

360
5

TK1

G89

C. 1



1080086850



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.

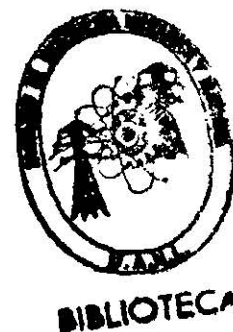
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA.

CENTRALES TERMOELECTRICAS.

T E S I N A

**QUE CON OPCION AL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR**

PRESENTA



RAFAEL GUZMAN DE LA GARZA.

MONTERREY, N.L.

JUNIO DE 1995.

I N D I C E

- I.- DESCRIPCION GENERAL.**
- II.- COMPONENTES.**
- III.- GENERADORES DE VAPOR.**
 - a) DESCRIPCION DE UN GENERADOR DE VAPOR.**
 - b) PARTES PRINCIPALES DE UN GENERADOR DE VAPOR.**
 - c) COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN UN GENERADOR DE VAPOR.**
 - d) SISTEMA DE ALIMENTACION DE UN COMBUSTIBLE.**
 - e) SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION.**
 - f) TRATAMIENTO QUIMICO UTILIZADO EN EL AGUA DEL GENERADOR DE VAPOR.**
 - g) SISTEMA AIRE - GASES.**
 - h) PROTECCIONES DE UN GENERADOR DE VAPOR O CALDERA.**
 - i) SISTEMAS AUXILIARES E INSTRUMENTACION DE UN GENERADOR DE VAPOR O CALDERA.**
- IV.- TURBINAS DE VAPOR.**
 - a) DESCRIPCION DE UNA TURBINA DE VAPOR.**
 - b) PARTES PRINCIPALES DE UNA TURBINA.**
 - c) SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE UNA TURBINA.**
 - d) SISTEMA DE LUBRICACION.**
 - e) SELLOS DE VAPOR**
 - f) CONDENSADOR PRINCIPAL.**

- g) SISTEMA DE VACIO DEL CONDENSADOR PRINCIPAL.**
- h) EXTRACCIONES DE VAPOR.**

V.- GENERADORES DE C. A. (ALTERNADOR)

- a) DESCRIPCION DE UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA. GENERADORES DE C.A. INSTALADOS EN LAS CENTRALES TERMoeLECTRICAS.**
- b) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN GENERADOR DE C. A.**
- c) SISTEMA ACEITE DE SELLOS.**
- d) EXCITACION DE GENERADOR DE C. A.**

VI.- SUMINISTRO DE AGUA A LA CENTRAL.

VII.- SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE CARBON.

VIII.- SISTEMA DE CONDENSADO.

IX.- SUBESTACION ELECTRICA.

X.- PROCEDIMIENTO GENERAL DE ARRANQUE.

XI.- PARO DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA.

INTRODUCCIÓN

EN SU CONTENIDO ESTÁN DESCRITOS LOS PRINCIPALES SISTEMAS COMPONENTES ASÍ COMO UN PROCEDIMIENTO GENERAL DE OPERACIÓN YA QUE LA MISMA ES RIESGOSA Y COSTOSA A LA VEZ AL NO EFECTUARSE BIEN UNA MANIOBRA.

LAS CENTRALES TERMOELECTRICAS DE MAYOR CAPACIDAD INSTALADAS EN LA REPUBLICA MEXICANA SON LAS INSTALADAS POR LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD; SIN EMBARGO EN LA ACTUALIDAD EXISTEN PLANTAS PROPIEDAD DE LA INICIATIVA PRIVADA Y ADEMÁS EN LA ETAPA DE MODERNIZACION QUE VIVE EL PAÍS. LA INICIATIVA PRIVADA ESTA INVIRTIENDO EN CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE GRAN CAPACIDAD.

LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS ES UNA APLICACION DE PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA DONDE LA ENERGIA SE VA TRANSFORMANDO DE UNA FORMA A OTRA HASTA OBTENER LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

I- DESCRIPCION GENERAL

UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA ES UN CONJUNTO DE EQUIPOS CUYO OBJETIVO ES LA PRODUCCIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA PARTIENDO DE UN COMBUSTIBLE EL CUAL ES SUMINISTRADO POR MEDIO DE UN MECANISMO HASTA EL HOGAR U HORNO DEL GENERADOR DE VAPOR DONDE SE PROVOCA LA COMBUSTION SUMINISTRADO POR UN VENTILADOR DENOMINADO TIRO FORZADO Y UN TRANSFORMADOR DE IGNIZION QUE ALIMENTA DE C.D. AL ELECTRODO DE UNA BUJIA PROVOCANDO UNA CHISPA EFECTUANDOSE LA COMBUSTION.

EL GENERADOR DE VAPOR PREVIAMENTE ES LLENADO CON AGUA DE BUENA CALIDAD QUIMICAMENTE HABLANDO; AGUA QUE AL SER CALENTADA SE CONVIERTA EN VAPOR DE AGUA; ESTE ULTIMO ES ALMACENADO A ALTA PRESION Y TEMPERATURA EN UN RECIPIENTE CILINDRICO HORIZONTAL LLAMADO DOMO O COLECTOR DE VAPOR.

EL VAPOR DE AGUA A ALTA PRESION Y TEMPERATURA ES TRANSPORTADO A TRAVEZ DE UNA LINEA PRINCIPAL HASTA LA TURBINA DE VAPOR DONDE SE EXPANSIONA CONVIRTIENDO SU ENERGIA CALORIFICA EN ENERGIA CINETICA, LA CUAL HACE GIRAR LA TURBINA Y POR CONSIGUIENTE AL GENERADOR DE C. A. (ALTERNADOR) PRODUCIENDO ASÍ LA ENERGIA ELÉCTRICA AQUE ES MANDADA A UNA SUBESTACION ELÉCTRICA A TRAVES DE UN INTERRUPTOR PRINCIPAL Y UN TRANSFORMADOR ELEVADOR DE VOLTAJE. DE LA SUBESTACION ELÉCTRICA SALEN LAS LINEAS DE TRASMISION QUE CONDUCIRAN LA ENERGIA ELECTRICA HASTA LOS CENTROS DE CONSUMO.

