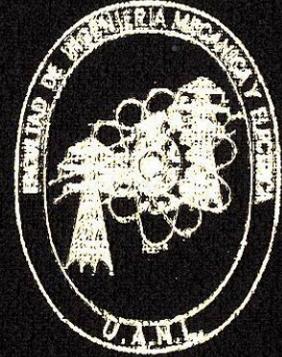


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



"CENTRALES TERMoeLECTRICAS"

TESINA

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRESENTA

RHAM A. SANDOVAL BOLIO



CD UNIVERSITARIA

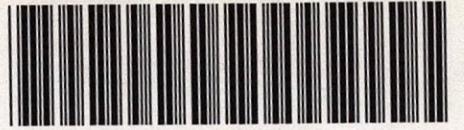
FEBRERO DE 1997

T

TK1360

B6

C.1



1080072278

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



"CENTRALES TERMOELECTRICAS"

TESINA

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRESENTA

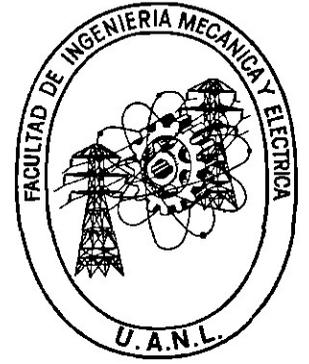
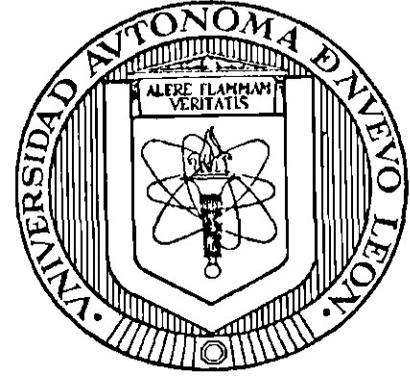
RHAM 'A. SANDOVAL BOLIO

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO DE 1997

T
TK 1360
B6





Centrales Termoeléctricas

Por:

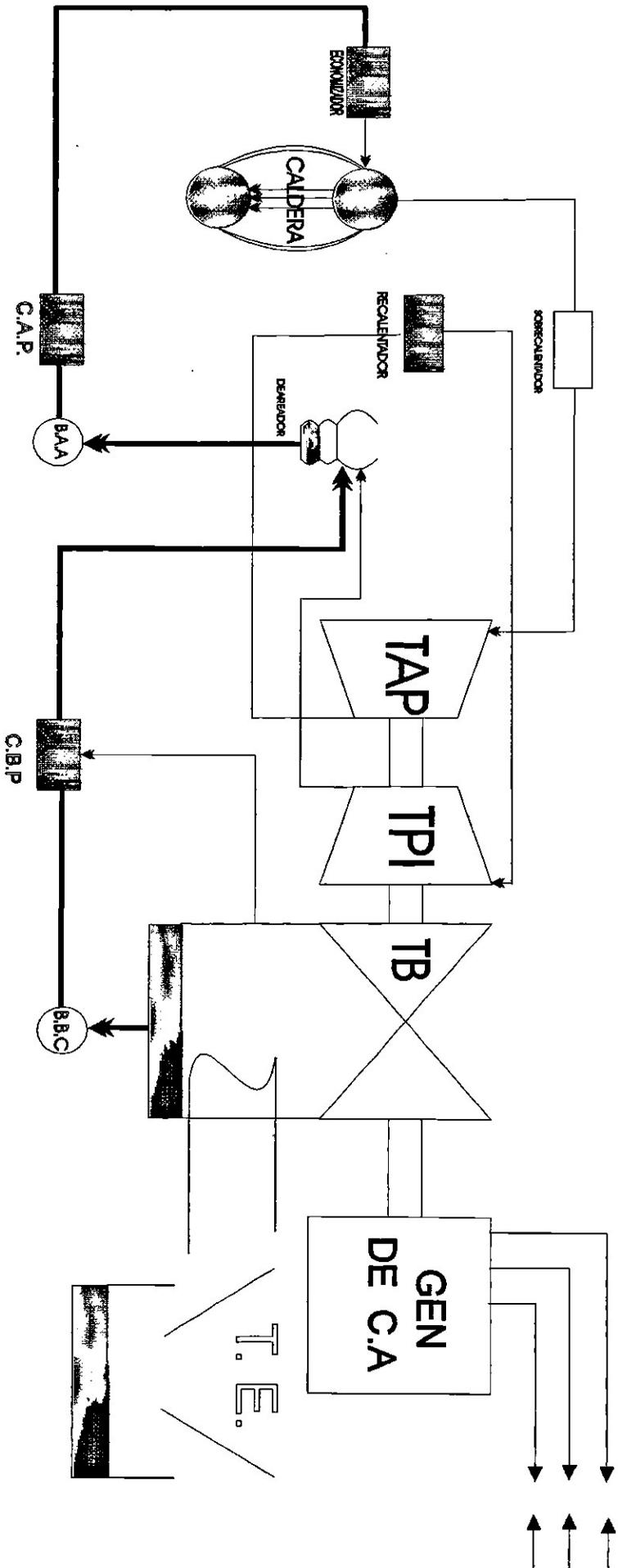
Ing. Rham A. Sandoval Bolio.

I N D I C E

INTRODUCCION.....	2
III. DESCRIPCION DEL EQUIPO PRINCIPAL.....	6
(Sist. Condensación)	
III.1 Tanque de repuesto de condensado.....	6
III.2 Condensador principal.....	7
III.3 Bombas de condensado.....	11
III.4 Condensador de vapor de sellos.....	15
III.5 Eyectores de aire.....	17
III.6 Calentadores de agua de baja presión.....	19
III.7 Desaireador.....	21
IV. DESCRIPCION FUNCIONAL.....	27
CONCLUSIONES.....	30
V. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO PRINCIPAL.....	32
(Sist. de Agua de Alimentación)	

V.1 Tanque de oscilación del desaireador.....	32
V.2 Bombas de agua de alimentación.....	33
V.2.1 Enfriadores de aceite de lubricación.....	34
V.2.3 Cople hidráulico de velocidad.....	34
V.2.5 Sistema de agua de sellos (bombas).....	36
V.3 Calentadores de alta presión 6 Y 7.....	37
VI. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL.....	38
CONCLUSIONES.....	41
VII. APÉNDICE.....	42

CENTRAL TERMOELÉCTRICA



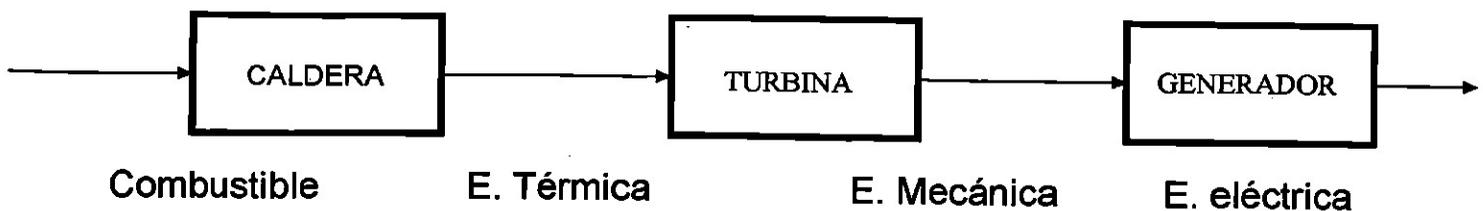
INTRODUCCION

El fin de este escrito es de dar una breve descripción de lo que es una central termoeléctrica; centrándonos en dos sistemas básicos de una planta termoeléctrica que son: "Sistema de Condensación" y "Sistema de Agua de Alimentación".

Las centrales termoeléctricas de mayor capacidad instaladas en México, son las que posee la Comisión Federal de Electricidad, sin embargo en la actualidad existen plantas propiedad de la iniciativa privada, además de grandes proyectos de inversión para la generación de electricidad por parte de los grandes grupos privados.

Las centrales termoeléctricas es una aplicación de la primera ley de la termodinámica, donde la energía se vá transformando de una forma u otra, hasta obtener la energía eléctrica.

Transformaciones energéticas sucesivas en una central termoeléctrica.



La energía que contienen los combustibles fósiles se obtienen mediante el proceso de combustión. Al quemarse el combustible se produce energía en forma de calor. El calor ó energía calorífica se transforma en

energía mecánica en una máquina motriz (turbina de gas, turbina de vapor etc...); la energía mecánica es transformada a su vez en energía eléctrica en un generador. A este tipo de central eléctrica se le conoce como termoeléctrica.

Una central termoeléctrica está compuesta principalmente por un generador de vapor, una turbina, un generador de C.A., excitador, subestación eléctrica, etc.

Para que el equipo anterior funcione eficientemente se requiere de una gran cantidad de equipos auxiliares como son: bombas, compresores, interruptores, transformadores, intercambiadores de calor, etc.

El objetivo de una central termoeléctrica es la producción de la energía eléctrica partiendo de un combustible, el cual es suministrado por medio de un mecanismo hasta el hogar de la caldera donde se provoca la combustión, suministrando aire por un ventilador denominado tiro forzado y un transformador de ignición que alimenta de C. D. al electrodo de una bujía provocando una chispa efectuándose la combustión.

El generador de vapor previamente es llenado con agua de buena calidad químicamente hablando; agua que al ser calentada se convierte en vapor de agua; este último es almacenado a alta presión y temperatura en un recipiente cilíndrico horizontal llamado domo o colector de vapor.

El vapor de agua a alta presión y temperatura es transportado a través de una línea principal hasta la turbina de vapor, donde se expande convirtiéndose su energía calorífica en energía cinética, la cual hace girar la

turbina y por consiguiente el generador de C.A., produciendo así la energía eléctrica que es mandada a una subestación eléctrica a través de un interruptor principal y un transformador elevador de voltaje.

De la subestación eléctrica salen las líneas de transmisión que conducirán la energía eléctrica hasta los centros de consumo.

El ciclo agua-vapor, el vapor que trabajó en la turbina una vez que pierde presión y temperatura es condensado por medio de un intercambiador de calor de superficie utilizando agua procedente de una torre de enfriamiento.

Una vez condensado el vapor es succionada el agua por medio de una bomba que se encarga de incrementar su presión y hacerla pasar por unos calentadores de agua de alimentación hasta otro intercambiador de calor llamado deareador que cumple con dos funciones; como calentador de agua y para desalojar los gases indeseables del sistema que pudieran producir corrosión en tuberías y en el generador de vapor.

Después del deareador se tiene una bomba de agua de alimentación que se encarga de suministrar el agua al generador de vapor ó caldera para mantener un nivel correcto de operación y seguir produciendo vapor el cual regresará a la turbina para cerrar el ciclo termodinámico llamado Rankine ó Regenerativo según sea el caso si se utiliza o no calentadores de agua de alimentación.

SISTEMA DE CONDENSACIÓN

Las funciones principales de este sistema son: extraer el agua de condensado del pozo caliente para enviarlo a través de la bomba de condensado al desaireador, suministrar agua de REPUESTO al ciclo o enviar los excedentes de agua de condensado al tanque de almacenamiento de condensado para mantener el nivel normal de agua en el pozo caliente del condensador principal.

Entre las funciones auxiliares del sistema de condensado pueden contar las siguientes: suministro de agua de condensado para sellos, atemperaciones y llenado inicial a diferentes equipos o sistemas del ciclo, regeneración parcial del ciclo de vapor, al calentarse el agua de condensado en los diferentes intercambiadores de calor, con que se encuentra en su trayectoria el desaireador.

III. DESCRIPCION DEL EQUIPO PRINCIPAL.

III.1. TANQUE DE REPUESTO DE CONDENSADO.

Este tanque es cilíndrico vertical con techo cónico, construido con láminas de acero soldadas entre sí, con un volumen total de 887 M³, suficientes para abastecer la unidad a máxima carga por cinco días en operación normal. Cuenta con venteo, derrame, dren, indicador de nivel y alarma de nivel bajo. Al tanque repuesto de condensado también le llaman **Tanque de Almacenamiento de Condensado.**

Este tanque, recibe el suministro de agua del tanque de almacenamiento de agua desmineralizada o en su defecto de la planta desmineralizadora, para recuperar y mantener su nivel normal garantizado así, el suministro de condensado al pozo caliente. El tanque de almacenamiento de condensado suministra el agua de REPUESTO al ciclo, para mantener nivel normal en el pozo caliente, cuando el controlador por bajo nivel en el pozo caliente, manda la señal correspondiente para que abran las válvulas de REPUESTO de condensado, permitiendo el paso del agua del tanque de repuesto de condensado al pozo caliente.

El agua de repuesto es el equivalente a todas las pérdidas de vapor y agua del ciclo.

Cabe aclarar que, la línea de repuesto del tanque de condensado al pozo caliente sirve no solamente para suministrar agua de repuesto al condensador, sino también, para recibir el excedente de agua de nivel del pozo caliente.

III.2. CONDENSADOR PRINCIPAL

El condensador principal se encuentra, directamente abajo de la turbina de baja presión, unido herméticamente a ella por una junta de expansión y apoyado en la parte inferior con soportes rígidos. La junta de expansión sirve para compensar o absorber las dilataciones y contracciones térmicas de la turbina y del condensador.

El condensador principal es un intercambiador de calor tipo superficie, el vapor no se mezcla con el agua de enfriamiento, compuesto de dos secciones en donde el agua de enfriamiento hace un recorrido en "U" por lo que se le designa en dos pasos. Por el interior de los tubos pasa el agua de enfriamiento (agua de circulación) y por el exterior de los tubos el vapor de escape de la turbina de baja presión, con una superficie activa de transferencia de calor de $12,077 \text{ M}^2$. Según la distribución de los tubos es de tipo delta, como se muestra en la figura III.2.1. En el cuerpo del condensador se tiene dos tomas de gases incondensables, una a cada lado.

En la parte inferior del cuerpo del condensador se tiene una área de recepción y acumulación de condensado, a la que se le llama pozo caliente. La capacidad del pozo caliente es de 42,963 Lts. con una salida que sirve de succión para las bombas de condensado y otra que sirve como dren.

Las funciones principales del condensador son : formar el vacío con la condensación del vapor de escape de la turbina de baja presión y con la evacuación del aire y de los gases incondensables; además, acumular el condensado en el pozo caliente.

Las ventajas más relevantes de los condensadores de superficie son:

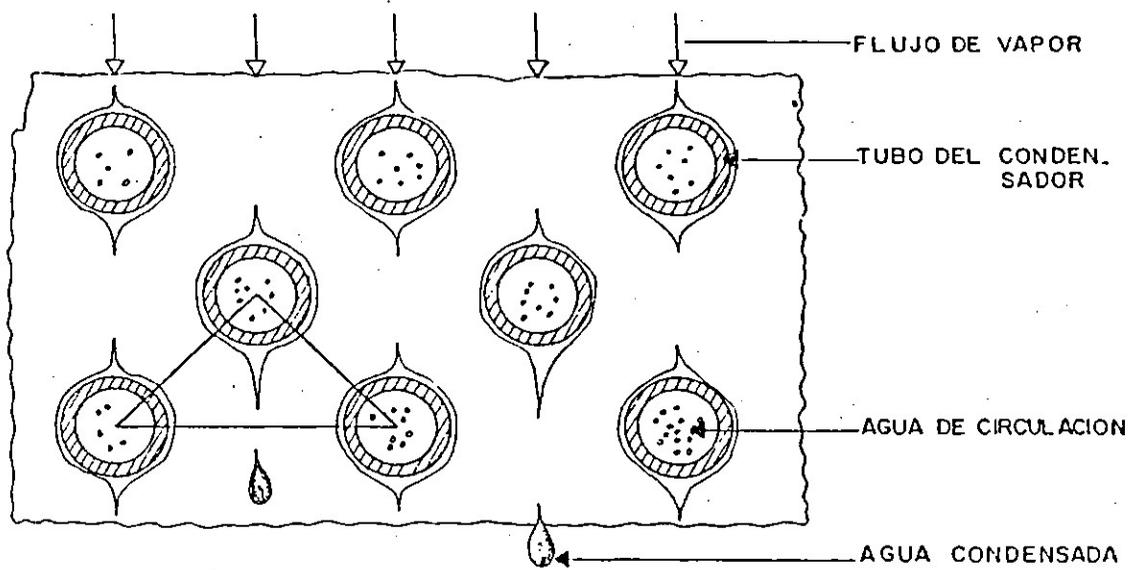


FIG. III 2.1 ARREGLO EN DELTA DE LOS TUBOS DEL CONDENSADOR

- Recuperación del condensado para utilizarlo como agua de alimentación en el generador de vapor.
- Disminución de la presión de escape de la turbina para aumentar la energía utilizable.
- Evacuación desaireación del mayor porcentaje de aire y gases incondensables, aproximadamente el 89% del total.

El condensador recibe principalmente el condensado de vapor de la turbina y de diferentes sistemas de drenes y de derrames, de los cuales a continuación se mencionan los más importantes:

- Drenes de emergencia de los calentadores de alta presión.
- Drenes normales y de emergencia de los calentadores de baja presión.
- Drenes de las líneas principales de vapor (sobrecalentado, recalentado frío y caliente).
- Drenes de turbina (del bloque de orificios, del paso curtis y de la carcaza).
- Dren del regulador de vapor de sellos.
- Dren de los calentadores de aire a vapor.
- Cabezal de drenes lado turbina, de extracciones.
- Cabezal de drenes lado calentadores, de extracciones.
- Cabezal de drenes misceláneos.
- Dren del condensador de vapor de sellos.
- Derrames del tanque de oscilación.
- Llenado rápido del pozo caliente.
- Recirculación de flujo mínimo de las bombas de condensado.
- Repuesto de condensado.

