

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores "GUAUTITLAN"



**Un Enfoque de la Ingeniería Industrial Aplicada
a la Distribución de Equipo de una
Planta Termoelectrica.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N**

**CARLOS SOTELO LUVIANO
CARLOS PACHECO SAENZ**

Director de Tesis: EDUARDO SALAS CORDOVA



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION GENERAL DE UNA PLANTA TERMoeLECTRICA	8
2.1 SISTEMA DE VAPORIZACION Y SOBRECAlENTAMIENTO	9
2.2 SISTEMA DE VAPOR PRINCIPAL	13
2.3 SISTEMA DE AGUA DE CIRCULACION	15
2.4 SISTEMA DE CONDENSADO	19
2.5 SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION	28
3. TECNICAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL PARA LA LOCALIZACION DE EQUIPO.	
3.1 GENERALIDADES	31
3.2 PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA	36
3.3 DISTRIBUCION DE PLANTA: TIPOS USADOS EN PRODUCCION	39
3.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA	50
3.5 PLANEACION DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA, EVALUACION Y SELECCION.	68
4. APLICACION DE LAS TECNICAS A UNO DE LOS SISTEMAS.	82
4.1 DIAGRAMA SIMPLIFICADO	83
4.2 EQUIPO PRINCIPAL	83
4.3 DIAGRAMA COMPLETO	97
4.4 DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO	98
4.5 MANIOBRAS DE PUESTA EN SERVICIO	102
4.6 MANIOBRAS DE PARO	104
4.7 CUIDADOS DURANTE LA OPERACION NORMAL	108
5. BIBLIOGRAFIA	

I.- INTRODUCCION.

En los últimos tiempos el mundo empresarial ha venido asimilando con más plenitud transformaciones y modificaciones derivadas del avance metodológico, con el objetivo siempre de buscar la mayor eficiencia y satisfacción de la clientela y de elemento humano, de tal forma que - al concursar en la praxis de la competencia, éste no debe descansar en ningún momento, sino continuar incesantemente en la lucha para -- lograr las metas ya señaladas, pero ahora ya sin el divorcio entre - lo científico y la solución de los problemas.

Para tal efecto se hacen grandes estudios constante e incansablemente, se busca la perfección en todos sus ámbitos, pero dentro de éste régimen hay aspectos que pasan desapercibidos los cuales en ciertas ocasiones pueden ser parte medular y por lo mismo factores determinantes en el éxito o fracaso de cualquier empresa.

Este trabajo quiere hacer resaltar uno de esos aspectos que profundizándolos, bien valen una especialización, la importancia del mismo -- radica en que la falta de aplicación adecuada de la DISTRIBUCION DE PLANTA, nuestro tema central, influye directamente en las utilidades, capacidad productiva, asignación de recursos humanos y monetarios para la realización de las funciones, por lo tanto es nuestra tesis -- que debe procurarse que ésta técnica no sea aplicada por personal -- improvisado, situación que es común en nuestro medio, por la poca -- importancia que se le ha dado a nuestra área, atreviéndonos a pensar desde aquí, que ésta falta de importancia es causa de un grave desconocimiento de sus beneficios. Vaya pues, éste modesto esfuerzo hacia la tentativa de sistematizar una técnica y tratar de hacer conciencia en quien corresponda para que se capitalice en los objetivos de la empresa las bondades de ésta rica área del conocimiento y además continúe con la investigación y complementación de lo que aquí solo se bosqueja.

FORMACION DE LA UNIDAD QUE POR FUNCION PRINCIPAL TIENE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

Definitivamente ya no es el tiempo de las improvisaciones, al paso del tiempo vemos que esa época se aleja más y que ahora el objetivo se logra tras una acción planificada desde un punto de vista técnico y lo más científicamente posible.

No se debe descuidar el más ínfimo detalle ya que se corre el peligro de ser absorbidos por la competencia, ó sea a falta de ésta, y no obstante el mercado virgen que exista, carezcamos del éxito necesario.

Es indispensable que dentro de la organización interna de la empresa cada quién goce del área adecuada, del medio ambiente propicio y de los estímulos necesarios para desarrollar la diaria actividad con la máxima eficiencia y el mínimo esfuerzo.

¿Cómo podemos satisfacer éstas necesidades?

Indudablemente que con la aplicación de la técnica de distribución de planta, ya que a través de ella esa área adecuada, ese ambiente propicio y esos estímulos necesarios podrán ser determinados y llevados a la práctica, intentando además de lo señalado, utilizar el más amplio criterio y un poder de creatividad que en ocasiones se puede considerar sensibilidad artística, ponderando para ello ante todo lo más práctico y después lo más estético, debiendo siempre ir ligados.

Nace en éstas consideraciones que los elementos humanos que integran la unidad, que por función principal tenga la distribución de planta, denoten ciertas características especiales, que más adelante detallamos.

Antes, veamos a continuación la ubicación de esta unidad en el organigrama, para ir adentrando en ella.

UBICACION DEL TEMA EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO.

1) Génesis de la Función Distribución de Planta.

Aristóteles considera que el hombre es un ser social por naturaleza, concepto este que implica que el ser humano por tener como una necesidad existencial la de relación, se agrupe para formar comunidades, organizaciones, sociedades, etc., pero mucha antes de que el individuo pudiera satisfacer ésta necesidad existencial de relación, tuvo que haber superado el problema mínimo de su ubicuidad, ésto es, que desde el momento en que estuvo consciente tuvo necesidad de conocer respecto a su alrededor la localización de su albergue, de la toma de agua, de la obtención de materias que le permitieran mantenerse y satisfacer con ésto sus necesidades mínimas de sostenimiento. Esta necesidad de orientación ecológica tuvo que haberla satisfecho el -- hombre porque de otro modo no habría alcanzado el sorprendente desarrollo que ha tenido ésta especie; extrapolando el pensamiento un -- poco, podremos afirmar entonces que la función distribución de planta como recurso para el logro de los objetivos con eficiencia constituyó de una manera determinante un factor que completó el desarrollo de mejores y más completos recursos con los que se desarrolló nuestra especie.

Donde, entonces, encontramos planteada de manera sistemática la necesidad de distribución de planta, La técnica de la distribución de -- planta tendremos que circunscribirla a la acción de diseño y distribución de los recursos materiales instalados dentro de un local físico, y ésta técnica se plantea aunque de un modo empírico, como grupos artificiales llamados ORGANIZACIONES.

Fué el francés Henry Fayol quien en su obra Administración Industrial y General enmarca por primera vez un modelo de proceso administrativo

y también los siguientes principios que constituyen la columna vertebral de la técnica de distribución de planta contemporánea, éstos es, el enuncia los siguientes dos principios de donde arranca el conocimiento sistematizado y contemporáneo de la técnica de distribución de planta, y, son los siguientes:

UN LUGAR PARA CADA COSA Y UNA COSA PARA CADA LUGAR.

EL ORDEN PERFECTO ES AQUEL EN EL QUE EL LUGAR CONVIENE A LA PERSONA Y LA PERSONA AL LUGAR.

Estas aportaciones del ingeniero Fayol a principio de nuestro siglo revolucionaron los planteamientos referentes a la trascendencia de esta función, distribución de planta, constituyendo el nuestro un intento por completar la sistematización de éste conocimiento.

- 2) Delimitación del concepto de distribución de planta a través de definiciones.

A continuación analizamos tres conceptos de distribución de planta.

- A) Richard Muther. La distribución de planta implica la ordenación básica de los elementos industriales, esta ordenación ya practi cada o en proyecto incluye tanto los espacios para el movimiento del material, almacenaje, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios como el equipo de trabajo y el personal del taller.
- B) Centro Nacional de Productividad. Es la técnica que estudia la -- ubicación de los medios industriales, es decir, de trabajadores y de equipo. Esta colocación, instalada o en proyecto, incluye los -- espacios necesarios para el movimiento del material y de los almacenes, así como el requerido por el de la mano de obra indirecta y por todas las demás actividades o servicios auxiliares.
- C) Hick y Place. Desde el punto de vista de los sistemas la planta es un método..... un aspecto físico que lo mismo puede ayudar que perjudicar el curso del sistema.

Beneficiando los conceptos antes enunciados tenemos en su conjunto que tocan los siguientes elementos:

- a) Ordenación básica de los elementos industriales.
- b) Ordenación de los elementos industriales de manera proyectada.
- c) Consideración de los espacios necesarios para el flujo de material y/o personal.
- d) Técnica que estudia la ubicación de los trabajadores y del equipo.

- e) Desde el punto de vista de los sistemas de planta es un método.

A la luz de éstos elementos vamos a intentar, aunque la delimitemos, dar una definición de lo que es la función Distribución de Planta.

ES LA TECNICA QUE CONSIDERANDO A LA ADMINISTRACION POR SISTEMAS Y OBJETIVOS, TRATA DE CONCILIAR GENERICOS DE LA EMPRESA REPRESENTADOS EN LAS FUNCIONES CIRCUNSCRITAS EN UN "X" LOCAL, CON LA SATISFACCION DE LAS NECESIDADES MINIMAS DEL PERSONAL (MEDIO-AMBIENTE FISICO, MEDIO AMBIENTE PSICO-SOCIAL Y MEDIO-AMBIENTE ADMINISTRATIVO), QUE LABORA EN ESTE LOCAL, MEDIANTE LA ORDENACION BASICA, COMPLETA Y PROYECTADA DE: FLUJO DE INFORMACION; PERSONAS Y MATERIALES Y LA UBICACION ADECUADA DE LOS MISMOS, COADYUVANDO LA DISTRIBUCION DE PLANTA AL LOGRO DE TODAS LAS FUNCIONES QUE SE REALIZAN EN EL "X" LOCAL PARA LA PLENA CONSECUION DE LOS OBJETIVOS, PARA LO CUAL FUE PREVISTO DICHO LOCAL Y/O ORGANIZACION.

- 3) Generalidades contemporáneas de la función distribución de planta.

La técnica de la distribución de planta se ubica dentro del proceso administrativo en la función integración y dentro de ésta en la función de Administración de Recursos Materiales.

Hemos dicho que para entender a cualquier organización es necesario que realicemos su análisis desde varios enfoques, pues bien, beneficiando estos antecedentes diremos que el enfoque psico-social nos permite detectar y superar la resistencia al cambio en determinados grupos y, por otra parte, al distribuir una planta estar conscientes de la función que desarrolla cada una de las unidades administrativas dentro de los sistemas operativos que se dan en el local donde se va a llevar a cabo la distribución de Planta con el objeto de ponderar la ubicación del elemento --

humano y del equipo de éstas unidades. Son éstas, entre otras cosas, casi infinitas las generalidades que debemos tener presentes hoy día para proyectar eficientemente una distribución de planta.

2.- DESCRIPCION GENERAL DE UNA PLANTA TERMoeLECTRICA.

En una central termoeléctrica se tienen tres transformaciones de energía. La primera consiste en transformar la energía química almacenada en el combustible en energía térmica, para producir vapor en la caldera, la segunda - en convertir la energía térmica del vapor en energía mecánica, por medio de la turbina y la tercera consiste en transformar ésta energía mecánica en energía eléctrica - por medio del generador, de tal manera que la energía -- así obtenida se puede transportar o transmitir a grandes distancias para ser aprovechada en los centros de consumo.

2.1 SISTEMA DE VAPORIZACION Y SOBRECALENTAMIENTO

El agua de alimentación llega al calentador de alta presión No.7 al cabezal de entrada del economizador y al pasar por los elementos de éste, aumenta su temperatura al aprovechar el calor de los gases de salida del generador de vapor. Todos los elementos del economizador descargan a un cabezal de salida de donde el agua es conducida al domo superior del generador de vapor, entrando por la parte inferior. El domo cuenta con 4 válvulas de seguridad y con los dispositivos necesarios de supervisión del nivel de agua. Ver - fig. No. 2.1.1 y 2.1.2.

Del domo superior y por la parte inferior del mismo, se tienen los tubos bajantes (cuatro) o down comers, que se unen en un cabezal de donde está tomada la succión de las bombas de circulación controlada del generador de vapor, estas bombas, en número de dos, son las que ayudan a que la circulación del agua a través del generador sea más efectiva y por tanto optimizan la transferencia de calor, siendo su característica principal el motor eléctrico, el cual está ahogado en agua.

La descarga de las bombas de circulación controlada es doble y va al domo inferior donde es repartida a las tuberías de las cuatro paredes del generador de vapor. Estas tuberías son de vaporización y descargan en cabezales superiores y de ahí el flujo se dirige al domo superior del generador.

La mezcla agua-vapor, después de pasar por los separadores ciclónicos y mecánicos de vapor, sale del domo superior por varias tuberías, las cuales se unen en un cabezal de entrada de la sección de sobrecalentamiento.

El sobrecalentamiento se efectúa en tres etapas siendo éstas: sobrecalentamiento de baja temperatura, sobrecalentamiento de temperatura intermedia y sobrecalentamiento de alta temperatura, contando con atemperadores que ayudan para el control de la temperatura de vapor dispuestos a la entrada de la última etapa de sobrecalentamiento. El agua necesaria para la atemperación es obtenida de la descarga de las bombas de alimentación.

Existen además cuatro salidas secundarias libres de vapor del domo que van a descargar al cabezal de entrada del sobrecalentador de baja temperatura.

A la salida del sobrecalentador de alta temperatura, el vapor debe reunir las características necesarias de presión y temperatura para ser conducido hacia la turbina, 169 kg/cm^2 y 538°C (2400 lb/pg^2 y 1000°F).

La salida de la última etapa de sobrecalentamiento se efectúa por medio de dos tuberías de 14 pulgadas colocadas a cada lado del generador de vapor, teniendo cada línea una válvula de seguridad y una de ellas además, una válvula de seguridad electromagnética.

Del cabezal de entrada del sobrecalentador de alta temperatura y después de la atemperación, está la salida de vapor auxiliar.

Todas las etapas de sobrecalentamiento cuentan con sus respectivas válvulas de purga y venteos que descargan al tanque de purgas.

Después de haber trabajado el vapor en la turbina (primer paso y turbina de alta presión), retorna al generador de vapor recalentado frío por medio de dos líneas de 20 pulgadas, las cuales se unen en un cabezal a la entrada del recalentador, teniendo atemperación por medio de agua tomada de un paso intermedio de la bomba de alimentación y cada línea dos válvulas de seguridad. En el recalentador, la temperatura del vapor es elevada a 538°C (1000°F).

Efectuando el recalentamiento, todos los elementos del recalentador descargan en un cabezal de salida el cual tiene dos líneas de 20 pulgadas para conducir el vapor recalentado caliente hacia la turbina de presión intermedia No.1. Cada línea cuenta con una válvula de seguridad.

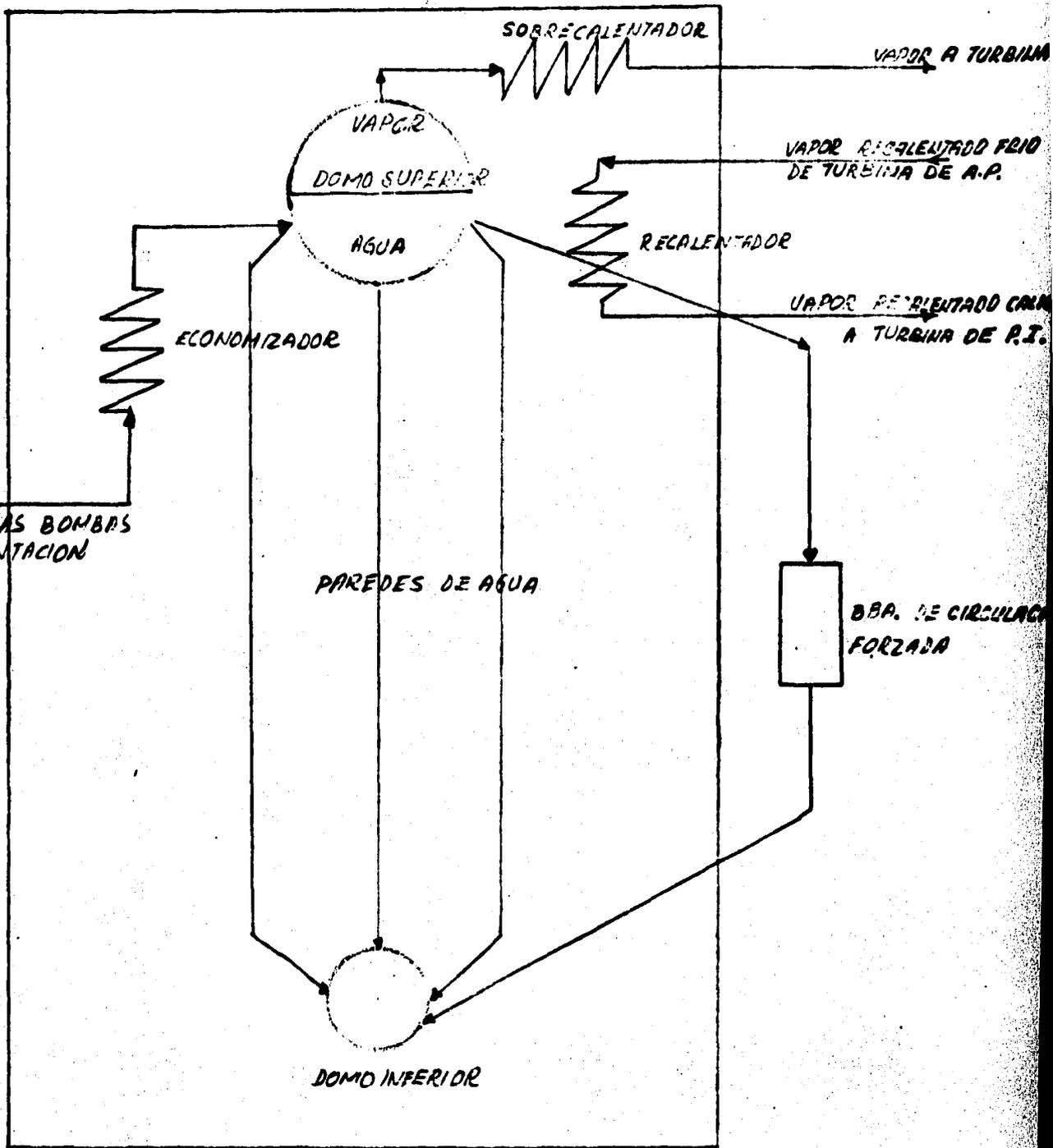


DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL GENERADOR DE VAPOR.

Fig. No. 2.11

DIAGRAMA ESQUEMATICO
DEL SISTEMA DE VAPORIZACION
Y SOBRECALENTAMIENTO.

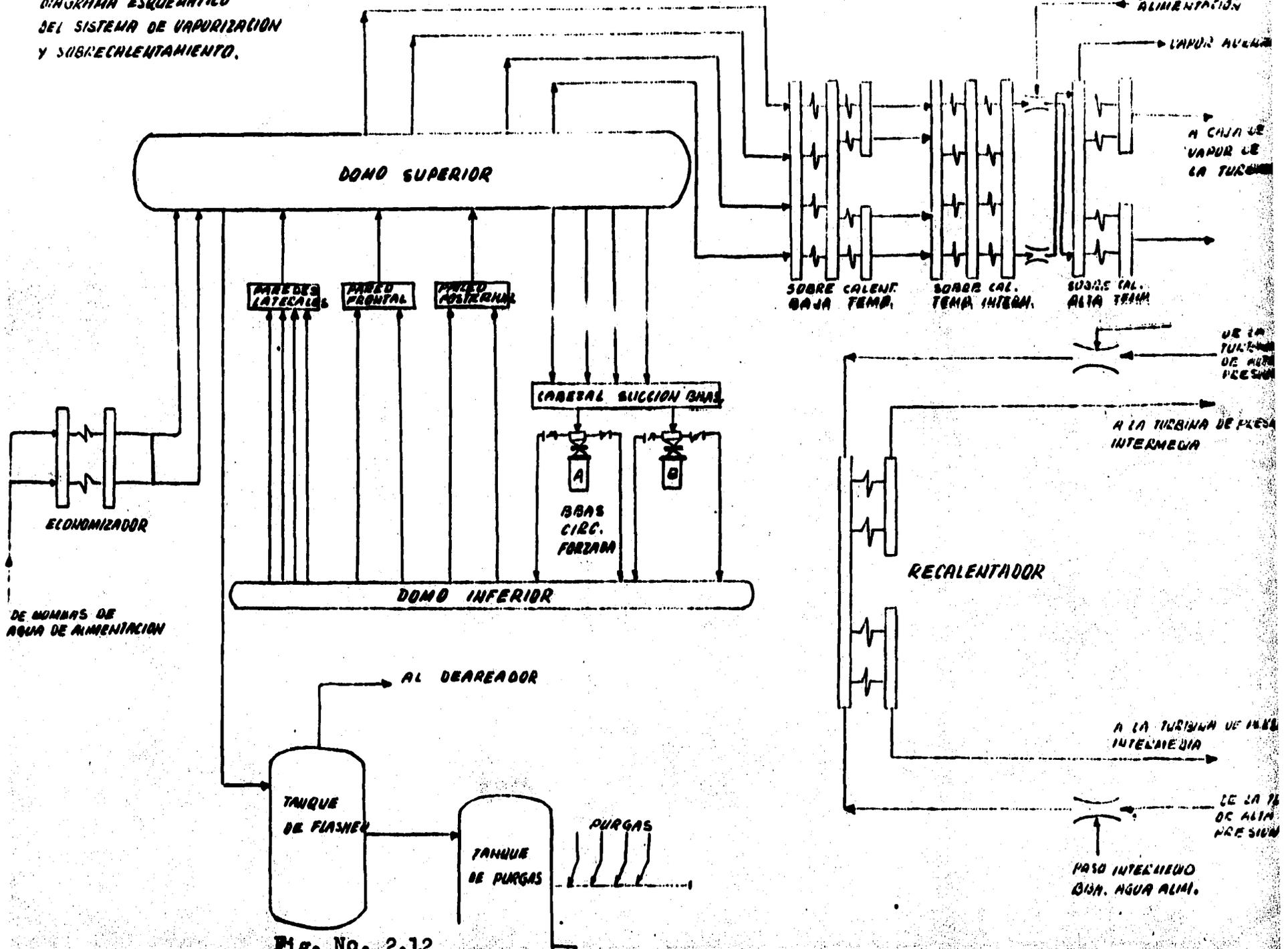


Fig. No. 2.12

2.2 SISTEMA DE VAPOR PRINCIPAL

El vapor llega del generador de vapor, después de haber pasado por etapas de sobrecalentamiento al grupo turbina con una presión de 169 Kg/cm² y -- 538°C (2400 lb/pg², 1000°F respectivamente), por medio de dos tuberías de 14 pulgadas, las cuales tienen una línea igualadora. Estas líneas que -- conducen el vapor llegan a ambos lados de la turbina a las cajas de vapor en donde pasa por la válvula de estrangulamiento para continuar a las vál-
vulas reguladoras, en donde salen cuatro líneas de cada caja de vapor ha-
cia el bloque de toberas distribuidoras. La expansión del vapor se ini-
cia en éste punto y a continuación pasa al primer paso que es un salto de
velocidad o Curtis, y es la única etapa de acción de todo el grupo turbi-
na, ya que las demás etapas son de reacción. Ver fig. No. 2.21

Después del primer paso, el vapor va a la turbina de reacción de alta presión y el vapor que descarga ésta turbina, es conducido por me-
dio de dos tuberías de 20 pulgadas al generador de vapor para pasar por el
recalentador, donde su temperatura es llevada nuevamente a 538°C (1000°F)

El vapor que va a recalentarse es denominado "vapor recalentado frío", y -
parte de él se utiliza en el calentador No.7 para el calentamiento del -
agua de alimentación. El diámetro de la tubería que conduce este vapor al
calentador es de 8 pulgadas.

Después de pasar por la etapa de recalentamiento, el vapor regresa al grupo
turbina, como "vapor recalentado caliente" por medio de dos tuberías de 20
pulgadas teniendo una línea igualadora de presión de 18 pulgadas y entrando
a la turbina de presión intermedia No.1 después de pasar por las válvulas -
interceptoras.

El vapor descargado por ésta turbina, es llevado a la turbina de presión in-
termedia No.2, utilizando para tal, el espacio comprendido entre carcazas,
ya que el grupo turbina es de doble carcasa. Antes de entrar a la turbina -
de presión intermedia No.2, se tiene una salida de vapor, una línea de 10 -
pulgadas que va a alimentar al calentador No.6 de agua de alimentación.

Después de pasar por la turbina de presión intermedia No.2, el vapor descar-
gado es conducido por medio de dos tuberías (cross overs) a la turbina de -
baja presión. Parte de éste vapor descargado, es conducido por medio de una
línea de 16 pulgadas a alimentar al calentador No.5 o desareador.

La turbina de baja presión es del tipo de doble flujo, con la entrada de va-
por en la entrada central y fluyendo hacia el escape abierto en cada extre-
mo y de ahí al condensador.