VOLVIENDO CON EL CICLO AGUA-VAPOR EL VAPOR QUE TRABAJO EN LA TURBINA UNA VEZ QUE PIERDE PRESION 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 PRESION Y HACERLA PASAR POR UNOS CALENTADORES DE AGUA DE ALIMENTACIÓN HASTA OTRO INTERCABIADOR DE CALOR LLAMADO DEAREADOR QUE CUMPLE CON DOS FUNCIONES; PRIMERO COMO CALENTADOR DE AGUA Y SEGUNDO PARA DESALOJAR LOS GASES INDESEABLES DEL SISTEMA QUE PUDIERAN PRODUCIR CORROSIÓN EN TUBERÍAS Y EN EL GENERADOR DE VAPOR DESPUES DEL DEREADOR SE TIENE UNA BOMBA DE AGUA DE ALIMENTACION QUE SE ENCARGA DE SUMINSTRAR EL AGUA AL GENERADOR DE VAPOR O CALDERA PARA MANTENER UN NIVEL CORRECTO DE OPERACION Y SEGUIR PRODUCIENDO VAPOR EL CUAL REGRESARA A LA TURBINA

PARA CERRAR EL CICLO TERMODINAMICO LLAMADO RANKINE O REGENERATIVO SEGÚN SEA EL CASO SI UTILIZA O NO CALENTADORES DE AGUA DE ALIMENTACION.

EL DIAGRAMA No. 1 MUESTRA EL CICLO AGUA-VAPOR DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA.

II- COMPONENTES

UNA CENTRAL TERMOELECTRICA ESTA COMPUESTA PRINCIPALMENTE POR UN GENERADOR DE VAPOR, UNA TURBINA Y UN ALTERNADOR O GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA.

ES OBVIO QUE 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.

III- GENERADORES DE VAPOR

a) DESCRIPCION GENERAL.

UN GENERADOR DE VAPOR ES UN CONJUNTO DE ELEMENTOS QUE SIRVEN PARA PRODUCIR VAPOR DE AGUA POR MEDIO DE LA COMBUSTIÓN.

LOS GENERADORES DE VAPOR PUEDEN SER: ACUOTUBULARES O PIROTUBULARES PARA FLUJOS PEQUEÑOS.

EN LAS CENTRALES TERMOELECTRICAS DEBIDO A LA GRAN CANTIDAD DE VAPOR UTILIZADO PARA HACER LA TURBINA POR LO REGULAR SON ACUOTUBULARES.

LOS GENERADORES DE VAPOR EN CUANTO A SU PRESION EN EL HOGAR PUEDEN SER DE PRESION POSITIVA DONDE SE UTILIZA EL VENTILADOR DE TIRO FORZADO SOLAMENTE O BIEN DE TIRO BALANCEADO DONDE SE UTILIZA ADEMÁS DE UN VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO PROVOCANDOSE UNA PRESION NEGATIVA EN LA CAMARA DE COMBUSTIÓN. EL PROCESO QUE LLEVA UN GENERADOR O CALDERA PARA LA PRODUCCIÓN DE VAPOR ES EL SIGUIENTE: EL AGUA DE ALIMENTACION SUMINISTRADA POR UNA BOMBA ES ALMACENADA EN EL DOMO SUPERIOR DONDE ES CONTROLADO SU NIVEL, A PARTIR DE AHI EL AGUA DESCIENDE POR TUBOS LLAMADOS (*DOWN-COMMERS*) HASTA LOS CABEZALES QUE ALIMENTAN LAS PAREDES DE AGUA QUE SE ENCUENTRAN RODEANDO EL HOGAR O CAMARA DE COMBUSTION DE TAL MANERA QUE EL AGUA EMPIEZA A SER CALENTADA POR MEDIO DEL CALOR LIBERADO EN LA COMBUSTION HASTA LLEGAR A SU PUNTO DE EBULLICION ASCENDIENDO EL VAPOR POR OTROS TUBOS HASTA LLEGAR AL DOMO SUPERIOR O COLECTOR DE VAPOR DONDE MITAD ES AGUA Y MITAD VAPOR DICHO VAPOR ES SATURADO Y COMO EN LA TURBINA SE REQUIERE VAPOR SECO ES POR ELLO QUE EL VAPOR SE HACE PASAR POR UN SOBRECALENTADOR DONDE SE LE INCREMENTA SU TEMPERATURA POR MEDIO DE LOS GASES DE LA COMBUSTION. CABE MENCIONAR QUE LOS GASES DE LA COMBUSTION SON HECHOS PASAR POR OTROS ELEMENTOS DEL GENERADOR DONDE ENTREGAN CALOR, ESTO SE VERA CON DETALLE EN EL INCISO DE SISTEMAS AIRE-GASES.

b) PARTES PRINCIPALES DE UN GENERADOR DE VAPOR

LA MAYORIA DE LOS GENERADORES DE VAPOR USADOS EN CENTRARALES TERMOELECTRICAS CUENTAN CON LAS SIGUIENTES PARTES:

- 1.- PAREDES DE AGUA
- 2.- DOMO SUPERIOR E INFERIOR
- 3.- HOGAR O CAMARA DE LA COMBUSTION

- 4.- QUEMADORES Y PILOTOS
- 5.- SOBRECALENTADORES
- 6.- PRECALENTADOR DE AIRE
- 7.- ECONOMIZADORES
- 8.- VENTILADOR DE TIRO FORZADO
- 9.- CHIMENEA

ALGUNOS GENERADORES DE VAPOR UTILIZAN RECALENTADORES Y OTROS EQUIPOS AUXILIARES COMO SON VALVULAS, COMPUERTAS, INSTRUMENTACION CONTROL Y PROTECCION PARA UN BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA MISMA.

EN EL DIAGRAMA No. 2 SE APRECIAN SUS PARTES PRINCIPALES Y EQUIPOS AUXILIARES.

c) COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN LOS GENERADORES DE VAPOR

LOS COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN UN GENERADOR DE VAPOR SON GAS NATURAL, DIESEL COMBUSTOLEO Y CARBON MINERAL NO COQUIZABLE. EN LA ACTUALIDAD LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD TIENE INSTALADAS A NIVEL NACIONAL CENTRALES TERMOELECTRICAS QUE UTILIZAN LOS COMBUSTIBLES ANTERIORES; POR EJEMPLO PLANTA SAN JERONIMO UBICADA AL PONIENTE DE LA CD. DE MONTERREY, N. L. UTILIZA GAS NATURAL; LA CENTRAL TERMOELECTRICA MONTERREY UBICADA EN APODACA, N. L. UTILIZA GAS NATURAL COMO ENCENDIDO DE LA CALDERA Y POSTERIORMENTE UTILIZA COMBUSTOLEO CABE MENCIONAR QUE ES MAS BARATA LA PRODUCCION DE VAPOR CON COMBUSTOLEO QUE CON GAS NATURAL SIN EMBARGO ES MAS COSTOSO EL MANTENIMIENTO DE LAS CALDERAS QUE QUEMAN COMBUSTOLEO POR SU ALTO CONTENIDO DE AZUFRE.

EN LA REGION CARBONIFERA DE COAHUILA SE TIENEN INSTALADAS DOS PLANTAS A BASE DE CARBON MINERAL NO COQUIZABLE EXTRAIDO DE UNA MINA LOCALIZADA A UNOS 20 KMS. DE LA PLANTA Y UNO DE LOS PROBLEMAS MAS SEVEROS ES EL ALTO CONTENIDO DE CENIZAS QUE PROVOCA EROSION EN LAS TURBINAS.

d) SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE A LA CENTRAL TERMOELECTRICA.