- Llegada del tanque colector de agua de sellos de las bombas de agua de alimentación.
- Venteo del primer paso de bombas de condensado.
- Dren de condensado del vapor de eyectores.

El condensador cuenta con un sistema de control de nivel del pozo caliente que le permite mantener el nivel normal en cambios y rechazos de carga, así como en operación normal.

La válvula de retorno de condensado, responde a una señal de alto nivel, abriendo para retornar al tanque de repuesto de condensado el excedente de agua de pozo caliente aprovechando la presión de descarga de la bomba de condensado.

Las válvulas de repuesto de condensado abren de acuerdo a la señal de bajo nivel para suministrar agua de repuesto del tanque de condensado al pozo caliente. Mientras abre la válvula de repuesto de condensado, la válvula de retorno condensado permanente cerrada y viceversa. Cabe hacer notar, que el flujo de agua de repuesto de condensado, fluye por gravedad aprovechando la altura estática del tanque hacia el condensador y por la succión que ejerce el vacío del condensador en la columna de agua de la línea del tanque.

El condensador principal cuenta con las alarmas siguientes:

- Pozo caliente nivel bajo.
- Pozo caliente nivel alto.
- Condensador vacío bajo.
- Válvula rompedora de vacío condensador sobrecarga.

A continuación se dan unos datos de placa del condensador marca Swecomex, tipo "Delta" de dos secciones:

LADO VAPOR (CUBIERTA)		LADO AGUA DE CIRCULACION (TUBOS)	
Flujo de Vapor	639.105 Ton/Hrs	Suministro de agua	Agua de circulación
Presión de operación (absoluta)	9 KPa (67.31mmHg)	Presión de prueba	Caja de agua a 378.5 KPa
Presión de cubierta	103 KPa	flujo agua de circulación	359,966 Lt/min
Presión de prueba	cub. llena de agua	Temp. entrada agua circ.	23.68°C
Superficie de transferencia de calor	12,077 M2	Temp. salida agua circ.	39.48°C
Nivel normal del pozo caliente	457.2 mm (18 pulg)	N° de pasos	2
Calor latente	1, 240,291 Joule/Kg (533 KCal/Kg)	N° de tubos	14,635
Factor de limpieza	0.85	* Diám. ext. del tubo	25.4 mm
Temperatura de entrada	43.73°C	Velocidad	198.12 CM/seg
Temperatura de salida	43.73° C	* El material que se usa en diseño para tubos de agua salada, y de aguas impuras de ríos, es latón Admiralty (70% de cobre, 29% de zinc y 1% de estaño.	
MLDT (media logaritmica de la diferecia de Temp.	7.77°C		

Por último se dirá que un buen diseño del condensador de superficie debe cumplir por lo menos con los requisitos siguientes:

- El vapor debe entrar en el condensador con la menor resistencia posible, y la caída de presión a través del mismo, deberá ser reducida al mínimo.
- Los gases, los cuales obstaculizan la transferencia de calor, deben evacuarse (desairearse) ininterrumpidamente de las superficies de transferencia de calor.
- Los incondensables deben succionarse en puntos apropiados, prácticamente libres de vapor de agua.

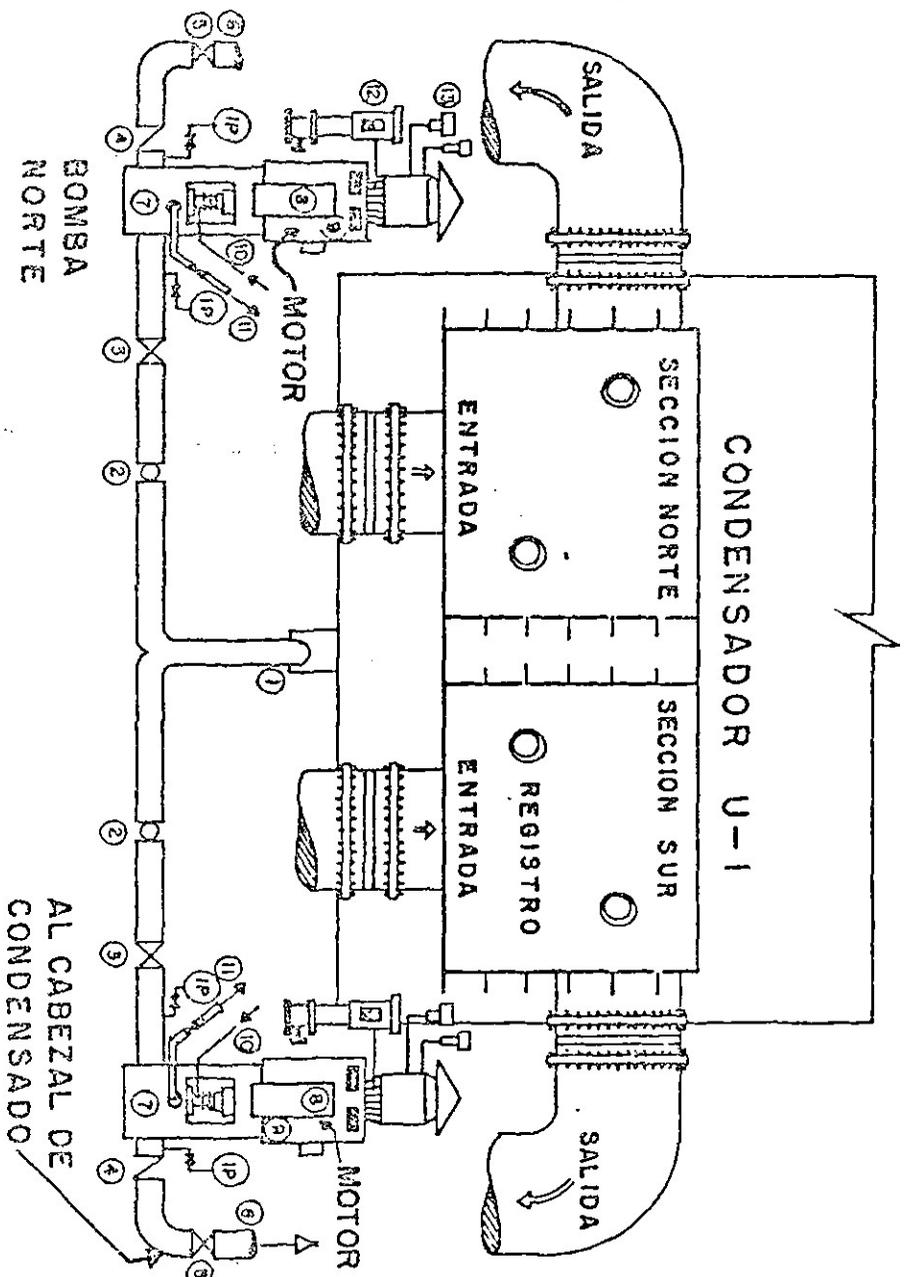
- La evacuación de los incondensables debe realizarse con un gasto mínimo de energía.
- El condensado obtenido debe evacuarse rápidamente de las superficies transmisoras de calor.
- El agua de circulación, deberá atravesar el condensador con un rozamiento reducido, dejando un mínimo de sedimentos y con una absorción de calor máxima.

III.3. BOMBAS DE CONDENSADO

Las bombas de condensado son dos y se encuentran físicamente enfrente del condensador (lado entrada agua circulación), están unidas al condensador por una tubería de diámetro exterior de 20 pulgadas. Esta línea viene del pozo caliente, bifurcándose en dos líneas, en cada línea se encuentra: una válvula manual de compuerta, un carrete para montaje de filtro cónico temporal y una junta de expansión, para terminar en la succión de la bomba de condensado respectiva.

Por la conexión, antes descrita, se puede decir que las bombas están en paralelo (fig. III.3.1).

Las bombas de condensado son centrífugas verticales, tipo barril de 5 pasos tal como se muestra en la fig. III.3.2, accionadas por motor eléctrico. Cada bomba es de 100% de capacidad, la bomba está soportada por una base que forma parte del barril, el motor está soportado por el cabezal de descarga y está acoplado con la bomba por medio de un cople rígido ajustable.



- ① - DESCARGA DEL POZO CALIENTE.
- ② - FILTRO DE LA SUCCION
- ③ - VALVULA DE BLOQUEO
- ④ - VALVULA NO RETORNO
- ⑤ - VALVULA DE BLOQUEO DE LA DESCARGA
- ⑥ - DESCARGA DE LA BOMBA
- ⑦ - BOMBA DE CONDENSADO
- ⑧ - CAJA DE CONEXIONES ELECTRICAS
- ⑨ - MOTOR ELECTRICO
- ⑩ - AGUA DE SELLO
- ⑪ - VENTEO AL CONDENSADOR
- ⑫ - INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE LUBRICANTE
- ⑬ - VENTEOS DE VAPOR DE ACEITE

FIG. III 3.1 DISPOSICION DE BOMBAS DE CONDENSADO

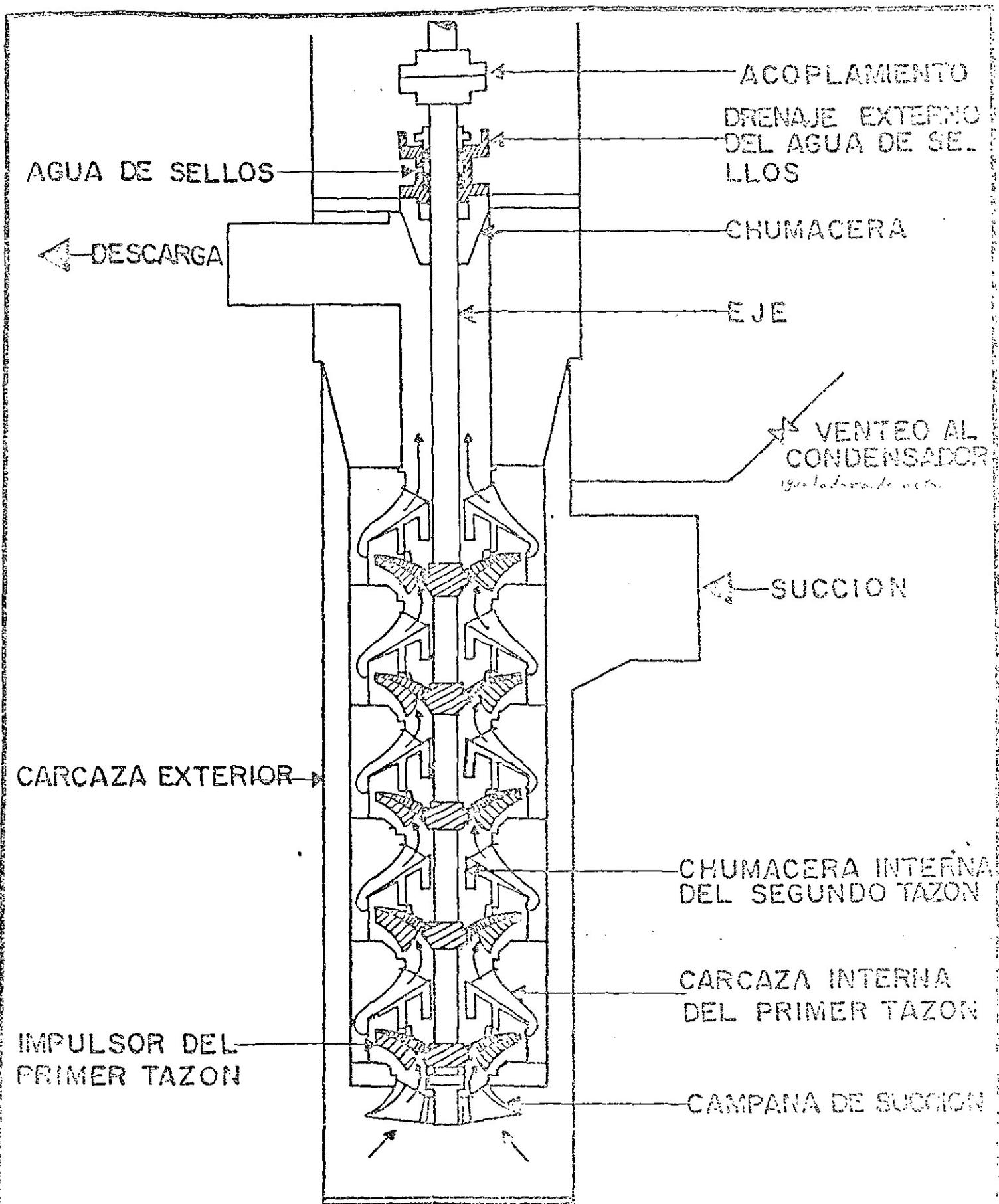


FIG. III 3.2 CORTE DE BOMBA DE CONDENSADO

CARACTERISTICAS DE LA BOMBA Y SU MOTOR.**BOMBA.**

Marca	Byron Jackson
RPM	1760
Flujo	13,860 Lt/min (3,662 G.P.M.)
Carga dinámica	206 m

MOTOR DE INDUCCION.

Marca	Toshiba
Volts	4,000 voltaje
Potencia	800 H.P.
Frecuencia	60 HZ
AMP	102 A
RPM	1780
FASES	3

Los motores de cada bomba de condensado están protegidos por un relevador de corriente, el cual dispara el interruptor para desenergizar el motor, en caso de que este tome corriente excesiva debido a fallas de aislamiento o sobrecargas.

En la línea de la descarga de cada bomba de condensado se cuenta con dos válvulas, una de no-retorno y otro de compuerta; la primera sirve

para evitar que gire en sentido inverso y la segunda de bloqueo manual. Posteriormente la línea de la descarga de cada bomba se une en un cabezal común, en donde se encuentran las tomas de señal de instrumentación del control lógico de las bombas, las cuales son las siguientes: Alarma baja presión e interruptores de presión para arranque automático.

La función principal de la bomba de condensado es extraer el agua de condensado del pozo caliente para enviarlo al desaireador a través del equipo siguiente.

- Condensador de vapor de sellos.
- Banco de eyectores.
- Calentador N° 1,2,3, y 4.

EQUIPOS QUE AUMENTAN LA TEMPERATURA DEL FLUJO DE AGUA DE CONDENSADO AL PASAR POR CADA UNO DE ELLOS.

Se llama proceso regenerativo cuando se toma el calor de vapor para calentar el agua de condensado o agua de alimentación. En este tema se tratará el proceso regenerativo del agua de condensado hasta el desaireador.

La bomba de condensado succiona con una presión aproximada de 50 Kpa y descarga al cabezal 2.4 Mpa. En la succión de la bomba se cuenta con un venteo conectado al condensador para desalojar el aire que se acumula en esta área. (fig.III.3.2).

1. En el cabezal de la descarga está tomada una línea que va a los sellos de agua del prenestopa de la flecha de cada bomba, para

garantizar la hermeticidad de la misma (evitar entradas de aire) y para lubricación y enfriamiento entre la flecha y estopero. Además de esta toma se cuenta con otros suministros auxiliares a otros sistemas y equipos los cuales son los siguientes:

- Inundado de calentadores N° 1 y 2.
- Inundado de calentadores N° 1 y 2.
- Sellos válvula rompedora de vacío.
- Sello de válvulas que convergen al condensador.
- Atemperación de drenes de vapor principal.
- Area de dosificación química.
- Sistema de sellos de bombas de agua de alimentación.
- Llenado inicial del generador vapor / vapor.
- Atemperación del desvío del vapor auxiliar del generador vapor / vapor.
- Atemperación del vapor de sellos de la turbina de baja presión.
- Atemperación del dren del regulador de vapor de sellos.

Más adelante, en la línea de descarga de condensado se encuentran dos líneas que sirven para dosificación química al agua de condensado, una es para la hidrazina y la otra para el amoniaco. La línea continúa en dirección al condensador de vapor de sellos y al banco de eyectores.

Siguiendo la trayectoria de la línea de condensado se llega a un punto donde se divide en tres líneas, una que va al condensador vapor de sellos, otra que va al banco de eyectores y la otra que sirve como desvío común (By-pass) de estos equipos. El condensador de vapor de sellos y el banco de eyectores están en conexión paralela lado agua.