A diferente paso de la turbina están implementadas las extracciones que ali-
mentan a los calentadores No.4 y No.3, con diámetros en las líneas de 16 --
pulgadas y 18 pulgadas respectivamente, y a los calentadores No.2 y No.1 los
cuales tiene alimentación doble, simétrica y se hallan colocados en el cue-
llo del condensador.

La turbina de baja presión tiene un dispositivo atemperador del vapor de es-
cape, el cual es alimentado por la bomba de condensado y el cual sirve para
evitar altas temperaturas en la carcasa, las que pueden presentarse a bajas
cargas.

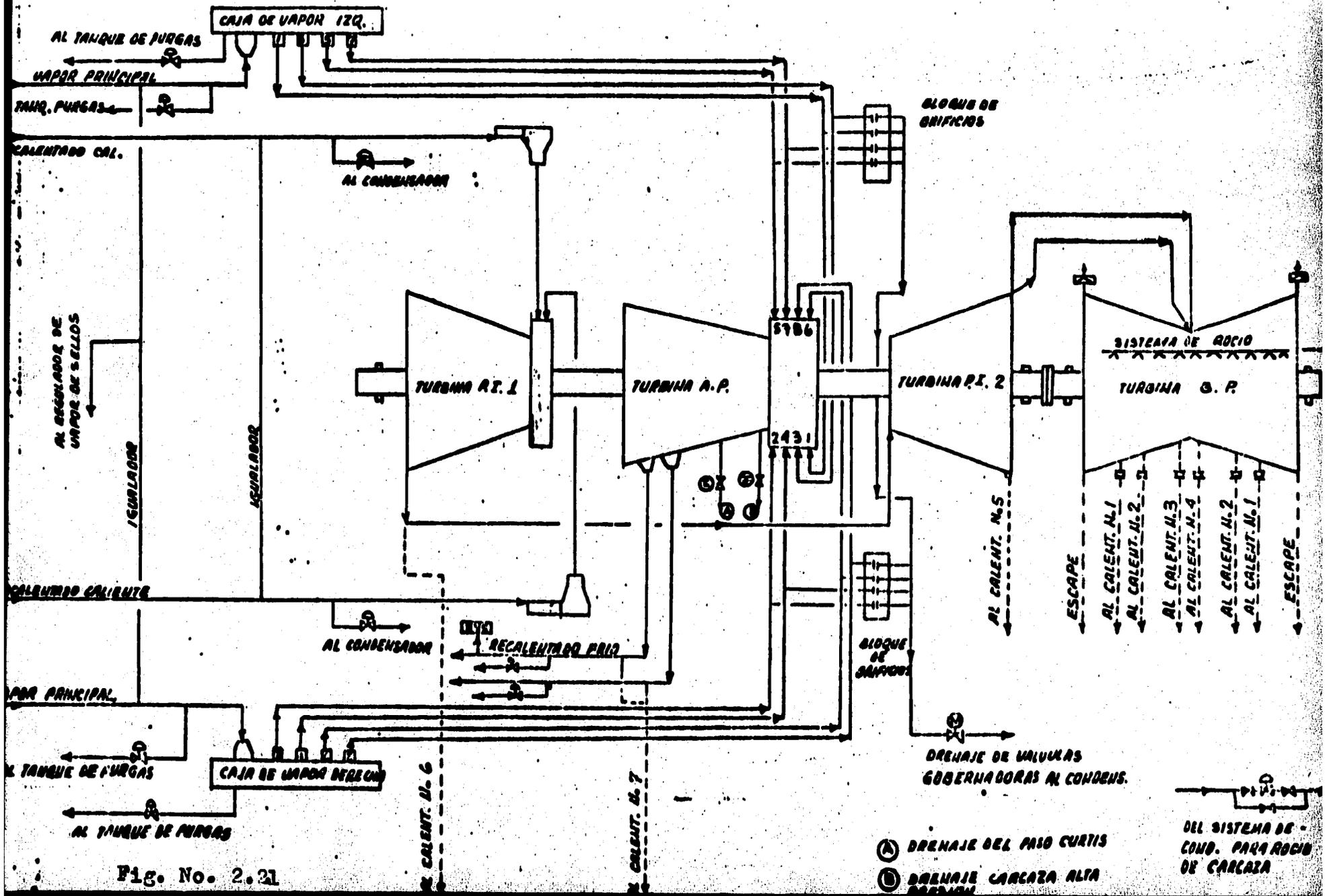


Fig. No. 2.21

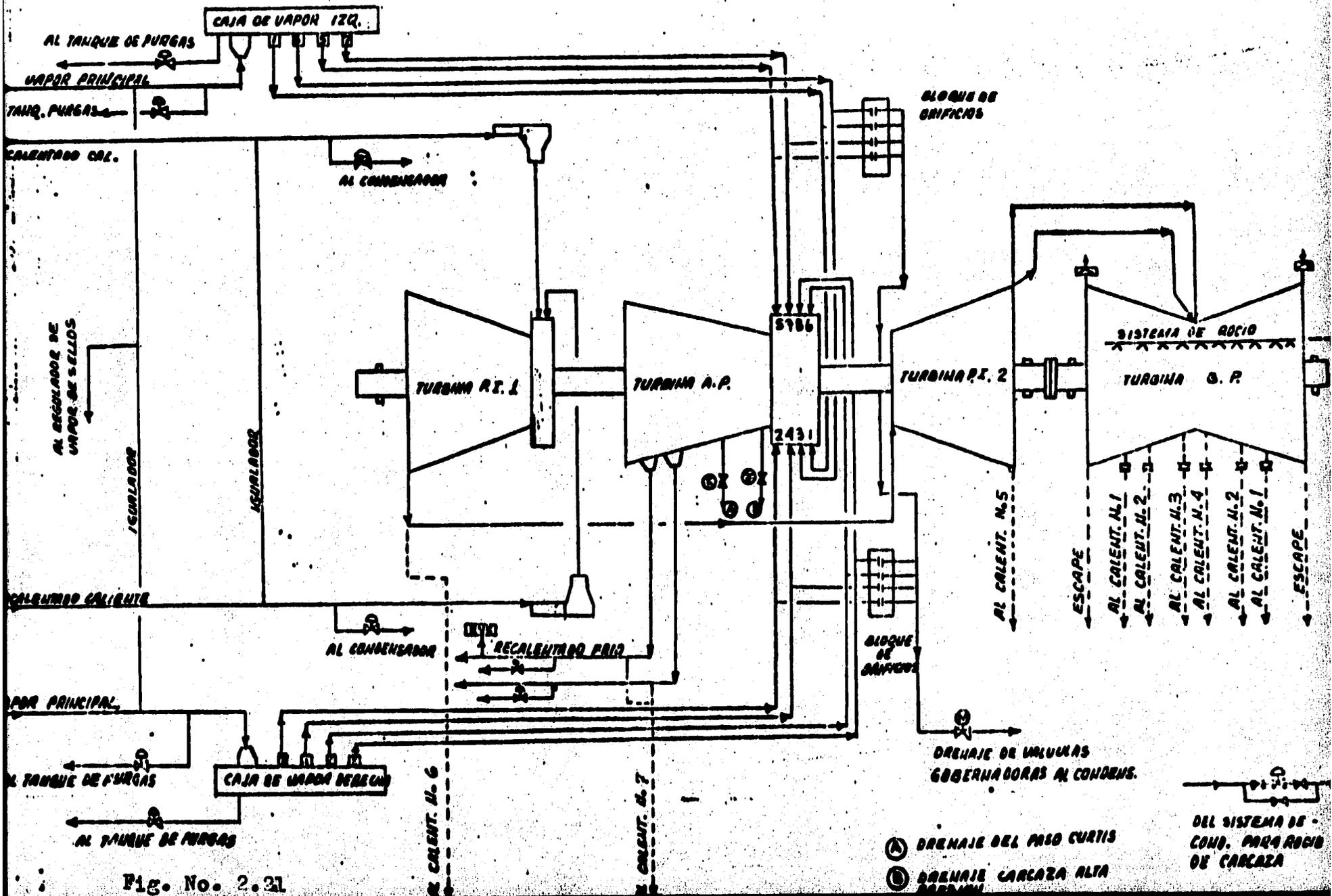


Fig. No. 2.31

- Ⓐ DRENAJE DEL PASO CURTIS
- Ⓑ DRENAJE CARCAZA ALTA
- DEL SISTEMA DE COND. PARA ROCIO DE CARCAZA

2.3 SISTEMAS DE AGUA DE CIRCULACION.

El objetivo principal de éste sistema es el de proporcionar el agua en cantidad suficiente al condensador para efectuar la condensación del vapor que escapa de la Turbina de baja presión al condensador. Ver fig. No. 2.31

En éste sistema el agua utilizada puede ser de cualquier fuente ya mencionada ó sea (agua de mar, agua de río, agua de laguna, agua de pozo o aguas negras).

Cuando utilizamos el agua de mar ó laguna en éste sistema su recorrido es el siguiente:

El agua utilizada llega a un lugar denominado "OBRA DE TOMA" en donde pasa a través de dispositivos especiales y en los cuales también recibe tratamiento siendo los dispositivos tales como: Ver fig. No. 2.32

- a) Compuertas
- b) Rejillas fijas
- c) Mallas giratorias
- d) Cuarto de dosificadores de cloro, hipoclorito de sodio,
- e) Bombas de obra de toma
- f) Tanques de almacenamiento de agua
- g) Bombas de agua de circulación
- h) Torres de enfriamiento

En algunas centrales los condensadores principales son de:

- a) Un sólo paso y dos secciones o de una sección.
- b) Dos pasos y dos secciones ó una sección

Estos condensadores están arreglados en tal forma que si se pueden efectuar diferentes maniobras tales como:

- a) Lavado del condensador.
- b) Choque térmico

Cuando las bombas de agua de circulación se encuentran en el lugar obra de toma ó canal, el agua es succionada aquí y llevada hasta el condensador y descargada nuevamente al mar, canal, etc., de acuerdo al arreglo con que cuenta la Central.

En éstos casos el ciclo de agua de enfriamiento o agua de circulación es abierto.

Cuando las bombas de agua de circulación se encuentran en la fosa de la torre de enfriamiento el ciclo es cerrado, porque el agua de circulación es succionada en la fosa de la torre de enfriamiento y es llevada al condensador y descargada nuevamente en la parte superior de la torre de enfriamiento en donde se espase uniformemente a lo largo de la torre cayendo hasta la fosa en forma de gotas continuas.

UBRA DE TOMA

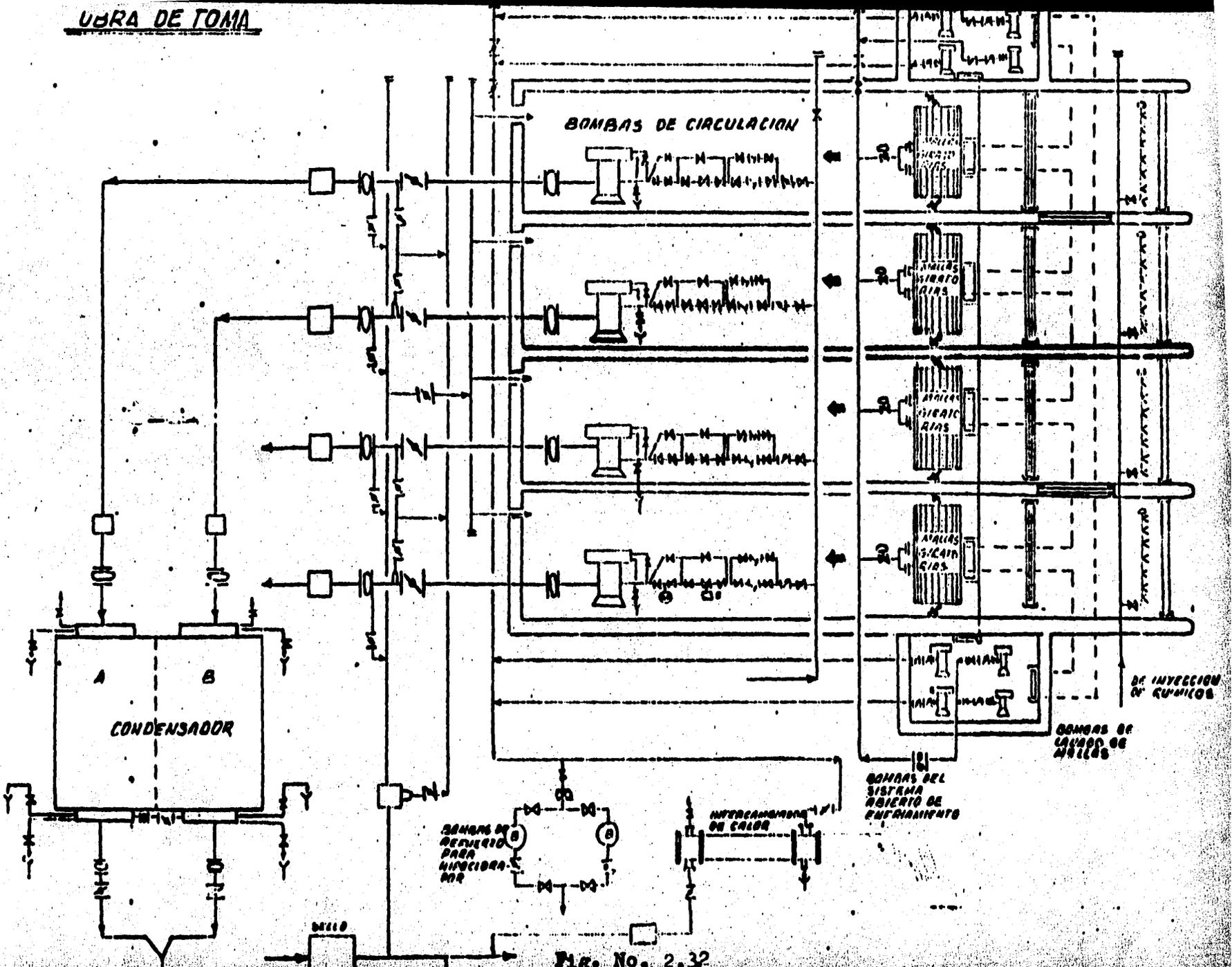


Fig. No. 2,32

2.4 SISTEMA DE CONDENSADO.

El sistema de condensado se origina a partir del pozo caliente, después de que el vapor que escapa de la turbina de baja presión es condensado.

El condensado es tomado del pozo caliente por medio de una tubería que -- tiene por objeto conducir ésta agua a cada una de las fosas de succión de las bombas de condensado conectadas en paralelo, cuyo objetivo es de llevar el agua a cada una de las etapas de calentamiento que forman éste -- sistema, terminando su recorrido en el deareador. Ver fig. No. 2.43.

En la tubería de succión de cada bomba se instalan filtros para evitar -- que sólidos y suciedad sean tomados por las bombas. Las válvulas instaladas antes de los filtros se cerrarán cuando sea necesario limpiarlos o en un programa de mantenimiento de una de las bombas; así mismo, la junta de expansión localizada después del filtro absorberá cualquier dilatación ó movimiento de la tubería, ocasionado por variaciones de temperaturas y flujo en el sistema.

Cada bomba tiene su línea (igualadora de presión al condensador, esto es, -- para mantener siempre inundada la fosa de succión y así operar la bomba -- con buena presión positiva a la succión.

La descarga de las bombas se unen en un cabezal común, de donde parte una tubería hacia una T; uno de los ramales conecta el sistema de condensado al condensador de vapor de sellos y el otro ramal llegará al banco de -- eyectores pasando primero por el intercondensador y después por el post--condensador.

Después de recorrer en forma independiente cada uno de éstos equipos, el sistema se vuelve a juntar en una sola línea, de aquí partirá una derivación hacia la válvula de control de circulación mínima al condensador.

El sistema de condensado entrará primero al calentador No.1 y después al calentador No.2, la salida del calentador No. 2 entrará al No.3 y después al No.4, finalmente la salida de éste calentador comunicará el condensado al deareador.

El sistema de condensado cuenta con arreglos de tubería y válvulas con el objeto de tener las siguientes derivaciones;

- a) El flujo puede salir directo al deareador sin pasar por los calentadores 1,2,3 y 4.
- b) El flujo puede pasar solamente por los calentadores 1 y 2 y después al deareador.
- c) El flujo puede pasar solamente por los calentadores 3 y 4 después al -- deareador.

La utilización de éstos by-pass será de acuerdo a la presencia de muy alto nivel en cualquiera de los calentadores.

De una forma similar a la anterior se tienen válvulas de by-pass para derivar el condensador de vapor de sellos y el banco de eyectores, ésta derivación puede ser en forma independiente a cada uno de éstos equipos ó a los dos al mismo tiempo.

Después de la descarga de las bombas de condensado y antes de llegar al -- banco de eyectores y condensador de vapor de sellos se encuentra una derivación, que se utiliza para proporcionar agua de condensado a algunos auxiliares de la unidad siendo las más importantes:

- 1.- Agua para sellos de las bombas de alimentación.
- 2.- Toberas de rocío en turbina de baja presión.
- 3.- Amperación del vapor para sellos de baja presión.
- 4.- Sello de válvulas sujetas a vacío.
- 5.- Al desobrecalentador de vapor para atomización.
- 6.- Interconexión con otras unidades.

Existe además una línea que de la misma derivación va directamente al generador de vapor, llegando por el cabezal de entrada del economizador, -- ésta línea permitirá efectuar el llenado del Generador de Vapor; como parte de las maniobras previas al encendido.

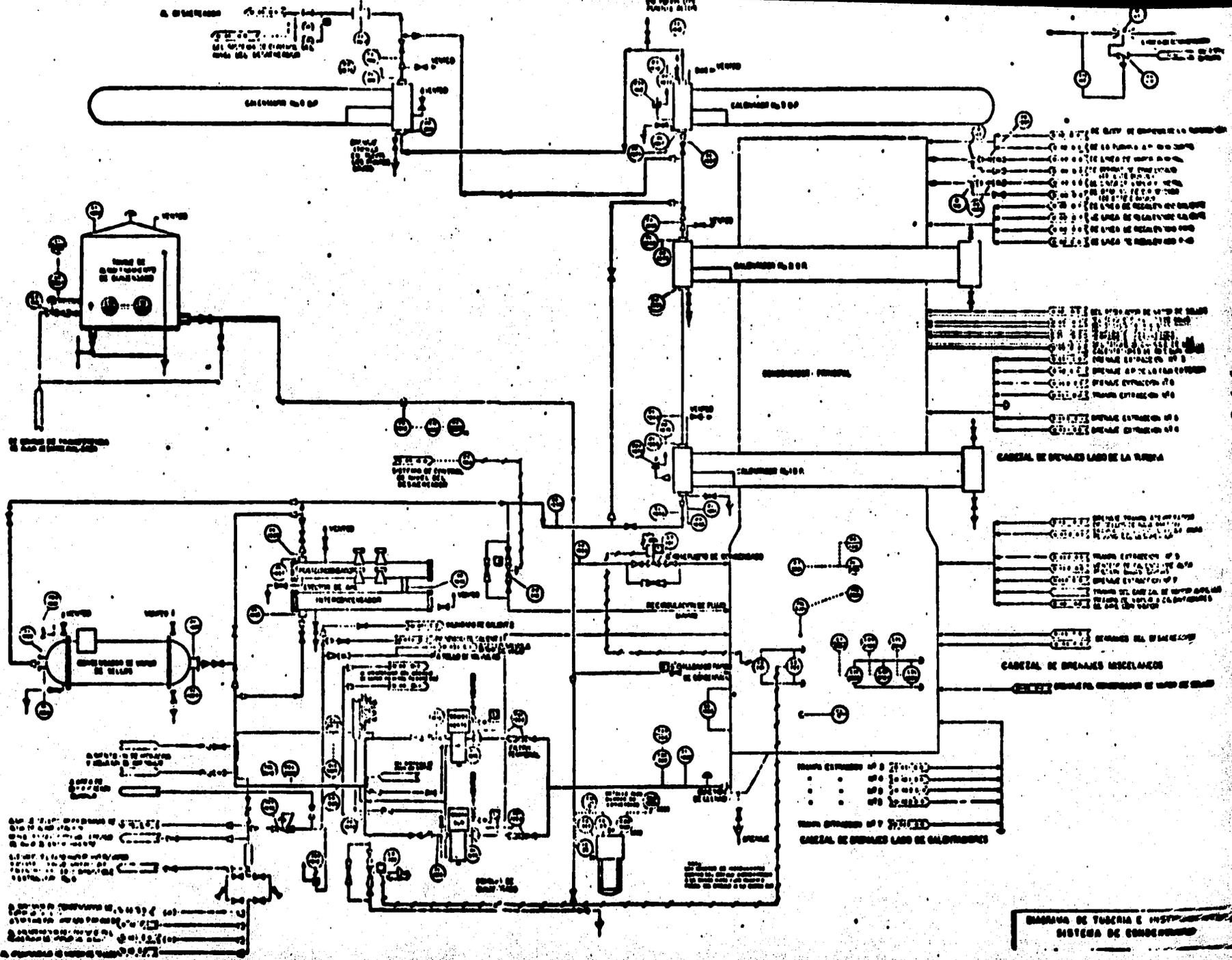


DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
 SISTEMA DE CONDENSACION

Fig. No. 2. A. 1

AGUA Y SU COMPOSICION

El agua como se encuentra en la naturaleza, no es totalmente pura, si así fuera no serian necesarios los análisis de agua ni los tratamientos para acondicionarla a los usos a que se destina. Cualquiera que sea su origen, el agua siempre contiene impurezas en solución o en suspensión. La determinación de estas impurezas constituye el análisis químico de las aguas y el control de ellas, constituye el tratamiento de aguas.

El agua pura es inodora, incolora y sin sabor. Es un compuesto químico expresado por la fórmula H_2O y está formada por 2 volúmenes de Hidrógeno y un volumen de Oxígeno combinados químicamente. Sin embargo, debido a que es un solvente casi universal, prácticamente todas las sustancias son solubles en agua en cierto grado.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

Las fuentes de agua se clasifican en:

- 1.- Aguas de mar
- 2.- Aguas de lluvia
- 3.- Aguas superficiales (de ríos, lagunas, lagos y depósitos improvisados)
- 4.- Aguas subterráneas (de manantiales, pozos poco profundos y pozos profundos)

IMPUREZAS

Las impurezas que pueden estar presentes en el agua, como ya se descubrió, pueden dividirse en sólidos en suspensión, sólidos disueltos y gases disueltos.

Los sólidos en suspensión son los que no se disuelven en el agua y pueden ser eliminados por medio de filtración, por ejemplo arena, arcilla, etc.

Los sólidos disueltos como su nombre indica, son compuestos -- que se encuentran disueltos en el agua y que no pueden separarse por filtración ejemplo: La presencia de dureza o de cloruros en el agua.

Los gases pueden estar disueltos en el agua y se pueden eliminar por ebullición de esta.

Todas estas impurezas del agua natural o cruda son causa de dificultades, de más o menos importancia, por lo que se hace necesario determinar su concentración para posteriormente eliminarlas mediante un tratamiento adecuado.

A continuación se enlistan las impurezas más comunes en las aguas crudas y se mencionan los problemas a que dan origen.

- 1.- **TURBIEDAD.** -- Le imparte apariencia desagradable al agua. Forma depósitos en las líneas, equipos de proceso, calderas, etc. Es causa de interferencias en la mayoría de --

de los procesos.

- 2.- **COLOR.**- Puede causar espuma en las calderas. Estorba a los métodos de precipitación de otros compuestos.
- 3.- **DUREZA.**- Constituida por las sales de calcio y magnesio, es la causa principal de las incrustaciones en equipos - de intercambio de calor, calderas, líneas de alimentación etc.
- 4.- **ALCALINIDAD.**- formada por los bicarbonatos, carbonatos - e hidróxidos, contribuye a la formación de espuma en - - agua de calderas y a los arrastres de sólidos con el vapor. Causa la fragilización del metal. Los bicarbonatos y carbona producen gas carbónico (CO_2) que es una -- fuente de corrosión.
- 5.- **ACIDEZ MINERAL.**- Producida por los ácidos sulfurico, - - clorhídrico y nítrico, es causa de corrosión.
- 6.- **GAS CARBONICO (CO_2).**- Es causa de corrosión en líneas de vapor, y de condensado.
- 7.- **SULFATOS.**- Incrementan el contenido de sólidos disueltos del agua. Combinado con el calcio forma incrustación de sulfato de calcio.
- 8.- **CLORUROS.**- Incrementan el contenido de sólidos disueltos del agua y aumenta su carácter corrosivo.
- 9.- **NITRATOS.**- Incrementan los sólidos disueltos; pero no es de mucha significación.
- 10.- **SILICE.**- Produce incrustaciones en calderas y sistemas de enfriamiento. Produce depósitos en los álabes de las turbinas, por vaporización junto con el vapor de agua.
- 11.- **FIERRO.**- Causa depósitos en líneas de agua y en calderas. Ataca las resinas de intercambio iónico.
- 12.- **MANGANESO.**- Causa depósitos en líneas de agua y en calderas. Ataca las resinas de intercambio iónico.
- 13.- **ACEITE.**- Produce incrustaciones, lodos y espumas en calderas. Impide el intercambio de calor actuando como aislante.
- 14.- **OXIGENO.**- Causa corrosión del metal en calderas, calentadores, líneas de condensado, etc.
- 15.- **ACIDO SULFHIDRICO.**- Produce olor fétido al agua. Causa corrosión.
- 16.- **AMONIACO.**- Causa corrosión de las aleaciones de cobre y - Zinc por formación de complejos solubles.

