prima utilizada.

El segundo punto a tratarse en lo que a insu-

mos se refiere el abastecimiento de envases y materiales de empaque. Siendo el semielaborado de cacao un bien intermedio será utilizado bien en otra industria nacional, o bien para la exportación, además son tres los semielaborados que se producen lo que requiere decidir que tipo de envase se usará para cada producto, tanto para el consumo local como para la exportación.

El tipo de envase que generalmente se utiliza es la funda de polietileno para todos los tipos de producto y en unos casos dentro de fundas de papel reforzado o en otros casos dentro de cajas de cartón corrugado, tanto para el consumo local como para el de exportación.

El segundo informe resultante es un detalle de los proveedores de fundas de polietileno, fundas de papel Kraft y cartón corrugado existentes y los volúmenes de suministro por unidad de tiempo que cada uno estaría en capacidad de realizar a un plazo determinado.

Factor decisivo para muchos de los demás estudios es el suministro de servicios en las di-

ferentes zonas posibles. En primer lugar las vías de acceso, tanto para el mismo abastecimiento como para movilizar el producto terminado. Luego se investiga en cada zona la facilidad de comunicación: líneas telefónicas, correos, línea de telex, etc. Como siguiente punto de investigación tenemos la calidad y capacidad de cada sector en el suministro de energía eléctrica y agua potable. Por último una evaluación de la facilidad de abastecerse de combustible [Diesel-residuo de Petróleo-Gas] y lubricantes.

Para el estudio de factibilidad hay que evaluar los datos reunidos en el estudio de la demanda derivada para con éstos tener un criterio de los diferentes puntos posibles de ubicación de la planta por un lado, y por otro, de los posibles costos de insumos puestos en la planta, además se tiene ya una idea a priori de los diferentes tamaños dados por volumen posible de producción, para estos datos ser utilizados luego en el estudio de mercado.

Con el abastecimiento apropiado de insumos y servicios la empresa está lista a realizar transformaciones y disponer a la vez de nuevos productos para el

consumo de otras industrias como bienes intermedios o bienes de capital, o del público como consumidores de bienes finales, hasta aquí se dispone de la información necesaria para saber las diferentes escalas de producción posibles debido al suministro de materias primas y servicios, ahora toca determinar cual sería el punto apropiado debido a lo que esté dispuesto el consumidor a absorber de la nueva producción y los factores que la determinan.

2.1.2. Mercado

El estudio de mercado determina la producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios.

Los conceptos básicos se refieren a lo que se entiende por "demanda" para un estudio de proyecto, a la definición convencional del término "mercado" y a la distinción entre "estudio del mercado" y "estudio de la comercialización".

El mercado se define como el área en la cual convergen las fuerzas de la demanda y la oferta para establecer un precio único.

Se entiende por comercialización lo relativo

al movimiento de bienes entre productores y usuarios.

La oferta y la demanda determinan el precio de un bien o servicio cualesquiera, la cantidad demandada es la que los consumidores adquirirán a un determinado precio en un momento dado. A medida que son más altos los precios de una mercadería las cantidades demandadas son menores. Si para una misma oferta los consumidores están dispuestos a pagar más ha habido un cambio de demanda, (figura 2), D_1 representa una curva de demanda producida por la variación de cantidades vendidas $Q_1 - Q_2$ al variar el precio de cada unidad $P_1 - P_2$.

Si se aumente el precio disminuye la cantidad de ventas, si se disminuye el precio aumenta la cantidad de ventas, mientras estas variaciones se mantengan como A y N en la curva D_1 no ha variado la demanda.

D_2 representa variación de demanda con respecto a la curva D_1, o lo que es lo mismo, si mantenemos el precio en P_2 y las cantidades vendidas aumentan de Q_2 a Q_3 existe un aumento en

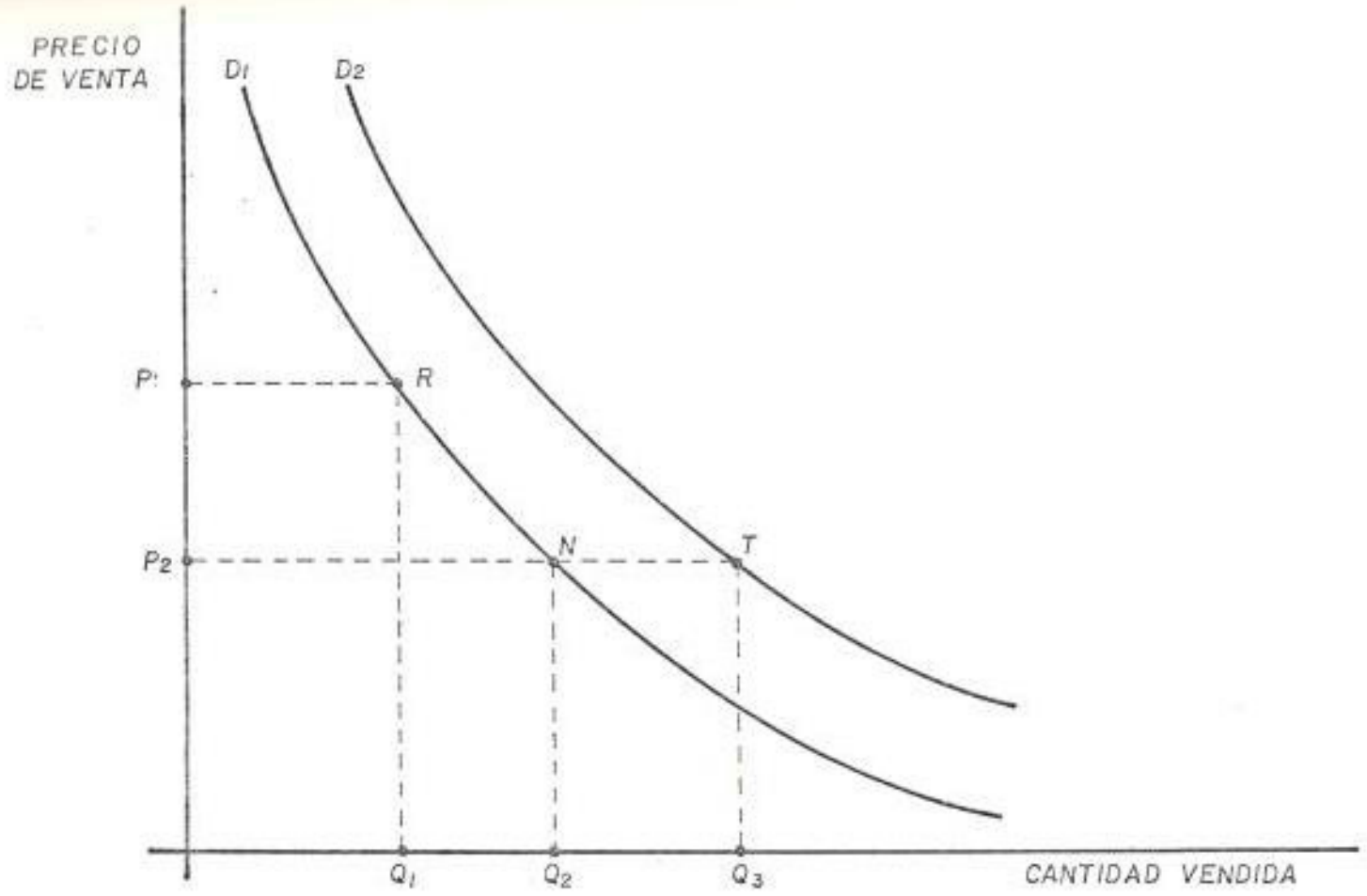


FIG.2- FUNCION DE DEMANDA

la demanda representada por la variación de N en D_1 a T en D_2.

Por lo tanto, desplazamientos en la misma curva no representan cambios en la demanda sino en la oferta, tal es el caso del desplazamiento R - N que indica que los precios disminuyeron por mayor oferta y el caso del desplazamiento N - T que indica que las ventas aumentaron por aumento en la demanda.

El estudio de mercado deberá proporcionar criterios útiles para determinar la capacidad que ha de instalarse en la nueva unidad productora y estimar los probables ingresos durante la vida útil de la realización del proyecto.

El problema del estudio de mercado se resume en la estimación de la cuantía de los nuevos bienes que se van a producir y depende si se trata de sumar al volumen actual de producción existente o a reemplazar la parte de lo procedente de otro origen, sea éste nacional o extranjero.

La determinación cuantitativa de la demanda sólo tiene sentido en relación con determinados

precios de venta, los cuales influirían sobre el monto de los ingresos estimados en el presupuesto de ingresos y gastos del rpoyecto.

La recopilación de antecedentes permite reconocer en cada caso las variables más importantes que afectan la cuantía de la demanda y los precios.

Además es parte del problema cuantificar la demanda actual y futura del proyecto en estudio.

El estudio de mercado se resume en dos etapas:

a] Recopilación de antecedentes y establecimiento de bases empíricas para el análisis

b] Elaboración y análisis de los antecedentes.

Para la recopilación de antecedentes se dispone en primer lugar de las informaciones estadísticas oficiales que reunen datos de importaciones y exportaciones de iguales o similares productos en el Banco Central, capacidad de producción de las plantas existentes que se encuentran en los estudios para clasificación industrial en el MICEI [siglas de Ministerio de Industries, Comercio e Integración] Cámara de Comercio y de Industria, estudios de insti-

tutos nacionales e internacionales, informaciones sobre normas legales, control de precios y exportación de productos sin elaborar o importación de productos elaborados, también en el MICEI.

Para el análisis de los antecedentes en el estudio de mercado deban considerarse los elementos de incidencia significativa en la demanda y oferta según sean bienes intermedios o bienes de consumo, estos elementos vienen dados por:

a) los fines a los que se destinan: o sea, quienes y como lo usan;
b) especificaciones y características: esto es, tamaños, calidad, presentación, etc;
c) Normas y tipos aceptados en el mercado de cada país si es producto para exportación;
d) fuentes de abastecimiento actual, capacidad de producción nacional y su ubicación;
e) tipo de la fuente existente, ya sea artesanal, pequeña industria, etc;
f) estudio de precios y especificaciones de productos similares importados si se trata de sustituir proveedores extranjeros o si se

produce para exportación.

En el estudio de factibilidad además habrá que analizar las proyecciones futuras en la capacidad de producción para lo que es importante tener en cuenta las posibles variaciones futuras tanto en la demanda como la influencia que en ésta ocasiona las variaciones de la oferta.

El factor resultante de las variaciones de la oferta son los precios, si la oferta aumenta los precios bajan y si la oferta disminuye los precios suben. Así mismo el factor determinante en las variaciones de la demanda es la venta, la que está directamente ligada con la oferta.

La relación de dependencia entre precio y venta proviene directamente de las preferencias de los consumidores y de sus ingresos.

Una de las formas de relacionar las cantidades demandadas con la variación de los ingresos de los consumidores es la función demanda ingresos, (figura 3).

La relación entre los cambios en las cantidades demandadas y los cambios en los precios definen el concepto de Elasticidad-precios, y la relación entre los

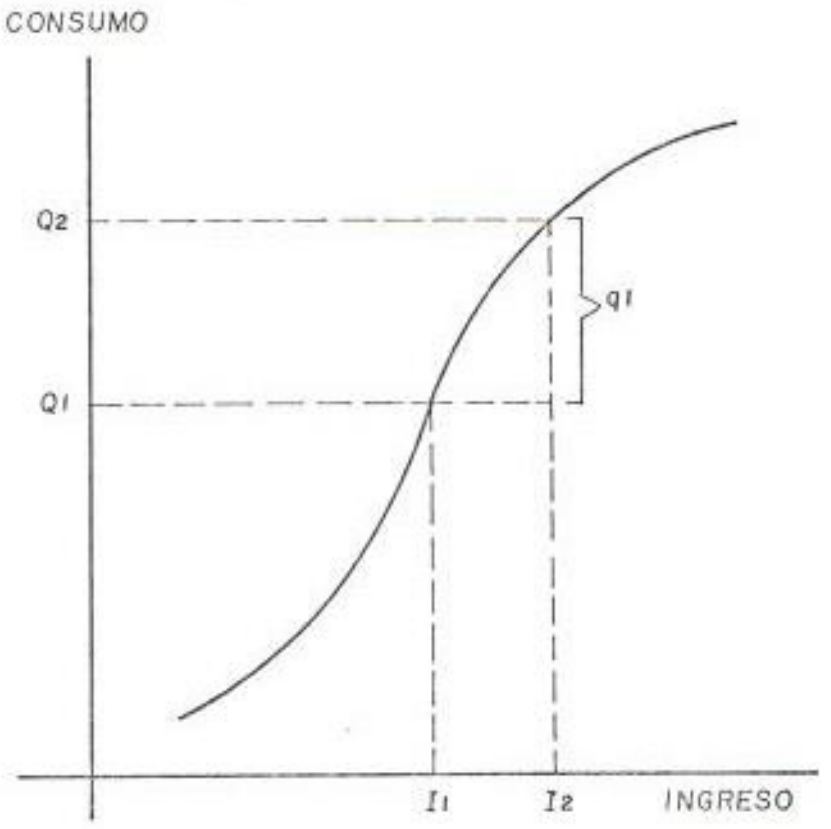


FIG.3-CAMBIO DE CANTIDAD DEMANDADA CON CAMBIO DEL INGRESO

cambios en las cantidades demandadas y los cambios en los ingresos definen el concepto de Elasticidad-ingresos.

El coeficiente elasticidad-precio es un número abstracto de signo negativo ya que al subir el precio la cantidad comprada tiende a bajar.

El coeficiente elasticidad-ingreso es casi siempre un número positivo, porque tanto el ingreso como las cantidades demandadas cambian en la misma dirección, con excepción de las mercaderías inferiores en las cuales un aumento de ingreso disminuye la cantidad consumida.

Para realizar un estudio de mercado de un bien intermedio de uso nacional, al estar éstos relacionados con uno o algunos bienes de consumo habrá que hacer primero una estimación de la demanda de éstos últimos para poder determinar la demanda del bien intermedio a base de una relación técnica.

Cuando el bien intermedio es para exportación en gran porcentaje, como en el caso de los semielaborados de cacao, corresponde realizar una investigación del mercado internacional, la demenda que existe de acuerdo a datos de exportación que reposan en el Banco Central, cantidad de exportaciones de grano que se pien-

sa sustituir por exportación de semielaborado e investigar el volumen de la demanda insatisfecha de los elaboradores de producto final en el exterior, así como conseguir la información del crecimiento futuro de estas empresas que crean automáticamente una demanda extra agregada a la existente anteriormente.

Otro punto importante de influencia en el estudio de mercado es el conocimiento de las especificaciones y normas de los posibles compradores, ya que es factible desplazar productos de inferior calidad de otros países o proveedores.

El estudio de mercado afectará y aportará datos útiles al estudio de ubicación y tamaño de la planta, a la ingeniería de proyecto para la selección de máquina apropiada, con volumen determinado y que cumpla las especificaciones de los posibles clientes.

2.2. TAMAÑO Y LOCALIZACION

El tamaño de una industria está determinado por dos parámetros: Espacio físico y capacidad de producción. En realidad la primera depende de la segunda y ésta última depende del resultado del estudio de mercado y de la demanda derivada.

Para pasar de la capacidad de producción al tamaño físico de lo que será la nueva planta se requerirá de la intervención de la ingeniería de proyecto. Una vez determinado el tamaño más conveniente de la planta toca ponerlo a consideración de la parte encargada de los estudios económicos para determinar la factibilidad del proyecto, para luego iniciarse la etapa de anteproyectos de la sección ingeniería o en caso contrario reconsiderar el tamaño de la planta para ajustarse a las disponibilidades económicas.

Una vez definido el tamaño que por producción es el apropiado corresponde ubicar la planta tomando en cuenta fundamentalemente la facilidad de llegar al consumidor y la demanda derivada (puntos de aprovisionamiento de insumos), esto es que de los estudios de mercado y demanda derivada se tiene ya una lista de las posibles ubicaciones de la planta y ahora corresponde pensar en las diferencias económicas y tamaño de los espacios disponibles.

2.2.1. Tamaño de la planta resultante del volumen de producción

Límites determinados por el suministro de insumos: materia prima directa, materia prima indirecta (agregados), envases, etc. y proyección

para los posibles incrementos en el suministro de insumos: mejora de producción agrícola, crecimiento de industrias proveedoras de bienes intermedios.

Límites determinados por el mercado: consumo local, exportación y proyección para los posibles incrementos de mercado tanto interno como externo.

Una vez debidamente tabulados los datos indicados se buscará el punto de coincidencia para materia prima y mercado y se determinarán dos puntos de producción, el primero que es el de capacidad instalada y el segundo el de proyección para una posible ampliación a determinado plazo.

Una vez determinada la capacidad de producción requerida corresponde a ingeniería de proyecto escoger el proceso más apropiado y recopilar la información sobre los diferentes tipos de maquinaria que puedan cumplir con las especificaciones de producción establecidas, a partir de esto se determina el área de producción estimada, incluyendo una proyección al futuro.

2.2.2. Tamaño físico de la planta

En este punto corresponde determinar todos los servicios que se requieren instalar para que en lo que corresponde a ingeniería de proyecto se prevean las áreas adecuadas.

En primer término, lo referente a planta misma incluye fundamentalmente tres zonas: Bodegas de materia prima, proceso y bodega de producto terminado. Adicionalmente habrá que determinar áreas para equipos y servicios auxiliares: Sistemas de conversión de energía [calderos, subestación, enfriadores, etc.], talleres, bodegas de repuestos, almacenamiento de combustibles y agua. Por último, se determinarán las áreas de circulación y servicios generales, oficinas, baños, vestidores, parqueos, zonas de carga y descarga, comedores.

En cuanto a bodegas de materia prima y producto terminado interviene directamente el estudio de mercado y demanda derivada, ya que la magnitud de éstos depende en primer término de los requerimientos tanto de producto terminado como de materia prima para su buena mantención.

a] Bodega para materia prima

Existen productos que tienen dos o más formas posibles de embodegarse, por ejemplo para el caso del cacao, se podrá tener en sacos de yute apilados dentro de un galpón techado o bien dentro de silos. El determinar que sistema se adoptaría hace intervenir a la sección de estudios económicos y a la disponibilidad de terreno físico. Para el caso específico del cacao lo más económico es el apilar sacos de yute en un galpón techado, pero esto obliga a tener más terreno ya que el cacao requiere ventilación para lo que es necesario cada cierto tiempo desenfundar el grano y tenderlo a airear en lo que se llaman dentro del argot cacotero los "Tendales", con el consiguiente trabajo que esto demanda.

El otro sistema, aunque costoso ya que conlleva a la instalación de sistemas especiales de transporte, son silos verticales con ventilación, sistemas de recirculación, que en todo caso y si la capacidad económica lo permite es el ideal. Estos silos mantienen el grano en mejores condiciones, en menos espacio y con me-

nos trabajo en su manejo y control, además que por los mismos sistemas de transporte se puede alimentar la línea de proceso en forma automática.

Otro factor que interviene en la determinación de áreas de bodegaje es la forma y cantidad en que el proveedor entrega la materia prima. Por ejemplo, en la industria pesquera éstos lo hacen en más volumen en las épocas más propicias para la pesca, por lo que hay que embodegar materia prima en cámaras frigoríficas para las épocas de baja pesca.

Para el cacao en particular, existen dos modalidades. Si la procesadora compra el grano directamente al agricultor deberá disponer de espacio para secar previamente el grano y luego embodegarlo para todo el período entre una y otra cosecha, por lo tanto deberá tener capacidad para embodegar materia prima para procesar durante todo este tiempo; en cambio, si el grano lo provee un intermediario que normalmente lo recibe del agricultor, lo seca y almacena, la planta procesadora podrá adqui-

rirlo según lo vaya necesitando y no requerirá el espacio para secarlo ni para mantener suficiente materia prima hasta la siguiente cosecha.

b] Productos terminados

Corresponde en el estudio de mercado, después de indicar quienes serán los consumidores del producto, determinar los volúmenes que suelen requerir. Esto es, por ejemplo en nuestro caso de la planta de cacao, si el producto es para exportar se acostumbra atender de una so la vez el pedido completo de un cliente. Por esta razón habrá que disponer del espacio para mantener el pedido completo y a veces para mantener algunos pedidos para diferentes destinos simultáneamente.

Otro factor también importante es la condición como se mantendrá el producto durante la permanencia en la bodega y aún la forma como deberá ser cargado al transporte encargado de retirarlo.

Para los productos del cacao es necesario tener bodegas temperadas y con un porcentaje de

humedad muy bajo debido a que los productos del cacao son higroscópicos y se deterioran una vez que han absorbido humedad. Inclusive la zona de carga debe estar acondicionada para que esté siempre cubierta, siendo un producto en que su viaje ideal es en contenedores, es conveniente tener rampas para cargarlos entrando a ellos con el montacarga.

2.2.3. Localización

Para la decisión de localización juega un papel principal el mercado y la fuente de materia prima, en ciertos casos, éste último, es definitivo por ser el producto muy perecedero antes de ser procesado y tiene que estar practicamente al pie de la fuente de materia prima; tal es el caso de la industria conservera. En otros casos el volumen de producto terminado es relativamente pequeño con relación al de la materia prima, lo que hace mucho más costoso el transporte de la materia prima que la del producto terminado.

En otros casos es más fácil el transporte de materia prima por no requerir mayor cuidado, en cambio el producto terminado es tan delica

do que es preferible estar cerca de los centros de consumo o de los puertos de embarque. Este último, considero es el caso específico para los semielaborados de cacao que son siempre ubicados preferentemente cerca de puertos marítimos, ya que la materia prima proviene de muchos sectores, muy fácil de transportar en grano, sin mayores cuidados y delicado como producto terminado, con normas y exigencias precisas por parte de los consumidores.

Un factor adicional para el estudio de localización de una industria es la situación político-administrativa como las ventajas tributarias por zonas de desarrollo, facilidad de acceso y comunicaciones y disponibilidad de servicios.

2.3. INGENIERIA DE PROYECTO

En este capítulo, y sólo por seguir el orden lógico de un proyecto integral, se tratará la ingeniería de proyecto en forma general y como descripción de procedimiento tal como se ha hecho en los puntos anteriores, ya que por su importancia para este trabajo será tratado ya con más detalle en un capítulo apar-

te.

El proyecto de ingeniería comprenderá la descripción del proceso técnico de funcionamiento de la industria, la especificación de la calidad y cantidad de materia prima y de los productos a fabricar, estimaciones de necesidades de energía y transporte, el estudio del tamaño y disposición de los edificios industriales, etc.

A base de estos antecedentes se calculan las inversiones necesarias, se elabora el programa de trabajo, se organizan calendarios y se estiman costos de producción.

De la descripción del proceso se desprenderán en primer término, las diferentes etapas por las que deberá pasar la materia prima para irese transformando hasta llegar al producto final. Esto a la vez determinará las diferentes zonas de proceso que se deberán disponer en espacio físico.

Una vez determinadas las diferentes etapas por las que debe pasar el producto en su transformación se obtendrá la información necesaria sobre los procesos físicos o químicos que producen las transformaciones del producto, lo que nos define que equipos auxilia-

res serán necesarios para convertir la materia prima en producto terminado, esto es, necesidades de frío, vapor, aire, agua, etc. que a la vez nos dará como último resultado el dato de los insumos que necesitaremos para producir estos efectos, tales como combustibles, electricidad, agua, etc.

Para desarrollar este estudio será necesario recopilar toda la información sobre los distintos tipos de máquinas disponibles, tanto localmente como en el exterior, para efectuar el proceso que nos proponemos realizar. Con esta información se procederá entonces a escoger las más apropiadas, tabulando debidamente las bondades y deficiencias de cada una para poder efectuar una evaluación real de la situación.

Todos estos estudios mencionados anteriormente deberán siempre ir relacionados con el estudio económico del proyecto ya que muchas veces habrá que alejarse algo de lo ideal por factores de financiación y presupuestarios, ya que en estos equipos juegan un papel importante dos factores que son inversión contra eficiencia. Es muy cierto que una inversión inicial mayor da mayores costos fijos unitarios pero más eficiencia en los sistemas, igualmente, para una empresa nueva, es más fácil disminuir la inversión inicial

a costa de producir más pronto y luego preocuparse por mejorar la eficiencia con el resultado de su producción. En todo caso, los criterios de ingeniería son justamente para encontrar estos puntos de equilibrio.

Con lo ya expuesto tendríamos elementos para evaluar la planta que se estaría en capacidad de instalar, áreas necesarias, tipo de edificios requeridos, formas de energía, sistema de manipuleo de productos, equipos de proceso y auxiliares, costos estimados y sus detalles, tiempos necesarios para estudios, construcciones, montaje y puesta en marcha, etc.

Una vez ordenada toda la información anterior se iniciaría la planificación a nivel de anteproyectos de las diferentes áreas de ingeniería que intervendrían en la etapa constructiva y de montaje del sistema. Para esto y según lo indicado en el párrafo anterior se dispondrá ya de la información básica para que cada grupo de ingeniería pueda producir sus propios criterios que deberán ser discutidos en conjunto para llegar a un proyecto definitivo satisfactorio.

Realizar el proyecto de la obra completa incluirá entonces, por cada especialidad de ingeniería, los dife

rentes diseños que a la vez estarán integrados por sus planos generales, planos de detalles, materiales y sus especificaciones técnicas, influencias y necesidades recíprocas con los demás sectores del proyecto, presupuestos de referencia y bases para invitar a la construcción. Todo esto acompañado y formando parte de una memoria descriptiva y técnica del proyecto en el que se indicarán en forma resumida los resultados de los estudios realizados y los criterios que se emplearon para llegar a ellos.

2.4. INVERSIONES Y FINANCIACION

Para llevar adelante un proyecto es necesario disponer de una idea de lo que económicamente esta empresa significa para poder determinar en función de esta información los recursos que se deberán disponer para cubrir tanto los costos de los diseños como para monatr la planta misma y poder finalmente disponer de fondos para materias primas e insumos como para el costo mismo de operación.

Sin embargo, para determinar todos estos valores ya se debe de haber previamente realizado inversiones de capital para iniciar los estudios del proyecto mismo, antes inclusive de conocer si el proyecto será renta

ble o no, lo que constituye un capital de riesgo.

La inversión que es necesaria realizar para la elaboración de un proyecto tendrá fundamentalmente dos procedencias: capital propio o de los promotores del proyecto y capital proveniente de financiaciones.

La primera fuente de capital según la naturaleza de la compañía puede ser de origen privado, público o de economía mixta, y está constituído por la aportación inicial de los socios.

La segunda fuente de capital as la obtenida a través de financiación que puede ser a través de instituciones privadas dedicadas a actividades financieras, instituciones públicas como el Banco de Fomento o Fondos Financieros que canalizan su operación directamente o a través de instituciones financieras privadas y por último la financiación de proveedores de maquinarias o insumos que así mismo puede ser directa o a través de las instituciones indicadas anteriormente.

Los recursos económicos compuestos por el capital proveniente de las diferentes fuentes antes indicadas serán utilizados en forma progresiva desde la iniciación del proyecto hasta que éste entra en produc

ción, esta utilización de fondos en la ejecución de una unidad productora corresponde a la fase de inversión, ésta se irá realizando progresivamente marcando fundamentalmente seis etapas que requieren de la asignación de fondos para que su ejecución se haga posible, siendo éstas: Asesoría y estudios, adquisición de bienes raíces, construcciones, equipos y maquinarias, montaje e instalaciones y operación.

2.4.1. Costos de consultoría

Para cubrir costos de asesoría, estudios y planificación en general al iniciar un proyecto, habrá que determinar el monto de los recursos que serán necesarios disponer antes de conocer la magnitud del proyecto. Este valor entrará a formar parte del activo de la empresa, amortizable en corto plazo y proveniente casi siempre de parte de las aportaciones de capital de la sociedad.

2.4.2. Adquisición de bienes raíces

Cuando la naturaleza de la industria que se va a instalar lo requiere, la inversión en terrenos formará parte del activo fijo de la empresa, no amortizable y proveniente de las aportaciones de la sociedad, siendo útil para poste-

riormente respaldar operaciones de financiación de edificios o cualesquiera de los otros rubros de inversión posteriores.

2.4.3. Construcciones, edificios y demás infraestructura necesaria previa a la instalación industrial

Estos recursos que pueden ser provenientes de financiación interna tanto bancaria como de entidades financieras privadas o estatales que por intermedio de los bancos o empresas privadas apoyan al desarrollo industrial. Constituye un activo de la empresa, amortizable a largo plazo. Normalmente es financiado en un cierto porcentaje, debiendo existir parte de la inversión del capital propio de la sociedad.

2.4.4. Adquisición de equipos y maquinarias

Por lo general financiable en un gran porcentaje por el proveedor del mismo, y que generalmente a la vez es financiado por un banco del país del proveedor avalado por un banco local por parte de la empresa. Este tipo de operación es muy conveniente especialmente cuando se trata de países que tratan de incentivar sus exportaciones de maquinarias (como el caso

de Brasil) mediante abonos tributarios para exportaciones de este tipo, y además facilidades para brindar financiación a intereses bastante bajos. Esto último es fundamental en la decisión para escoger la maquinaria a utilizarse, decisión en la que muchas veces es necesario sacrificar calidad o eficiencia de la misma por la inmensa ventaja económica que significa.

Estas inversiones son parte del activo de la empresa y son casi siempre amortizables a mediano plazo.

2.4.5. Montaje e instalaciones industriales

Es la parte de la fase económica que más tiene que ver con la fase técnica del proyecto y además es la inversión que en mayor porcentaje variará de acuerdo a como se haya concebido el proyecto integral.

Dos proyectos para una misma maquinaria pueden en esta fase tener costos diferentes e inclusive puede obtenerse una planta con mejor rendimiento por un costo menor, con sólo optimizar todos los factores y elegir las alternativas

más adecuada.

Los recursos económicos para la realización de la fase de montaje generalmente son recursos requeridos al momento de realizarla. Podrán proceder del capital propio de la sociedad o de financiaciones locales de bancos o financieras que permitan operaciones a corto plazo y que por lo general son renovadas hasta que entra en producción la unidad industrial.

En este último tipo de financiación habrá que proceder con mucha planificación debido a que son fuentes limitadas y de corto plazo. Cuando por falta de planificación no se cumple con el programa de avance en el montaje, se retrasa la puesta en marcha y producción de la planta, lo que hace que se incumplan estas obligaciones a corto plazo que a la vez desfinancian el proyecto.

Esta situación es muy peligrosa para una empresa, ya que es la etapa en que normalmente están ya corriendo plazos para obligaciones y costos de intereses de casi toda la inversión, esto produce un endeudamiento acelerado que es

la causa más frecuente de la paralización de una industria antes de haber iniciado su producción y que en muchos casos ha producido su liquidación o intervención por entidades financieras. Por ejemplo lo sucedido con la planta de elaborados de cacao "CAESA" que liquidó antes de operar, por tener como única asesoría al vendedor de la maquinaria, y que actualmente está funcionando al haber sido planificada por sus nuevos propietarios. Caso similar ofrece una planta papelera en la ciudad de Cuenca en donde la única planificación fur proporcionada por la firma proveedora de los equipos que conocían mucho de papel pero no el medio en que se iba a instalar la planta, habiendo sido el problema fundamental el montaje de la misma que produjo la paralización de ésta, hasta el punto que en la actualidad se encuentra en liquidación sin ni siquiera haberse terminado de instalar.

Los costos de montaje de la planta regularmente son activos de la empresa, amortizables junto con la misma maquinaria, o sea, que una máquina o equipo es amortizado con el valor de

su instalación en conjunto.

2.4.6. Capital de operación

Los gastos de operación están constituídos por los necesarios para que la planta produzca y que los podemos resumir en dos grandes rubros: gastos administrativos y gastos de producción, éstos últimos a la vez considerados como el costo mismo de producir el artículo manufacturado.

Los gastos administrativos se consideran en su totalidad costos fijos, en cambio, los gastos de producción constituyen en parte costos fijos y en parte costos variables.

El costo fijo no depende del volumen de producción, tales como mano de obra indirecta, supervisión, mantenimiento, depreciaciones y amortizaciones, servicios de edificios, etc.

Los costos variables, tales como materia prima, combustibles, mano de obra directa, dependen del volumen de producción.

En el estudio de las inversiones de una planta industrial es conveniente fijar un período de

tiempo inicial de producción en el que no va a existir ingreso por ventas.

Una vez definido el período en el que habrá que producir previo a la iniciación de las ventas se situarán prioritariamente recursos necesarios para la adquisición de la materia prima inicial, que al ser ésta adquirida ayudará entonces a la financiación de los costos fijos de producción con la utilización de fondos provenientes de operaciones que manteniendo la materia prima en garantía mientras dura su procesamiento. Estos fondos se obtienen del Banco Central canalizados por intermedio de la banca privada. Estas operaciones son a corto plazo pero con intereses muy bajos.

Dentro del estudio de inversiones, la última etapa es en realidad un presupuesto de operaciones que deberá ser calculado para un período patrón y para cada próximo período recalculado para la actualización de los costos de producción.

Al inicio del primer período es conveniente disponer de recursos para dos períodos consecu

tivos, asumiendo que la recuperación no es inmediata y así poder entrar en un segundo período de producción y mientras dure éste recuperar el costo del primero.

2.5. PRESUPUESTO Y ORDENAMIENTO DE DATOS PARA LA EVALUACION

En esta etapa del estudio se tratará sobre lo que tiene que ser un presupuesto de operación de una planta industrial. Hasta este momento siempre se trató de las necesidades previas a la etapa de producción, sin preocuparnos mayormente cuan rentable será la inversión, hasta donde deberá endeudarse la empresa con la seguridad de poder cumplir sus obligaciones y si podrá la planta producir lo suficiente para cubrir sus costos financieros dejando además una utilidad razonable para los inversionistas que promovieron la empresa.

Mirando el problema retrospectivamente, como afectará el presupuesto de la empresa el monto de inversión amortizable, y sus cargas financieras que es nuestro limitante económico para decidir el tamaño de la planta para el caso de un producto que tenga una demanda indefinida.

En una empresa establecida se realiza el presupuesto anual antes de comenzar cada nuevo año, en este presupuesto deben estar recogidos todos los gastos que requiere la empresa para poder funcionar y producir a lo largo del lapso considerado. Una forma de realizar este presupuesto anual es tomando como base el presupuesto que existió en el período anterior, considerar que éste estuvo bien realizado y pensando solamente en los aumentos necesarios para cubrir necesidades detectadas, ampliaciones programadas, etc. y disminuir en lo que se considera no necesario. Este método de realizar el presupuesto de una empresa no es el más idóneo ya que es necesario analizar los gastos anteriores para detectar fallas, gastos innecesarios e inclusive establecer prioridades para la asignación de fondos de acuerdo a la importancia de la actividad para poder mantenerse dentro de un límite razonable de presupuesto. El sistema aconsejable se denomina "Presupuesto Base Cero" y parte en realidad de un punto en que no se considera como válido ningún presupuesto de períodos anteriores.

El presupuesto que hay que realizar para un proyecto industrial nuevo, en realidad, no es más que un presupuesto base cero logicamente con la complicación de

que no se tiene la experiencia del resultado del período anterior y que el trabajo que se lo compila a partir de la información de cada departamento de la industria habrá que suponerlo para asignarle los correspondientes valores. Este sistema es de gran interés ya que en una empresa en funcionamiento normalmente se fijan los objetivos del año de acuerdo a la disponibilidad de fondos, en cambio, para una empresa en planificación es posible primero fijar las metas específicas a las que se desea llegar, cada una de estas metas considerarlas como un paquete, clasificarlas de acuerdo a su importancia, para asignarle a cada una los fondos necesarios para conseguirlo y luego evaluar y determinar prioridades.

La solidez o debilidad del programa planificado y presupuestado depende en gran medida de la precisión con la que se hagan los estimados básicos. Luego de realizado el presupuesto inicial podrá posteriormente seguir siendo adaptado continuamente para que se vaya ajustando a las circunstancias cambiantes. Los presupuestos variables proporcionan datos proyectados de los gastos que permiten calcular provisiones presupuestarias para distintos volúmenes o tasas de actividad en cada departamento o centro de responsabilidad,

que proporciona una fórmula por cada clasificación de gastos para cada uno y que indica la relación de cada gasto con la producción o volumen de trabajo de cada centro. Cada fórmula consta de un factor constante o gasto fijo y una tasa variable o gasto variable.

2.5.1. Análisis de gastos según su naturaleza

a] Gastos fijos son aquellos que no varían con la producción o la actividad productiva. Se acumulan con el transcurso del tiempo, es decir, son costos de tiempo, permanecen constantes en valor durante un período a corto plazo dado, dentro de un rango pertinente de actividad.

Los gastos fijos son los ocasionados por la "disposición a producir" por lo que se llaman también costos de capacidad, por lo tanto no son influenciados por la producción ni varían si no ha existido actividad.

Los gastos fijos pueden más o menos ser determinados desde el mismo momento en que se define la empresa, en lo relativo al tipo de instalación que se proyecte, tamaño de la industria, tipo de máquina que se elija, procedencia de la energía a emplearse, capacidad de produc-

ción instalada.

Al elegir la maquinaria de una industria es fundamental tener presente dos consideraciones: primera; que la mayor automatización aumenta el volumen de producción sin aumentar sensiblemente los costos fijos de producción. Segunda; dentro equipos similares en automatización el de más volumen de producción tendrá producto de menor costo unitario porque también puede producir más con el mismo gasto fijo tanto administrativo como productivo casi similar.

Es importante al realizar un proyecto integral determinar que factores del proyecto afectan a los costos fijos del producto y en que porcentajes, ya que es necesario establecer mínimos de producción necesarios para que con un costo fijo determinado sea posible obtener un producto de precio competitivo. En realidad, el punto de equilibrio en la producción de una planta [cantidad de producción para que el precio de venta sea igual al de costo] viene determinado en última instancia por el costo fijo.

Finalmente, el monto de los costos fijos puede ser variado con criterios acertados que se tomen en el desarrollo del proyecto. Es verdad también que normalmente la disminución de costos fijos viene acompañada de aumento de inversión inicial, cosa que en la mayoría de las ocasiones es el factor verdaderamente limitante. Existen muchos factores que con simplemente mejor la eficiencia del sistema utilizando los mismos equipos e instalaciones se puede obtener una gran reducción de costo fijo. Un ejemplo de ésto está dado por la diferencia de tiempo empleado en realizar una labor con sólo planificar debidamente el flujo de material durante el proceso y las zonas de circulación.

b] Los costos variables son aquellos partidos de costos que varían en proporción directa con la producción o actividad. Son costos de actividad porque se acumulan como resultado de la producción realizada y es necesariamente cero a cero actividad realizada. Es en realidad un valor fijo en el costo de producción por unidad que varía en valor con la producción total.

Los costos variables son afectados muy superfi

cialmente por los parámetros manejados en el proyecto, ya que éste es primordialmente función de la materia prima, en lo que a mayor volumen de producción tendremos mayor materia prima utilizada. En cuanto a mano de obra directa, ésta afecta más representativamente cuando la unidad fabril requiere de mucha labor manual, o sea labor directa sobre el producto a transformarse [propio de artesanía o fabricación no en serie de ciertos artículos como muebles, ropa, etc.] en la que si depende la cantidad de producto de la cantidad de mano de obra existente, este tipo de industria sin embargo, normalmente tiene máquinas muy reducidas y poco sofisticadas y casi siempre por su magnitud no justifican un proyecto a nivel de firmas consultoras, ya que cuando ésto es requerido es porque la magnitud de la empresa hace pensar en fabricación en serie con el uso de maquinaria que realiza el trabajo, siendo despreciable la incidencia de la mano de obra como costo variable ya que es el mismo operador que controla una máquina sea cual fuere la producción de ésta. En todo caso y contrariamente a lo dicho en el párrafo anterior, el

costo de mano de obra es variable por unidad de producto [será menor al ser mayor la eficiencia de la máquina] pero será fija en valor con la producción total.

c] Existen además los costos que podríamos clasificarlos entre fijos y variables, normalmente se encuentran los mismos gastos involucrados tanto en la zona administrativa como en producción y se trata de ciertos costos que siempre se presentarán con un valor mínimo así la producción sea cero, pero que aumenta progresivamente y en proporción al aumento de producción. Ejemplos de este tipo de costos son el mantenimiento, consumo de energía, etc.

Estos costos son siempre expresados en función de porcentaje entre parte fija y variable.

2.5.2. Análisis de gastos según su procedencia

Los diferentes costos que van a intervenir en el futuro para calcular los presupuestos en cada centro de responsabilidad y que vale analizar para que al momento de asignarlos a los diferentes centros que los originan conocerlos más y poder evaluar su incidencia son:

a] Materiales directos

Los materiales directos, como un costo de fabricación están representados por la materia prima y elementos utilizados directamente en la fabricación del producto terminado.

b] Materiales indirectos

Es material indirecto el que generalmente es usado en el proceso de fabricación pero que no es atribuíble directamente a cada producto, son los denominados suministros de producción tales como combustibles, grasas, etc. Frecuentemente los materiales indirectos se incluyen en el presupuesto como gastos indirectos de fabricación, aunque en algunos casos es conveniente que ciertos suministros o gastos indirectos sean incluídos en el presupuesto de materiales.

c] Mano de obra directa

La mano de obra directa considerada como un costo de fabricación, se define como aquellos costos de mano de obra que pueden ser identificados directamente con la producción de unidades específicas de productos terminados. El plan de producción proporciona los datos nece-

sarios para planear la mano de obra directa.

d) Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta está constituída por todo gasto de fabricación (casi siempre en el factor producción) pero que no interviene directamente en la elaboración del producto terminado, esto es mano de obra necesaria para mantenimiento, para el manejo de equipos complementarios, movilización, supervisión, control de calidad, etc.

e) Servicios del edificio

Los costos de operación del edificio deben repartirse entre los diferentes centros de responsabilidad, éstos pueden ser administración, producción, ventas, etc. Los valores que inciden en esta parte del presupuesto son salarios, depreciaciones, seguros, impuestos, reparaciones, mantenimiento, luz, agua, teléfono, etc. Para distribuir el costo entre los diferentes centros de responsabilidad se lo podría calcular en base al área ocupada por cada uno.

f] Depreciación y amortizaciones

Son los costos que a pesar de habérselos reali

zado una sola vez no se los puede cargar como gasto en un sólo período de operaciones o en un número determinado de productos fabricados, por lo que se fijan tiempos considerados en algunos casos como medianos plazos y en otros como largos plazos a través de los cuales se van absorbiendo estos costos iniciales de manera gradual. Todo lo que significa inversión, excluyendo los terrenos, serán motivo de amortización por lo que lo encontraremos en todos los centros de costos representando ya sea edificios, muebles, máquinas, herramientas, etc. y en la proporción en que en cada caso se presenten.

En los cálculos de costos indicados anteriormente hay que tener algunas consideraciones importantes tales como:

1.- Para el cálculo de materiales directos e indirectos habrá que tener en consideración los gastos de compra o sea, que el costo de un material será su valor de compra más los gastos que realizar esta compra signifiquen, esto es, transporte, comunicaciones, impuestos, etc. y además los costos de manejo de inventario de materias primas o materiales e insumos.

Dpto. de Ingeniería Eléctrica
BIBLIOTECA
Inv. No. 707 - 046

2.- Para el cálculo de mano de obra, tanto directa como indirecta, habrá que tener en consideración los beneficios sociales establecidos por las leyes, los servicios sociales prestados por la empresa y porcentajes de seguridad para eventuales indemnizaciones, incentivos, regalías, etc.

2.5.3. Método de presupuestación

Para realizar un presupuesto de fácil evaluación y de utilidad práctica no es aconsejable abordar los costos según sean éstos fijos o variables, sino ordenarlos según los departamentos o centros de responsabilidad en los que se pueda agrupar las diferentes actividades de toda la unidad, tanto técnica-productiva-administrativa, asignando a cada uno de estos centros los diferentes costos que a la vez serán determinados de acuerdo a las metas que cada uno de éstos se fije.

Más aún, es posible que algún rubro que para un centro de responsabilidad signifique un costo fijo [energía eléctrica para sectores administrativos por ejemplo] sea un costo variable para otro [por ejemplo lo mismo en cierto porcentaje para producción]. En todo caso, reali-

zado el estudio desde este punto de vista es muy simple al final recopilar cada gasto por su clase y aún determinar en cada uno los resultados expresados en porcentaje como costo fijo y variable además del punto de procedencia en cada caso.

Una vez definidos ciertos tipos de gastos comunes a toda empresa o industria, corresponde determinar los diferentes centros de responsabilidad en los que se pueda aplicar los distintos gastos definidos y la forma en que cada uno de éstos afectan al presupuesto de cada centro.

Para determinar los diferentes centros de responsabilidad es de gran importancia la elaboración de un buen organigrama de la empresa, que a más de definir estos centros nos dará una idea real del personal y espacios físicos que se requerirían para su buen funcionamiento.

Normalmente una empresa está dividida en primer término en tres grandes centros de responsabilidad que así mismo se conforman por varios centros dependientes de éstos tres princi

pales que son (1) producción, (2) ventas y (3) administración. Esto no quiere decir que toda empresa deberá estar formada por estos tres centros de responsabilidad principal ya que dependiendo de su actividad y volumen pueden ser éstos divididos en muchas más haciendo que las funciones de cada uno sean más específicas, siendo para nuestro caso particular, todos estos centros de responsabilidad posibles, dependientes de los tres principales que hemos establecido.

Para nuestro estudio vamos a elaborar un organigrama sencillo donde se establecen los sectores más importantes y los dependientes de éstos tal como se indica en la figura 4.

La planificación de gastos debe incluir todos los niveles de la administración para que se puedan desarrollar presupuestos realistas de gastos para cada departamento. En la planificación de gastos para un centro de responsabilidad, es necesario que se planifique primero el volumen de trabajo, producción o actividad para este centro, y así, toda planificación de gasto debe estar directamente de acuerdo con

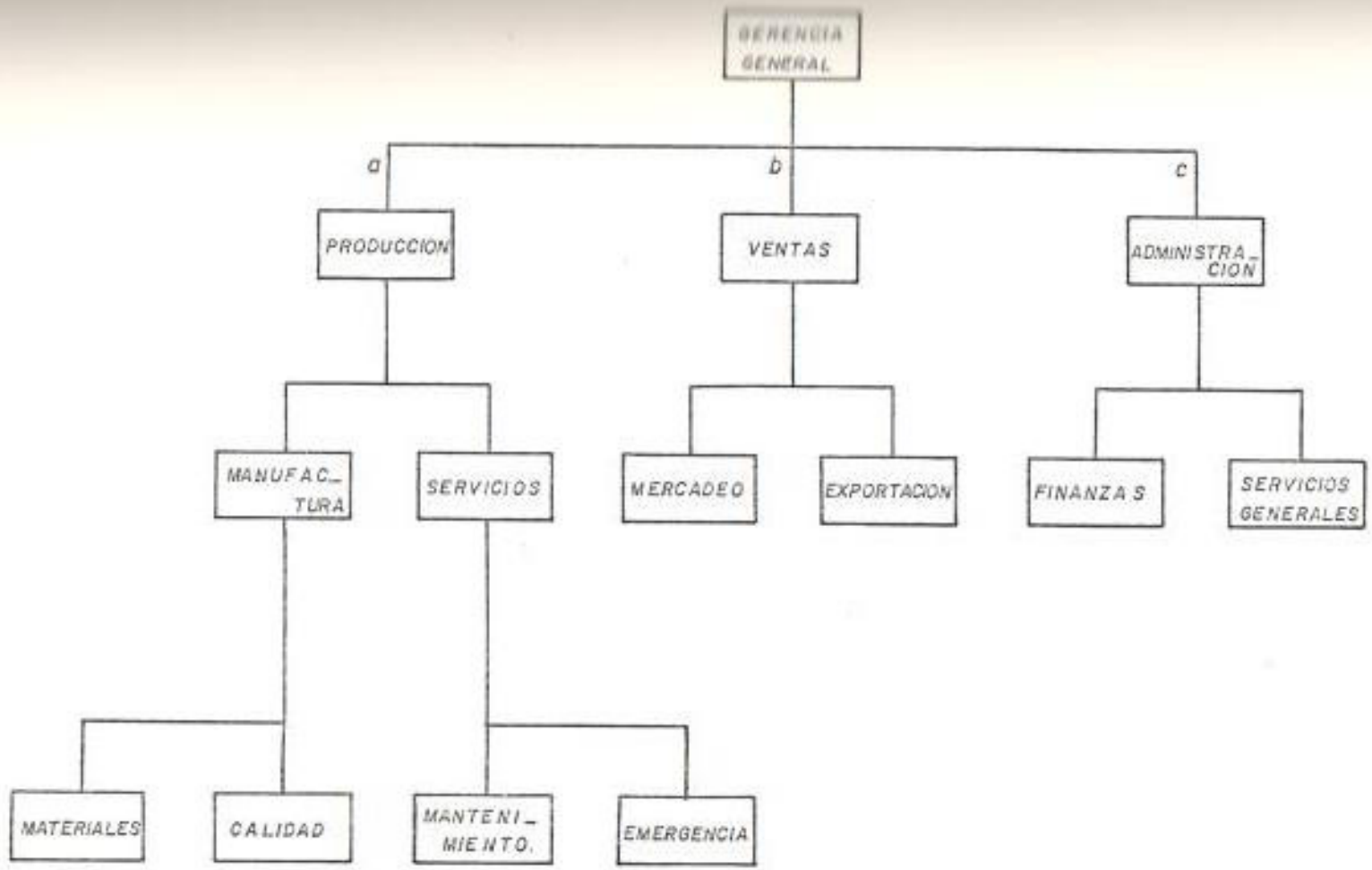


FIG.4.- ORGANIGRAMA FUNCIONAL

las producciones planeadas.