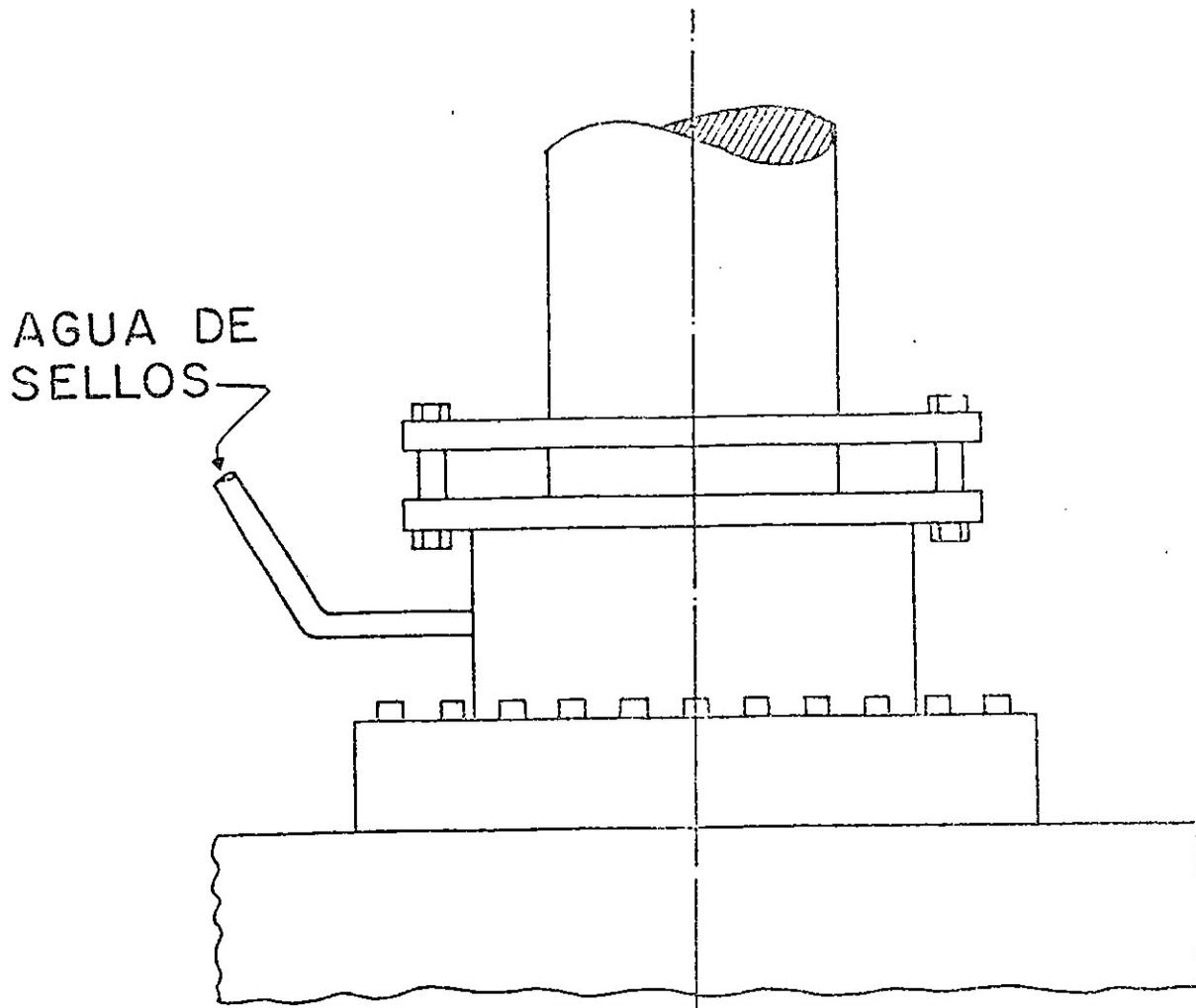


FIG. III 3.3 DETALLE DE SELLOS DE AGUA

III.4. CONDENSADOR DE VAPOR DE SELLOS.

El condensador de vapor de sellos es un intercambiador de calor pequeño, de $65M^2$ de transferencia de calor, tipo superficie, vapor/agua, de tubos rectos de un paso lado agua. Por el interior de los tubos circula el agua de condensado y por el exterior el vapor. Cuenta con válvula de seguridad, drenes, venteos y nivel de cristal lado agua.

El objetivo de este condensador es mantener en él una presión ligeramente menor a la atmosférica (7.00kpa) para que el vapor a la salida de los sellos laberínticos, en los extremos de las carcasas, y el vapor de sellos de los vástagos de las válvulas de la turbina, fluya hacia él para que se condense y así recuperarlo, el vapor de sellos es admitido a la sección de condensación pasando entre los tubos hasta condensarse. El vapor condensado se regresa al condensador principal por medio de un dren a través de una trampa de vapor (fig III.3.4).

Los incondensables son expulsados a la atmósfera por uno de los dos ventiladores (exhaustores) que se encuentran instalados sobre el condensador de vapor de sellos.

Cuando se requiere suspender el flujo de agua de condensado al condensador de vapor de sellos (para hacer alguna reparación), se dispone de una línea de rocío, que viene de la descarga de las bombas de condensado, sobre las entradas de vapor de sellos, con la cual se efectúa una aspersion de agua sobre el vapor de sellos que va entrando hasta condensarlo. El aire y los gases incondensables continuarán descargándolo a la atmósfera por el exhaustor que se encuentra en servicio. La conexión de

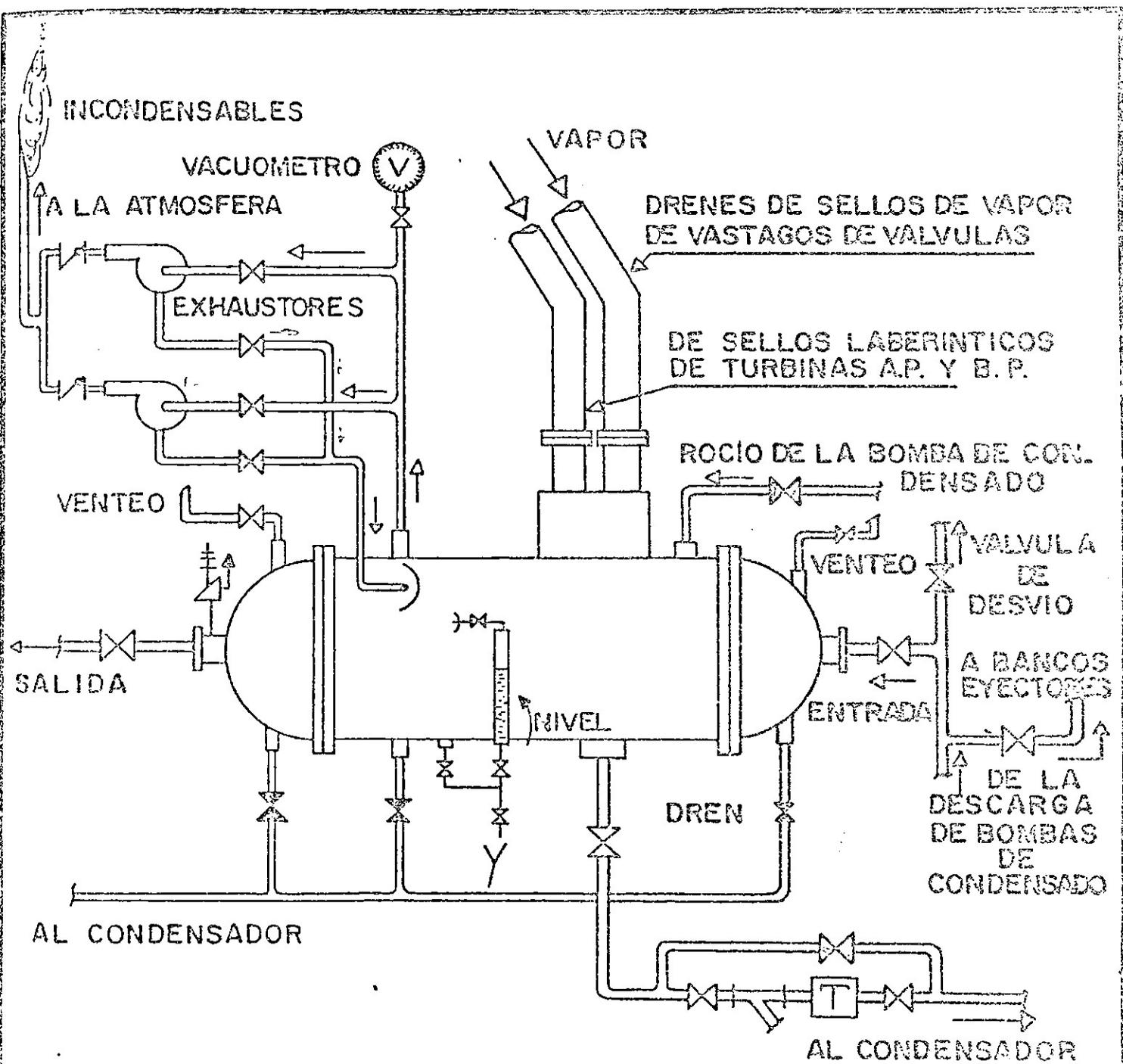


FIG. III 3.4 CONDENSADOR DE VAPOR DE SELLOS

los exhaustores es en paralelo lo que permite tener uno en servicio mientras el otro está en reserva. Estos ventiladores son del tipo centrífugo, impulsados por motor eléctrico, montados en la tubería de desfogue para facilitar la acción de condensación mediante la evacuación de gases no condensables(CO_2 , CO , O_2 , etc..). Estos exhaustores mantienen un ligero vacío en todas las condiciones de operación. La capacidad de evacuación de cada exhaustor es de $40 \text{ M}^3/\text{min}$ y las características del motor son: 11Kw, 460 V, 18 AMP, 60 ciclos y 3,490 RPM.

Estando en operación el condensador de vapor de sellos es necesario revisar periódicamente su nivel, ya que un nivel alto podría provocar disparo por sobrecarga en los exhaustores, provocando una sobrepresión en los sellos de la turbina y el riesgo de retorno de condensado a los mismos. Un nivel bajo provocaría que se pierda el espejo de agua en el condensador de vapor de sellos y por lo tanto, la pérdida de vacío en el condensador principal.

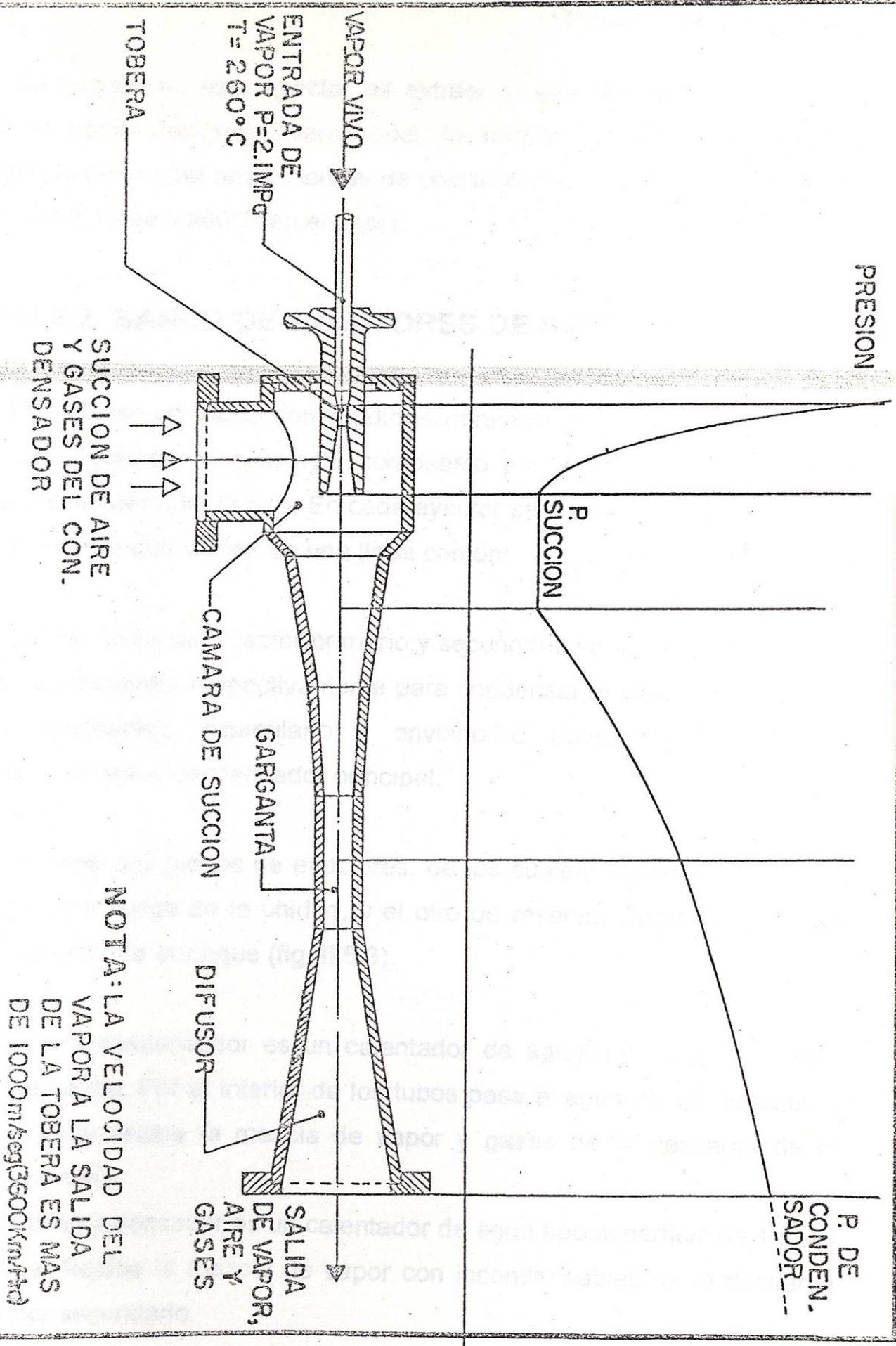
III.5. EYECTORES DE AIRE.

La succión y expulsión de la mezcla de aire y gases incondensables del condensador se efectúa por medio de bombas de vacío a las cuales se les llama eyectores. Se conocen como eyectores tipo chorro de vapor los que funcionan a base de vapor, y los de tipo de chorro de agua. (La diferencia entre una bomba de aire y el eyector estriba en que la bomba de aire utiliza un pistón o impulsor centrífugo dependiendo el tipo de la bomba, para succionar el aire y gases del condensador, mientras que el eyector a chorro (jet) utiliza el flujo de vapor a alta velocidad, para succionar el aire y gases del condensador).

EL eyector de aire tipo chorro de vapor es el más difundido y utilizado en las unidades generadoras, que operan con un vacío alto y continuo en el condensador principal destacando las ventajas siguientes: Compactividad, Efectividad y Rapidez.

III.5.1. EYECTORES DE ARRANQUE.

El funcionamiento del eyector (fig. III.5.1) de un paso, se basa en el suministro de vapor a una tobera que descarga un chorro de vapor a la cámara de succión, la cual se une por un lado, con una tubería al condensador. En dicha cámara se efectúa la succión de aire y gases incondensables arrastrados por el vacío y la alta velocidad provocada por la caída de presión del chorro de vapor. Antes de la garganta la velocidad de la mezcla se convierte en un aumento de presión comprimiendo dicha mezcla a una presión absoluta mayor para descargar a la atmósfera.



SUCCION DE AIRE Y GASES DEL CONDENSADOR

NOTA: LA VELOCIDAD DEL VAPOR A LA SALIDA DE LA TOBERA ES MAS DE 1000m/seg(3600km/h)

FIG. III 5.1 EYECTOR DE AIRE TIPO CHORRO DE VAPOR

La función de este eyector es extraer el aire del condensador para hacer el vacío necesario para rodar la turbina en arranques o para mantenerlo dentro del rango normal de operación de la unidad. Este eyector opera con 2,1Mpa y 260°C en el vapor.

III.5.2. BANCO DE EYECTORES DE SERVICIO.

Para tener un vacío con pérdidas mínimas de vapor se emplea un juego de eyectores, el cual está compuesto por el eyector primario y el eyector secundario (fig.III.5.2). En cada eyector se suministra, por separado, vapor auxiliares que vienen de una línea común.

La descarga del eyector primario y secundario va al intercondensador y al poscondensador respectivamente para condensar el vapor de la mezcla de incondensables, acumularlo y enviarlo a través de sus drenes correspondientes al condensador principal.

Se tiene dos juegos de eyectores, de los cuales uno está en servicio para cualquier carga de la unidad, y el otro de reserva. Como respaldo se tiene el eyector de arranque (fig.III.5.3).

EL intercondensador es un calentador de agua tipo superficie de 3 pasos lado agua. Por el interior de los tubos pasa el agua de condensado y por el exterior recibe la mezcla de vapor y gases de la descarga de el eyector primario.

El poscondensador es un calentador de agua tipo superficie de 1 paso lado agua. Recibe la mezcla de vapor con incondensables de la descarga del eyector secundario.