EXISTEN DIVERSOS SISTEMAS DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE DEPENDIENDO DE QUE EL COMBUSTIBLE SEA UTILIZADO; LA MAYORIA DE LAS CENTRALES UTILIZAN COMO COMBUSTIBLE DE ENCENDIDO EL GAS NATURAL O EL DIESEL POSTERIORMENTE UTILIZAN COMBUSTOLEO O CARBON.

EL DIAGRAMA No. 3 MUESTRA UN SISTEMA DE GAS NATURAL TIPICO DE UNA CENTRAL

EL DIAGRAMA No. 4 MUESTRA UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE.

DE LOS COMBUSTIBLES ANTERIORES EL COMBUSTIBLE REQUIERE DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR MEDIO DE VAPOR DE LAS PROPIAS CALDERAS UTILIZANDO INTERCAMBIADORES DE CALOR, ADEMÁS EL COMBUSTIBLE ES SUMINISTRADO AL HOGAR DE LA CALDERA UTILIZANDO VAPOR DE ATOMIZACIÓN.

CON RELACION AL CARBON ESTE ES TRANSPORTADO DESDE LA MINA HASTA LA PLANTA POR MEDIO DE BANDAS TRANSPORTADORAS, FERROCARRIL O CAMIONES.

UNA VEZ EN LA CENTRAL PASA POR UNOS TRITURADORES O MOLINOS Y POSTERIORMENTE A LOS SILOS ALIMENTADORES DE LOS PULVERIZADORES DONDE EL CARBON SE CONVIERTE EN POLVO FINO QUE ES ARRASTRADO POR MEDIO DE AIRE HASTA LOS QUEMADORES.

e) SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION A CALDERA

EL SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION ES EL ENCARGADO DE MANTENER EL NIVEL CORRECTO DE OPERACION DE AGUA EN LA CALDERA PARA TAL EFECTO LA BOMBA DE AGUA DE ALIMENTACION SUCCIONA EL FLUIDO DEL DEREADOR EL CUAL ES UN INTERCAMBIADOR A CONTACTO DIRECTO DONDE EL AGUA ES CALENTADA POR MEDIO DE VAPOR DE LA CALDERA O BIEN VAPOR DE UNA EXTRACCION DE LA TURBINA VAPOR QUE YA TRABAJA EN LA MISMA.

EL DEREADOR CUMPLE CON DOS FUNCIONES SIRVE COMO CALENTADOR DEL AGUA Y A LA VEZ EXPULSA LOS GASES QUE PUEDEN DAÑAR LAS TURBINAS DEL SISTEMA.

CONTINUANDO CON EL SISTEMA LA BOMBA DESCARGA EL AGUA HACIENDOLA PASAR POR UNA REGULADORA DE FLUJO DE AGUA DE ALIMENTACION Y POR UNOS CALENTADORES QUE APROVECHAN EL VAPOR DE LAS EXTRACCIONES DE LA TURBINA EL FLUJO DE AGUA HACIA EL DOMO DE LAS CALDERAS PUEDE SER REGULADO CON LA VALVULA ANTERIOR O BIEN ALGUNAS BOMBAS TIENEN INTEGRADO UN VARIADOR DE VELOCIDAD LO CUAL PERMITE VARIAR EL FLUJO DE AGUA.

EN EL DOMO SUPERIOR DE LA CALDERA SE TIENE UN INDICADOR DE NIVEL Y UN (LEVEL-CONTROL) CONTROLADOR DE NIVEL QUIEN MANDA LA SEÑAL A LA VALVULA REGULADORA PARA QUE PERMITA EL FLUJO REQUERIDO EN EL GENERADOR DE VAPOR POR LO GENERAL EL SISTEMA CUENTA CON DOS BOMBAS UNA EN OPERACION Y LA OTRA EN AUTOMATICO PARA QUE ENTRE EL SERVICIO EN CASO NECESARIO. EN EL DIAGRAMA No. 5 SE MUESTRA EL SISTEMA DE AGUA UTILIZADO EN LA MAYORIA DE LAS CENTRALES TERMoeLECTRICAS.

f) TRATAMIENTO QUIMICO EN EL AGUA DE LAS CALDERAS O GENERADORES DE VAPOR.

EL AGUA UTILIZADA PARA LA PRODUCCIÓN DE VAPOR EN UNA CENTRAL TERMOELECTRICA PROVIENE DE POZOS PROFUNDOS LOCALIZADOS CERCA DE LA CENTRAL; Y COMO ESTA AGUA TRAE CONSIGO SOLIDOS EN CONCENTRACION COMO SON CALCIO, MAGNESIO, SILICE, ETC. ES OBVIO SEA PASADA POR UN TRATAMIENTO QUIMICO ANTES DE ENTRAR A LA CALDERA.

LA MAYORIA DE LAS CENTRALES TERMOELECTRICAS CUENTAN CON UNA PLANTA DESMINERALIZADA Y UNA DE OSMOSIS INVERSA QUE CUMPLEN CON LA CONDICION DE QUITARLE LOS SOLIDOS ANTES MENCIONADOS Y ADEMÁS DARLE EL GRADO DE ACIDEZ O ALCALINIDAD NECESARIA PARA PROTEGER LOS TUBOS DEL GENERADOR DE VAPOR.

CUANDO EL AGUA DEL CICLO TERMICO SE HA CONTAMINADO SE LE DA UN TRATAMIENTO QUIMICO INTERNO QUE CONSISTE EN INYECTAR SUSTANCIAS QUIMICAS Y PURGAR LA CALDERA HASTA OBTENER LOS PARAMETROS QUIMICOS REQUERIDOS.

g) SISTEMA AIRE - GASES

ENTRE LOS AUXILIARES ESENCIALES PARA LA OPERACION DEL GENERADOR DE VAPOR NOS ENCONTRAMOS CON LOS EQUIPOS DESTINADOS AL SUMINISTRO DE AIRE AL HOGAR Y LA EVALUACION DE LOS GASES DE LA COMBUSTION ESTOS EQUIPOS SON: CHIMENEA, DUCTOS, COMPUERTAS, VENTILADOR DE TIRO FORZADO, VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO.

CHIMENEA

LA CHIMENEA TIENE POR OBJETO DESCARGAR LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTION A UNA ELEVACION SUFICIENTE A FIN DE EVITAR EN LO POSIBLE LAS MOLESTIAS INHERENTES.