Para determinar la actividad de cada centro de responsabilidad es necesario seguir un orden lógico tanto entre estos centros como dentro de ellos mismos ya que de producción depende el volumen de ventas y de estos dos depende la actividad administrativa.

Así mismo, dentro de lo que es producción, del volumen de manufactura depende la actividad en servicios, en compras y materiales.

El desarrollo del presupuesto por lo tanto tendrá en lo posible la secuencia producción-ventas-administración para que cada centro de responsabilidad que precede preste información al siguiente.

a) Producción

Este presupuesto estará constituído por gastos de manufactura con un porcentaje fijo y un gran porcentaje variable y gastos de servicios con un gran porcentaje fijo.

Los elementos de costos que intervienen en producción son:

a.1.- Materiales directos: Este presupuesto refleja la cantidad estimada de los materiales necesarios para producir el número de unidades de producto terminado contenidos en el programa de producción. Para desarrollar este presupuesto se determinará el número de unidades de cada tipo de material que se requiere para fabricar cada unidad de producto terminado. El uso unitario de materiales multiplicado por las unidades de producto terminado a producirse se obtiene el total de unidades de material que se requiere. El costo de materiales directos generalmente es considerado como un costo variable, esto es, un costo que varía proporcionalmente con los cambios de producción.

a.2.- Mano de obra directa: Existen dos tipos de cálculo para este presupuesto, dependiendo del tipo de industria. Si se trata de manufacturación de artículos en los que interviene ensamblaje o transformación producida por la intervención directa de la mano del hombre, o si se trata de transformaciones producidas en maquinarias con la intervención de procesos físicos o químicos en los que el hombre desempeña

la función de operador del sistema. En el primer caso se puede calcular directamente la influencia del costo de mano de obra en el costo por unidad de producto manufacturado, lo que hace de la mano de obra un costo variable. En el segundo caso habrá que calcular la incidencia de cada máquina en el producto manufacturado, en función del tiempo y costo de operación, para adjudicar al producto unitario su costo proporcional que disminuirá a medida que aumente el volumen de producción, siendo por lo tanto un costo fijo ya que el operador de la máquina realizará el mismo trabajo independiente del volumen de producción, siendo su costo fijo aunque la producción sea cero.

a.3.- Gastos indirectos: Esta parte del presupuesto de producción, llamado también gastos generales de fabricación es el punto donde el cálculo se hace más complejo por la cantidad de factores que intervienen y afectan a este presupuesto. Corresponde a aquella parte del costo total de fabricación no directamente identificable con productos o manufacturas específicas. Estos gastos constituyen en algunos

casos costos fijos y en otros variables.

Los gastos indirectos en producción están constituídos por:

- Material indirecto cuya finalidad es aportar en ayuda del sector de producción, tales como combustibles, agua, lubricantes, electricidad, productos químicos para tratamiento de aguas y laboratorio, artículos de limpieza, repuestos, herramientas o elementos perecederos o de aportación como soldadura, lijas, brocas, pintura, etc.

En su gran mayoría lo hacen a través de algún departamento de servicios, tales como mantenimiento, energía, ingeniería, control de calidad, seguridad industrial, etc.

- Mano de obra indirecta, está conformada por todo gasto proveniente del pago de sueldos y salarios en el departamento de producción pero que de su intervención no depende directamente la transformación de la materia prima en el producto terminado. Este gasto puede ser originado tanto en la zona productiva como en la de servicios, en el primer caso representado por

supervisores, personal de laboratorios, etc. y en el segundo caso por mecánicos, electricistas, operadores de calderos o generadores, operadores de máquinas auxiliares, herramientas, etc.

- Servicios de edificio, son los costos originados en el sector de producción por hacer uso de una área construida y que debe mantenerse y por lo tanto deberá así mismo afectar en su presupuesto, los gastos más importantes por este concepto son luz eléctrica, teléfono y comunicaciones, reparaciones, seguro y arriendos o amortización del costo de la parte proporcional del edificio en uso.

- Depreciación, amortizaciones y obsolescencia. Las máquinas de producción, herramientas y máquinas para mantenimiento, equipos especiales de servicios como calderos, compresores, generadores, etc, instalaciones y demás activos fijos de la empresa están sujetos a depreciaciones y en algún momento ciertos equipos llegarán a ser obsoletos, por lo que hay que disponer de las partidas de reserva para amortizar estos costos y realizar los reemplazos necesa-

rios cuando se requieran.

- Gastos varios como artículos de oficina, papelería, viajes y atenciones, medicinas, uniformes, impuestos, etc.

b] Ventas

Del volumen de producción de la planta depanda la cantidad de producto que se debe vender y esto fija la magnitud del departamento de ventas que se requiere.

El presupuesto de este departamento, una vez fijado para un volumen establecido entre ciertos límites, para un período determinado, se mantendrá como un costo fijo así después varíe el volumen de ventas, salvo el caso de comisiones y transporte en la distribución.

Los gastos en ventas pueden agruparse en tres sectores:

b.1.- Promoción y publicidad: Dentro de promoción y publicidad, además de los gastos tendientes a acercarse al posible cliente, como publicaciones en guías y directorios, impresos a distribuidores, anuncios en los medios de co

municación colectiva, obsequios, etc. se incluyen los programas de formación de vendedores, cursos y seminarios de adiestramiento, viajes y viáticos que para este fin son necesarios. Por último, como en toda sección de la empresa se incluirán los gastos de servicio del edificio, remuneración de empleados propios del departamento, depreciación de equipos de oficinas y gastos varios de papelería, atenciones, etc.

b.2.- Mantención de inventario: Es un costo fijo para un volumen de producto terminado que se mantenga como mínimo en bodega para dar fluidez a la distribución. Esto no representa un gasto en si mismo, cuyo costo es un activo cuya previsión se hará la primera vez para luego sólo reajustarse a las situaciones cambiantes en ventas. El gasto que de esto si se origina es el costo financiero de mantener este inventario permanente, su control y cuidado, espacio físico que ocupa representado en el gasto de servicio de edificios, seguros y artículos necesarios para la operación.

b.3.- Distribución: Según el producto y políti

cas adoptadas por la empresa, fluctúa su porcentaje fijo y variable. El costo variable está representado fundamentalmente por transporte del producto, y por comisiones en ventas cuando se aplica este sistema, los gastos así ocasionados dependen unicamente del volumen de producto movido. El costo fijo está representado por salarios básicos de vendedores, servicios del edificio, comunicaciones, viajes y atenciones, artículos de oficina, mantenimiento y depreciación de vehículos de distribución y personal de administración propios del departamento.

Nota: Para muchos tipos de empresa los gastos de un departamento de ventas pueden estar compartidos por departamento de exportación o sustituído por éste si todo su producto es exportable.

c) Administración general

En su totalidad es un gasto fijo y son todos los no causados por producción y ventas pero necesarios para el funcionamiento de la empresa. El rubro más importante de este centro de

costo es el de sueldos y salarios del personal administrativo, tal como gerentes, contador, recaudadores y cobradores, pagador, auditoría, mensajeros, personal de guardianía, etc. los demás gastos de este centro de responsabilidad hay que calcularlos en coordinación con los demás centros de responsabilidad ya que muchos de estos costos son compartidos o ya estarán considerados en otros presupuestos.

c.1.- Compras: Estos gastos deberán ser previstos en este centro de costo en la medida en que no se hayan considerado en otros centros, por ejemplo, en el costo de materiales directos o indirectos probablemente se ha calculado según el precio de compra más gastos de compra, por lo que habrá que tener cuidado de no incluír de nuevo estos costos en gastos de compras realizados por administración general.

c.2.- Relaciones industriales y servicios sociales: Estos gastos son los realizados en beneficio de empleados y trabajadores en general, no incluído en otros rubros o en otros centros de responsabilidad. Estos pueden ser: dispensario médico, botiquines, comisariato, comedor,

lavandería, uniformes, agasajos, transporte, etc.

c.3.- Relaciones públicas: Algunos ejemplos de estos gastos son los ocasionados por honorarios profesionales y gastos legales, gastos de representación de personal administrativo y gastos de atenciones y comunicaciones.

c.4.- Contable y financiero: Además de los gastos para llevar la contabilidad de la empresa se incluyen intereses, gastos de representación y atenciones, impuestos, etc.

Cada uno de los departamentos que conforman el centro de responsabilidad de administración general tendrán además, de acuerdo al área que ocupan y proporcionalmente a su actividad, las alícuotas de servicio del edificio, útiles y materiales de oficina, depreciación de muebles y enseres, comunicaciones, seguros, transporte.

2.6. ORGANIZACION Y EJECUCION

Una vez que una firma consultora haya realizado todo el estudio que precede, estando hasta aquí totalmente definida la planta y con todo perfectamente especifi-

cado y planificado, corresponde el trazar una vía para que esto sea ejecutado. Es la etapa en que cuando el asesor ha sido sólo el proveedor de los equipos abandonan al cliente a su suerte, teniendo éste que ingeniárselas para llevar adelante el montaje de su planta, cuyo equipo ya adquirido empieza a llegar al sitio y es cuendo se trata de encontrar y organizar quien lo mente, instale y ponga en marcha.

Por lo tanto, parte integral y obligatoria de un proyecto es el organizar todos los pormenores para que su ejecución sea en el momento preciso con los materiales necesarios y disponiendo del personal y equipos apropiados. En realidad la organización gira en torno a cuatro elementos: tiempo, materiales, personal, equipos de montaje e instalación.

2.6.1. Elemento tiempo

En cuanto a tiempo se refiere, a partir de los proyectos de cada una de las especialidades habrá que determinar un cronograma de ejecución de obra que deberán depender entre sí muy estrechamente y que al final deberá producir un cronograma general de obra.

Para esto se tratará por separado cada una de

las especialidades y se procederá a signar tiempo de duración de cada una de las labores necesarias, por ejemplo, en construcciones: preparación de terrenos, excavaciones, relleno y compactado, cimentación, estructuras, techado, contrapisos, mampostería, acabados. Normalmente esta fase se inicia con construcciones debido a que es lo primero en la ejecución de una obra, es necesario que ciertos trabajos de construcción estén hechos para que puedan comenzar los trabajos en otras especialidades.

El orden en que más o menos se van presentando los trabajos es: construcción, sanitarios, mecánicos de montaje, eléctricos, mecánicos de servicio [agua, vapor, etc.] por lo tanto cada especialidad irá realizando su cronograma apoyándose en el anterior, por ejemplo como lo indicamos en la figura 5.

El desarrollo del cronograma de obras sanitarias probablemente está iniciándose alrededor de la tercera semana ya que sus tubos enterrados irán a colocarse en terreno ya compactado. Para mecánicos será posiblemente alrededor de la séptima semana, cuando las estructuras es-

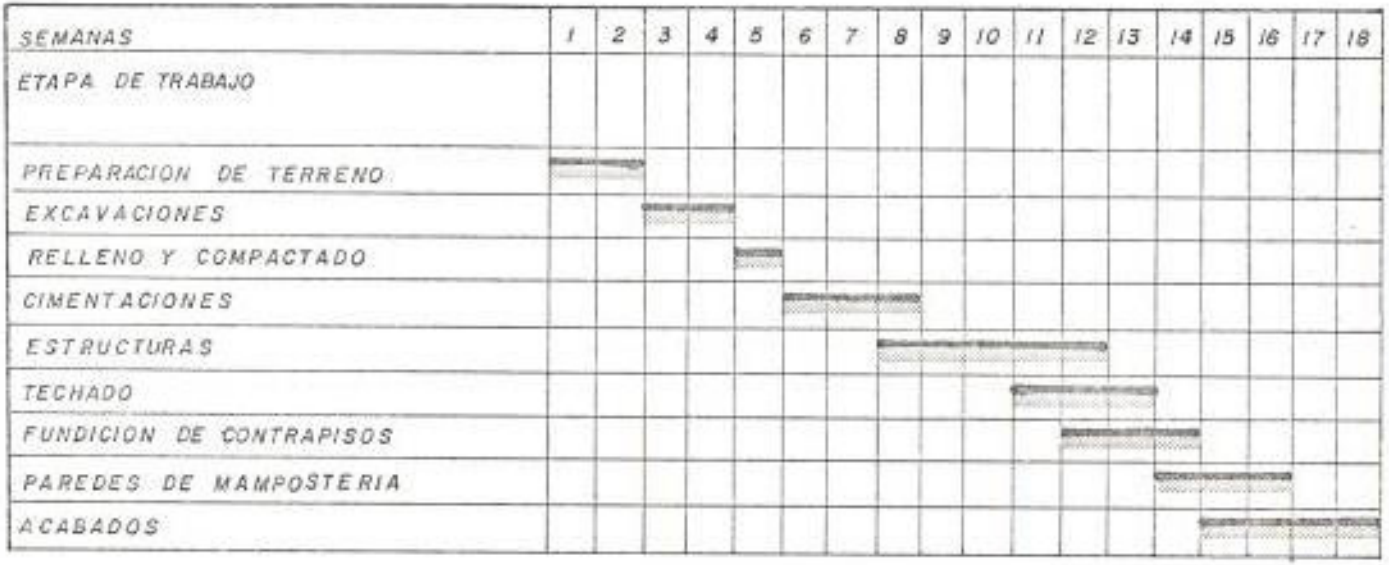


FIG.5.- CRONOGRAMA TIPICO DE CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES.

tán en su fase final siendo su trabajo más predominante alrededor de la duodécima semana en que ya existen pisos terminados. Para eléctricos, ya no depende solamente del cronograma de construcción sino en ciertas partes del trabajo del cronograma de montaje mecánico, o sea que habrá instalaciones como alumbrado, subestación, generación, alimentadoras que dependerán solamente de la obra civil y conexión de máquinas, controles, instrumentación que si depende también del montaje de las máquinas.

Una vez obtenido el cronograma de cada especialidad es conveniente realizar un cronograma general en el que se observará la intervención de cada una, como se indica en la figura 6.

Las ventajas de tener un cronograma como el indicado será el poder comunicar al contratista el momento en que debe entrar a trabajar en su especialidad, controlar avance de obra, preparar un flujo de caja, etc.

2.6.2. Elemento materiales

El segundo punto a considerar en la organización y ejecución de una obra es el aprovisiona

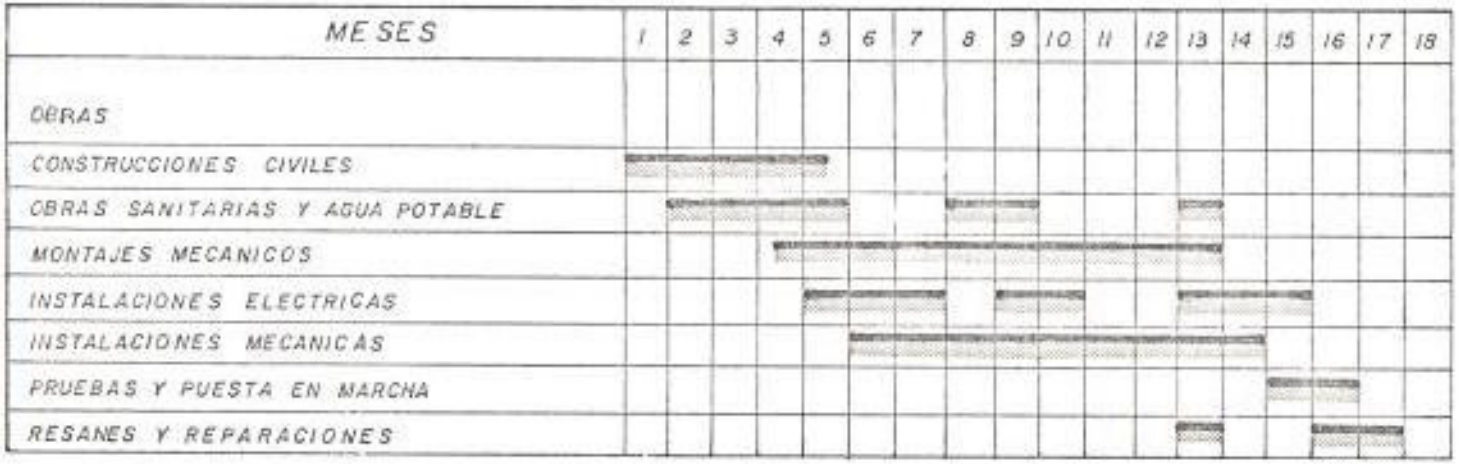


FIG. 6- CRONOGRAMA GENERAL TIPICO, SUPUESTO PARA UN PROYECTO INDUSTRIAL EN EJECUCION PROGRAMA DE TIEMPO EMPLEADO POR CADA ESPECIALIDAD.

miento de materiales e insumos para la construcción, montaje e instalaciones; una de las informaciones obtenidas como resultado de haber realizado la ingeniería de proyecto es justamente los listados de materiales necesarios para cada uno de los trabajos, si bien estas listas no serán del todo exactas si pueden dar una idea bastante aproximada de los materiales que deben adquirirse.

Una buena organización aconseja al iniciarse la obra disponer de una bodega para recibir este material, dotarla de una persona responsable de custodiar estos insumos, conseguir que llegue a conocer las generalidades del proyecto y los diferentes materiales y si éstos no se los va a adquirir todos juntos es preciso abrir una tarjeta de control para cada uno, indicando cual es el estimado del proyecto para así poder evaluar al realizar compras parciales sucesivas cual es la diferencia real o si existiese alguna anormalidad en el manejo de los materiales.

Parte de la organización para la ejecución de una obra será además determinar de acuerdo al

cronograma de trabajo y listado de materiales un estimado de cuándo se va a requerir de estos últimos para así elaborar un cuadro de flujo de dinero para su adquisición.

2.6.3. Elemento personal

A partir de los cronogramas individuales de ejecución de obra, la determinación del personal necesario para realizar los trabajos se convierte en una labor muy sencilla, ya que bastará determinar cuantas personas serán necesarias para cada labor específica.

Por ejemplo, se va a programar las necesidades de personal para ejecutar obras sanitarias e hidraúlicas en una industria, en donde previamente se ha determinado un cronograma de trabajo ajustado a los tiempos disponibles para realizarlas, [figura 7].

Según el volumen de obra en cada tipo, se determina la cantidad de personas que se necesitan para realizar el trabajo en el tiempo previsto, lo que nos proporciona una curva de utilización de mano de obra-día, [figura 8].

Lo que nos da una idea de que el máximo de per

SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Personal p/día de Actividad
OBRAS													
COLECTORES													8
BAJANTES													4
REDES AGUA													12
CAJAS REVISION													4
ACCESORIOS													4
FILTROS													2
ABLANDADORES													2
BOMBAS													2

FIG 7- CRONOGRAMA SUPUESTO PARA OBRAS HIDRAULICAS Y SANITARIAS

-CANTIDAD DE HOMBRES POR DIA EN CADA ACTIVIDAD

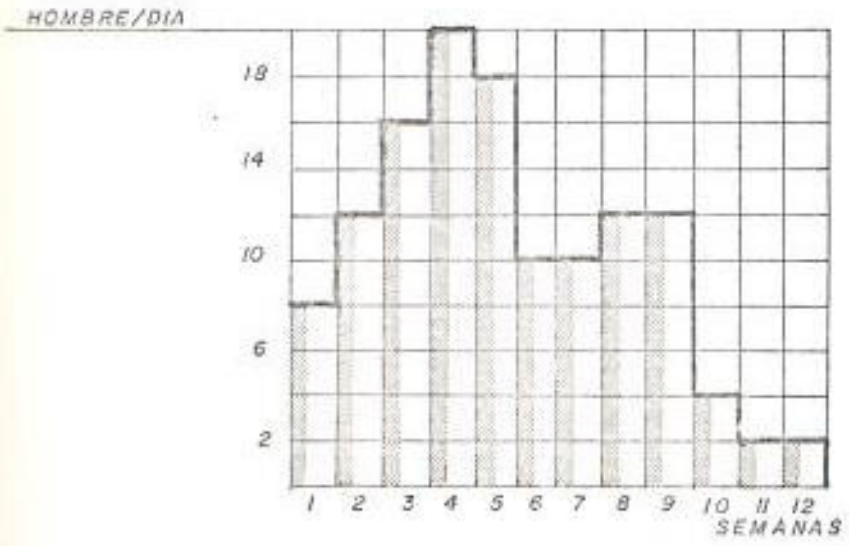


FIG 8- UTILIZACION DE MANO DE OBRA EN CADA SEMANA

sonal que se necesitará será de veinte personas en la cuarta semana.

Estos datos son particularmente importantes cuando las obras a ejecutarse son distantes de zonas pobladas y hay que disponer de transporte, campamentos, alimentación, etc.

2.6.4. Elemento equipos de montaje e instalaciones

Para un montaje e instalación industrial se puede elegir entre contratar el trabajo con una compañía constructora y de montaje, en la que ésta tiene la responsabilidad de proveer el equipo necesario para realizarlo, o de contratar la mano de obra calificada, en la que la industria deba proveer el equipo de instalación.

De todas formas, dentro de la consultoría deberá especificarse los equipos que serán necesarios para el montaje, que además servirán para que al contratar la obra se pueda calificar a las firmas participantes en el sentido de que tengan la infraestructura necesaria para cumplir con el trabajo. Este punto es de vital importancia especialmente para la parte mecánica

ya que se trata de equipo costoso y de no fácil adquisición. En este caso, será necesario recurrir a datos de maquinarias para poder especificar el equipo requerido, por ejemplo, máximo peso de una pieza que deba moverse, máxima altura de montaje, tipos de material que deberán ser soldados [soldadura eléctrica, argón, acetileno, etc.], máxima intensidad en soldadora, diámetro máximo de tuberías de uniones roscadas, tipos de tubos a ser curvados en frío, tipos de fijación y anclajes, alturas de techos.

No siempre que se decide realizar un montaje por cuenta propia será necesario adquirir los equipos y máquinas apropiadas, para esto lo aconsejable será decidir que máquinas y equipos serán útiles en el futuro para mantenimiento e instalaciones nuevas, realizar una lista lo más completa de ésto para adquirirlo y para equipos que no tengan justificación el adquirir los realizar una lista de los posibles tenedores de éstos y que se dedican a alquilarlos. Esto normalmente sucede con grúas, montacargas de gran capacidad, soldadoras a combustible,

andamios, retroexcavadoras y en general equipos para preparación de terreno, etc.

En la etapa de montaje existe además la posibilidad de utilizar servicios de otras industrias para realizar trabajos específicos cuando ciertos equipos se complementarán con partes locales tales como fabricación de tanques, pasarelas y escaleras, trabajos de rolado o de piezas especiales realizadas en torno, fresa, etc, fabricación de electrocanales o tableros eléctricos, estructuras metálicas para cubiertas, etc.

La diagramación en la organización y ejecución de la obra es de gran utilidad; los gráficos típicos que hemos utilizado anteriormente han sido siempre del sistema de barras o DIAGRAMA DE GANTT, que es un método muy simple y útil, especialmente para evaluar visualmente el progreso de un proyecto y calcular que recursos económicos y humanos se deben asignar periodicamente al proyecto.

Otro sistema de diagramación que también es de gran utilidad para la administración de un proyecto es el que emplea el llamado método de Ruta Crítica. Con ayu

da de este método se trata de organizar el trabajo en tal forma de que a pesar de ser realizado por primera vez, no tome más tiempo que el estrictamente necesario.

El método de Ruta Crítica debe mostrar la dependencia de cada actividad, entendiéndose como tal la parte individual de trabajo que hay que efectuar en un proyecto, trabajo único con una duración determinada, todas las actividades deben estar relacionadas entre sí y dependen de una o más actividades.

El método de ruta crítica para la planeación y programación se compone fundamentalmente de las siguientes etapas:

a) Lista de actividades
b) Matriz de antecedentes
c) Matriz de secuencias
d) Matriz de tiempos
e) Red de actividades

La lista de actividades es fundamental para desarrollar un diagrama de ruta crpitica, debiéndose asignar el tiempo que se empleará para realizar cada operación, sin que afecte el orden por su importancia.

Para desarrollar el diagrama de ruta crítica conside-

ramos un ejemplo con la instalación de una subestación de transformación.

Definimos las diferentes actividades necesarias para la ejecución, no siendo indispensable que estas actividades se listen en el orden de ejecución, aunque es conveniente porque evita que se olvide alguna de ellas. Si sucediese esto, de todas maneras será descubierto al hacer la red correspondiente.

Las actividades pueden ser físicas o mentales, como construcciones, trámites, inspecciones, montajes, etc.

Se considerará como una actividad a la serie de operaciones realizadas en forma contínua por una persona o grupo de personas, sin interrupciones y con tiempos determinables de iniciación y terminación.

Esta lista de actividades servirá además de base para que las personas responsables elaboren sus presupuestos de ejecución, listados de materiales, especificaciones, personal, equipos y herramientas necesarios, métodos de ejecución, etc.

1.- Ubicación de transformador en su base	1 hora
2.- Instalación de interruptor alta tensión	2
3.- Preparación e instalación de conductores	

	entre interruptor y transformador	3
4.-	Excavación para acometida subterránea	2
5.-	Instalación de ducto de acometida	1
6.-	Instalación de conductor de acometida	1
7.-	Preparación de puntas terminales en conductores de acometida	3
8.-	Conexión de tierras de conductores de alta tensión y del sistema	1
9.-	Suspensión del suministro de energía	1
10.-	Conexión de acometida a líneas de suministro de Empresa	1
11.-	Restitución de servicio	1
12.-	Relleno y compactado de excavación	3
13.-	Pavimentación	2
14.-	Montaje del tablero de distribución	1
15.-	Preparación e instalación de conductores baja tensión desde transformador a tablero de distribución	4
16.-	Conexión de líneas en transformador y en tablero de distribución	1

Con la enumeración que antecede realizamos la matriz de antecedentes para lo que se investigará sobre qué actividades deben quedar terminadas para ejecutar cada una de las que aparecen en la lista. Es importante

que cada actividad tenga por lo menos una antecedente, siendo para las actividades iniciales la antecedente cero.

Actividad	Antecedentes
1	0
2	1
3	2
4	1
5	4
6	5
7	3, 6
8	7
9	8
10	9
11	10, 13, 16 final
12	5
13	12
14	1
15	14
16	15

Después de la matriz de antecedentes es necesario hacer una matriz de secuencias, siendo ésta la que se utilizará para dibujar la red.

Actividad	Secuencias	
0	1	
1	2, 4, 14	
2	3	
3	7	
4	5	
5	6, 12	
6	7	
7	8	
8	9	
9	10	
10	11	
11	--	final
12	13	
13	11	
14	15	
15	16	
16	11	

En el estudio de tiempos se requieren tres datos estimados por los responsables del proceso, el tiempo medio [M], el tiempo óptimo [o] y el tiempo pésimo [p].

El tiempo medio es el necesario para realizar la actividad en condiciones normales, basado en la experiencia del que suministra la información.

El tiempo óptimo es el tiempo mínimo posible sin importar costo ni cuantía de los elementos materiales o humanos empleados.

El tiempo pésimo es el tiempo máximo que se pudiese emplear considerando imprevistos, falta de suministros, accidentes o retardos involuntarios.

Con los tiempos anteriores se obtendrá un tiempo promedio o standard, utilizando la fórmula PERT:

$$t = \frac{o + 4M + p}{6}$$

actividad	o	M	p	t	
1	0.5	1	4	1.4	1:20
2	1	2	4	2.2	2:10
3	2	3	8	3.7	3:40
4	2	2	4	1.2	1:10
5	0.5	1	4	1.4	1:20
6	1	1	2	1.2	1:10
7	2	3	6	3.3	3:20
8	1	1	2	1.2	1:10
9	1	1	3	1.3	1:20
10	0.5	1	2	1.1	1:10
11	1	1	3	1.3	1:20
12	1	3	5	3.0	3:00
13	1	2	4	2.2	2:10

14	1	1	2	1.2	1:10
15	2	4	8	4.3	4:20
16	0.5	1	4	1.4	1:20

Una vez obtenido las matrices de antecedentes, secuencia y tiempos se elaborará la matriz de información con la que se realizará la red de actividades.

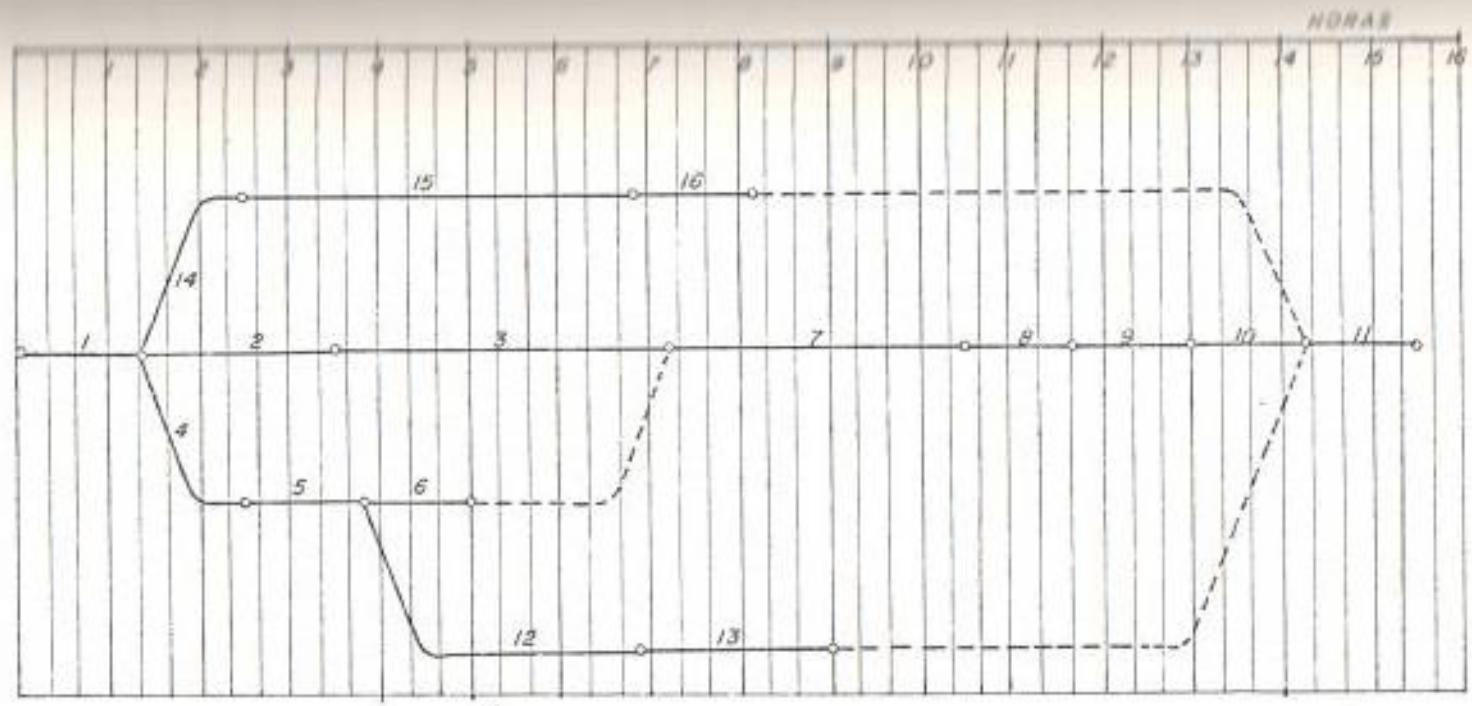
actividad	secuencia	tiempo
0	1	-
1	2, 4, 14	1:20
2	3	2:10
3	7	3:40
4	5	1:10
5	6, 12	1:20
6	7	1:10
7	8	3:20
8	9	1:10
9	10	1:20
10	11	1:10
11	-	1:20
12	13	3:00
13	11	2:10
14	15	1:10
15	16	4:20
16	11	1:20

Cada actividad se colocará después de la que le antecede, cuando anteceden varias actividades se la colocará después de la más avanzada en el tiempo, tal como se muestra en la figura 9, la actividad 7 es antecedida por la 3 y la 6 pero la 3 está en las 7 horas 10 minutos mientras la 6 en las 5 horas, se colocará la actividad 7 después de la 3 y la 6 se unirá al evento de inicio de la 7 con una liga (línea punteada) que indica la dependencia del inicio de la actividad 7 a la terminación de la actividad 3 y 6.

Después de graficar cada actividad se va realizando el trazo de sus secuentes que pueden ser una o varias como se ve en la actividad 5 cuyas secuentes son las 6 y la 12.

El tiempo de duración de cada actividad está indicado en la escala superior, la forma del trazo de la actividad no tiene ningún significado, pudiendo éste ser recto, ascendente o descendente, ya que su tiempo de duración depende sólo de su proyección en la escala superior.

Cuando una serie de actividades termina en una liga significa que en ésta existe flexibilidad en el tiempo, siendo la magnitud de la liga el tiempo sobrante.



TIEMPO MINIMO PARA REALIZAR EL TRABAJO: 15 HORAS 30 MINUTOS

RUTA CRITICA DADA POR ACTIVIDADES 1-2-3-7-8-9-10-11

FIG.9.- METODO DE RUTA CRITICA PARA PROGRAMACION DE EJECUCION DE OBRA

La ruta crítica [serie de actividades sin liga] no admite retraso alguno, es la ruta que debe cumplirse fielmente a lo programado.

III. INGENIERIA DE PROYECTO

Un proyecto nace de la necesidad de transformación de un estado de cosas en otro y la ingeniería trata de hallar los medios más eficaces para transformar una serie de informaciones en un conjunto de soluciones que signifiquen mejores costos de fabricación y más atractivos para los consumidores.

El ingeniero de sistemas desempeñara la función de coordinador de las actividades de los ingenieros en todas las otras especialidades con el fin de asegurar que todas las partes del sistema final estén apropiadamente relacionadas entre sí.

En todo proyecto es necesario establecer un orden sistemático de los distintos pasos que hay que efectuar, este orden permite un trabajo más eficiente a la vez que la obtención de resultados que satisfagan las necesidades, cada uno de los pasos de la metodología es una unidad semi-independiente con personal especializado y una especie de administración que controla todo el desarrollo. Siempre durante el proceso se encontrarán objetivos o metas conflictivas, para lo que habrá que encontrar el balance entre los criterios en conflicto, ésto se consigue mediante la comunicación y contacto con la gente, siendo ésto la mayor par

te de tiempo del trabajo.

La solución de los problemas se apoyará principalmente en la experiencia, la inventiva y los conocimientos científicos, siendo estos últimos un medio utilizado por la ingeniería y no una parte de ésta, siendo la diferencia entre ciencia e ingeniería la que existe entre investigación y diseño. "Los ingenieros emplean la ciencia cuando es aplicable, la intuición cuando es útil y el tanteo cuando es necesario". [Charles L. Best pág. 45].

El interés primario del ingeniero al realizar un proceso es evaluar la mayor parte de las soluciones alternativas mientras estén todavía en la etapa conceptual, debiendo ser el proyecto un modelo que represente como se va a comportar un problema y a la vez, esta representación se adapte al problema al momento de su ejecución, teniéndose conciencia de que siempre se van a encontrar discrepancias entre el proyecto y su aplicación, debido al sistema lógico de eliminar factores no importantes en la realización del modelo, que se consideran de consecuencia práctica despreciable y que no eliminarlos hacen al modelo por demás costoso y complicado sin mejorar casi en nada su exactitud.

Existen cuatro grandes pasos o etapas en la realización de un proyecto: (1) estudio de viabilidad o estudios prelimi-

nares que presenten la IDEA de lo que se pretende realizar y la posibilidad técnica de realizarlo, en lo que se determinará cuales son los procesos disponibles para hacerlo, cuales y de donde las maquinarias que cumplen las condiciones requeridas en el proyecto, etc. [2] evaluación de la información recogida, decidir cual es el proceso más idóneo para la transformación que se necesita, etc, con lo que ya se estará en capacidad de trazar un perfil de lo que será la planta, su proceso, equipos, construcciones, etc. [3] recopilación de datos en lo que formará el anteproyecto y que reunirá la información y características de equipos, construcciones, consumos, espacios, etc. necesarios para los proyectos y, [4] realización de los proyectos para cada una de las ramas de ingeniería que deberán constituír la unidad completa.

3.1. ESTUDIOS PRELIMINARES

El punto de partida para los estudios preliminares es la ingeniería de proceso ya que de aquí nace la información para que cada especialidad pueda también esbozar las primeras ideas del proyecto, la ingeniería de proceso deberá con el sólo conocimiento de lo que se desea producir definir y ordenar todos los elementos que funcionarán en forma coordinada para lograr el

fin propuesto.

Para entrar a los estudios prelimares en lo que a ingeniería se trata, ya vimos en el capítulo anterior que se deben tener algunos estudios realizados y que son los que van a proveer de mayor información a esta nueva etapa de estudio. La información de que se requiere para exponer la idea de manufactura en ingeniería es:

1.- Producto que se va a producir y sus características.
2.- Volumen de producto terminado por unidad de tiempo.
3.- Clasificación de materias primas necesarias.
4.- Volumen requerido de materia prima por clase y por unidad de tiempo o de producto terminado.
5.- Zona geográfica en que se ha decidido ubicar la unidad productora.
6.- Area máxima de que se dispondría para el proyecto.
7.- Información plítica y socioeconómica de la zona.
8.- Vías de acceso y comunicaciones con que cuenta la zona y su calidad.
9.- Lugar de procedencia de materias primas y facilidades en la adquisición. Características de esta última.

10.- Destino del producto terminado, facilidades para el despacho y características de éstos.

11.- Costo de diferentes combustibles en la zona y facilidades para su adquisición y del suministro de energía.

12.- Información sobre disposiciones locales para suministros de agua potable y desalojo de residuos.

13.- Disponibilidad en la zona de mano de obra, nivel de especialización existente.

14.- Estedísticas de empresas de bienes intermedios y bienes de capital existentes en la zona.

Esta información proviene de los diferentes estudios ya realizados: factibilidad [mercado y demanda derivada], tamaño y lozalización [volumen de producción y tamaño físico], que es la parte inicial del proyecto integral y que en forma general se trató en el capítulo anterior. Con la ingeniería de proyecto, utilizando la información indicada se obtendrá nueva información que realimentará los datos de los anteriores para así desarrollarse una actividad cíclica, característica fundamental del proyecto integral, que irá repitiendo el proceso hasta conseguirse un sistema que se ajuste a las necesidades y a la realidad.

Así mismo, con los resultados obtenidos en la etapa

de la ingeniería de proyecto se obtendrán datos nuevos para la etapa de estudios correspondiente a inversiones y financiación y por último a presupuesto y ejecución del proyecto, que una vez procesados estos datos, servirán de realimentación a la ingeniería de proyecto para cerrar nuevamente el proceso cíclico del proyecto integral.

La figura 10 ilustra el proceso de un proyecto de una planta industrial, en el que a partir de un estudio de factibilidad se supone una instalación para un determinado volumen de producción, para lo que se elije una maquinaria con sus correspondientes instalaciones que definen la planta, se compara con el volumen propuesto, si satisface se sigue adelante con el proyecto, de lo contrario se vuelve a elegir el equipo necesario; de seguirse adelante se estudiará la inversión necesaria que al no ajustarse a las posibilidadea se volverá a reconsiderar la capacidad de la planta para así repetir el ciclo de estudio, hasta que al satisfacer a la capacidad económica se pasará al estudio de presupuesto y ejecución.

En el capítulo anterior referimos nuestros estudios a una planta de elaborados de cacao, he escogido este tipo de industria no tanto desde el punto de vista de

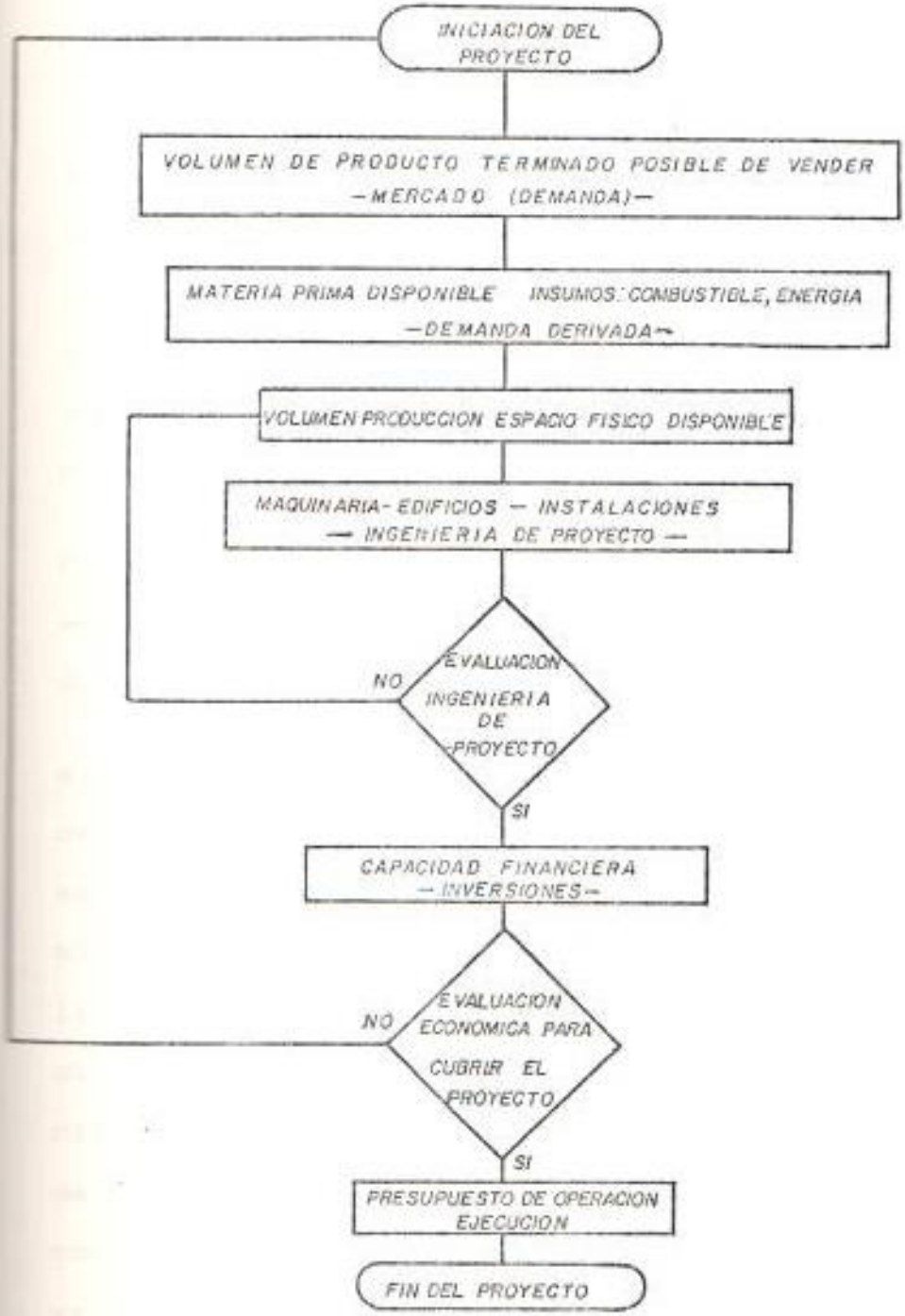


FIG.10.-CARACTERISTICA CICLICA DEL PROYECTO INTEGRADO

factibilidad o actualidad sino porque es una industria en la que se encuentran mayor número de situaciones y necesidades reunidas, a pesar de ser en conjunto algo pequeño. Es así que en este tipo de industria vamos a encontrarnos con generación de vapor, agua helada, ambientes temperados, control de humedad, transportes en tuberías tecnológicas, bandas, elevadores, transportes neumáticos, etc. Esto hace que para ingeniería de proyecto sea una industria interesante.

Para aplicar este ejemplo al ciclo indicado, en primer tpermino habrá que conocer en que consiste la industria que se estudia, esto es:

a) Iniciación del proyecto que nace de la necesidad de industrializar un producto que en este caso es el cacao.

b) Tipo de producto terminado que se piensa comercializar y del cual posteriormente se realizará el estudio de mercado y que puede ser un producto único o varios productos como en el caso del cacao, que se puede procesar hasta obtener semielaborados como el licor de cacao que es primer producto obtenido, el polvo y manteca de cacao obtenido en un segundo proceso, la cobertura para chocolatería en un nuevo proceso y finalmente productos finales como la chocolatería en

sus diferentes modalidades.

c] Proceso que constituye la elaboración del producto industrializado. En el caso de la industria del cacao, el grano tal como se lo recibe se lo debe secar y almacenar, luego se lo limpia y se lo tuesta para luego separar la pulpa o granilla de la cascarilla, esta última se desecha mientras con la granilla se elabora el primer subproducto que es el licor de cacao, para lo que se lo somete a un proceso de molido y refinación. El licor obtenido se lo almacena en condiciones especiales para envasarlo en caso de que sea el producto deseado en la industria, o se lo somete a un nuevo proceso en el que se lo prensa para separar las partículas sólidas de la grasa, obteniéndose dos nuevos subproductos que son el polvo de cacao y la manteca.

d] Elementos que intervienen en el proceso, tales como: para tostar el grano de cacao será necesario producir calor, para el transporte del licor de cacao de igual manera se necesitará mantenerlo caliente para evitar su solidificación, para empacar el producto terminado, sea licor o manteca se necesitará la producción de frío, etc.

Con los antecedentes expuestos se puede aplicar la in

dustria que nos sirve de ejemplo a los diferentes pasos de que se compone el proyecto integral cíclico en el que el estudio de factibilidad determina la cantidad de producto terminado [licor-manteca-polvo de cacao] que se puede vender en un período de tiempo determinado y el cálculo de la cantidad de materia prima [grano de cacao] que se requiere transformar para producir este volumen de producto terminado y el estudio de si este volumen de grano es posible adquirirlo.

Para la transformación del producto se requieren insumos que corresponde determinar la posibilidad de adquisición: energía eléctrica, distancia a la que se encuentra, capacidad disponible en el sector, seguridad y continuidad en el suministro; combuetibles, capacidad de reservorios más cercanos, sistema de transportación, garantía de servicio, necesidad estimada de almacenamiento mínimo; agua potable, proveniencia, confiabilidad de suministro, volumen disponible, calidad.