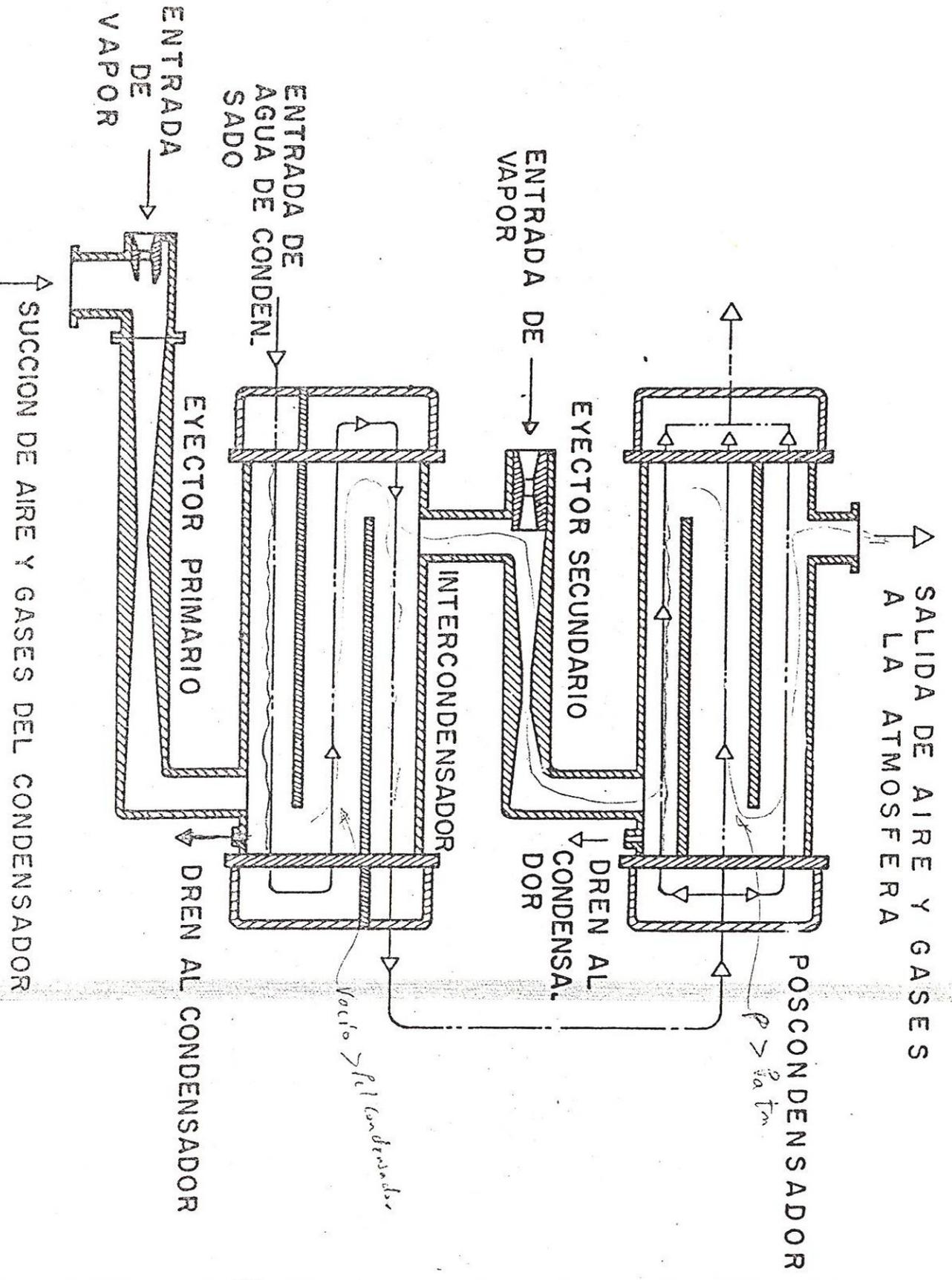


FIG. III. 5.2. BANCO EYECTORES DE SERVICIO

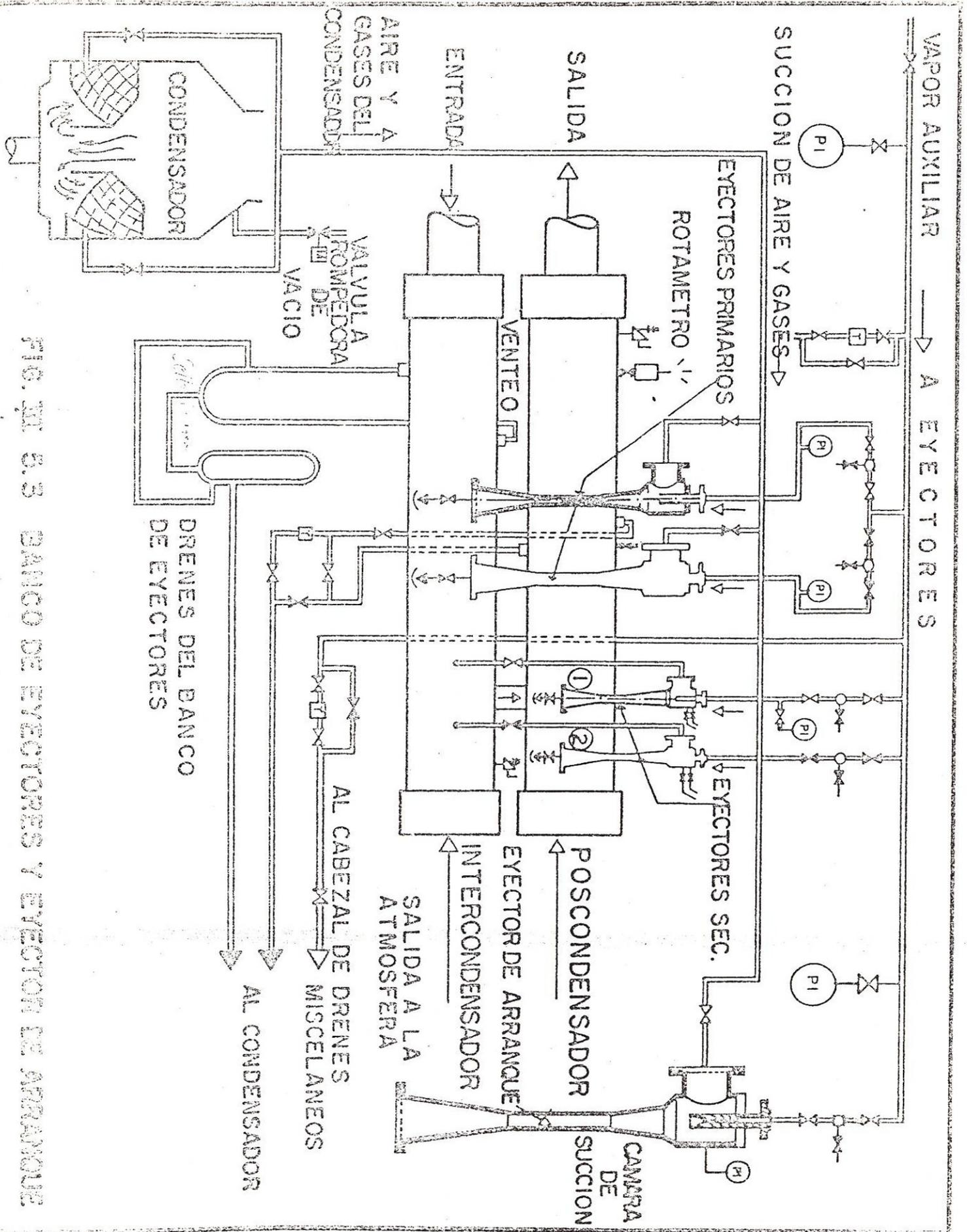


FIG. III 8.3 BANCO DE EJECTORES Y EECTOR DE ARRANQUE

A fin de facilitar el trabajo de los eyectores y de reducir al mínimo las pérdidas de vapor, la mezcla de incondensables y de vapor, deberá ser extraída a presión más elevada (se reducirá el volumen de la mezcla y por lo tanto disminuirá el trabajo de extracción). y a más baja temperatura para extraer el mínimo de vapor.

Es por lo tanto en la parte más baja del condensador donde deberá extraerse el aire y gases no condensables. Ver fig. III.5.4.

III.6. CALENTADORES DE AGUA DE BAJA PRESIÓN.

Los calentadores de agua de baja presión N° 1 y 2 están empotrados en el condensador principal cerca del escape de la turbina de baja presión y los calentadores de baja presión N° 3 y 4 se encuentran fuera de la casa de máquinas abajo del desaireador.

Estos intercambiadores de calor antes mencionados, son del tipo superficie (vapor/agua), con tubos rectos el N° 1 y 2, en forma de "U" el N° 3 y 4, de dos pasos lado agua, con zona de condensación y de subenfriamiento.

En la zona de subenfriamiento se tiene menor temperatura en el condensado porque pasan los tubos con el agua más fría.

Se les conoce de baja presión, porque soportan la presión del agua de condensado del orden de 2.0 Mpa, que es relativamente baja, comparada

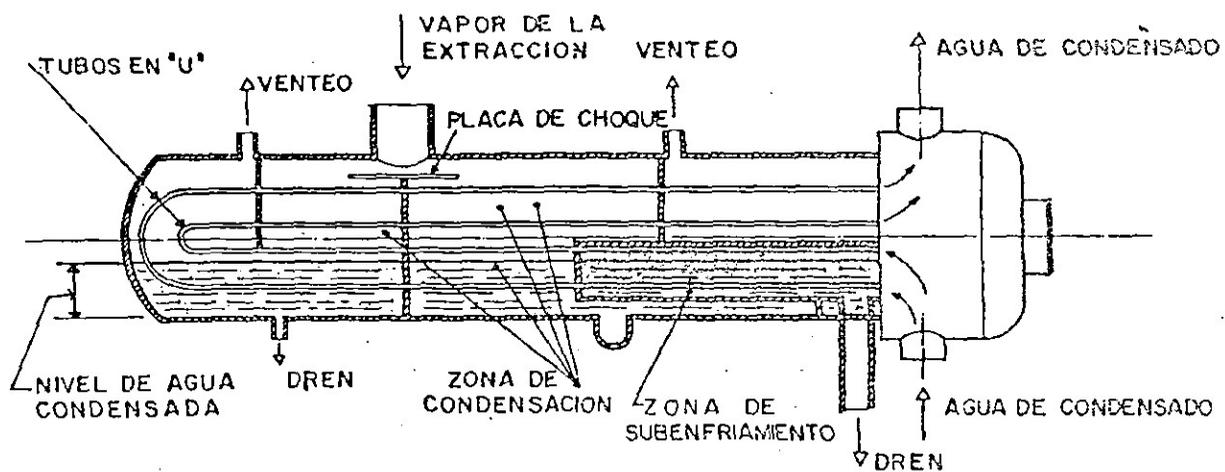


FIG. III 6. 2. CALENTADOR DE AGUA DE BAJA PRESION N° 3

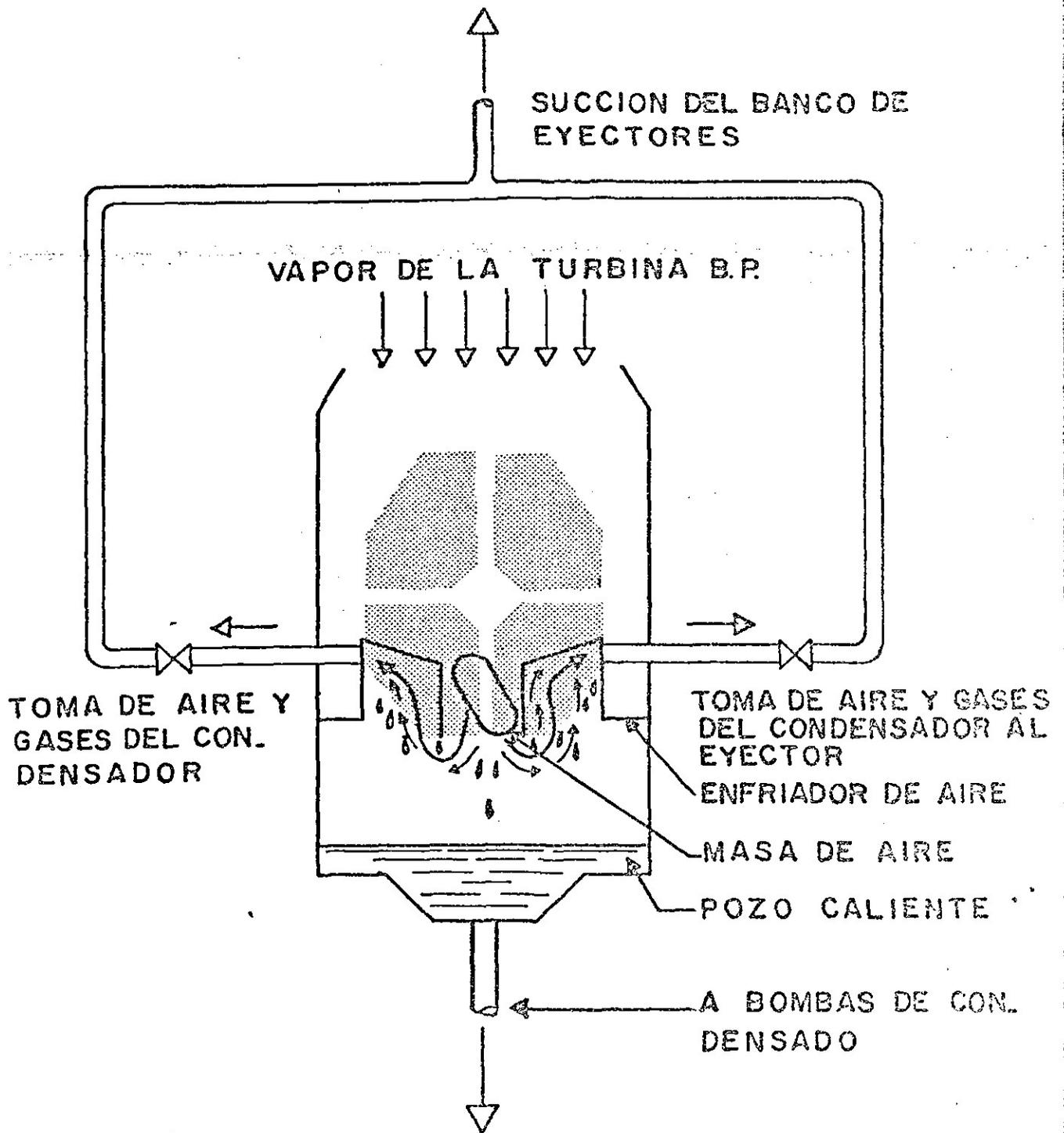


FIG. III 5.4. TOMA DE AIRE Y GASES DEL CONDENSADOR

con la presión de 20.0 MPa, que lleva el agua de alimentación al pasar por los calentadores de alta presión.

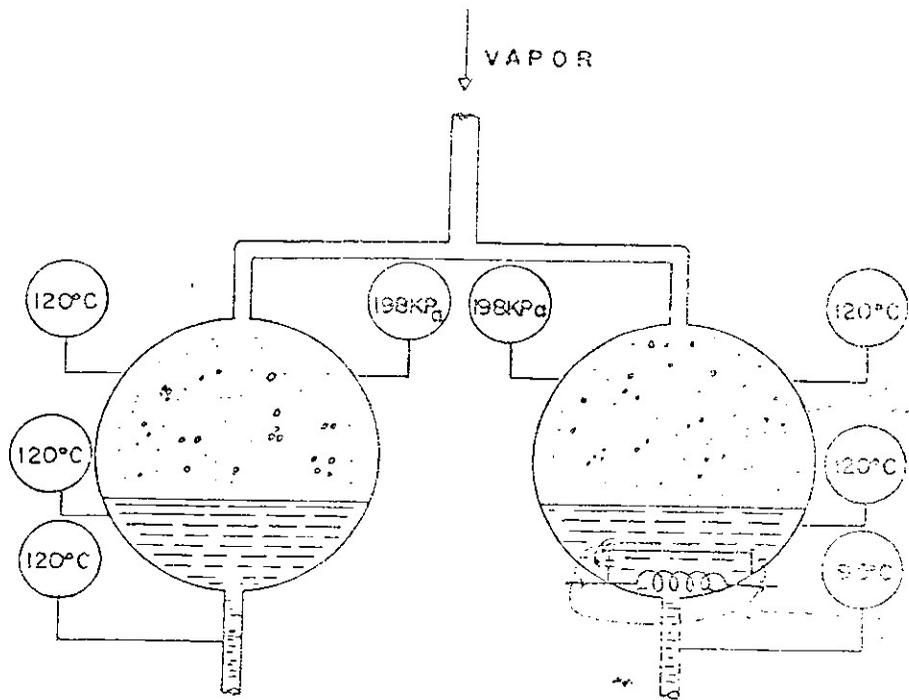
Además, por el lado vapor, las extracciones de la turbina alimentan a los calentadores de baja presión con una presión menor que a los calentadores de alta presión.

***NOTA:** La temperatura del condensado del vapor se enfría abajo de la temperatura correspondiente a la presión del líquido saturado contenido dentro del calentador, comparar termómetros en dren de cada calentador a la salida (fig.III.6.1.).

$T_{cond} < T_{liq. sat.}$

En los calentadores el agua de condensado circula por el interior de los tubos y el vapor de la extracción por el exterior. Cuenta con venteos para extraer los gases, los cuales se descargan al condensador principal.