DUCTOS

LOS DUCTOS SON LAS CONEXIONES ENTRE EL TIRO FORZADO HASTA EL HOGAR DE LA CALDERA Y DESDE LA SALIDA DE LOS GASES HASTA LA CHIMENEA LOS CUALES DEBERAN SER HERMETICOS Y CONTAR CON JUNTAS DE EXPANSION QUE PERMITAN LA DILATACION DEL MATERIAL.

VENTILADOR DE TIRO FORZADO

ES EL ENCARGADO DE SUMINISTRAR EL AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTION.

VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO

ES EL VENTILADOR QUE ACTUA COMO EXTRACTOR DE LOS GASES PROVOCANDO UNA PRESION NEGATIVA EN EL HOGAR.

COMPUERTAS

LAS COMPUERTAS EN LA SUCCION Y DESCARGA DE LOS VENTILADOS ANTERIORES SON EL MECANISMO QUE REGULA EL FLUJO DE AIRE O GASES PARA QUE LA CALDERA OPERE CORRECTAMENTE; ESTAS COMPUERTAS SON OPERADAS LOCALMENTE O NEUMATICAMENTE DESDE LA SALA DE CONTROL.

h) PROTECCION DE UN GENERADOR DE VAPOR.

LAS PROTECCIONES DE UN GENERADOR DE VAPOR SON MECANISMOS QUE AYUDAN A EVITAR OPERACIONES RIESGOZAS QUE PONEN EN PELIGRO LA INSTALACION Y TODO LO QUE LE RODEA.

LAS CALDERAS POR LO GENERAL TIENEN LAS SIGUIENTES PROTECCIONES:

- 1.- DISPARO POR BAJO NIVEL DOMO**
- 2.- DISPARO POR BAJO FLUJO DE AIRE**
- 3.- DISPARO POR ALTA PRESION EN EL HOGAR**
- 4.- DISPARO POR ALTA PRESION DE COMBUSTIBLE**

TODAS ESTAS PROTECCIONES OPERAN SOBRE LA VALVULA PRINCIPAL DE CORTE DE COMBUSTIBLE APAGANDO LA CALDERA, ADEMÁS DE LAS PROTECCIONES ANTERIORES EL GENERADOR DE VAPOR CUENTA CON VALVULAS DE SEGURIDAD INSTALADAS EN EL DOMO SUPERIOR Y LA LINEA PRINCIPAL DE VAPOR QUE PERMITEN ALIVIAR LA PRESION DE LA CALDERA EN CASO NECESARIO. VER DIAGRAMA No. 6

I) SISTEMAS AUXILIARES E INSTRUMENTACION DE UN GENERADOR DE VAPOR.

DENTRO DE LOS SISTEMAS AUXILIARES DE UN GENERADOR DE VAPOR SE TIENE LO SIGUIENTE:

VALVULAS DE PURGA DE FONDO QUE SIRVEN PARA DRENAR LAS CALDERAS CUANDO SE LE VA A DAR MANTENIMIENTO O BIEN EN OPERACION CUANDO EXISTE

CONTAMINACION EN EL AGUA AUNQUE EN OPERACION ES RIESGOSA YA QUE SE PODRIA QUEDAR SIN AGUA LA CALDERA.

VALVULAS DE PURGA CONTINUA: SIRVEN PARA CONTROLAR LOS PARAMETROS QUIMICOS DEL AGUA.

VENTEOS: LOS VENTEOS SIRVEN PARA DESALOJAR EL AIRE DEL INTERIOR DE LOS TUBOS PARA EVITAR CORROSION EN LOS MISMOS.

SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE COMBUSTOLEO: DEBIDO A QUE EL COMBUSTOLEO SE SOLIDIFICA AL ESTAR FRIO POR LO QUE SE CALIENTA POR LO GENERAL CON VAPOR PARA QUE PUEDA SER MANEJADO POR UNA BOMBA Y DESCARGADO HASTA LOS QUEMADORES DE LA CALDERA.

INSTRUMENTOS DE MEDICION, CONTROL Y PROTECCION SE ENCUENTRAN INSTALADOS UNA GRAN CANTIDAD DE MANOMETROS, TERMOMETROS, MEDIDORES DE FLUJO; CONTROLADORES DE TEMPERATURA, CONTROLADORES DE PRESION QUE PERMITEN OPERAR EFICIENTEMENTE.

IV.- TURBINAS DE VAPOR

a) DESCRIPCION DE UNA TURBINA DE VAPOR

UNA TURBINA DE VAPOR ES UN MECANISMO DISEÑADO CON LA FINALIDAD DE CONVERTIR LA ENERGIA CALORIFICA DEL VAPOR DE AGUA EN ENERGIA CINETICA Y POSTERIORMENTE EN ENERGIA MECÁNICA LA CUAL HACE GIRAR AL GENERADOR ELECTRICO EN UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA CONVIERTIENDOSE ASÍ EN ENERGIA ELECTRICA. LA TURBINA DE VAPOR TRABAJA BAJO EL PRINCIPIO DE UNA TOBERA.

LA CALSIFICACION PRINCIPAL SON TUBINAS DE ACCION O IMPULSO Y TURBINAS DE REACCION. UNA TURBINA DE ACCION ES AQUELLA DONDE EL VAPOR SUFRE UNA EXPANSION EN LAS TOBERAS FIJAS O ALABES AUMENTANDO LA VELOCIDAD DEL CHORRO DE VAPOR GOLPEANDO O IMPULSANDO ESTOS A LOS ALABES MOVILES.

UNA TURBINA DE REACCION ES AQUELLA DONDE EL VAPOR SE EXPANSIONA EN LOS ALABES MOVILES AL PASAR POR LAS TOBERAS PRODUCIENDOSE UNA FUERZA DE REACCION IGUAL Y EN SENTIDO CONTRARIO A LA ACCION DEL VAPOR.

LAS TURBINAS UTILIZADAS EN CENTRALES TERMoeLECTRICAS SON TURBINAS DE ACCION Y REACCION COMPUESTAS CON CONDENSADOR CON ETAPAS DE VELOCIDAD Y PRESION.

LAS TURBINAS DE GRAN CAPACIDAD ESTAN COMPUESTAS POR UNA TURBINA DE ALTA PRESION DONDE SUFRE UNA EXPANSION RETORNANDO POR UNA TUBERIA AL RECALENTADOR DE LA CALDERA DONDE AUMENTA SU TEMPERATURA APROVECHANDO LOS GASES DE LA COMBUSTION Y REGRESANDO A LA TURBINA DE PRESION INTERMEDIA DONDE NUEVAMENTE SUFRE EXPANSION BAJANDO LA PRESION Y TEMPERATUTURA POSTERIORMENTE A TRAVES DE UN *CROSS-OVER* EL VAPOR ES INTRODUCIDO A LA TURBINA DE BAJA PRESION SUFRIENDO AHI SU ULTIMA EXPANSION DESCARGANDO EL VAPOR HACIA EL CONDENSADOR PRINCIPAL.