- 17.- **SOLIDOS DISUELTOS.**- Es la medida de la cantidad total de materia disuelta. Una alta concentración de sólidos disueltos es perjudicial debido a que produce espuma en -- agua de calderas, favoreciendo los arrastres.
- 18.- **SOLIDOS EN SUSPENSION.**- Es la medida de la cantidad total de materia insoluble. Causa obturación de las líneas de agua, depósitos en calderas y equipos de intercambio de calor.
- 19.- **MATERIA ORGANICA.**- Produce corrosión, depósitos y espuma en calderas. Contamina las resinas de intercambio iónico.

DETERMINACIONES QUE DEBEN EFECTUARSE EN AGUAS CRUDAS

De acuerdo con las impurezas contenidas en un agua cruda, es necesario valorar su contenido mediante el análisis químico. Sus principales constituyentes son las materias minerales disueltas, las cuales se clasifican en elementos con carga eléctrica positiva llamados Cationes y elementos con carga eléctrica negativa denominados Aniones.

CATIONES.- Los cationes que comúnmente se encuentran en el agua son el Calcio, Magnesio y el Sodio, los cuales están combinados formando sales con los aniones. Otros cationes que pueden existir en el agua en menor proporción, son el fierro y el manganeso.

ANIONES.- Los aniones comúnmente presentes son los bicarbonatos, carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos y en aguas contaminadas los nitritos.

La sílice es también otro anión que se encuentra siempre en las aguas en forma de silicatos solubles y en ocasiones en estado coloidal.

GASES.- Los gases que encuentran en el agua cruda son el bióxido de carbono, el oxígeno y el nitrógeno. En algunas ocasiones contiene gas sulfhídrico y metano.

CONCENTRACIONES.

En el análisis de un agua es necesario determinar la presencia de estas substancias las que se encuentran extremadamente pequeñas. Es por esta razón que el resultado de un análisis de agua se expresa en partes por millón (p.p.m.) en vez de expresarlo en porcentaje.

Una parte por millón significa una parte de la substancia en un millón de partes de agua, independientemente de la unidad de peso empleada, por ejemplo: 1 gramo en 1 millón de gramos, 1 libra en un millón de libras, etc. Considerando que la densidad del agua es igual a 1 se puede expresar una parte por millón como: un miligramo por litro o como un gramo por metro cúbico.

Debido a que se determinan diversos **constituyentes** en un análisis de agua, varios de éstos se reportan en una unidad común de peso, es decir referido a la unidad de peso de otra **substancia** que es el carbonato de calcio de fórmula química CaCO_3 . Cuando los constituyentes se reportan a esta manera se pueden sumar o restar directamente, sin necesidad de hacer conversiones a las equivalencias. La tendencia actual es sin embargo, expresar los resultados de un análisis en **Equivalentes por Millón** (c.p.m.) que se obtienen dividiendo su **concentración expresada** en p.p.m. entre su peso equivalente (**peso molecular** entre su valencia) o si está expresada su **concentración** en p.p.m. de CaCO_3 , dividiendo esta entre 50 que es el **peso equivalente** del CaCO_3 .

DETERMINACIONES

Para llevar a cabo un análisis de **agua cruda** es necesario efectuar las siguientes determinaciones.

Dureza Total.- Con esta determinación se obtiene el contenido total de Calcio y Magnesio, reportado en partes por millón de Carbonato de Calcio (p.p.m. de CaCO_3).

Dureza de Calcio.- Se obtiene exclusivamente el contenido de Calcio expresándolo en p.p.m. de CaCO_3 . La diferencia de la Dureza Total menos la Dureza del Calcio nos da el contenido de Magnesio como CaCO_3 en p.p.m.

Alcalinidades.- Mediante esta determinación se obtiene el valor de los aniones alcalinos (bicarbonatos y carbonatos), mediante la neutralización total con una solución valorada de ácido (sulfúrico o clorhídrico) aprovechando la propiedad de 2 sustancias indicadoras denominadas Fenolftaleína y Anaranjado de Metilo, de cambiar el color al pasar de un medio alcalino a un medio ácido o viceversa.

Por esta razón estas determinaciones se llaman **Alcalinidad** a la Fenolftaleína y **Alcalinidad** el Anaranjado de Metilo.

Cloruros.- Los aniones que se determinan normalmente en un agua cruda además de los bicarbonatos y carbonatos son los cloruros, los cuales se encuentran combinados en forma de cloruro de sodio, o en forma de cloruros de calcio y magnesio constituyendo en estos últimos casos, junto con los sulfatos, de calcio y de magnesio, la dureza permanente del agua o dureza de no carbonatos.

Sulfatos.- Este anión se encuentra combinado en la misma forma que los cloruros.

Nitratos.- Es un anión que se encuentra generalmente en muy baja concentración en el agua (0 a 5 p.p.m. aproximadamente), y como prácticamente no produce ningún efecto perjudicial, rutinariamente no se determina más que para fines especiales de cálculo.

Sílico.- Esta determinación es muy importante en vista de que este compuesto produce incrustaciones muy duras y adherentes al metal, por efectos de calentamientos.

Gas Carbónico.- El gas carbónico disuelto en el agua también se determina en un análisis rutinario de agua.

Sólidos Totales.- Los sólidos totales del agua se determinan por evaporación. Si previamente se filtra el agua se obtienen únicamente los sólidos disueltos.

Conductividad.- Se hace uso de la propiedad de las sustancias disueltas de conducir la corriente eléctrica para medir su conductividad y relacionarla posteriormente a la cantidad de sólidos disueltos.

pH.- Es una determinación muy importante para precisar el grado de acidez o alcalinidad de un agua. Se expresa en unidades del 0 al 14. Un pH de 7, corresponde a un agua neutra, valores menores de 7 denotan acidez y arriba de 7, indican alcalinidad.

Por definición el pH es el logaritmo negativo de la concentración de iones Hidrógeno en el agua. El producto de la concentración de iones Hidrógeno (H^+) y Oxhidrilos (OH^-) como se disocia el agua, es 1×10^{-14} . Cuando la concentración de iones Hidrógeno cambia, también cambia la concentración de iones OH en proporción y en dirección opuesta, de tal manera que el producto de las dos concentraciones siempre es 1×10^{-14} . El valor del pH es el exponente de la concentración de iones Hidrógeno sin el signo negativo.

Un pH de 6 (ácido) es 10 veces más ácido que el pH 7 (neutro), y la concentración de iones H^+ es de 0.000001 grs. de H^+ por litro, igual a 1×10^{-6} .

Ciertas sales hacen cambiar estas concentraciones, de allí que algunas tengan carácter ácido y otras alcalino.

La expresión de los resultados en un análisis de agua cruda se expone en el ejemplo siguiente. Corresponde al agua de un pozo de la Ciudad de Monterrey.

Turbidez - 0.5 p.p.m.
Sedimento - 0.0 p.p.m.

CATIONES

Calcio-----249 p.p.m.
Magnesio----- 79 p.p.m.
Sodio (calculado)--- 58 p.p.m.
Totales-----377.6 p.p.m.

EXPRESADO COMO

CaCO₃
CaCO₃
CaCO₃
CaCO₃

ANIONES

Bicarbonatos-----234
Carbonatos----- 0
Sulfatos----- 92
Cloruros----- 34
Nitratos----- 0
Totales-----377.6

" "
" "
" SO₄
" Cl
" NO₃
" CaCO₃

DETERMINACIONES

Dureza Total-----319
Dureza de No Carbonatos----- 85
Dureza de Carbonatos-----234
Alcalinidad a la Fenolftaleína-0
Alcalinidad al Anaranjado de
Metilo-----234
Sílice-----12.5
Sólidos Disueltos (calcu-
lados)-----398.4
Conductividad Específica-----643.0
pH----- 7.4

" "
" "
" "
" "
" SiO₂
" CaCO₃
" "
Micromhos "

2.5 SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION

Este sistema se inicia en el deareador, el cual tiene en su parte interior un tanque de oscilación, que tiene la finalidad de mantener en equilibrio los sistemas de condensado y de agua de alimentación. Ver fig. 2.51.

De la parte inferior de éste recipiente, sale una tubería que alimenta al cabezal de succión de las bombas de agua de alimentación.

Estas bombas son tres conectadas en paralelo, estando diseñadas cada una -- para entregar el 50% del flujo necesario en carga máxima.

Una de las bombas se encontrará fuera de servicio, pero disponible para -- sustituir por falta a cualquiera de los que estén en operación.

Cada bomba tiene en su tubería de succión válvula de bloqueo y filtro controlado por un indicador de presión diferencial.

De uno de los pasos intermedios, en el proceso de compresión del fluido se toma una salida de agua, la que nos servirá para alimentar el sistema de control de atemperación del recalentador.

En la tubería de descarga de las bombas se tiene una válvula check de protección a flujos en sentido inverso y posteriormente una válvula motorizada donde su operación estará relacionada eléctricamente con el circuito de arranque del motor.

Antes de las válvulas anteriores, se tiene la salida de la línea de flujo mínimo con retorno al deareador y servirá para operar la bomba en condiciones confiables en el proceso de arranque y aún cuando no se tengan necesidades de flujo de agua de alimentación.

Debido a la alta presión y temperatura que se manejan en el interior de la bomba se hace necesario sellar los extremos para evitar fugas de vapor al exterior; esto se observará en condiciones normales de operación.

Estos sellos trabajan con presión de agua del sistema de condensado; ésta agua posteriormente se recupera en un tanque colector donde después es conducido al condensador por medio del vacío que existe.

Las descargas de las bombas se unen en un cabezal común el cual alimenta la línea principal de agua de alimentación, ésta línea tiene dos ramales, uno de éstos alimentará al sistema de control de atemperación del vapor sobrecalentado y el segundo servirá para proporcionar enfriamiento de emergencia a los motores de las bombas de circulación forzada.

A continuación ésta línea principal llega al sistema de control de agua de alimentación, integrado por una válvula de control de baja carga con su -- by-pass de respaldo y una válvula de control para flujo máximo accionada -- con motor.

El control de flujo de agua de alimentación se efectuará de la siguiente -- manera: del 0 al 30% la válvula de baja carga operará permitiendo solo el -- paso de la cantidad de agua necesaria para mantener el nivel del domo.

Al aumentar el flujo de agua arriba del 30% la válvula motorizada abrirá completamente, efectuando entonces la transferencia de control al variador de velocidad, esto en función de la velocidad aumentará ó disminuirá el -- flujo de agua requerido para mantener constante el nivel del domo.

Después de éste recorrdio la línea principal entra al calentador No.6 y después al No.7 de alta presión; y de aquí alimentará al cabezal de entrada del economizador.

Existen derivaciones o by-pass necesarios para bloquear en forma individual tanto el calentador No. 6 como el calentador No.7.

Así también éstos calentadores se podrán derivar los dos en forma simultánea.

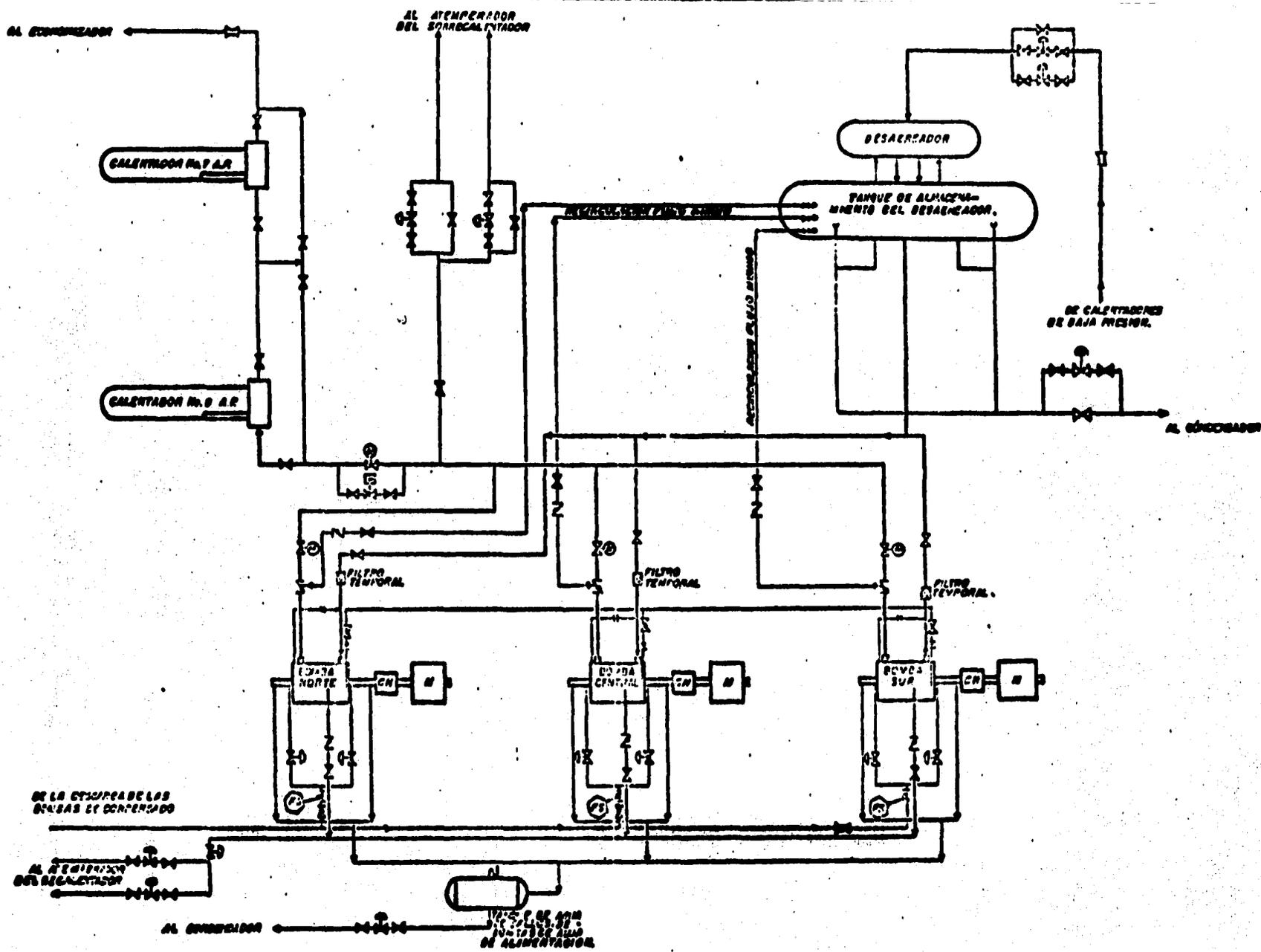


Fig. No. 2.51

DIAGRAMA DE FLUJO SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION.

3. TECNICAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL PARA LA LOCALIZACION DE EQUIPOS

3.1.GENERALIDADES.

a) Que es la Distribución de Planta. Técnica que estudia la colocación de los medio industriales, es decir, de trabajadores y equipo de -- tal manera y en tal lugar que puede lograrse al máximo de economía durante el proceso de producción. Esta colocación instalada ó en - proyecto, incluye los espacios necesarios para el movimiento del material y para los almacenes, así como también el requerido por - la mano de obra indirecta y por todas las demás actividades ó servicios auxiliares.

Los casos que se presentan en el problema de la distribución de -- planta son los siguientes:

- 1) Planeamiento a una fábrica completamente nueva.
- 2) Expansión dentro del edificio mismo, de una fábrica ya existente.
- 3) Cambio de disposición de una distribución actual.
- 4) Pequeños ajustes a una distribución ya existente.

b) Importancia de la distribución de planta y sus objetivos:

Es de gran importancia el tener una buena distribución de planta ya que se obtienen grandes beneficios como son:

La redacción de los costos ocultos.

- 1) Costos de manejo de material.
- 2) Costos originales por cuellos de botella en el proceso.
- 3) Costos de almacenamientos temporales
- 4) Costos por grandes distancias recorridas
- 5) Costos de inventarios de producto en proceso.

Que son costos que de no analizarse alcanzan hasta un 60% sobre el costo total del artículo.

El objetivo principal de la D. D.P. es la organización de las estaciones de trabajo y las máquinas, de tal manera que permitan el procesamiento más eficiente del producto, con el mínimo de manipulación y por consecuencia una reducción en el costo total del producto terminado; tomando en cuenta que es de vital importancia la seguridad y satisfacción del empleado.

c) Beneficios de una buena distribución de Planta.

- 1) Reducción de los riesgos de enfermedades profesionales y de - - accidentes de trabajo.

Se eliminan las htas. en los pasillos, los pasos peligrosos; la posibilidad de resbalones, los lugares insalubres, la mala ventilación y la deficiente iluminación.

- 2) Mejora la moral y da la mejor satisfacción al obrero.

Al personal de una empresa se ha observado que logra más satisfacción si la planta está bien distribuida y se evitan detalles como: El sol de frente, sombras en el lugar de trabajo, las corrientes de aire frío, etc.

Se propicia la demostración a los trabajadores de que la dirección se interesa por sus pequeños problemas.

- 3) Aumento de la Producción.

Una distribución con mayor perfección rendirá más.

Aún cuando sigan existiendo tiempos ociosos y retrasos, al disminuirse el número de horas del proceso se obtiene, por lo tanto, un aumento en la productividad.

4.- Obtención de un número de retrasos en la producción.

Al equilibrar las operaciones, se evita que los materiales, los hombres y las máquinas tengan que esperar.

5.- Mayor ahorro de espacio.

Al disminuir distancias de recorrdio y distribuir mejor los pasillos, almacenes, equipo y hombres, se aprovecha mejor el espacio. Al utilizar varios niveles, se obtienen ahorros en las superficies.

6.- Reduce el manejo de materiales.

Al agrupar el equipo por procesos y operaciones, se acortan las distancias.

7.- Mejor utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios.

Si la mano de obra es costosa debe emplearse al máximo su tiempo. Si el equipo y los materiales son costosos se debe buscar el óptimo aprovechamiento de ellos.

8.- Reduce el material en proceso.

Al seguir una secuencia lógica y al disminuir las distancias, el material permanece menos tiempo en el proceso. Se obtiene también una reducción en las demoras.

9.- Tiempo de fabricación más rápido y/o corto.

Al disminuir distancias, demoras y almacenamientos innecesarios, el producto estará listo para la venta más rápidamente.

Deben eliminarse los almacenamientos intermedios con el fin de tener un flujo continuo de material.

10.- Reduce el trabajo de oficina, y se emplea mejor la mano de obra indirecta.

Al seguir el proceso un flujo determinado, se puede reducir la preparación de órdenes y de programas. Al disminuirse los acarreos y operaciones inútiles, decrece el trabajo indirecto.

11.- Obtención de una vigilancia mejor y más fácil.

Se aumenta el área de visión, facilitando en ellos el trabajo de los supervisores. Se determina con mayor facilidad en que punto del proceso se produce un retardo.

12.- Obtención de una menor congestión.

Al evitar los retrasos y los cruces de procesos, se elimina la confusión y se tiene el espacio adecuado para cada operación.

13.- Reduce los riesgos de deterioro del material, y aumenta la calidad del producto.

Al separar las operaciones se reducen las influencias nocivas de unas en otras. Se separan las operaciones delicadas de las que les pueden causar daños. Las operaciones que producen vapores, gases, polvos ó vibraciones se separan de las que se resienten con éstos.

14.- Facilita el ajuste al variar las condiciones.

Al prever las ampliaciones, los aumentos de demanda ó reducciones del mercado, se eliminan los inconvenientes de las expansiones o reducciones de la planta.

15.- Obtención de un mejor y más fácil control de costos.

Al reunir procesos similares, se facilitará la contabilidad de costos.

16.- Facilita el mantenimiento del equipo.

Al reunir los equipos similares, y al separarlos de otros que les pueden dañar, se aumenta la vida del equipo y se facilitan las reparaciones.

17.- Aumenta el número de obreros que pueden beneficiarse con sistema de Incentivos.

Se les puede aplicar a operaciones que antes estaban desarticuladas. Es más fácil determinar la eficiencia y efecto de las operaciones de la mano de obra indirecta.

18.- Obtención de un mejor aspecto de las zonas de trabajo.

Mejorando la impresión que reciban los visitantes a la planta y obteniéndose un efecto psicológico muy favorable entre el personal.

19.- Se obtienen mejores condiciones sanitarias.

Dichas condiciones son indispensables tanto para la calidad de ciertos productos, como los de la industria alimenticia, como para favorecer la salud de los empleados.

3.2 PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

a) Principios de la Integración total.

La mejor distribución es aquella que integra a los hombres, materiales, equipo, servicios y demás actividades auxiliares, de tal manera que resulte la mejor ordenación.

Una distribución es la integración de todos los recursos de una unidad, haciéndola realmente una unidad funcional.

Una distribución cuyo funcionamiento sea barato debe ser, además, - adecuada a las personas que ejecutan o sirven a las operaciones, -- tiene que facilitar todas las maniobras, tanto de mantenimiento como de control; y debe proteger a los hombres, materiales y equipos de riesgos tales como incendios, gases, vapores, etc.

Para cada caso particular se deben establecer las condiciones favorables y desarrollar una distribución especial.

b) Principio de la mínima distancia.

A igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que - permita mover el material el mínimo de distancia entre los diferentes puntos de trabajo.

Siempre que se divide un proceso en operaciones diferentes, es posible la especialización de hombres y máquinas, lo que permite una - producción más eficiente y de mejor calidad. Esta división de trabajo hace necesario mover el material de un punto a otro. El problema a resolver en un plan de distribución es que esa distancia se reduzca al mínimo. Esto se consigue ordenando las operaciones consecutivamente, de tal manera que el producto que sale de una pose - inmediatamente o la siguiente, y, si es posible, sin manejo procurando que la pieza jamás toque el piso.

c) Principio del Recorrido.

A igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que disponga el área de trabajo para cada operación ó proceso en el mismo orden en que se forman, tratan ó montan los materiales.

El principio del recorrido no especifica que necesariamente las operaciones deben realizarse en línea recta sino que pueden elevarse a cabo en diferentes formas (en U, a ZIG-ZAG, etc.) pero siguiendo siempre el movimiento progresivo de las operaciones que comprenden el proceso.

La idea del recorrido es la del progreso constante hacia la terminación del producto con un mínimo de interruptores, interferencias y congestionamientos, pero no es necesariamente una idea de dirección.

d) Principio del Espacio Cúbico.

Se obtiene economía utilizando provechosamente todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontalmente.

La distribución es la disposición de los diversos espacios ocupados por hombres, materiales, máquinas y actividades auxiliares. Todos ellos tienen tres dimensiones y ocupan volumen, no solamente superficie del piso.

Por consiguiente, las buenas distribuciones tienen que utilizar el espacio cúbico de la fábrica así como el área de sus pisos.

e) Principio de Satisfacción y Seguridad.

A igualdad de circunstancias será mejor aquella distribución que haga el trabajo satisfactorio y seguro para los trabajadores.

Uno de los principales objetivos de los encargados de la distribución de planta es el lograr la satisfacción y seguridad del trabajador, ya que ésto trae consigo ahorro tanto en el costo de operaciones como en la moral del empleado.

No puede ser una buena distribución si expone a los empleados a riesgos o accidentes.

f) Principio de la Flexibilidad.

A igualdad de circunstancias, será mejor aquella distribución que pueda ser ajustada y vuelta a ordenar con el mínimo de inconvenientes y al costo más bajo.

Debido a la rapidéz de los avances tecnológicos y crecientes demandas de productos con cambios tanto en su diseño - como en su funcionalidad, es necesario planear la distribución de planta de tal manera que sea fácilmente adaptable a dichos cambios, las modificaciones deben ser llevadas a cabo en corto tiempo y, desde luego, a un costo mínimo.

3.3 Distribución de Planta: Tipos usados en Producción.

Cuándo colocamos los medios de producción: los hombres, las máquinas y los materiales todos juntos, creamos algunos arreglos ó "distribución de planta".

Analizaremos ahora algunos tipos de distribuciones de planta y destacaremos sus ventajas relativas. Esto nos dará algunos estandars que nos servirán cuando nos enfrentemos con una evaluación ó creación de una distribución de planta para nosotros mismos. Estos tipos de distribuciones de planta no representan categorías rígidas donde cualquiera de ellos debe caer. Ellos son los diferentes enfoques, y en la vida real, podremos encontrar aspectos de varios tipos en la misma fábrica.

a) DISTRIBUCION DE PLANTA: DE POSICION FIJA.

Este tipo de distribución no se había considerado porque se encontraba en comunidad, pre-industriales. Pero irónicamente, la historia, ha dado la vuelta completa y la distribución de planta de posición fija ha sido ahora adoptada por las industrias más modernas. Este método requiere que el operador trabaje en un cierto lugar a donde se le llevan las herramientas y los materiales. Usualmente el hace el producto completo usando varios tipos de habilidades.