Si no se extraen estos gases, se formarán películas de aire alrededor de los tubos disminuyendo la transmisión de calor. Cuentan cada uno de ellos, con dos líneas de drenaje equipadas con su respectiva válvula de control, las cuales son operadas por controladores de nivel instalados en el cuerpo del calentador; una de estas válvulas se encarga de mantener el nivel del agua condensada en su valor normal de operación; la otra válvula empieza a operar cuando la primera válvula no es suficiente y el nivel tiende a subir más de lo normal.



a) CALENTADOR SIN ENFRIADOR DE DREN (SIN ZONA DE SUB. ENFRIAMIENTO)

b) CALENTADOR CON ENFRIADOR DE DREN (CON ZONA DE SUB. ENFRIAMIENTO)

FIG. III 6.1 CALENTADOR DE AGUA

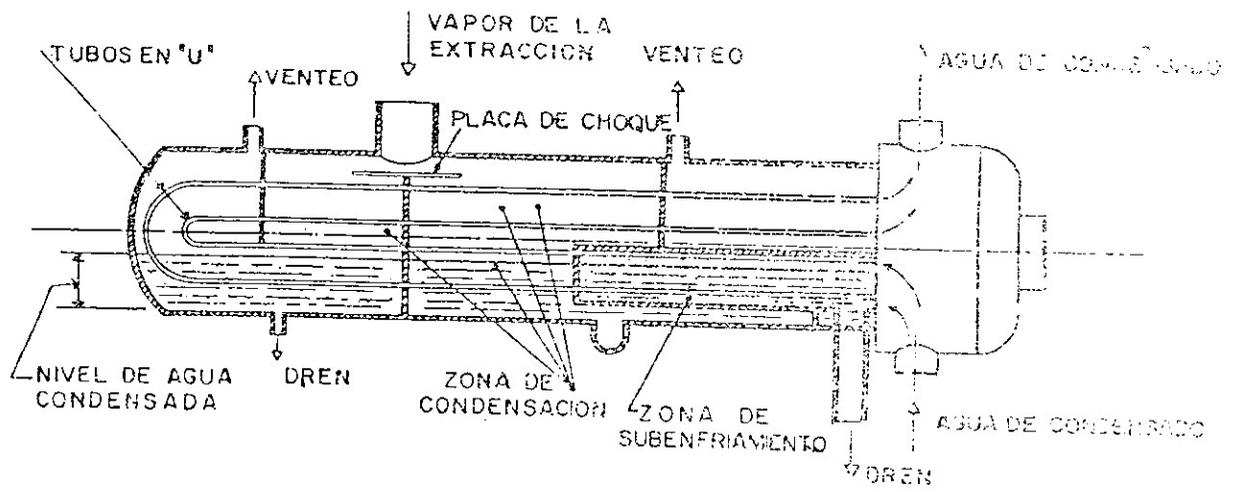


FIG. III 6. 2 . CALENTADOR DE AGUA DE BAJA PRESION.

La primera válvula de control descarga su dren en cascada al calentador inmediato inferior (de menor presión) y así, sucesivamente hasta que el último dren del último calentador descarga al condensador principal; a estos drenes les llaman dren normal de operación.

La segunda válvula de dren de cada calentador descarga individualmente al condensador principal; a este dren le llaman dren de emergencia.

III.7. DESAIREADOR.

Introducción sobre causas y principios del proceso de desaireación.

El hierro (Fe) y sus aleaciones se corroen cuando hace contacto simultáneo con el aire y el agua (particularmente con el oxígeno O₂, y gas carbónico, CO).

La desaireación tiene por objeto eliminar el oxígeno O₂, y el gas carbónico CO, disueltos en el agua de alimentación para proteger las tuberías de agua de alimentación y al generador de vapor contra las corrosiones.

El oxígeno y el gas carbónico son tanto más peligrosos cuando el agua es más pura, lo que implica la eliminación de los gases disueltos (O₂, CO y CO₂).

Sin embargo, dada la sensibilidad de las tuberías del generador de vapor de alta presión y teniendo en cuenta una regasificación del agua en el

pozo caliente y en el generador de vapor (entradas de aire, suministro de agua de repuesto), el sistema cuenta con un desaireador para eliminar la regasificación y, al mismo tiempo, darle un grado más de calentamiento al agua de condensado.

ALGUNAS NOCIONES SOBRE CORROSIONES.

El agua y el fierro reaccionan el uno sobre el otro.

- En medio ácido ($\text{pH} \leq 7$), el fierro se disuelve y la corrosión continuará hasta la desaparición total del fierro o del ácido. Precaución: El gas carbónico afecta principalmente por su acidez y debe ser por lo tanto eliminado.
- En medio débilmente básico ($7 < \text{pH} < 9.8$), el fierro se disuelve igualmente, pero, en ausencia del oxígeno, la solución se satura y la disolución viene a ser extremadamente lenta. Precaución: En presencia del oxígeno, la autolimitación de la reacción del agua sobre el fierro no existe y la corrosión prosigue.
- En medio fuertemente básico ($10 < \text{pH} < 12$) el fierro se transforma en óxido de fierro (FeO_2) y si éste último forma un depósito adherente y continuo sobre las superficies metálicas, la corrosión se detiene.
- En medio fuertemente básico ($\text{pH} > 12$) el fierro se disuelve en el agua.

Consecuentemente, si se quiere evitar un pH cerca del valor de 12 sobre las superficies de vaporización, es necesario mantener el pH del agua de alimentación en un rango comprendido entre 8.6 y 9.0; simultáneamente es necesario asegurar una desaireación muy intensa del agua si no se quiere correr el riesgo de una corrosión generalizada del circuito. A la salida de los desaireadores el agua debe tener entre 5 a 10 p.p.m por litro de oxígeno.

Se utilizan dos procedimientos de desaireación: El químico y el físico.

PROCEDIMIENTO QUÍMICO.

El procedimiento químico no se utiliza actualmente más que como tratamiento complementario del procedimiento físico de desaireación del agua, utilizando para esto productos de la química orgánica, en particular la Hidrazina ya que ésta última no tiene efecto sobre la salinidad del agua.

PROCEDIMIENTO FÍSICO O POR EVAPORIZACIÓN.

Es el procedimiento básico actual utilizado en las centrales térmicas. Comparado con el procedimiento químico, presenta la ventaja de separar el agua no solamente del oxígeno, sino también de los otros gases disueltos en el agua, y particularmente el bióxido de carbono (CO_2) que es muy nocivo.

Para extraer los gases disueltos en el agua es necesario realizar las operaciones siguientes:

- Elevar la temperatura del agua para disminuir la solubilidad del gas y la viscosidad del agua.
- Dividir el agua en gotas suficientemente pequeñas para que los gases disueltos dispongan de la superficie y del tiempo necesario para escapar del agua así atomizada.
- Hacer tender a cero las presiones parciales de los gases disueltos (a 100°C la tensión del vapor de agua es igual a la presión atmosférica resultando que la presión parcial del aire tiende a cero). Para esto el conjunto calentador-desaireador es diseñado de manera que la

temperatura de salida del agua esté aproximadamente igual a la temperatura de saturación del vapor de calentamiento. La temperatura del agua está, por lo tanto, muy próxima a su temperatura de ebullición.

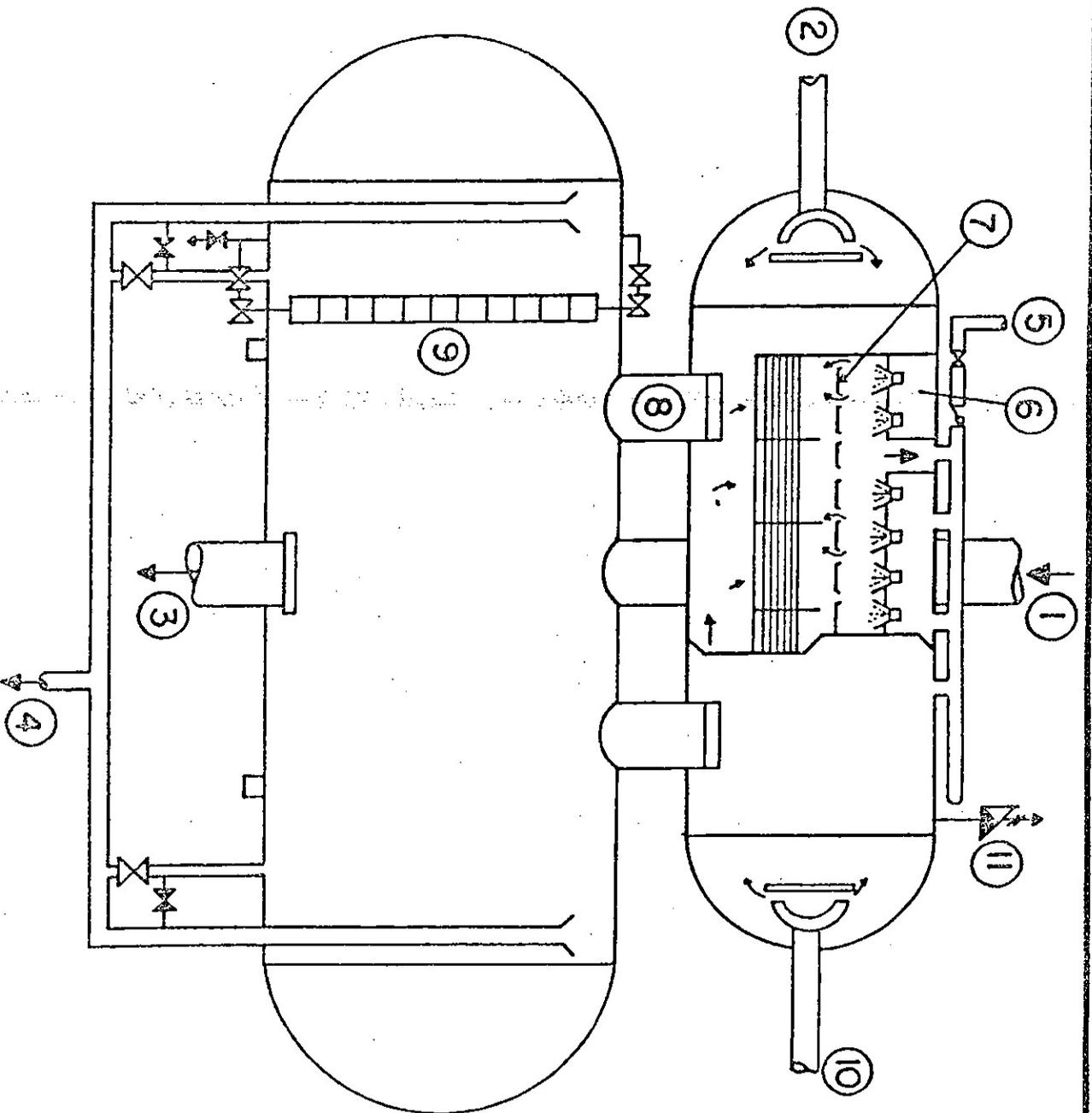
- Descargar a la atmósfera los gases extraídos al separarlos del vapor en el cual se encontraban disueltos.

El desaireador está localizado fuera de la casa de máquinas a una altura aproximada de 21 a 25 mt sobre el cabezal de succión de las bombas de agua de alimentación, con el propósito de suministrar la carga neta positiva de succión requerida por las mismas.

El desaireador es un intercambiador de calor tipo mezcla (el vapor hace contacto directo con el agua) que calienta el agua de condensado a la temperatura de saturación del vapor de calentamiento (vapor de extracción N° 5 ó de auxiliares en el arranque) correspondientes a la presión de servicio.

El tanque desaireador está constituido por un cuerpo cilíndrico horizontal de lámina de acero soldada, cerrado en sus extremos por tapas abombadas.

Contiene una caja de lámina de acero soldada que contiene las placas de desaireación sobrepuestas y traslapadas. Este cuerpo está dividido en dos partes separadas por una cámara por medio de la cual se suministra el vapor para desaireación. Ver fig III.7.1.



LEYENDA

- ① -SUMINISTRO DE AGUA DE CONDENSADO
- ② -SUMINISTRO DE VAPOR
- ③ -DESCARGA DE AGUA DE ALIMENTACION
- ④ -DERRAME TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- ⑤ -VENTEO DESAIREADOR
- ⑥ -VALVULAS DE ROCIO
- ⑦ -DISTRIBUIDORES DE AGUA
- ⑧ -DESCARGA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- ⑨ -NIVEL VISUAL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
- ⑩ -CONDENSADO DEL GENERADOR VAPOR/V.
- ⑪ -VALVULA DE SEGURIDAD

FIG. III 7.1. DESAIREADOR Y TANQUE DE OSCILACION

El desaireador está apoyado sobre el tanque de oscilación (tanque alimentador o de reserva) con dos soportes. El tanque de oscilación es cilíndrico horizontal de lámina de acero soldada con una capacidad de 106 M³ a nivel normal, suficiente para permitir el funcionamiento de las bombas de agua de alimentación, a plena carga de la unidad, durante 7 minutos sin reposición de agua.

El condensado que procede del calentador N° 4 entra al desaireador por la parte superior, inundando la cámara de agua de este equipo. El agua pasa por la válvulas de atomización fluyendo hacia la parte inferior, donde se mezcla con vapor ascendente. Este vapor, que entra al desaireador por la parte inferior, se expande horizontalmente y asciende mezclándose con el condensado descendente; al contacto con el agua el vapor arrastra los gases no condensables y los transporta hacia el condensador de venteos, donde el vapor es condensado y los gases venteados a la atmósfera.

El condensado que sale del desaireador se deposita en el tanque de oscilación desde donde es succionado por las bombas de agua de alimentación.

IV. DESCRIPCION FUNCIONAL.

La siguiente descripción está referida al diagrama de tubería e instrumentación del sistema de condensado.

El vapor que trabajó en la turbina de baja presión se dirige a través del cono de escape a los tubos del condensador principal para condensarse y formar así el vacío al reducirse notablemente su volumen. Así, el vapor ya condensado cae y se acumula en el pozo caliente. Los gases incondensables son al mismo tiempo succionadas la atmósfera por un banco de eyectores ayudando así a mantener un alto vacío.

El tanque de condensado, por su parte, suministrará o recibirá flujo de agua de condensado dependiendo del bajo o alto nivel que se tenga en el pozo caliente.

El agua de condensado acumulada en el pozo caliente se desfoga por una sola línea la cual se divide en dos para formar el cabezal de succión de cada una de las bombas de condensado.

Cada bomba de condensado tiene un venteo que está tomado en la parte más alta del barril de succión de la bomba. El cual descarga en el condensador, este venteo sirve para desalojar las bolsas de aire, que se acumulan arriba del espejo de agua. Por esta razón la válvula 1 deberá ser abierta previo al arranque de la bomba para ventear esa masa de aire en la succión.

La válvula 4 sirve para suministrar agua de sellos a cada bomba para evitar así entradas de aire al condensador.

La bomba que está en reserva entrará en automático al detectar un valor bajo de presión en la descarga de las bombas.

En la descarga de las bombas de condensado se deriva una válvula de control 2 llamada retorno de condensado la cual abrirá cuando detecte alto nivel en el pozo caliente retornando agua al tanque de repuesto de condensado aprovechando para esto la presión de la carga de la bomba. De esta manera se controla un alto nivel en el pozo caliente.

Del mismo cabezal de descarga, se deriva otra línea que suministra agua de sellos, inundado inicial de nivel de varios equipos, dosificaciones químicas y atemperaciones a diferentes sistemas de esta unidad.

Mas adelante en este mismo cabezal se encuentra la dosificación de hidrazina (para inhibir el oxígeno) y de amoniaco (para eliminar el CO₂), enseguida el cabezal se divide en tres líneas:

1. Condensador de vapor de sellos.
2. Banco de eyectores.
3. Línea de desvío.

Esta última línea se usa para regular el flujo de condensado cuando se quiere sacar de servicio cualquiera de los dos equipos arriba mencionados. A la salida de estos equipos se vuelve a unir en una sola

tubería, sobre la cual se localiza la línea con una válvula automática 3 a la cual se le designa como recirculación mínima y sirve para proteger de un sobrecalentamiento a la bomba de condensado, al condensador de vapor de sellos y al banco de eyectores.

Posteriormente el flujo de condensado fluye por el interior de los tubos de los calentadores de baja presión N° 1, 2, 3 y 4 donde se efectúa parte del ciclo regenerativo del agua al incrementar su temperatura.

Los calentadores antes mencionados tienen su línea de desvío para cuando se necesita poner fuera de servicio.

Los calentadores se ponen fuera de servicio por pares para protección de la turbina.

En la línea de condensado, antes del desaireador se encuentra un medidor de flujo y el cuadro de regulación que mandará señalización al cuarto de control así como al sistema de control del nivel del tanque de oscilación para mantener el nivel correcto en el mismo.