Con la información anterior se entra a la ingeniería de proyecto para lo que se estima el área requerida en primer lúgar debido al volumen de producción que permitirá definir áreas físicas, estos es, espacio para guardar materia prima de acuerdo a los sistemas de

adquisición existente; área para almacenaje de insumos; bodegas de producto terminado; área de maquinarias de proceso, espacios para equipos auxiliares y energía; zonas de parqueo, carga y descarga y circulación; edificios administrativos, laboratorios, baños y vestidores, etc.

Para obtener los estimados que se indican en los dos párrafos anteriores habrá que recopilar los diferentes procesos que se requieren para la transformación del producto así como la influencia externa tanto en equipos auxiliares como en servicios.

Consideraciones para el estudio preliminar en una industria de cacao:

3.1.1. Materia prima:

En primer lugar el volumen que se va a almacenar en función del tiempo y del volumen de producción, por ejemplo, suponiendo que se procesarán 1.000 Kg. hora y se desea tener materia prima para tres meses trabajando a dos turnos, los cinco días laborables

$$1.000 \times 16 \times 20 \times 3 = 960.000$$

por lo que se deberá disponer de espacio para por lo menos 960 toneladas de grano.

Para este almacenamiento se puede adoptar dos sistemas, bodegas con techo para almacenar en sacos, para lo que se necesitará espacio para tendales para ventilar el grano, o silos con ventilación forzada.

La forma de recibir el producto también puede tener alternativa entre pesar el camión lleno y luego vacío para por diferencia obtener el peso del producto recibido o pesar saco por saco al momento de descargarlo del camión. Para la descarga del camión se puede disponer de un plano inclinado por donde se bajarán los sacos en hombros o se puede disponer de una bodega con el piso a la altura de la plataforma del camión para facilitar la descarga directamente del camión al interior de la bodega. Si se adopta el almacenaje en silo se dispondrá de un espacio para abrir los sacos y depositar el grano en una tolva a nivel de piso donde también se puede incluír una báscula con registro impreso para controlar peso de recepción. Para el almacenaje en silos se deberá disponer de un silo donde se recibirá el grano en forma rápida para desocupar los camiones en el menor

tiempo posible y luego de éste a los silos de almacenamiento pasando por una prelimpiadora y una secadora.

3.1.2. Proceso:

El proceso de industrialización se inicia en una tolva de recepción para la línea de proceso que podrá recibir el grano saco por saco en el caso de almacenarlo en éstos o por un alimentador automático en el caso de tenerlo almacenado en silos. De esta tolva de recepción se llenará un silo pulmón para mantener producto que se procesará inmediatamente.

El proceso de elaboración se inicia, después de este silo pulmón, con la sección limpieza donde se puede proveer de básculas antes y después de la máquina para peso, peridas y además controlar cantidad de grano que entra al proceso. Para esta sección se utilizan máquinas que aprovechan las diferencias de peso entre el grano y las impurezas para realizar la limpieza, la misma que consistiendo de zarandas con corrientes de aire separan el polvo y materiales livianos y utilizando zarandas en plano inclinado y malla al fondo separan partes peque-

ñas y pesadas [sacapiedras].

Una vez que el producto está limpiado será necesario almacenarlo en un nuevo silo pulmón de trabajo de donde se alimentará la nueva sección que corresponde al tostado.

La función de la sección de tostado es fundamentalmente la eliminación de la mayor cantidad de humedad contenida en el grano; por lo tanto, es importante conocer el grado de humedad que trae el grano al entrar a la línea de proceso. La cantidad de grano tostado que se consigue por unidad de tiempo dependerá por lo tanto del grado de humedad. El alto grado de humedad hace que posiblemente convenga un presecador antes de guardar el grano. Así se producirá un beneficio colateral a las ventajas de guardar grano seco [disminución de peso, duración, calidad].

Las posibilidades para adquirir un tostador son variadas pero las consideraciones que más afectan se pueden resumir dando dos puntos de vista [1] por forma de manejar el grano y [2] por forma de producir el calor. En cuanto al

manejo del grano se podrá pensar en tostación por "Batch", en tambor o parrillas y tostación contínua. Por la forma de producir el calentamiento del aire que se pondrá en contacto con el grano, este aire se lo podrá calentar electricamente, con vapor o directamente con un quemador que consuma cualquier tipo de combustible [diesel, gas, etc.].

Es muy importante el grado de humedad del grano de alimentación al tostador, así como también el tratamiento del grano ya tostado. Debido a la propiedad higroscópica del cacao es necesario enfriar rapidamente el grano tostado. Ambas funciones deben ser cumplidas en el tostador.

Después de obtener el grano tostado se almacenará momentáneamente en un silo pulmón para luego ser triturado y separado de la cascarilla.

La máquina utilizada para esta etapa de proceso en primer lugar desprenderá la cascarilla del grano por fricción, para luego separarla utilizando una corriente de aire que arrastrará

consigo la cascarilla por ser más liviana que el grano.

Una característica de la descascarilladora deberá ser que disponga de un sistema que no permita la pérdida de granilla fina o polvo de cacao al extraerse la cascarilla.

El grano ya triturado será molido, por cuyo efecto aumentará su temperatura para convertirse en pasta. Esta pasta de cacao deberá sometérsela a un proceso de refimaniento según las características solicitadas por el cliente. Esto se lo consigue mediante fricción en un período de tiempo.

Algunas de las máquinas existentes para refinar el licor de cacao emplean basicamente la fricción y aumento de temperatura. Esto se logra mediante cilindros que giran a gran velocidad en sentidos opuestos o agitación dentro de recipientes cerrados en conjunto con bolas o cilindros de materiales muy resistentes o en recipientes abiertos y circulares en los que giran piedras de molino en torno a un eje.

La fricción en esta etapa del proceso produce

elevación considerable de temperatura por lo que se deberá disponer de un sistema para controlarla. Esto se lo puede lograr utilizando agua fresca que circule por la máquina o con un sistema de recirculación de agua entre la máquina y una torre de enfriamiento, o utilizando agua helada en un sistema de refrigeración.

El producto obtenido será transportado hasta tanques de almacenamiento, en donde además se consigue bajar el porcentaje de humedad utilizando calor, homogenizar el producto o pasteurizarlo.

El producto en estas condiciones recibe el nombre de licor de cacao, semi-elaborado que luego de ser empacado con un proceso especial estará listo para su venta o exportación. Dado el caso, el subproducto podría ser considerado ya como producto terminado o bien puede seguir el proceso para terminar en otros subproductos. En este último caso continuando con el proceso se separa la grasa contenida en el licor de las partículas sólidas.

Para esta operación es necesaria una prensa en

la que a través de un filtro se separan la grasa y el polvo de cacao. Conociéndose las características del producto que va a entrar a la prensa, se ajustan los parámetros tales como: peso de producto introducido- presión a aplicarse- peso de manteca que será extraída- tiempo de duración del prensado. Esto hace necesario que la prensa posea un sistema de control bastante sofisticado para que la máquina realice todas estas comparaciones automaticamente.

La manteca luego de ser filtrada pasará a empaque y el polvo en forma de una torta de cacao bien puede ser empacada o pasar por un último proceso de pulverización.

La pulverización consiste en un triturador y un molino coloidal, en donde lo importante es mantener la temperatura relativamente baja del polvo para que no se licue y forme un compuesto pastoso que no se podría manejar.

Debido a la temperatura producida por la fricción en el pulverizador será necesario el suministro de frío para mantener la temperatura baja. Además será necesario el control de la hu-

medad ambiental para evitar la licuefacción del polvo. También existen máquinas pulverizadoras centrífugas por impacto, que no tienen problema de aumento de temperatura y por lo tanto no requieren del suministro de frío.

La sección final del proceso corresponde al empacado. Dada las condiciones higroscópicas del cacao y lo crítico del punto de solidificación del mismo el empaque exige un proceso muy delicado de enfriamiento que deberá ser realizado lo más rapidamente posible para evitar que el producto aumente su porcentaje de humedad y al mismo tiempo controlar la temperatura mínima a la que el producto puede pasar por una máquina sin solidificarse. Con este fin existen máquinas temperadoras que toman el producto a la temperatura que se encuentra en los tanques de almacenamiento y lo bajen hasta unos pocos grados sobre la temperatura de solidificación en forma contínua y muy rápida, hasta poner el producto en el envase final que luego se solidificará en muy corto tiempo.

El envasado, tanto de la manteca como del licor se realiza en cajas de cartón con fundas

de polietileno en su interior. Para esta operación normalmente se utilizan básculas con un sistema de válvula automática que corta el flujo del producto cuando se tiene el peso apropiado. Otro sistema de envasado consiste en formar barras de producto que se consiguen haciendo chorrear éste después de haber pasado por la temperadora en una banda transportadora que pasa a través de un tunel que al enfriarlo se solidifica, para luego romperlo en pequeños trozos y ensacarlo. Cuando el envasado se realiza en cajas de cartón éstas también deberán pasar por un tunel frigorífico para terminar de solidificar el producto en corto tiempo.

3.1.3. Producto terminado:

Siendo la mayor parte del producto terminado exportable, será necesario disponer de un área de bodegaje apropiada para reunir una cantidad tal de éste que corresponde a un embarque y muchas veces ésto multiplicarlo para algunos clientes simultáneos.

Para la definición del espacio necesario deberá considerarse que el producto requiere baja temperatura y humedad; además que no es conve-

niente mantenerlo embodegado por períodos de tiempo largo. Habrá que disponer de sistemas cómodos y rápidos para realizar los embarques.

Tal como se vió para la descarga de materia prima, se puede realizar la carga a mano, cartón por cartón, o en paletas de madera con un montacarga. Así mismo, se puede pensar en una bodega cuyo piso esté a nivel de la plataforma del camión o contenedor para que el montacarga pueda entrar a éste y acomodar la carga. Es necesario que los despachos se realicen en contenedores refrigerados y que éstos se encuentren en zona cubierta mientras dure la carga.

3.1.4. Manipuleo de producto en el proceso:

Para transportar el producto de un punto a otro en el proceso se podrán elegir muchas posibilidades dependiendo del producto.

a) Producto en grano verde.

Dependiendo de las condiciones en que es necesario el transporte variará la forma de realizarlo:

En planos horizontales o pequeñas pendientes con bandas transportadoras.

En planos inclinados con tornillos sin fin.
En planos verticales con elevadores de cangilones.

b] Producto en grano tostado, granilla y cascarilla.
En esta etapa del proceso generalmente se utilizan sistemas de transporte neumático, en el que se impulsa el producto por una tubería con la intervención de aire: alta presión y poco volumen, en el que se utilizan tuberías de menor sección y compresores de aire de piñones o tornillo; baja presión y gran volumen, en el que las tuberías empleadas requieren de mayor diámetro y se utilizan ventiladores centrífugos; por último, transporte por succión, utilizando una turbina acoplada a un ciclón al final de la línea.

c] Producto fluido.
Para este producto se usarán bombas de piñones en tuberías que se puedan mantener a una temperatura determinada. Existen varias formas de conseguirlo: doble camisa con agua caliente, un tubo en espiral alrededor de la tubería también con agua caliente, etc. Estos tipos de tu

bería que mantienen en su interior el producto a mayor temperatura que la exterior, reciban el nombre de tuberías tecnológicas.

d] Producto en recipientes o envases.

Fundamentalmente se utilizan sistemas de transportadores, que bien pueden ser de bandas de variados materiales, cadenas de variados diseños y materiales y bolas o rodillos especialmente usados para transporte en planos inclinados por gravedad o empuje.

3.1.5. Equipos auxiliares

Los equipos auxiliares tienen por finalidad suministrar a la línea de proceso, elementos en determinadas condiciones. Estos elementos, fundamentalmente son: aire y agua. En ciertas ocasiones pueden ser otros tales como aceite, Etilen-glicol, etc.

Estos elementos deberán estar sujetos a condiciones especiales tales como: temperatura, presión, velocidad o caudal. Los equipos empleados para producir estas condiciones son: enfriadores, compresores, calentadores o intercambiadores de calor, etc.

Para una planta procesadora de cacao se requie ren:

- enfriamiento
  - por: agua o aire
    - para:
      - temperadoras,
      - pilverización,
      - molinos,
      - tuneles de enfriamiento,
      - temperado de ambientes

- aire comprimido
  - para:
    - instrumentación,
    - compuertas,
    - válvulas,
    - mantenimiento y limpieza

- calentamiento
  - por:
    - elec.,
    - agua,
    - aire,
    - o
    - vapor
      - de:
        - combustible,
        - tanques almacenamiento,
        - tuberías tecnológicas,
        - temperadoras,
        - secado y/o tostado,
        - control de humedad

Producción de frío:

Para la producción de frío se podrá adoptar en principio dos sistemas: con unidades individuales por cada máquina o ambiente que requiera ser enfriado; o con un sistema central que genere frío para todas las necesidades.

En el primer caso, es preferible el uso de equipos que produzcan directamente el frío en el elemento que se desea enfriar. En el segundo caso será preferible una máquina que produzca la refrigeración de un medio refrigerante (tipo Etilen glicol) o agua, para luego, obtener el medio frío que se necesita.

Para el primer caso, será necesario un compresor de refrigeración que use amoníaco o freón, movido por un motor eléctrico separado o integrado (hermético, semihermético o abierto).

En unidades grandes y con producción central de frío, se puede elegir entre algunos sistemas, tales como compresores de tornillo, compresor centrífugo, máquina de absorción, etc.

Producción de aire comprimido:

Para producción de aire comprimido es necesa-

rio la instalación de compresores que generalmente son de pistones o tornillo. En algunos casos, especialmente cuando existe instrumentación neumática, es necesario instalar sistemas de secado del aire después de comprimirse.

Producción de calor:

Para la producción de calor se utilizan generalmente dos medios convencionales: eléctrico y con combustible. Adicionalmente, los medios utilizados para transportar esta calor son el agua, aire y vapor.

Para pequeños volúmenes y en casos aislados, se utiliza generalmente el calentamiento eléctrico. En casos más complejos y de mayor consumo de calor, se utiliza el caldero de generación de vapor utilizando como combustible el diesel, residuo de petróleo, y en algunos casos, en industrias donde se producen bagazo de caña, viruta de madera, cascarilla, tamo de cereales, etc, se puede utilizar estos residuos como combustible en calderos especialmente diseñados.

3.1.6. Suministros de agua, electricidad y combustible

Suministro de agua:

En la industria, el agua reviste cierta importancia [en cuanto al volumen de suministro] dependiendo de si es parte o no de la materia prima, del proceso, medio de suministro de servicios auxiliares, o simplemente, para uso del personal que labora en la instalación; como limpieza, riego, etc.

Estos factores establecen la necesidad del espacio y equipos de que se dispondrá, sistema de almacenamiento, tratamiento y distribución. Existen tres fuentes principales de abastecimiento:

Natural, proveniente de ríos o pozos, ideal para limpieza, riego, enfriamiento o condensación.

Red pública de suministro, en muchos casos muy limitada por lo que debe destinarse a lo realmente indispensable, tal como uso humano, parte de materia prima o proceso.

Suministro por camión tanque, siendo éste el caso más incómodo y que requiere mucha capacidad de almacenamiento, indispensable cuando el suministro de la red pública es insuficiente

por el volumen de consumo en proceso y cuando las fuentes naturales no proveen la calidad de agua deseada.

Tratamiento de agua.- Depende en primer lugar de las características del agua necesaria y segundo de la calidad disponible.

Los tratamientos más usados son: la decantación; filtrado; ablandamiento y tratamientos químicos para purificarla; dosificación de desincrustantes, antialgas, etc.

Distribución de agua.- Existen instalaciones donde es posible y suficiente una red única de distribución de agua; pero también existen instalaciones muy complejas, en las que hay varios circuitos según su uso para la distribución del agua. En cada caso puede ir un sistema de bombeo que puede utilizar sistemas de recirculación, tanque elevado, tanque de presión hidroneumático, sistema de presión constante con diafragma, etc.

Suministro de electricidad: La energía eléctrica es esencial en toda industria. Existen dos sistemas para su suministro pero casi siempre

se encuentran las dos combinadas:

Energía suministrada por el servicio público.

Energía generada por la misma planta industrial.

Suministro por el servicio público. El nivel de voltaje suministrado por el servicio público depende fundamentalmente de la capacidad de potencia instalada, utilizándose comunmente tres niveles de tensión bien diferenciados:

Baja tensión: corresponden casi siempre a voltajes de utilización, que por definición no llegan a los 1.000 voltios y que en nuestro medio corresponde a 220/127 v. o 220/110 v.

Se recibe el servicio a este nivel de voltaje en instalaciones muy pequeñas, cuyos límites están establecidos por las empresas o instituciones suministradoras de energía eléctrica.

Media tensión: corresponde al voltaje de distribución que están comprendidos entre los 1.000 y 22.000 voltios, es el voltaje que con mayor frecuencia se suministra a la industria, especialmente a la pequeña y mediana industria, permitiendo también realizar distribución interna a esta tensión para varias subestaciones

de utilización.

Las limitaciones en el uso de este suministro estarán dadas por la capacidad de suministro de la red pública.

El nivel de la media tensión utilizado normalmente es determinado por el nivel empleado por la empresa suministradora de servicio, y varía de acuerdo a la zona donde será requerida.
Alta tensión: es el que se recibe superior a los 22.000 voltios, se usa generalmente en instalaciones donde por su gran extensión o gran capacidad de máquinas se requiere realizar distribución interna en media tensión y su capacidad total instalada hace que las redes de suministro público a media tensión no sean suficientes para los requerimientos de la instalación. En este caso debe disponerse de una área apropiada, que generalmente puede ser abierta para instalar una subestación de transformación de alta a media tensión, por ejemplo, 69 Kv. a 138 Kv.

Generación propia. Se produce cuando no existe servicio de suministro en la zona donde se va

a instalar la planta industrial, o cuando la capacidad de generación del servicio público es inferior a la demanda que se va a instalar. Si la unidad industrial que se va a instalar es de un tamaño tal que requiere distribución a grandes distancias se puede generar a bajo voltaje para luego elevarlo a media tensión para distribuírlo a este nuevo voltaje hasta las respectivas estaciones de transformación. En generación se puede decidir entre tener un sólo generador o varios generadores de menos capacidad que puedan funcionar en paralelo.

Servicio público y generación propia. Resulta de utilizar el servicio público como base del sistema dejando la generación propia para situaciones de emergencia. En este caso la generación propia será menor que la capacidad de planta instalada y sólo servirá para servicio contínuo de cargas esenciales.

Suministro de combustibles: Hasta esta parte del estudio interesan sólo los diferentes combustibles posibles a utilizarse, para lo cual habrá que estudiar alternativas para cada equipo que los consuma tales como quemadores, moto

res de explosión o combustión interna, generadores de vapor o eléctricos.

Una vez determinados los diferentes combustibles utilizables tales como diesel, residuo, gas licuado, etc. que resulte de la elección de máquinas y equipos que se haya realizado corresponde determinar volúmenes que se requieran almacenar para un tiempo de operación apropiado. Corresponderá determinar: [1] zonas de descarga de combustible, sistema de bombeo de descarga y área de maniobras; [2] tanques de almacenamiento y zonas de seguridad; [3] sistemas de distribución de combustibles hacia los diferentes centros de consumo, sistemas de control de consumo, sistemas de suministro automático o manual, etc.

Una vez definidos los sistemas de combustible, dependiendo de las variedades de éstos utilizados, así como de sus volúmenes y áreas destinadas a este fin, deberá proveerse de un apropiado sistema de seguridad, resumidos en tres criterios fundamentales: Prevención, tal como dotar de suficiente separación hacia otros sectores de la planta, anuncios visibles e ins-

trucciones apropiadas, construcciones especiales que evitan contaminación o propagación producida por el derrame de un combustible como del fuego mismo, uso de materiales y equipos apropiados para instalaciones en zonas peligrosas como equipo eléctrico a prueba de explosiones, etc; Detección, tales como equipo de detección, señalización y alarmas, estos detectores pueden funcionar con señales luminosas, humo, emisión de gases, etc. así como estaciones manuales para ser accionadas por personal que eventualmente puede estar próximo y que sirve para alertar y pedir ayuda; Extinsión, que comprende los equipos e instalaciones necesarias que permitan sofocar un incendio, tales como resorvorios de agua, bombas de alta presión y que no dependen del sistema eléctrico general, extinguidores, sistemas de espuma o rociadores de acción automática o manual según el caso, etc.

3.1.7. Construcciones e instalaciones

Dependiendo de la industria que se va a montar existen diferentes tipos de construcciones e instalaciones a realizarse; más aún, dentro de

una misma industria puede existir diferente tipo de construcción y de instalación y es obvio por ejemplo que una planta de envasado de gas licuado no requiere que absolutamente todas las instalaciones sean a prueba de explosión; ni una planta frigorífica que todas sus paredes sean con aislamiento térmico.

En lo que a construcción de una planta se refiere, la primera y más importante consideración es la que tiene que ver con los espacios necesarios y las características de cada uno de éstos.

La parte central del estudio será pues en lo que se refiere a las áreas de proceso mismo; de acuerdo a las características de éste el tipo de construcción a realizarse puede ser: área totalmente abierta y con piso pavimentado para el caso de montaje de silos y trasnporte de producto; áreas techadas tales como las zonas que se denominan de beneficio que corresponden a limpieza y selección de producto; zonas con características de galpón industrial, con estructura metálica y paredes de mamposte-

ría revocada; zonas con características acépti
cas, con pisos y paredes con recubrimiento de
baldosa o cerámica; zonas con aislante térmico
para obtener ambientes temperados, etc.

Luego corresponde la determineción de áreas
para equipos auxiliares, ubicando éstos cerca
de su mayor centro de utilización; áreas para
materia prima y producto terminado según la o-
rientación de la planta conjuntamente con las
áreas de carga y descarga y por último; áreas
para almacenamiento de combustibles orientados
hacia la zona de utilización pero lo suficien-
temente apartado de la planta para que cumpla
las normas de seguridad y que dé las debidas
facilidades de maniobra. En lo restante, se
dispondrá de áreas para oficinas, áreas de cir
culación y áreas verdes y decorativas.

En cuanto a instalaciones y su sistema de eje-
cución depende del tipo de industria, siendo
un criterio bastante generalizado el que todas
las instalaciones sean aéreas, asignando dife-
rentes niveles de montaje a cada una de éstas:
vapor, agua de proceso, agua de servicios, e-
lectricidad, aire, etc.

En condiciones especiales, es necesario utilizar otros sistemas de instalación, tales como tuberías directamente enterradas, o en canales subterráneos especialmente construidos.

En lo que a instalación eléctrica se refiere, se deben diferenciar inicialmente dos tipos de instalación fundamental, las realizadas en exteriores (a la intemperie) y las realizadas en interiores.

Para instalaciones en exteriores lo primordial es que se utilicen materiales apropiados y aprobados para este uso, está siempre constituído por tuberías galvanizadas con características que permitan un acabado hermético al polvo y al agua, empleando accesorios que sellen perfectamente para darle la característica de estanqueidad indispensable.

Para instalaciones en interiores existen diferentes sistemas utilizados, aunque por lo general se presentan en una misma instalación diferentes de estos sistemas combinados.

El sistema más usado es el que distribuye la instalación principal mediante electroductos o

parrillas metálicas, en los que van dispuestos los conductores o los ductos con éstos, de estas parrillas o electroductos se instalan tuberías a cada elemento que requiere conexión eléctrica.

Otro sistema utilizado es el de barras conductoras sujetas con aisladores dentro de un ducto especialmente dispuesto. De estos ductos se conecta cada circuito, tablero o máquina en particular.

En las figuras que siguen 11, 12 y 13 se muestran algunos de los sistemas tipo de instalación de distribución interior para industrias.

La selección entre una u otra forma de instalación depende por un lado de la capacidad económica del proyecto y por otro lado del tipo de industria del que se trate. Adicionalmente deberá considerarse la facilidad de obtención de los productos para realizar un tipo determinado de instalación.

3.1.8. Sistema de comunicaciones y equipos especiales

La determinación de los sistemas de comunica-

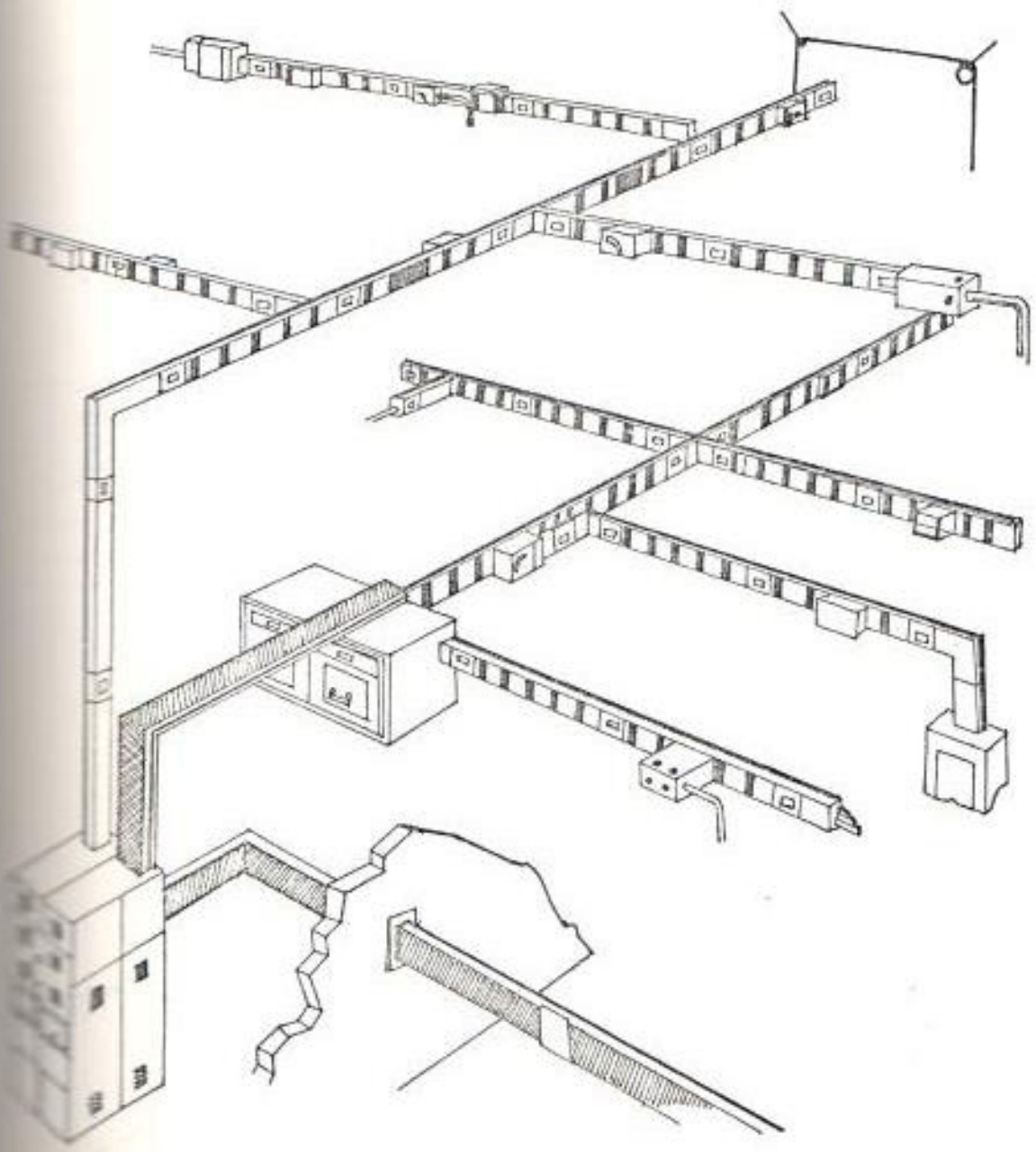


FIG.- SISTEMA DE DISTRIBUCION POR BARRAS, COMPONENTES Y ACCESORIOS DE MONTAJE

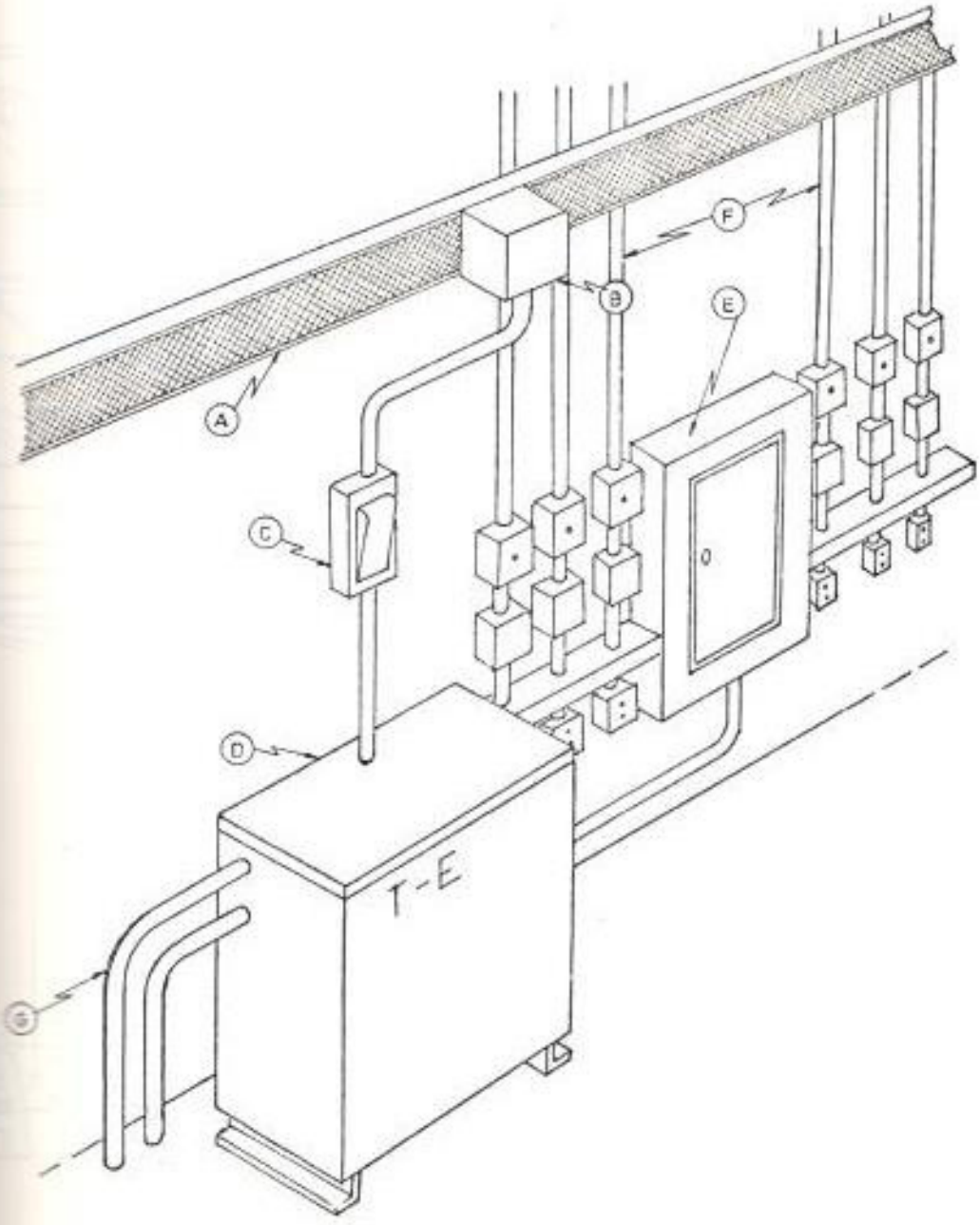


FIG 12- INSTALACION CON ELECTRODUCTOS Y TUBERIAS.

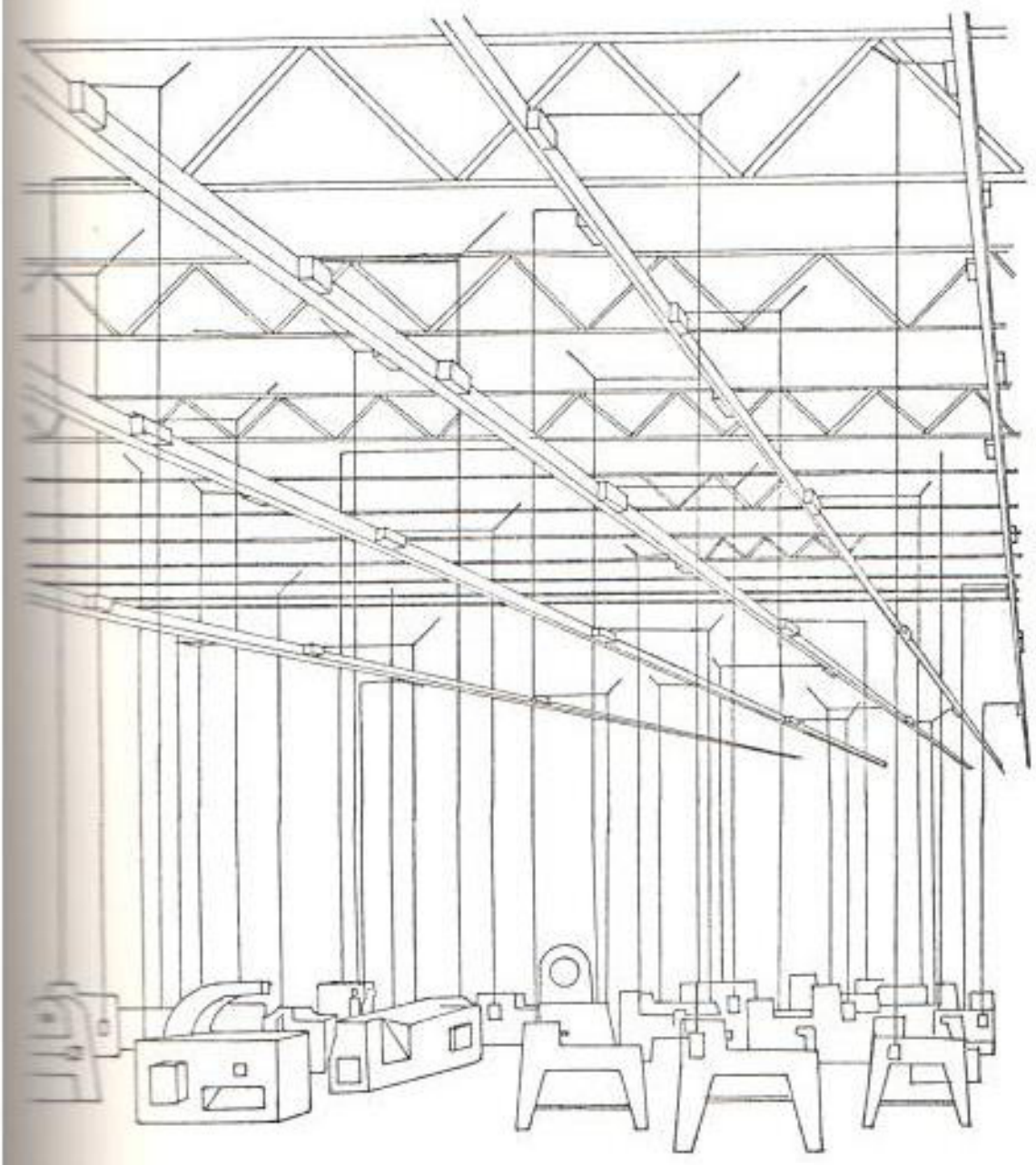


FIG 3- DISTRIBUCION DE BARRAS Y CONEXION A MAQUINAS

ción de una planta dependen de las dimensiones físicas de ésta, además de las necesidades de intercomunicación que por efectos de producción y control sea necesario mantener entre diferentes departamentos o zonas de la misma.

En los sistemas de comunicación existen equipos que cumplen diferentes funciones, comunmente en una planta se encontrarán algunos sistemas.

El sistema básico que se considera para toda instalación cumple la función de comunicación con el exterior y que a la vez puede transferir una llamada externa a cualquier dependencia interna, igualmente de cualquiera de éstas puede obtener comunicación al exterior, eventualmente estos sistemas sirven también para intercomunicación pero tiene sus desventajas a menos que se trate de un equipo de diseño avanzado y costoso.

Siguiendo en importancia están los equipos buscapersonas, indispensables en plantas de gran extensión física y más aún cuando existen muchos ambientes divididos, generalmente se apro

vechan estos sistemas para por intermedio de ellos mismos repartir informaciones y brindar música ambiental.

Menos importante pero útil, es un sistema de intercomunicación con canales privados e independiente del sistema telefónico.

Dentro de los estudios correspondientes a comunicaciones se incluyen además otros equipos especiales tales como:

Circuitos cerrados de televisión;

Sistemas de detección contra incendios, estaciones manuales de alarma, sistemas de alerta, sistemas de pedido de auxilio para zonas tales como cámaras frigoríficas, etc;

Sistemas de relojes maestro, con controles de guardianía, control de personal y esferas visibles en planta;

Sistemas de control de energía y control de demanda;

Teleproceso.

1.2. EVALUACION DEL ESTUDIO PRELIMINAR

Es aquí cuando se debe empezar a definir lo que va a

ser el proyecto, en primer lugar, analizar todas las posibilidades indicadas en el estudio preliminar, evaluar para cada una sus ventajas y desventajas e ir tomando decisiones y eligiendo el equipo más conveniente.

Así mismo se determinarán los tipos de construcción, sistema de montaje e instalaciones que se adoptarán y equipos especiales que complementarán la planta según las necesidades y la disponibilidad económica para realizarlo.

3.2.1. Materia prima

Para el tipo de producto que se trata de almacenar y habiéndose indicado dos maneras de realizarlo, considerando que el volumen de producción propuesto haría que se requiera demasiado espacio de bodega en sacos, además del tiempo que significa el pesar el producto recibido saco por saco, más aún considerando que el grano de cacao por lo general se lo recibe con un porcentaje de humedad muy alto, cosa que requeriría gran espacio para secarlo al sol, se decide que es conveniente que se lo reciba en silos de almacenamiento para lo que se diseñará un sistema de pesaje, recepción, prelimpieza y

secado previos al almacenaje. Este sistema estará dispuesto para operación al aire libre, exceptuando la limpiadora y secadora que tendrán solamente cubierta.

3.2.2. A partir de la recopilación de información de los equipos que pueden servir para el procesamiento que interesa, en este caso específico el cacao, y con la ayuda de un diagrama de flujo básico, en el que se vean los pasos indispensables y más importantes del proceso, como se ve en la figura 14, se eligen previa una evaluación, los equipos básicos que servirán para el proceso y la secuencia en que éstos irán ubicándose.

Una vez definido el proceso y las máquinas fundamentales, se va complementando la línea de proceso con equipos adicionales necesarios para enlazar diferentes máquinas o, para dar el sentido de continuidad al proceso, figura 15, así por ejemplo, se decide que la línea de proceso será alimentada automáticamente de uno de los silos de almacenamiento seleccionado previamente en el centro de control. El proceso constará de una limpiadora de flujo contínuo y

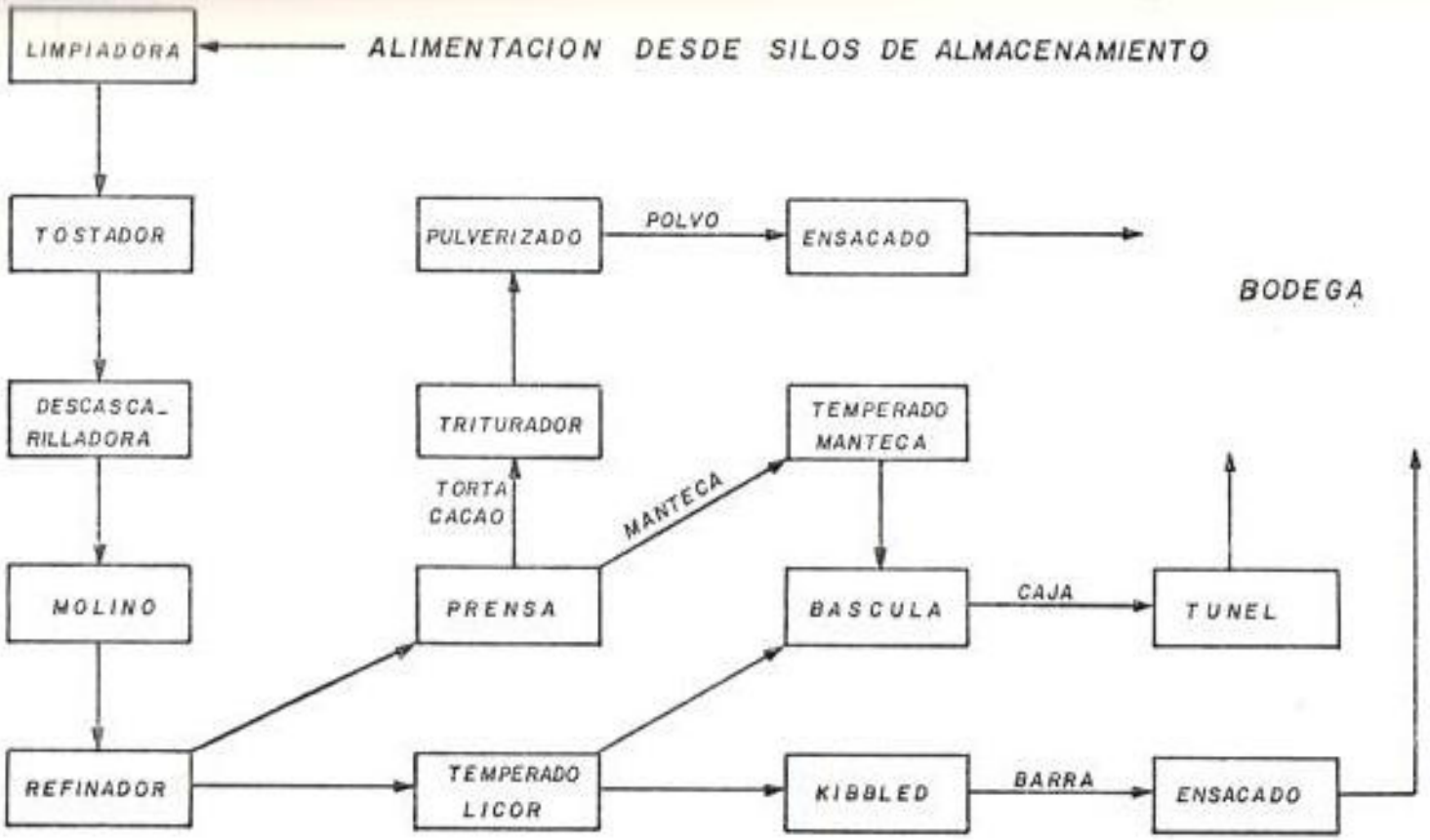


FIG.14.- CICLO DE PROCESO DE LA PLANTA DE CACAO

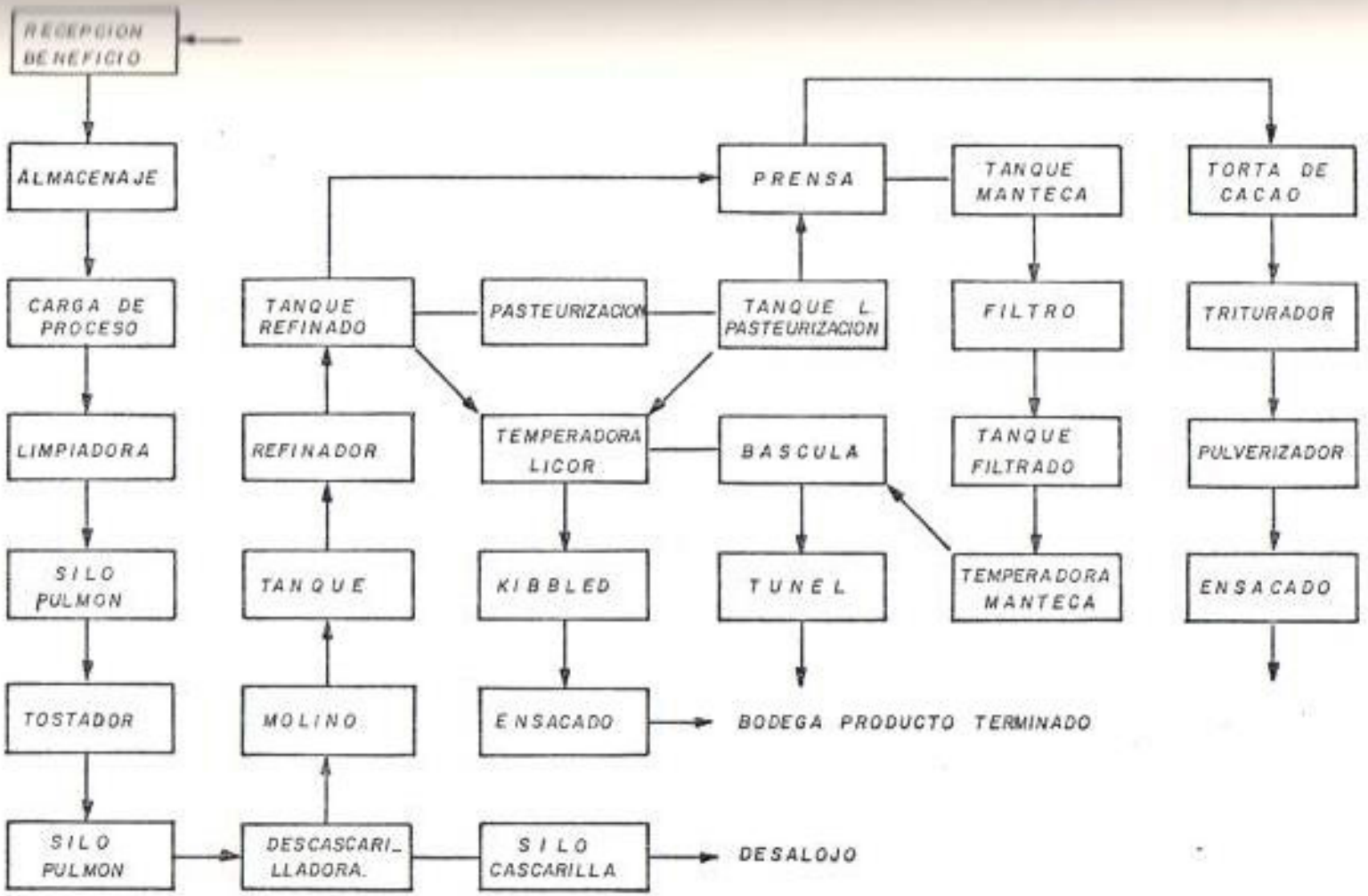


FIG.15.- PROCESO Y EQUIPOS ADICIONALES

alimentará un silo pulmón antes de la tostación.

Este silo pulmón será pues un equipo adicional necesario para formar un enlace entre la limpiadora, de operación contínua y el tostador elegido, de funcionamiento por "Batchs", elección realizada porque este tostador permite una tostación más uniforme aunque el cacao de alimentación tenga características variables.

El tostador es una de las máquinas que utilizarán de los servicios auxiliares. Debido a que la planta para su funcionamiento va a requerir de calor en muchos puntos no es conveniente elegir un tostador que porduzca su propio calor. El tostador elegido utilizará vapor para calentar aire de circulación que en contacto con el grano produce en éste un tostado muy uniforme, además que el sistema es muy seguro contra posible combustión del grano debido a su alto contenido graso. En la misma máquina se producirá el rápido enfriamiento del grano indispensable para evitar que éste vuelva a absorber la humedad que perdió en el tostado produciendo una disminución en la calidad del pro

ducto terminado.

El grano tostado pasa a descascarillarse, que al ser esta máquina siempre de flujo contínuo, también requerirá de un silo pulmón para evitar la discontinuidad producida por el tostador.

La figura 15 representa el flujo completo del cacao desde que se lo recibe como materia prima hasta terminar el proceso como producto terminado en bodegas, el proceso de producción propiamente dicho inicia con la limpiadora y termina con el envasado o en el tunel de enfriamiento del producto.

El diagrama de la figura 14 sirve de información inicial invariable mientras se va configurando la línea de proceso, el diagrama de la figura 15 es el resultado final de ir realizando sucesivos cambios en el flujo hasta obtener el sistema más eficiente.