Ventajas de éste tipo de Distribución.

- I. Permite que el operario experto realice su trabajo en un sólo punto sin pérdida de tiempo por desplazamiento.
- II. Se adopta a una gran variedad de productos con demandas intermitentes.

III. Se logra mayor interés del trabajador que le hace sentirse orgulloso de su trabajo. Se logra también de limitar responsabilidad.

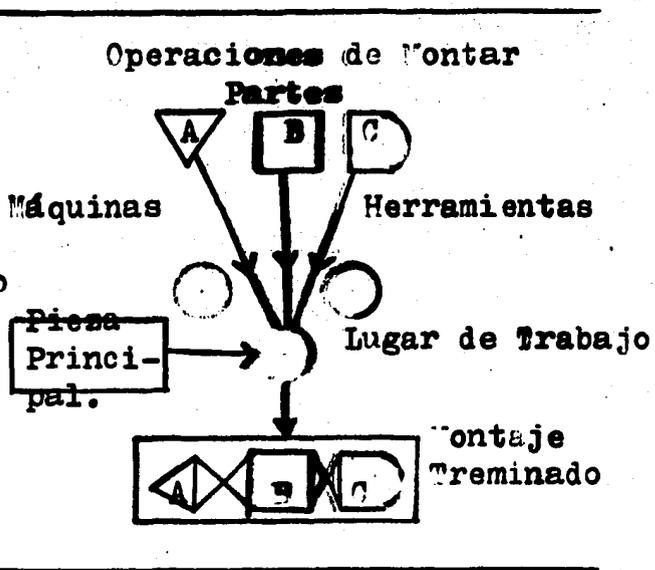
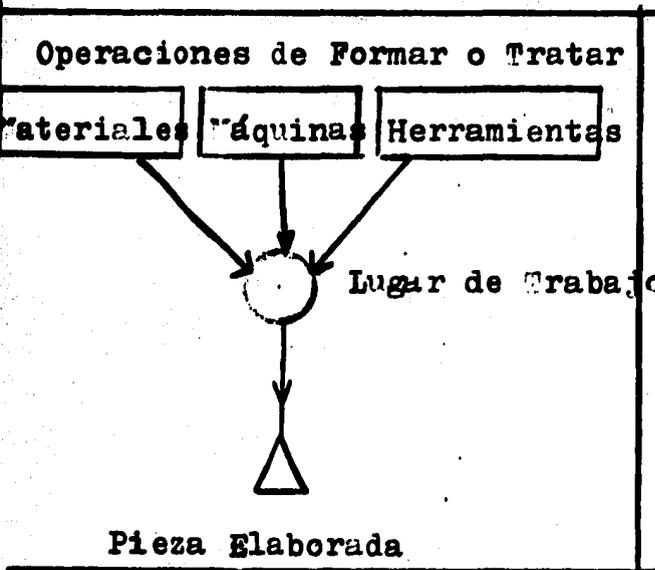
IV. Existe más flexibilidad para los cambios que el diseño del producto y en el orden en que se efectúan las operaciones.

Este tipo de distribución puede adaptarse en los casos siguientes:

- 1.- Cuando las operaciones requieren herramientas de mano o pequeñas máquinas.
- 2.- Cuando sólo se fabrica un número pequeño de productos.
- 3.- Cuando el trabajo requiere gran habilidad o cuando se desea delimitar exactamente responsabilidades.
- 4.- Cuando es costoso mover la parte principal.

Ejemplos: dónde se aplica ésta distribución.

- 1.- Fabricación de zapatos
- 2.- Escultura
- 3.- Artesanías.
- 4.- Construcción de un edificio etc., según las diferentes formas de elaborar los materiales, se tienen los siguientes ejemplos:



b) DISTRIBUCION DE PLANTA POR PROCESO.

Es aquella en que se agrupan todas las operaciones ó procesos similares. Dichas operaciones se realizan en una área específicamente - destinada para su ejecución; los materiales y los hombres van a las máquinas que están en posición fija.

VENTAJAS DE ESTE TIPO DE DISTRIBUCION.

**I.- Menor inversión en maquinaria, ya que es posible utilizarla más --
eficientemente.**

II.- Fácilmente adaptable a gran variedad de productos.

**III.- Facilita los cambios cuando hay variaciones frecuentes en los pro-
ductos ó en el orden en que se ejecutan las operaciones.**

IV.- Se adapta fácilmente a demandas intermitentes.

V.- Permite mantener el ritmo de producción cuando se presentan:

Averías en las máquinas ó equipo.

Escasez de materiales.

Ausencia de trabajadores.

Este tipo de distribución se emplea en los siguientes casos:

1.- Cuando la maquinaria es muy costosa y no puede moverse fácilmente.

2.- Cuando se fabrican productos similares pero no idénticos.

3.- Cuando varían notablemente los tiempos de las distintas operaciones.

4.- Cuando se tienen demandas pequeñas o intermitentes.

Ejemplos: dónde se aplica ésta distribución.

a) Industria Textil

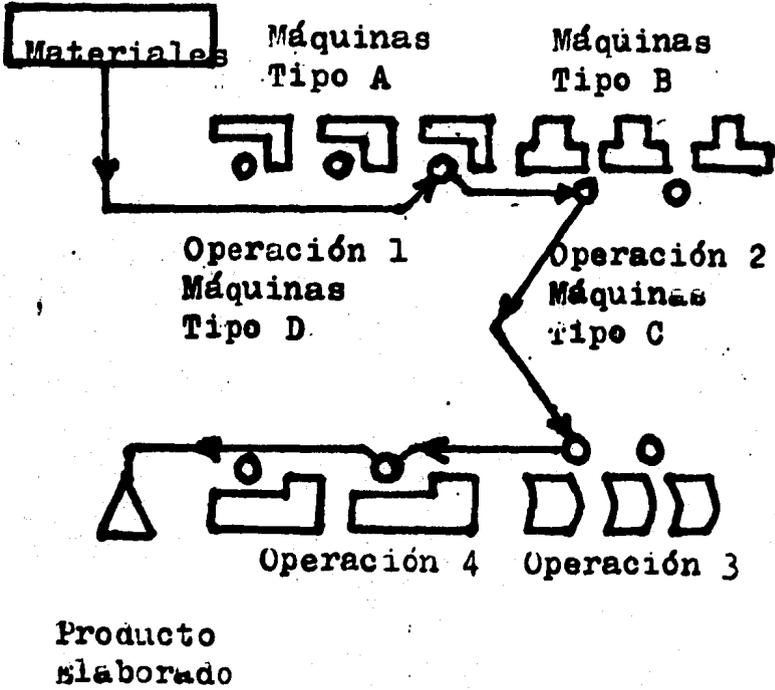
b) Industria Química

c) Fabricación de muebles metálicos

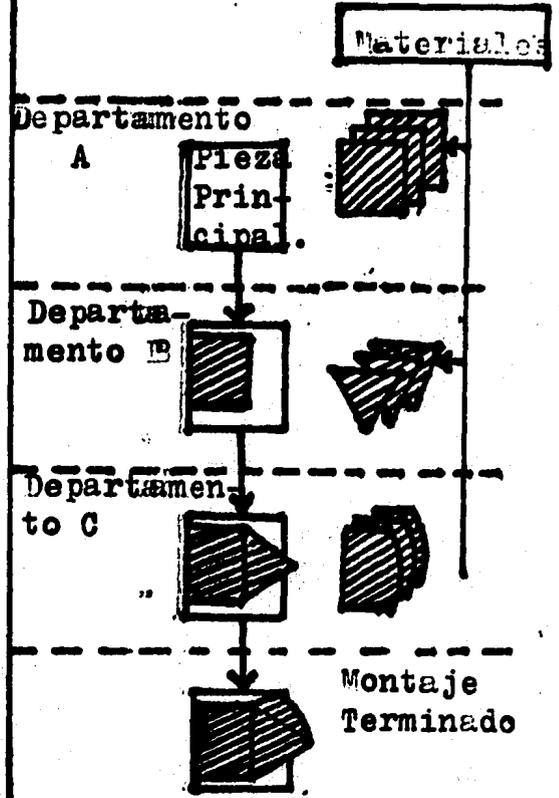
d) Trabajo normal en talleres mecánicos.

Según las diferentes formas de elaborar los materiales, se tienen los siguientes ejemplos:

Operaciones de Formar o Tratar



Operaciones de montar



c) DISTRIBUCION DE PLANTA POR LINEA O PRODUCTO.

La distribución por producto ó por línea de producción, es aquella en que las máquinas o puntos de montaje se disponen según la secuencia de las operaciones, las cuales se ejecutan una después de la otra. La línea de producción no debe ser necesariamente una línea recta, en realidad, puede hacerse mejor uso del espacio si no es así.

Para que una distribución en línea sea ventajosa, la carga de trabajo de las máquinas a lo largo de la línea debe estar balanceada para evitar que algunas se conviertan en cuellos de botella y otras estén subocupadas.

Las distribuciones en línea son menos flexibles que las anteriores debido a que las máquinas están colocadas con el fin de producir un producto en particular en una forma determinada. Cualquier cambio que el producto puede requerir mover varias máquinas y volver a balancear la línea.

VENTAJAS DE ESTE TIPO DE DISTRIBUCION.

- I.- Menor manejo de materiales.
- II.- Se reducen las cantidades de materiales en proceso y por consiguiente los costos de inventario de producto en proceso.
- III.- Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a:
 - a) Mayor especialización del trabajo.
 - b) Mayor facilidad para adiestrarlo.
- IV.- Facilita los sistemas de control.
 - a) Es necesario menos papeleo para el control de la Producción.
 - b) Se localizan exactamente los puntos donde debe actuar el control de calidad.
 - c) Se simplifica la supervisión del trabajo.
 - d) Son necesarios menos cálculos para el control de costos

V.- Se reducen los congestionamientos ya que se aprovecha mejor el espacio.

Este tipo de distribución se emplea de preferencia en los siguientes casos:

- 1.- Cuando se fabrican una gran variedad de piezas ó de productos.
- 2.- Cuando muy difícilmente devaría el diseño del producto.
- 3.- Cuando la demanda es constante.
- 4.- Cuando es fácil balancear las operaciones.
- 5.- Cuando el suministro de materiales es fácil y continuo.

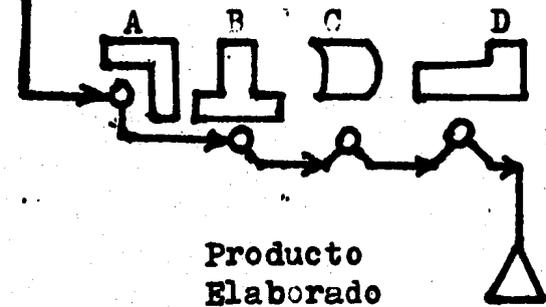
Ejemplos donde se aplica esta Distribución:

- Línea de lavado de automóviles
- Fabricación de azúcar (Ingenios)
- Línea de montaje de automóviles (Ind.automotriz)

Según las diferentes formas de elaborar los materiales se tienen los siguientes ejemplos:

Operaciones de formar o Tratar

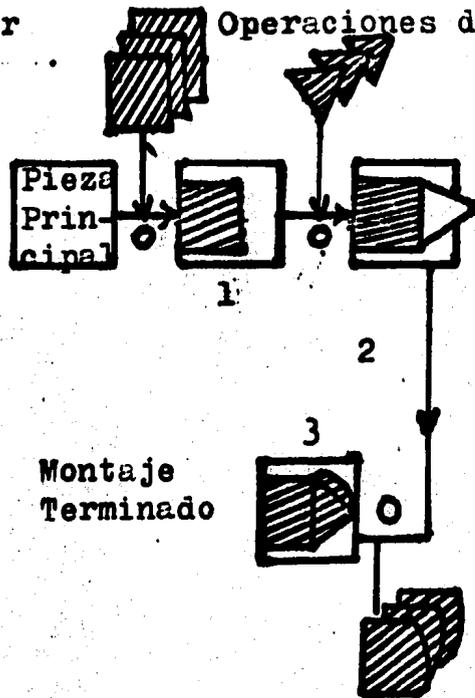
Materiales Tipo de Máquina



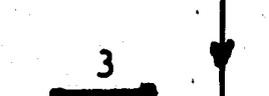
Producto Elaborado

Operaciones 1 2 3 4

Operaciones de montar



Pieza Principal



Montaje Terminado

REQUISITOS PARA LA PRODUCCION EN LINEA.

Para que la producción en línea sea costeable es necesario que se cubran los siguientes requisitos.

- 1.- Que el costo al realizar un cambio en la distribución sea menor que el beneficio obtenido.
- 2.- Que sea posible y económico equilibrar o balancear las operaciones de la línea de producción.

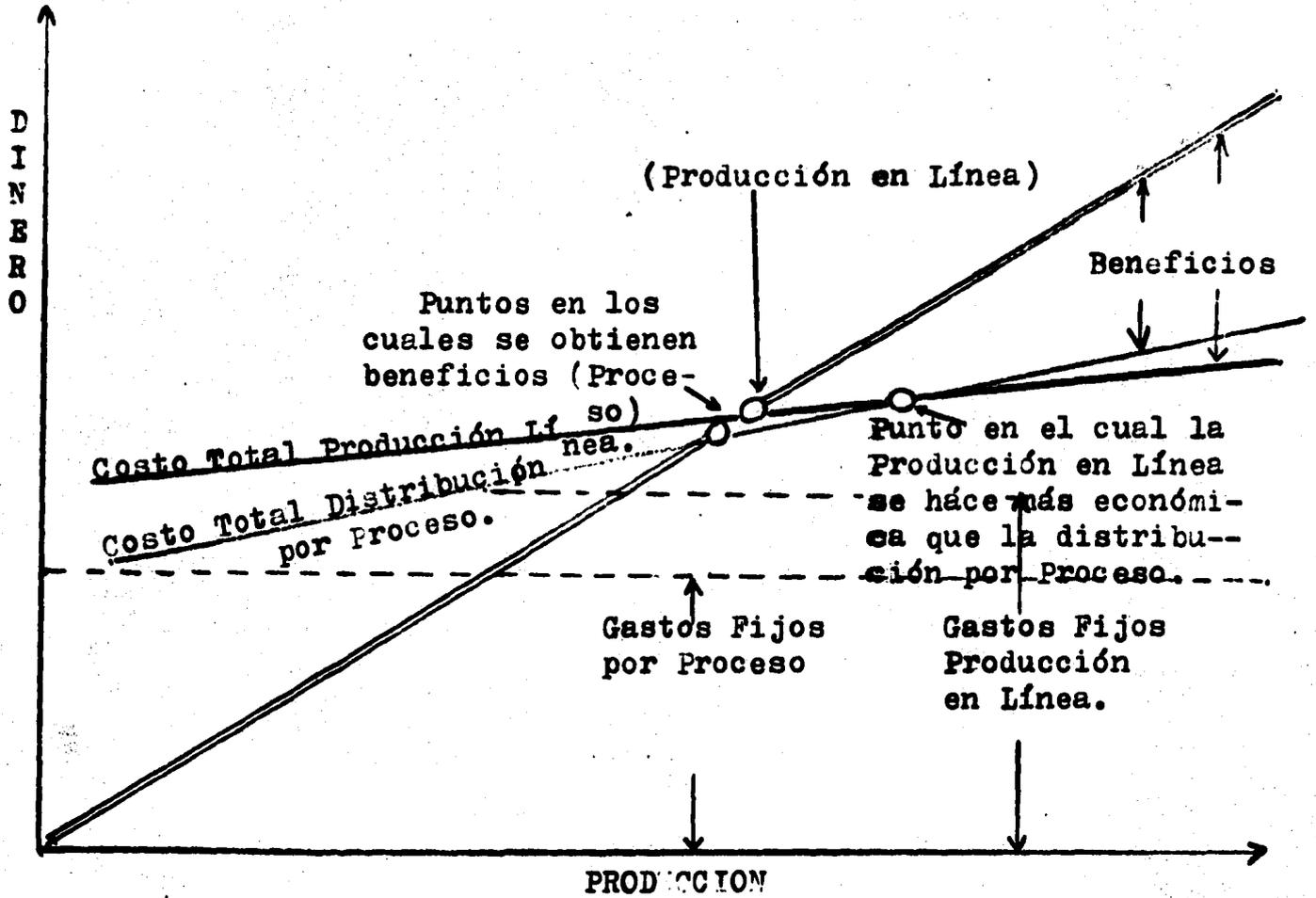
Una de las principales dificultades de una distribución de planta en línea, es el lograr que la producción de una máquina sea un múltiplo exacto de lo que producen los precedentes o de lo que consumen los posteriores, se tendrán tiempos ociosos si en algún punto de la línea no se logra balancear correctamente.

- 3.- Que sea posible obtener continuidad en la línea de producción. Es necesario que exista continuidad en el proceso de producción ya que si en alguna estación de trabajo, se demora el material en proceso, la siguiente estación estará ociosa, tanto el operario como la máquina, cosa que nos causa un aumento en el costo del producto terminado.

Cuando en una distribución de planta en línea o por producto es -- muy difícil balancear las operaciones, se pueden seguir las siguientes alternativas.

- a) Hacer pequeñas líneas de operación poniendo pequeños almacenamientos entre ellos.
- b) Hacer líneas paralelas de operación.
- c) Hacer pequeñas líneas, agrupando los equipos por proceso.
- d) Buscar la secuencia mas económica y práctica, que tienda hacia la producción en línea.

GRAFICA DE COSTOS



- Costo de la Producción en Línea
- Costo de la Distribución por Proceso
- ==== Ingresos de ventas

3.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

A) **MATERIAL.** - En la distribución de planta el factor más importante es el material. Incluye, la materia prima, producto acabado y los siguientes materiales: material saliente, de suministro, en proceso, de rechazo, recuperado, etc.

La distribución de los medios de producción se hace en función del tipo de producto a fabricar y del material utilizado.

Características que se deben considerar:

Dimensión: Debe considerarse éste punto importante porque afecta el sistema de producción de tal forma que si son demasiado grandes o pequeños influyen en su manejo.

Ejemplo: Fabricación de rotores de turbinas pelton, fabricación de engranes para relojes.

FORMA Y VOLUMEN: De acuerdo a éstas características, los materiales presentan diferentes dificultades de almacenamiento y manejo.

PESO: Es decisiva ésta consideración ya que afecta muchos factores tales como; Maquinaria, equipo de manejo, método de almacenamiento, etc.

CONDICION: Las características a tomar en cuenta son: fluido sólido, duro, blando, flexible ó rígido.

Características que intervienen:

- a) Materias Primas.
- b) Material entrante.
- c) Material en Proceso.
- d) Material Procesado.
- e) Producto Empaquetado.
- f) Suministros y Materiales Accesorios.

- g) Rechazos, reparaciones.
- h) Material de recuperación.
- i) Desperdicios, recortes y chatarra.
- j) Material de empaque y de envase.
- k) Material de conservación y de mantenimiento.

Especificaciones y diseño del Producto.

- a) Diseño o rediseño del producto con el fin de facilitar su procesamiento.
- b) Vigencia y exactitud de planos y especificaciones, no sujetas a cambios sustanciales.
- c) Especificaciones exactas de calidad.
- d) Disponibilidad y selección de materiales idóneos.

Características Físicas y Químicas.

- a) Dimensión física de cada producto.
- b) Forma y volumen.
- c) Peso.
- d) Condición del material y cualquier requisito especial para su conservación.
- e) Cuidados y precauciones para protección necesaria del material.
 - i) Calor
 - ii) Frío
 - iii) Cambios de Temperatura
 - iv) Luz Solar
 - v) Polvo, barro, fibras.
 - vi) Humedad, transpiración.
 - vii) Vibración, agitación, choques.
 - viii) Atmósfera
 - ix) Vapores, humos.

Cantidad y Variedad de Productos y Materiales.

- a) Variedad de Productos Típicos.
- b) Cantidades producidas de cada tipo.
- c) Tiempo promedio para la producción de cada artículo.
- d) Estabilidad de la Producción.
- e) Pronósticos de ventas para productos nuevos ó en desarrollo.

Materiales Componentes y secuencia de Operaciones.

- a) Secuencia de las operaciones diversas de montaje para cada producto.
- b) Secuencia de las operaciones de formado.
- c) Posibilidad de cambios en las operaciones por:
Eliminación, combinación, cambios secuenciales, mejora ó simplificación.
- d) Partes normalizadas y/o intercambiables.

B) MAQUINARIA: Deben considerarse: maquinaria de producción, equipo de proceso o tratamiento, accesorios especiales, herramientas, plantillas, dispositivos de fijación, matrices, modelos, controles y paneles de mando.

Para la máxima utilización de la maquinaria, lo óptimo es la distribución por proceso, mientras que la peor utilización la presenta la distribución por componente fijo.

Tipos de Maquinarias que intervienen.

- I) Máquinas de Producción
- II) Equipo de proceso ó tratamiento.
- III) Accesorios especiales
- IV) Herramientas, matrices, plantillas, etc.
- V) Calibres e instrumentos de medida, unidades de prueba
- VI) Herramientas mecánicas y manuales.
- VII) Controles ó tableros de control.
- VIII) Maquinaria inútil ó parada.
- IX) Equipo de conservación, taller de htas y otros servicios.

Consideraciones que pueden afectar a la Distribución.

- **Métodos ó procesos.**
 - a) **Procesos y métodos idóneos y modernos.**
 - b) **Nuevos desarrollos esperados en métodos, procesos ó equipos.**

- **Maquinaria, Herramientas ó Equipo.**
 - a) **Equipo específico elegido:**
 - 1.- **Tipo**
 - 2.- **Modelo**
 - 3.- **Tamaño**
 - 4.- **Capacidad**
 - b) **Número necesario de cada uno.**
 - c) **Disponibilidad de las máquinas.**
 - d) **Puntos a, b, c, para otras partidas de maquinaria de equipos citados anteriormente.**

- **Utilización de las Máquinas.**
 - a) **Operaciones y departamentos equilibrados.**
 - b) **Eficiencia hombre-maquinaria.**

- **Características del Equipo.**
 - I.- **Dimensiones.**
 - a) **Ancho**
 - b) **Largo**
 - c) **Altura**
 - d) **Expansión, juego ó Carrera de la Máquina.**
 - II.- **Peso**
 - III.- **Características especiales al Proceso.**
 - a) **Cañerías.**
 - b) **Desague ó drenaje**
 - c) **Aspiración y Ventilación.**
 - d) **Conexiones**

- e) Cimientos
- f) Protección ó separación
- g) Acondicionamiento
- h) Movilidad
- i) Espacio de acceso ó libres
- k) Controles y tableros de controles para las operaciones y servicios.

C) PERSONAL.- Como elemento de producción el hombre es más flexible - que el material ó la maquinaria. Debe considerarse la seguridad y la satisfacción de los obreros tomando en cuenta las condiciones - de trabajo.

Personal que interviene:

- a) Mano de obra directa
- b) Dirigente de grupo
- c) Supervisores y Capataces
- d) Jefes de línea.

E) PERSONAL INDIRECTO.

- Personal de preparación.
- Operarios de relevo ó de aprovechamiento
- Cargadores
- Personal para los deptos. de inventarios y herramientas
- Personal de expediciones, despachadores, contadores.
- Tomadores de tiempo. Empleados de nómina.
- Inspectores de control de calidad.
- Personal de mantenimiento.
- Personal de limpieza
- Recepcionistas
- Personal de embarque
- Empleados de Protección.
- Ingenieros y técnicos de proceso.

- Ayudantes para equipos auxiliares, planta de energía, etc.
- Aprendices e instructores
- Empleados de la oficina de personal y de servicios auxiliares.

F) ASESORES.

G) EMPLEADOS DE LA OFICINA GENERAL.

Consideraciones que pueden afectar la seguridad.

- Características de seguridad.

- a) Obstáculos y obstrucciones
- b) Pisos resbaladizos
- c) Operarios situados muy próximos a materiales o procesos peligrosos.
- d) Salidas bloqueadas, mal situadas o insuficientes.
- e) Salidas de emergencia demasiado lejos.
- f) Maquinaria o materiales sobresaliendo en áreas de trabajo o pasillos.
- g) Cumplimiento de normas y reglamentos de seguridad.

- Condiciones de Trabajo.

- a) Corrientes de aire o demasiado frío.
- b) Iluminación insuficiente
- c) Áreas mal ventiladas con polvo, vapores o basura.
- d) Ruidos molestos.
- e) Vibraciones
- f) Calor excesivo
- g) Zona de trabajo demasiado alta, baja o estrecha.

- Mano de Obra.

- a) Tipo adecuado de operario para cada operación.
 - i) Destreza
 - ii) Clasificación de oficio y/o empleo
 - iii) Salario
 - iiii) Sexo

- b) Número de turnos y horas de trabajo por cada operación,
- c) Número de obreros para cada operación,
- d) Número de turnos ó de horas de trabajo para cada actividad auxiliar.
- e) Número de trabajadores para cada actividad auxiliar.

- Utilización de la Mano de Obra.

- a) Zona de trabajo donde se han implantado métodos basados en la -- economía de movimientos.
- b) Operaciones requeridas por hombre-hora.
- c) Empleo efectivo de personal auxiliar.