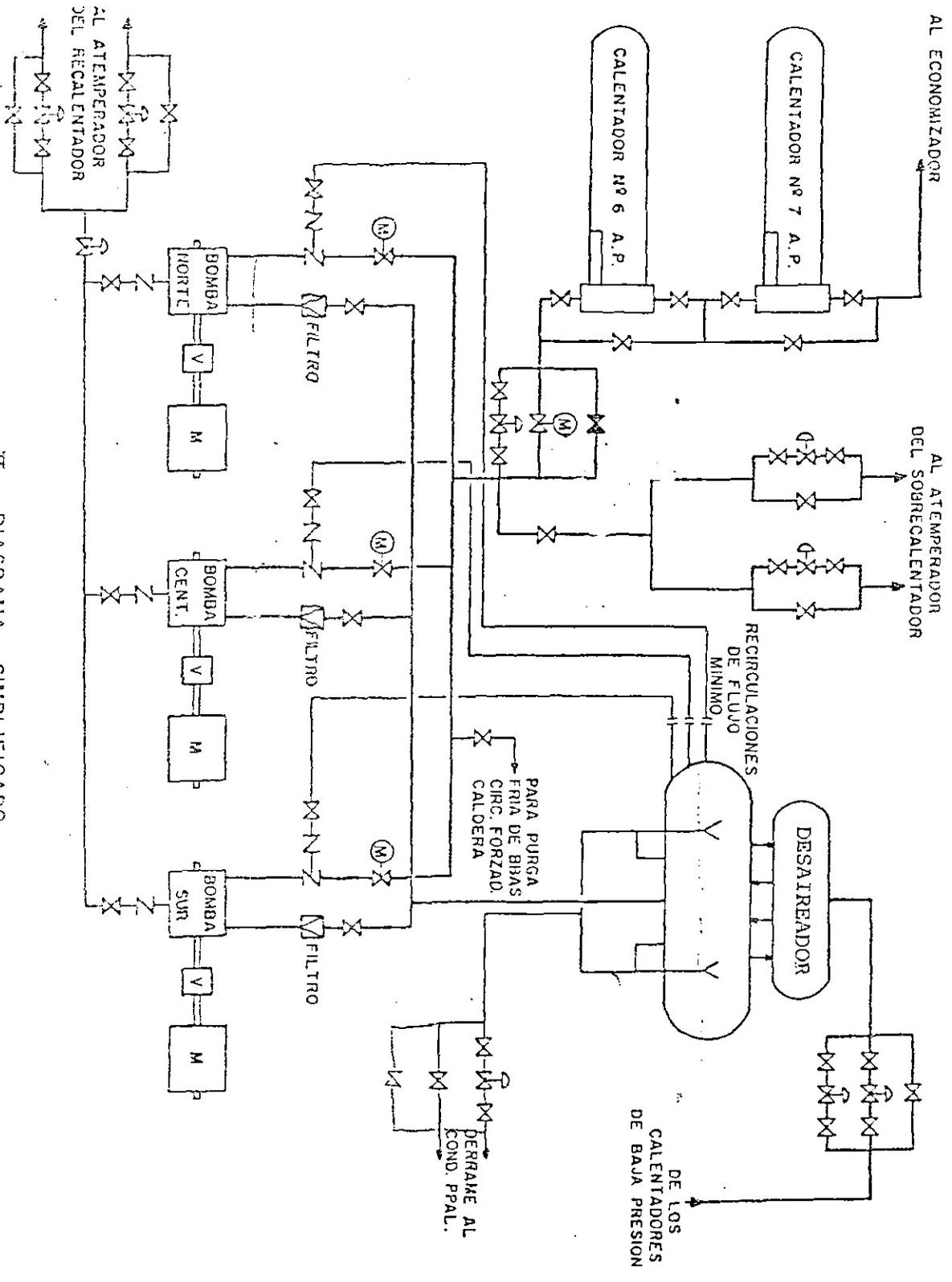
CONCLUSIONES

El sistema de condensado es uno de los varios componentes del ciclo de vapor de una unidad que debe cumplir con su funcionamiento específico. Como suministro suficiente y adecuado de flujo de condensado al desaireador así como ayudar a mantener el vacío para dar así continuación de servicio a la unidad. Aunado a esto, el sistema de condensado, está diseñado para auxiliar con suministro de condensado a diferentes sistemas y equipos.

Por esta razones, mantener el nivel del tanque de condensado en nivel óptimo, hermeticidad en las bombas de condensado, nivel normal de operación en el condensador de vapor de sellos, garantizados los parámetros del vapor de eyectores, nivel de operación adecuado así como asegurado el proceso regenerativo en cada calentador de agua de baja presión y mantener la última solubilidad de oxígeno en el agua desaireada evitará situaciones anormales que interrumpa el servicio parcial o total de la unidad.

SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACIÓN

Este sistema comprende, desde el tanque de oscilación del desaerador hasta la entrada al economizador, su función principal consiste en proporcionar mediante la (s) bomba (s) de agua de alimentación la presión necesaria para que el agua pueda circular y llegar con presión suficiente al domo de la caldera pasando previamente por los calentadores de alta presión donde en conjunto con el sistema de extracciones incrementa gradualmente su temperatura, logrando así el aumento de la eficiencia del ciclo, al mismo tiempo suministrar el agua necesaria para atemperar el vapor sobrecalentado y recalentado si este así lo requiere.



II. DIAGRAMA SIMPLIFICADO.

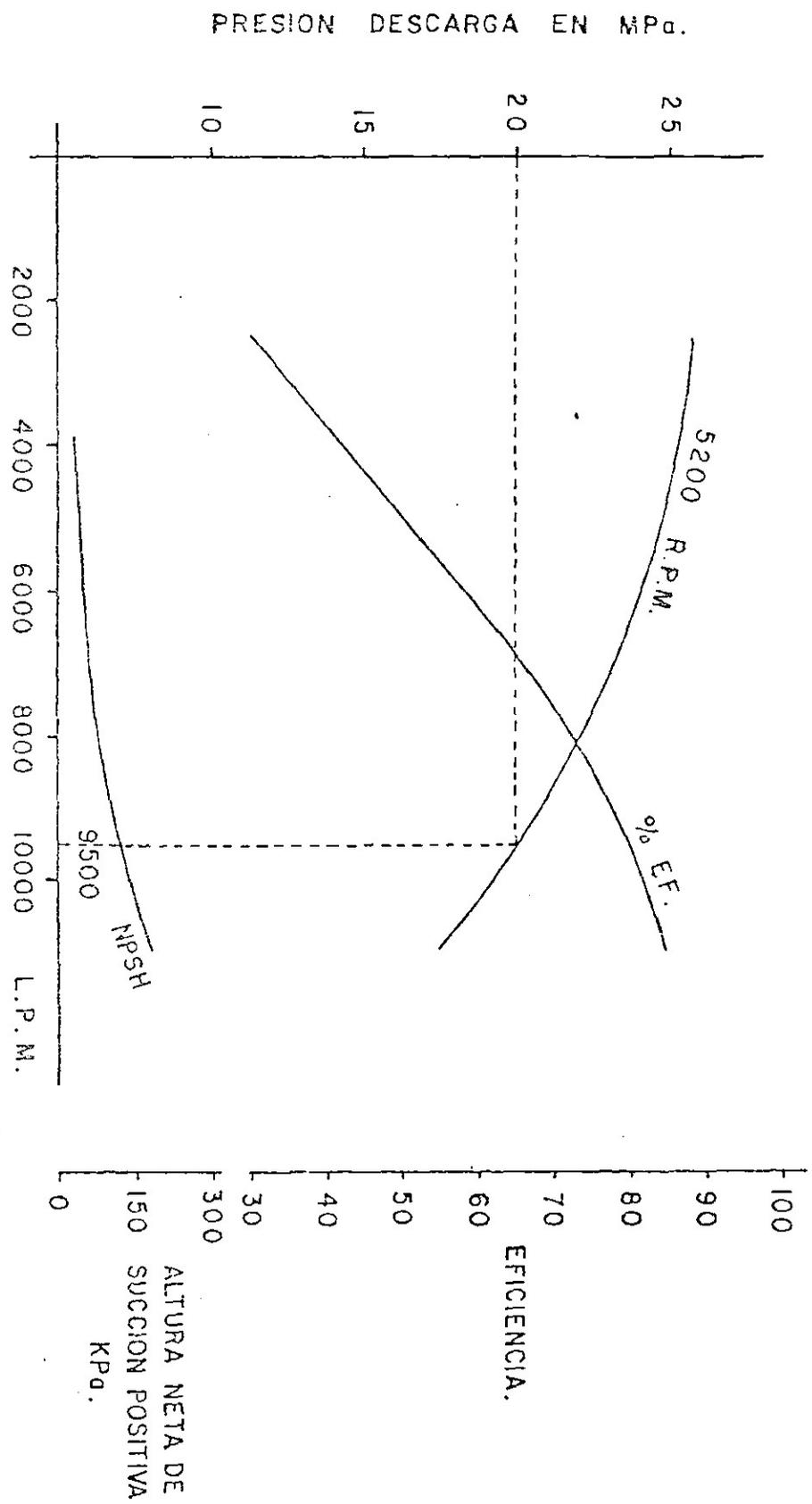


FIGURA III.2.2 CURVA DE FUNCIONAMIENTO BBAS. AGUA ALIMENTACION.

III. DESCRIPCION DEL EQUIPO PRINCIPAL.

El equipo principal que constituye este sistema es el siguiente:

III.1 Tanque de oscilación del desaireador.

III.2 Bombas de agua de alimentación, sus sistemas y equipos auxiliares.

III.3 Calentadores de alta presión.

III.1 Tanque de oscilación del desaireador.- Este es un tanque dispuesto en forma horizontal el cual sirve para almacenar el agua de alimentación (antes condensado), proveniente del desaireador y se encuentra unido este a través de dos líneas de descarga y dos líneas igualadoras de presión. También reciben las descargas de la líneas de recirculación mínima de cada una de las bombas de agua de alimentación después de pasar a través de su respectivo orificio de restricción.

En función de la capacidad del tanque de oscilación (105 m^3 a nivel normal) y a la disposición física respecto al piso, dicho tanque proporciona el suministro y la altura de succión positiva en el punto de entrada de las bombas de agua de alimentación, logrando así una operación confiable de dicho equipo. Dispone de una línea de derrame que a través de una válvula de control de respuesta a señal de nivel, descarga al condensador principal cuando el nivel sube más arriba de su valor nominal.

III.2. BOMBAS DE AGUA DE ALIMENTACIÓN.

El sistema cuenta con tres bombas de agua de alimentación, cada una de ellas del 50% de capacidad, es decir, cuando la unidad se encuentra generando a 50% de carga (150MW) o menos, solamente se requiere tener una bomba en servicio y cuando se aumenta la generación a más de 50%, se tiene que poner en servicio la segunda bomba, mientras la tercera queda en reserva.

Estas bombas son centrífugas horizontales, tipo de doblebarril, de 6 pasos, doble succión en el primer paso, accionadas por un motor eléctrico de velocidad constante de 6200 H.P. a través de un cople hidráulico de velocidad variable.

La altura neta de succión positiva (NPSH) requerida por las bombas de 12.03 m. de columna de agua (120 Kpa).

En la succión de cada una de las bombas se encuentra instalado un filtro, que evita la entrada de impurezas a las bombas, el cual cuenta con un manómetro diferencial que accionará una alarma común en la sala de control, cuando se encuentre obstruido el filtro de cualquiera de las tres bombas.

Para evitar esfuerzos térmicos y altas vibraciones debido a distorsión, las bombas se encuentran interconectadas por medio de una línea llamada de calentamiento, a través de la cual se establece un flujo de agua, de las bombas que se encuentran en servicio, a la que se encuentra de reserva,

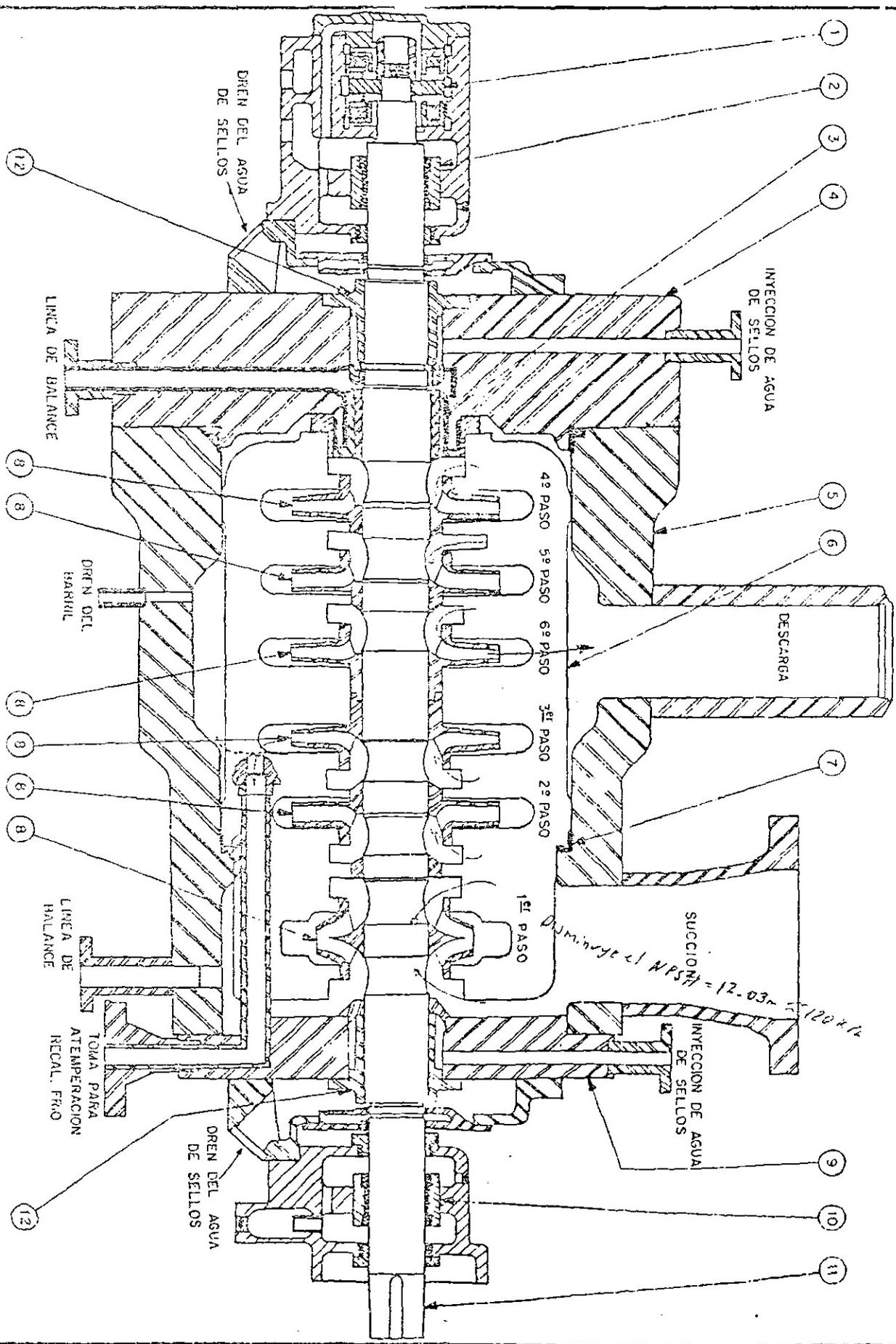


FIG. III 2.1 CORTE LONGITUDINAL DE BOMBA DE AGUA DE ALIMENTACION.

LISTA DE PARTES DE LA FIG. III.2.1.

1. Chumacera de Empuje
2. Chumacera radial (lado libre)
3. Manga de balanceo
4. Cubierta del barril
5. Barril
6. Voluta
7. Junta de voluta al barril
8. Impulsores del 1º al 6º paso
9. Cubierta extremo succión
10. Chumacera radial (lado cople)
11. Flecha
12. Sello mecánico.

por medio de la cual dicha bomba se mantiene caliente lista para entrar en servicio cuando se requiera.

También se cuenta con una línea de balance, la cual comunes al elemento motriz de la bomba de agua de alimentación.-

La bomba (8) tiene la función de suministrar el aceite de trabajo, y la bomba (3) suministra el aceite de lubricación.

III.2.2. ENFRIADORES DE ACEITE DE LUBRICACIÓN Y ACEITE DE TRABAJO.- Cada bomba de agua de alimentación está equipada con un enfriador de aceite de lubricación (4) y uno de aceite de trabajo (14) (para el cople hidráulico). respectivamente.

III.2.3 COMPLE HIDRÁULICO DE VELOCIDAD.- Cada bomba de agua de alimentación cuenta con un cople hidráulico de velocidad variable. El tren de engranes aumenta la velocidad inherente del motor (1785 R.P.M) y este provee la regulación de la velocidad de la salida.

El rango de regulación del cople hidráulico es desde el 25% hasta el 100% de carga. Cada cople cuenta con un servomotor, el cual modifica la posición de la leva (16) dependiendo de los requerimientos de flujo de agua en el generador de vapor, mediante una señal proveniente del sistema de control de agua de alimentación.

El cople hidráulico par su operación cuenta con un circuito de aceite de lubricación y con un circuito de aceite de operación. El aceite de operación es suministrado por la bomba auxiliar (2) y/o por el impulsor de engrane (3) de la bomba principal de aceite. Estas bombas succionan el

aceite del tanque principal (1) y lo descargan a través del intercambiador de calor (4) y de los filtros dobles (5) y posteriormente es distribuido a los cojinetes axiales y radiales del conjunto motor, variador-bomba. de trabajo (cople-hidráulico) o al tanque principal (1). De tal manera que al efectuar una regulación hacia aumentar o disminuir velocidad, la válvula de control de flujo (9) permite o impide el paso de aceite al circuito de trabajo, (cople hidráulico) y con esto se logra una respuesta extremadamente rápida en al regulación requerida.

La velocidad transmitida al eje secundario depende del espesor del anillo de aceite formado en el cople hidráulico, (10) y como ya se mencionó, dicho anillo está en función de la posición del tubo de achique (tubo de achique totalmente, dentro de la carcasa espesor de anillo de aceite menor por lo tanto menor transmisión de velocidad, y viceversa), ver fig III.2.4.

El movimiento de la leva (16) dependerá de la señal de control proveniente del sistema de control de agua de alimentación. Un movimiento en el sentido de las manecillas del reloj, provocará un desplazamiento de la válvula piloto (11) hacia la izquierda para comunicar aceite a la parte inferior del servomotor (15) del tubo de achique (13), y moverá este hacia adentro disminuyendo el espesor del anillo por lo que se tendrá menor transmisión de velocidad. (ver fig III.2.3 y 4).

Al mismo tiempo este movimiento de la leva (16), provocará una menor apertura de la válvula de control de flujo (9), y por lo consiguiente un menor flujo de aceite hacia el turbocople.