Una vez seleccionada la maquinaria para el proceso corresponde realizar una tentativa de ubicación en el área física con lo que se debe es

tudiar los espacios, establecer los medios de transporte del producto entre los diferentes pasos del proceso así como los espacios de circulación y operación para el personal de la planta.

3.2.3. Producto terminado

Corresponde a la determinación de los diferentes productos que se van a obtener por ejemplo, en nuestro caso, para los elaborados del cacao se requerirá de espacio para cartones que contendrán licor y manteca de cacao, espacio para fundas de papel con licor de cacao en forma de pequeñas barras que se conoce con el nombre de "kibbled" y fundas de papel con triturado o polvo de cacao.

Con la información del estudio de factibilidad en lo referente a frecuencias de despacho para cada producto y volumen de éstos, se asigna el espacio de bodegas. Las bodegas de producto terminado para la industria de cacao requieren control de temperatura y humedad, por lo que harán uso de equipos auxiliares tanto de frío como de calor.

Inv. No. 207-016

3.2.4. El problema del transporte del producto durante el proceso es un punto de especial cuidado. En el caso del cacao habrá que realizar una gran combinación de sistemas, porque el grano de cacao antes de ser tostado es muy delicado y frágil por lo que debe tratarse de que no sufra impactos. Luego de tostado hay que tratar de que tenga en lo posible el menor contacto con el aire ya que su característica más valiosa es su aroma que con el aire se pierde, además que absorbe humedad.

Para el transporte del grano crudo lo más conveniente son las bandas transportadoras en v, aunque para distancias cortas pueden utilizarse transportadores de tornillo; en el caso del grano tostado lo más conveniente son los sistemas neumáticos de presión, debido a que así el volumen de aire utilizado es pequeño y la velocidad de transporte muy alta obteniéndose eficiencia en el sistema sin perjudicar sus características de aroma y humedad.

Para el producto terminado se elegirán transportadores de rodillos con impulsión manual. En las máquinas de enfriamiento de producto ter

minado tales como tunel, se utilizará impulsión eléctrica, ya que se requiere mantener una velocidad de paso por la máquina más o menos constante y lenta.

En síntesis los equipos de transporte serán: Elevador de cangilones desde tolva de recibo a silo de recepción; transportador de tornillo, elevador de cangilones y transportador de tornillo a la secadora; transportador de tornillo, elevador de cangilones y transportador de tornillo a silos de almacenamiento; banda transportadora desde silos de almacenamiento a silo de trabajo; elevador de cangilones y transportador de tornillo a limpiadora; transportador de tornillo, elevador de cangilones y transportador de tornillo a silo de tostador; transportador de tornillo y sistema neumático entre tostador y descascarilladora; transportadores de tornillo y sistemas neumáticos al salir de la descascarilladora; tubería tecnológica de doble camisa entre molinos, refinador, tanques, temperadoras y tunel de "kibbled"; banda metálica para tortas de cacao y "kibbled"; transporte de rodillos para tunel y transporte de

cajas.

3.2.5. Equipos auxiliares

En el proceso de cacao se hará uso fundamentalmente del calor, éste lo encontramos desde el secado antes de bodegas de materia prima hasta en el control de humedad en las bodegas de producto terminado. Debido al uso generalizado del calor es conveniente centralizar su producción. Se decide elegir la utilización de dos calderos principalmente por motivo de seguridad, debiendo ser un sólo caldero capaz de dar servicio de agua caliente a tanques de almacenamiento, tuberías tecnológicas y control de humedad en bodegas. Esto permitirá que si fallase uno, no se corra riesgo con el producto que queda en tanques, tuberías y bodegas.

Los equipos necesarios para funcionar el sistema de calor están compuestos en primer término por los calderos con sus correspondientes bombas de condensado y de combustible; y en segundo lugar por el equipo de producción de agua caliente, que consta de un intercambiador de calor que funcionará automáticamente manteniendo el agua a una temperatura establecida.

Habrá tres circuitos de agua caliente con cuatro bombas; una para el circuito de tuberías tecnológicas; una para tanques de almacenamiento; una para temperadoras, refinadores, control de humedad, etc; la cuarta será para reemplazo de cualquiera de las anteriores.

El segundo sistema de equipos auxiliares de gran importancia es el de producción de frío. En una planta de cacao se decide preferiblemente utilizar varios equipos según las secciones de la planta, especialmente porque trabajan en forma independiente y en muchos casos bajo diferentes condiciones, además de que no siempre funcionan simultáneamente.

En primer término, se dispone de unidades semiherméticas de expansión directa para áreas que necesitan climatización y enfriamiento, ya que este tipo de compresor a pesar de ser económico admite mantenimiento y reparaciones internas, en cambio, el compresor hermético, muy económico por cierto no permite reparaciones.

Se dispondrá de dos máquinas de frío en bodegas de producto terminado y una máquina para

el tunel de enfriamiento.

Además se requiere de agua a diferentes temperaturas, para lo cual se decide utilizar tres enfriadores para producir agua a $6^{o}C$ - $12^{o}C$ - $18^{o}C$, la primera que será utilizada en la máquina de "kibbled", la segunda en "kibbled" y temperadoras y la tercera en "kibbled", molinos refinadores.

Estas máquinas serán del tipo semihermético por el mismo motivo indicado anteriormente, y el enfriamiento del agua se producirá en un intercambiador de calor en el que directamente se producirá la expansión del refrigerante.

Todos los equipos indicados emplearán freón condensado por agua y para este efecto se dispondrá de una torre de enfriamiento para mantener el agua de condensación en un circuito cerrado, por no existir abundancia de agua, sistema constituído por una bomba y dos ventiladores.

Tres bombas repartirán el agua helada, una por cada temperatura y una en reemplazo de cualquiera de las tres anteriores.

Por último, en los equipos auxiliares se dispondrá de un compresor de aire de pistones, ya que a pesar de que los compresores de tornillo tienen menos desgaste y operación más eficiente, el costo de los equipos es muy elevado para el poco consumo de aire que se requiere. Un circuito de distribución pasará por los diferentes puntos de consumo, será enfriado por aire y no requiere de otro sistema de secado que un simple separador de agua mecánico.

3.2.6. En cuanto a suministros tenemos que considerar agua, combustible y energía eléctrica.

El factor del que depende el estudio de suministros es la ubicación geográfica de la planta.

Habíamos indicado que el criterio que decide la ubicación de una planta tiene que ver con la proveniencia de la materia prima y las facilidades para movilizar el producto terminado.

En la industria del cacao, el transportar éste en grano a la planta es muy simple en comparación con el transporte del producto terminado, que, al ser fundamentalmente para exportación

y, por tener que mantenerse bajo condiciones de humedad y temperatura apropiados hace preferible que la planta esté más cerca a los puertos de exportación.

En vista de estas circunstancias es preferible instalar la planta en la ciudad de Manta, por tener un excelente servicio portuario y además por estar en una zona muy cercana a la producción cacaotera.

Se ha realizado una investigación a nivel de la industria actualmente existente en la ciudad y se determinó que de los tres suministros dos tienen dificultades:

El abastecimiento de agua potable es deficiente especialmente en la época del año en que el nivel de Poza Honda baja considerablemente.

El suministro de energía eléctrica es irregular y, aunque recién entraron a funcionar las nuevas unidades térmicas no existe una unidad en "stand by" y cuando se requiera realizar mantenimiento en una de las unidades reciona-rán la energía para realizarlo.

El suministro de combustibles no tiene problemas ya que CEPE mantiene un terminal de productos limpios en operación; además se está realizando el proyecto para el nuevo terminal de capacidad suficiente.

Las razones anotadas anteriormente, hacen necesario incluir en el proyecto la construcción de un pozo profundo para completar las necesidades de agua y la instalación de un generador que sea capaz de mantenar el producto que se encontraba en elaboración en buenas condiciones.

- suministros y energía
  - agua
    - limpieza y equipo de incendio: pozo profundo
    - equipos y consumo humano: red pública
  - combustible
    - calderos: diesel
    - generador: diesel
  - electricidad
    - servicio normal: red pública a 13.800 voltios
    - servicio de emergencia: generador a 220 voltios

El agua de pozo no se puede utilizar para equipos por su gran dureza, pero sirve para limpieza y riego, así como para el servicio del sistema de protección contra incendio.

En la ciudad de Manta se ha encontrado agua subterránea después de los 60 metros de profundidad, se decide por lo tanto la perforación de un pozo de 80 metros.

El sistema se implementará con una bomba especial para este uso que enviará el agua de aquí obtenida a una cisterna de 150 metros cúbicos.

Para usar esta agua para riego y limpieza se instalará un sistema hidroneumático con su correspondiente bomba eléctrica.

A la misma cisterna, se conectará una boma que funcionará acoplada a un motor diesel y que dará servicio a la red para protección contra incendios, ésta irá además conectada mediante un "by pass" al sistema hidroneumático para cuando sea necesario usar el sistema contra incendios sin arrancar la bomba a diesel.

La bomba a diesel irá instalada en un sitio lo

más alejado posible de la planta y de los depósitos de combustible.

El agua potable se recibe de la red pública en una cisterna de 80 metros cúbicos, que para casos de emergencia llevará también una bocatoma para recibir agua de carros tanque.

Este sistema será utilizado para consumo humano, y para reposición de pérdidas en equipos de frío, vapor y agua caliente; debido a que el agua potable tiene un grado de dureza muy alto para el uso en equipos, será necesario someterla a un proceso de ablandamiento químico y adición de productos desincrustantes.

El sistema de agua poteble está constituído por: circuito para consumo humano, compuesto por una bomba que alimenta un sistema hidroneumático de presión constante; circuito para suministro a equipos, constituído por dos bombas que en sistema alternante automático, en que siempre una servirá de refuerzo por baja presión a la otra y que alimentarán a un segundo sistema hidroneumático y; una cuarta bomba que puede reemplazar a cualquiera de las tres ante

riores.

A la salida del sistema hidroneumático para suministro de agua a equipos, se establecerán dos circuitos, uno directo para máquinas que no requieran agua blanda y otro que pasará por un ablandador para proveer agua a equipos como torre de enfriamiento o calderos que requieren agua blanda.

En lo que se refiere a combustibles, con el fin de unificar el tipo a utilizarse, se decide que los calderos, el generador y la bomba de protección contra incendios funcionarán a diesel, para lo cual se dispondrá de un tanque de almacenamiento de diesel y que será cargado desde un carro tanque mediante una bomba. Desdel el tanque de almacenamiento partirán tres circuitos de diesel mediante la utilización de dos bombas alternantes hasta los tanques de uso diario que se mantendrán llenos en forma automática.

En cuanto a energía eléctrica, se la recibirá a media tensión a 13.800 voltios, entrará en forma aérea hasta la proximidad del espacio

destinado en la planta para la subestación de transformación donde se bajará la tensión a 220-127 voltios.

Desde el último punto de la instalación aérea parte una acometida aislada subterránea hasta la cabina de media tensión donde se dispondrá de un sistema de medición, un interruptor con sus correspondientes protecciones y, el transformador con sus interruptores de baja tensión y transferencia al generador.

La figura 16 ilustra un ejemplo del sistema de suministro principal y de emergencia a la planta, formando parte de una subestación integrada en la que además se observa la acometida en media tensión, su seccionador trifásico con fusibles y los transformadores de potencia.

A. acometida aislada
B. mufa o caja terminal
C. transformadores para medición
D. interruptor a media tensión
E. fusibles
F. transformadores de potencia
G. barras de alimentación primaria
H. barras de alimentación secundaria

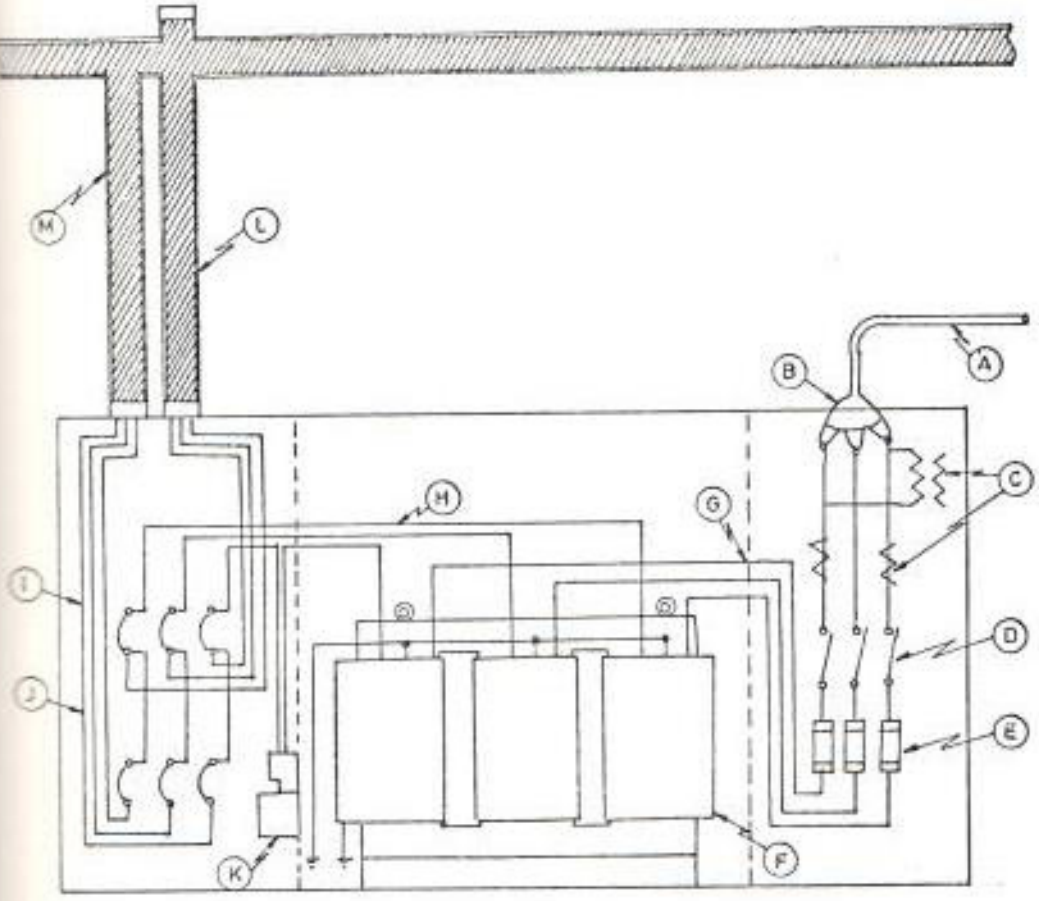


FIG 6 - MODELO DE SUBESTACION INTEGRADA.

I. interruptor térmico, protección del transformador y transferencia

J. interruptor térmico, protección del generador y transferencia, con bloqueo eléctrico y mecánico con el anterior

K. transformador de señalización y mando

L. alimentadora al tablero de distribución

M. acometida desde el generador de emergencia

3.2.7. En lo que a construcción se refiere, en esta etapa del proyecto integral, y con la información que del estudio de proceso se ha realizado, corresponde asignar áreas aproximadas para cada uso, y definir el tipo de construcción que se requiere en cada área.

En la Figura 17 realizamos un bosquejo, que más sería una representación de los bloques que confromarían la construcción, con una ordenación más o menos lógica pero que aún dista de ser la más coveniente o que se ajuste al Flujo más apropiado. En este instante más interesan los tipos de construcción necesarios, áreas aproximadas por cada uno, áreas adyacentes y total de espacio físico.

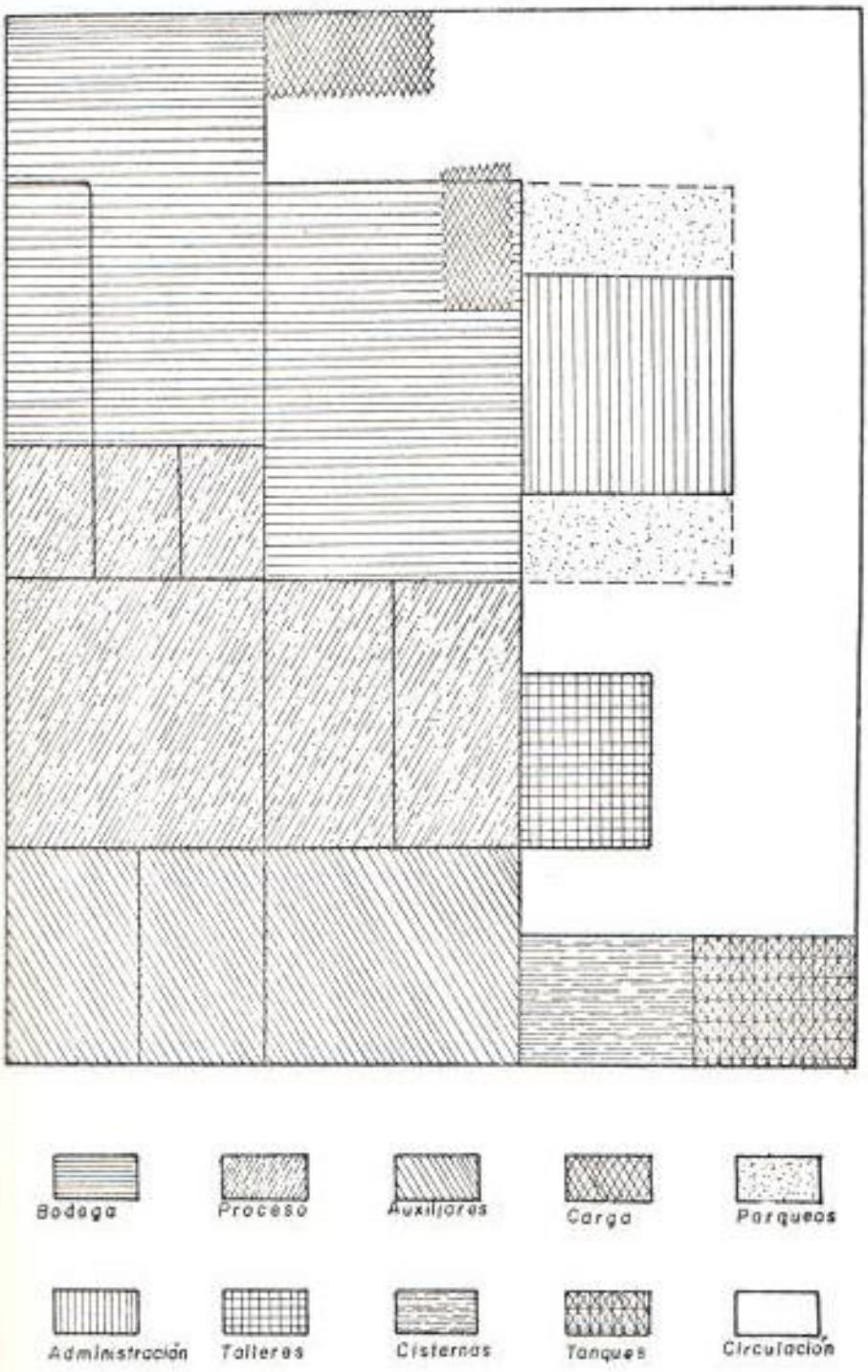


FIG 17- DISTRIBUCION DE AREAS PARA PLANTA INDUSTRIAL

Descripción de los diferentes tipos de construcción y definición de espacios, indicados en la figura 17:

1.galpón con cubierta de asbesto sobre estructura metálica, piso de cemento y paredes de mampostería revocada.

a] limpieza de grano; b] tostación; c] descascarillado.

2. galpón con cubierta de asbesto sobre estructura metálica, pisos de baldosas y paredes recubiertas de azulejos.

a] molinos, refinadores y tanques; b] prensas, filtros y tanques.

3. galpón con cubierta de asbesto sobre estructura metálica, pisos de baldosas y paredes recubiertas de azulejos, tumbado de material aislante y puertas de vidrio.

a] temperadoras, tunel, "kibbled" y equipos de polvo.

4. cubierta a una sola agua, de asbesto sobre estructura metálica, piso de cemento con cerramiento de malla.

a] equipos eléctricos: subestación, generador;

b] equipos de frío; c] calderos, distribución de agua y combustibles; d] secado y beneficio de grano; e] talleres y servicios.

5. galpón con cubierta de asbesto sobre estructura metálica, piso de cemento con paredes de mampostería revocada, tumbado con material aislante.
a] bodega de productos terminados.

6. área descubierta con piso de cemento.
a] silos de materia prima; b] cisternas; c] tanques de combustible; d] parqueos; e] carga y descarga de productos; f] circulación.

7. estructura de hormigón armado, cubierta de asbesto sobre estructura de hierro, tumbados decorativos, pisos de baldosas y paredes enlucidas y pintadas, etc.
a] edificios administrativos, supervisores, laboratorios.

En cuanto a instalaciones todas se realizarán en forma visible y aérea, está constituída por líneas de vapor y condensado, agua helada y su retorno, aire comprimido, electroductos para conductores eléctricos, agua de pozo, potable

y blanda.

En el montaje se realizarán bases independientes para cada máquina, procediéndose después de que éstas estén listas, a fundirse el piso de hormigón simple.

Sobre las bases se erigirá la maquinaria que se anclará a éstas luego de estar debidamente niveladas mediante la utilización de pernos de expansión.

La maquinaria alta será rodeada de pasarelas metálicas que a la vez acompañarán los transportadores, así como escalerillas en silos, elevadores y acceso a pasarelas.

En la rama sanitaria se realizarán fundamentalmente dos sistemas, drenaje de aguas lluvias y sistema de aguas servidas que irán a un pozo céptico que estará acompañado de un pozo de infiltración.

En instalaciones mecánicas, la tubería de vapor irá recubierta de fibra de vidrio y lienzillo para luego cubrirlo con cinta de aluminio, la tubería tecnológica irá con bridas por lo

menos cada 6 metros y cada codo con sus dos bridas, uniendo los tramos consecutivos con tubo flexible para la circulación del agua caliente. Los tramos largos y que se consideran fijos irán aislados como la tubería de vapor.

Las instalaciones de refrigeración irán aisladas tanto la tubería de envío como la de retorno, con un material similar al poliestireno expandido.

Instalación eléctrica. Se instalará lo más próximo posible entre sí el transformador de potencia y el generador de emergencia. De los dos se alimenta el tablero principal de distribución a través de un interruptor de transferencia manual. Se dispondrá de un banco de capacitores para corrección del factor de potencia.

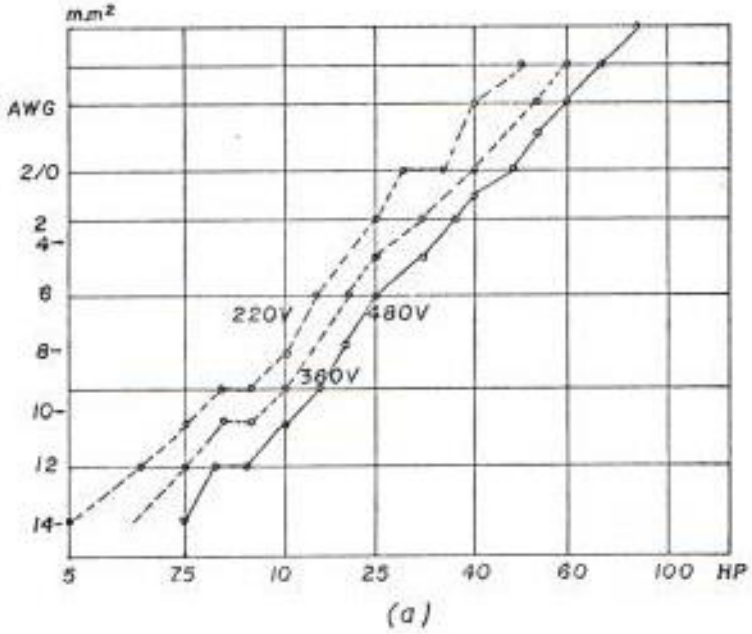
El sistema a emplearse será radial en alimentadoras independientes, principalmente para máquinas o grupos de máquinas que sobrepasen los 100 amperios. Podrán existir subalimentadoras y subtableros.

En cuanto a la tensión, es una desición basada

exclusivamente en el criterio del diseñador, en el que prima fundamentalmente el aspecto económico y la influencia del país de donde proviene la mayor parte de la maquinaria y equipos.

Cuando la mayoría de los motores son pequeños es preferible utilizar el voltaje más común tal como el 220 voltios para nuestro medio, ya que la diferencia de costos de instalación se presenta a partir de un nivel determinado en el tamaño de los motores. Para ilustrar esta característica se muestran las curvas de la Figura 18 en donde se tiene: en (a), calibre de conductores en AWG para diferentes capacidades de motores en HP a 220 y 380 voltios; y en (b), costo de instalación a 380 voltios, expresado en porcentaje de la misma instalación pero a 220 voltios, para diferentes capacidades de motores en Hp.

Para las curvas del gráfico (a) se nota que si usamos como mínimo conductor el 12 AWG, el calibre a utilizarse es el mismo para motores de hasta 7.5 Hp, si el mínimo conductor es el 14 AWG, es hasta 5 Hp.



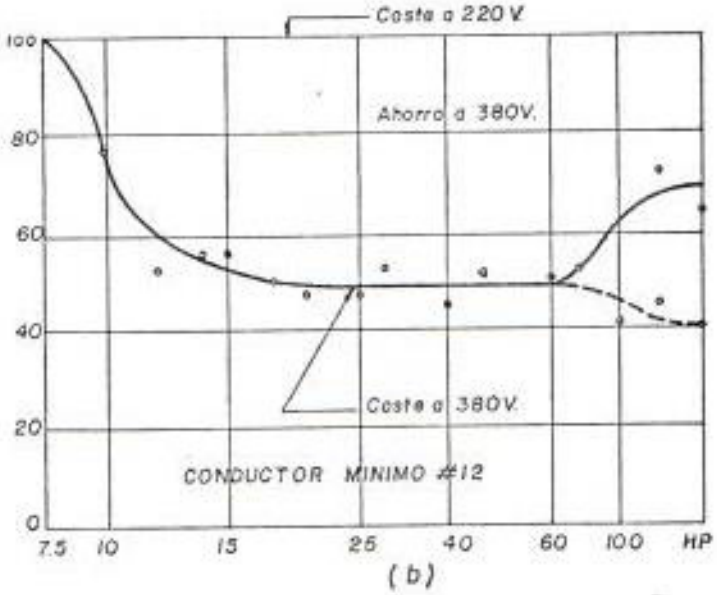


FIG 8 - SECCION DE CABLES PARA DIFERENTES CAPACIDADES Y COSTO DE INSTALACION A 380V. EN PORCENTAJE DEL COSTO A 220V, PARA DIFERENTES CAPACIDADES DE MOTORES

Para el gráfico (b) utilizando como conductor mínimo el 14 AWG para motores menores a los 7.5 Hp, el costo de instalación a 380 voltios es igual al 100 % del costo de instalación a 220 voltios, y para 10 Hp a 380 voltios es el 80 % del costo de instalarlo a 220 voltios.

En una planta con motores muy grandes, gran cantidad de motores o gran distancia entre máquinas, es aconsejable la utilización de voltajes más elevados, en primer lugar, para disminuir costo en conductores como ya se vió, y por otro lado para disminuir pérdidas en los conductores y obtener una mejor regulación de voltaje.

Cuando se trata de escoger un voltaje diferente al de 220 voltios es conveniente tratar de ajustarse al voltaje standard del país de donde proviene la mayor parte de los equipos, por ejemplo, si éstos son de Norteamérica será preferible la utilización de 480 voltios, si son europeos 380 voltios.

Existe además el caso de industria pesada en la que es conveniente utilizar varios voltajes

ya que motores de muy alta capacidad funcionan a medio voltaje, esto es 2300 o 4600 voltios por ejemplo. En estos casos se pueden utilizar estos voltajes para realizar la distribución interna de la planta especialmente para el caso de distancias grandes entre máquinas.

En nuestro caso de la planta procesadora de cacao, según observamos en la figura 17, las áreas físicas son relativamente pequeñas y las distancias cortas. Según la información recogida de las características de la maquinaria y que se encuentra en el próximo subcapítulo se observa que la mayoría de los motores son pequeños y la mayor carga que corresponde a molino y refinador se encuentra muy cerca a nuestro centro de distribución [sector 2a y 4a respectivamente]. La decisión por lo tanto, es de utilizar en la totalidad de la planta 220 voltios.

Por ser la industria del cacao una industria alimenticia que requiere esmerada limpieza y zonas muy asépticas se realizará toda la instalación inferior de la planta [mandos y llegada a motores] en sistema hermético, siendo la dis

tribución tanto principal como de circuitos derivados aérea, realizada por la perte alta de la planta en electrocanales tipo abierto.

Se tratará de que en lo posible no queden instalaciones empotradas bajo piso ni en canales abiertos o tapados en el piso para evitar acumulación de residuos que afectan a la limpieza de la planta.

3.2.8. Sistemas de comunicación y equipos especiales

Como equipo indispensable se proveerá a la planta de un sistema básico de comunicación telefónica con el exterior de la planta y que a la vez de la posibilidad de transferir las llamadas entrantes a cualesquier sector de la planta, de igual manera, que de cualesquier sector se pueda obtener línea para salir al exterior. Este sistema tendrá un canal de conversación interna que servirá para transferir las llamadas y eventualmente para comunicarse entre dos secciones.

Un segundo equipo consistirá en un sistema de intercomunicación entre puntos importantes tanto de administración como producción, éste se-

rá un sistema de todos contra todos con posibilidad de privacidad en ciertos canales.

Un sistema de buscapersonas es importante para nuestro tipo de instalación porque a pesar de que la planta es físicamente pequeña, está compuesta por muchos ambientes separados, lo que hace difícil ubicar una persona. Este sistema está compuesto por parlantes con potencias de acuerdo a los ambientes y el nivel de ruido existente, por medio de los cuales se puede llamar a la persona que se requiere, los puntos de llamada pueden ser variados tales como recepción en sector administrativo y en jefe de planta en sector administración. No se considera utilizar este sistema para música ambiental por el nivel de ruido existente en la planta.

En equipos especiales lo único que se implementará desde el inicio de la planta será el sistema de alarma manual para pedido de ayuda. Este sistema estará constituído por estaciones para enviar una señal a un punto o varios determinados, tales como al jefe de la planta, taller de mantenimiento, etc. Las estaciones

estarán situadas en sitios importantes y que eventualmente puedan requerir ayuda urgente tales como: sala de calderos; sector de almacenamiento de combustibles; zona de tostación y; portería.

En los sitios de recepción de la señal se dispondrá de una consola en donde indique visualmente de donde proviene la señal y una indicación sonora para llamar la atención hacia la consola.

3.3. EL ANTEPROYECTO

Fundamentalmente consta de la recopilación de datos y su ordenación que servirán para realizar los bosquejos de los diseños de construcción y detalles. Ya no se mira desde el punto de vista del proceso sino de cada una de las especialidades que intervienen en la ejecución del proyecto.

Cada una de las especialidades realizan por separado, y en comunicacion con la coordinación del proyecto, a la vez que con las otras especialidades, la recopilación de datos que requieren para elaborar sus diseños; luego se discute entre las diferentes especialidades

sobre las influencias que existen entre sí, y se realizan los ajustes necesarios.

En este subcapítulo vamos a tratar fundamentalmente de la interdependencia que existe entre la parte eléctrica de un proyecto integral y cada una de las otras especialidades, ya que la obtención de datos que la parte eléctrica tiene que recopilar proviene de éstas. Así mismo, la parte eléctrica tendrá que suministrar algunos datos que servirán para la realización de los diseños en las otras especialidades.

3.3.1. Construcciones

Antes que nada serán necesarios los proyectos arquitectónicos y estructurales para la etapa del diseño eléctrico correspondiente a la ingeniería de detalles y constructivos.

El tipo de estructura de la construcción industrial es un factor determinante para la realización del diseño de iluminación de la planta, ya que al estar ésta soportada en la estructura de cubierta, la distribución de la iluminación y en muchos casos la cantidad de luminarias depende de éste.

De igual manera, los detalles constructivos

cuando las instalaciones son aéreas dependen del tipo de estructura, inclusive el tipo de material utilizado y obviamente los soportes que se usarán para la sujección de la instalación.

Comunmente el diseñador de los edificios asigna los sitios para los equipos eléctricos pero esto es algo que definitivamente deberá realizarse en conjunto, con el que realiza el diseño eléctrico y más aún, no es posible determinar definitivamente la ubicación de éstos mientras no se tenga alguna información de la distribución de la carga en la planta.

En todo caso, una vez que se tenga ya una zonificación de cargas se deberá reunir con el arquitecto para ubicar los espacios necesarios para el equipo eléctrico. Los espacios principales requeridos son:

- Recepción de nergía, constituído por espacio apropiadu para un tablero de media tensión, medición en esta tensión, seccionalización y protección del transformador, y cuando se realiza distribución en media tensión, seccionadores y

protecciones para las alimentadoras.

- Transformación, que puede ser proporcionado por uno o más transformadores, en un sólo sitio o en diferentes sitios de la planta.
- Distribución principal, que deberá estar siempre después de una estación de transformación.
- Correción de factor de potencia, siempre adyacente al sitio destinado a la distribución principal.
- Generación de emergencia, cuyo espacio debe guardar ciertas condiciones, requiere consulta con la parte mecánica del diseño debido al suministro de combustible, salida de gases de combustión, ventilación de enfriamiento del motor, etc. y además, por efecto costo, deberá estar lo más próximo de la distribución principal.

De esta etapa correspondiente al anteproyecto de construcciones se obtiene con la ayuda de las figuras 15 [pág. 139] y 17 [pág. 157] de la evaluación del estudio preliminar en lo que a proceso y construcción respectivamente se refiere, el primer plano arquitectónico de la

planta, que pasado del anteproyecto al proyecto será el que sirva para realizar la construcción de los edificios necesarios. Este sería uno de los planos de los que componen el conjunto de los de construcción y que lo llamaremos C 1/n, en éste ya se encuentran todas las áreas necesarias, obtenidas de la comunicación establecida entre ingeniería civil y las demás especialidades que intervienen en el proyecto.

3.3.2. Ingeniería de producción

En lo que respecta a la maquinaria de producción es muy simple recopilar datos ya que éstos normalemente son suministrados con la información de las máquinas que deberán proporcionar los fabricantes.

Sobre el plano C 1/n el departamento de producción ubicará las máquinas del proceso, determinando el flujo del producto y definiendo las áreas de circulación, de lo que resulta uno de los planos del grupo de producción que lo denominamos P 1/n, en realidad, entre el plano C 1/n y P 1/n en sus etapas iniciales de formación se formará un ciclo cerrado con intercambio de informaciones y modificaciones sucesi-

vas hasta obtener los definitivos que pasarán a formar parte del proyecto.

En cuanto a la información que deben dar quienes realizan el diseño eléctrico a quienes suministran el equipo, desde el mismo momento en que se realiza el anteproyecto, tiene que ver con la característica de la energía eléctrica que se escoge utilizar. La información que se tiene que suministrar a quienes suministrarán los equipos tiene que ver con dos parámetros, uno que siempre es el mismo y que corresponde a la frecuencia en el suministro eléctrico, y el otro, que sí es motivo de decisión y que corresponde a la tensión que se va a utilizar.

Para el caso de la planta de cacao que constituye nuestro ejemplo, y después de haberse recibido información de ingeniería de proceso, se decidió utilizar el voltaje normal y más común existente en el sitio de montaje, esto es, 220 voltios entre fases.

La información que el encargado de realizar el diseño eléctrico deberá proporcionar al encargado del estudio del proceso y adquisición de

las máquinas son:

Recepción de la empresa suministradora de energía: trifásico a 13.200-7620 voltios, 60 ciclos, neutro conectado a tierra en alta tensión; bajo voltaje a 220 entre fases, 127 con neutro, cuatro hilos con neutro conectado a tierra.

La información que deberá recibir el diseñador eléctrico de parte de ingeniería de proceso será: ubicación de las máquinas en planta, con su correspondiente orden y secuencia de funcionamiento, ubicación en cada máquina de los motores existentes indicando su altura de montaje referido al nivel de piso, ubicación de elementos de control así mismo con sus alturas de montaje, luego un listado agrupando los elementos de cada máquina que forma una parte del proceso con las características eléctricas de cada uno; para el caso de motores: voltaje y fases, amperaje nominal a plena carga y, a falta de esto último, caballos de fuerza (HP) o Kw y factor de potencia a plena carga. Para el caso de elementos de control es necesario conocer si consumen energía, características de és

ta, y la función que desempeñan en el proceso.

Es importante además tener una descripción del proceso, tiempo de utilización de los motores, tabla de demanda de éstos, o sea, porcentaje de carga y su variación en función del tiempo.

Para nuestro ejemplo de una industria de cacao la información que podemos recopilar del equipo de producción la suponemos proporcionada en los esquemas similares a los de la figura 19, teniendo tantos de éstos como sea necesario para completar el ciclo de proceso de la figura 15; relacionados a estos esquemas elaboramos por cada uno las tablas de información correspondiente a sus motores y elementos de control.

Los esquemas irán referidos a la ubicación de máquinas también proporcionada por ingeniería de proceso en común acuerdo con construcciones, tal como se indica en el plano P 1/n del cual resultará el primer plano eléctrico correspondiente a! E 1/4 con el que se iniciará el proyecto; a continuación tenemos los esquemas y recopilación de datos de toda la planta según como lo hemos indicado.

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	fases	Factor de potencia	% de utilización
				HP.	KW.	In. a 220				
transportador	recepción	Ma 1	-1.0	1.00	0.97	3.20	220/380	3	.80	70
elevador	carga báscula	Ma 2	6.0	1.50	1.55	5.10	220/380	3	.80	70
ventilador	limpiadora	Ma 3	7.5	5.00	4.54	14.60	220/380	3	.82	80
zaranda	limpiadora	Ma 4	4.6	3.00	2.74	9.00	220/380	3	.80	80
elevador	silo recepción	Ma 5	14.0	2.00	1.94	6.40	220/380	3	.80	70
descarga	silo recepción	Ma 6	1.7	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	70
elevador	a secadora	Ma 7	8.0	2.00	1.99	6.40	220/380	3	.82	60
ventilador	secadora	Ma 8	7.4	15.00	12.46	40.00	220/380	3	.82	60
descarga	secadora	Ma 9	1.4	0.50	0.58	2.20	220	3	.70	60
elevador	a distribuidor	Ma10	16.0	3.00	2.80	9.00	220/380	3	.82	80
distribuidor rotativo		Ma11	15.4	0.20	0.27	1.00	220/380	3	.71	15
ventilador	silo 1	Ma12	4.3	7.50	6.87	21.80	220/440	3	.83	80
ventilador	silo 2	Ma13	4.3	7.50	6.87	21.80	220/440	3	.83	80
ventilador	silo 3	Ma14	4.3	7.50	6.87	21.80	220/380	3	.83	80

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	Fases	Factor de potencia	% de utilización
				HP.	KW.	In. a 220				
ventilador	silo 4	Ma15	4.3	7.50	6.87	21.80	220/380	3	.83	80
transportador	descarga 1	Ma16	2.1	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	20
transportador	descarga 2	Ma17	2.1	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	20
transportador	descarga 3	Ma18	2.1	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	20
transportador	descarga 4	Ma19	2.1	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	20
transportador	carga proces	Ma20	1.8	3.00	2.74	9.00	220/380	3	.80	80

a.- Elementos de control en recepción, beneficio y almacenamiento de cacao

descripción del elemento	ubicación en la máquina	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
control báscula	recepción	Ca 1	1.8	1.60	110
válvula solen.	compuerta báscula	Ca1'	4.9	0.15	110
fin carrera	compuerta báscula	Ca1"	4.9		
microinterruptor	limpiadora	Ca 2	3.8		
interrup nivel alto	silo	Ca 3	12.5	0.20	110
interruptor nivel bajo	silo	Ca 4	2.5	0.20	110
válvula solen.	compuerta silo	Ca 5	1.9	0.15	110
fin carrera	compuerta silo	Ca 6	1.9		
termocupla	secadora	Ca 7	5.6	0.50	110
válvula solen. entr. vap	secadora	Ca 8	2.1	0.15	110
válvula reguladora vapor	secadora	Ca 9	2.1	0.12	110
fin carrera posición 1	distribuid	Ca10	15.1		
fin carrera posición 2	distribuid	Ca11	15.1		
fin carrera posición 3	distribuid	Ca12	15.1		
fin carrera posición 4	distribuid	Ca13	15.1		
interruptor nivel alto	silo 1	Ca14	12.5	0.20	110
interruptor nivel alto	silo 2	Ca15	12.5	0.20	110
interruptor nivel alto	silo 3	Ca16	12.5	0.20	110
interruptor nivel alto	silo 4	Ca17	12.5	0.20	110

a.- elementos de control en recepción, beneficio y almacenamiento de cacao

descripción del elemento	ubicación en la máquina	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en m.	tensión de servicio
Interruptor nivel bajo	silo 1	Ca18	2.5	0.20	110
Interruptor nivel bajo	silo 2	Ca19	2.5	0.20	110
Interruptor nivel bajo	silo 3	Ca20	2.5	0.20	110
Interruptor nivel bajo	silo 4	Ca21	2.5	0.20	110
válvula solenoide compuert	silo 1	Ca22	2.4	0.15	110
válvula solenoide compuert	silo 2	Ca23	2.4	0.15	110
válvula solenoide compuert	silo 3	Ca24	2.4	0.15	110
válvula solenoide compuert	silo 4	Ca25	2.4	0.15	110
fin carrera compuerta	silo 1	Ca26	2.4		
fin carrera compuerta	silo 2	Ca27	2.4		
fin carrera compuerta	silo 3	Ca28	2.4		
fin carrera compuerta	silo 4	Ca29	2.4		

función que desempeñan los elementos de control:

Ca 1 sistema de control de pesaje con impresión.

Ca1' opera compuerta neumática de descarga de báscula.

Ca1" no permite cargar báscula mientras compuerta está abierta, luz indicadora en el tablero.

Ca 2 microinterruptor de seguridad que no permite que lim

piadora funcione con la compuerta abierta.

Ca 3 luz indicadora de silo lleno en el tablero, para motor de elevador Ma5 y señal de alarma con sistema en funcionamiento automático.

Ca 4 luz indicadora de silo vacío en el tablero, da señal de alarma que indica que silo se termina.

Ca 5 opera compuerta neumática para descarga del silo de recepción

Ca 6 luz indicadora de compuerta abierta en el tablero.

Ca 7 envía señal de temperatura para regular paso de vapor a la secadora.

Ca 8 válvula solenoide que abre o cierra paso de vapor.

Ca 9 regula cantidad de vapor necesaria para mantener la temperatura establecida.

Ca10-13 da señal de parada a válvula rotativa cuando llega a la posición seleccionada.

Ca14-17 luz indicadora de silo lleno, para motor de elevador Ma10 y señal de alarma con sistema en funcionamiento automático.

Ca18-21 luz indicadora de silo vacío en el tablero, da señal de alarma que indica que silo se termina.

Ca22-25 opera compuerta de descarga de silos de almacenamiento, se cierran antes de detenerse motores de transportadores Ma16-19.

Ca26-29 luz indicadora de compuerta abierta en tablero.

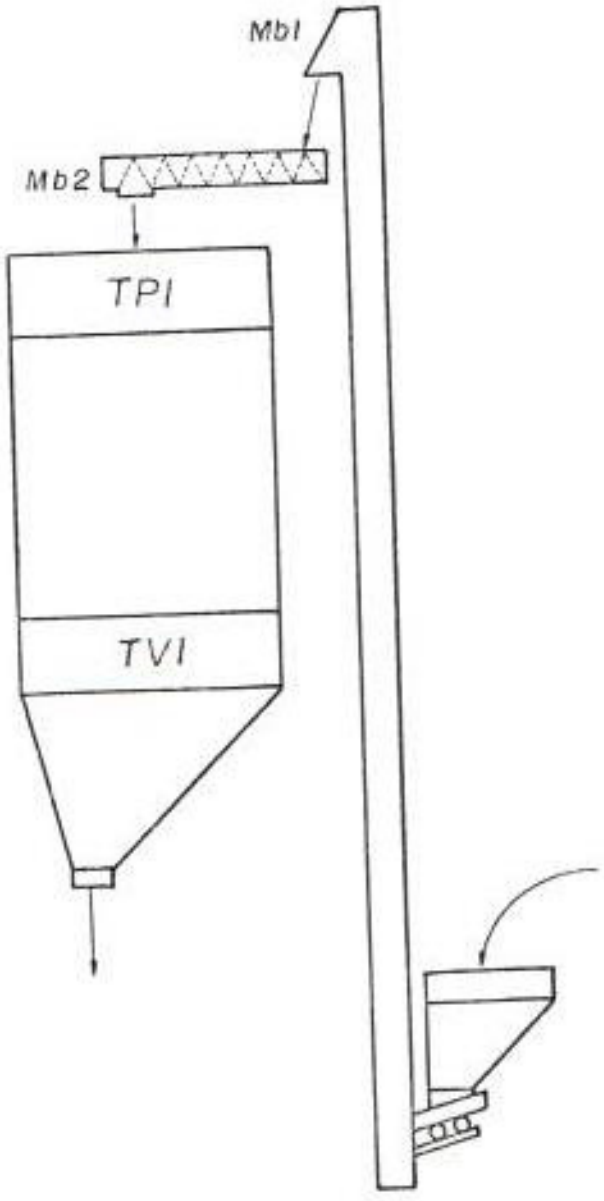


FIG 20- ESQUEMA DEL SISTEMA DE CARGA DE GRANO A LA LINEA DE PROCESO

5.- Carga de grano a la línea de proceso de elaboración

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	fases	factor de potencia	% de utilización
				HP.	KW,	In. a 220				
elevador	carga silo	Mb 1	16.2	3.00	2.74	9.00	220/380	3	.80	90
transportador	carga silo	Mb 2	15.1	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	90

:.- Elementos de control en el sistema de carga de grano
a la línea de proceso de elaboración

descripción del elemento	ubicación en la máquina	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
interruptor nivel alto	silo	TP 1	12.3	0.20	110
interruptor nivel bajo	silo	TV 1	2.4	0.20	110

Función que desempeñan los elementos de control

TP1 luz indicadora de silo lleno en el tablero, para el elevador Mb1 de carga del silo de proceso y da señal de alarma cuando éste está lleno.

TV2 luz indicadora de silo vacío en el tablero, da señal de alarma que indica silo de proceso vacío.

Ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica HP.	KW.	In. a 220	voltaje del motor	Fases	Factor de potencia	% de utilización
elevador a limpiadora		Mc 1	5.5	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	70
limpiadora		Mc 2	3.9	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	80
ventilador	limpiadora	Mc 3	7.2	3.00	2.74	9.00	220/380	3	.80	90
zaranda	quitapiedras	Mc 4	1.8	0.50	0.67	2.20	220/380	3	.80	80
vibrador	quitapiedras	Mc 5	2.4	0.80	0.80	2.80	220/380	3	.75	80
extractor	quitapiedras	Mc 6	7.2	3.00	2.74	9.00	220/380	3	.80	90
elevador a tostador		Mc 7	12.0	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	70
sin fin	carga tostador	Mc 8	11.6	1.50	1.55	5.10	220/380	3	.80	70
válv. rot.	desc. tostador	Mc 9	0.5	0.50	0.58	2.20	220/380	3	.70	80
compresor impulsión descar		Mc10	0.4	2.00	1.94	6.40	220/380	3	.80	90
elevador	desgranador	Mc11	1.8	3.00	2.74	9.00	220/380	3	.80	90
vibrador descascarilladora		Mc12	2.0	1.00	1.06	3.50	220/380	3	.80	80
ventilad descascarilladora		Mc13	2.3	5.30	4.86	16.00	220/380	3	.80	90
sin fin	descarga cáscar	Mc14	0.8	0.70	0.66	2.18	220/380	3	.80	70

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica HP.	KW.	In. a 220	voltaje del motor	Fases	Factor de potencia	% de utilización
ciclón	aspiración cáscara	Mc15	17.2	4.80	4.01	13.20	220/380	3	.80	90
válv. rot.	descarga cáscar	Mc16	16.1	0.70	0.58	2.18	220/380	3	.70	80
rompecáscara		Mc17	15.7	1.00	0.97	3.20	220/380	3	.80	70
sin fin	descarga granilla	Mc18	0.8	0.70	0.67	2.20	220/380	3	.80	80
válv. rot.	descar.granilla	Mc19	0.5	0.70	0.66	2.18	220/380	3	.80	80
compresor impul.	granilla	Mc20	0.4	2.00	1.94	6.40	220/380	3	.80	90

c.- Elementos de control en línea de proceso de elaboración

descripción del elemento	ubicación en la máquina	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en m.	tensión de servicio
Int. nivel alto	silo tostador	TP 2	11.2	0.20	110
Int. nivel bajo	silo tostador	TV 2	10.1	0.20	110
Int. nivel alto	descascarilladora	TP 3	5.6	0.20	110
Interrup seguridad	desgranador	Cc 1	1.6		
Int. seguridad	descascarilladora	Cc 2	1.4		
Int. nivel alto	silo molino	TP 4	7.5	0.20	110
Int. nivel bajo	silo molino	TV 4	5.2	0.20	110
Int. nivel alto	silo cascarilla	TP 5	14.2	0.20	110
Int. nivel bajo	silo cascarilla	TV 5	5.1	0.20	110

Función que desempeñan los elementos de control

TP2 luz indicadora de silo lleno en el tablero, para las máquinas anteriores al tostador cuando el sistema se encuentra en funcionamiento automático.

TV2 luz indicadora de silo vacío en el tablero, arranca máquinas anteriores al tostador cuando el sistema se encuentra en funcionamiento automático.

TP3 luz indicadora de silo lleno en el tablero, suena alarma que indica que tostador no podrá descargar.

Cc1-2 paran motor de desgranador cuando se atasca o cuando se abren las compuertas del vibrador.

TP4 luz que indica silo lleno en el tablero, para descascarilladora cuando el sistema se encuentra en funcionamiento automático.

TV4 luz indicadora de silo vacío en el tablero, arranca la descascarilladora cuando el sistema se encuentra en funcionamiento automático.

TP5 luz indicadora de silo lleno en el tablero, suena alarma para indicar que descascarilladora no podrá descargar cascarilla.

TV5 luz indicadora de silo vacío en el tablero.

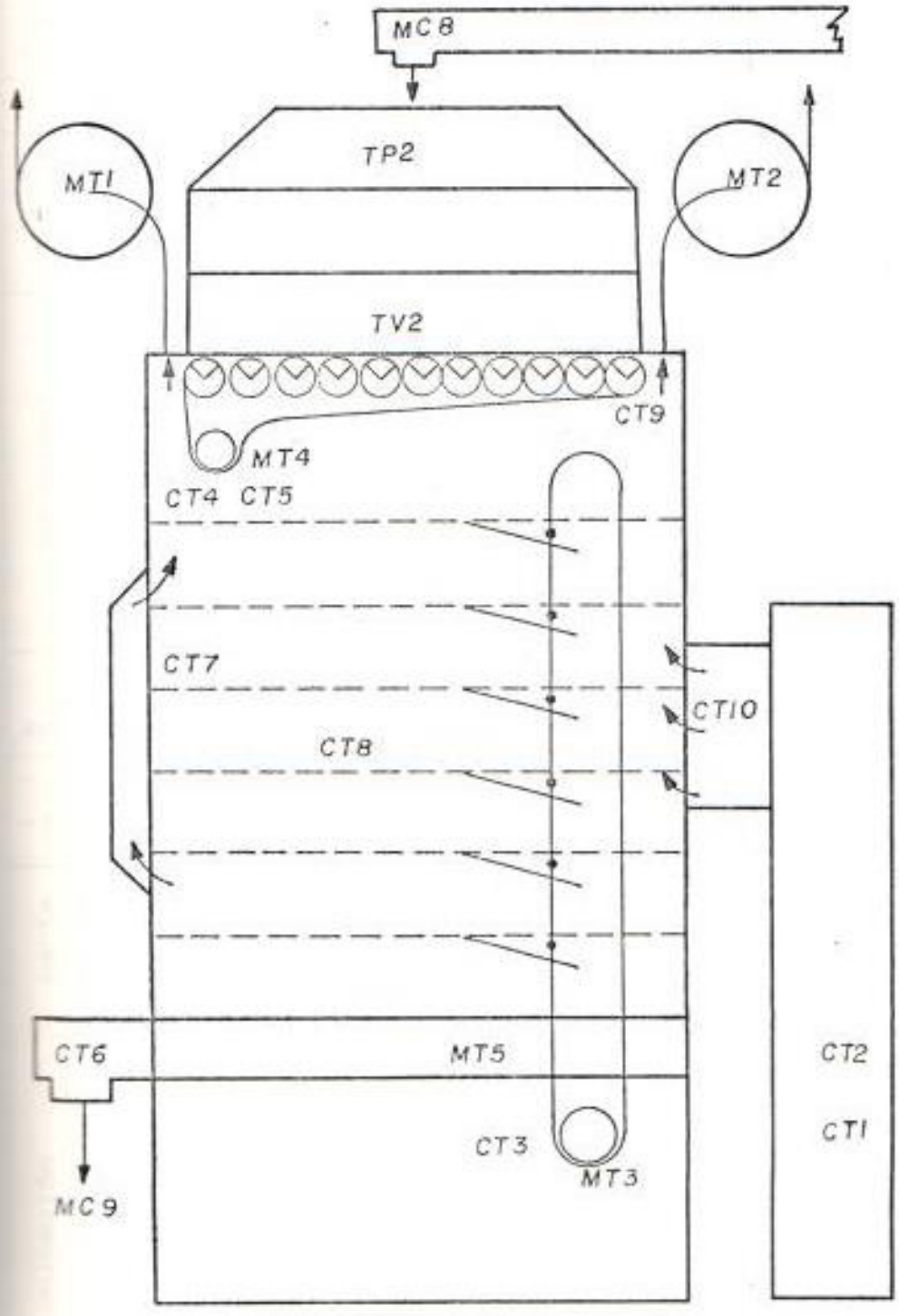


FIG. 22 TOSTADOR

6.- Máquina tostadora

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	fases	factor de potencia	% de utilización
				HP.	KW.	In. a 220				
ventilador circulación 1		Mt 1	11.0	15.00	11.76	36.40	220/380	3	.85	95
ventilador circulación 2		Mt 2	11.0	15.00	11.76	36.40	220/380	3	.85	95
impulsión de parrillas		Mt 3	0.6	0.35	0.36	1.40	220/380	3	.68	15
cilindros de alimentación		Mt 4	9.2	0.70	0.80	2.80	220/380	3	.75	15
sin fin descarga		Mt 5	0.8	0.70	0.80	2.80	220/380	3	.75	85

t.- Elementos de control en máquina tostadora

descripción del elemento	ubicación en la máquina	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en m.	tensión de servicio
válvula solenoide calentamiento		Ct 1	0.6	0.15	110
válvula modulación de vapor		Ct 2	0.7	0.12	110
fin carrera impulsión parrillas		Ct 3	0.5		
contador vueltas alimentación		Ct 4	9.0		
parada cilindros alimentación		Ct 5	9.0		
interruptor seguridad descarga		Ct 6	0.8		
termostato de seguridad		Ct 7	6.5		
sensor temperatura del grano		Ct 8	6.2	0.50	110
sensor temperat. aire de salida		Ct 9	10.1	0.50	110
sensor temperat. aire de entrada		Ct10	6.2	0.50	110

Función que desempeñan los elementos de control

Ct1 abre el paso de vapor al arrancar el tostador y lo cierra al existir cualquier anormalidad.

Ct2 regula el paso del vapor según la temperatura seleccionada comparada con la existente.

Ct3 detiene impulsión de parrillas al terminar ciclo de tostado.

Ct4-5 cuenta vueltas de cilindros de alimentación y detiene en la última vuelta programada.

Ct6 suena alarma y cierra Ct1 si se atasca descarga.

Ct7 suena alarma y cierra Ct1 si la temperatura en el tostador sobrepasa el límite permisible establecido.

Ct8 envía señal a Ct2 para modular entrada de vapor según temperatura de tostación establecida y grafica la temperatura del grano.

Ct9 grafica la temperatura del del aire de salida.

Ct10 arranca ventiladores de circulación de aire Mt1-2 cuando la temperatura del aire de entrada alcanza el nivel establecido y lo grafica.

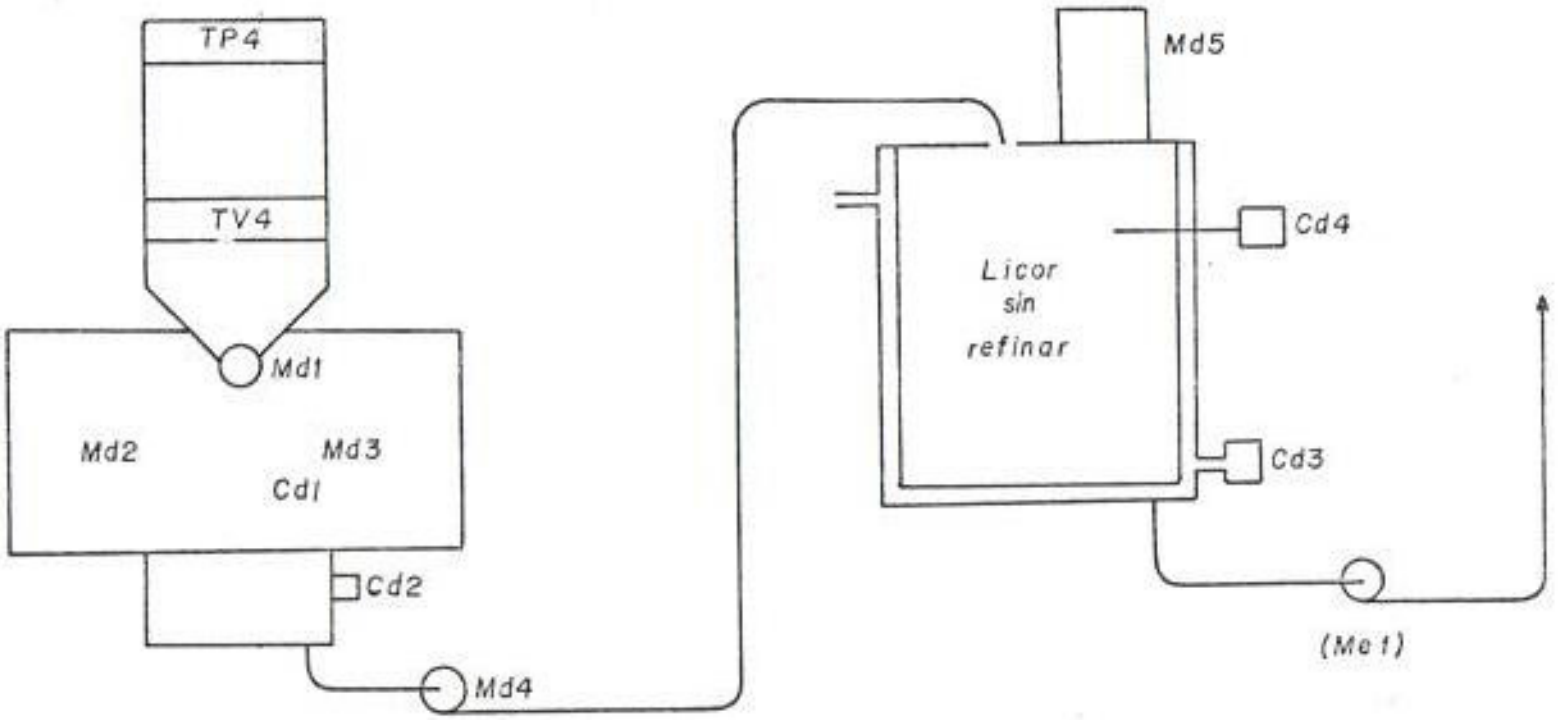


FIG.23- MOLINO Y ALMACENAMIENTO DE LICOR DE CACAO ANTES DE REFINARLO

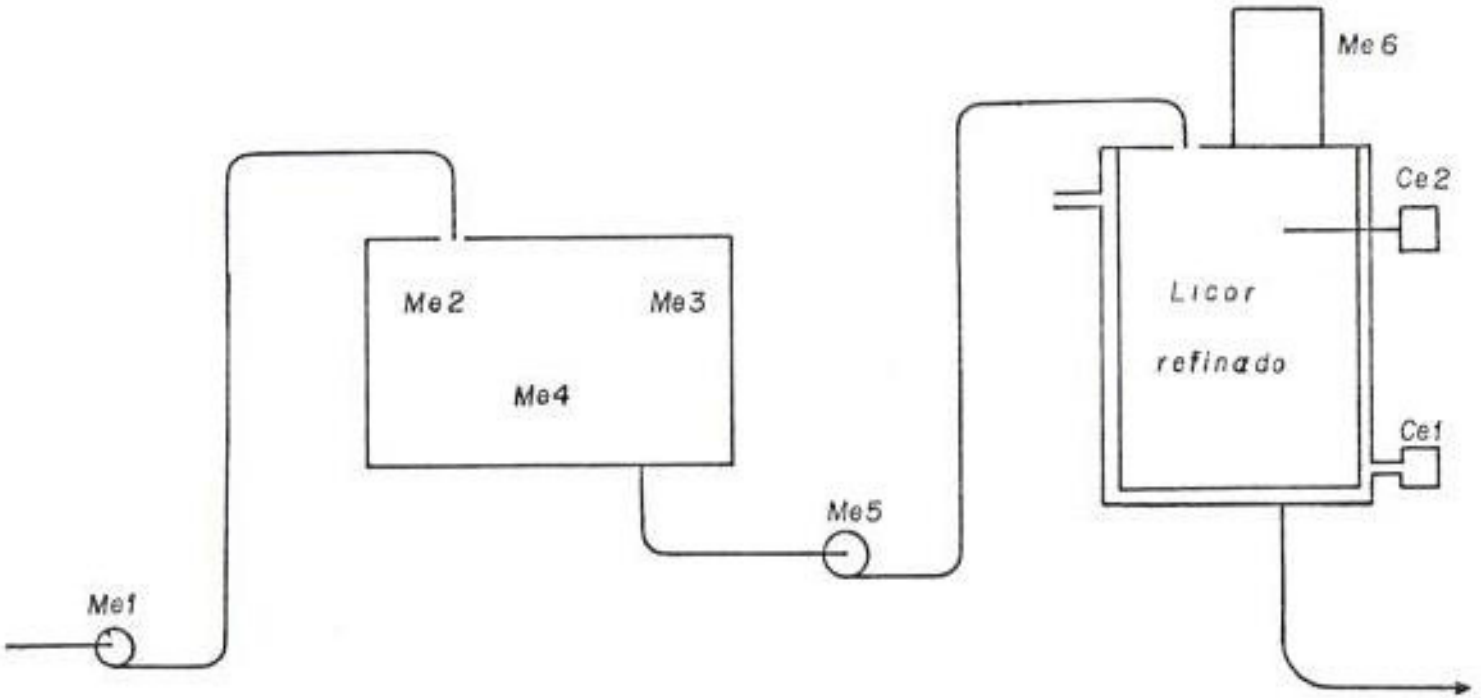


FIG. 24.- REFINADOR Y ALMACENAMIENTO DE LICOR REFINADO.

d.- molino y almacenamiento de licor de cacao para ser refinado

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica HP.	KW.	In. a 220	voltaje del motor	Fases	factor de potencia	% de utilización
dosificador	alimentación	Md 1	2.7	0.50	0.46	1.75	220[2v]	3	.85	90
disco posterior	molino	Md 2	2.1	50.00	40.37	125.0	220/380	3	.85	90
disco anterior	molino	Md 3	2.1	50.00	40.37	125.0	220/380	3	.85	90
bomba PCL molino a	tanque	Md 4	0.4	1.50	1.55	5.10	220/380	3	.80	80
agitador de tanque		Md 5	4.7	5.50	4.77	15.30	220/380	3	.83	85

e.- Refinador y almacenamiento de licor refinado

bomba aliment. refinador	Me 1	0.4	2.00	1.94	6.40	220/380	3	.80	80
motor 1 del refinador	Me 2	1.2	15.00	13.09	42.00	220/380	3	.82	80
motor 2 del refinador	Me 3	1.7	5.50	4.71	15.30	220/380	3	.81	80
motor 3 del refinador	Me 4	1.9	7.50	6.70	21.80	220/380	3	.82	80
bomba refinador a tanque	Me 5	0.4	2.00	1.90	6.40	220/380	3	.78	70
agitador de tanque	Me 6	4.70	5.50	4.77	15.30	220/380	3	.82	85

d.- Elementos de control en molino y tanque de almacenamiento de licor.

descripción del elemento	Función que desempeña	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
interruptor de seguridad, no permite arranque en maqina abierta		Cd 1	1.8		
interruptor de nivel, cambia a velocidad baja de Md1 cuando sube nivel de cacao en máquina		Cd 2	0.6	0.10	110
válvula solenoide, agua de calentamiento del tanque		Cd 3	0.2	0.25	110
termostato, opera Cd3 para 70°C		Cd 4	3.9		

e.- Elementos de control en refinador y tanque

válvula solenoide, agua caliente	Ce 1	0.2	0.25	110
termostato, opera Ce1 para 70°C	Ce 2	3.9		

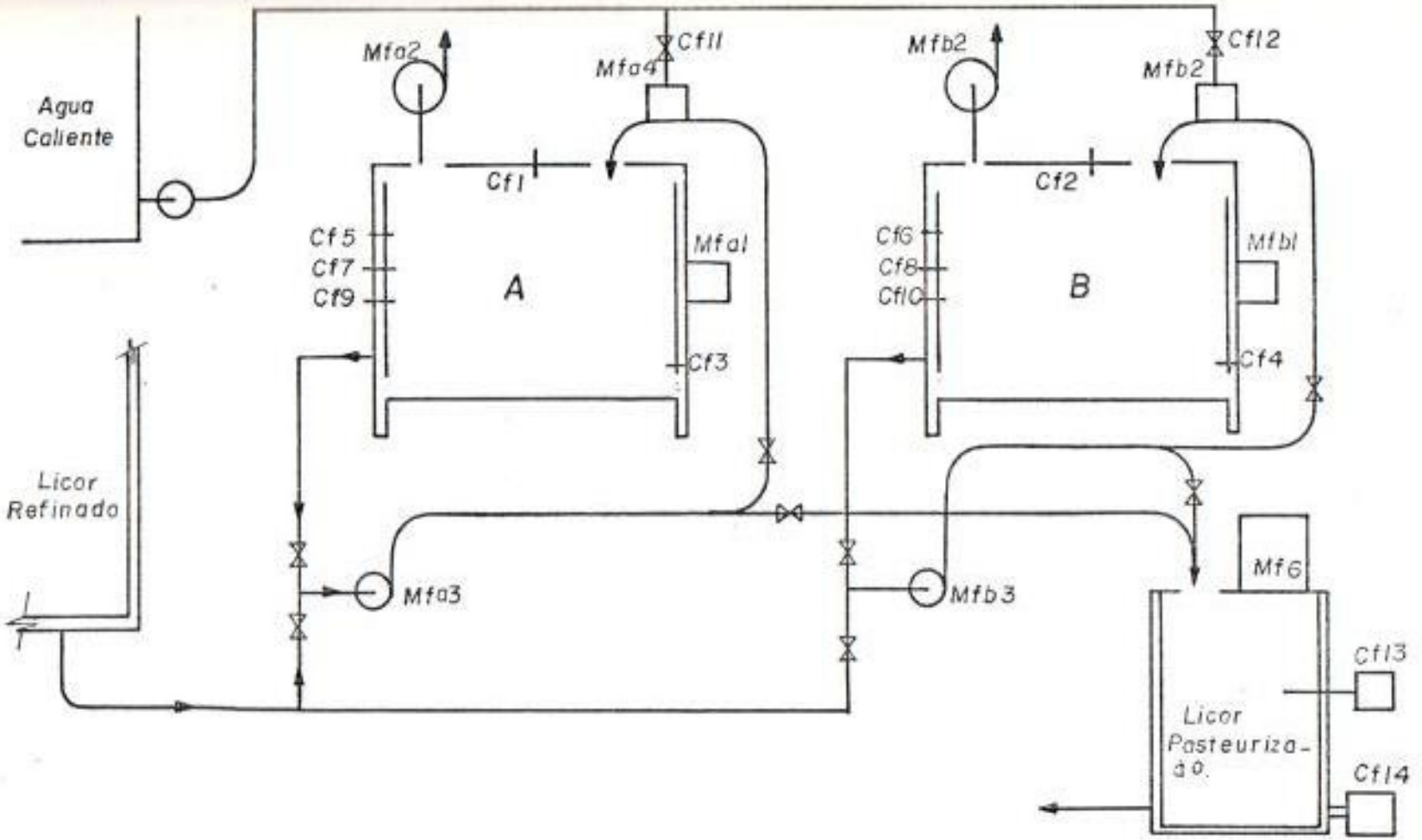


FIG. 25 EQUIPO DE PASTEURIZACION

F.- Equipos de pasteurización

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	Fases	Factor de potencia	% de utilización
				HP.	KW.	In. a 220				
agitador	tanque A	Mfa1	2.5	10.00	8.41	27.00	220/380	3	.82	85
agitador	tanque B	Mfb1	2.5	10.00	8.41	27.00	220/380	3	.82	85
extractor aire	tanque A	Mfa2	3.8	2.00	1.60	6.20	220/380	3	.68	70
extractor aire	tanque B	Mfb2	3.8	2.00	1.60	6.20	220/380	3	.68	70
bomba de licor	tanque A	Mfa3	0.3	5.50	4.62	16.00	220/380	3	.76	75
bomba de licor	tanque B	Mfb3	0.3	5.50	4.62	16.00	220/380	3	.76	75
dispersor	tanque A	Mfa4	3.2	4.00	3.46	12.00	220/380	3	.76	75
dispersor	tanque B	Mfb4	3.2	4.00	3,46	12.00	220/380	3	.76	75
bomba de agua caliente		Mf 5	0.5	0.50	0.53	2.20	220/380	3	.64	60
agit. tanq. licor pasteur.		Mf 6	4.7	5.50	4.77	15.30	220/380	3	.82	85

f.- Elementos de control en equipos de pasteurización.

descripción del elemento / función que desempeña	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
interruptores de nivel máximo,dan señal luminosa y paran bomba cuando tanques de pasteur. se llenan	CF 1	3.2	0.20	110
	CF 2	3.2	0.20	110
válvulas reguladoras para vapor,	CF 3	1.1	0.12	110
controladas por termostatos	CF 4	1.1	0.12	110
termostatos que controlan calentamiento de aceite, actúan sobre	CF 5	2.6		
	CF 6	2.6		
válvulas CF3 y CF4 respectivamen.				
termostato funcionamiento aceite,	CF 7	2.4		
actúa sobre CF3 y CF4 respectiv.	CF 8	2.4		
termostatos que controlan la temperatura en el producto, actúan	CF 9	2.2		
	CF10	2.2		
sobre CF3 y CF4 respectivamente				
microinterruptores, luz indicad.	CF11	0.5		
válvula agua caliente de proceso	CF12	0.5		
abierta permite arranque MF5				
termostato, controla tem. tanque	CF13	3.9		
válvula solenoide, controlada por termostato CF13	CF14	0.2	0.25	110

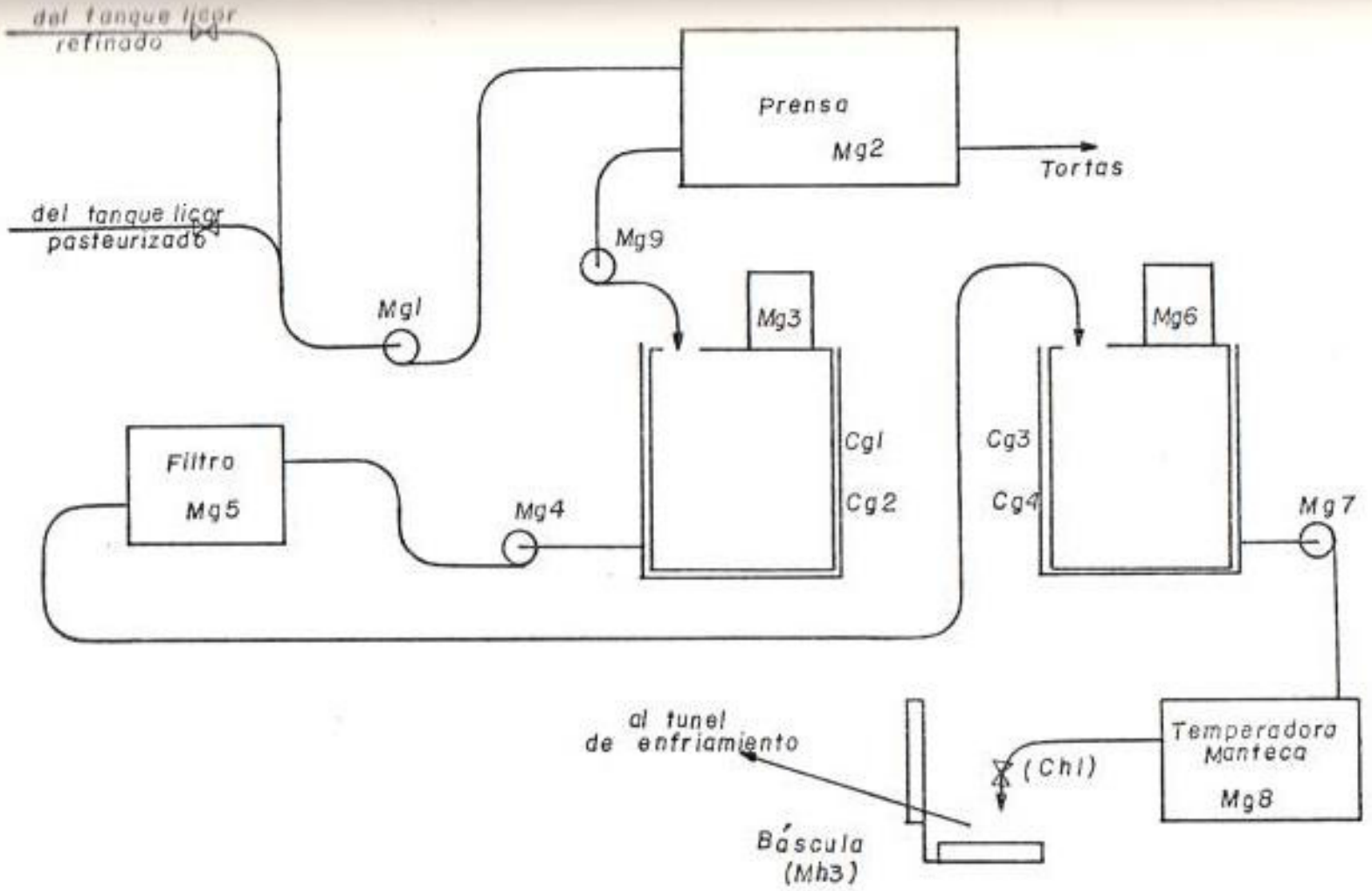


FIG. 26 PROCESO FINAL PARA PRODUCCION DE MANTECA DE CACAO

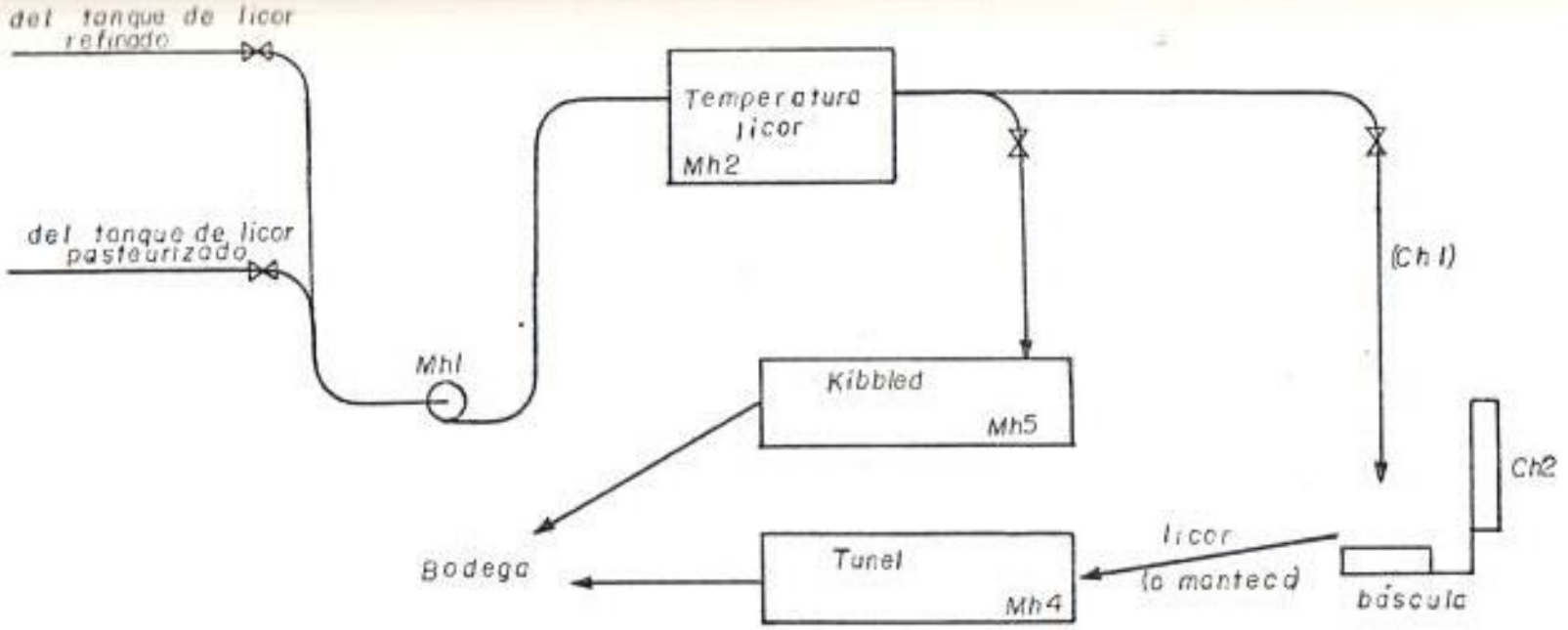


FIG. 27 PROCESO FINAL PARA PRODUCCION DE LICOR DE CACAO

g.- Producción final de manteca de cacao

ubicación del motor	parte en el proceso	identifi-cación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	Fases	Factor de potencia	% de uti-lización
				HP.	KW.	In. a 220				
bomba alimentación prensa		Mg 1	0.3	1.50	1.55	5.10	220/380	3	.80	40
prensa extracción manteca		Mg 2	1.4		23.00	71.00	220	3	.85	75
agitador tanque de manteca		Mg 3	4.7	5.50	4.77	15.30	220/380	3	.82	85
bomba alimentación filtro		Mg 4	0.3	1.50	1.55	5.10	220/380	3	.80	90
agitador manteca filtrada		Mg 6	4.7	5.50	4.77	15.30	220/380	3	.82	85
bomba aliment temperadora		Mg 7	0.2	1.50	1.55	5.10	220/380	3	.80	90
temperadora para manteca		Mg 8	1.1		11.00	37.00	220	3	.78	80
bomba de prensa a tanque		Mg 9	0.2	1.50	1.55	5.10	220/380	3	.80	30

h.- producción final de licor

bomba aliment temperadora	Mh 1	0.3	1.50	1.55	5.10	220/380	3	.80	90
temperadora de licor	Mh 2	1.0		16.00	50.00	220	3	.85	85
tunel de enfriamiento	Mh 3	1.2		6.50	22.00	220	3	.78	80
tunel para "Kibbled"	Mh 4	2.1		14.70	48.50	220	3	.80	70

g.- Elementos de control en equipos para producción final de manteca de cacao.

descripción del elemento	función que desempeña	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
termostatos, controlan temperatura de producto en tanques		Cg 1 Cg 3	3.9 3.9		
válvulas solenoide, controlan paso vapor a tanques, accionadas por termostatos Cg1 y Cg3		Cg 2 Cg 4	0.2 0.2	0.25 0.25	110 110

h.- Elementos de control en producción final de licor.

válvula para control de pesaje, accionada por báscula Ch2	Ch 1	2.1	0.85	110
báscula electrónica, comanda válvula dosificadora Ch1	Ch 2	1.7	3.50	110

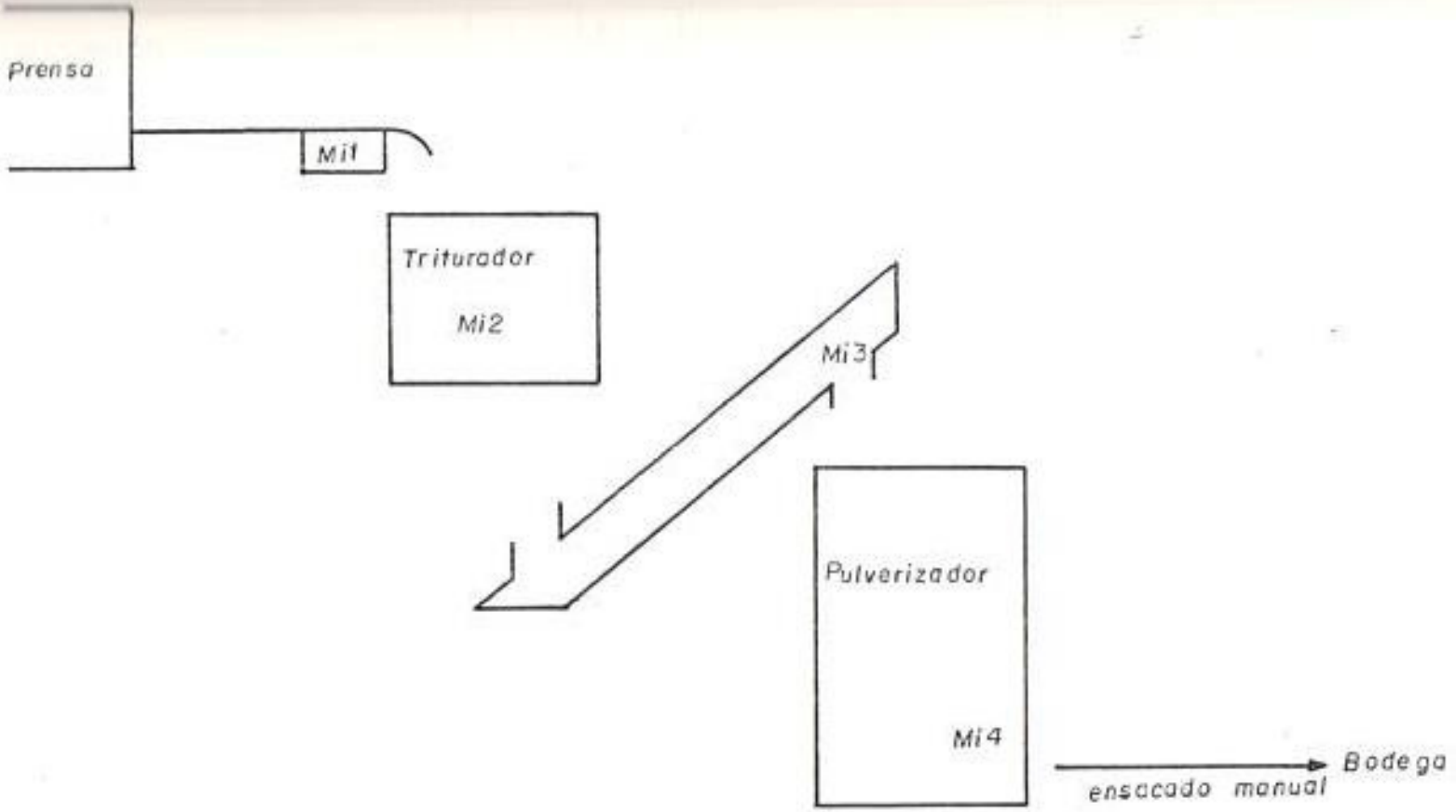


FIG. 28 PROCESO FINAL PARA POLVO DE CACAO

1.- Producción Final de polvo de cacao

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	Fases	Factor de potencia	% de utilización
				HP.	KW.	In. a 220				
transportador de tortas		Mi 1	0.7	3.00	2.74	9.00	220/380	3	.80	30
triturador de tortas		Mi 2	1.1	7.50	6.69	22.00	220/380	3	.80	75
elev. carga pulverizador		Mi 3	4.2	1.50	1.51	5.10	220/380	3	.79	80
pulverizador		Mi 4	3.8		47.00	154.0	220	3	.82	85

3.3.3. En el campo de lo hidráulico y sanitario en lo que a su relación con la parte eléctrica se refiere requerirán de ésta las características de la energía disponible para implementar sus equipos, datos que serán los mismos que los que se indicaron para baja tensión a ingeniería de proceso.

De igual forma que se hizo con el proceso, el diseñador eléctrico deberá recaudar información con los ingenieros hidráulicos y sanitarios, en cuanto a equipos a usarse y la forma más conveniente en su funcionamiento. Es conveniente que desde el punto de vista eléctrico se sugiera ciertas condiciones de seguridad en los equipos para suministro de agua y desalojo de residuos, más aún es mucho mejor informarse de como funcionará el sistema de distribución de agua potable por ejemplo y diseñar la parte eléctrica del sistema, con las correspondientes seguridades de funcionamiento.

De esta forma, las diferentes posibilidades de instalación pasan a ser una información que debe suministrarse al ingeniero sanitario.

Generalmente el suministro e instalación de los equipos hidráulicos en una industria la realiza el mismo departamento de mecánica, limitándose los instaladores hidráulicos a lo que se refiere a instalaciones de suministro de agua para consumo general e instalaciones sanitarias para oficinas y similares.

El plano correspondiente a equipos de esta sección se encuentra integrado al de equipos mecánicos en el plano M 1/n correspondiente a uno de los planos de su grupo.

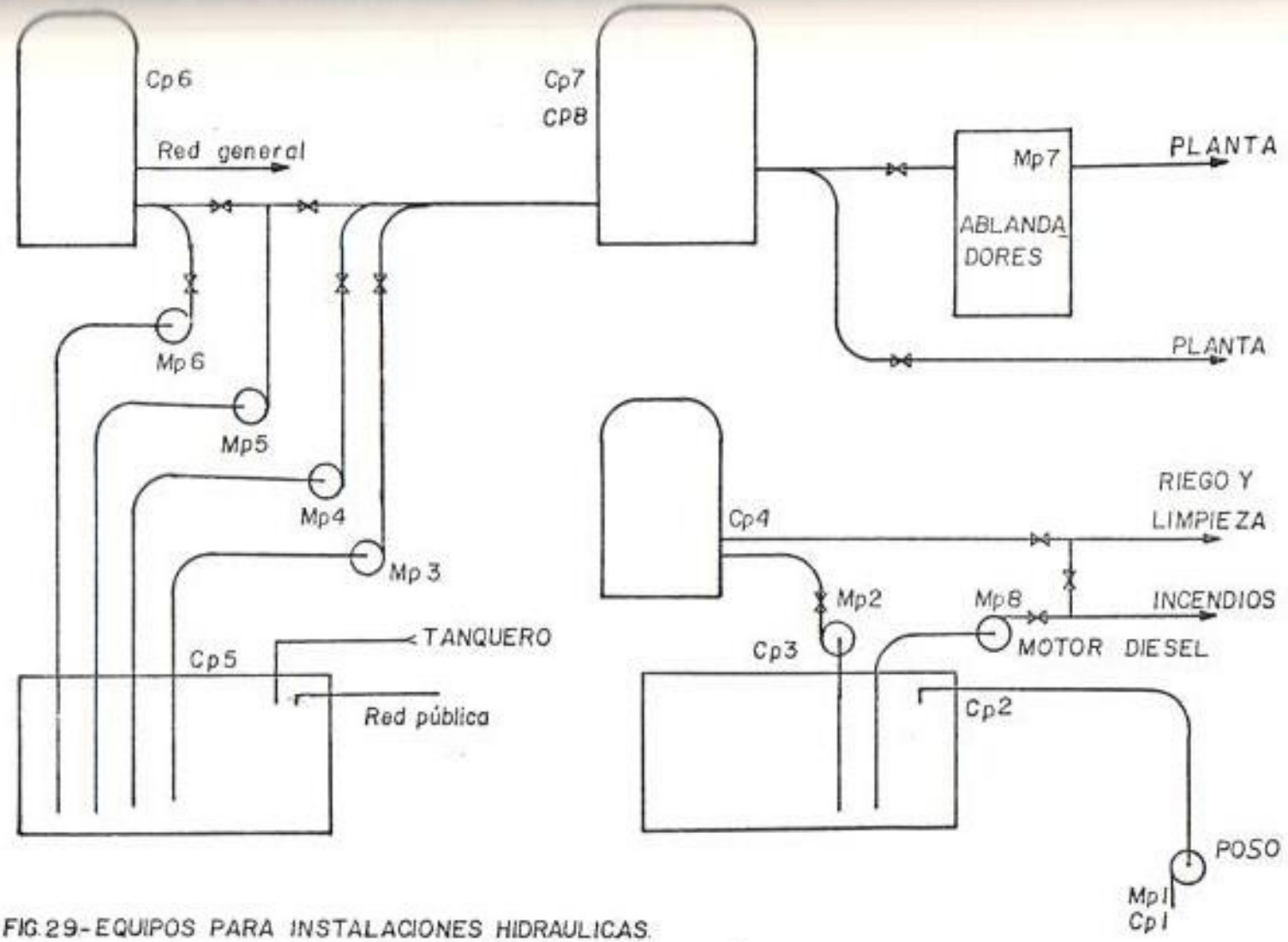


FIG. 29- EQUIPOS PARA INSTALACIONES HIDRAULICAS.

p.- Equipos para instalaciones hidráulicas

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	fases	factor de potencia	% de utilización
				HP.	KW.	In. a 220				
bomba de pozo		Mp 1	0.1	1.50	1.46	4.80	220	3	.80	75
bomba riego y limpieza		Mp 2	0.3	3.00	2.74	9.00	220/440	3	.80	60
bomba 1 para planta		Mp 3	0.3	5.00	4.56	15.00	220/440	3	.80	40
bomba 2 para planta		Mp 4	0.3	5.00	4.56	15.00	220/440	3	.80	40
bomba de reserva		Mp 5	0.3	5.00	4.56	15.00	220/440	3	.80	--
bomba servicio general		Mp 6	0.3	3.00	2.74	9.00	220/440	3	.80	65
ablandador de agua		Mp 7	1.8		0.10	0.80	127	1		50
cargador de bateria		Mp 8	1.2		0.13	1.00	127	1		80

p.- Elementos de control en los equipos para instalaciones hidráulicas.

descripción del elemento	función que desempeña	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
nivel bajo en pozo no arranca Mp1		Cp 1	0.2		
nivel alto en cisterna para Mp1		Cp 2	0.2		
nivel bajo en cist no arranca Mp2		Cp 3	0.2		
presostato 40-60 lb. controla Mp2		Cp 4	1.5		
niv bajo en cist no arr Mp3 a 6		Cp 5	0.2		
presostato 40-60 lb. controla Mp6		Cp 6	1.5		
presostato 40-60 lb. cont alterna damente bombas Mp3 y Mp4		Cp 7	1.5		
presostato 35-60 lb. arranca Mp3 o Mp4, la que se encuentre sin funcionar cuando sistema baja de 35 lb.		Cp 8	1.5		

3.3.4. Ingeniería mecánica, suministro de servicios

Corresponde a las instalaciones eléctricas necesarias en la producción de las condiciones de proceso para la máquina de planta, es probablemente la parte más compleja del sistema por la variedad de factores que intervienen.

Como anteriormente, es necesario informar a los encargados del diseño de estos equipos (ingenieros mecánicos) las características del servicio eléctrico que se proveerá en la planta, para luego recoger los datos de los resultados del diseño mecánico en las diferentes áreas, generación de vapor, producción de frío, aire, suministro de combustible, etc.

Es importante conocer algunos detalles de cada uno de estos sistemas como por ejemplo:

- Tipo de combustible, ya que en muchas ocasiones, en caso de éste ser residuo de petróleo, requiere precalentamiento eléctrico para su transporte por tuberías.
- Sistemas de tratamiento de agua para calderos, ya que casi siempre se requiere suministro dosificado de químicos cosa que es conveniente automatizarlo con el funcionamiento de

los calderos.

- Sistema de suministro de agua helada, con regulación de temperatura por mezclado, o producción de agua a la temperatura necesaria en el mismo enfriador, equipos en refuerzo y en reserva, etc.

En lo que tiene que ver con instalaciones mecánicas de lo indicado es fundamental proyectarlo en conjunto con la parte mecánica en cuanto a recorrido de líneas y tipo de soportes, ya que la instalación eléctrica formará parte de todo un conjunto de instalaciones que deben conservar una cierta armonía, siendo además importante planificar el recorrido asiganado a cada instalación y las distancias que deben guardar entre sí, tanto por mantenimiento como por seguridad.

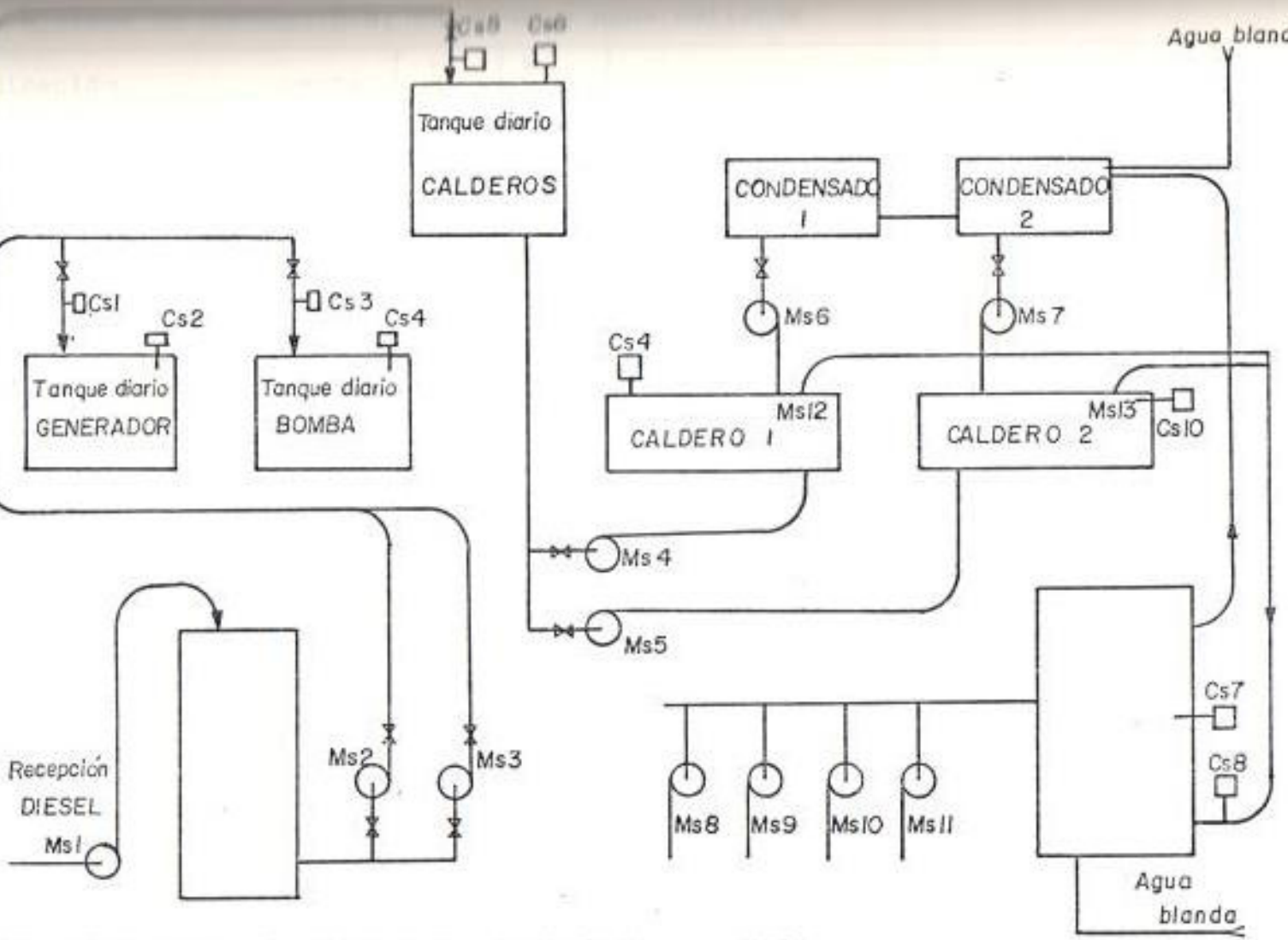


FIG30.- SISTEMA DE COMBUSTIBLES, CALDEROS Y AGUA CALIENTE.