VER DIAGRAMA No. 7

b) PARTES PRINCIPALES DE UNA TURBINA DE VAPOR

UNA TURBINA ESTA COMPUESTA PRINCIPALMENTE POR UNA CARCASA Y UN ROTOR; EN LA CARCASA VAN ALOJADOS LOS ALABES MOVILES COMO LA TURBINA ES UN ELEMENTO GIRATORIO ESTA PROVISTA DE UNA SERIE DE CHUMACERAS RADIALES DE SOPORTE REVESTIDAS CON MATERIAL BABIT EN SU INTERIOR.

TAMBIÉN CUENTA CON UNA CHUMACERA DE EMPUJE INSTALADA EN UN EXTREMO DE LA TURBINA QUE SIRVE PARA CONTRARRESTAR EL DESPLAZAMIENTO AXIAL DE LA MISMA EVITANDO ASÍ QUE LOS ALABES FIJOS Y MOVILES ROZEN. TIENE

LA TURBINA UN SISTEMA DE LUBRICACION DE ACEITE COMPUESTO POR UNAS BOMBAS QUE PERMITEN MANTENER SIEMPRE LUBRICADAS LAS CHUMACERAS. SE TIENE UN SISTEMA DE GOBIERNO QUE CONTROLA LA VELOCIDAD DE LA TURBINA POR LO GENERAL A 3,600 RPM CUANDO EL GENERADOR DE C. A. ES DE 2 POLOS.

LAS TURBINAS DE VAPOR QUE TIENEN CONDENSADOR ES DECIR EL VAPOR DESCARGA A UNA PRESION NEGATIVA ESTAN PROVISTAS DE UNOS SELLOS DE VAPOR EN SUS EXTREMOS, ESTOS CON LA FINALIDAD DE EVITAR ENTRADAS DE AIRE EN EL LADO DE BAJA PRESION Y FUGAS DE VAPOR POR EL LADO DE ALTA PRESION.

c) SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE UNA TURBINA

LA TURBINA DE VAPOR DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA SU OPERACION CONSISTE EN MANTENER CONSTANTE LA VELOCIDAD (A 3,600 RPM) PARA MANTENER LA FRECUENCIA Y VOLTAJE DE SALIDA DEL ALTERNADOR POR TAL MOTIVO SE REQUIERE DE UN SISTEMA GIRANDOLO CUANDO SE CONTROLA EL FLUJO DE VAPOR HACIA LA TURBINA PROCEDENTE DE LA CALDERA.

SE TIENE UN SISTEMA DE GOBIERNO O GOBERNADOR QUE CONSISTE EN UN SISTEMA HIDRAULICO OPERADO CON ACEITE PROCEDENTE DEL SISTEMA DE LUBRICACION NADA MAS QUE A ALTA PRESION EN EL CUAL PERMITE EL ACCIONAMIENTO DE UNAS VALVULAS DE ADMISION QUE PERMITEN LA ENTRADA DE VAPOR LA CANTIDAD NECESARIA PARA MANTENER LA VELOCIDAD ANTERIORMENTE CITADA.

d) SISTEMA DE LUBRICACION

EL SISTEMA DE LUBRICACION ESTA COMPUESTO POR UNA BOMBA AUXILIAR DE CORRIENTE ALTERNA Y SIRVE PARA LUBRICAR EL TURBOGENERADOR EN EL ARRANQUE O PARO DEL MISMO. CUENTAN CON UNA BOMBA PRINCIPAL DE ACEITE ACCIONADA POR LA FLECHA DE LA TURBINA Y ES ESTA BOMBA LA QUE MANTIENE LA LUBRICACION EN OPERACION NORMAL, ES DECIR, CUANDO LA TURBINA GIRA A 3,200 RPM. APROXIMADAMENTE LA LUBRICACION ES POR ESTA BOMBA Y SE MANTIENE EN SERVICIO HASTA QUE SE DISPARA LA TURBINA.

SE TIENE UNA BOMBA DE CORRIENTE DIRECTA PARA CASOS DE EMERGENCIA EN QUE NO SE DISPONE DE CORRIENTE ALTERNA Y QUE LA UNIDAD HA SUFRIDO ALGUN DISPARO.

ADEMÁS DE ESTAS BOMBAS EL SISTEMA DE LUBRICACION ESTA COMPUESTO POR FILTROS Y ENFRIADORES DE ACEITE QUE PERMITEN MANTENER LA TEMPERATURA EN OPTIMAS CONDICIONES.

e) SELLOS DE VAPOR.

LAS TURBINAS QUE UTILIZAN CONDENSADOR ES DECIR EL VAPOR QUE YA TRABAJO EN LA MISMA ES DECARGADO A PRESION NEGATIVA Y POR LO TANTO SE REQUIERE DE UNOS SELLOS QUE NO PERMITAN ENTRADA DE AIRE EVITANDO SE PIERDA LA PRESION POR MEDIO DE UNA VALVULA REGULADORA, CABE MENCIONAR QUE EN EL EXTREMO DE ALTA PRESION DE LA TURBINA TAMBIÉN ES SELLADO PARA EVITAR FUGAS DE VAPOR Y LOGRANDO CON ESTO HACER MAS EFICIENTE LA TURBINA. VER DIAGRAMA No. 8

f) CONDENSADOR PRINCIPAL

EL CONDENSADOR PRINCIPAL ES UN INTERCAMBIADOR DE CALOR DE SUPERFICIE QUE VA INSTALADO EN LA PARTE INFERIOR DE LA TURBINA DE BAJA PRESION Y SIRVE PARA CAMBIAR DE FASE EL VAPOR QUE TRABAJO EN LA TURBINA CONVIRTIENDOSE EN AGUA PARA QUE NUEVAMENTE SEA SUMINISTRADA A LA CALDERA Y CONTINUE CON EL CICLO AGUA - VAPOR PARA CUMPLIR CON DICHO FUNCIONAMIENTO ES NECESARIO HACER PASAR UN FLUIDO QUE ES AGUA PROCEDENTE DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO POR DENTRO DE LOS TUBOS DEL CONDENSADOR Y POR FUERA DESCARGA EL VAPOR QUE VIENE DE LA TURBINA, ESTE VAPOR SE CONDENSA Y SE ALMACENA EN LA PARTE INFERIOR DEL CONDENSADOR DENOMINADA POZO CALIENTE DE DONDE UNA BOMBA SE ENCARGA DE SUCCIONAR EL FLUIDO Y DESCARGARLO PARA CONTINUAR CON EL CICLO. EL CONDENSADOR EN OPERACION NORMAL TRABAJA POR EL LADO VAPOR CON UNA PRESION 700 mmHG DE VACIO EL SIGUIENTE DIAGRAMA MUESTRA AL CONDENSADOR PRINCIPAL.