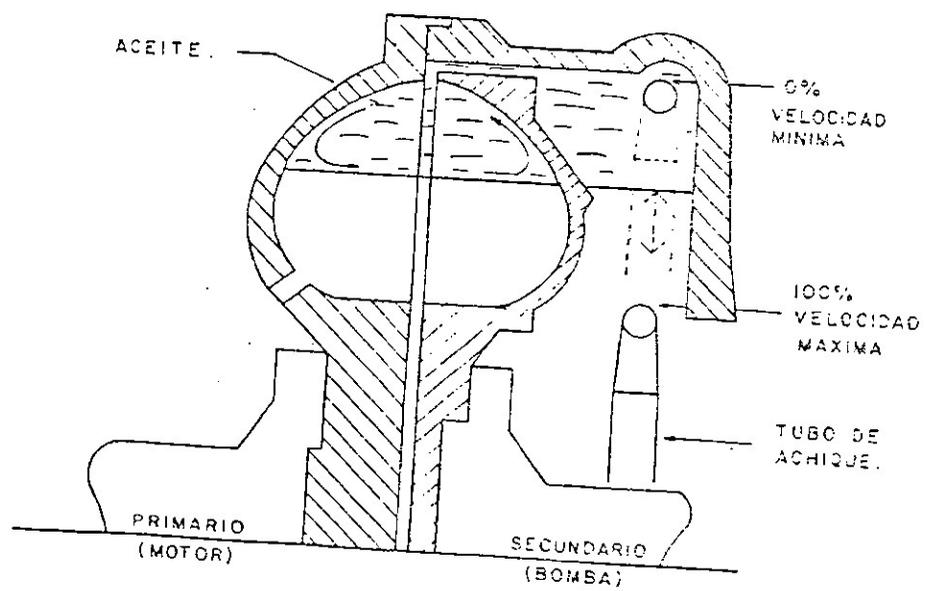


FIGURA. III. 2. 4 VARIACION DE VELOCIDAD

Un movimiento inverso de la leva al descrito anteriormente, ocasionará que la válvula piloto (11) se desplace hacia la derecha y con esto se comunique el aceite control a la cámara superior del pistón extrayendo el tubo de achique y por lo consiguiente se incrementa el espesor del anillo de aceite, aumentando la transmisión de velocidad.

III.2.5 SISTEMAS DE AGUA DE SELLOS DE LAS BOMBAS DE ALIMENTACIÓN.- Cada bomba de agua de alimentación cuenta con un sistema de agua de sellos, el cual consta principalmente de 2 válvulas controladoras de flujo de respuesta a una señal de temperatura, cada una con su respectivo control y un tanque colector de agua de sellos. (ver fig. III.2.5).

El agua que requieren los sellos mecánicos de las bombas de agua de alimentación, es suministrada por las bomba de condensado, cuyo flujo es regulado por las válvulas de control, instaladas en las líneas de suministro, en cada extremo, de la flecha de la bomba, para mantener constante la temperatura de salida de agua y por lo tanto la de los sellos mecánicos.

El funcionamiento del sello mecánico es de la siguiente manera (ver fig. III.2.6).

El líquido caliente del interior de la bomba (zona de succión) escapa por entre el buje y la flecha, este “goteo” está controlado por el estrecho claro que existe entre ambas partes, además de que tanto el buje como la flecha están diseñadas con superficies ranuradas, calculadas para establecer el flujo adecuado en el zona de goteo.

SISTEMA DE AGUA DE SELLOS

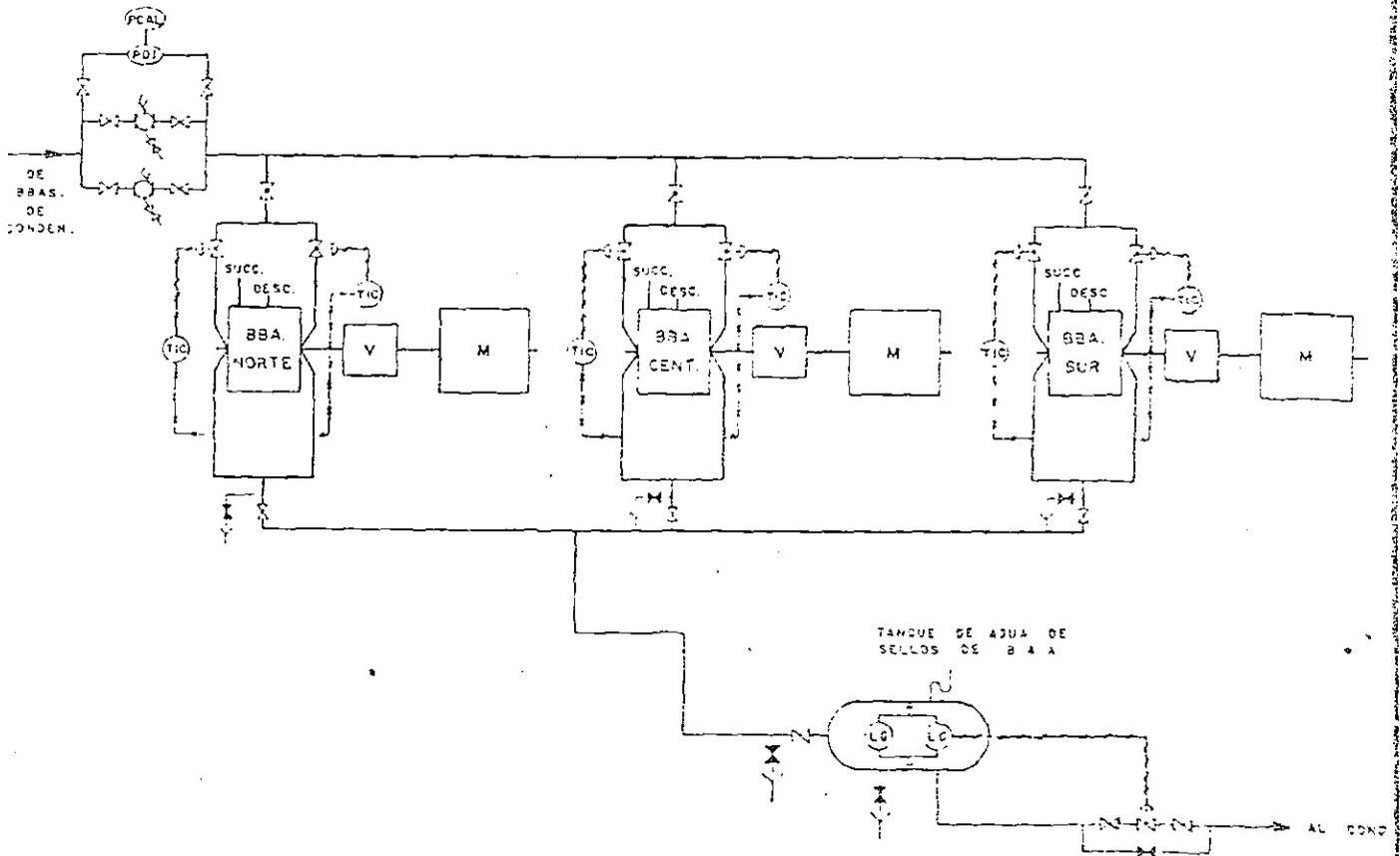


FIG. III.2.5

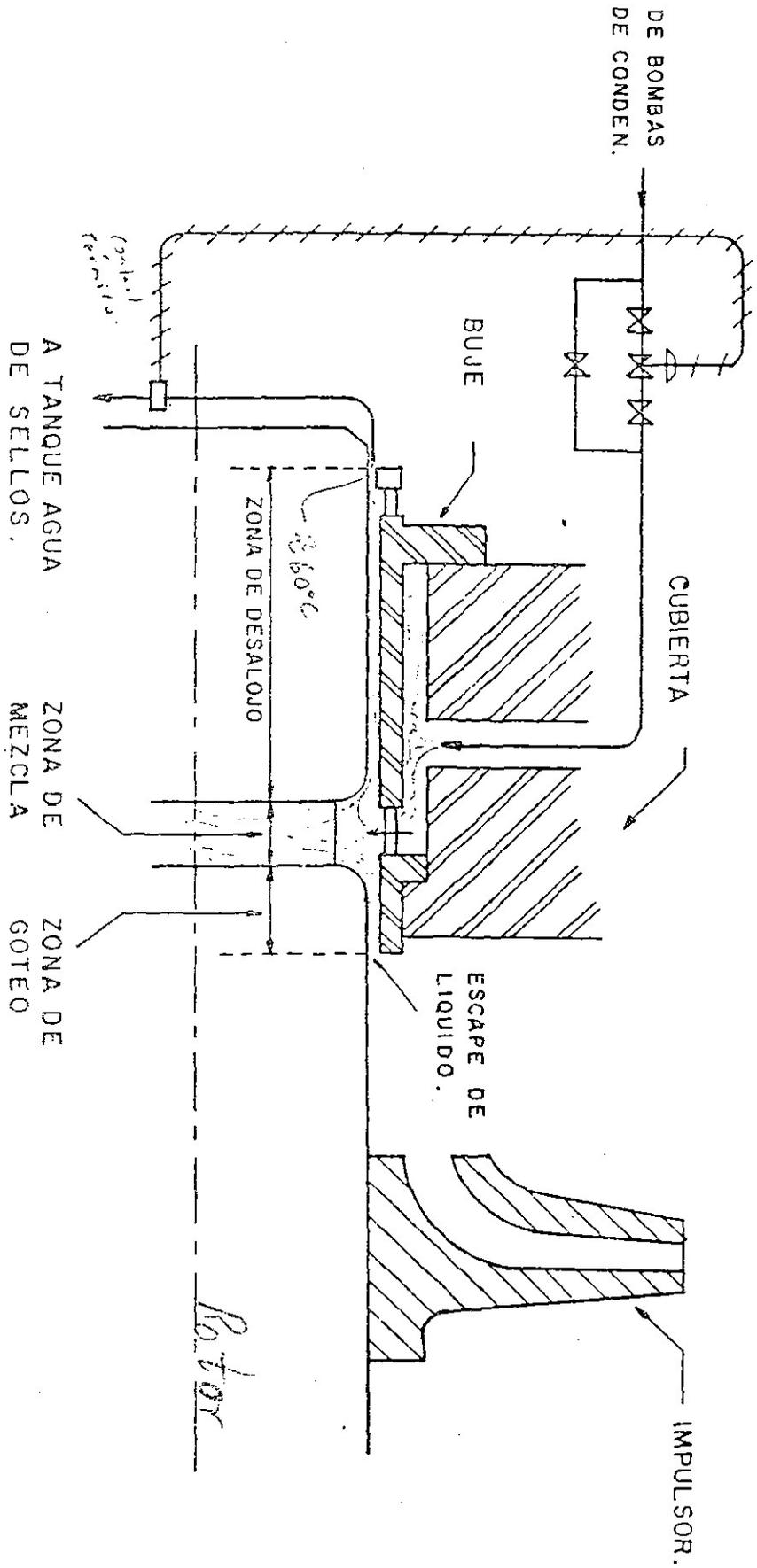


FIGURA III.2.6 SELLO MECANICO DE BBS. AGUA DE ALIMENTACION.

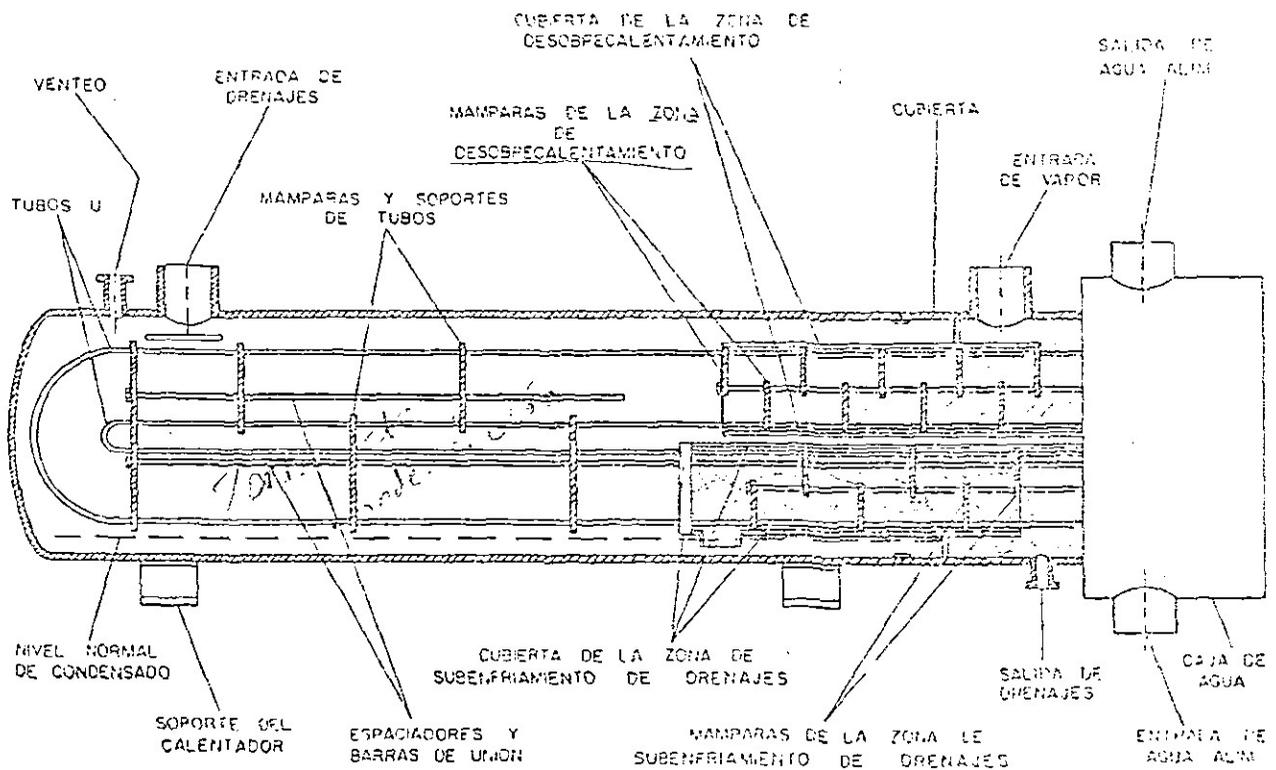
Por otra parte, desde el exterior y a través de una válvula de control se inyecta líquido del sistema de condensado (a una temperatura aprox. de 45°C, y a una presión tal que esté entre 100 y 200 Kpa. arriba de la presión de succión de la bomba), a la cámara sellada formada por el exterior del buje y el interior de la cubierta. Este líquido enfría el buje y penetra a la “zona de la mezcla” evitando que el líquido caliente proveniente del interior de la bomba se vaporice e inmediatamente fluye por la “zona de desalojo”, y de ahí es enviado al tanque de agua de sellos.

La cantidad de líquido de inyección del sistema de condensado es controlado por una válvula neumática (una para cada sello), en respuesta de una señal de temperatura. El flujo suministrado dependerá de: La temperatura del líquido en el interior de la bomba; la velocidad de rotación, la temperatura del líquido de inyección al buje y la presión de succión de la bomba, la temperatura de la mezcla a la salida del sello se deberá mantener en 60°C.

La descarga de agua, de los sellos mecánicos, es enviada al tanque colector de agua de sellos.

III.3 CALENTADORES DE ALTA PRESIÓN 6 Y 7.- Son intercambiadores de calor vapor-agua, horizontales, de tubos curvos de 2 pasos y tres zonas (desobrecalentamiento, condensación y subenfriamiento de drenajes), en los cuales el agua de alimentación circula por el interior de los tubos y el vapor por el exterior. Su finalidad, al igual que los calentadores de baja presión, es incrementar la temperatura del agua de alimentación, para

vapor por el exterior. Su finalidad, al igual que los calentadores de baja presión, es incrementar la temperatura del agua de alimentación, para mejorar la eficiencia del ciclo, aprovechando el calor del vapor de las extracciones (6 y 7) que se le hacen a la turbina. Fig.III.3.1.



CALENTADOR TIPICO DE AGUA DE ALIMENTACION, CON TRES ZONAS
(DESOBRECALENTAMIENTO, CONDENSACION Y SUBENFRIAMIENTO).

FIG. III.3.1

IV. DESCRIPCION FUNCIONAL.

El sistema de agua de alimentación se inicia en el tanque de oscilación del desaireador en donde el agua es almacenada y desciende por la acción de la gravedad hacia la succión de las bombas de alimentación.

El agua del desaireador desciende por una sola línea y llega a un cabezal común en el cual se tiene la derivación para la succión de cada bomba de agua de alimentación, antes de la llegada a cada una de ellas, se tiene una válvula de bloqueo y un filtro de succión.