8.- Sistema de combustible, calderos y agua caliente

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica HP.	KW.	In. a 220	voltaje del motor	Fases	factor de potencia	% de utilización
bomba recepción de diesel		Ms 1	0.6	5.00	4.56	15.00	220/440	3	.80	10
bomba 1 diesel a planta		Ms 2	0.3	2.00	1.84	6.20	220/440	3	.78	20
bomba 2 diesel a planta		Ms 3	0.3	2.00	1.84	6.20	220/440	3	.78	20
bomba diesel a caldero 1		Ms 4	0.4	0.30	0.27	1.20	220/440	3	.60	75
bomba diesel a caldero 2		Ms 5	0.4	0.30	0.27	1.20	220/480	3	.60	75
bomba condensado 1		Ms 6	0.30	5.00	4.56	15.00	220/440	3	.80	65
bomba condensado 2		Ms 7	0.30	5.00	4.56	15.00	220/480	3	.80	65
bomba agua caliente tuber.		Ms 8	0.4	1.00	1.06	4.00	220/380	3	.70	80
bomba agua caliente tanqu.		Ms 9	0.4	1.00	1.06	4.00	220/380	3	.70	80
bomba agua caliente maqui.		Ms10	0.4	1.00	1.06	4.00	220/380	3	.70	60
bomba agua caliente reser.		Ms11	0.4	1.00	1.06	4.00	220/380	3	.70	--
caldero 1		Ms12	1.7		13.60	45.00	220	3	.80	75
caldero 2		Ms13	1.7		13.60	45.00	220	3	.80	75

s.- Elementos de control en los sistemas de combustible, calderos y agua caliente.

descripción del elemento	función que desempeña	identifi-cación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
válvula llenado tanque generador		Cs 1	2.5	0.20	110
int. nivel arranca alternadamente		Cs 2	2.4		
Ms2 o Ms3 y abre válvula Cs1					
válv. llenado tanque bomba diesel		Cs 3	2.5	0.20	110
int. nivel arranca alternadamente		Cs 4	2.4		
Ms2 o Ms3 y abre válvula Sc3					
válv. llenado tanque calderos		Cs 5	2.8	0.20	110
int. nivel arranca alternadamente					
Ms2 o Ms3 y abre válvula Cs5		Cs 6	2.5		
termostato, controla válvula Cs8		Cs 7	1.1		
válv. vapor calentador de agua		Cs 8	0.7	0.20	110
int. nivel caldero 1, arr Ms6		Cs 9	2.4		
int. nivel caldero 2, arr Ms7		Cs10	2.4		

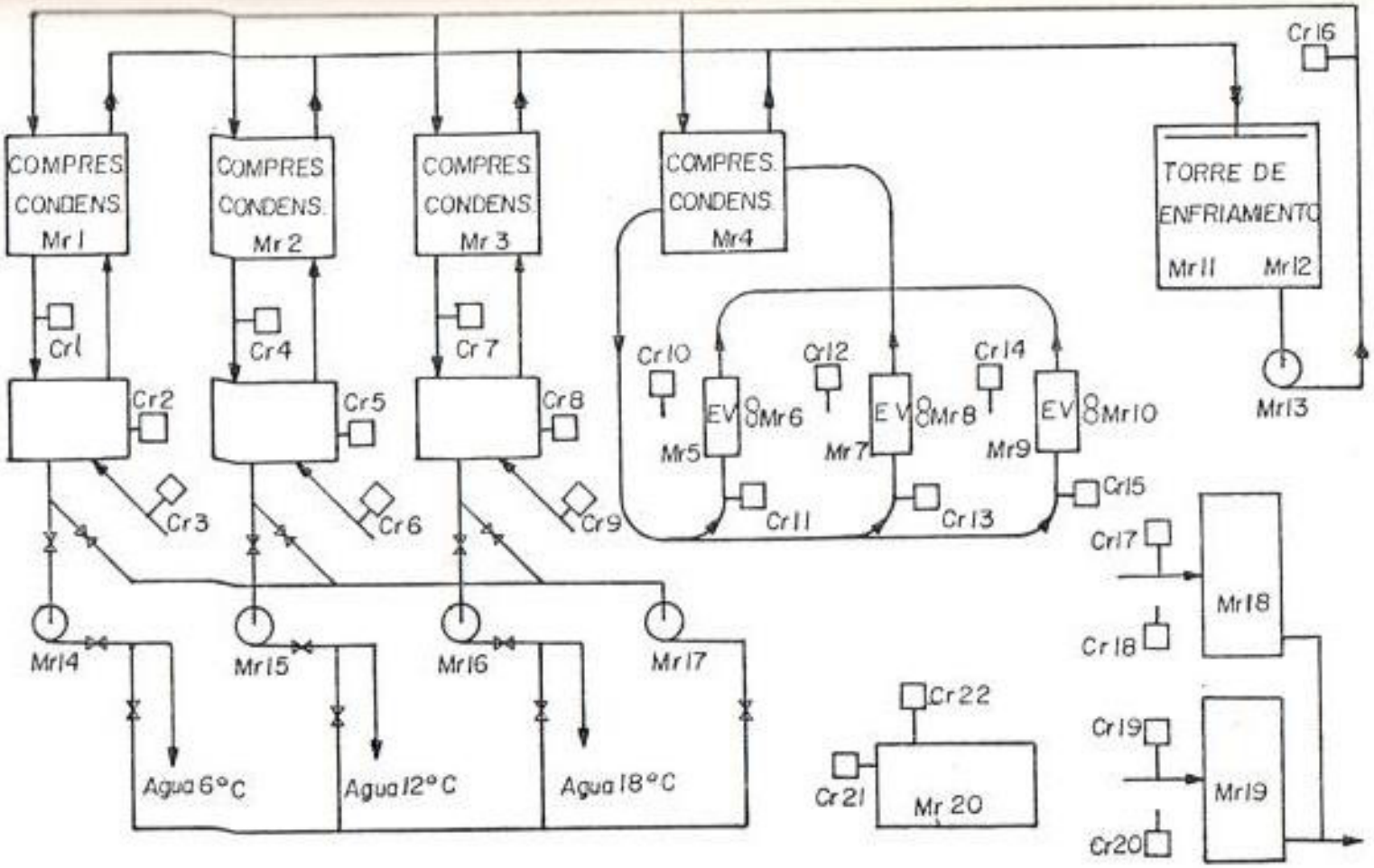


FIG.31.- SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO Y AIRE COMPRIMIDO

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica HP.	capacidad eléctrica KW.	capacidad eléctrica In. a 220	voltaje del motor	fases	factor de potencia	% de utilización
unidad condensadora 6°C		Mr 1	0.8		15.00	49.00	220	3	.80	70
unidad condensadora 12°C		Mr 2	0.8		15.00	49.00	220	3	.80	70
unidad condensadora 18°C		Mr 3	0.8		15.00	49.00	220	3	.80	70
unidad condensadora tunel		Mr 4	0.8		10.00	33.00	220	3	.80	85
resistencias descongelam 1		Mr 5	2.2		6.00	16.00	220	3	1	10
ventilador evaporador tun.		Mr 6	2.4	0.50	0.43	1.90	220/380	3	.60	80
resistencia descongelam. 2		Mr 7	2.2		6.00	16.00	220	3	1	10
ventilador evaporador tun.		Mr 8	2.4	0.50	0.43	1.90	220/380	3	.60	80
resistencia descongelam. 3		Mr 9	2.2		6.00	16.00	220	3	1	10
ventil. evaporador tunel		Mr10	2.4	0.50	0.43	1.90	220/380	3	.60	80
ventilador torre enfriam.		Mr11	2.7	5.00	4,27	15.00	220/380	3	.75	90
ventilador torre enfriam.		Mr12	2.7	5.00	4.27	15.00	220/380	3	.75	90
bomba agua condensación		Mr13	0.3	7.50	6.52	22.00	220/380	3	.75	90
bomba agua 6°C		Mr14	0.3	3.00	2,39	9.00	220/380	3	.70	80

F.- Sistemas de enfriamiento y aire comprimido

ubicación del motor	parte en el proceso	identificación	altura de montaje en m.	capacidad eléctrica			voltaje del motor	fases	factor de potencia	% de utilización
				HP.	KW.	In. a 220				
bomba agua 12°C		Mr15	0.3	3.00	2.39	9.00	220/380	3	.70	80
bomba agua 18°C		Mr16	0.3	3.00	2.39	9.00	220/380	3	.70	80
bomba agua helada reserva		Mr17	0.3	3.00	2.39	9.00	220/380	3	.70	--
acondicionador aire bodega		Mr18	1.7		20.00	66.00	220	3	.82	95
acondicionador aire bodega		Mr19	1.7		20.00	66.00	220	3	.82	95
compresor de aire		Mr20	0.9	7.50	6.69	22.00	220/380	3	.80	30

r.- elementos de control en sistemas de refrigeración y aire comprimido.

descripción del elemento	ubicación en la máquina	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
válv. sol. línea de líquido freón		Cr 1	0.7	0.20	220
termostato 6°C abre solen. Cr1		Cr 2	0.5		
flusostato, si no existe retor-		Cr 3	0.3		
no de agua de 6°C para el Mr1					
válv. sol. linea de líquido freón		Cr 4	0.7	0.20	220
termostato 12°C abre solen. Cr4		Cr 5	0.5		
flusostato, si no existe retor-		Cr 6	0.3		
no de agua 12°C para Mr2					
válv. sol. línea de líquido freón		Cr 7	0.7	0.20	220
termostato 18°C abre solen. Cr7		Cr 8	0.5		
flusostato, si no existe tetor-		Cr 9	0.3		
no de agua 18°C para Mr3					
termostato control sector 1 túnel		Cr10	1.7		
válv. sol.evaporador sector 1 tú-		Cr11	1.9	0.20	220
nel, controlada por Cr10					
termostato control sector 2 túnel		Cr12	1.7		
válv. sol.evaporador sector 2 tú-		Cr13	1.9	0.20	220
nel, controlada por Cr12					
termostato control sector 3 túnel		Cr14	1.7		

r.- elementos de control en sistemas de refrigeración y aire comprimido.

descripción del elemento	función que desempeña.	identificación	altura de montaje en m.	consumo eléctrico en A.	tensión de servicio
válv. sol.evaporador sector 3 túnel, controlada por Cr14		Cr15	1.9	0.20	220
flusostato, no permite arrancar equipos de refrig, sin agua de condensación		Cr16	5.5		
válv. sol. controla entrada de vapor en equipo Mr18 para control de humedad operado por Cr18		Cr17	1.9	0.20	220
control ambiental bodega 1		Cr18	1.8	0.12	220
válv. sol. controla entrada de vapor en equipo Mr19 para control de humedad operado por Cr20		Cr19	1.9	0.20	220
control ambiental bodega 2		Cr20	1.8	0.12	220
presostato de dos etapas, acciona válvula Cr22 que reduce capacidad de compresor o lo para		Cr21	0.5		
válvula sol. control capacidad		Cr22	0.5	0.20	110

3.4. EL PROYECTO

Cada especialidad de la ingeniería realiza su proyecto correspondiente en base a los datos recopilados y ordenados en el anteproyecto. En esta etapa del trabajo cada uno tiene ya la información referente a su materia, como también debe haber suministrado las suyas propias a las que están afectadas por éstas.

El proyecto eléctrico será motivo de un estudio detallado y referido a un ejemplo en el próximo capítulo, pero en términos generales, y para todas las especialidades el proyecto se desarrolla y se presenta en la siguiente forma:

3.4.1. Memorias técnicas

Contiene la descripción del proyecto y una explicación de su utilidad, presentación y discusión si fuese necesario de los criterios empleados, forma en que se realizaron los cálculos y referencia de tablas y manuales utlizados, resultados y tabulación obtenidos de los cálculos realizados, descripción de los planos que conforman el diseño con la recopilación de la información que contienen en forma ya ordenada y secuencial.

Para la memoria tecnica de la parte eléctrica se iniciará el capítulo por describir las características de la energía que se recibirá del suministro público, en base a esto se formularán los criterios empleados para su distribución en la planta.

Luego se inicia un estudio en sentido inverso a la forma como se encontrarán los diseños y los resultados mismos, ya que éstos se describirán desde la recepción de enrgía hacia los puntos de utilización y los cálculos se realizarán desde los puntos de utilización hacia los puntos de distribución y más atrás, hacia el punto de recepción de energía.

Por último, la descripción del proyecto, con la correspondiente descripción de planos, en forma secuencial desde la acometida para terminar con los últimos circuitos tanto de fuerza motriz como de iluminación y servicio general.

3.4.2. Planos, diagramas y esquemas

Indican la forma en que se ha de llevar a la práctica la ejecución del proyecto, contendrán la ubicación de los elementos diseñados, con

escalas, cotas y dimensionamientos, recorrido de instalaciones, detalles constructivos, simbologías, planillas, listados, etc.

Para el proyecto eléctrico los diseños constan de dos secciones, distribución de fuerza motriz para el funcionamiento de las máquinas, donde se incluye además servicios generales y de iluminación y circuitos de control y mando para que los sistemas de fuerza se comporten de una forma adecuada.

a.- En lo que respecta a fuerza motriz, para un proyecto industrial, en primer lugar se encuentra el diagrama unifilar que constituye la columna vertebral del diseño ya que éste recopila en muy poco espacio la información central de la planta, pudiéndose interpretar con una rápida inspección y formarse una idea muy clara de ciertos parámetros importantes tales como capacidad total o parcial, tipo de distribución, generación, transformación, tableros, voltajes utilizados, medición, etc.

Luego se consignarán los planos de ubicación de maquinarias, con sus cargas unitarias, lis-

tado de motores, características, puntos de donde se alimentan, detalles de conexión de cada uno, etc.

Un tercer plano importante es el que conforma la estructura física del sistema, consistente en indicar recorrido y características de las líneas principales, esto es, desde accmetida y medición, distribución principal, transformación y generación, distribución secundaria, alimentadoras de consumo, tableros y paneles. En este plano [o grupo de planos] debe constar la planilla de paneles y detalle de tableros. Aparte de esto último, corresponde en realidad el desarrollo en el área física de lo indicado en el diagrama unifilar indicadc anteriormente.

Por último, el grupo de planos correspondientes a detalles de construcción e instalación, están en estos incluídos los diseños de ilumination y servicios generales, simbologías, etc. Estos detalles son de especial importancia para lo que corresponde a instalaciones especiales tales tales como antidefragantes o antiexplosivos, a prueba de emanaciones corrosivas,

etc. Además se incluyen detalles de puesta de tierra, diseño de tableros, detalles de conexión o montaje de equipos especiales, etc.

b.- En lo que concierne a circuitos de control y mando tenemos tres grupos de diseños clasificados de acuerdo a la función que desempeñan:

b.1. Control de máquinas, esto es fundamentalmente arranque y parada de motores o mecanismos de enganche y desenganche, tal como embragues y frenos; se basa en ciertos diagramas típicos que se combinan entre sí y que a la vez son afectados en diferentes formas por elementos de control externos ubicados en la máquina o al alcance de un operador para cambiar el estado del motor o máquina, estos elementos son interruptores de aproximación o fin de carrera, temporizadores, botones de mando o señales enviadas por arranque o parada de otros motores, interruptores de nivel, etc.

b.2. Control del proceso que se desea realizar o control de las condiciones que producen la transformación del producto, ésto está constituído por válvulas, reguladores de presión,

flujo o temperatura, reguladores variadores de velocidad, etc. Normalmente el sistema está constituído por un elemento en la máquina que detecta la condición existente, envía una señal al centro de control que compara con la condición preestablecida o deseada y envía una nueva señal al elemento que mantiene o varía la condición del proceso.

b.3. Control de supervisión, que es que proporciona la información de como se ha realizado el proceso en un instante dado o en el transcurso de un tiempo. Fundamentalmente está constituído por sensores para el parámetro que se desea controlar y en el centro de msndo un registro que recibe esta señal, pudiendo ésto ser un medidor, una impresora, graficador, etc.

3.4.3. Materiales, volúmenes de obra, tiempos

En base a lo indicado en los planos y con las debidas explicaciones de la memoria técnica se incluye como parte del proyecto un listado de volumen de obra ya sea con cantidad de materiales unitarios a utilizarse o ya sea con cantidades de obra que implícitamente conlleva determinados materiales, tales como, indicar me-

tros cúbicos de hormigón armado, que está incluyendo implícitamente una cantidad de hierro, cemento, arena, piedra, etc; o metros cuadrados de paredes, con lo que se incluye ladrillos, mortero, enlucidos, empastado, pintura; o kilómetro de línea de 22.000 voltios en que se incluye postes, estructuras de paso, estructuras de retenida, conductores, etc.

Paralelamente al listado de volumen de obra, se indicarán los tiempos de ejecución de ésta, es importante indicarlo en función de mano de obra en función del tiempo, por ejemplo cantidad de hombre día, para así poder ajustar tiempos de ejecución según las necesidades variando la cantidad de personas que lo realizan.

Es conveniente para cada tipo de trabajo indicar el tipo de especialización que se requiere en la mano de obra y el grado de especialización en proporción a la cantidad de personas utilizdas.

3.4.4. Presupuestos

De lo anterior se deducen los precios tanto por materiales unitarios como por volumen de o

bra.

El sistema de contratación que se empleará marcará la pauta de cual de estos dos sistemas se emplearán para presupuestar, ya que para realizar un contrato por administración será necesario tener el precio unitario de los materiales, pero para hacerlo por precio fijo es suficiente los precios por volumen de trabajo. De igual forma, para presupuestar la mano de obra se lo puede realizar según el volumen de trabajo para el caso de precio fijo y por costos de hora hombre o día hombre por cada especialidad para el caso de trabajo por administración.

3.4.5. Especificaciones y ejecución

Normalmente los presupuestos presentados por el proyectista de una instalación son referencia que servirá para tener una base de comparación con las ofertas presentadas en un concurso de precios, por lo que parte integrante de las bases para solicitar estos precios por concurso son los volúmenes de obra, dejándose casi siempre para que la mano de obra sea calculada por el oferente en función de éste volumen de obra.

Así mismo, otro factor del que se requiere para llamar a un concurso de ofertas son las especificaciones. Estas constituyen el compendio de características físico-químicas, tamaños, normas, forma de fabricación y calidad de los materiales que se van a utilizar, formas de ejecución y acabado de las construcciones o instalaciones, normas o códigos que se observarán en la ejecución de la obra o en la preparación de los materiales.

En cuanto a la programación de la ejecución, lo más importante son los cronogramas de avance de obra, los requerimientos de personal de acuerdo a la programación de ejecución y de la información de hombres día estimado por volúmenes de obra y por último los flujos de caja de acuerdo a la programación de avance en función con los precios de materiales o costos por volumen de obra.

De estos tres factores: materiales- mano de obra- Flujo de caja, que se deducen de todo lo anterior, y de su conveniente coordinación y exactitud, depende el éxito de la ejecución de un proyecto.

En esta etapa del proyecto vuelve a hacerse indispensable la consulta y coordinación entre las diferentes especialidades para que los diferentes cronogramas de ejecución coincidan, se reparta la capacidad económica de acuerdo a las prioridades y se disponga de todo el personal necesario en el momento apropiado.

IV PROYECTO DEL SISTEMA ELECTRICO

El proyecto eléctrico está constituído por dos secciones fundamentales: el diseño propiamente dicho, compuesto de memoria descriptiva y planos, que recopila toda la información técnica de lo que será la instalación y; especificaciones técnicas, tanto de materiales como características de instalación y presupuestos para la ejecución.

La primera parte de este proyecto, para este caso particular lo vamos a considerar dividido en dos partes: los diseños de fuerza eléctrica, que tiene que ver con la provisión de energía para el funcionamiento de equipos e ilumineación; los diseños de control que tiene que ver con la forma de realizar las conecciones de elementos especiales tanto para el funcionamiento de motores como para controlar el proceso y supervisarlo.

4.1. DISEÑOS DE FUERZA

Partiendo de la información recopilada en el anteproyecto se llega mediante un adecuado procesamiento al diseño mismo tal como se lo presenta al empresario y que se va a utilizar para realizar las instalaciones correspondientes. Este diseño ya en resultados los hemos incluído como un apéndice a este trabajo, ya que

la obtención de éste se realiza se manera inversa a como se encuentra presentado.

4.1.1. Estudio de carga por centros de consumo

El primer paso en la realización de los cálculos corresponde a elaborar los estudios de carga por cada sector definido ya en la configuración de la planta, a partir de los datos de cada elemento como carga unitaria.

Para la planta de cacao, cuyo diseño presentamos como ejemplo, está dividida en dieciséis zonas que corresponden a dieciséis centros de carga, en los que se incluyen como zonas y centros de carga: talleres; oficinas; iluminación general y tomacorrientes de servicio común.

Los planos correspondientes están incluídos también en el apéndice formando parte del diseño completo.

El estudio de carga de cada zona obtenida a partir de la información recopilada en el anteproyecto, se presenta a continuación en forma de una cartilla por cada zona:

Zona 1: grupo a.- recepción, beneficio y almacenamiento de materia prima.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diametro del ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Ma 1	3.20	70	2.24	14	1/2	15	-1.0	directo	
Ma 2	5.10	70	3.57	14	1/2	15	6.0	directo	
Ma 3	14.60	80	11.68	12	1/2	20	7.5	directo	
Ma 4	9.00	80	7.20	14	1/2	15	4.6	directo	
Ma 5	6.40	70	4.48	14	1/2	15	14.0	directo	
Ma 6	3.50	70	2.45	14	1/2	15	1.7	directo	
Ma 7	6.40	60	3.84	14	1/2	15	8.0	directo	
Ma 8	40.00	60	24.00	6	1	50	7.8	Y-D	
Ma 9	2.20	60	1.32	14	1/2	15	1.4	directo	
Ma10	9.00	80	7.20	14	1/2	15	16.0	directo	
Ma11	1.00	15	0.15	14	1/2	15	15.4	directo	
Ma12	21.80	80	17.44	10	3/4	30	4.3	directo	
Ma13	21.80	80	17.44	10	3/4	30	4.3	directo	
Ma14	21.80	80	17.44	10	3/4	30	4.3	directo	
Ma15	21.80	80	17.44	10	3/4	30	4.3	directo	
Ma16	3.50	20	0.70	14	1/2	15	2.1	directo	
Ma17	3.50	20	0.70	14	1/2	15	2.1	directo	
Ma18	3.50	20	0.70	14	1/2	15	2.1	directo	
Ma19	3.50	20	0.70	14	1/2	15	2.1	directo	

Zona 1: grupo a.- recepción, beneficio y almacenamiento de materia prima.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro del ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Ma20	9.00	80	7.20	14	1/2	15	1.8	directo	

Carga nominal instalada: $\frac{210.6 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 80.03$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 220.6 A

Calibre de la alimentadora: 250 MCM TW Cu

Demanda promedio: $\frac{147.89 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 56.20$ KVA

Potencia de la zona: a f.p. 0.82 = 65.36 KW instalado.

Zona 2: grupo b.- carga de grano a línea de proceso.

identificación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro del ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observaciones
Mb 1	9.00	90	8.10	14	1/2	15	16.2	directo	
Mb 2	3.50	90	3.15	14	1/2	15	15.1	directo	

Carga nominal instalada: $\frac{12.5 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 4.75$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 14.75 A

Calibre de la alimentadora: 14 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{11.25 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 4.27$ KVA

Potencia de la zona: a f.p. 0.80 = 3.80 KW instalado.

Zona 3: grupo c.- líneas de proceso de elaboración.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque observa-ciones
Mc 1	3.50	70	2.45	14	1/2	15	5.5	directo
Mc 2	3.50	80	2.80	14	1/2	15	3.9	directo
Mc 3	9.00	90	8.10	14	1/2	15	7.2	directo
Mc 4	2.20	80	1.76	14	1/2	15	1.8	directo
Mc 5	2.80	80	2.24	14	1/2	15	2.4	directo
Mc 6	9.00	90	8.10	14	1/2	15	7.2	directo
Mc 7	3.5	70	2.45	14	1/2	15	12.0	directo
Mc 8	5.10	70	3.57	14	1/2	15	11.6	directo
Mc 9	2.20	80	1.76	14	1/2	15	0.5	directo
Mc10	6.40	90	5.76	14	1/2	15	0.4	directo
Mc11	9.00	90	8.10	14	1/2	15	1.8	directo
Mc12	3.50	80	2.80	14	1/2	15	2.0	directo
Mc13	16.00	90	14.40	12	1/2	20	2.3	directo
Mc14	2.18	70	1.53	14	1/2	15	0.8	directo
Mc15	13.20	90	11.88	12	1/2	20	17.2	directo
Mc16	2.18	80	1.74	14	1/2	15	16.1	directo
Mc17	3.20	70	2.24	14	1/2	15	15.7	directo
Mc18	2.20	80	1.76	14	1/2	15	0.8	directo
Mc19	2.18	80	1.74	14	1/2	15	0.5	directo
Mc20	6.40	90	5.76	14	1/2	15	0.4	directo

Zona 3: grupo c.- línea de proceso de elaboración.

Carga nominal instalada: $\frac{107.24 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 40.75 \text{ KVA}$

Capacidad de la alimentadora: 111.24 A

Calibre de la alimentadora: 1/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{90.94 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 34.56 \text{ KVA}$

Potencia de la zona: a F.p. 0.79 = 32.35 KW instalado.

Zona 4: grupo t.- tostación.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Mt 1	36.40	95	34.58	6	1	50	11.0	Y-D	
Mt 2	36.40	95	34.58	6	1	50	11.0	Y-D	
Mt 3	1.40	15	0.21	14	1/2	15	0.6	directo	
Mt 4	2.80	15	0.42	14	1/2	15	9.2	directo	
Mt 5	2.80	85	2.38	14	1/2	15	0.8	directo	

Carga nominal instalada: $\frac{79.8 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 30.32$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 88.9 A

Calibre de la alimentadora: 2 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{72.17 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 27.42$ KVA

Potencia de la zona: a f.p. 0.84 = 25.48 KW instalado.

Zona 5: grupo d.- Molino y almacenamiento de licor de cacao antes de refinar.

identificación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diametro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observaciones
Md 1	1.75	60	1.05	14	1/2	15	2.7	directo	
Md 2	125.0	90	112.5	2/0	2	150	2.1	Y-D	
Md 3	125.0	90	112.5	2/0	2	150	2.1	Y-D	
Md 4	5.10	80	4.08	14	1/2	15	0.4	directo	
Md 5	15.30	85	13.00	12	1/2	20	4.7	directo	

Carga nominal instalada: $\frac{272.15 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 103.4$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 303.4 A

Calibre de la alimentadora: 500 MCM o 2x3/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{243.13 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 92.39$ KVA

Potencia de la zona: a F.p. 0.85 = 85.52 KW instalado.

Zona 6: grupo e.- Refinación y almacenamiento de licor de cacao refinado.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	Demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Me 1	6.40	80	5.12	14	1/2	15	0.4	directo	
Me 2	42.00	80	33.60	6	1	50	1.2	Y-D	
Me 3	15.30	80	12.24	12	1/2	20	1.7	directo	
Me 4	21.80	80	17.44	10	3/4	30	1.9	directo	
Me 5	6.40	70	4.48	14	1/2	15	0.4	directo	
Me 6	15.30	85	13.00	12	1/2	20	4.7	directo	

Carga nominal instalada: $\frac{107.2 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 40.74$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 117.7 A

Calibre de la alimentadora: 1/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{85.88 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 32.63$ KVA

Potencia de la zona: a f.p. 0.81 = 33.2 KW instalado.

Zona 7: grupo f.- Pasteurización.

identificación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en M.	tipo de arranque	observaciones
Mfa1	27.00	85	22.95	8	3/4	40	2.5	directo	
Mfb1	27.00	85	22.95	8	3/4	40	2.5	directo	
Mfa2	6.20	70	4.34	14	1/2	15	3.8	directo	
Mfb2	6.20	70	4.34	14	1/2	15	3.8	directo	
Mfa3	16.00	75	12.00	12	1/2	20	0.3	directo	
Mfb3	16.00	75	12.00	12	1/2	20	0.3	directo	
Mfa4	12.00	75	9.00	12	1/2	20	3.2	directo	
Mfb4	12.00	75	9.00	12	1/2	20	3.2	directo	
Mf 5	2.20	60	1.32	14	1/2	15	0.5	directo	
Mf 6	15.30	85	13.00	12	1/2	20	4.7	directo	

Carga nominal instalada: $\frac{139.9 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 53.16 \text{ KVA}$

Capacidad de la alimentadora: 146.65 A

Calibre de la alimentadora: 2/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{110.9 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 42.14 \text{ KVA}$

Potencia de la zona: a f.p. 0.78 = 41.48 KW

Zona 8: grupo g.- Producción final de manteca de cacao.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Mg 1	5.10	40	2.04	14	1/2	15	0.3	directo	
Mg 2	71.00	75	53.25	2	1 1/4	100	1.4	alimentac.	
Mg 3	15.30	85	13.00	12	1/2	20	4.7	directo	
Mg 4	5.10	90	4.59	14	1/2	15	0.3	directo	
Mg 6	15.30	85	13.00	12	1/2	20	4.7	directo	
Mg 7	5.10	90	4.59	14	1/2	15	0.2	directo	
Mg 8	37.00	80	29.60	6	1	50	1.1	alimentac.	
Mg 9	5.10	15	0.76	14	1/2	15	0.2	directo	

Carga nominal instalada: $\frac{159.0 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 60.42$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 176.75 A

Calibre de la alimentadora: 4/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{120.83 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 45.91$ KVA

Potencia de la zona: a F.p. 0.82 = 49.74 KW instalado.

Zona 9: grupo h.- Producción final de licor de cacao.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Mh 1	5.10	90	4.59	14	1/2	15	0.3	directo	
Mh 2	50.00	85	42.50	4	1 1/4	70	1.1	alimentac.	
Mh 4	22.00	80	17.60	10	3/4	30	1.2	alimentac.	
Mh 5	48.50	70	33.95	4	1 1/4	70	2.2	alimentac.	

Carga nominal instalada: $\frac{125.6 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 47.73$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 138.1 A

Calibre de la alimentadora: 2/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{98.64 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 37.48$ KVA

Potencia de la zona: a F.p. 0.81 = 38.75 KW instalado.

Zona 10: grupo i.- Producción final de polvo de cacao.

identificación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observaciones
Mi 1	9.00	30	2.70	14	1/2	15	0.7	directo	
Mi 2	22.00	75	16.50	10	3/4	30	1.1	directo	
Mi 3	5.10	80	4.08	14	1/2	15	4.2	directo	
Mi 4	154.0	85	130.9	4/0	2 1/2	200	3.8	alimentac.	

Carga nominal instalada: $\frac{190.1 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 72.24$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 228.6 A

Calibre de la alimentadora; 300 MCM TW Cu

Demanda promedio: $\frac{154.18 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 58.59$ KVA

Potencia de la zona: a F.p. 0.80 = 57.94 KW instalado.

Zona 11: grupo p.- Equipos auxiliares para instalaciones hidráulicas.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Mp 1	4.80	75	3.60	14	1/2	15	0.1	directo	
Mp 2	9.00	60	5.40	14	1/2	15	0.3	directo	
Mp 3	15.00	40	6.30	12	1/2	20	0.3	directo	
Mp 4	15.00	40	6.30	12	1/2	20	0.3	directo	
Mp 5	15.00	--	0.00	12	1/2	20	0.3	directo	
Mp 6	9.00	65	5.85	14	1/2	15	0.3	directo	
Mp 7	0.80		0.80	14	1/2	15	1.8	1 polo	
Mp 8	1.00	80	0.80	14	1/2	15	1.2	1 polo	

Carga nominal instalada: $\frac{69.6 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 26.45$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 73.35 A

Calibre de la alimentadora: 2 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{27.65 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 10.51$ KVA

Potencia de la zona: a f.p. 0.79 = 20.85 KW instalado.

Zona 12: grupo s.- Equipos auxiliares de vapor y calor.

identificación	intensidad nominal A.	% utilizac,	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observaciones
Ms 1	15.00	10	1.50	12	1/2	20	0.6	directo	
Ms 2	6.20	20	1.24	14	1/2	15	0.3	directo	
Ms 3	6.20	20	1.24	14	1/2	15	0.3	directo	
Ms 4	1.20	75	0.90	14	1/2	15	0.4	directo	
Ms 5	1.20	75	0.90	14	1/2	15	0.4	directo	
Ms 6	15.00	65	9.75	12	1/2	20	0.3	directo	
Ms 7	15.00	65	9.75	12	1/2	20	0.3	directo	
Ms 8	4.00	80	3.20	14	1/2	15	0.4	directo	
Ms 9	4.00	80	3.20	14	1/2	15	0.4	directo	
Ms10	4.00	60	2.40	14	1/2	15	0.4	directo	
Ms11	4.00	--	0.00	14	1/2	15	0.4	directo	
Ms12	45.00	75	33.75	6	1	50	1.7	alimentac.	
Ms13	45.00	75	33.75	6	1	50	1.7	alimentac.	

Carga nominal instalada: $\frac{165.8 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 63.00$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 177.05 A

Calibre de la alimentadora: 3/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{101.58 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 38.60$ KVA

Potencia de la zona: a f.p. 0.78 = 49.34 KW instalado.

Zona 13: grupo r.- Equipos auxiliares para generación de Frío.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Mr 1	49.00	70	34.30	4	1 1/4	70	0.8	alimentac.	
Mr 2	49.00	70	34.30	4	1 1/4	70	0.8	alimentac.	
Mr 3	49.00	70	34.30	4	1 1/4	70	0.8	alimentac.	
Mr 4	33.00	85	28.05	8	3/4	40	0.8	alimentac.	
Mr 5	16.00	10	1.60	12	1/2	20	2.2	resistenc.	
Mr 6	1.90	80	1.52	14	1/2	15	2.4	directo	
Mr 7	16.00	10	1.60	12	1/2	20	2.2	resistenc.	
Mr 8	1.90	80	1.52	14	1/2	15	2.4	directo	
Mr 9	16.00	10	1.60	12	1/2	20	2.2	resistenc.	
Mr10	1.90	80	1.52	14	1/2	15	2.4	directo	
Mr11	15.00	90	13.50	12	1/2	20	2.7	directo	
Mr12	15.00	90	13.50	12	1/2	20	2.7	directo	
Mr13	22.00	80	17.60	10	3/4	30	0.3	directo	
Mr14	9.00	80	7.20	14	1/2	15	0.3	directo	
Mr15	9.00	80	7.20	14	1/2	15	0.3	directo	
Mr16	9.00	80	7.20	14	1/2	15	0.3	directo	
Mr17	9.00	--	0.00	14	1/2	15	0.3	directo	
Mr18	66.00	95	62.70	2	1 1/2	100	1.7	alimentac.	
Mr19	66.00	95	62.70	2	1 1/2	100	1.7	alimentac.	

Zona 13: grupo r.- Equipos auxiliares para generación de frío.

identifi-cación	intensidad nominal A.	% utilizac.	demanda en A.	conductor en AWG	diámetro de ducto en pulg.	capacidad de circuit.	altura de montaje en m.	tipo de arranque	observa-ciones
Mr20	22.00	30	6.60	10	3/4	30	0.9	directo	

Carga nominal instalada: $\frac{475.7 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 180.8$ KVA

Capacidad de la alimentadora: 492.20 A

Calibre de la alimentadora: 2 x 300 MCM TW Cu

Demanda promedio; $\frac{338.51 \text{ A} \times 220 \times 1.732}{1.000} = 128.63$ KVA

Potencia de la zona: a F.p. 0.80 = 145.60 KW instalado.

De observar resultados y planos concernientes a ésta zona, se deduce que es necesario realizar una modificación en la misma, consistente en separar en una nueva zona los dos equipos acondicionadores de aire de bodegas de producto terminado Mr18 y Mr19, para asi formar la zona 17 y quedando la zona 13 reducida en su carga, con una alimentadora mas conveniente, para que la zona 17 tenga su alimentadora propia desde el tablero principal, ya que se encuentra muy alejada de la zona 13.

Los resultados definitivos para la zona 13 serán por lo tanto:

Carga nominal instalada: $\frac{343.7\ A \times 220 \times 1.732}{1.000} = 130.6\ KVA$

Capacidad de la alimentadora: 355.95 A

Calibre de la alimentadora: 2 x 4/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{213.11\ A \times 220 \times 1.732}{1.000} = 80.98\ KVA$

potencia de la zona: a f.p. 0.80 = 104.48 KW instalado.

Los resultados para lo zona 17 son:

Carga nominal instalada: $\frac{132.0\ A \times 220 \times 1.732}{1.000} = 50.16\ KVA$

Capacidad de la alimentadora: 148.5 A

Calibre de la alimentadora: 2/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: $\frac{125.4\ A \times 220 \times 1.732}{1.000} = 47.65\ KVA$

Potencia de la zona: a f.p. 0.80 = 40.13 KW instalado.

Zona 14: Talleres.

Carga nominal instalada: 68 KVA

Capacidad de la alimentadora: 195 A

Calibre de la alimentadora: 4/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: 40 KVA [105 A]

Potencia de la zona: a f.p. 0.65 = 44 KW instalado.

Zona 15: Oficinas.

Carga nominal instalada: 55 KVA

Capacidad de la alimentadora: 145 A

Calibre de la alimentadora: 2/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: 24 KVA [64 A]

Potencia de la zona: a f.p. 0.72 = 40 KW instalado.

Zona 16: Iluminación general y tomacorrientes de servicio.

Iluminación exterior.- 9 x 175 + 7 x 250 = 3.325 W = 4.16 KVA

Iluminación interior.- 9 x 40 + 25 x 80 +

+ 15 x 160 + 29 x 250 = 12090 W =15.11 KVA

Tomacorrientes de servicio 45.60 KVA

Carga total instalada: 4.16 + 15.11 + 45.60 = 64.87 KVA

Capacidad de la alimentadora: 170 A

Calibre de la alimentadora: 3/0 AWG TW Cu

Demanda promedio: 19.27 x 0.8 + 45.6 x 0.4 = 33.66 KVA

Potencia de la zona: a f.p. 0.69 = 45 KW instalado.

Las cartillas resultantes por cada zona nos proporcionan la información necesaria para la elaboración de los diseños de los correspondientes tableros de distribución y control de motores, que son indicados en los planos correspondientes en forma de diagrama unifilar o planillas de paneles, en los que se indican la protección de cada circuito.

Las alimentadoras se obtienen del cálculo que se encuentra al final de cada cartilla.

4.1.2. Determinación final del calibre de conductores

En las cartllas del cálculo de carga para las diferentes zonas se ha incluído un dato sobre calibre de conductor a usarse para cada circuito e inclusive para las alimentadoras. Este dato no es el que irá a los planos o a las memorias del diseño directamente. Es en realidad el calibre mínimo de conductor permitido por la capacidad de corriente a conducir.

Un nuevo estudio corresponde a la fijación de este calibre de manera definitiva por lo que a caídas de tensión se refiere.

En primer lugar se determinará la caída de tensión en los ramales de alimentación y luego, partiendo con el voltaje obtenido en el tablero de distribución la nueva caída de tensión al circuito más alejado.

La caída de tensión total no deberá exceder del 5%, por lo tanto, si en la alimentadora ya pasa de un 3% será conveniente antes de seguir adelante aumentar su calibre y realizar el cálculo nuevamente.

Determinación de conductores de alimentadoras principales considerando la caída de tensión debido a su longitud.

zona	descripción	grupo	capacidad alimentadora A.	conductor mínimo AWG	demanda	long. en metros	caida de tensión en %	conductor definitivo AWG
1	recepción	a	220.6	250	148	48	2.47	250
2	carga de grano	b	14.7	14	12	48	3.00	10
3	línea proceso	c	111.2	1/0	91	60	2.40	2/0
4	tostación	t	88.9	2	73	60	2.72	1/0
5	molino	d	303.4	500	244	48	3.00	500
6	refinación	e	117.7	1/0	86	30	1.60	1/0
7	pasteurización	f	146.6	2/0	111	24	1.26	2/0
8	prod. manteca	g	176.7	4/0	121	36	1.76	4/0
9	prod. licor	h	138.1	2/0	99	60	2.89	3/0
10	prod. polvo	i	228.6	300	155	60	2.85	300
11	s. hidráulicos	p	73.3	2	28	54	1.68	2
12	s. vapor-calor	s	177.1	3/0	102	24	1.16	3/0
13	s. refrigerac.	r	355.9	2x4/0	214	42	1.72	2x4/0
14	taller		195.0	4/0	105	66	2.70	4/0
15	oficina		145.0	2/0	64	84	2.89	2/0
16	iluminación		170.0	3/0	89	18	0.82	3/0
17	AA. bodega		148.5	2/0	126	78	3.00	300

Caída de tensión calculada según tabla 22, página 1.814 del manual "Standard" de H. E. Knowlton.

En el cuadro que precede se indican los porcentajes de caída de tensión para cada alimentadora, correspondiente al conductor definitivo a utilizarse en el proyecto, no siendo en ningún caso superior al 3 %.

Para obtener la longitud de las alimentadoras se utilizó el plano E 1/4 en el que se encuentran indicados los ductos por los que se instalarán éstas. El trazado de éstos ductos, que sirven tanto para el transporte de alimentadoras como para ayudar al transporte de circuitos desde los motores a sus tableros de control, fue determinado a partir del plano M 1/n con la ubicación de motores.

Las alimentadoras están consideradas desde el tablero principal de baja tensión hasta cada uno de los tableros de distribución y control que se encuentran en las diferentes zonas, cuya ubicación fue consecuencia del análisis del plano E 2/4, en el que tenemos agrupados los motores de acuerdo a las diferentes etapas del proceso.

4.1.3. Estudio de carga de la planta

Anteriormente se realizó un estudio de carga por cada centro de consumo, en el que se llegó a tres resultados importantes en cada zona: carga instalada; factor de potencia; demanda. Con estos datos se va a llegar a determinar estos mismos parámetros para la planta, para lo que formamos un cuadro con los resultados del estudio de carga por zona, este cuadro contendrá la capacidad de cada alimentadora, la protección de ésta resultante de su capacidad, la carga instalada, potencia nominal y demanda.

De la suma de carga instalada y potencia instalada de cada zona se obtiene las totales y con éstos el factor de potencia total de la planta, de igual manera, de la suma de la demanda de los diferentes sectores se obtendrá la demanda total del conjunto.

El diseño más importante que resulta de este cuadro y sus resultados es el del tablero principal de distribución, ya que de la demanda total depende el interruptor principal, barras de distribución e instrumentos de medidas así

como también se obtiene la capacidad de los interruptores de las alimentadoras.

Los resultados de esta etapa del estudio proporcionarán más adelante la información necesaria para el estudio de subestación de transformación y de corrección de factor de potencia.

Gran parte de los resultados indicados pasarán a representarse gráficamente en el diagrama unifilar de la planta.

Determinación de protección de alimentadoras, carga total instalada, demanda y factor de potencia de la planta.

zona	descripción	grupo	capacid. aliment. en A.	protec. en A.	carga nominal KVA	potencia instalada KW	demanda en KVA
1	recepción	a	220.60	225	80.03	65.36	56.20
2	carga de grano	b	14.75	15	4.75	3.80	4.27
3	línea proceso	c	111.24	125	40.75	32.35	34.56
4	tostación	t	88.90	100	30.32	25.48	27.42
5	molino	d	303.40	300	103.42	85.52	92.39
6	refinación	e	117.70	125	40.74	33.20	32.63
7	pasteurización	f	146.65	150	53.16	41.48	42.14
8	prod. manteca	g	176.75	200	60.42	49.74	45.91
9	prod. licor	h	138.10	150	47.73	38.75	37.48
10	prod. polvo	i	228.60	250	72,24	57.94	58.59
11	s. hidráulicos	p	73.35	100	26.45	20.65	10.51
12	s. vapor-calor	s	177.05	175	63.00	49.34	38.60
13	s. refrigerac.	r	355.95	400	130.60	105.60	80.98
14	taller		195.00	200	68.00	44.00	40.00
15	oficinas		145.00	150	55.00	40.00	24.00
16	iluminación		170.00	175	64.87	45.00	33.66
17	AA. bodega		148.50	150	50.16	40.00	47.65

Carga total instalada: 991.6 KVA = 778.4 KW a F.p. 0.785

Carga simultánea máxima [demanda]: 706.99 KVA = 554.99 KW

Antes de decidir la capacidad de la subestación de transformación se realiza un estudio de las posibles ampliaciones futuras de la planta, para el caso del cacao por ejemplo, muchas industrias inician produciendo sólo licor de cacao envasado en cartones, luego van implementando licor en forma de "Kibbled", manteca y tortas, y por último polvo. En nuestro caso particular, realizamos un proyecto para una planta completa, se nota en el plano correspondiente que no existen áreas físicas para expansiones a más de dos tanques de licor expresamente indicados, por lo tanto no será necesario más de aproximadamente un 10% de capacidad para posibles pequeñas ampliaciones futuras, esto da como resultado la decisión de instalar una subestación de 706.99 KVA + 10% que nos dará un aproximado de 800 KVA en el equipo de transformación.

Para proporcionar servicio a esta subestación de 800 KVA se requerirá de una acometida a media tensión con 13.800 voltios entre líneas, ésta llegará a una celda con un interruptor tripolar para ser accionado bajo carga, para

una tensión mínima de 15 KV cuyos fusibles serán calculados como sigue:

$$\frac{800 \text{ KVA} \times 1.000}{13.800 \times 1,732} = 33.47 \text{ A}$$

Capacidad de fusibles 33.47 x 1.5 = 50 amperios aproximadamente.

En el inicio de la línea de acometida [exterior] se proveerá de cajas cortacircuito, éstas deberán actuar sólo en el caso de que la falla se encuentre antes de los fusibles de la celda de la subestación, por lo tanto su rango debe ser mayor a éstos. Las tiras fusibles que se usarán en las cajas cortacircuito serán de 60 amperios para este caso.

4.1.4. Estudio de capacidad para el generador de emergencia

Siendo la intención de que el generador de emergencia sea sólo para mantener el producto en las diferentes fases de producción en buenas condiciones, será necesario en cada una de las zonas ir determinando los equipos que funcionarán con el generador de emergencia. En el momento de operación esta selección deberá ser realizada por el personal de supervisión de la planta.

Determinación de la capacidad del generador de emergencia de acuerdo a la necesidad de circuitos escenciales.