- Otras Consideraciones.

- a) Forma de pago a los obreros.
- b) Medida de la ejecución y cuenta de la producción.
- c) Condiciones que hacen los obreros.
 - Tengan miedo.
 - Se sientan encerrados ó aislados.
 - Se consideren violentos
 - Se consideren cansados.
- d) Limitaciones, privilegios, contratos de trabajo ó acuerdos.
- e) Reglamentos de seguros o compensaciones.
- f) Redistribución de la mano de obra al dividirse o agruparse deptos.
- g) Relaciones entre jefes de depto. asesores.
- h) Asignación de organización ó reasignación se supervisión
- i) Actitudes ó ideas de la dirección.
- j) Desacuerdos por cambios en la distribución.

D) MOVIMIENTO: El movimiento más común en la producción es el de los -- materiales, es tan importante su estudio que existen grupos de ingenieros analizando los mejores métodos, su importancia recae en el -- hecho de que se reduce el costo del artículo y en la disminución de accidentes de trabajo utilizando los pasillos y equipo adecuado.

- Características del manejo de materiales y envases.

- a) Conductos, toboganes, tubos, etc.
- b) Transportadores (de banda, rodillos, cangilones, etc.)
- c) Gruas, monocarriles.
- d) Ascensores y Montacargas, poleas y tornos.
- e) Equipos para colocar y descargar.
- f) Vehículos Industriales, carros, tractores, camiones, carretillas, etc.
- g) Vehículos de carretera.
- h) Carros de carril, máquinas y remolques.
- i) Portadores acuáticos, arvelles, etc.
- j) Transporte aéreo.
- k) Transporte de tracción animal.
- l) Correo y express
- m) Movimiento de materiales manuales.
- n) Envases frágiles y envases apilables.
- o) Envases sencillos (cajas, tambores, pacas, etc.)
- p) Tanques, barriles, etc.
- q) Apoyos (Carretas, bandejas, etc.)
- r) Armarios, estantes, cajones, etc.
- s) Jaulas, huacales, patates, etc.
- t) Agarraderas, asas, correas, etc.

- Consideraciones que pueden afectar la distribución.

1.- General

- a) Flujo de Materiales
 - i) Por toda la Planta
 - ii) Por lo menos por parte de una secuencia de operaciones.
 - iii) De un grupo de partes, productos ó pérdidas.
 - iv) De área a área.

- b) Reducción y eliminación de manipulación innecesaria.
 - i) Terminar una operación donde empieza la siguiente.
 - ii) Dejar el material donde empieza la siguiente operación.
 - iii) Sincronizar la carga y descarga de las operaciones con los transportes.

- iv) Aprovechar la gravedad.
- v) Uso de los métodos más simples de transporte.
- vi) Comprobar las siguientes probabilidades:
 - Evitar retrocesos ó cruces de los materiales.
 - Evitar transferencias.
 - Evitar confusiones, demoras y los almacenamientos desordenados.
 - Evitar grandes distancias.
 - Evitar manejo excesivo.
 - Evitar peligro de daños para personal de material.
 - Evitar esfuerzos físicos ó excesivos.
 - Evitar viajes extras.
 - Evitar consumo de tiempo en dejar y coger.
 - Evitar equipo superfluo ó no integrado.

2.- Manejo Combinado.

- a) Transportar el material en los mismos soportes y recipientes.
- b) Con sistemas automáticos.
- c) Dispositivos de pesar ó de inspección.
- d) Mover el material al cambiar los operadores.
- e) Moverlos solo al efectuar las cargas y descargas.
- f) Mantener el material:
 - Seguro
 - Inventariado
 - En orden y secuencia
 - Sin pérdidas
 - A salvo de personal inexperto ó perjudicial
 - Fácil de comprobar, vigilar ó contar.
 - Independiente de la tensión ó de la sincronización de los obreros.

3.- Espacio para movimiento en cada punto de trabajo.

- a) Pasillos
- b) Por arriba
- c) Por debajo
- d) Fuera del edificio
- e) Espacio de doble utilización.

4.- Análisis de Manejo de Materiales en cada Operación

- a) Tipo y capacidad del equipo de manejo.
- b) No.de cada clase necesario.

E) **ESPERA:** Siempre es deseable tener un corto y rápido recorrido del material durante su procesado sin tener demoras en las estaciones de trabajo ya que éstas ocasionan costos al producto.

Almacenamiento y Retrasos.

- a) Espera en las zonas de recepción
- b) Almacén de materias primas de partes compradas.
- c) Retrasos entre operaciones
- d) Demoras entre operaciones
- e) Almacenes de productos terminados
- f) Almacenes de chatarras, desperdicios, suministros, devoluciones, material de envase. (Ver factor 1, lista de materiales).
- g) Almacenaje de maquinaria, equipos, herramientas. (Ver factor 2, lista de equipo y herramientas).

CONSIDERACIONES QUE PUEDEN AFECTAR LA DISTRIBUCION.

- Localización de almacenes y puntos de demora.
 - a) Para Protección
 - b) Almacenes para equilibrar operaciones.
 - c) En relación con la línea de flujo de materiales.
- Espacio Necesario para cada punto de Espera.
 - a) Basado en el tiempo del almacenamiento
 - b) Basado en diferentes tiempos de producción.
 - c) Basado en el método de almacenaje.
 - d) Limitaciones de altura.
 - e) Areas de Acceso
 - f) Area Total
 - g) Posibilidad de almacenamiento en el mismo transporte.

- Métodos de Almacenaje,
 - a) Utilización de todo el volúmen,
 - b) Considerar almacenaje exterior.
 - c) Dimensiones múltiples de partida ó almacenaje por carga unitaria.
 - d) Longitud más corta a los pasillos centrales.
 - e) Amplitud de los pasillos y/o acuso por pasillo de dirección única.
 - f) Clasificación de materiales y almacenamiento adecuado a ello.
 - g) Almacenar hasta el límite más elevado.
 - h) Espacio equilibrado períodos de carga máxima distinta.
 - i) Colocación de los materiales que van a ser medidos próximos a los instrumentos de medida.
 - j) Adoptar los principios de una buena distribución del lugar de trabajo.

- Protección del Material en espera.
 - a) Del fuego
 - b) Del deterioro
 - c) De la humedad
 - d) Del polvo y lodo
 - e) Del frío y calor
 - f) Del latrocinio

- Análisis del Almacenamiento ó Demora.
 - a) Clase y capacidad de almacenes.
 - b) Número necesario de cada uno.
 - c) Comprobar con los objetivos de almacenes si:
 - son fácilmente accesibles.
 - son fuertes y seguros.
 - son de capacidad suficiente
 - protege al material.
 - la identificación es rápida y segura del material.
 - permiten contar rápidamente.
 - son ajustables.
 - son movibles.

F) SERVICIOS: Los servicios son las actividades, medios y personal que sirven a la producción. El lugar de entrada, estacionamiento, son los puntos de arranque del hombre; - el lugar de trabajo es el punto final. Entre éstos - puntos debe haber pasillos, lavabos, relojes, roperos, etc.

Características Relativas al Personal al Material y a la Maquinaria.

a) Accesos de personal

- 1) Entrada y salida de la fábrica
- 2) En el interior de ella.

b) Facilidades a los empleados.

- 1) Estacionamientos.
- 2) Mingitorios
- 3) Vestidores y Casilleros
- 4) Duchas
- 5) Sala de descontaminación
- 6) Areas para fumar
- 7) Cuarto de descanso
- 8) Tarjeteros y relojes de tiempo
- 9) Tableros de avisos
- 10) Primeros auxilios
- 11) Sala para tratamientos y exámenes médicos.
- 12) Bebederos
- 13) Teléfonos y altavoces
- 14) Cafetería
- 15) Bebidas no alcohólicas
- 16) Servicios de limpieza
- 17) Oficina de personal
- 18) Asesoría Jurídica y depto. de nóminas.
- 19) Biblioteca y sala de archivo.

- c) Protección a la Planta (alarmas, extinguidores, escapes, etc.)
- d) Iluminación: General y particular.
- e) Calefacción y ventilación (ventiladores, soportes, etc.)
- f) Oficinas, salas de conferencias, centro de adiestramiento, etc.
- g) Calidad e inspección.

- 1). Puntos donde se efectúa la inspección.
- 2). Oficina del control de calidad.
- 3). Equipo de prueba
- 4). Localización de muestras, dibujos, planos, etc.
- 5). Laboratorio de material ó de proceso.

h) Control de la Producción.

- 1). Planeamiento y control
- 2). Lugar donde se efectúa el control
- 3). Areas para comprobación de material

i) Control de desperdicios.

- 1). Taller de desperdicios.
- 2). Almacenes de reacondicionamiento
- 3). Restos de embalajes, virutas y otros.
- 4). Selección y recogida de chatarra.
- 5). Incineradores.

j) Mantenimiento y Fabricación de Equipo.

- 1). Area de acceso a la maquinaria de mantenimiento y reparación.
- 2). Taller de mantenimiento.
- 3). Aseo de las herramientas y arreglo
- 4). Fabricación de herramientas.

k) Líneas de distribución de Servicios Auxiliares.

- 1). Tuberías, drenaje y bombas para agua
- 2). Energía eléctrica para tratamiento y alumbrado; transformadores, subestación, generadores, líneas, cargadores de baterías.

- 3) Vapor para procesos y calderas de calefacción, tuberías, válvulas, etc.
- 4) Aire comprimido, ó instalación de vacío; bombas, equipo y líneas.
- 5) Aceite lubricante, bombas, líneas, filtros, etc.
- 6) Gas: líneas, contadores, etc.
- 7) Ácidos cáusticos.
- 8) Pintura y otros líquidos utilizados.
- 9) Alcantarillado y servicio de limpieza.
- 10) Combustibles: bombas, líneas y filtros, etc.

- Consideraciones que pueden afectar a la Distribución.

- 1) Métodos y procedimientos en la planeación de la producción, programas, expedición y registro del progreso.
- 2) Método de inspección ó control de calidad y tramitación.
- 3) Dimensión de las pérdidas
- 4) Tamaño económico del lote, cantidades unitarias utilizadas.
- 5) Procedimientos de mantenimiento.

G) EDIFICIO. El factor edificio es muy importante, lo ideal es diseñarlo de acuerdo a nuestras necesidades operacionales, ya que de esta manera sería muy funcional nuestra distribución de planta. Cuando el edificio se encuentra construido, esto viene a representar una limitación para nuestros propósitos de funcionalidad. Aunque se presentan situaciones en que el edificio únicamente con - brindar los satisfactores de localización más elementales se puede trabajar eficientemente, otras industrias requieren de estructuras - especiales.

- Particularidades del Edificio y de la Localización.

- a) Edificio para usos generales ó especiales.
- b) Edificio de uno ó mas pisos.
- c) Forma del edificio.
- d) Azoteas y sótanos.
- e) Ventanas
- f) Pisos
- g) Techos y tejados.

- h) Paredes y columnas.
 - i) Elevadores, montecargas y cavidad en los pisos.
 - j) Apartaderos y líneas ferroviarias.
 - k) Carreteras y caminos.
 - l) Canales ó corrientes.
 - m) Puentes
 - n) Areas exteriores para almacenamientos, estacionamientos, prados, etc.
 - o) Edificios aledaños, tanques de almacenamiento, casa de bombas, depósitos de agua, pozos, incinerador, etc.
 - p) Pompas, fosas, plataformas, andenes, y, carros de ferrocarril.
- Consideraciones que pueden afectar a la distribución.
- a) Resistencia de pisos,
 - b) Espacios libres máximos.
 - c) Resistencia de la estructura de los techos.
 - d) Elevaciones sobre el nivel del suelo.
 - e) Declive y ancho de las rampas.
 - f) Situación y tipo de puertas.
 - g) Dimensiones y puertas.
 - h) Dimensiones de los pasillos.
 - i) Situación de elevadores, dimensiones y capacidad.
 - j) Situación de las escaleras y cavidades en los pisos.
 - k) Situación de las líneas auxiliares de servicio.
 - l) Emplazamiento y espacio para el equipo del edificio ó para instalaciones fijas.
 - m) Situación y tipo de ventanas.
 - n) Situación y distancias entre columnas.
 - o) Paredes maestras
 - p) Situación de nuevos divisores.
 - q) Situación de las instalaciones de embarque y recepción
 - r) Situación y condiciones de las construcciones anexas, (puntos de --
Incisos J a P.)
 - s) Condiciones de terreno y desague.
 - t) Restricciones de la zona y códigos de construcción.

- u) Restricciones políticas.
- w) Edificios Aldeanos.
- x) Restricciones de la situación debido a humo, vapores, olores, etc.
- y) Vientos dominantes.
- z) Pendiente y acotación del terreno.

H) CAMBIOS. - Se debe planear la distribución de tal manera que se adapte a cualquier cambio de los elementos básicos de la producción, hombres, materiales y maquinaria.

Esto quiere decir que debe proyectar una distribución flexible para efectuar cualquier ordenación. La normalización del equipo como bastidores, bancos de montaje, secciones de transportadores, etc. traen consigo economías al planear una nueva distribución y al realizar el cambio.

- Consideraciones que pueden afectar la Distribución.

1) Cambios en los materiales.

- a) Diseño del producto: modelo, estilo, modificaciones, etc.
- b) Materiales
- c) Demanda: Capacidad, fluctuación en cantidades, aumentos o disminuciones futuras.
- d) Variedad de productos.

2) Cambios en Maquinaria.

- a) Tratamientos ó métodos; maquinaria, herramientas, equipo, etc.

3) Cambios en relación al personal.

- a) Horas de trabajo.
- b) Cambios en la Supervisión de organización.
- c) Selección de especialidades, oficios ó puestos.

4) Cambio en Actividades auxiliares.

- a) Método y equipo de manejo.
- b) Método y equipo de almacenaje.
- c) Cambios en los servicios:
 - Puertas y entradas

- Servicios para empleados.
- Protección a la Planta.
- Iluminación
- Calefacción y ventilación
- Oficinas.
- Control de calidad.
- Control de producción.
- Control de desechos
- Conservación ó Mantenimiento.
- Situaciones de servicios auxiliares.

d) Particulares del edificio y/o solar.

5) Otros cambios.

- a) Cambios externos; Local del ramo de la industria nacional.
- b) Dificultad ó secuencia de las etapas comprendidas para elegir a una nueva distribución.

e) Personal indirecto.

- Personal de preparación.
- Operarios de relevo o de aprovechamiento.
- Cargadores.
- Personal para los Deptos. de inventarios y herramientas.
- Personal de expediciones, despachadores, contadores.
- Tomadores de tiempo. Empleados de nómina.
- Inspectores de control de calidad.
- Personal de mantenimiento.
- Personal de limpieza
- Recepcionistas.
- Personal de embarque.
- Empleados de protección.
- Ingenieros y técnicos de proceso.

- Ayudantes para equipos auxiliares, planta de energía, etc.
- Aprendices e instructores
- Empleados de la oficina de personal y de servicios auxiliares.

f) Asesores.

g) Empleados de la oficina general.

Consideraciones que pueden afectar la seguridad.

- Características de seguridad.

a) Obstáculos y obstrucciones.

b) Pisos Resbaladizos

c) Operarios situados muy próximos a materiales o procesos peligrosos.

d) Salidas bloqueadas, mal situadas e insuficientes.

e) Salidas de emergencia demasiado lejos.

f) Maquinaria ó materiales sobresaliendo en áreas de trabajo ó pasillos.

g) Cumplimiento de normas y reglamentos de seguridad.

3.5 PLANEACION DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA EVALUACION Y SELECCION.

a) FUNDAMENTOS GUIA PARA LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

Se citan a continuación 10 principios básicos que sirven de guía para obtener una perfecta distribución, estos principios están basados en experiencias adquiridas en trabajos realizados en distintas industrias.

1.- Planear el conjunto y luego los detalles.

En primer lugar hacer las consideraciones generales en relación con la cantidad total de producción prevista. En segundo lugar relacionar las zonas de trabajos tomando como única consideración el movimiento del material. De esto desarrollarse una distribución general del conjunto.

Después de ser aprobada la distribución de conjunto procédase al ordenamiento detallado de cada área, la posición de los hombres, materiales y actividades auxiliares con lo cual se tendrá el plan detallado de la distribución.

2.- Planear la Distribución Ideal y ajustarla a la Práctica.

Presentado el plan ideal y sin tomar en cuenta el costo y condiciones existentes, realizar en seguida los ajustes necesarios a las condiciones presentes. De éste modo se logra una distribución práctica y sencilla.

3.- Seguir las fases del desarrollo de la Distribución haciendo solaparse las fases sucesivas.

Las fases del desarrollo de una distribución siguen una secuencia de cuatro fases.

1a. Fase: Consiste en la determinación del lugar donde debe situarse la distribución y donde deben localizarse las operaciones de que se dispone.

- 2a. Fase: Es planear una distribución de conjunto para la nueva área de producción,
- 3a. Fase: Consiste en realizar el plan detallado de la distribución.
- 4a. Fase: Consiste en la instalación de la distribución.

Ninguna de las cuatro etapas debe considerarse como definitiva sino que deben comprobarse al menos con la siguiente etapa. La etapa cuatro queda comprobada mediante el rendimiento de la producción.

- 4.- Planear el proceso, la maquinaria y equipo de acuerdo con las necesidades del Material.

El material es un factor básico. El proceso ó procesos de fabricación seleccionados son determinados básicamente por el diseño del producto, las especificaciones de fabricación y las cantidades ó proporciones de producción.

El tipo de maquinaria y equipo se seleccionará de acuerdo con las necesidades de material.

- 5.- Planear la Distribución en base al Proceso y la Maquinaria.

Después de seleccionar los procesos de fabricación adecuados se empieza a hacer la distribución de la planta considerando las características de la maquinaria y equipo como son: Peso, tamaño, forma, movimientos, etc. El espacio y situación de la maquinaria ó de los procesos son el centro del cual alrededor gira el plan de distribución.

- 6.- Planear el edificio en base a la distribución.

Si el edificio se va a construir, éste debe ajustarse al proceso de producción, a la distribución, al tipo de maquinaria utilizada y al equipo de manejo de materiales. Si la distribución va a ser menos permanente que el edificio, es conveniente proyectar una edificación para fines generales dentro de la cual estén previstos los cambios en la distribución.

Si el edificio se encuentra ya construido deben hacerse los ajustes ó modificaciones de tal manera que se adapte lo más posible a nuestras necesidades de distribución.

- 7.- Planear con la ayuda de maquetas, planos, dibujos, etc. Para tener una mejor visualización de la distribución.

Representar gráficamente la distribución, los espacios, volúmenes, etc. Todo representado en forma tridimensional y a escala, esto nos servirá para tener una mejor concepción de la distribución tanto para el ing. proyectista como para los directivos y trabajadores.

- 8.- Planear con la ayuda de otros.

Consultar con todos los departamentos que resulten afectados de cual quier manera por la nueva distribución. Hacer una lista de los requer imientos de ellos que no hayan sido considerados. Escuchar opiniones y hacerlos intervenir con el fin de obtener su ayuda y su rápida aceptación.

acerca de datos relacionados con la factibilidad de: obte ner determinados implementos, emplear otras materias primas, realizar cambios en la producción, etc.

- 9.- Comprobar la Distribución.

Conforme se vayan desarrollando las fases del proyecto es necesario comprobar cada una. Por medio de ésto se asegura la integración de cada área en los planes generales del conjunto. Esta comprobación ase gura que la distribución está bien planeada.

- 10.- Vender el Plan de Distribución.

Podríamos considerar que vender el nuevo plan de distribución es un problema fuerte, ya que existe la oposición de las gentes directamen te afectadas al cambio, las personas que tendrán que desembolsar el dinero para su obtención. Para ésto realmente es necesario hacer una campana de concientización de los beneficios que aporta la nueva distribución.

b) PROCESO DE PLANEACION DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

En el capítulo IV hemos analizado las principales factores que influyen en la distribución en planta. Las hojas guía identifican los elementos y consideraciones de importancia que afectan a la distribución en lo -- que se refiere a los productos, procesos, edificio, compañía ó tipo de -- Industrias.

En éste momento estamos en disposición de abordar la distribución. El - procedimiento científico de resolución de problemas que se aplica es:

- 1^a Planteamiento claro del problema: Definir claramente todas las con- sideraciones que se deben hacer sobre la disposición física de ma - terial, maquinaria, hombres y actividades auxiliares.
Además de establecer el problema, debe hacerse un plan y un programa de trabajo detallado para la ejecución del mismo.
Cada una de las cuatro fases de trabajo deben programarse en el - - tiempo.
- 2^a Obtención, registro y medición de los datos reales: Obtener los datos reales es indispensable para la resolución de problemas con éxito, - los datos son: Necesidades de producción, área, volumen, costo, tiempo y actividades auxiliares.
- 3^a Replantear el problema a la luz de los datos reales: Este es el pun - to que nos marca una nueva revisión de las variables consideradas -- para hacer un estudio y determinar posibles errores, también deben -- contemplarse hechos futuros y modificaciones que pueden afectar la - distribución.
- 4^a Analizar y decidir la mejor solución: Reunir los datos reales, eva - luarlos, comparar las alternativas, ensayarlos y comprobar si están de acuerdo con los objetivos y terminar por tomar la mejor decisión.
- 5^a Acción encaminada a obtener la aprobación y efectuar la instalación: El proyecto de la instalación de la distribución debe ser aprobada - por el personal que le compete hacerlo. De manera tal que existe de ésta forma tener una aportación en caso de desviaciones en el mismo y a la vez se logra tener informado a todo el personal afectado.

6ª Continuidad y Comprobación de los Resultados: Preparar los planos detallados para la instalación, programarla, ejecutarla y asegurarse de que la distribución funciona correctamente.

Los seis puntos mencionados anteriormente son los que se aplican a las cuatro fases de la distribución con el fin de tenerla planeada técnicamente y con:

- 1.- Localización de la superficie a distribuir.
- 2.- Distribución general de conjunto.
- 3.- Plan de distribución detallado.
- 4.- Instalación de la distribución.

Estas cuatro fases deben programarse en el tiempo.

c) EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA.

Se planean propuestas alternativas de distribución y se eliminan aquellas (ó partes) que no resulten favorables al compararlas entre ellas. Se han empleado diversas técnicas de evaluación. A continuación se citan algunas.

- 1.- Lista de pros y contras. Es la técnica más sencilla para evaluar alternativas de distribuciones de planta, ya que basta con analizar los pros y contras. Tomaremos la alternativa más favorable al proyecto, con ésta técnica se aclara un sin número de conceptos.
- 2.- Comparación de pérdidas y ganancias: Es un caso similar al anterior. En donde se hace una relación de las áreas de producción, (donde tenemos interés de analizar) y de la compañía como total. Para cada una de las áreas en cuestión se analizan las pérdidas y ganancias de las alternativas propuestas. Repitiéndose la relación de pérdidas y ganancias para cada alternativa de la distribución.
- 3.- Clasificación por orden de importancia: Se utiliza cuando se comparan más de tres alternativas haciéndose una lista de los factores más importantes que afectan la distribución y se clasifican las alternativas para cada factor.

- 4.- **Evaluación de Factores:** Es una técnica similar a la anterior se prepara una lista de comparación donde se anotan los factores que afectan a la distribución. Se hace una clasificación de los mismos para cada distribución, en base a la importancia de cada uno de ellos. Al comparar éstas clasificaciones obtenemos el valor propio de cada alternativa.
- 5.- **Análisis de Factores:** Se analizan los factores de cada alternativa, se les asigna un valor relativo a cada factor y la suma total de los valores asignados nos da el valor relativo total de la alternativa que permite comparar las distintas alternativas.
- 6.- **Valoración de objetivos:** Esta técnica está basada en la valorización de los objetivos de una buena distribución de planta, a los cuales se les asignan factores de peso, dependientes de la importancia de cada uno, se totalizan los pesos y se comparan las alternativas eligiéndose la distribución que satisface mejor los objetivos fijados.
- 7.- **Listas de Comprobación:** Se elaboran listas con los puntos más importantes de cada distribución, se hace una comparación entre cada una de las alternativas y la lista, se elige lo que llene los requisitos. Esta técnica es buena para trabajos de rutina pero una desventaja es que se lleva mucho tiempo la elaboración de las listas de comprobación.

Algunas de las preguntas que deben estar contenidas en una lista de comprobación son entre otras:

- I.- ¿ Podrá ajustarse la distribución de la nueva maquinaria ó equipo que se va a seleccionar ó diseñar?
- II.- ¿ Cómo se arreglará la distribución cuando se produzcan picos en la distribución?
- III.- ¿ Dónde se almacena el material cuando cambian los programas repentinamente ó hay un cambio de la producción?

8.- **Comparación de costos:** Con frecuencia, este método es el más utilizado consiste en la comparación de costos y beneficios producidos por cada alternativa. Al establecer los costos deberán de considerarse los siguientes:

I.- Costos de Inversión,

- Costo inicial de lo adquirido.
- Costo de accesorios.
- Costo de instalación.
- Costos de depreciación y de desuso.

II.- Costos de Operación.