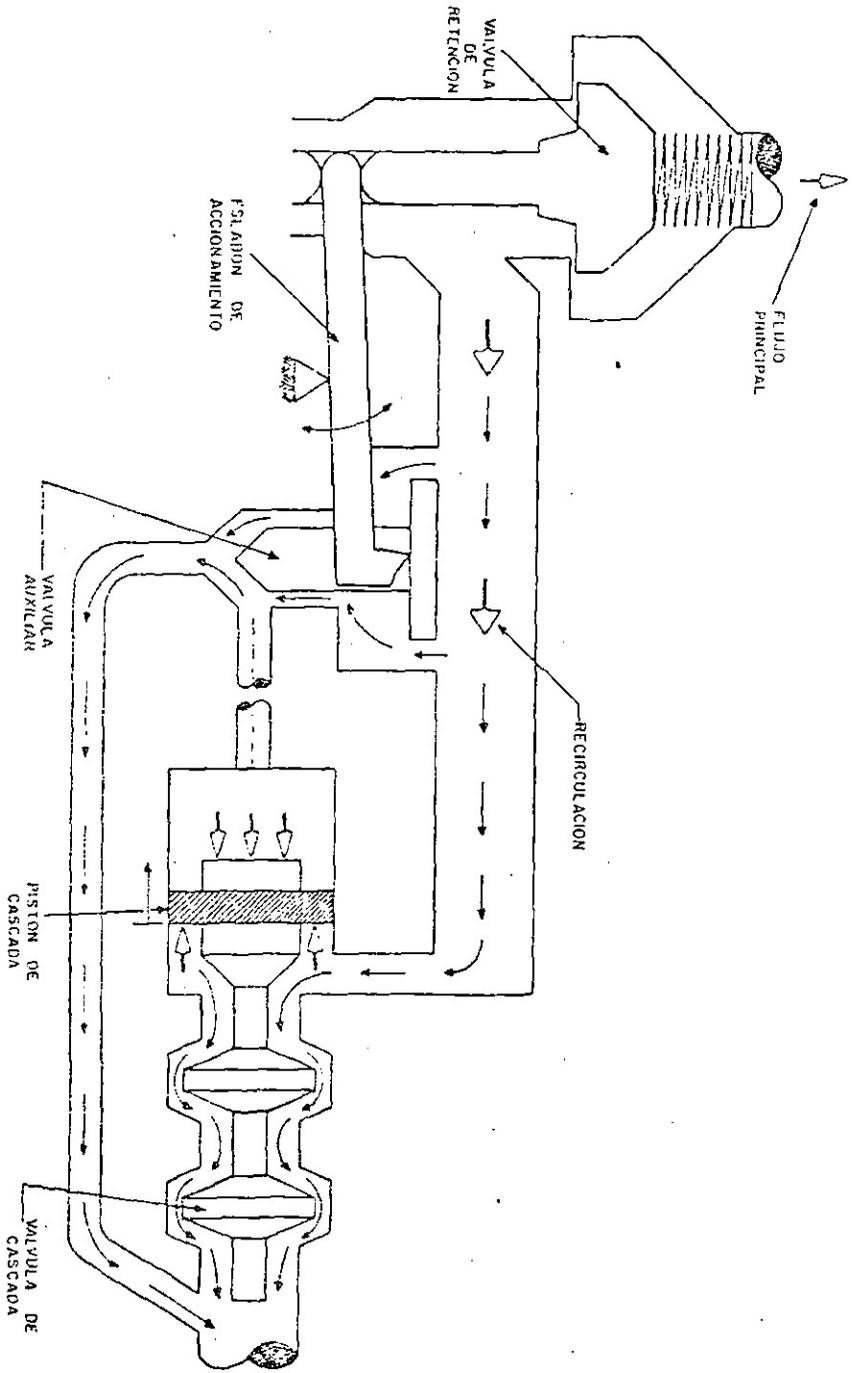
Las bombas de agua de alimentación tienen una presión máxima de descarga de 19.61 Mpa., la cual es suficiente para permitir el flujo de agua al domo en condiciones nominales de presión de vapor. Además de la función principal de este sistema de suministrar el agua a la caldera para su evaporación, también se tienen derivaciones para efectuar la atemperación del vapor sobrecalentado y del vapor recalentado. La derivación que se tiene para el suministro de agua de atemperación para el vapor sobrecalentado está tomada del cabezal común de las descargas de las bombas antes del cuadro de regulación. Para la atemperación del vapor recalentado, el agua se toma del tercer paso de cada una de las bombas, donde posteriormente se unirán a una línea común.

A la descarga de cada bomba se tienen válvulas de retención y de recirculación mínima y posteriormente una válvula de bloqueo motorizada,

la cual abrirá siempre y cuando ya haya sido puesta en servicio la bomba correspondiente y se le dé la señal de apertura.

Posteriormente en el cabezal de descarga, se tiene el cuadro de regulación de agua de alimentación. En ese cuadro de regulación se tiene una válvula neumática de bajas cargas llamada también de arranque, con sus respectivas válvulas de bloqueo y la cual regulará el flujo hasta un 25% de carga. Se tiene también una válvula motorizada del tipo ON-OFF, la cual abrirá al incrementarse la carga de la unidad por arriba del 17% (señal de flujo de vapor), y cerrará al descender la carga del 11%, también se cuenta con una válvula de desvío de accionamiento manual.

Para el control de flujo de agua de alimentación, en bajas cargas se efectuará con la válvula de arranque y con los variadores de velocidad de las bombas. Se utiliza únicamente la válvula de arranque cuando la presión en el domo es menor que la presión máxima de descarga de las bombas (9.0 Mpa) con velocidad mínima en el variador. Cuando la presión en el domo tienda a acercarse a este valor, se deben utilizar los variadores de velocidad para incrementar la presión de descarga de las bombas para asegurar siempre un flujo hacia el domo, si lo requiere. En altas cargas el control se efectuará únicamente con los variadores de velocidad, ya que a un 17% de flujo de vapor la válvula motorizada de altas cargas abrirá, y la de arranque estará abierta completamente arriba del 25% de carga.



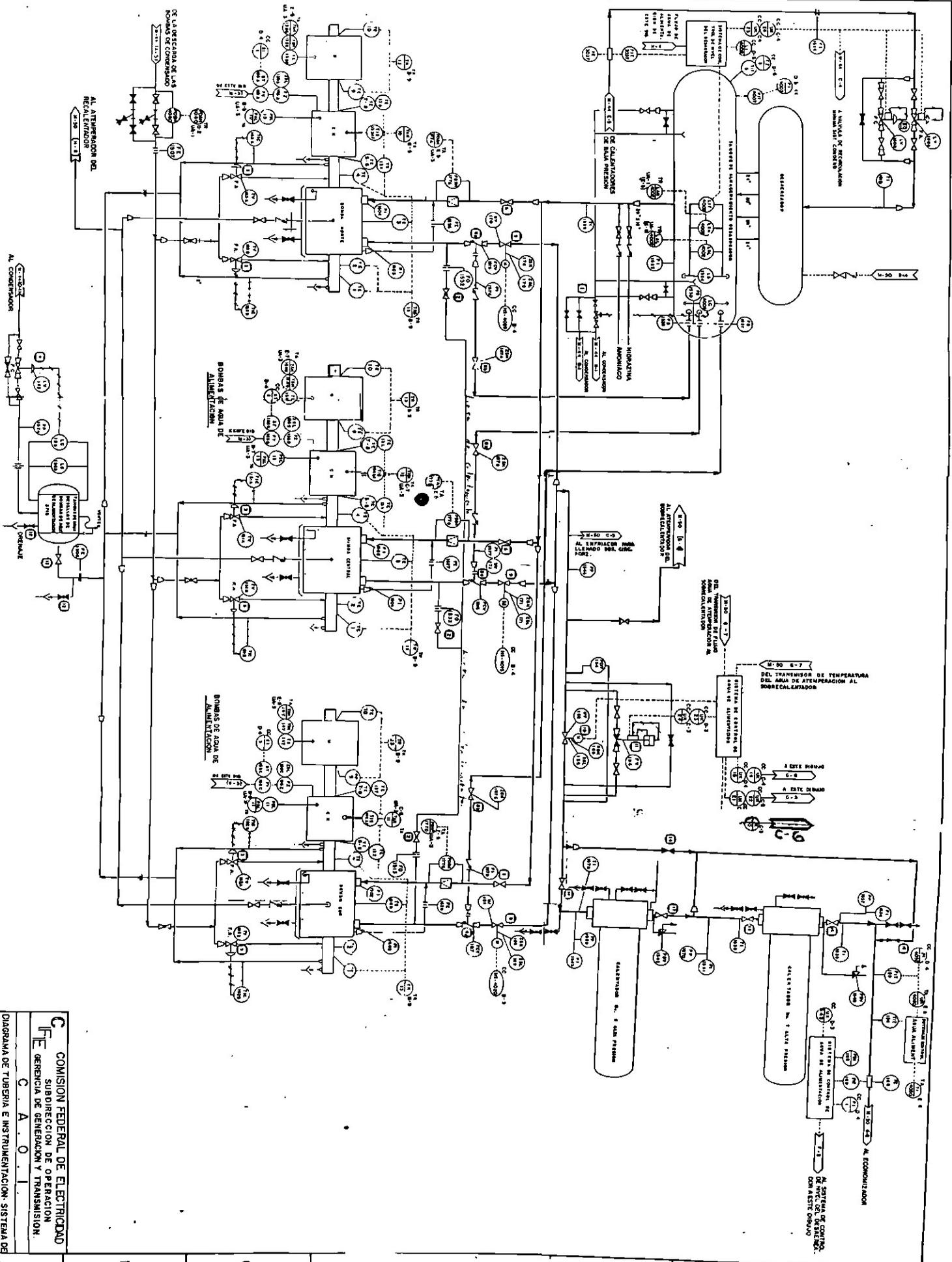
VALVULA DE RETENCION Y RECIRCULACION MINIMA TIPO ON-OFF

FIG. III.2.7

CONCLUSIONES

El sistema de agua de alimentación es de vital importancia para la operación de la unidad, ya que proporciona el agua a la caldera en las condiciones requeridas de flujo y presión, para mantener el nivel normal en el domo, además al paso del agua a través de los calentadores de alta presión incrementa su temperatura al efectuar el intercambio de calor con el vapor de las extracciones de la turbina, y con lo cual la eficiencia del ciclo se incrementa.

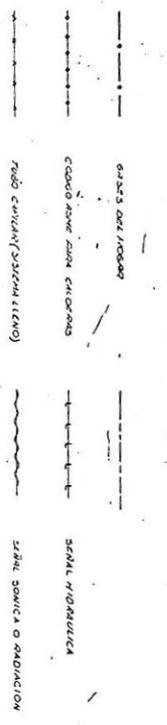
El sistema de agua de alimentación también proporciona el agua que se utiliza en las atemperaciones del vapor sobrecalentado y recalentado para el control de la temperatura de vapor.



C COMISION FEDERAL DE ELCTRICIDAD
F SUBDIRECCION DE OPERACION
E GERENCIA DE GENERACION Y TRANSMISION.
 C. A. O. I.
 DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION- SISTEMA DE
 AGUA ALIMENTACION (AE)
 FECHA: 02-10-82 REVISION: 1 DIBUJO: 45



VALORES Y GRABAS MENCIONADAS
 LAS LINEAS CONTINUAS PODRAN USARSE EN LOS DIAGRAMAS POR SER MAS RAPIDAS DE UNA SOLA PASE



Simbolo	Descripción
1	Resistor
2	Capacitor
3	Inductor
4	Relay
5	Switch
6	Motor
7	Generator
8	Transformer
9	Diode
10	Triode
11	Tetradode
12	Pentode
13	Hexode
14	Septode
15	Octode
16	Nineode
17	Tenode
18	Elevenode
19	Twelveode
20	Thirteenode
21	Fourteenode
22	Fifteenode
23	Sixteenode
24	Seventenode
25	Eighteenode
26	Nineteenode
27	Twentiethode
28	Twentyfirstode
29	Twentysecondode
30	Twentythirdode
31	Twentyfourthode
32	Twentyfifthode
33	Twentysixthode
34	Twentyseventhode
35	Twentyeighthode
36	Twentyninthode
37	Thirtiethode
38	Thirtyfirstode
39	Thirtysecondode
40	Thirtythirdode
41	Thirtyfourthode
42	Thirtyfifthode
43	Thirtysixthode
44	Thirtyseventhode
45	Thirtyeighthode
46	Thirtyninthode
47	Fortiethode
48	Fortyfirstode
49	Fortysecondode
50	Fortythirdode
51	Fortyfourthode
52	Fortyfifthode
53	Fortysixthode
54	Fortyseventhode
55	Fortyeighthode
56	Fortyninthode
57	Fiftiethode
58	Fiftyfirstode
59	Fiftysecondode
60	Fiftythirdode
61	Fiftyfourthode
62	Fiftyfifthode
63	Fiftysixthode
64	Fiftyseventhode
65	Fiftyeighthode
66	Fiftyninthode
67	Sixtiethode
68	Sixtyfirstode
69	Sixtysecondode
70	Sixtythirdode
71	Sixtyfourthode
72	Sixtyfifthode
73	Sixtysixthode
74	Sixtyseventhode
75	Sixtyeighthode
76	Sixtyninthode
77	Seventiethode
78	Seventyfirstode
79	Seventysecondode
80	Seventythirdode
81	Seventyfourthode
82	Seventyfifthode
83	Seventysixthode
84	Seventyseventhode
85	Seventyeighthode
86	Seventyninthode
87	Eightiethode
88	Eightyfirstode
89	Eightysecondode
90	Eightythirdode
91	Eightyfourthode
92	Eightyfifthode
93	Eightysixthode
94	Eightyseventhode
95	Eightyeighthode
96	Eightyninthode
97	Ninetiethode
98	Ninetyfirstode
99	Ninetysecondode
100	Ninetythirdode

Simbolo	Descripción	Simbolo	Descripción
1	Resistor	101	Relay
2	Capacitor	102	Switch
3	Inductor	103	Motor
4	Relay	104	Generator
5	Switch	105	Transformer
6	Motor	106	Diode
7	Generator	107	Triode
8	Transformer	108	Tetradode
9	Diode	109	Pentode
10	Triode	110	Hexode
11	Tetradode	111	Septode
12	Pentode	112	Octode
13	Hexode	113	Nineode
14	Septode	114	Tenode
15	Octode	115	Elevenode
16	Nineode	116	Twelveode
17	Tenode	117	Thirteenode
18	Elevenode	118	Fourteenode
19	Twelveode	119	Fifteenode
20	Thirteenode	120	Sixteenode
21	Fourteenode	121	Seventenode
22	Fifteenode	122	Eightenode
23	Sixteenode	123	Nineteenode
24	Seventenode	124	Twentiethode
25	Eightenode	125	Twentyfirstode
26	Nineteenode	126	Twentysecondode
27	Twentiethode	127	Twentythirdode
28	Twentyfirstode	128	Twentyfourthode
29	Twentysecondode	129	Twentyfifthode
30	Twentythirdode	130	Twentysixthode
31	Twentyfourthode	131	Twentyseventhode
32	Twentyfifthode	132	Twentyeighthode
33	Twentysixthode	133	Twentyninthode
34	Twentyseventhode	134	Thirtiethode
35	Twentyeighthode	135	Thirtyfirstode
36	Twentyninthode	136	Thirtysecondode
37	Thirtiethode	137	Thirtythirdode
38	Thirtyfirstode	138	Thirtyfourthode
39	Thirtysecondode	139	Thirtyfifthode
40	Thirtythirdode	140	Thirtysixthode
41	Thirtyfourthode	141	Thirtyseventhode
42	Thirtyfifthode	142	Thirtyeighthode
43	Thirtysixthode	143	Thirtyninthode
44	Thirtyseventhode	144	Fortiethode
45	Thirtyeighthode	145	Fortyfirstode
46	Thirtyninthode	146	Fortysecondode
47	Fortiethode	147	Fortythirdode
48	Fortyfirstode	148	Fortyfourthode
49	Fortysecondode	149	Fortyfifthode
50	Fortythirdode	150	Fortysixthode
51	Fortyfourthode	151	Fortyfifthode
52	Fortysixthode	152	Fortyseventhode
53	Fortyfifthode	153	Fortyeighthode
54	Fortyseventhode	154	Fortyninthode
55	Fortyeighthode	155	Fiftiethode
56	Fortyninthode	156	Fiftyfirstode
57	Fiftiethode	157	Fiftysecondode
58	Fiftyfirstode	158	Fiftythirdode
59	Fiftysecondode	159	Fiftyfourthode
60	Fiftythirdode	160	Fiftyfifthode
61	Fiftyfourthode	161	Fiftysixthode
62	Fiftyfifthode	162	Fiftyseventhode
63	Fiftysixthode	163	Fiftyeighthode
64	Fiftyseventhode	164	Fiftyninthode
65	Fiftyeighthode	165	Sixtiethode
66	Fiftyninthode	166	Sixtyfirstode
67	Sixtiethode	167	Sixtysecondode
68	Sixtyfirstode	168	Sixtythirdode
69	Sixtysecondode	169	Sixtyfourthode
70	Sixtythirdode	170	Sixtyfifthode
71	Sixtyfourthode	171	Sixtysixthode
72	Sixtyfifthode	172	Sixtyseventhode
73	Sixtysixthode	173	Sixtyeighthode
74	Sixtyseventhode	174	Sixtyninthode
75	Sixtyeighthode	175	Seventiethode
76	Sixtyninthode	176	Seventyfirstode
77	Seventiethode	177	Seventysecondode
78	Seventyfirstode	178	Seventythirdode
79	Seventysecondode	179	Seventyfourthode
80	Seventythirdode	180	Seventyfifthode
81	Seventyfourthode	181	Seventysixthode
82	Seventyfifthode	182	Seventyseventhode
83	Seventysixthode	183	Seventyeighthode
84	Seventyseventhode	184	Seventyninthode
85	Seventyeighthode	185	Eightiethode
86	Seventyninthode	186	Eightyfirstode
87	Eightiethode	187	Eightysecondode
88	Eightyfirstode	188	Eightythirdode
89	Eightysecondode	189	Eightyfourthode
90	Eightythirdode	190	Eightyfifthode
91	Eightyfourthode	191	Eightysixthode
92	Eightyfifthode	192	Eightyseventhode
93	Eightysixthode	193	Eightyeighthode
94	Eightyseventhode	194	Eightyninthode
95	Eightyeighthode	195	Ninetiethode
96	Eightyninthode	196	Ninetyfirstode
97	Ninetiethode	197	Ninetysecondode
98	Ninetyfirstode	198	Ninetythirdode
99	Ninetysecondode	199	Ninetyfourthode
100	Ninetythirdode	200	Ninetyfifthode