g) SISTEMA DE VACIO DEL CONDENSADOR PRINCIPAL

COMO SE DIJO ANTERIORMENTE SE REQUIERE MANTENER UN VACIO EN EL CONDENSADOR ESTE VACIO SE INICIA CUANDO EL VAPOR CAMBIA DE FASE YA QUE EL AGUA EN ESTADO LIQUIDO OCUPA MENOR VOLUMEN QUE EL VAPOR POR LO TANTO SE CREA UN VACIO, SIN EMBARGO COMO SE MANEJA UNA GRAN CANTIDAD DE VAPOR ES NECESARIO UN MECANISMO QUE MANTENGA EL VACIO ANTERIORMENTE MENCIONADO. PARA TAL EFECTO SE TIENE UNOS EYECTORES DE SERVICIO Y DE ARRANQUE QUE VIENEN SIENDO UNAS TOBERAS POR DONDE SE HACE PASAR VAPOR SUMINISTRANDO POR UNA LINEA DERIVADORA DE LA LINEA PRINCIPAL AL PASAR POR LA TOBERA DEL EYECTOR ADQUIERE UNA GRAN VELOCIDAD ARRASTRANDO LOS GASES NO CONDENSABLES O AIRE DEL INTERIOR DEL CONDENSADOR PROVOCANDO LA PRESION NEGATIVA O VACIO. VER DIAGRAMA No. 10.

EN EL INICIO DE LA OPERACION DEL TUBO GENERADOR EL VACIO SE EFECTUA CON UN EYECTOR DE ARRANQUE EXPULSANDO LOS GASES NO CONDENSABLES Y EL VAPOR UTILIZADO HACIA LA ATMOSFERA Y UNA VEZ OBTENIDO EL VACIO REQUERIDO SE UTILIZA UN EYECTOR DE SERVICIO DONDE LOS GASES NO CONDENSABLES Y EL VAPOR UTILIZADO SE HACE PASAR POR UN CONDENSADOR DE EYECTORES DONDE SE RECUPERA EL VAPOR EN FORMA DE AGUA Y RETORNANDO AL CONDENSADOR PRINCIPAL.

h) EXTRACCION DE VAPOR.

A LAS TURBINAS DE VAPOR SE LES PRACTICAN UNOS ORIFICIOS EN DIFERENTES ETAPAS DE LA MISMAS CON LA FINALIDAD DE DESVIAR VAPOR QUE YA TRABAJO EN ALGUNAS RUEDAS DE ALABES CON EL OBJETIVO DE CALENTAR EL AGUA DE ALIMENTACION QUE REGRESA A LA CALDERA ESTAS DESVIACIONES SE LLAMAN EXTRACCIONES DE VAPOR Y VAN DIRECTAMENTE A UNOS INTERCAMBIADORES DE CALOR DONDE PASA EL AGUA HACIA EL GENERADOR DE VAPOR DE EXTRACCIONES SE CONDENSA RETORNANDO DICHO CONDENSADO AL SISTEMA YA SEA AL CONDENSADOR PRINCIPAL O AL DEREADOR.

LAS EXTRACCIONES DE VAPOR TIENEN A LA SALIDA DE LA TURBINA UNAS VALVULAS NO RETORNO QUE EVITAN EL REGRESO DE VAPOR O AGUA MISMA QUE PUDIERAN DAÑARLA.

A CONTINUACION SE MUESTRA UN DIAGRAMA TIPICO DE LAS EXTRACCIONES DE VAPOR DE UNA TURBINA.

V.- GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA

a) DESCRIPCION DE UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA (ALTERNADOR), UN ALTERNADOR ES UN MECANISMO DISEÑADO PARA GENERAR UN FLUJO DE ELECTRONES A UN VOLTAJE NOMINAL.

UN GENERADOR DE C. A. ESTA COMPUESTO PRINCIPALMENTE POR UN ROTOR Y UN ESTATOR, SU FUNCIONAMIENTO ES BAJO EL PRINCIPIO DEL ELETROMAGNETISMO., EL ROTOR ES ALIMENTADO DE CORRRIENTE DIRECTA A TRAVES DE UNOS ANILLOS COLECTORES FORMANDOSE UN ELECTROIMAN CREANDO UN CAMPO MAGNETICO ATRAVEZADO POR LAS BOBINAS DEL ESTATOR CREANDO UNA FUERZA ELECTROMOTRIZ.

LOS GENERADORE DE CORRIENTE ALTERNA UTILIZADOS EN CENTRALES TERMOELECTRICAS GENERAN 13,800 O 20,000 VOLTS. Y POSTERIORMENTE ESTE VOLTAJE ES ELEVADO POR MEDIO DE UN TRANSFORMADOR PRINCIPAL DE POTENCIA, LA CORRIENTE DIRECTA ES PROPORCIONADA POR UN GENERADOR LLAMADO EXCITADOR ACOPLADO A LA FLECHA DEL TURBOGENERADOR O BIEN POR UN EXCITADOR ESTATICO QUE CONSISTE EN UN GRUPO DE RECTIFICADORES ALIMENTADOS POR UN TRANSFORMADOR DE EXCITANCIA C.A.

AL IGUAL QUE LA TURBINA LLEVA DOS CHUMACERAS UNA EN CADA EXTREMO Y SU LUBRICACION DEPENDE DEL SISTEMA ANTERIORMENTE DESCRITO.

LOS ESTADORES DE LOS GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA SUFREN UN CALENTAMIENTO AL PASO DE ELECTRONES POR TAL MOTIVO ES NECESARIO REMOVER DICHO CALOR, LOS PRIMEROS GENERADORES SE ENFRIABAN CON AIRE Y ULTIMAMENTE SE ENFRIAN CON HIDROGENO POR SER ESTE SIETE VECES MAS CONDUCTOR TERMICO QUE EL AIRE; EL PROBLEMA QUE SE TIENE CON EL HIDROGENO, ES QUE SU OPERACION ES DELICADA POR LO QUE SE TIENEN SISTEMAS DE SELLADO PARA EVITAR MEZCLAS DE AIRE HIDROGENO.

b) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN GENERADOR DE C.A.

COMO SE DIJO ANTERIORMENTE LOS PRIMEROS GENERADORES SE ENFRIABAN POR AIRE POSTERIORMENTE CUANDO FUE AUMENTANDO LA CAPACIDAD DE LOS MISMOS SE EMPEZO A UTILIZAR EL HIDROGENO COMO MEDIO DE ENFRIAMIENTO.