- Materiales
- Mano de Obra
- Gastos Generales e Indirectos.

d) COMPROBACION, APROBACION E INSTALACION DE LA DISTRIBUCION.

1.- Comprobación: Al comprobar la distribución de planta deben emplearse como listas de comprobación las características y consideraciones de las listas guía de la distribución en planta. A continuación deben - revisarse las consideraciones y comprobar que se han cubierto todas las que se pueden afectar el proyecto de la distribución.

Es de utilidad que la distribución propuesta se somete a la solución de los siguientes puntos: En caso de que no se contesten estos, la - distribución debe ser revisada para hacer los ajustes necesarios.

- I) ¿Se obtiene un mayor producto?
- II) ¿Se evitan accidentes?
- III) ¿Se minimizan los costos?
- IV) ¿Mejora la moral de los empleados?
- V) ¿Hay aumento en la producción?
- VI) ¿Se logra un aprovechamiento máximo del espacio?
- VII) ¿Mejoran los almacenamientos?
- VIII) ¿Hay una reducción en los desperdicios?
- IX) ¿Se reducen los excedentes?
- X) ¿Hay una mejor sanidad?
- XI) ¿Las condiciones de trabajo nuevas son mejor que las anteriores?
- XII) ¿Se reducen los costos de los seguros?
- XIII) ¿Disminuye el pago de impuestos?
- XIV) ¿Se reduce el mantenimiento?

Una comprobación segura se puede obtener por medio de la "prueba del recorrido de la distribución". Esta prueba se prepara en una área pequeña de la planta como terreno de prueba para ensayar ideas nuevas de la distribución.

2.- Aprobación: Cuando la distribución ha sido analizada con algunas otras personas está demostrando que produce una fertilización de ideas, en la que seguramente se podrá sacar algo positivo para el mejoramiento del proyecto. Y lo más importante es tener la opinión del personal que ha de trabajar y realizar los servicios de la distribución. Esta debe -- discutirse con:

- Supervisores
- Jefe de inspectores
- Jefe de Producción
- Jefe de Control de Calidad
- Ing. en Jefe
- Jefe de planeamiento y control de la producción.
- Jefe de diseño
- Jefe de manejo de materiales
- Jefe de Ingeniería Industrial
- Jefe de control de inventarios
- Jefe de personal
- Jefe de adiestramiento
- Jefe de seguridad Industrial
- Jefe de Almacenes
- Jefe de Relaciones Industriales
- Representantes sindicales

Al obtener las opiniones de la gente afectada por la distribución, frecuentemente no aceptan todo lo propuesto y tratan de que algo se modifique, si ésta modificación no está de acuerdo con los objetivos del -- proyecto, hay que convencerlos de que están equivocados ya que a la -- dirección le interesa que el proyecto se realice en base a las especi -- ficaciones del Ingeniero encargado de la distribución.

A continuación se presenta el proyecto para su aprobación a los directivos. La forma adecuada de presentar ésta nueva distribución es:

- Mediante: Esquemas, diagramas, maquetas, planos y modelos tridimensionales.

Comparar los existentes con los propuestos, facilitar la posibilidad de elegir entre planes alternativos.

-Deben facilitarse: Estimaciones de inversiones, costo de operaciones listas de costos respaldadas por cifras de detalle o por partidas y relaciones de costo intangible.

- Preparar el historial y tener respuestas para las preguntas siguientes:

- a.- ¿Qué ganancias se obtienen con ésta distribución? ¿Cuánto se reducen los costos de operación y que tanto es más fácil, conveniente y seguro nuestro trabajo?
- b.- ¿Cuáles son los riesgos de esta distribución falla o no funciona como se esperaba?

3.- Instalación.

El trabajo de instalación de la distribución de planta puede o no formar parte de distribución en planta. A la persona que establece la distribución se le hace a veces responsable de que ésta se instale del modo apropiado, es decir que solo desempeña el papel de consejero y coordinador y la supervisión del trabajo de instalación se le atribuye a los ingenieros de planta.

El Ing. de distribución proporcionará en detalle de lo que deberá ser la nueva instalación. Esto significa dar la localización exacta de todo el equipo fijo, del equipo móvil y de las instalaciones accesorios, auxiliares y de servicio, etc.

La información necesaria para la instalación de una distribución incluye generalmente:

- Una lista de toda la maquinaria y equipos nuevos a ser instalados o de cualquier cambio en la situación del equipo ya existente.
- Un plan de movimientos y traslados.

- Una hoja de especificaciones y que muestre el modo como cada máquina deberá ser desconectada trasladada y situada.
- Un plano, bosquejo ó fotografía de la distribución explicando detalladamente las nuevas ubicaciones.

El verdadero trabajo de instalación recae, generalmente, en el departamento de mantenimiento. Para trabajos complejos ó de gran envergadura se recurre generalmente, a contratistas especializados.

Ventajas que se tienen cuando el depto. de mantenimiento realiza los trabajos de instalación de sus distribuciones.

- El costo será, menor si la compañía posee su propio equipo de instalación.
- El personal de mantenimiento se formalizará con el equipo cuando lo instala y por lo tanto le será más fácil repararlo.
- Es preciso menos papeleo en contratos, copias, especificaciones planos de instalación.
- Cuando los cambios son apresurados no es práctico tener que depender de contratantes.

Ventajas al emplear contratistas ajenos a la empresa para la instalación.

- Muchos contratistas están mucho más entrenados y familiarizados con trabajos de instalación de distribuciones y por lo tanto ofrecen más seguridad.
 - La compañía muchas veces no posee un equipo de energía de planta lo suficientemente numeroso para atender el ritmo adecuado.
- Cuando se emplean contratistas ajenos a la empresa es práctico destinar hombres de la planta para que trabajen en intimidad con el objeto de que conozcan el equipo y su instalación.

PREPARACION DE LOS EMPLEADOS PARA EL CAMBIO.

La instalación de una distribución constituye en período de trastorno para los trabajadores. Es conveniente prestar amplia atención a su preparación para dicho cambio.

Generalmente es útil presentar detalladamente y por escrito al personal las características de la nueva distribución, por medio de diagramas y fotografías que puedan lograr en el trabajador enterarse de sus nuevos elementos de trabajo.

Todos éstos casos ayudan a la orientación del empleado, de modo que su transición a la nueva distribución sea fácil y organizada.

- PROBLEMA BASICO DE LA REDISTRIBUCION.

El hacer una distribución viene a ser como un juego de obstáculos, un movimiento es realizado donde actualmente existe otro elemento de la instalación o equipo. Por lo cual, debe existir una secuencia planeada de los movimientos de modo que quien la realice no tenga que mover algo a un espacio ya ocupado.

- CUANDO INSTALAR.

La mejor fecha ó tiempo para realizar el traslado correspondiente, es cuestión de seleccionar el período de tiempo que presenta menos inconveniente, es decir encontrar el que sea completamente aceptable y no afecte los programas de producción, estos períodos son generalmente cuando la producción es más baja, como son los fines de semana, fiestas, vacaciones, baches de temporada, etc.

- PLANIFICACION DE LA INSTALACION.

Las etapas que hay que considerar y que son las que mejor se ajustan para efectos de planificación de la instalación son 7: planear, proveer, preparar, trasladar, instalar, poner en marcha y limpiar.

a) Planear.

1) Determinar la secuencia de traslado.

ii) Programar los traslados con detalle, establecer una tabla de -- tiempos con fechas y horas específicas.

b) Proveer.

i) Considerar el recurso a contratistas internos para los traslados e instalación y obtener presupuestos de varios de ellos.

- ii) Designar un hombre clave un cada depto. ó área adecuada.
- iii) Obtener todo el equipo adecuado para no interrumpir las operaciones durante la instalación.

- PREPARAR:

- i) Preparar la nueva área de emplazamiento: dejar listos los basamentos, tabiques, limpieza, pintada.
- ii) Procurar que todos sepan lo que se va a hacer y aprovechar cualquier nueva órden o sugerencia.
- iii) Ratificar al personal lo que debe hacer, donde, cuando y cómo hacerlo.

- TRASLADAR:

- i) Efectuar el traslado según el programa preescrito.
- ii) Trasladar el equipo tratando de no desmontar.
- iii) Depositar cerca del punto de instalación.
- iv) Mantener comunicación entre las coordinaciones encargadas de trasladar el equipo.

- INSTALAR:

- i) Tener en cuenta la necesidad de cambios imprevistos en el último momento.
- ii) Ampliar instalaciones eléctricas y provisionales que más tarde pueden ser permanentes.
- iii) Preparar los elementos para verificar la instalación y que el grupo instalador informe diariamente sobre su tarea.

- PUESTO EN MARCHA.

- i) Comprobar la instalación.
- ii) Dejar el equipo instalado a disposición de mantenimiento.

- REPASAR.

- i) Comprobar si el funcionamiento es el esperado.
- ii) Dejarlo todo en órden; arrancar el carácter provisional de la misma y que la producción se ve afectada por ello.

- COORDINACION DE LA INSTALACION.

Cuándo los planes para la ejecución del traslado estén completos es aconsejable convocar a una reunión de los jefes de los depts. afectados para coordinar las actividades y descubrir los conflictos posibles antes de que éstos sucedan. Con el fin de evitar demoras y con-

fusiones deberán programarse por escrito las plazas de cada desplazamiento con antelación suficiente para enfrentar los conflictos que pueden suceder.

Cuando la instalación involucra la construcción de un nuevo edificio, conviene que el grupo coordinador celebre reuniones regulares y frecuentes.

Los traslados reales son iniciados por medio de una orden de trabajo ó por una nota de mov. de equipo acompañada de una lista del mismo. Es frecuente adjuntar planos y fotografías a las órdenes de trabajo.

EL INGENIERO DE DISTRIBUCION DEBERA ESTAR PRONTO A INTERVENIR.

El Ing. deberá estar preparado para realizar cualquier cambio durante la instalación y para tomar decisiones rápidas y correctas que no se contrapongan al plan básico. Una perfecta conformidad con el plan es algo raro y no deberá alarmarse si los instaladores no interpretan los planes y planos exactamente. Claro que es deseable evitar tantos cambios como sea posible, pero desde el momento en que la perfección puede ser muy costosa, es mejor no ser demasiado meticuloso en los detalles y contar ya con hacer algunos ajustes durante la instalación.

El distribuidor deberá estar presente durante la instalación para responder a las preguntas que se la hagan, interpretar los planes inspeccionar su completación y asegurar que se reanude la fabricación a la brevedad posible.

COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO.

El distribuidor deberá comprobar la distribución instalada y en funcionamiento, confrontandola con su plan deberá reconocer cualquier diferencia y aceptarla como satisfactoria con el fin de relocalizar los elementos que lo precisen.

El Ing. de distribución deberá conversar con los supervisores de operaciones y servicios para obtener cualquier sugerencia que puedan hacerle por lo que se refiere a mejoras ó ajustes posteriores.

Cuando el personal de operación rehuse a seguir los procedimientos ó usar el equipo tal como se ha planeado, si ello entorpece el correcto funcionamiento de la dist. y el distribuidor no puede inducirlos a actuar en la forma planeada, es conveniente que presente el problema a esferas superiores de la organización.

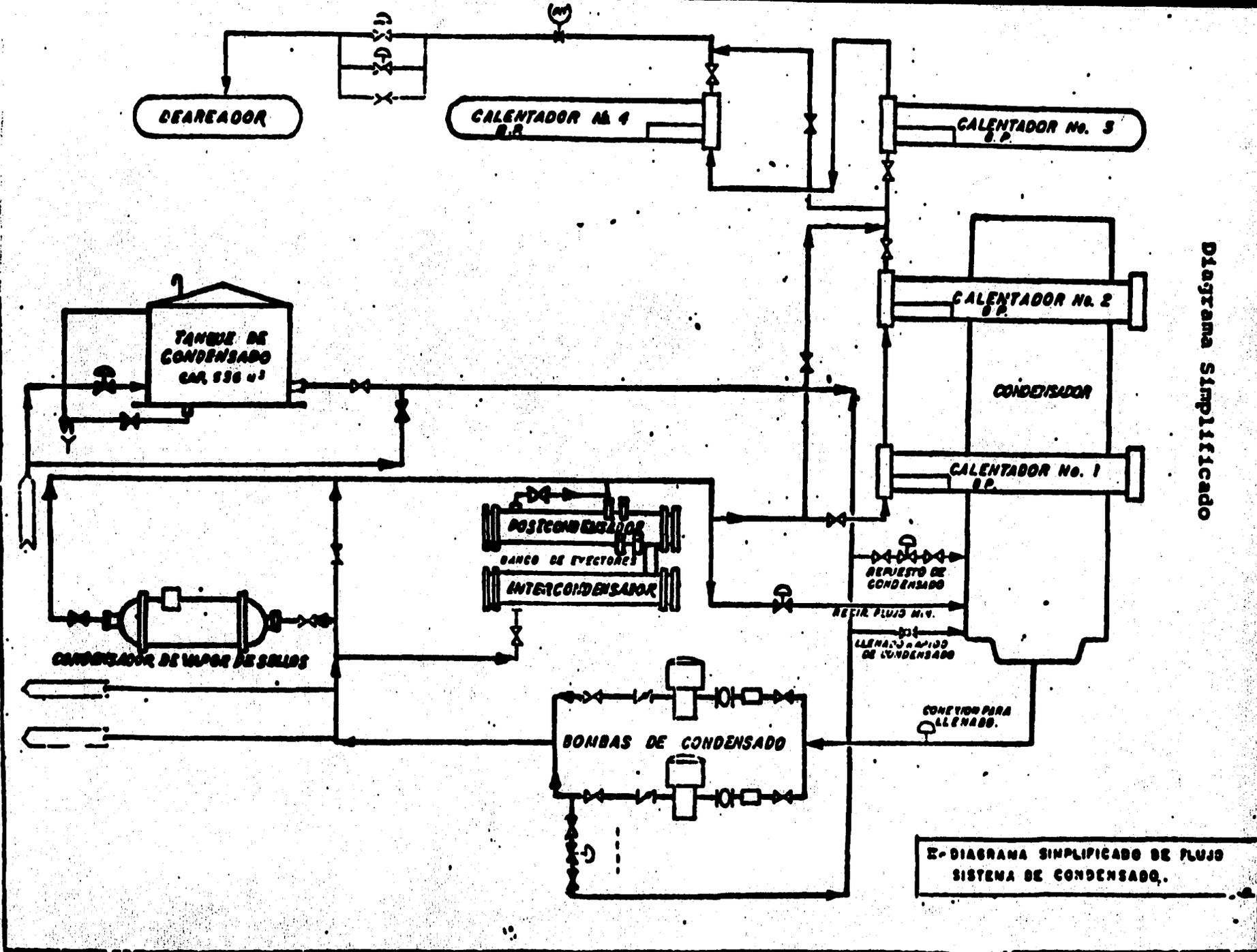
Al realizar la comprobación de funcionamiento el distribuidor deberá examinar los costos. Deberá comprobar los de instalación ó traslado y los de actuación de la nueva distribución.

REGISTRO DE LA DISTRIBUCION.

Es preciso realizar una comprobación de la distribución ya instalada, para poner al día los tableros y planos relativos a la misma. Sólo de éste modo se dispondrá de datos reales y exactos a usar para futuras - referencias.

Por otra parte el inventario del equipo puede ser puesto al día para -- mostrar exactamente donde está situado cada elemento del mismo. De ésta forma el ingeniero de distribución pone en órden sus documentos relativos al proyecto realizado y queda en disposición de enfrentarse con el siguiente.

4.- APLICACION DE LAS TECNICAS A UNO DE LOS SISTEMAS



SISTEMA DE CONDENSADO

I.- **Introducción.-** La función principal de este sistema, es extraer el condensado del "pozo Caliente" del condensador y enviarlo hasta el deareador por medio de las bombas de condensado, a través del condensador de vapor de sellos, banco de eyectores y de los calentadores de agua de baja presión. El paso del condensado por estos equipos incrementa grandualmente su temperatura, lo que origina un aumento en la eficiencia del ciclo regenerativo.

Este sistema también almacena y suministra el agua de repuesto al ciclo principal, agua para llenado del generador vapor-vapor y agua para sellos de ciertos - - equipos.

4.2.- Equipo principal:

- 1).- Tanque de almacenamiento de condensado. Es un tanque cilíndrico vertical, de techo cónico, construido de láminas metálicas y diseñado para abastecer a la unidad, generando 300 MW en condiciones normales, durante 5 días. Este tanque se utiliza para almacenar el agua que ha sido desmineralizada en la planta de tratamiento químico, para de ahí tomar la que sea necesaria para reponerla al ciclo, así como también para vertir en él, el excedente de agua cuando se tiene un alto nivel en el pozo caliente.

- 2).- Condensador principal.- Tiene por objeto condensar el vapor que que descarga la turbina de baja presión, que al condensarse desciende y se almacena en la parte inferior del condensador denominada "pozo caliente", de donde será succionado por las bombas de condensado. Al pozo caliente también llega el condensado -- proveniente de los drenajes de diferentes servicios y equipos, tanto en arranques, como en operación y paros; de los cuales -- los siguientes son los más importantes:
 - a).- Drenajes normales y de emergencia de los calentadores de alta y baja presión.
 - b).- Drenajes de vapor principal.
 - c).- Drenajes de vapor recalentado caliente y recalentado frío.
 - d).- Drenajes de turbina (paso curtis, carcazas, bloque de orificios).
 - e).- Derrame del deareador.

- f).- Drenaje del regulador de vapor de sellos.
 - g).- Drenaje de los calentadores de aire a vapor.
 - h).- Cabezal de drenajes lado turbina.
 - i).- Cabezal de drenajes misceláneos.
 - j).- Drenaje del condensador de vapor de sellos.
 - k).- Cabezal de drenajes lado calentadores.
 - l).- Llenado rápido del pozo caliente.
 - m).- Recirculación de flujo mínimo de las bombas de condensado.
 - n).- Repuesto de condensado.
 - ñ).- Entrada venteos calentadores de agua de alimentación.
 - o).- Salida de incondensables del banco de eyectores.
- 3).- Bombas de condensado.- El sistema cuenta con 2 bombas de condensado. Estas bombas son centrífugas verticales, tipo barril de tres pasos, con doble succión en el 1er. paso del impulsor y accionadas por motor eléctrico; cada bomba es de 100% de capacidad, es decir que mientras una se encuentra en operación la otra estará de reserva; succionan el agua del pozo caliente (requieren una presión de succión de 49.817 KPa., para alimentar al sistema a una presión de 2392.82 Kpa.).

4).- Condensador de vapor de sellos.- Es un pequeño intercambiador de calor de superficie, vapor-agua, - de tubos rectos, de un solo paso, lado de agua - - (por el interior de los tubos circula el agua y -- por el exterior el vapor). Ver fig. No.4.1

El objeto de este condensador es mantener en él -- una presión ligeramente menor a la atmosférica - - (2.942 Kpa.) para que el vapor a la salida de los sellos laberínticos de la turbina y el de los sellos de las 2 cajas de válvulas, fluya hacia él y sea condensado para su recuperación y de esta forma evitar que escape hacia la atmósfera. El vapor condensado se regresa al condensador principal por medio de una trampa de vapor y los gases que no se condensan son expulsados a la atmósfera por una de 2 ventiladores (exhaustores) que se encuentran -- instalados sobre el condensador de vapor de sellos.

Cuando se requiere suspender el agua de condensado a través del condensador de vapor de sellos, para hacer alguna reparación, se dispone de una línea de aspersión de agua sobre la entrada del vapor, con - la cual se efectúa su condensación y el aire se sigue expulsando por el exhaustor que se encuentre en servicio.

S-O-5

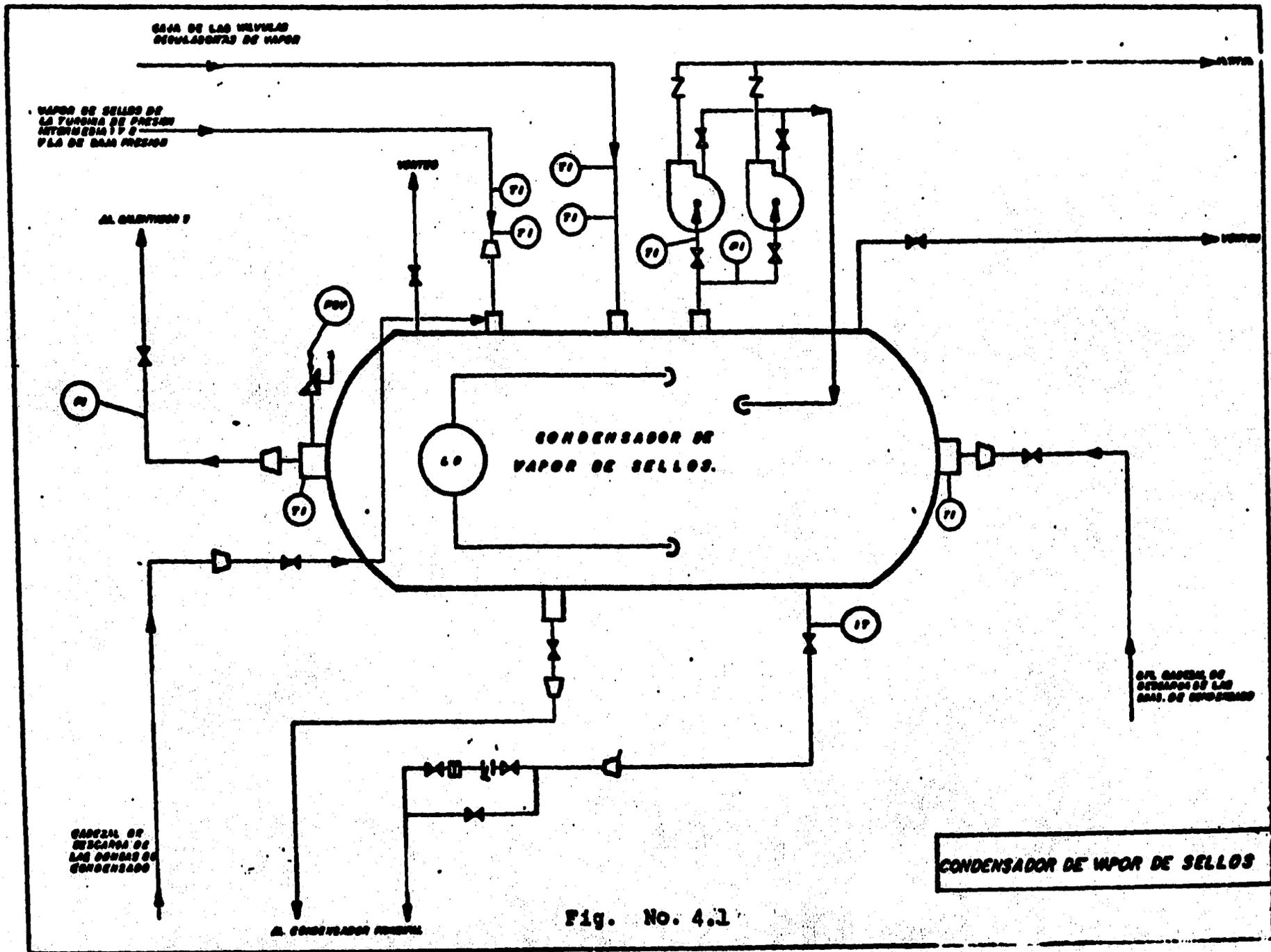


Fig. No. 4.1

5).- Eyectores de aire.- Los eyectores tipo Jet como el mostrado en la figura No 4.2 son los que normalmente se utilizan en las centrales Termoeléctricas para hacer vacío en el condensador principal y extraer de él los gases que no se condensan (incondensables), prácticamente constan de una tobera y una línea de succión. Generalmente son alimentados con vapor, el cual al pasar por la tobera, se expande e incrementa su velocidad de tal forma que ejerce una succión en la línea instalada para este propósito.

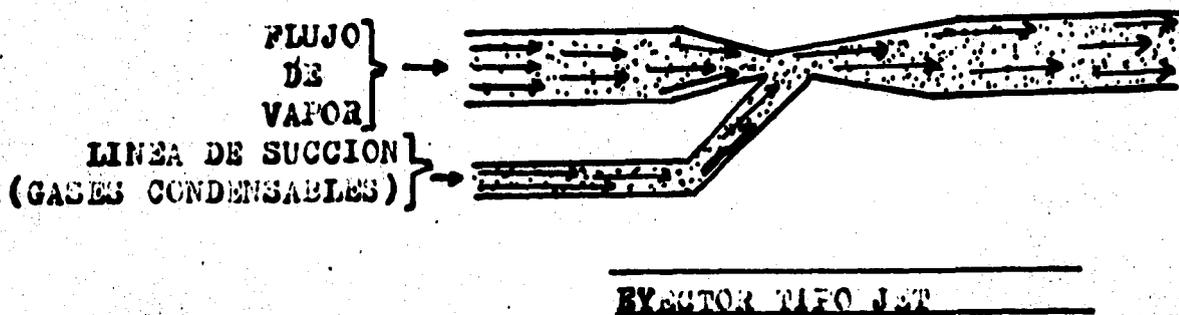


Fig. No. 4.2

a).- Eyector de arranque.- Es del tipo Jet, de un solo paso, su línea de succión se conecta con la tubería de succión de aire del condensador principal y la descarga se hace directamente a la atmósfera (vapor y aire): Ver fig. No.4.3

La función de éste eyector es extraer el aire del condensador, para hacer el vacío necesario para rodar la turbina en un arranque o para mantenerlo dentro del límite (por períodos no muy largos) durante la operación normal de la unidad, cuando por alguna razón tiende a disminuir.