ZONA	CIRCUITO	AMPERIOS	KVA	F.P.	KW
1	Ma 1	3.2	1.22	0.80	0.97
1	Ma 2	5.1	1.94	0.80	1.55
1	Ma 3	14.6	5.55	0.82	4.54
1	Ma 4	9.0	3.42	0.80	2.74
1	Ma 5	6.4	2.43	0.80	1.94
3	Mc 9	2.2	0.84	0.70	0.58
3	Mc10	6.4	2.43	0.80	1.94
4	Mt 1	36.4	13.83	0.85	11.76
4	Mt 2	36.4	13.83	0.85	11.76
4	Mt 3	1.4	0.53	0.68	0.36
4	Mt 5	2.8	1.06	0.75	0.80
5	Md 4	5.1	1.94	0.80	1.55
5	Md 5	15.3	5.81	0.82	4.77
6	Me 5	6.4	2.43	0.78	1.90
6	Me 6	15.3	5.81	0.82	4.77
7	Mfa1	27.0	10.26	0.82	8.41
7	Mfb1	27.0	10.26	0.82	8.41
7	Mf 5	2.2	0.84	0.64	0.53
7	Mf 6	15.3	5.81	0.82	4.77
8	Mg 3	15.3	5.81	0.82	4.77
8	Mg 6	15.3	5.81	0.82	4.77

Determinación de la capacidad del generador de emergencia de acuerdo a la necesidad de circuitos escenciales.

ZONA	CIRCUITO	AMPERIOS	KVA	F.P.	KW
11	Mp 3	15.0	5.70	0.80	4.56
11	Mp 6	9.0	3.42	0.80	2.74
12	Ms 2	6.2	2.36	0.60	1.84
12	Ms 4	1.2	0.46	0.60	0.27
12	Ms 6	15.0	5.70	0.80	4.56
12	Ms 8	4.0	1.52	0.70	1.06
12	Ms 9	4.0	1.52	0.70	1.06
12	Ms10	4.0	1.52	0.70	1.06
12	Ms12	45.0	17.10	0.80	13.60
15		25 %	37.75	0.72	10.00
16		50 %	9.63	0.69	7.70

Carga total para conectarse al generador: 164.54 KVA

Capacidad necesaria en el generador: 132.04 KW

Generador que se instalará: 150 KW (para emergencia)

Corriente suministrada por el generador: 493.42 A.

No se considera capacidad para reserva debido a que no se a considerado la demanda sino la capacidad nominal instalada, lo que permite tener un considerable margen de reserva.

4.1.5. Estudio del sistema para corrección de potencia

En el estudio de carga de la planta se obtuvieron los siguientes resultados:

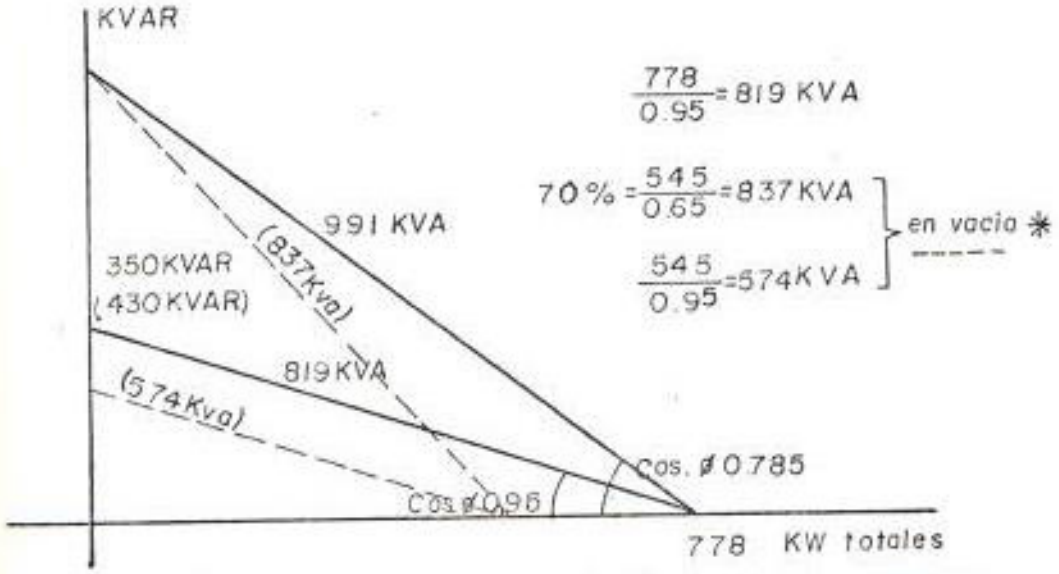
Carga instalada: 991.65 KVA

Factor de potencia: 0.785

Potencia total, nominal: 778.41 KW

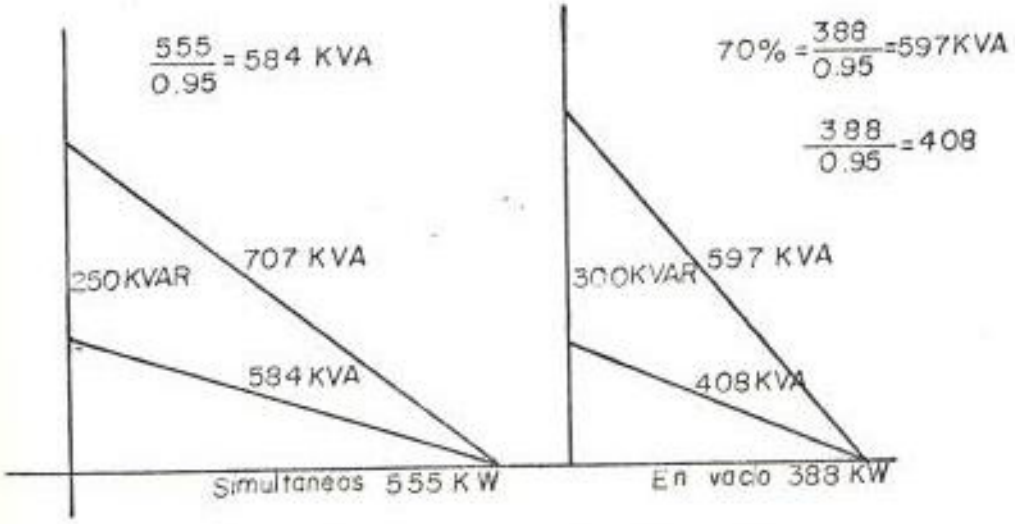
Si realizamos un análisis gráfico del problema de factor de potencia obtenemos la figura 32a en la que graficamos en primer lugar las potencias correspondientes al factor de potencia existente en la planta inicialmente y con todos los equipos a plena carga. Luego, en las mismas condiciones de carga mejoramos gráficamente el factor de potencia e 0.95 que sería el deseado, considerando que para la misma carga de 778 Kw tendremos a un factor de potencia de 0.95 819 KVA, medidos en el gráfico, con una potencia reactiva correspondiente a 350 KVAR aproximadamente.

Si con la misma potencia instalada consideramos la máquinaria sin producto [maquinaria funcionando en vacío], para mantener el factor de potencia en 0.95 necesiteremos aproximadamente



a.- Cálculo con toda la potencia instalada y a plena carga

* En vacio se entiende sin producto



b.- Cálculo según demanda existente y en vacio

FIG. 32 SOLUCION GRAFICA PARA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.

430 KVAR.

Estas condiciones son poco usuales, la segunda tal vez se produzca en un caso de prueba total y simultánea de toda la maquinaria que realmente es muy poco probable. El caso más ajustado a la realidad se producirá en la parte b de la figura, en la que se considera la maquinaria según la demanda producida por el funcionamiento simultáneo preestablecido, tanto como con producto como sin éste, para lo cual se necesitarán para mantener el factor de potencia deseado, aproximadamente entre 260 y 300 KVAR respectivamente.

Para el análisis se ha asumido que la maquinaria sin producto absorverá el 70% de la carga nominal y que el factor de potencia a una carga menor que la nominal bajará de 0.785 a 0.65. De éste análisis se decide poner 330 KVAR en capacitores, para así cubrir diferencias de apreciación, o en algo, el caso presentado en la figura 32a.

La corriente nominal de cada capacitor, siendo el banco formado por 11 capacitores de 30 KVAR

cada uno, es:

$$\frac{30.000}{220 \times 1.732} = 78.95 \text{ A}$$

por lo que, los equipos de control para cada uno será de 78.95 x 1.5 = 118 amperios.

4.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

El diseño de los sistemas de control debe tender a facilitar la operación de la planta, haciendo que el personal humano que labora en ella reduzca su trabajo físico y manual para reemplazarlo por mando y control de funcionamiento de las diferentes partes de la misma. En segundo lugar, tratar de que el control del proceso y elementos que intervienen en el mismo se realicen automáticamente con el fin de que la calidad del producto procesado dependa en el menor grado posible de la atención o cuidado que un operador de maquinaria pueda tener en un momento cualquiera, asi como también, proteger las máquinas y el producto a lo largo del proceso.

De lo expuesto anteriormente se deduce que la principal finalidad de la automatización se traduce en dos beneficios fundamentales: facilidad de operación, aumentando capacidad de producción y disminución de esfuerzo físico; optimización de la calidad del produc-

to, con un mínimo de proceso dependiente de los operadores, con preselección o programación de las condiciones apropiadas para el proceso.

4.2.1. Control de maquinarias

Consiste fundamentalmente en controlar el funcionamiento de los motores eléctricos, ésto es que se pongan en marcha y se detengan según las necesidades del proceso o del flujo de producto. Por otro lado, se trata además de la protección conveniente de éstos motores, obteniendo su detención cuando existe riesgo de daño por funcionamiento anormal.

Para éste tipo de control se utilizan dos elementos indispensables que son el contactor electromagnético y los relés térmicos, éstos, de diferentes características y propiedades se combinan para obtener una variada gama de controles.

En el diseño de los circuitos de control como primer paso se determinan las características del circuito. Una red de suministro trifásica con conductor de neutro, permite elegir entre dos tensiones de bobina diferentes: la tensión

que existe entre una de las fases y el neutro es la preferible. Si se utiliza la tensión que existe entre las dos fases existen los siguientes inconvenientes:

Una fuga a tierra en el circuito de control puede hacer que sea imposible abrir el circuito y por tanto las bobinas pueden quemarse; el contacto con la tensión más elevada [x 1.732] es mas peligroso.

La importancia de los defectos producidos por fugas a tierra puede verse más claramente en los siguientes ejemplos:

a) para bobina conectada entre fase y neutro [figura 33], considerando tres puntos posibles de falla del circuito de control a tierra, que puede sucitarse por desconexión accidental de una línea en el tablero de control y contacto de ésta línea con tierra, o por falla de una línea en su recorrido a los controles a distancia, teniendo los siguientes casos: fugas a tierra en el punto a [figura 33], si la bobina del contactor C1 está deenergizada la fuga a tierra no tiene ningún efecto; si se oprime el botón de arranque el fusible e1 de protección

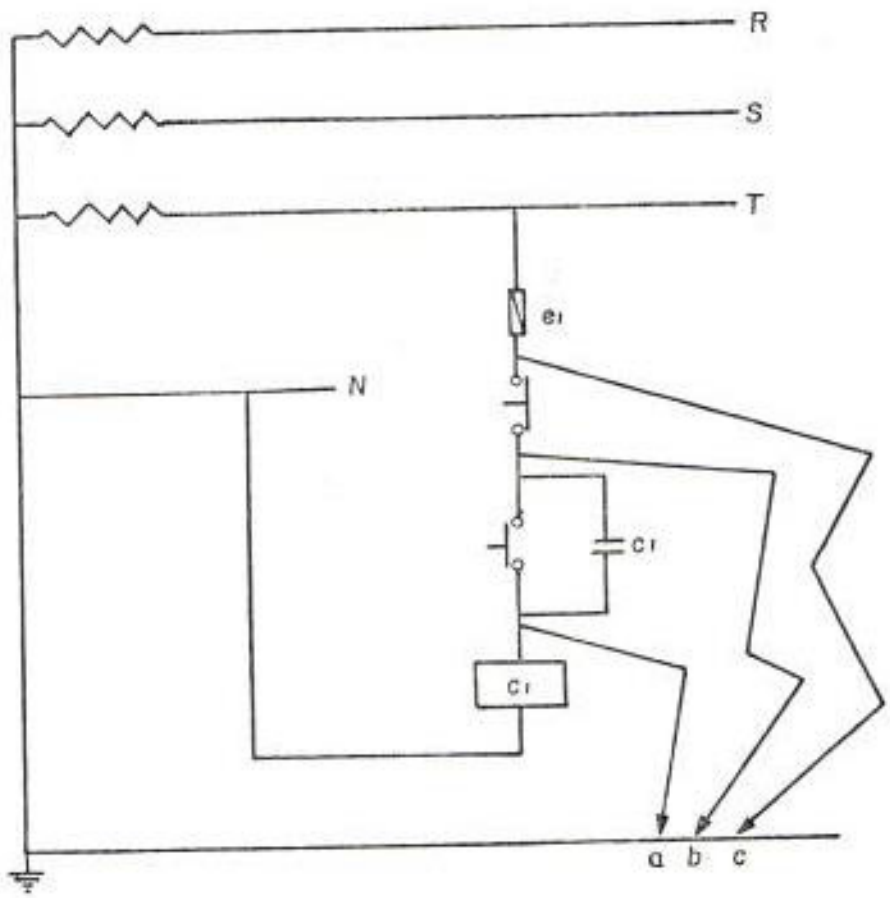


FIG. 33 - CONEXION DE CIRCUITO DE CONTROL ENTRE LA LINEA DE FASE Y NEUTRO DEL CIRCUITO DE FUERZA. ARRANQUE DIRECTO PARA MOTOR

del circuito de control se funde y el circuito se interrumpe; si la fuga a tierra se produce mientras C1 está energizado, se funde el fusible del circuito de control y se deenergizará C1. Fugas a tierra en los puntos b y c producen que el fusible se funda inmediatamente estando o no energizado C1 haciendo que el circuito de control se abra.

b] Para bobina conectada entre dos fases [figura 34], al rpoducirse la fuga a tierra en el punto a, estando la bobina C1 deenergizada, la bobina recibirá una tensión igual a 0,58 veces el valor nominal [Vn x 1/1.732], este voltaje no será suficiente para cerrar el contactor pero de mantenerse hará que la bobina se queme en razón de la baja impedancia del circuito.

Si se cierra el pulsador de arranque se funde el fusible e2 pero la bobina seguirá manteniendo permanentemente las condiciones anteriores por estar en este caso como si estuviera conectada al fusible e1 y a tierra directamente.

Si C1 se cierra o estaba cerrado al momento de la falla, el fusible e2 se funde y la tensión

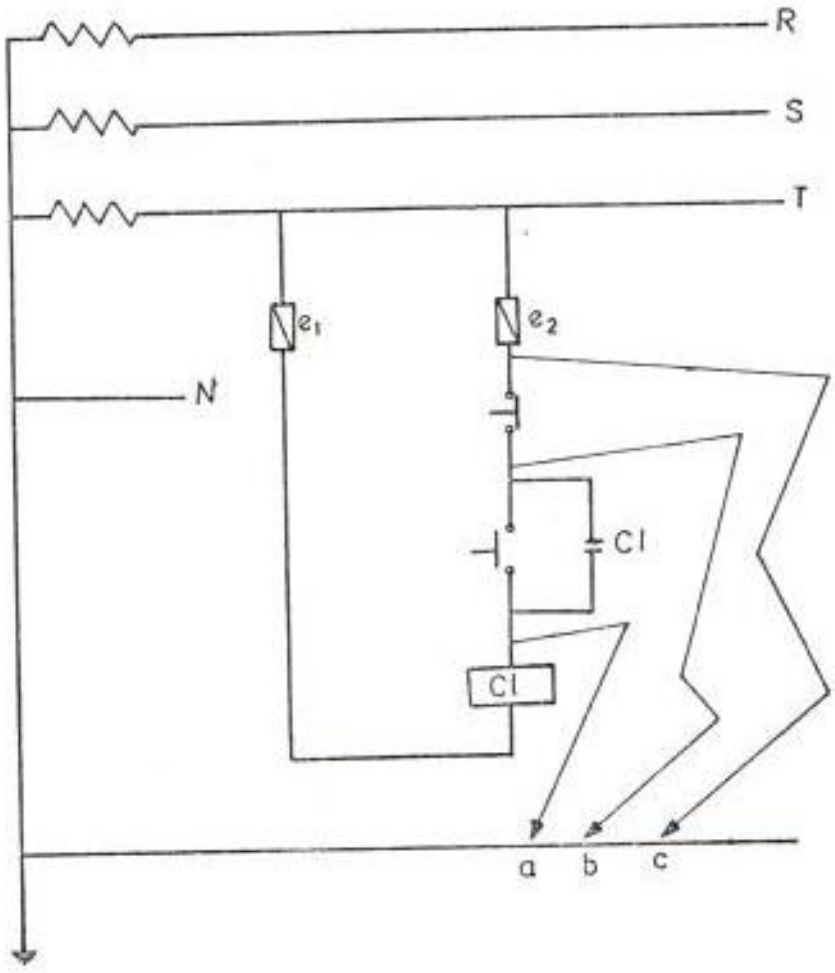


FIG. 34.- CONEXION DE CIRCUITO DE CONTROL ENTRE DOS LINEAS DE FASE DEL CIRCUITO DE FUERZA ARRANQUE DIRECTO PARA MOTOR

de la bobina será 0,58 Vn y lo más probable es que ésta se mantenga cerrada, ya que habiendo vencido la inercia del contactor es mucho más factible que éste se mantenga cerrado con un voltaje deficiente. En este caso el contactor no podrá ser abierto al pulsar el botón de parada sino solamente retirando el fusible e1.

Con una fuga a tierra en el punto b se fundirá el fusible e2 inmediatamente producida la falla, esté el contacto abierto o cerrado.

Si el contactor está abierto, el momento que se pulse el botón de arranque la bobina se verá sometida a Vn/1.732 pero desaparecerá al momento en que se deje de pulsar el botón de arranque, el contactor no cerrará por ser el voltaje insuficiente y la bobina no sufrirá defecto por el corto tiempo de la operación.

Si el contactor estuvo cerrado al momento de ocurrir la falla la bobina se verá sometida a las condiciones de la falla en el punto a y no será posible deenergizar la bobina con el pulsador de parada.

Si la fuga a tierra se produce en el punto c,

el fusible e2 se funde inmediatamente, si el contactor está abierto, la fuga a tierra no produce ningún efecto como en el caso de la fuga en el punto b. Si el contactor está cerrado en el momento de la falla, la tensión reducida a la que está sometida la bobina, mantendrá el contactor cerrado, cuando se opera el pulsador de parada el contactor se abrirá y no será posible volverlo a cerrar debido a la tensión reducida que no logrará vencer la inercia para cerrarlo. En estos últimos casos no peligra el estado de la bobina.

Efectos de las variaciones de la tensión sobre la bobina de un contactor:

La tolerancia de la bobina de contactor debe siempre ser en + 10% y - 15% del voltaje nominal de diseño; con valores menores al 85% es probable que el contactor no disponga de la suficiente fuerza para cerrarse y la bobina se quemará por su baja impedancia. Con un voltaje sobre el 110% el calor o potencia disipada por la bobina puede llegar a un valor tal que la deterioraría.

La impedancia del circuito de la bobina que consiste en una resistencia no inductiva y una autoinductancia y está representada por

$$Z = R + JwL$$

el valor de la autoinductancia depende del circuito de la bobina

$$L = n^2/Rw$$

siendo Rw la resistencia magnética del sistema solenoide.

La resistencia magnética es mayor cuando el contactor está abierto, por lo tanto, la autoinductancia es menor cuando el contactor está abierto

$$L \text{ abierto} < L \text{ cerrado}$$

por lo tanto

$$Z \text{ abierto} < Z \text{ cerrado}$$

en la práctica se ha establecido que aproximadamente Z cerrado = 6 x Z abierto. La disipación de potencia nominal en la bobina de un contactor es:

$$P\ 100\% = 1^2R = [U/Z \text{ cerrado}]^2R$$

Con lo expuesto, lo que sucede en una bobina con un voltaje + 20% del nominal es:

$$P\ 120\% = [1.2 \times U/Z \text{ cerrado}]^2R$$

que comparada con la potencia nominal

$$\frac{P\ 120\%}{P\ 100\%} = \frac{[1.2\ U/Z\ cerrado]^2\ R}{[U/Z\ cerrado]^2\ R} = 1.44$$

por lo tanto la bobina está sometida a una sobrecarga del 44% con una tensión superior del 20% a la nominal.

De igual manera se puede analizar lo que ocurre con una tensión menor en un 20% de la nominal, habiéndose establecido en la práctica que Z abierto = Z cerrado / 6 y siendo la disipación de potencia en la bobina:

$$P\ 80\% = [0.8\ U/Z\ abierto]^2\ R$$

que comparada con la potencia nominal

$$\frac{P\ 80\%}{P\ 100\%} = \frac{[6 \times 0.8\ U/Z\ cerrado]^2\ R}{[U/Z\ cerrado]^2\ R} = 23$$

por lo tanto, la bobina está sometida a una sobrecarga de aproximadamente 2.200% con una tensión inferior del 20% a la nominal si la tensión aplicada no logra cerrar el contactor.

En una planta industrial es conveniente unificar el voltaje de los circuitos de control de motores de todos los tableros y realmente puede éste voltaje ser diferente al de los circuitos de fuerza incorporando un transformador en

el tablero del que se alimenta el circuito de control. Esto tiene algunas ventajas, entre ellas: escoger el voltaje de bobinas libremente; el tener siempre un lado del secundario del transformador conectado a tierra independientemente del voltaje; disponer de diferentes puntos de toma de voltaje en el primario o en el secundario del transformador para ajuste al voltaje nominal de las bobinas.

En la figura 35 tenemos un ejemplo de lo que será en la planta de cacao el arranque de un motor a voltaje reducido (estrella triángulo) y que utiliza un transformador de voltaje para separar el circuito de control del circuito de fuerza.

El control de maquinaria fundamentalmente se realiza con las operaciones de puesta en marcha y parada de motores y sus correspondientes protecciones; para el arranque de motores se utilizan algunos sistemas, aunque los mas usados son: arranque directo (figuras 33 y 34); estrella triángulo (figura 35); bobina partida (figura 36); con autotransformador; estrella triángulo con resistencias; etc.

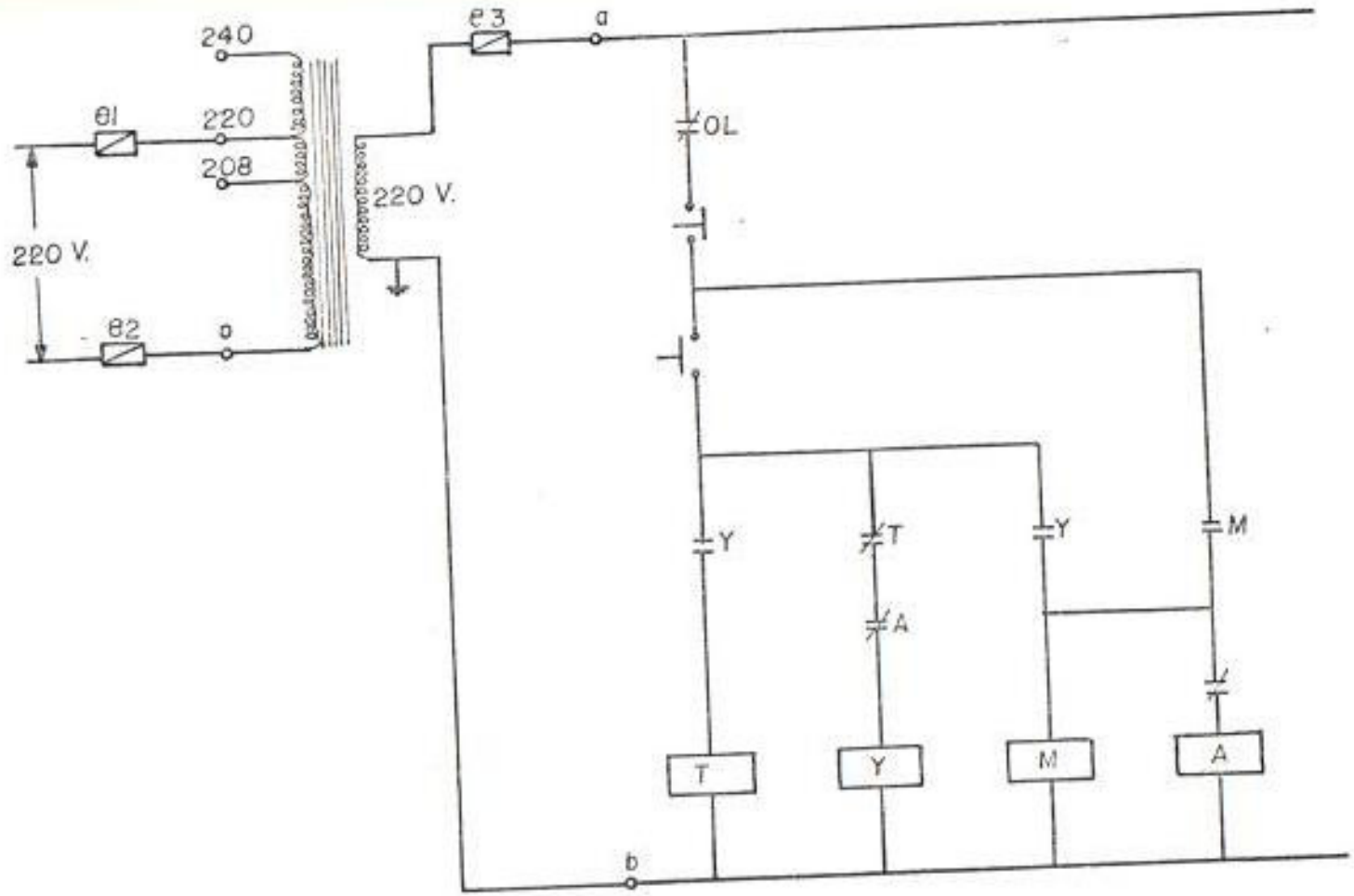


FIG. 35 TRANSFORMADOR DE VOLTAJE PARA CIRCUITOS DE CONTROL ARRANQUE DE MOTOR ESTRELLA TRIANGULO

En cuanto a protecciones se refiere lo fundamental e indispensable consiste en la protección contra sobrecargas del motor eléctrico. Esto consiste en un accesorio conectado a las líneas de alimentación del motor, está constituido por elementos térmicos que utilizan una pequeña parte de la corriente que consume el motor, pero proporcional a ésta en producir calor que actúa sobre bimetales, que, cuando ésta es superior a la permitida por el motor desconecta el sistema de arranque interrumpiendo el circuito de control.

Existen además protecciones para la maquinaria que actúa en el circuito de arranque de los motores en variadas formas, éstos son por ejemplo, protección contra fallas de lubricación, altas o bajas presiones, deficiencias en flujos de líquidos; todas éstas protecciones actúan desconectando el motor en caso de presentarse una situación anormal. Un ejemplo de éste tipo de controles lo tenemos en equipos utilizados en la planta procesadora de cacao, con un diagrama típico en la figura 36 que corresponde al control de un equipo de refrigeración

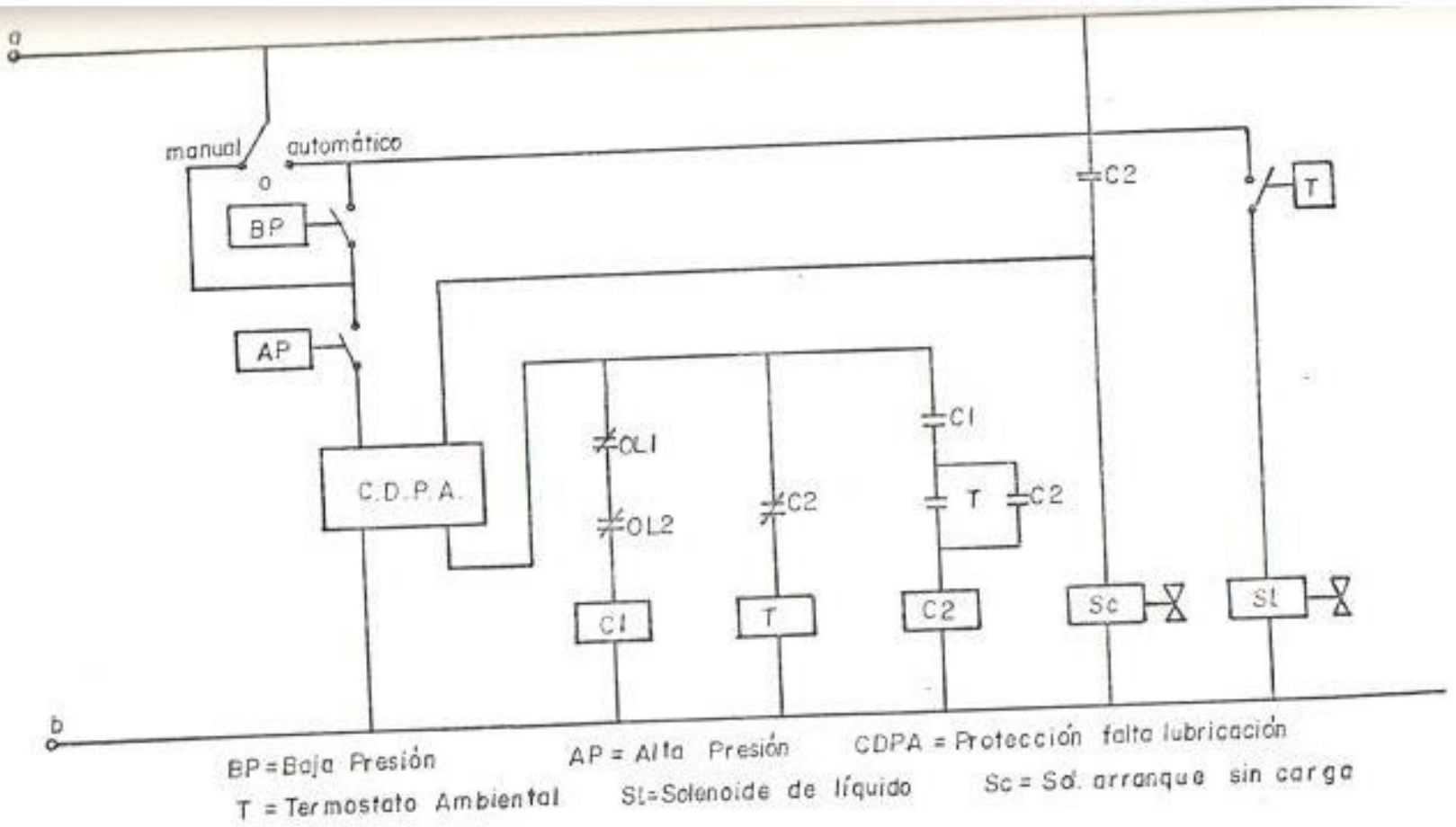


FIG. 36 SISTEMAS DE PROTECCION EN UN SISTEMA DE REFRIGERACION MOTOR DE ARRANQUE A BOBINA PARTIDA

con arranque de motor en el sistema de bobina partida.

4.2.2. Control de proceso

Existen otros elementos de control que también actúan sobre el arranque de motores pero que se deben a la necesidad de controlar el proceso que debe realizar la máquina, a más de otros elementos que también realizan ésta función pero sin intervenir en el funcionamiento de motores sino de otros elementos tales como válvulas, frenos, embragues, etc.

Estos elementos de control son muy variados pero los más importantes son: interruptores de nivel, flusostatos, interruptores de fin de carrera, presostatos, termostatos, etc.

Por lo general son elementos que se encuentran alejados del tablero de control y es importante al realizar el diseño tener en cuenta algunas consideraciones, de las cuales, la más importante se relaciona con la longitud de los conductores que conectan los elementos de control.

La longitus de los cables piloto es limitada

en parte por la caída de tensión en los cables y en parte por la corriente capacitiva entre los cables.

a) Si la caída de tensión de los conductores piloto toma un valor suficiente para que la tensión disponible en la bobina de un contactor no sea lo sufucuentemente elevada para asegurar un cierre perfecto se dice que existe una caída de tensión crítica. La magnitud de la caída de tensión depende de tres factores: valor de la corriente piloto; longitud de los conductores piloto; sección transversal de los conductores piloto.

La magnitud de la corriente piloto viene dada por las bobinas que actúan y el nivel de voltaje seleccionado. La longitus de los cables piloto depende de la distancia entre el contactor y el elemento de control que lo actúa. Si la combinación de los valores mencionados producen una excesiva caída de tensión se la puede reducir aumentando la sección transversal de los cables.

La caída de tensión en los conductores piloto

durante el cierre puede ser calculada aproximadamente a partir de

$$\Delta V = I_1 \times R_1 \times \text{Cos } \phi_b$$

en cuya fórmula:

ΔV es la caída de tensión

I_1 es la corriente de atracción de la bobina

R_1 es la resistencia de los cables piloto

Cos ϕ_b es el factor de variación de fase de la bobina cuando está desconectada.

La resistencia del cable piloto se determina por:

$$R_1 = \frac{Q \times l}{q}$$

en la que Q es la resistencia específica del material que constituye el cable, l es la longitud del cable y q la sección en milímetros cuadrados.

En el caso del cobre tenemos:

$$R_1 = \frac{0.0175 \times 2A}{q}$$

en la que A es la distancia entre el elemento de control y el tablero.

Con ésta fórmula la caída de tensión será:

$$\Delta V = I_1 \frac{0.0175 \times 2A}{q} \text{ Cos } \phi_b$$

siendo q la variable dependiente se obtiene que:

$$q \geq I_1 \frac{0.0175 \times 2A}{\Delta V} \text{Cos } \phi_b$$

La corriente piloto I_1 de una bobina en el momento del cierre puede ser calculada a partir de:

$$I_1 = \frac{S}{V}$$

S es la potencia aparente de la bobina en VA durante el cierre y V el voltaje de la bobina.

El factor de variación de fase Cos ϕ_b viene dada por:

$$\text{Cos } \phi_b = \frac{P}{S}$$

P es la potencia de exitación real de la bobina en watios, de todo ésto resulta:

$$q \geq \frac{S}{V} \times \frac{0.0175 \times 2A}{\Delta V} \times \frac{P}{S}$$

$$q = \frac{0.0175 \times 2A \times P}{V \times \Delta V} \text{ mm}^2$$

esta expresión se aplica a un alambre de cobre en el cual: A es la distancia entre el elemento de control y el tablero; P es la potencia en watios que la bobina recibe en el momento inicial del cierre; V la tensión de la bobina; ΔV la caída de tensión aceptable.

b] para calcular el efecto capacitivo de los cables piloto suponemos las dos posibilidades indicadas en la figura 37.

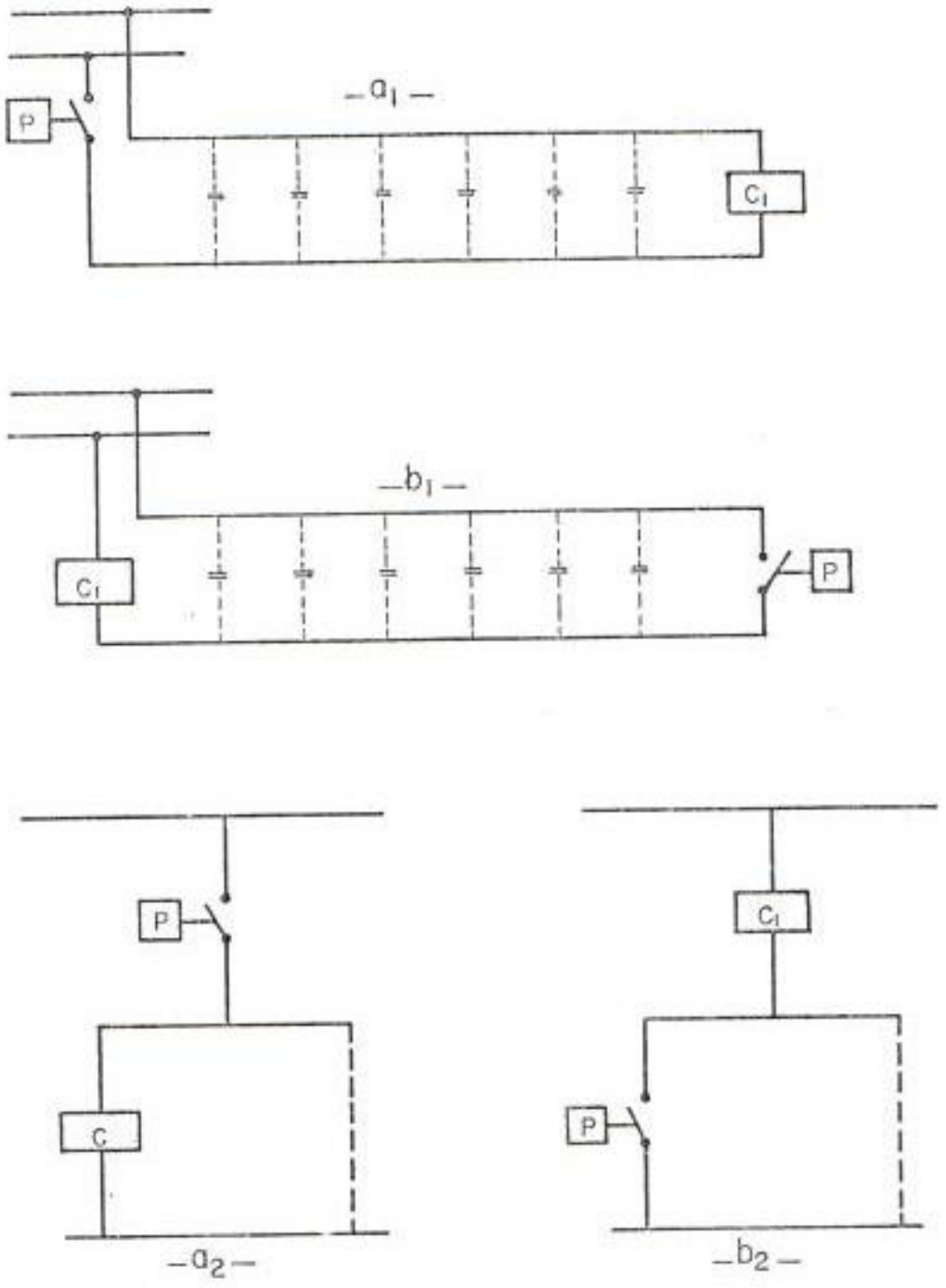


FIG.3.7 EFECTO CAPACITIVO EN CIRCUITOS DE CONTROL.

En las figuras a1 y b1 se representan en líneas de puntos algunas de las capacidades parciales que existen entre los cables piloto. En las figuras a2 y b2 se ven éstas capacidades sustituidas por un solo condensador.

En el caso de las figuras a la capacidad de la línea tiene el mismo efecto que un condensador conectado en paralelo con la bobina. El elemento de control en éste caso, establecerá e interrumpirá siempre la corriente de la bobina y la corriente capacitiva al mismo tiempo, de modo que la corriente capacitiva no tendrá efecto sobre las condiciones de funcionamiento. En el caso de las figuras b [que es el caso mas común], la capacidad del cable puede tener un efecto perjudicial sobre las condiciones de funcionamiento. El cierre del contactor está asegurado si la caída de tensión en los cables no es excesiva. Si se interrumpe el circuito piloto, el contactor se abrirá con seguridad y solamente si la corriente que atraviesa el condensador es más pequeña que la corriente de mantenimiento de la bobina. El valor crítico puede ser determinado a partir de los siguien-

tes cálculos:

La impedancia Zo de la bobina puede, en el estado de desexcitación del contactor, ser determinado como siendo

$$Zo = \frac{V^2}{So} \times \Omega$$

en la que, Zo es la impedancia nominal de la bobina, V es la tensión real aplicada a la bobina, So es la energía aparente nominal absorbida por la bobina en VA cuando el contactor está cerrado.

La impedancia consiste en una resistencia ohmica Rc conectada en serie con una resistencia inductiva Xo. Esta combinación se representa en la figura 38 a conjuntamente con el diagrama vectorial asociado. Si se abre el interruptor, la conexión serie es prolongada por la resistencia capacitiva X_c (figura 38 b) y en el diagrama vectorial X_c se desplaza en la dirección opuesta a Xo.

La impedancia resultante Z_x del circuito puede determinarse como siendo

$$Z_x = \sqrt{Ro^2 + (X_c - X_o)^2}$$

Puede verse, examinando los valores de Zo y Z_x

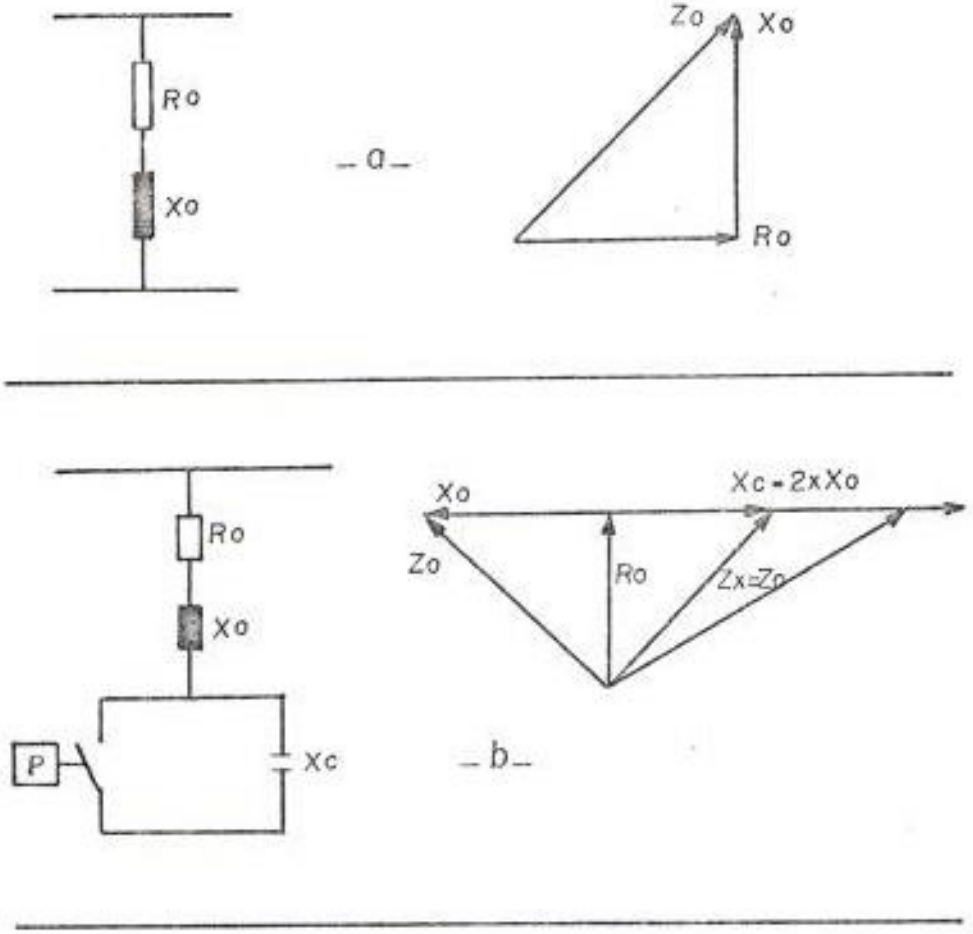


FIG. 38 CAPACIDAD CRITICA DEL CIRCUITO DE CONTROL.

así como la figura 38b que mientras Xc es igual o menor que 2Xo la impedancia resultante será igual o más pequeña que la impedancia nominal Zo de la bobina. Por tanto la corriente que atraviesa el circuito será igual o superior a la corriente de mantenimiento de la bobina. En tal caso, el contactor no se abre cuando el elemento de control interrumpe el circuito. El requisito previo de una abertura segura es que la corriente disminuya hasta un valor máximo igual al 40% del valor nominal cuando el elemento de control abre el circuito es decir, $In \leq 0.4\ Io$

Cuando $In = V/Zx$ y $Io = V/Zo$ tenemos

$$\frac{V}{Zn} \leq 0.4 \frac{V}{Zo} \qquad Zx \geq 2.5\ Zo$$

Esta condición puede ser transformada en la siguiente ecuación del condensador:

$$C \leq \frac{So}{1.5 \times w \times V^2}$$

en la cual, C es la capacidad en faradios, So es la potencia aparente de la bobina en VA durante el cierre, w es la frecuencia angular, V es la tensión nominal real.

Con la mayor parte de los cables normales, la

capacidad es del orden de los 0.2 microfaradios por kilómetro. Si éste valor se introduce en la ecuación anterior obtenemos:

$$0.2 \times 1 \times 10^6 \leqslant \frac{So}{1.5 \times w \times V^2}$$

$$1 \leqslant \frac{5 \times S \times 10^6}{1.5 \times w \times V^2} \text{ [Km]}$$

En los sistemas de control por impulsos [pulsadores] la longitud crítica disminuye en un 50% ya que la capacidad se duplica.

En caso de presentarse problemas con la función de corte en un sistema dado el problema puede solucionarse reduciendo la tensión piloto.

4.2.3. Control de parámetros y supervisión

Está compuesta básicamente por la instrumentación de la planta, y cubre fundamentalmente dos finalidades: controlar el buen funcionamiento de la maquinaria como tal, consistente en instrumentos de medición y comprobación, tales como amperímetros, voltímetros, horómetros, tacómetros, etc.; y controlar el proceso de producción, tales como termostatos, presostatos, contadores de flujo, etc.

En los dos casos, los elementos de control pueden operar instrumentos indicadores para que el operador realice los cambios o ajustes necesarios en las máquinas, para que cumplan la función necesaria, o puede enviar una señal a otros elementos controladores tales como válvulas, potenciómetros, etc. que ajustan la condición automáticamente, o por último, pueden producir un gráfico de las variaciones que se van produciendo para efectos de control o evaluación del proceso, o de la intervención oportuna de los operadores.

4.3. ESPECIFICACIONES Y EJECUCION

Las especificaciones como parte de un proyecto están compuestas de dos secciones: características físicas y técnicas de los materiales y equipos que se utilizarán en la planta; normas y códigos que regirán en la ejecución de la instalación.

4.3.1. Especificaciones de materiales

Casi en general, se trata de suministrar más detalles, o ampliar los que ya se indicaron en la memoria descriptiva del proyecto.

La forma de realizarlo preferiblemente es si-

guiendo el mismo orden del proyecto, de lo cual indicamos algunas partes como ilustración:

a] Acometida aislada para 15 KV.-

Se utilizará conductor de cobre cableado, unipolar, con aislamiento seco, pantalla de cobre tipo banda y funda exterior de PVC, para tensión nominal de 15 KV. Para las conexiones se utilizarán, en el exterior, puntas preformadas para uso a la intemperie, y para interiores, las apropiadas para éste uso. La pantalla de tierra irá sólidamente conectada a tierra mediante un conductor # 14 AWG soldado.

b] Celda de media tensión.-

Se utilizará un seccionador tripolar para operar con carga, para 400 amperios nominales, a una tensión de 15 KV, 95 KV de BILL, capacidad instantánea de interrupción de 31,5 KA. Mecanismo para cierre y apertura manual y disparo automático al fundirse un fusible.

c] Transformador de potencia.-

Será para una capacidad nominal de 800 KVA, trifásico, sumergido en aceite, autorrefrigerado, tipo convencional, para instalación en interior.

Voltaje nominal primario: 13.800 V.

Voltaje nominal secundario: 220/127 V.

Conexión del primario; Delta

Conexión del secundario: estrella con neutro sacado al exterior.

Desplazamiento angular entre los voltajes primario y secundario: 150º (conexión DY5 según IEC).

Máxima impedancia a régimen contínuo: 4%.

Valor medio de elevación de temperatura: 65ºC. a una temperatura ambiente de 35ºC.

Frecuencia: 60 Hz.

Derivaciones del lado primario: ± 2.5% y ± 5%.

Tensión a prueba de impulso: 95 KV BILL.

Clase de aislamiento en el secundario: 1.2 KV.

d] Generador de emergencia.-

Planta eléctrica impulsada por motor Diesel, 150 KW efectivos en "Stand by". 80% de factor de potencia, 220/127 V tres fases, 4 hilos, 60 Hz.

El motor diesel será refrigerado por medio de agua, acoplamiento directo. Frecuencia ajustable en 0% y 0.5%. El voltaje del generador deberá poderse ajustar en + 5% del voltaje de va

cío a plena carga, no excederá de ± 1%.