EL HIDROGENO SE SUMINISTRA A LA PLANTA POR MEDIO DE CILINDROS CON UNA PRESION APROXIMADAMENTE DE 120 g/cm², DICHO CILINDRO ES CONECTADO POR MEDIO DE UN CABEZAL HACIENDOSE PASAR POR UNA ESTACION REDUCTORA

OBTENIENDO LA PRESION REQUERIDA (DE 2 A 3 Kg/cm³) EN EL INTERIOR DEL GENERADOR.

EN UN INICIO CUANDO SE VA PONER EN SERVICIO EL GENERADOR COMO EL INTERIOR DEL MISMO ESTA CON VOLUMEN DETERMINADO DE AIRE ES NECESARIO BARRERLO CON CO₂ Y POSTERIORMENTE SUMINISTRARLE EL HIDROGENO PARA EVITAR QUE SE MEZCLE CON AIRE YA QUE UNA MEZCLA DE 25% DE AIRE CON 75% H₂ SE VUELVE EXPLOSIVA PARA TAL EFECTO, SE HACE CON EQUIPO DE MEDICION DE PUREZA DE HIDROGENO.

EL HIDROGENO SE CALIENTA Y POR ELLO ES NECESARIO ENFRIRARLO UTILIZANDOSE UNOS INTERCAMBIADORES DE CALOR POR DONDE SE HACE PASAR AGUA PROCEDENTE DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO.

c) SISTEMA DE ACEITE DE SELLOS

PARA EVITAR FUGAS DE HIDROGENO O ENTRADAS DE AIRE A LA PARTE INTERIOR DEL GENERADOR DE C.A. SE UTILIZA UN SISTEMA DE SELLADO POR MEDIO DE ACEITE DERIVADO DEL SISTEMA DE LUBRICACION DEL TURBOGENERADOR DICHO SISTEMA ESTA COMPUESTO DE DOS BOMBAS UNA DE C.D. Y OTRA DE C.A., UNA VALVULA REGULADORA Y FILTROS MANTENIENDO UNA PRESION DIFERENCIAL ENTRE EL ACEITE DE SELLOS Y EL HIDROGENO DE 0.45 Kg/cm².

d) SISTEMA DE EXCITACION DEL GENERADOR DE C.A.

ESTE SISTEMA SE ENCARGA DE SUMINISTRARLE CORRIENTE DIRECTA AL GENERADOR PARA FORMAR EL ELECTROIMAN Y CREAR EL CAMPO MAGNETICO.

ALGUNOS TUBOGENERADORES LLEVAN EN SU EXTREMO ACOPLADO UN GENERADOR DE CORRIENTE DIRECTA O EXCITANTE, OTROS TIENEN UN SISTEMA DE EXCITACION ESTATICA ES DECIR POR MEDIO DE UN TRANSFORMADOR DE EXCITACION SE ALIMENTA DE C. A. A UNOS RECTIFICADORES Y LA SALIDA DE ESTOS ALIMENTA DE C.D. LOS ANILLOS COLECTORES DEL ALTERNADOR.

VI- SUMINISTRO DE AGUA A LA CENTRAL

EL AGUA ES UNO DE LOS ELEMENTOS MAS IMPORTANTES PARA PRODUCCION DE VAPOR Y ELECTRICIDAD POR ESTA RAZON DEBE TENERSE CUIDADO EN EL DISEÑO DE LA CENTRAL, SU CONSTRUCCION ARRANQUE Y OPERACION. LOS USOS MAS IMPORTANTES DEL AGUA EN UNA PLANTA INCLUYE ENFRIAMIENTO AL CONDENSADOR, REPUESTO AL GENERADOR DE VAPOR, ENFRIAMIENTO A CHUMACERAS, SISTEMA DE CONTRA INCENDIO, ENFRIAMIENTO DE ACEITE, HIDROGENO O AIRE DEL GENERADOR, ETC.

PROCEDENCIA DEL AGUA.

DEPENDIENDO DE LA LOCALIZACION DE LA PLANTA Y LOS SUMINISTROS DISPONIBLES EL AGUA PROCEDE DE POZOS PROFUNDOS, AGUA DE RIOS, LAGOS, O DEL MAR.

POR LO GENERAL EL AGUA SUMINISTRADA A LAS CALDERAS PROCEDE DE POZOS PROFUNDOS Y EN LAS GRANDES CIUDADES SE UTILIZAN PARA EL ENFRIAMIENTO DE LOS EQUIPOS, LAS AGUAS NEGRAS TRATADAS PROCEDENTES DE LA DESCARGA DE INDUSTRIAS, TALLERES, HOGARES Y HOSPITALES, DICHA AGUA SE LE QUITA LOS SOLIDOS EN CONCENTRACION Y SE LE NORMALIZA SU ACIDEZ O ALCALINIDAD SE ALMACENA EN UNOS TANQUES DE GRAN CAPACIDAD PARA DE AHI SUMINISTRAR EL REPUESTO A TORRES DE ENFRIAMIENTO.

EL AGUA QUE SE UTILIZA EN LAS CALDERAS QUE VIENE DE POZOS PROFUNDOS ES PASADA A TRAVES DE UN EQUIPO DE OSMOSIS INVERSA DONDE SE LE DISMINUYE LOS SOLIDOS EN CONCENTRACION COMO SON CALCIO, MAGNECIO, SILICE Y OTROS. DESPUES PASA A UNA PLANTA DESMINERALIZADORA COMPUESTA POR UNA UNIDAD ANIONICA, UNIDAD CATIONICA QUE PERMITEN MANTENER EL P.H. (GRADO DE ACIDEZ Y ALCALINIDAD) QUE PERMITA MANTENER EN CONDICIONES OPTIMAS LAS TURBINAS DE TODO EL SISTEMA.

UNA VEZ QUE EL AGUA HA SIDO TRATADA SE ALMACENA EN LOS TANQUES DE AGUA TRATADA DE DONDE SE ALIMENTA, LOS TANQUES DE AGUA REPUESTO AL CICLO. VER DIAGRAMAS 13, 14 Y 15.

VII.- SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE CARBON

ACTUALMENTE COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD TIENE INSTALADAS DOS CENTRALES TERMOELECTRICAS A BASE DE CARBON CUYO PROCEDIMIENTO ES EL SIGUIENTE:

EL CARBON UTILIZADO ES NO COQUIZABLE QUE PROVIENE DE UNAS MINAS SUBTERRANEAS CERCANAS A LA CD. DE PIEDRAS NEGRAS, COAH. EL CARBON ES TRANSPORTADO POR MEDIO DE BANDAS DESDE LA MINA HASTA LA CENTRAL DONDE SE TIENE UNA TORRE DE RECEPCION Y A PARTIR DE AHI POR MEDIO DE OTRAS BANDAS TRANSPORTADORAS SE LLEVA A UNOS MOLINOS TRITURADORES DONDE SE FRACCIONAN LOS PEDAZOS DE CARBON PASANDO DE AHI A UNOS SILOS DE DONDE SE SUMINISTRA EL CARBON POR MEDIO DE UNOS ALIMENTADORES GRAVIMETRICOS A LOS PULVERIZADORES QUE CONVIERTEN EL CARBON EN POLVO FINO EL CUAL ES ARRASTRADO POR AIRE HACIA EL CENTRO DE LA CALDERA.