Este eyector trabaja con vapor de auxiliares, con una presión de 2059.396 KPa., y con una temperatura de 260°C.

b).- Eyectores de aire de servicio.- Estos eyectores son del mismo tipo que el de arranque pero de menor capacidad, ya que su función principal es extraer los gases no condensables del condensador principal, durante la operación de normal. Ver fig. No.4.3

Se tienen dos juegos de eyectores, constituido cada uno de ellos por 2 eyectores denominados primario y secundario. En operación normal 1 juego queda en servicio y el otro de reserva.

La succión de los eyectores primarios se encuentra conectada a la línea de succión de aire del condensador principal y la descarga-

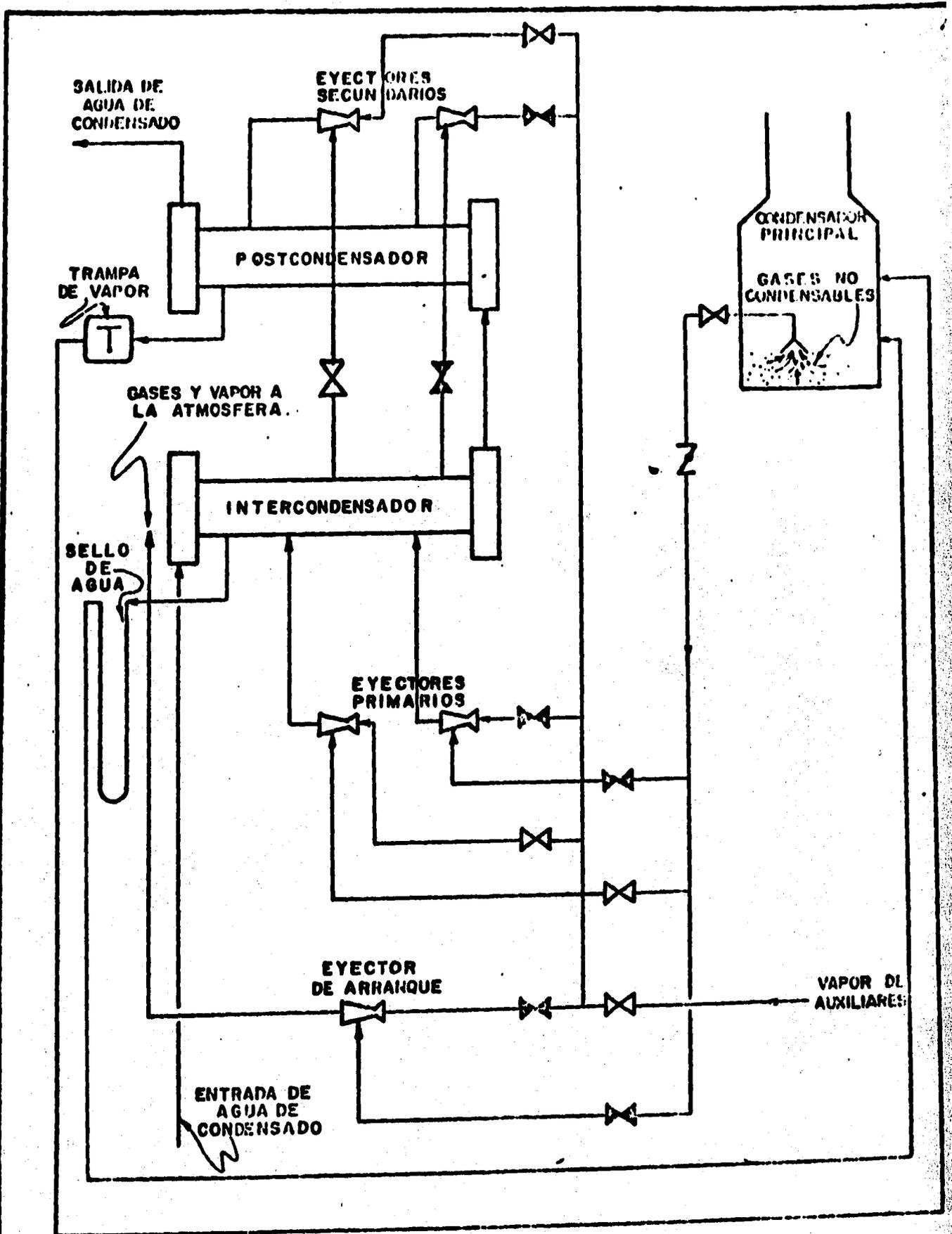


FIG. No. 4.3 BANCO DE EYECTORES

de la mezcla de gases no condensables y vapor, se hace a una sección del banco de - - eyectores denominada intercondensador, donde la mayor parte del vapor que contiene dicha mezcla, se condensa al ceder su calor - al agua de condensado que circula por el interior de los tubos de que esta formado dicho condensador. El eyector secundario succiona el intercondensador el vapor que no - se logró condensar junto con los gases no - condensables y los descarga en otra sección del mismo banco de eyectores denominada - - postcondensador, donde igualmente que en el intercondensador, el vapor que todavía contiene la mezcla de gases no condensables, - se condensa al ceder su calor al agua de -- condensado. El condensado así formado es - descargado al condensador principal a través de una trampa de vapor y los gases no - condensables son venteados a la atmósfera.

Estos eyectores utilizan vapor de auxilia-- res, de las mismas características que el - de arranque.

6).- Calentadores de agua de baja presión (BP).

Estos calentadores tienen por objeto aprovechar el calor latente de condensación del vapor de las extracciones de la turbina, para calentar el agua de condensado y de esta forma mejorar la eficiencia del ciclo.

Los calentadores 1,2,3, y 4 son calentadores de superficie (el agua no entra en contacto directo con el vapor), de 2 pasos (el agua hace dos recorridos a todo lo largo del calentador):

De tubos rectos con una zona de condensación y otra de subenfriamiento de drenaje (la temperatura del condensado de vapor queda por debajo de la normal de líquido saturado, correspondiente a la presión del vapor contenido dentro del calentador). Ver fig. No.4.4

En estos calentadores el agua de condensado circula por el interior de los tubos y el vapor por el exterior. Cuentan con venteos para extraer los gases no condensables, los cuales se descargan al condensador principal (si no se extraen estos gases, forman una película alrededor de -- los tubos que disminuye la transmisión de calor), también cuentan cada uno de ellos con 2 líneas de drenaje con su respectiva válvula de control, las cuales son operadas por controladores de nivel instalados en el calentador; -- una de estas válvulas se encargan de mantener el nivel normal en el calentador y otra abre -- cuando la 1a. no es suficiente y el nivel tiende a subir más de lo normal, descargando directamente al condensador principal.

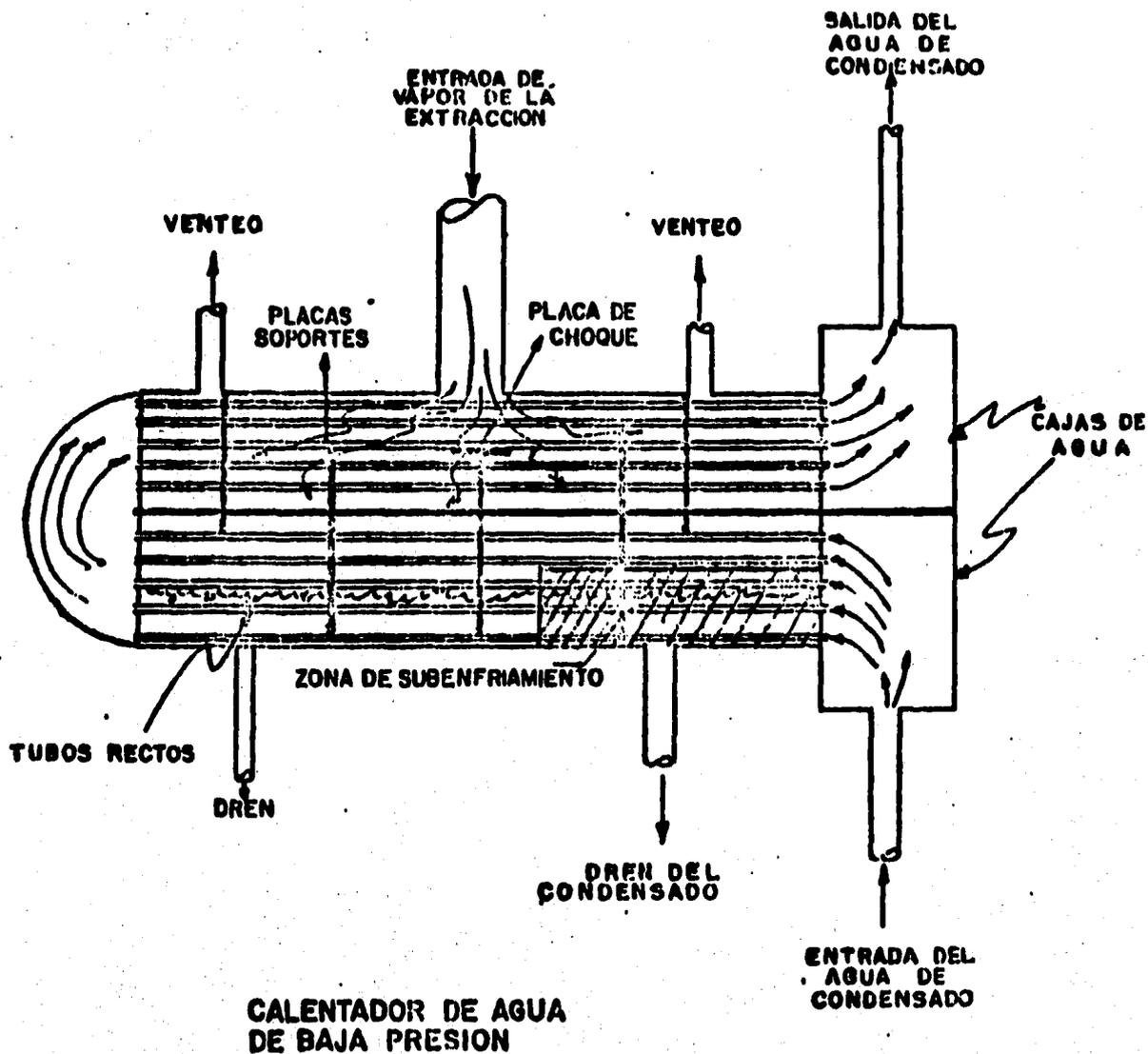
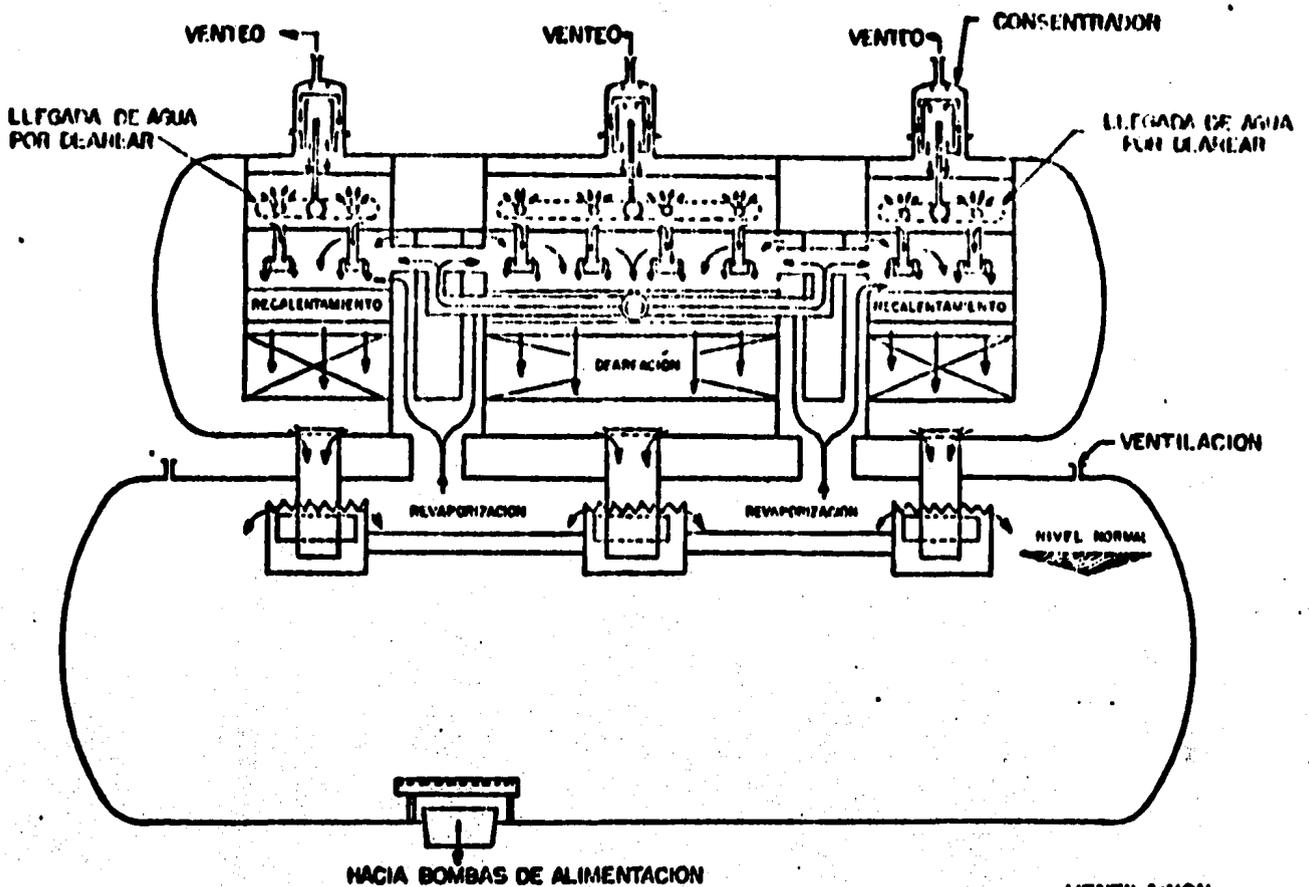


Fig. No. 4.4

El calentador No.5 mejor conocido como deareador, es un calentador de mezcla (el - - agua se mezcla con el vapor), que tiene -- por objeto calentar el agua de condensado y a la vez eliminar los gases (dearear) que - van disueltos en élla, principalmente oxígeno (O_2) y bióxido de carbono (CO_2) ya que - estos gases producen corrosión en la tube-- ría tanto en la de agua de alimentación co-- mo la de la caldera. Estos gases se elimi-- nan en el deareador, atomizando el agua de condensado por medio de espreas y charolas y suministrando el flujo de vapor de tal -- forma que choque con las gotas de agua, pa-- ra que por efecto del impacto y del calentamiento, se desprendan los gases, los cuales se hacen pasar por un condensador interno - de venteo, donde es condensado el vapor que tiende a escapar a la atmósfera, junto con los gases. La figura No4.5 representa un - - deareador típico de centrales termoeléctri-- cas.

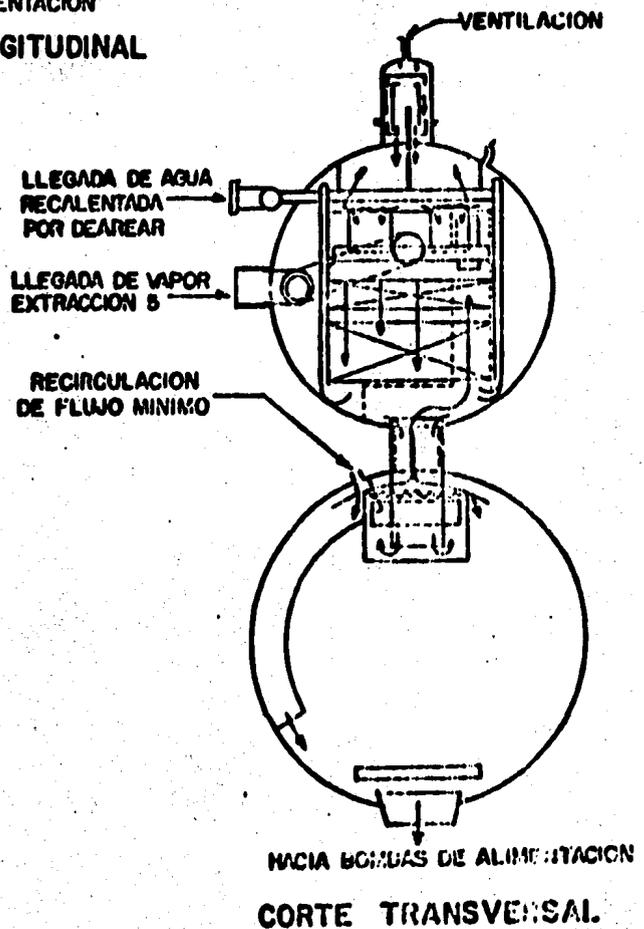
El suministro de vapor al deareador, normal-- mente se hace de una extracción de la turbina, pero además se cuenta con una línea de - vapor de auxiliares que suministra vapor en los arranques, cuando todavía no se dispone de vapor de extracción.



CORTE LONGITUDINAL

CALENTADOR DE MEZCLA
O
DEAREADOR

Fig. No. 4.5



CORTE TRANSVERSAL

El vapor de escape de la turbina de baja presión es extraído y condensado por el condensador principal. El condensado formado desciende y se acumula en el pozo caliente.

NOTA: La numeración que a continuación se menciona, se refiere al diagrama completo del sistema.

Una línea de succión común, está instalada desde la parte inferior del pozo caliente, hasta el cabezal de succión de las 2 bombas. De la succión de cada una de las bombas se deriva una línea que va al condensador; a esta tubería se le denomina "igualadora de vacío" y tiene la finalidad de igualar la presión de la succión de la bomba, con la presión del condensador (vacío), para evitar que la bomba cavite al ejercer una succión opuesta a la del condensador; por lo que la válvula 1 correspondiente que se encuentra en cada una de estas líneas deberá estar abierta cuando la bomba entre en servicio.

Cada una de las bombas de condensado, son del 100% de capacidad, por lo que una estará en operación normal y la otra de reserva, la cual entrará automáticamente cuando la primera falle, o no alcance a dar la presión adecuada.

De las tuberías de descarga de las bombas de condensado, se deriva una línea en la cual se encuentra instalada una válvula de control 2, la cual abrirá cuando exista alto nivel en el pozo caliente, retornando agua al tanque de -

condensado. De esta manera se controla un alto nivel en el pozo caliente.

De la misma tubería de descarga de la otra bomba de agua de condensado se deriva una línea para suministrar agua de condensado a:

- a). Agua de sellos a las bombas de agua de alimentación
- b). Area de dosificación química.
- c). Inundado de los calentadores 1 y 2 de baja presión.
- d). Agua de sellos a válvula romperadora de vacío.
- e). Agua de sellos a todas las válvulas de las tuberías que drenen al condensador.
- f). Llenado del generador vapor/vapor.
- g). Al rociador del condensador de vapor de sellos.
- h). A las toberas de rocío de la carcaza de la turbina de baja presión.
- i). Al atemperador de vapor de sellos de baja presión.

También se tienen otras 2 derivaciones del cabezal de descarga de las bombas, una de ellas para atemperar los drenajes de las líneas de vapor principal y la otra para suministrar agua para los sellos de la bomba-

de condensado que se encuentre fuera de ser
vicio y evitar la entrada de aire por ella
y consecuentemente la pérdida de vacío en -
el condensador.

Más adelante en este mismo cabezal se en- -
cuentra el suministro de hidrazina (para --
eliminar el oxígeno) y el suministro de amo
niaco (para eliminar el CO₂), enseguida el
cabezal se divide en tres líneas, una hacia
el condensador de vapor de sellos de la turu
bina, otra hacia el banco de eyectores y la
línea de desvío (que se utiliza cuando se -
quiere sacar de servicio cualquiera de los
2 equipos antes mencionados), a la salida de
los cuales se vuelven a unir en una sola tu-
bería, de la cual se deriva la línea de re--
circulación mínima con su "cuadro de regula-
ción" 3 (válvula de control, válvulas de blou
queo y válvulas de desvío) que tiene como fi-
nalidad satisfacer los requerimientos de fluu
jo mínimo del condensador de vapor de sellos
y del banco de eyectores (los requerimientos
de flujo mínimo de las bombas de condensado,
son menores), recirculando el condensado al
condensador principal, cuando en el deareador
se tiene de nivel 4, del mismo, restringen el
flujo de condensado, a un valor menor del que
requieren los equipos antes mencionados.

Para reponer las pérdidas de agua del ciclo,
el tanque de condensado descargará por gra--
vedad hacia el condensador a través de la --
válvula de control 4, la cual abrirá cuando
exista bajo nivel en el pozo caliente.

Posteriormente el condensado fluye por el interior de los tubos de los calentadores de baja presión 1,2,3 y 4 donde incrementa su temperatura.

Los calentadores 1,2,3 y 4 tienen su línea de desvío con sus válvulas manuales de bloqueo y de desvío para cuando por alguna -- causa se requieran sacar de servicio (puede ser en un arranque, para darles mantenimiento, por alguna rotura del tubo, etc.)

Los calentadores se sacan de servicio por -- pares para protección de la turbina.

En la línea de condensado antes del deareador se encuentra un medidor de flujo que -- mandará señalización al cuarto de control -- así como al sistema de control de nivel del deareador, el cual se encargará de corregir la posición de las válvulas 4 para mantener el nivel correcto en el tanque de oscilación del deareador.

Por último, en la línea de condensado se encuentran, dos válvulas de control 4 con su línea de desvío, una de ellas de flujo mínimo, que se encargará de controlar el nivel del tanque de oscilación hasta el 20% de carga y la otra de flujo máximo que controla el nivel después del 20% de carga. Ambas válvulas, son controladas por el sistema de control de nivel de deareador, al cual le llegan señales de flujo de agua de condensado y de alimentación que utiliza como variables anticipatorias y señal de nivel -- del tanque de oscilación que utiliza como -- variable correctiva.

4.5- Maniobras de puesta en servicio.

Para poner en servicio este sistema se realizan las siguientes maniobras:

- 1.- Llenar el pozo caliente hasta el nivel normal, verificando esto en el indicador de nivel LI 3003, que deberá marcar 0 cm. Esta maniobra se realiza por gravedad desde el tanque de condensado abriendo la válvula de llenado rápido 6.
- 2.- Verificar que la válvula de succión de las bombas de condensado estén totalmente abiertas.
- 3.- Abrir la válvula de descarga de la bomba que va a entrar en servicio un 25% (para evitar el golpe de ariete en las tuberías que están vacías).
- 4.- Confirmar que el sistema de agua de enfriamiento se encuentre en operación.
- 5.- Abrir las válvulas de bloqueo del condensador de vapor de sellos y del banco de eyectores, así como la válvula de recirculación de flujo mínimo 3 verificando el suministro de aire a la misma.
- 6.- Cerrar las válvulas de bloqueo de los calentadores 1,2,3 y 4 de baja presión y abrir -- los desvíos respectivos.
- 7.- Abrir los venteos del sistema y la igualadora de vacío 1 de las bombas.

- 8.- Suministrar agua de sellos a las bombas de condensado, así como también agua de enfriamiento a sus motores.
- 9.- Después de 3 minutos de haber efectuado -- las maniobras del punto anterior, arrancar la bomba de condensado que se haya seleccionado.
- 10.- Cerrar venteos del sistema.
- 11.- Verificar que la válvula de recirculación de flujo mínimo se encuentre abierta.
- 12.- Verificar que la conductividad del condensado en el pozo caliente sea la correcta; si la conductividad está por arriba de 8 micromhos, está debe ser reducida por dilución con agua desmineralizada proveniente del tanque de -- condensado y purgando al drenaje una cierta cantidad de condensado.
- 13.-Una vez normalizado el flujo de recirculación mínima se procederá a continuar el llenado -- del sistema, abriendo las válvulas de bloqueo del control de nivel del deareador, abriendo gradualmente las válvulas de bloqueo de los calentadores 1,2,3 y 4 de baja presión y cerrando sus válvulas de desvío.
- 14.- Llenar el tanque de oscilación, abriendo las válvulas de control 4 por medio de su estación UK-26.
- 15.- Abrir parcialmente la válvula de desvío del derrame del tanque de oscilación del deareador para que el sobre flujo retorne al condensador principal (se localiza en el dibujo n.ºm. M-45).

- 16.- Verificar el P.H. (8-9.5) y la conductividad (menos de 8 micromhos) del agua de condensado y corregir si es necesario.
- 17.- Pasar a automático el control de nivel del deareador (UK-26).
- 18.- Después de 15 minutos de recirculación del condensado, ciérrase la válvula de desvío de la válvula de control del derrame del tanque de oscilación verificandó el funcionamiento de la misma (no aparece en este -- diagrama).