El sistema de arranque será mediante motor eléctrico, con baterías a 24 voltios y traerá su correspondiente cargador de batería para ser conectado a la red de 127 voltios.

El generador será de preferencia autoexitado, excitatriz será directamente acoplada e integral al generador.

e] Tablero principal.-

El tablero principal será construído en plancha de acero de 1/16" mínimo, acabado en esmalte sobre fondo anticorrosivo, la plancha deberá ser tratada quimicamente para desengrasarla y desoxidarla. Será de tipo autosoportado, con acceso frontal y cubiertas todas las partes vivas.

Los interruptores principales serán con una capacidad mínima de interrupción de 22 KA y los interruptores de distribución de 18 KA.

F] Materiales de instalación.-

Los ductos a utilizarse serán de hierro galvanizado en caliente, del tipo rígido pesado,

con accesorios tipo "sealtite", a prueba de polvo y humedad.

Los conductores serán de cobre electrolítico con aislamiento TW para 600 V, pueden ser de tipo sólido hasta el # 8AWG, calibres superiores serán obligadamente del tipo cableado.

Las instalaciones de iluminación y tomacorrientes se realizarán en tubería tipo EMT con sus accesorios correspondientes.

4.3.2. Normas para la ejecución

Toda la instalación, salvo oficinas, será aérea, soportada en estructuras y paredes con soportes apropiados.

Las llegadas a los tableros, máquinas y motores serán todas por arriba, con los elementos de soporte mecánicos necesarios para dar solidez a la instalación.

Los conductores deben ser de colores apropiados para su identificación o deben ser marcados convenientemente antes de ser instalados.

Todos los conductores que llegan a tableros de control o distribución deben quedar numerados

de acuerdo a lo indicado en los bornes de conexión del tablero.

Los tableros deben quedar rotulados indicándose cada elemento a que circuito pertenece.

La ejecución de las instalaciones se ceñirán a las normas dadas por el INEN, Empresa suministradora de servicio, INECEL o el Código Nacional Eléctrico Americano, en este orden.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se han mencionado sólo unas pocas de las numerosas consideraciones y aplicaciones de las diferentes ramas de la economía y la ingeniería necesarias para estudiar los diferentes casos posibles de proyectar en la industria.

En la mayoría de los casos, y como primera falla común se encuentra la independencia total con que se tratan los problemas relacionados con la economía para con los provenientes de las diferentes ramas de la ingeniería, lo que produce el primero y más costoso de los colapsos; un ejemplo de actualidad lo encontramos en un proyecto de una institución que luego que se terminan los proyectos técnicos vienen los entendidos en materia económica y recomiendan hacer un nuevo proyecto considerado con más austeridad, después de que el anteproyecto fue realizado con austeridad y la institución pidió que en la ejecución del proyecto se mejoren las condiciones.

Si no se acude a una consultoría apropiada, en que marchen paralelamente economía y técnica, después de realizar un nuevo proyecto se volverá a cambiar por factores que no se habrán considerado y esto indudablemente afectará a la institución ya que es obvio que dos o tres proyectos tienen

que ser más costosos que uno.

En otros casos se llega a concluír el proyecto, pero por haberse realizado los diseños de las diferentes especialidades por separado, se llega a resultados inejecutables, costosos o ineficientes, que de haberse tratado de una manera coordinada, en la que cada resultado de una especialidad sea una información útil para las demás en el momento apropiado, se pueden obtener resultados de proyectos con excelente consecución y rendimiento.

Las ventajas de un proyecto realizado en esta forma beneficiarán siempre a la empresa o institución que aporta los recursos para su ejecución tales como: ahorro de tiempo, tanto de elaboración de proyecto como de montaje e instalación, convirtiéndose siempre en una pronta iniciación de producción o puesta en servicio; seguridad en producción, representada por mejor rendimiento y por confiabilidad de los sistemas; mejoramiento de calidad, por instalaciones apropiadas, facilidades de supervisión y optimización en manipuleo; seguridad del personal, por planificación adecuada de áreas, circulación, etc. Todos estos factores representan ventajas económicas tanto para proyectistas como para la empresa o institución.

El beneficio que se obtiene de este estudio es el haber de

terminado la necesidad de transformar todos los criterios, tanto económicos como de ingeniería en elementos compatibles para la ejecución del proyecto.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. CORZO, MIGUEL ANGEL, Introducción a la Ingeniería de proyectos, Limusa, México 1979, 226 p.

2. DIXON, JOHN R., Diseño en Ingeniería, Limusa-Wiley, México 1970, 398 p.

3. KNOWLTON, A. E., Manual Standard del Ingeniero Electricista, Labor, España 1962, 2862 p.

4. KRICK, EDWARD V., Introducción a la Ingeniería y al diseño en la Ingeniería, Limusa, México 1980, 240 p.

5. MANUAL AEG, Allgemeine Elektricitäts, Berlín 1976, 876 p.

6. MELNICK, JULIO, Manual de proyectos de Desarrollo económico, Naciones Unidas, México 1958, 264 p.

7. NATIONAL ELECTRIC CODE, National fire protection Association, U. S. A. 1980, 684 p.

8. PENDER, HAROLD, Manual del Ingeniero Electricista, Editorial Hispano Americana, Buenos Aires 1952, 928 p.

9. PYHRR, PETER A., Presupuesto Base Cero, Método práctico para evaluar gastos, Limusa, México 1979

10. RICHTER, H. P., Manual Práctico de Instalaciones Eléctricas, CECSA, Barcelona 1976, 590 p.

11. WELSCH, GLENN A., Presupuestos: Planificación y control de utilidades, Prentice Hall International.

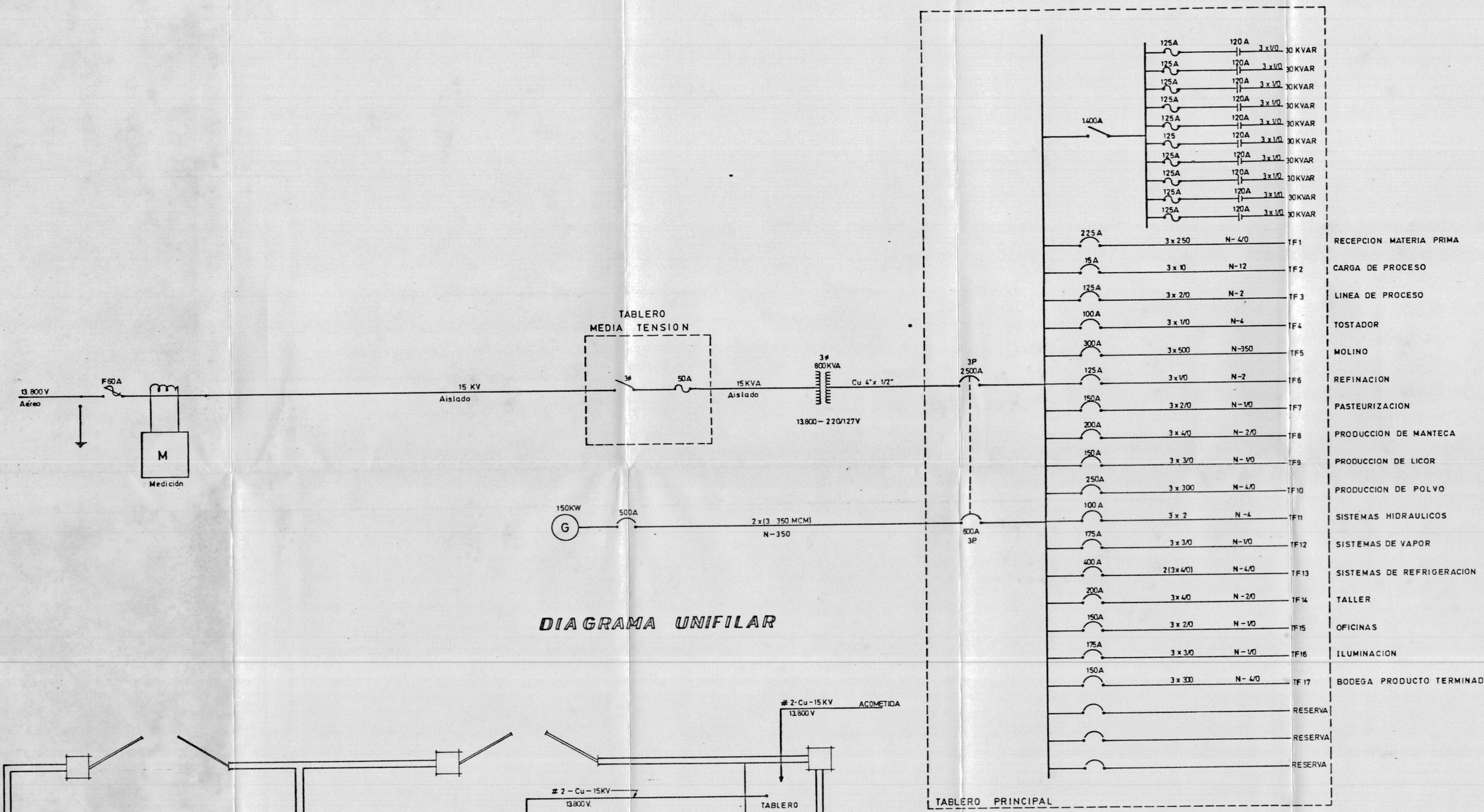
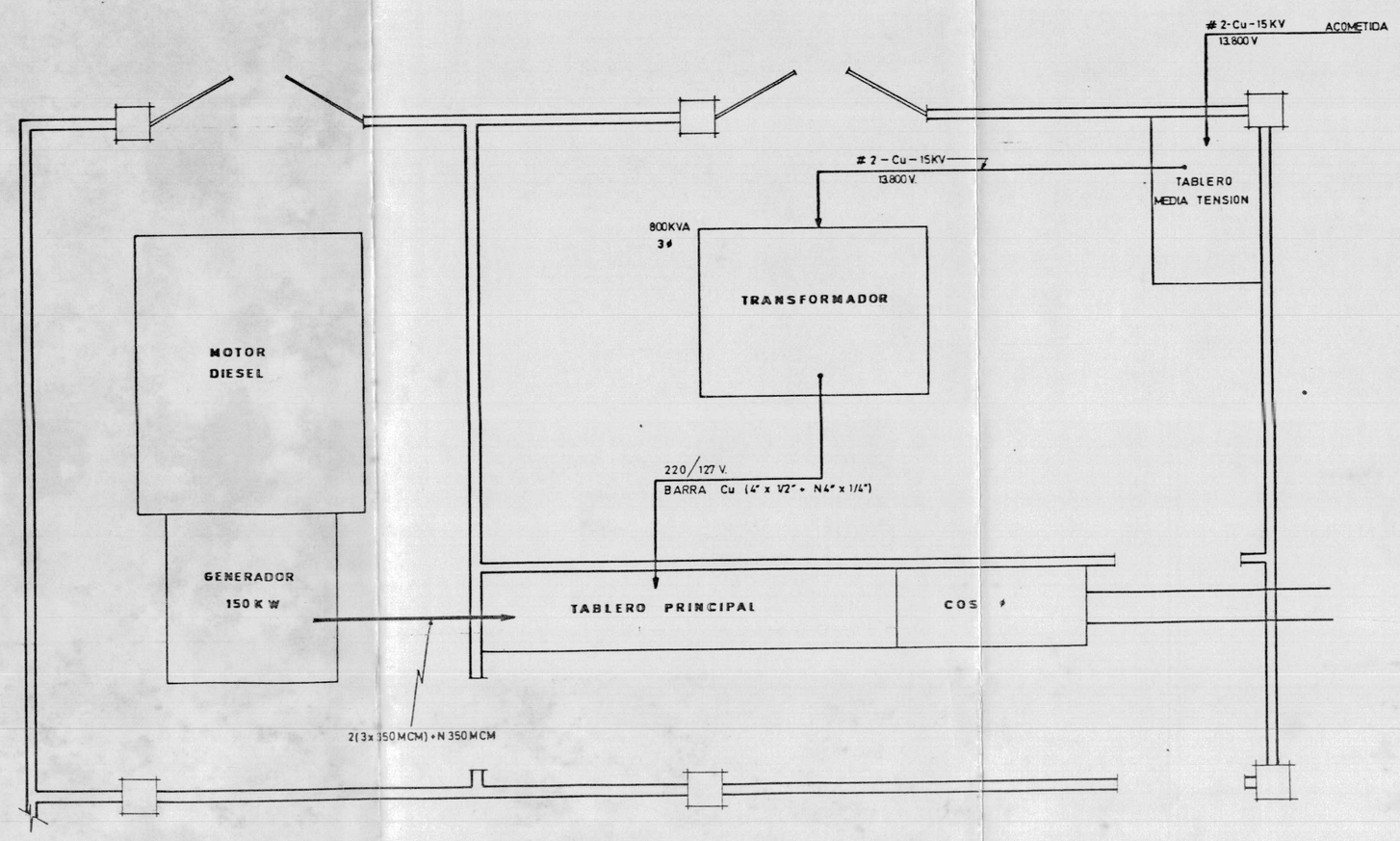


DIAGRAMA UNIFILAR



SIMBOLOGIA

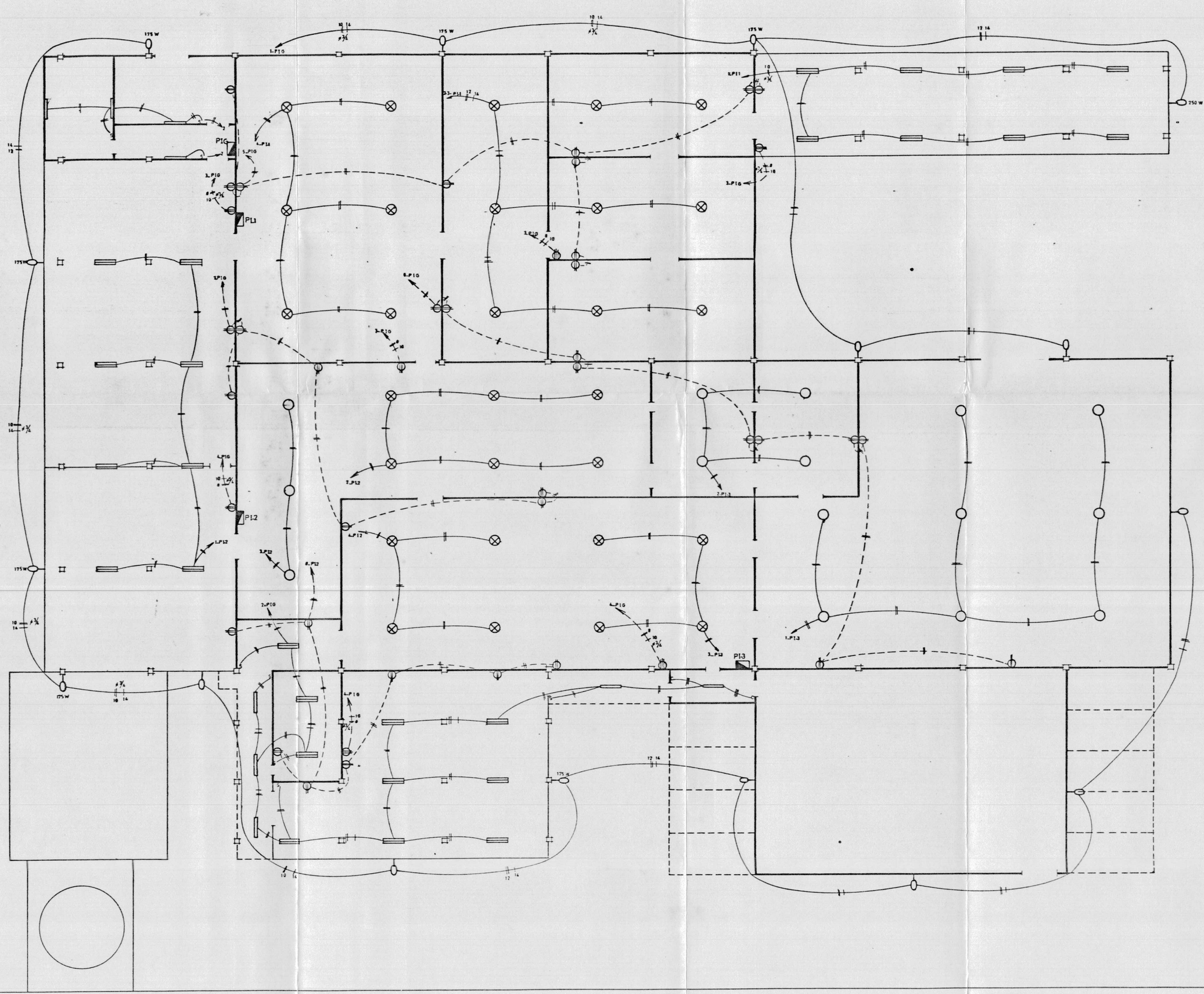
	Interruptor
G	Generador
	Pararrayos
	Contactor
	Disyuntor termomagnético
	Fusible
	Cortacircuito abierto
	Transformador
	Puesto a tierra

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO DE: JOSE ALFREDO HANZE ABIKARAN

CONTENIDO:
DETALLES DE SUBESTACION, GENERADOR DE EMERGENCIA
TABLERO PRINCIPAL
DIAGRAMA UNIFILAR

FECHA MARZO-1982
Escala: 1:200
PLANO 2.7
E 4/4



PIG

PANEL	Cto	Fase	Ptos.cc	Disy	W	USO
8Cts 3ϕ	1	AB	16	20	3325	Iluminación exterior
	2	C	19	15	1120	Iluminación taller etc.
	3	AB	4	40	7000	Tomas 220V soldadoras
Barras	4	AC	4	40	7000	Tomas 220V soldadoras
200A	5	B	10	20	3500	Tomas 110 V generales
	6	C	10	20	3500	Tomas 110 V generales
Alimenta-	7	B	7	20	3500	Tomas 110V generales
ción	8	C	7	20	3500	Tomas 110V generales
3x3/0N-1/2	9	ABC	—	40	9000	Alimentación PI1
	10	ABC	—	40	9000	Alimentación PI2
	11	ABC	—	40	9000	Alimentación PI3

PI1

4Cts 3ϕ	1	A	8	15	640	Luz recepcion
Barras	2	BC	8	15	1500	Luz, limpieza a descascarilladora
70A.	3	AB	3	15	750	Luz, molino refinador
Alimentac.	4	AC	6	15	1500	Luz, pasteurizadoa
3x8 N-10		BC				Reserva
		ABC				Reserva

PI2

4Cts 3ϕ	1	A	8	15	640	Luz equipos auxiliares
Barras	2	BC	6	15	1500	Luz prensa
70A	3	AB	3	15	750	Luz tanques
Alimentac.	4	BC	4	15	1000	Luz temperadoras
3x8 N-10		ABC				Reserva

PI3

4Cts 3ϕ	1	AB	8	15	1280	Luz bodega
Barras	2	BC	4	15	640	Luz patio
70A	3	CA	4	15	1000	Luz tanel
Alimentac.		ABC				Reserva
3x8 N-10		ABC				Reserva

PLANILLA DE PANELES

SIMBOLOGIA

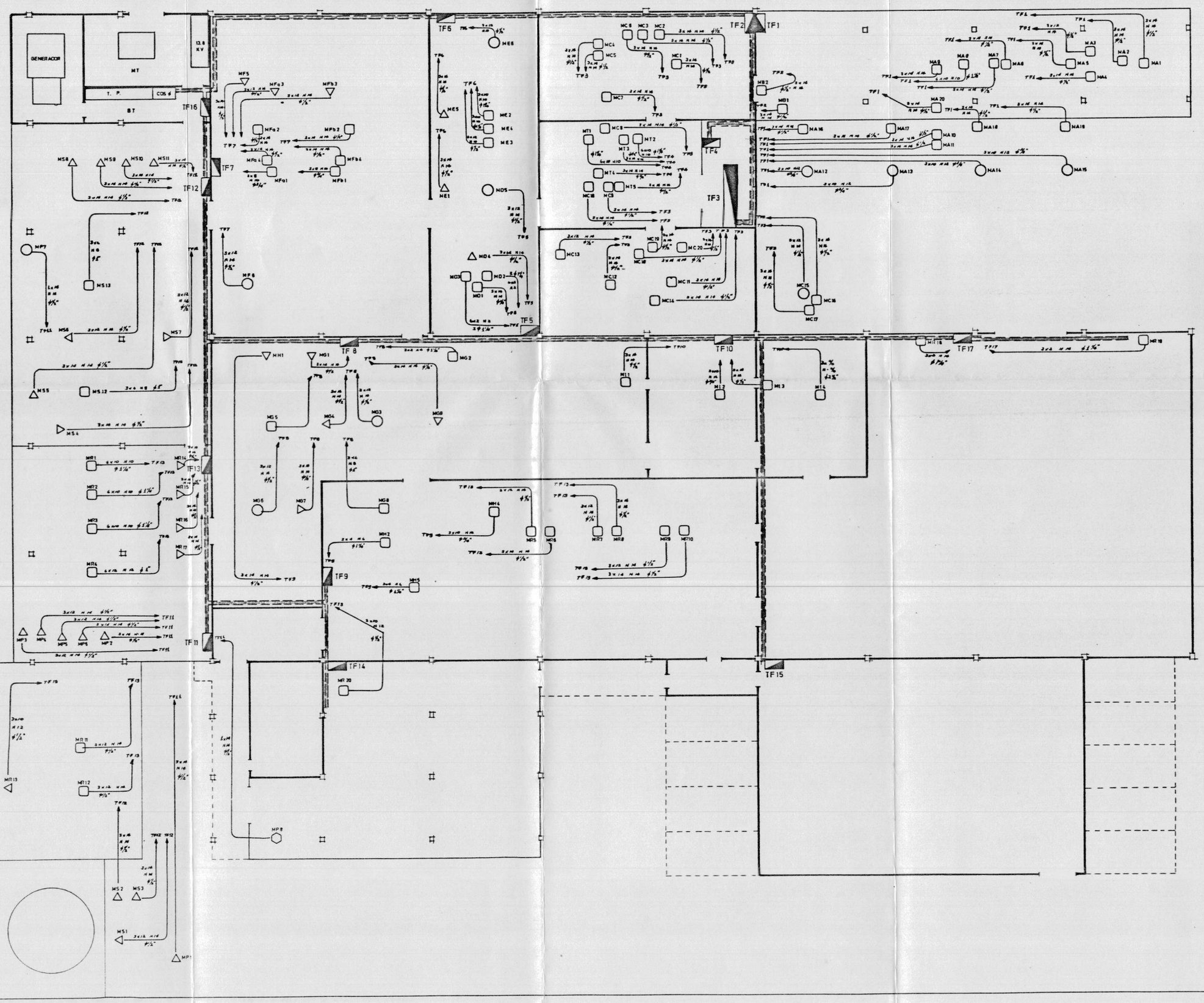
	LUMINARIA DE ILUMINACION EXTERIOR 175W y 250W
⊗	LUMINARIA DE LUZ MIXTA DE 250W
○	LUMINARIA DE LUZ MIXTA DE 160W
▭	LUMINARIAS FLUORESCENTES 2x40W
▭	LUMINARIA FLUORESCENTE 1x40W
	TOMACORRIENTE 220V 40A
	TOMACORRIENTE DOBLE 110V
S	INTERRUPTOR SIMPLE
C	CONMUTADOR 3 VIAS
PI0	PANEL DE ILUMINACION GENERAL
PI1	PANEL DE ILUMINACION #1
	DUCTOS Y CONDUCTORES PARA ILUMINACION, CUANDO NO SE INDICAN CALIBRES SERAN #14 AWG Ø1/2"
	DUCTOS PARA TOMACORRIENTES, CUANDO NO SE INDICAN CALIBRES SERAN #12 AWG Ø 1/2"

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO DE: JOSE ALFREDO HANZE ABIKARAN

CONTENIDO:
PANELES DE ILUMINACION
ILUMINACION Y TOMACORRIENTES DE SERVICIO GENERAL

FECHA: MARZO - 1982
Escala: 1:200
PLANO 2.6
E 3/4



SIMBOLOGIA

□	MOTOR EN UBICACION DE MAQUINA
△	MOTOR DE BOMBA
○	MOTOR EN UBICACION DE TANQUE
⬡	BOMBA A DIESEL
▨	TABLERO DE DISTRIBUCION DE FUERZA
▭▭▭	ELECTROCANAL PORTACABLES
⌐→TF	TUBERIA HASTA ELECTROCANAL O TABLERO

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO DE: JOSE ALFREDO HANZE ABIKARAN

CONTENIDO:
UBICACION DE MOTORES
CIRCUITOS DE MOTORES A TABLERO DE CONTROL Y DISTRIBUCION
UBICACION DE TRANSFORMADOR, TABLEROS DE MEDIA Y BAJA TENSION
GENERADOR DE EMERGENCIA

FECHA: MARZO-1982
Escala: 1:200
PLANO 2.5
E 2/4

POSTE

ACOMETIDA AEREA 13.800 V ø 7ACSR

ACOMETIDA AISLADA 15KV ø 2AWG Cu

POSTE

POSTE

LINEA EMPRESA DE ENERGIA SUMINISTRADORA

GENERADOR

150 KW

600 KVA 3 ø 220/127

TRANSFORM.

13.800 V

13.8 KV

BARRA Cu 6"x1/2" ó 4" x 1/4"

T. P.

ø 3-Cu-15KV

212 x 250 MCM + N 250 MCM

TF 15

TF 6e

TF 2b

TF 1c

TF 4f

TF 3c

TF 7f

TF 12s

PT-1

TF 5d

TF 8g

TF 10 i

TF 17

TF 13r

PT-2

TF 9h

TF 11p

TF 14

PT-3

TF 16

TF 15

SIMBOLOGIA

	TABLERO DE DISTRIBUCION
	ELECTROCANAL PORTACABLES
	POSTE DE LA EMPRESA ELECTRICA
	CORTACIRCUITO ABIERTO
	PARARRAYO VALVULAR

POSTE

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO DE: JOSE ALFREDO HANZE ABIKARAN

CONTENIDO:

UBICACION DE TABLEROS DE DISTRIBUCION Y CONTROL

ALIMENTADORAS

TRANSPORTE DE ALIMENTADORAS

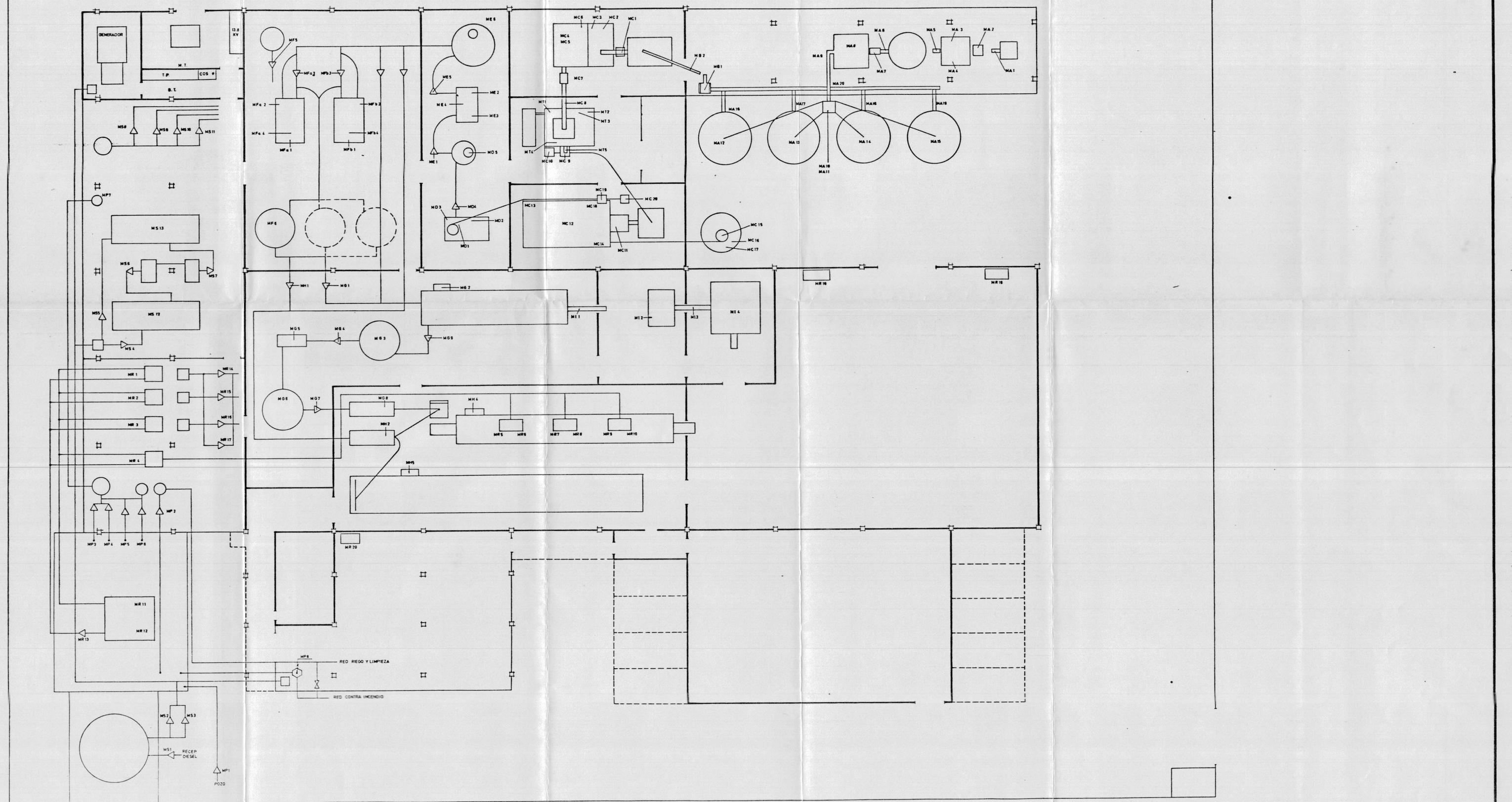
UBICACION DE SUBESTACION Y GENERADOR

FECHA: MARZO - 1982

Escala: 1:200

PLANO 2.4

E 1/4



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO DE: JOSE ALFREDO HANZE ABIKARAN

CONTENIDO:

IMPLANTACION MECANICA DE EQUIPOS

TRANSPORTE DE PRODUCTO

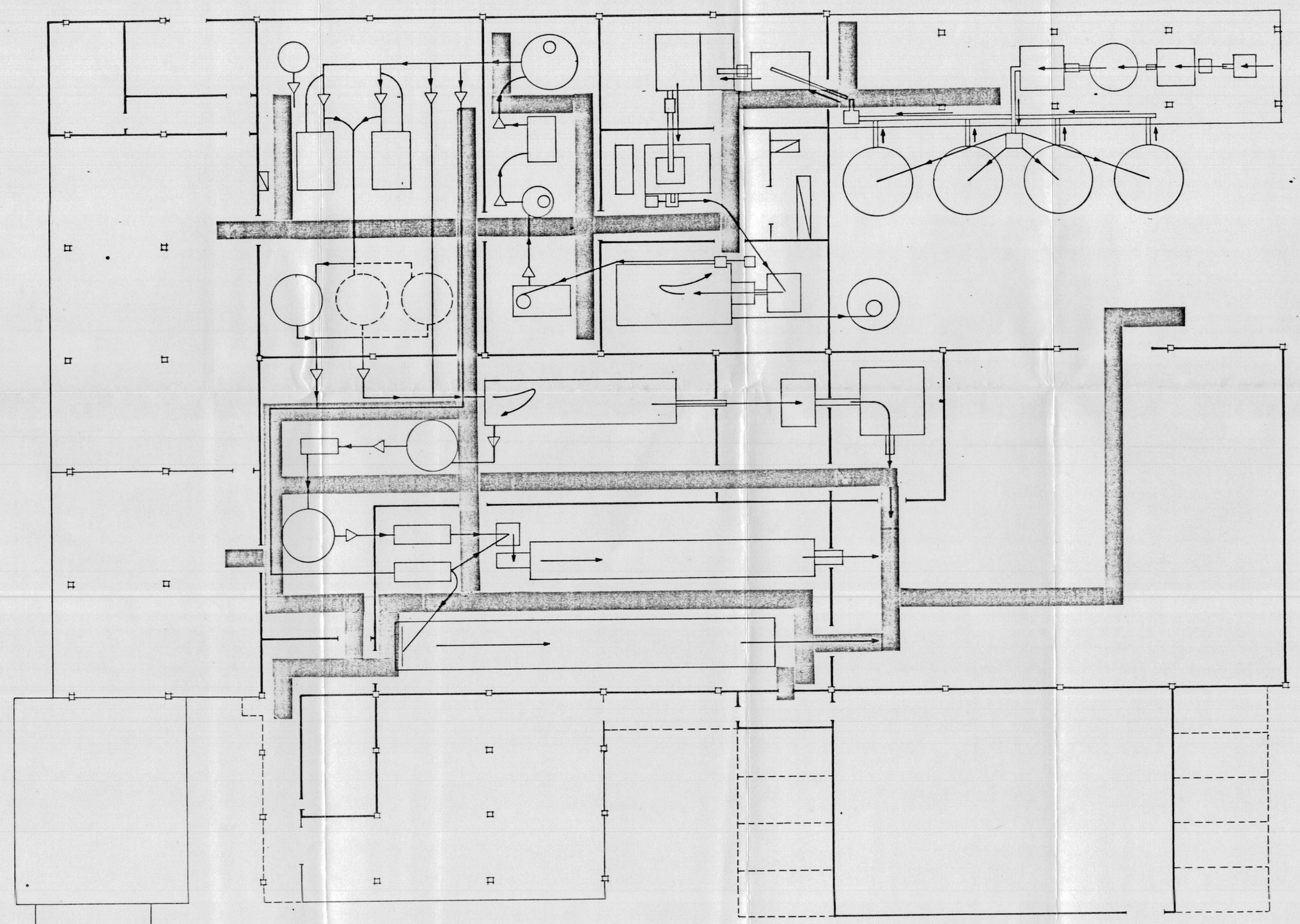
UBICACION DE MOTORES

FECHA: MARZO - 1982

Escala: 1:200

PLANO 2.3

M I/n



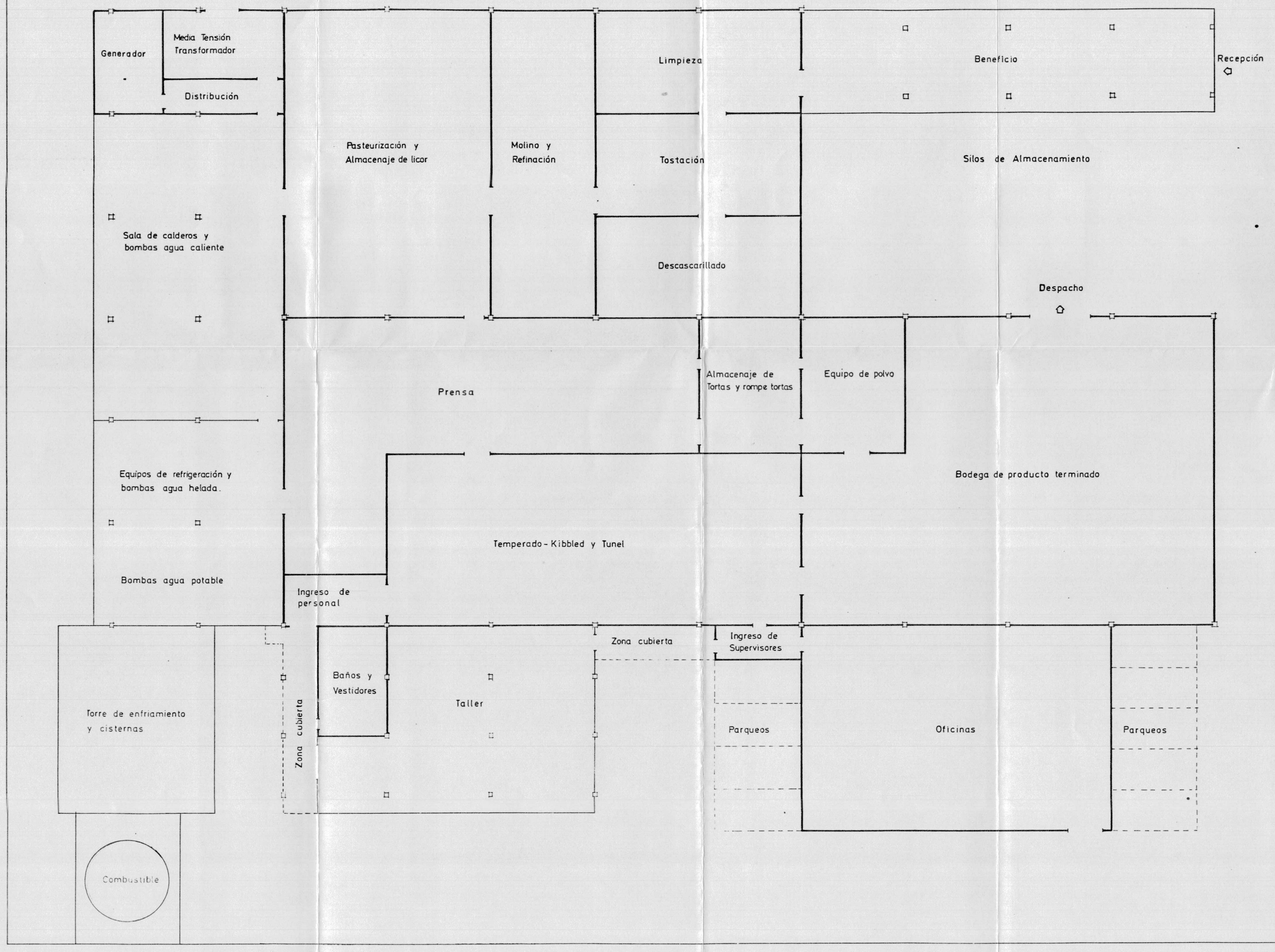
SIMBOLOGIA	
⟶	FLUJO EN PROCESO DE ELABORACION
▭	CIRCULACION DEL PERSONAL

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO DE: JOSE ALFREDO HANZE ABIKARAN

CONTENIDO:
PRODUCCION
UBICACION DE EQUIPOS
FLUJO DE PRODUCTO
AREAS DE CIRCULACION

FECHA: MARZO-1982
Escala: 1:200
PLANO 2.2
P I/n



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO DE: JOSE ALFREDO HANZE ABIKARAN

CONTENIDO:
ARQUITECTONICO DE PLANTA
ASIGNACION DE AREAS

FECHA: MARZO-1982

Escala: 1:200

PLANO 2.1

C 1/n

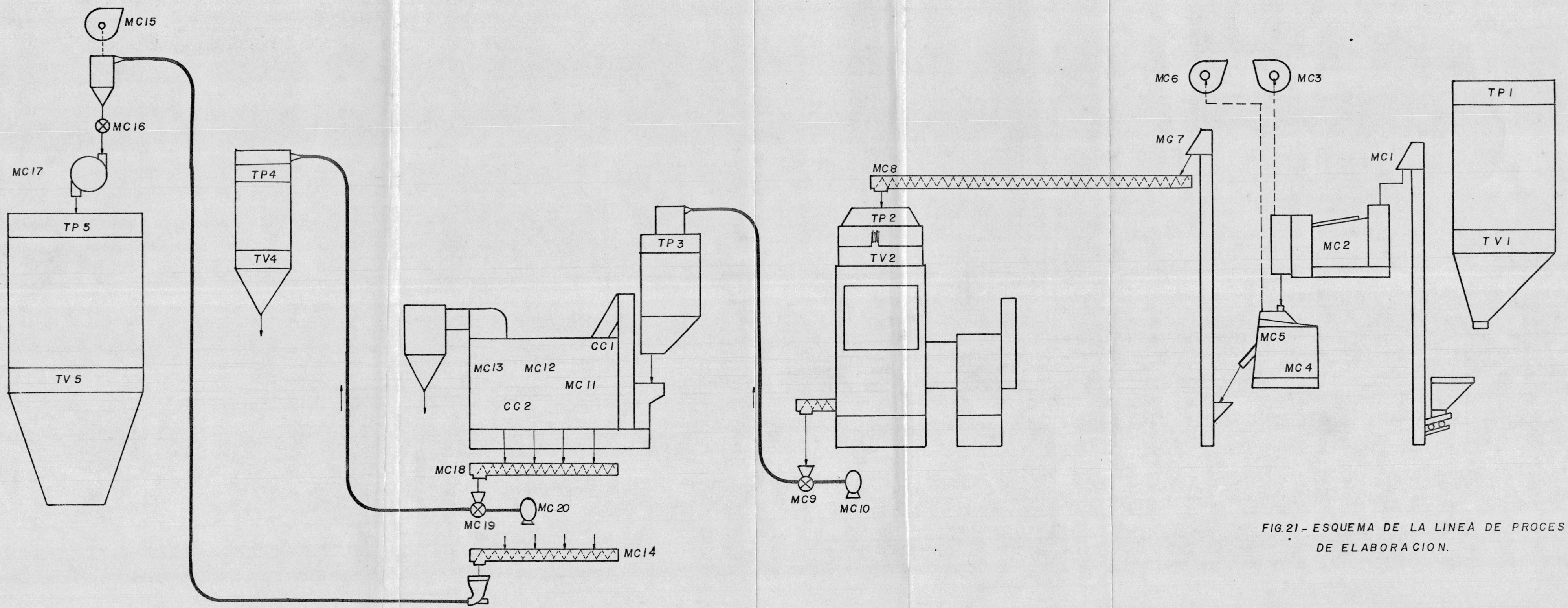


FIG. 21.- ESQUEMA DE LA LINEA DE PROCESO DE ELABORACION.

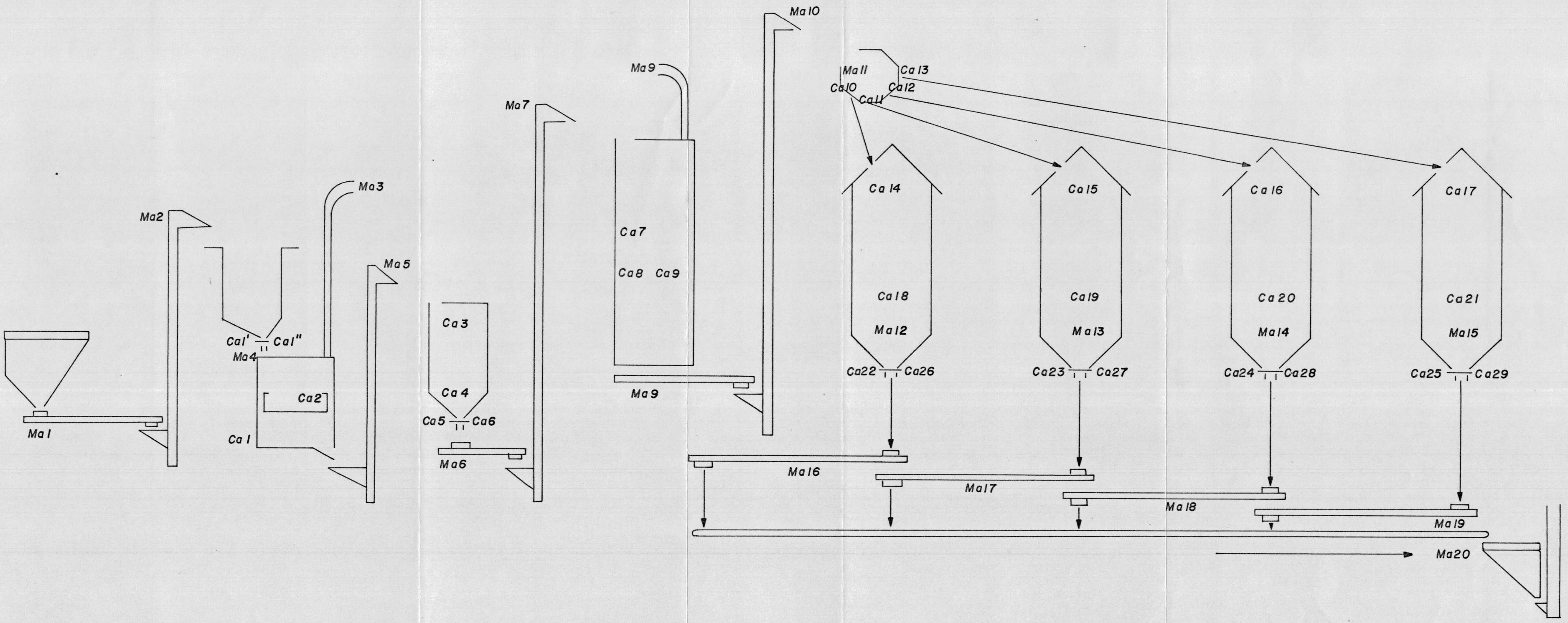


FIG.19- FLUJO DE PROCESO DE LA ZONA DE RECEPCION, BENEFICIO Y ALMACENAMIENTO DE CACAO

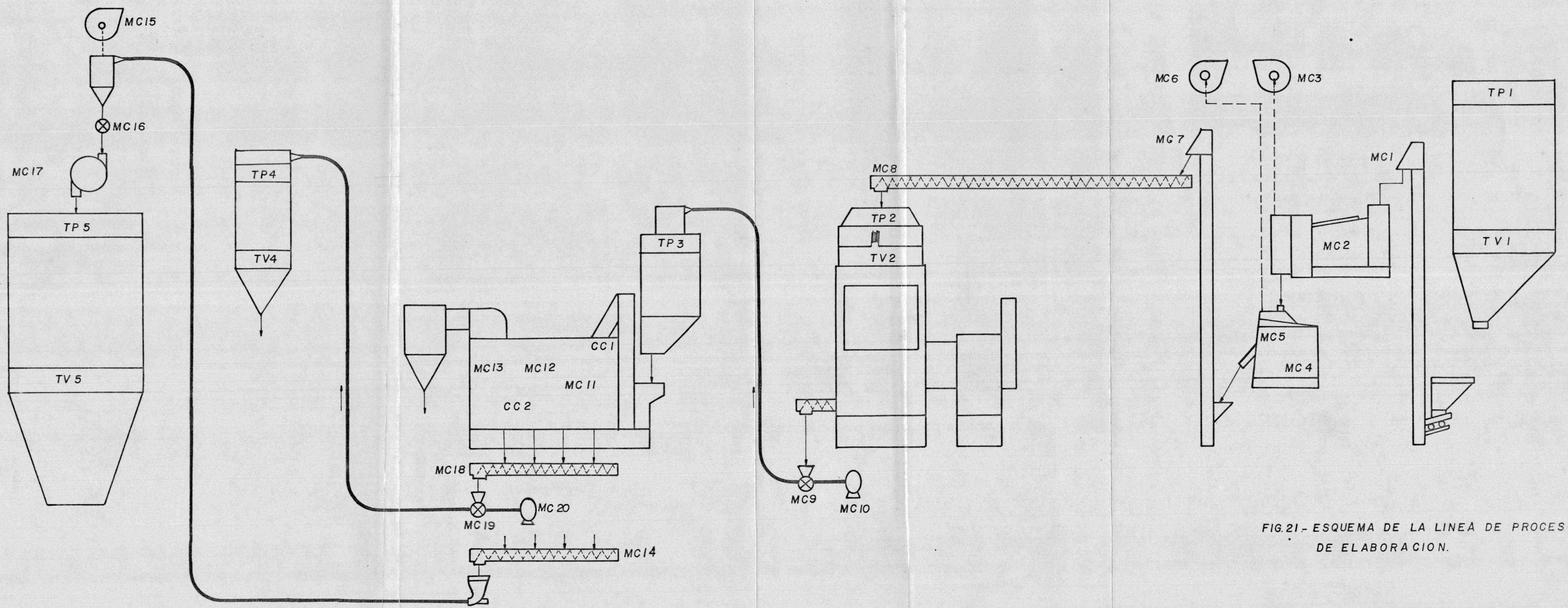


FIG. 21.- ESQUEMA DE LA LINEA DE PROCESO DE ELABORACION.