En estas condiciones el sistema de condensado estará listo para operar normalmente.

4.6.- Maniobras de paro.

Un paro normal de sistema de condensado deberá iniciarse con la reducción gradual de la carga de la unidad. Al llegar al 50% de carga, automáticamente se iniciará la apertura de la válvula de recirculación mínima 3 del sistema. Se tomarán las provisiones -- necesarias que se indicarán posteriormente para que los calentadores de agua queden -- preparados para su almacenamiento.

Al 20% de carga, automáticamente se cerrarán las válvulas de no retorno de las extracciones de los calentadores de agua. Al llegar la carga a cero, deberán ponerse fuera de servicio primeramente las bombas de agua de alimentación, con sus debidas precauciones y enseguida la bomba de condensado.

Antes de parar la bomba de condensado, verificar que ya no se requiere atemperar la carcasa de la turbina de baja presión.

Después de haber parado la bomba, esperar un tiempo mínimo de 3 minutos antes de suspender el agua de enfriamiento al motor.

El agua de sellos deberá seguir suministrándose hasta que deje de existir vacío en el condensador.

Cuando el paro del sistema sea por períodos cortos, éste deberá permanecer lleno y aumentarse la concentración de hidrazina en el mismo.

Paralelamente al paro normal del sistema, se deberán realizar los siguientes pasos para que los calentadores de agua 3 y 4 - al salir de servicio, queden preparados para su almacenamiento.

a).- Almacenamiento para períodos cortos.

Cuando el sistema va a permanecer fuera de servicio por un período menor de 72 Hrs., deberán seguirse los siguientes pasos:

- 1).- Bloquear el sistema de control de nivel automático (pozo caliente y dea--reador) las válvulas de drenaje normal y de emergencia.
- 2).- Cerrar las válvulas de bloqueo de los drenajes en cascada de los calentadores.
- 3).- Cuando el agua en los calentadores cubra al haz de tubos (lado vapor) cerrar la extracción de vapor.

- 4).- Cerrar los venteos de los calentadores.
- 5).- Abrir los desvíos de los calentadores y cerrar sus válvulas de bloqueo.
- 6).- Sellar los calentadores con nitrógeno a una presión de 147.1 KPa.

De esta forma el agua contenida en los calentadores tendrá las concentraciones normales de hidrazina y amoniaco que se mantienen en operación.

El P.H. del agua dentro de los calentadores deberá estar entre 7.5 y 8 para tubos de cobre, en caso necesario podrá agregarse hidrazina, para alcanzar el P.H. adecuado.

- b).- Almacenamiento para paros prolongados.

Quando el sistema no va a ser drenado, el procedimiento para paradas por más de 72 Hrs. es el siguiente:

- 1).- Llenar el calentador por el lado de agua con condensado que contenga 50 - P.P.M. de hidrazina y aproximadamente 0.5 P.P.M. de amoniaco para obtener un P.H. adecuado y presurizar la carcasa con nitrógeno a 147.1 KPa.

Quando el sistema va a ser drenado y va a permanecer parado por más de 72 hrs. es el siguiente:

- 1).- Cortar el suministro de vapor y continuar circulando agua de condensado a través de los tubos, hasta que los calentadores se enfrien tanto como sea posible.
- 2).- Cerrar los venteos de la carcaza de los calentadores.
- 3).- Cerrar los drenajes en cascada.
- 4).- Abrir la válvula de suministro de nitrógeno a la carcaza.
- 5).- Abrir todas las válvulas de drenaje de la carcaza.
- 6).- Purgar la carcaza con nitrógeno.
- 7).- Abrir los desvíos de los calentadores y cerrar sus válvulas de bloqueo.
- 8).- Abrir los drenajes del lado de condensado.
- 9).- Abrir la válvula de suministro de nitrógeno del lado de condensado.
- 10).- Purgar el lado de condensado con nitrógeno.
- 11).- Alcanzar una presión de 68.6 KPa. a 147.1 KPa. con nitrógeno, tanto del lado vapor como del lado de condensado, sellando la unidad.

Para el caso del almacenamiento de los calentadores No.1 y 2, el lado vapor se deberá -- inundar únicamente con agua, abriendo manualmente las válvulas para este servicio, ya -- que al no haber válvulas de bloqueo y no retorno en las extracciones de vapor que les - corresponda, no se les puede llenar con ni-- trógeno por la posibilidad de entrada de gas a la turbina.

4.7.- Cuidados durante la operación normal.

- 1).- Vigilar el nivel del pozo caliente. En - caso de que el nivel descendiera hasta - el "nivel bajo" se deberá abrir manual-- mente la válvula 6 de llenado rápido, -- hasta alcanzar el nivel normal de opera-- ción. Si se tiene "alto nivel" en el pozo caliente se deberá verificar que abra la válvula 2 de recirculación al tanque de condensado, hasta que el nivel baje a su normalidad.
- 2).- Vigilar que la presión de vapor a los -- eyectores no sea mayor ni menor de 2059. 4 KPa.
- 3).- Cuando el vacío en el condensador tiende a descender (se pierde vacío) poner en - servicio el otro juego de eyectores has-- ta que se encuentre la causa de la pérdida de vacío. Si aún así el vacío no se - mantiene, todavía se tendrá el recurso - de poner en servicio el eyector de arranque.

- 4).- Si por alguna razón (rotura de tubos) - se tuviera que sacar de servicio el condensador de vapor de sellos, se deberá abrir la válvula manual de entrada de - agua al rociador de vapor de sellos, -- abrir el desvío y cerrar sus válvulas - de bloqueo hasta que la unidad quede fuera de servicio y se le pueda dar mantenimiento.
- 5).- Si se registra una alta temperatura en el pozo caliente las causas probables de ésta anomalía podrán ser:
- a).- Bajo vacío en el condensador principal.
 - b).- Alta temperatura en el agua de circulación por disparo de ventiladores o enciamiento de los tubos del condensador, lo cual se reflejará como una pérdida - de vacío.
 - c).- Falla en la atemperación de los drenajes que llegan al condensador principal (los que cuenten con ello.).
- 6).- Cuando se detecte rotura de tubos en algún calentador de agua, primeramente se deberá reducir la carga de la unidad un porcentaje determinado por el fabricante de la turbina, de acuerdo a los calentadores que se van a sacar de servicio, hecho ésto, se deberá abrir el desvío y cerrar las válvulas de bloqueo de condensado, con lo que quedará fuera de servicio el calentador afectado y el calentador adyacente.

La reducción de carga cuando se sacan de servicio calentadores, es muy importante ya que si no se hace así, se corre el -- riesgo de producir un desbalanceamiento en el empuje axial en el rotor de la turbina, debido al flujo de vapor adicional que se hace pasar por él (el flujo de vapor de la extracción correspondiente) -- con peligro de que se "barra" la chumacerra de empuje.

7).- Los principales parámetros que se deben - vigilar en la bomba de condensado que se encuentre en servicio, por los cuales se deberá hacer cambio de bomba, si alguno de ellos está fuera de rango como se indica, son los siguientes:

a).- Insuficiente flujo de agua de enfriamiento.

b).- Alta temperatura en las chumaceras - del motor.

c).- Alta presión diferencia en el filtro de succión.

d).- Sobre carga del motor.

e).- Baja presión de succión.

f).- Baja presión de descarga.

EQUIPOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE CONDENSADO

- 1.- Condensador principal
- 2.- Bombas de condensado
- 3.- Condensador de vapor de sellos
- 4.- Intercondensador Banco de Eyectores
- 5.- Postcondensador
- 6.- Calentador No. 1
- 7.- Calentador No. 2
- 8.- Calentador No. 3
- 9.- Calentador No. 4
- 10.- Desareador
- 11.- Tanque de condensado

DIAGRAMA DE RELACION

A= Alta importancia

E= Excelente importancia

I= Importante

O= Ordinaria importancia

U= Poca importancia

X= Nula importancia

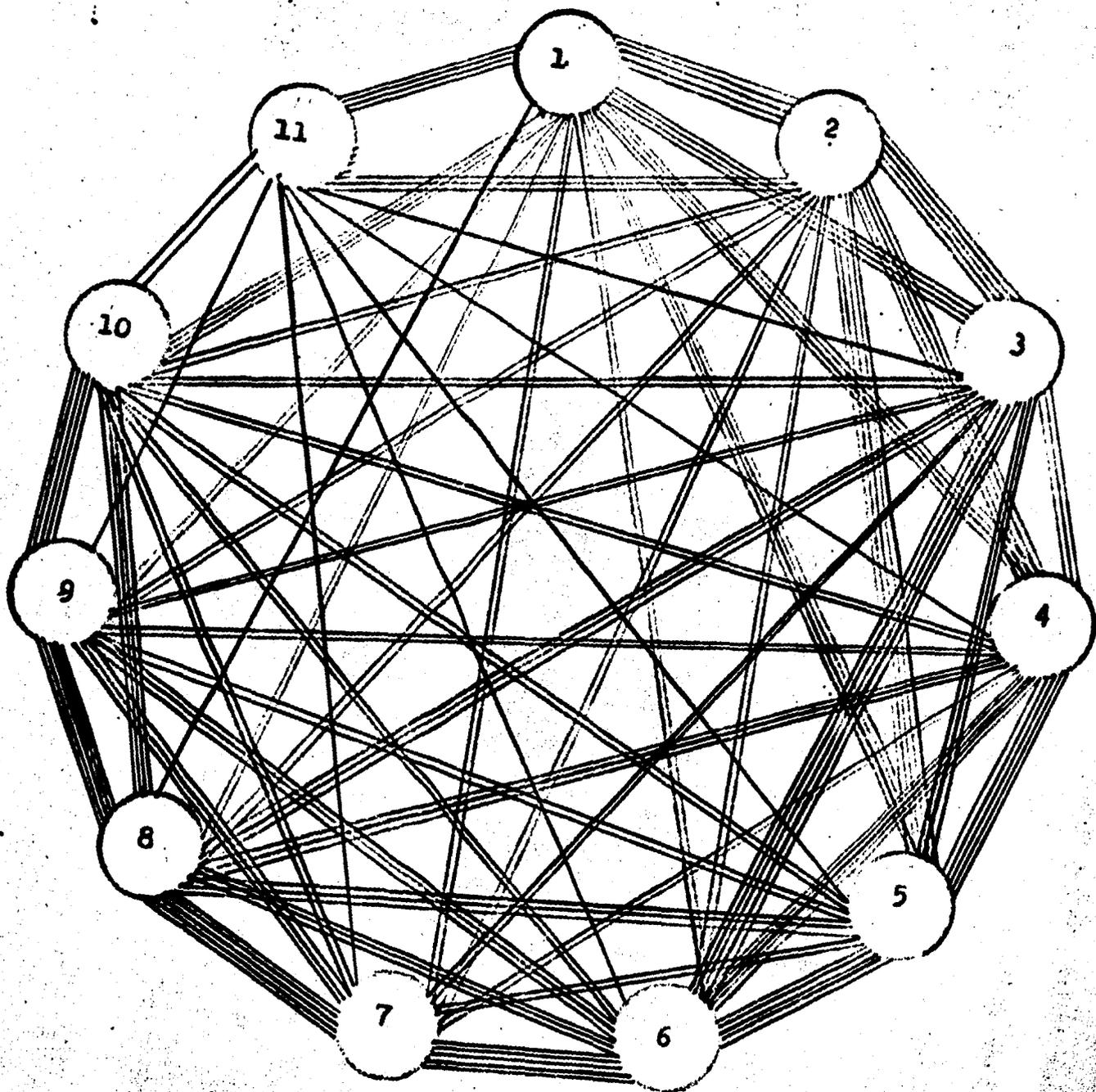
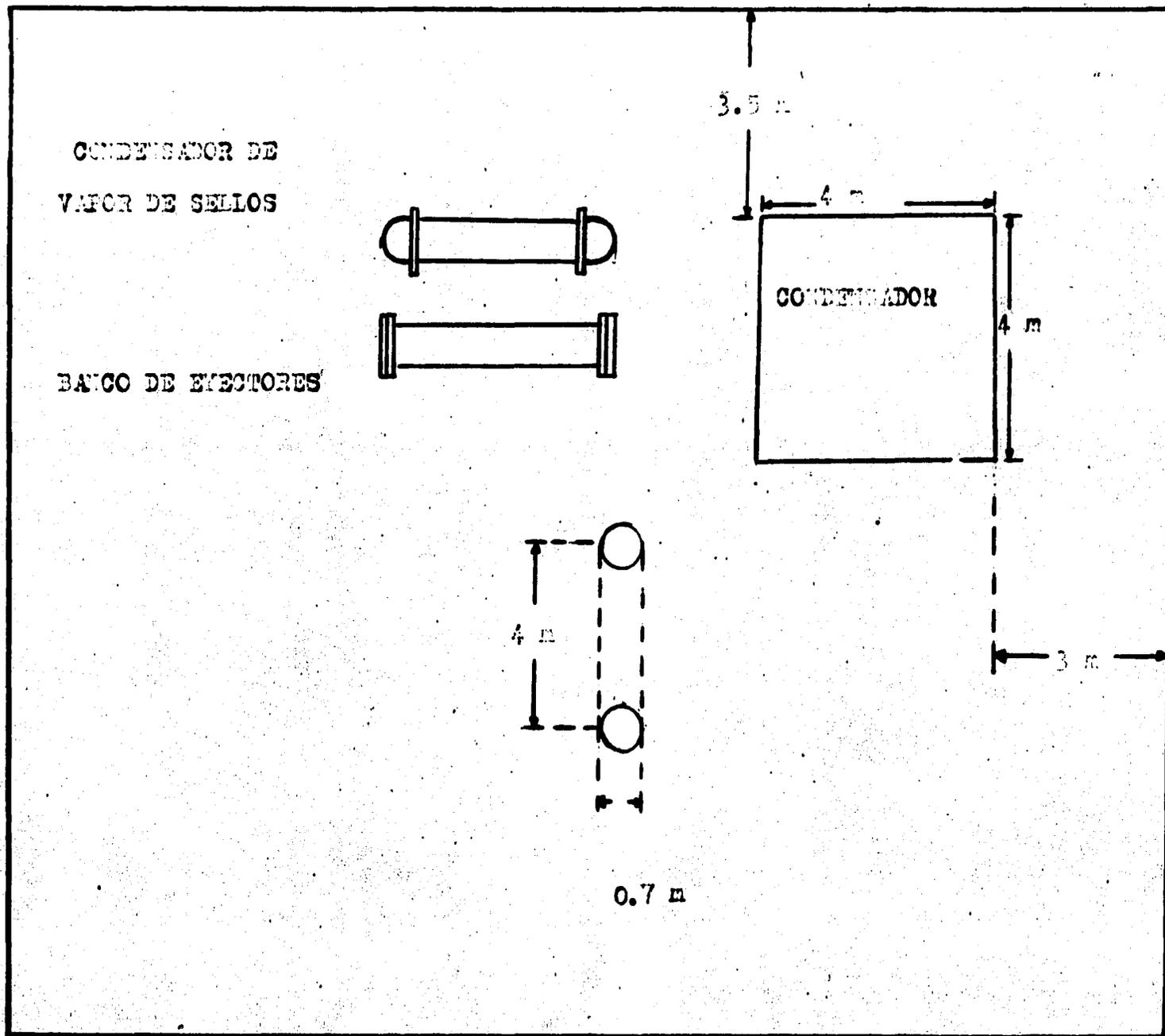
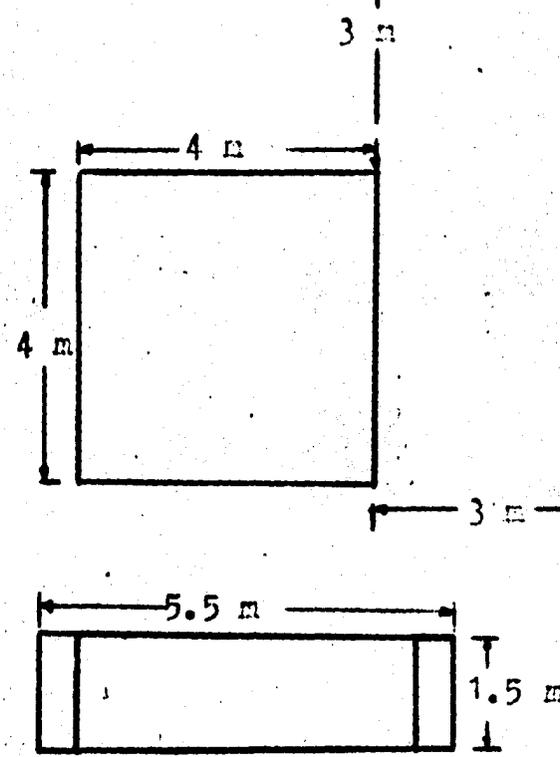


DIAGRAMA DE RELACION

PRIMER NIVEL

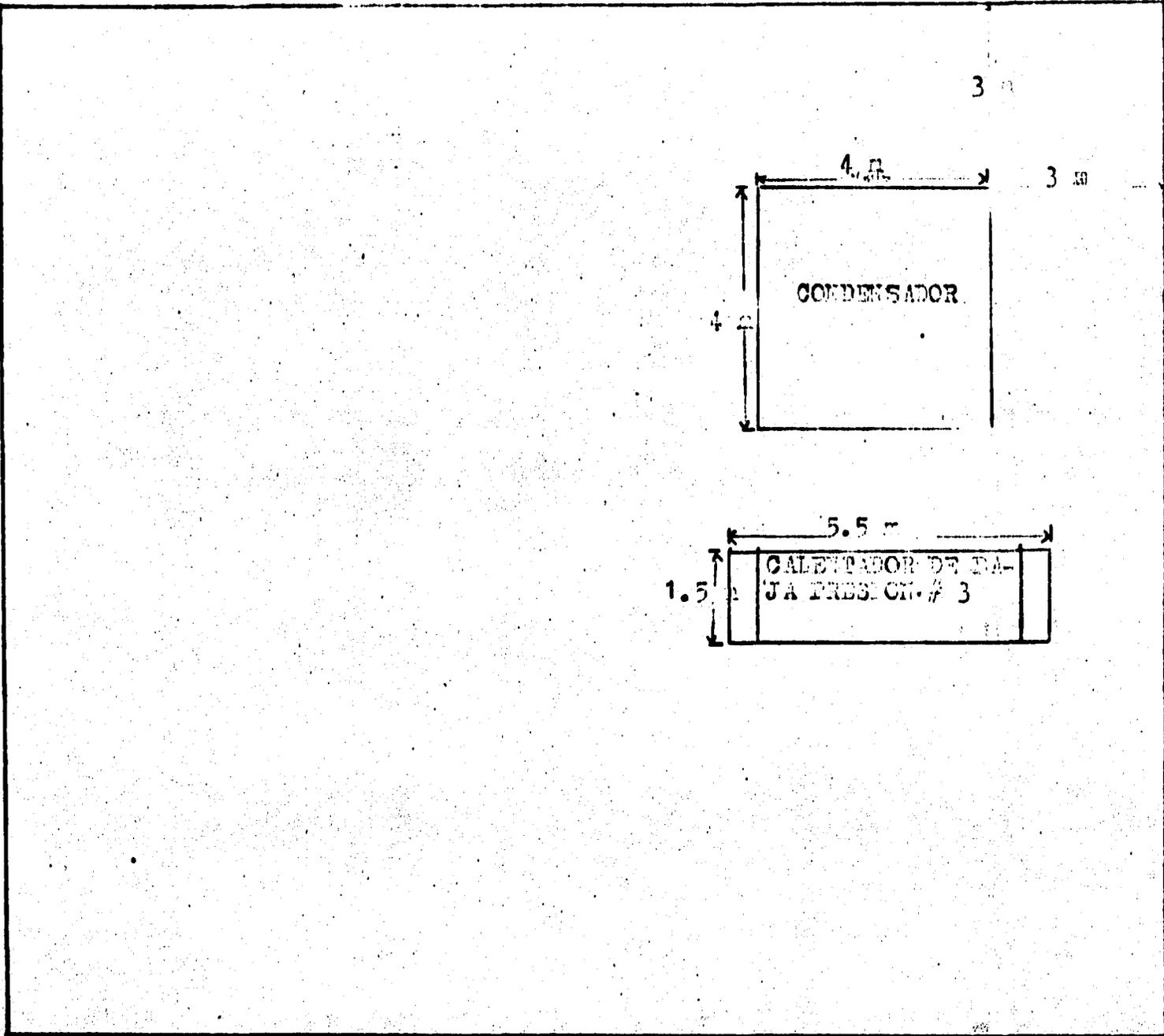


17 m

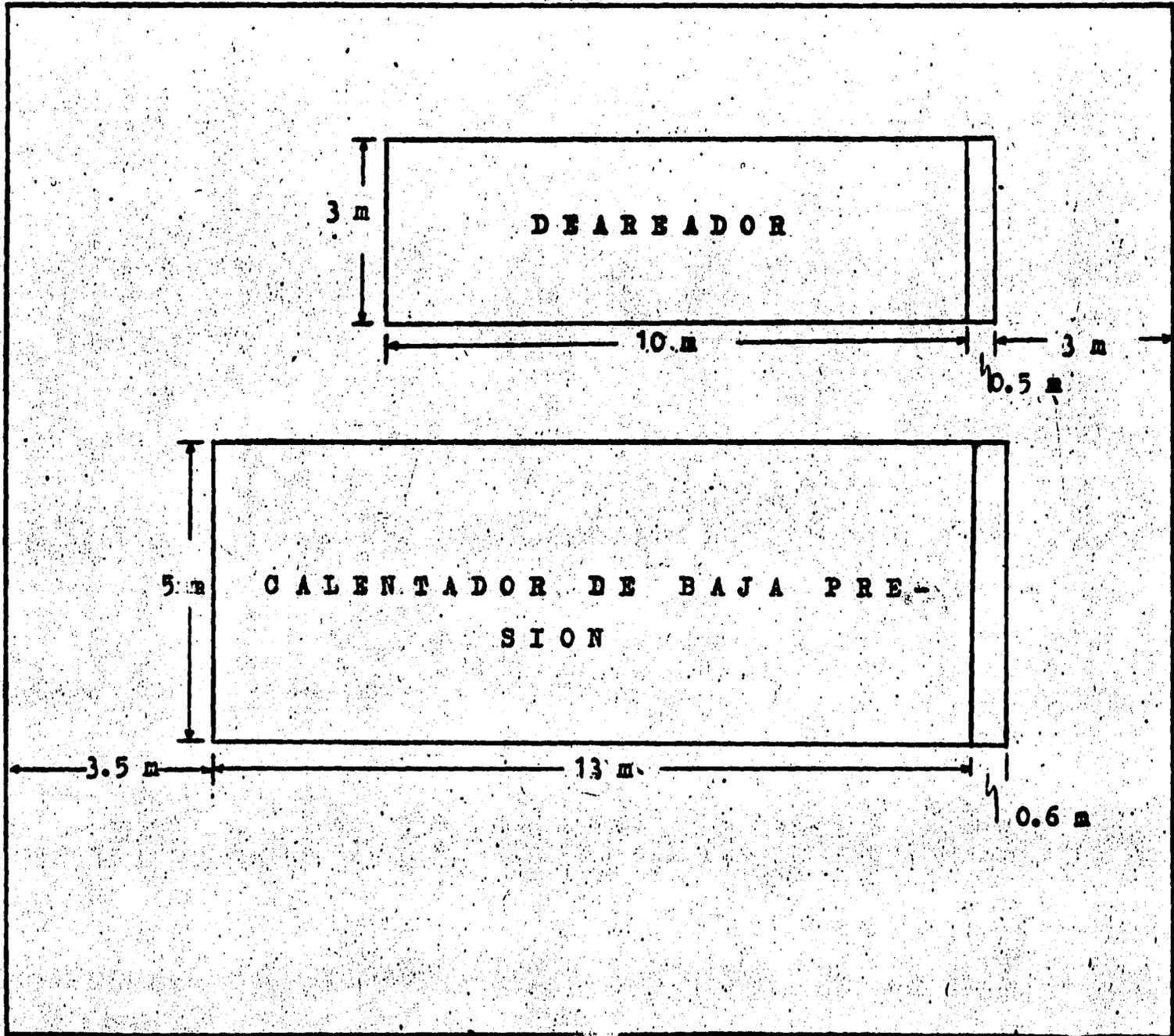


20 m

TERCER NIVEL



CUARTO NIVEL



B I B L I O G R A F I A

- 1.- SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING
SECOND EDITION - REVISED AND ENLARGED
AUTOR : RICHARD MUTHER

- 2.- DISTRIBUCION DE PLANTA Y MANEJO DE MATERIALES

AUTOR : CENAPRO

- 3.- MANUAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL
EDITORIAL : REVERTE
AUTOR : MAYNAR

- 4.- INGENIERIA INDUSTRIAL
EDITORIAL REPRESENTACIONES Y
SERVICIOS DE INGENIERIA
AUTOR : NIEBEL