CABE MENCIONAR QUE EL CARBON UTILIZADO EN ESTAS INSTALACIONES CONTIENE UN 50% DE CARBON Y UN ALTO PORCENTAJE 40% DE CENIZA LO QUE HACE LA OPERACION MAS COMPLICADA POR LOS PROBLEMAS OCASIONADOS POR LA CENIZA.

LA CENIZA ES TRASNPORTRADA A UNOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO (300HAS.) DONDE ES COMPACTADA.

EXISTEN DOS CLASES DE CENIZA LA PESADA QUE CAE POR SU PROPIO PESO AL FONDO DE LA CALDERA Y LA VOLVANTE QUE SE VA CON LOS GASES DE LA COMBUSTION POR TAL MOTIVO SE TIENE INSTALADO UN FILTRO ELECTROSTATICO EN LA DESCARGA DE LOS GASES Y CON ELLO RETENIENDO GRAN CANTIDAD DE CENIZA QUE DE LO CONTRARIO PROVOCARIA EROSION EN EL VENTILADOR DE TIRO INDUCICIDO Y CONTAMINACION AMBIENTAL AL SALIR POR LA CHIMENEA.

VIII.- SISTEMA DE CONDENSADO

EL SISTEMA DE CONDENSADO SE INICIA EN EL POZO CALIENTE DEL CONDENSADOR PRINCIPAL DONDE SE INSTALA LA SUCCION DE LA BOMBA DE CONDENSADO LA CUAL DESCARGA EL AGUA A TRAVEZ DE SELLOS Y CONDENSADOR DE EYECTORES POSTERIORMENTE PASA POR LOS CALENTADORES DE AGUA DE ALIMENTACION DONDE EL AGUA ES CALENTADA POR MEDIO DE VAPOR DE LAS EXTRACCIONES DE LA TURBINA, PRIMERO PASA POR LOS CALENTADORES DE BAJA PRESION HASTA LLEGAR AL DEREADOR; A PARTIR DEL DEREADOR SE INICIA EL SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION ANTES DESCRITO. VER DIAGRAMA No. 16

IX.- SUBESTACION ELECTRICA

LA SUBESTACION ES UN CONJUNTO DE DISPOSITIVOS ELECTRICOS QUE SE ENCARGAN DE RECIBIR LA ELECTRICIDAD GENERADA, AUMENTAR SU VOLTAJE O REDUCIRLO, ASÍ COMO DISPOSITIVOS QUE INTERRUMPEN LA ENERGIA EN CASO NECESARIO COMO SON INTERRUPTORES CUCHILLAS, RELEVADORES DE PROTECCION ETC., DISTRIBUIRLA A TRAVES DE UNAS BARRAS COLECTORAS O (BUSES) Y CONECTARLA CON LAS LINEAS DE TRANSMISION QUE SERAN LAS ENCARGADAS DE LLEVAR LA ELECTRICIDAD HASTA LOS CENTROS DE CONSUMO.

VER DIAGRAMA No. 18

X.- PROCEDIMIENTO GENERAL DE ARRANQUE

PARA PONER EN SERVICIO LA UNIDAD SE REQUIERE EFECTUAR LAS SIGUIENTES MANIOBRAS.

1.- VERIFICAR QUE NO EXISTAN LIBRANZAS QUE IMPIDAN LA PUESTA EN SERVICIO DE EQUIPO.

2.- COMPROBAR EXISTE UN NIVEL CORRECTO DE AGUA EN EL TANQUE DE REPUESTO AL CICLO.

3.- SUBIR EL NIVEL CORRECTO DE OPERACION DEL CONDENSADOR PRINCIPAL (+30 cm)

4.- VERIFICAR VOLTAJE CORRECTO EN BANCO DE BATERIAS Y EL GENERADOR DE EMERGENCIA ESTE EN CONDICIONES DE PONERLO EN SERVICIO.

5.- COMPROBAR EXISTENCIA DE CORRIENTE DE CONTROL PARA LOS DIFERENTES EQUIPOS DE PROTECCION DE LA UNIDAD.

6.- COMPROBAR ENERGIZADA LA SUBESTACION ELECTRICA PARA TENER ENERGIA PARA LOS EQUIPOS AUXILIARES.

7.- ENERGIZAR LOS CENTROS DE CARGA DE 4,200 V Y 480 VOLTS.

8.- ENERGIZAR TRANSFORMADOR DE TORRES DE ENFTO. Y VERIFICAR NIVEL DE ACEITE DE TRANSFORMADOR

9.- NORMALIZAR SISTEMA DE AGUAS NEGRAS COMPROBANDO DISPONIBILIDAD DE LA PILETA DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO Y LLENARLA A SU NIVEL DE OPERACION PONIENDO EN SERVICIO LAS BOMBAS DE REPUESTO A LA T. ENFTO. UNA VEZ QUE SE COMPROBO NIVEL EN LOS TANQUES DE AGUA NEGRA TRATADA.

10.- PONER EN SERVICIO EL SISTEMA DE AGUA DE SERVICIOS UNA VEZ VERIFICADO EL NIVEL DEL TANQUE DE AGUA CRUDA.

NOTA: CON LA PUESTA EN SERVICIO DE ESTE SISTEMA SE MANTENDRA PRESURIZADA LA RED DE AGUA QUE SIRVE PARA ENFRIAMIENTO DE ALGUNOS EQUIPOS COMO COMPRESORES, BOMBAS DE ALIMENTACION A CALDERAS Y USOS GENERALES.

11.- PREPARAR Y DEJAR DISPONIBLE EL SISTEMA DE AGUA DE CONTRAINCENDIO.

NOTA: ESTE SISTEMA ES UNA DERIVACION DEL AGUA CONTENIDA EN EL TANQUE DE AGUA CRUDA DE DONDE SUCCIONAN LAS BOMBAS DE CONTRAINCENDIO LAS CUALES MANTENDRAN PRESURIZADO EL SISTEMA PARA SER UTILIZADO EN CASO DE UN SINIESTRO.

12.- PREPARAR EL SISTEMA DE AIRE DE SERVICIOS

13.- PREPARAR EL SISTEMA DE AIRE DE INSTRUMENTOS

14.- NORMALIZAR EL SISTEMA DE AGUA DE CIRCULACION CONSISTENTE EN PONER EN SERVICIO LA BOMBA DE AGUA DE CIRCULACION ENCARGADA DE SUCCIONAR EL AGUA DE LA PILETA DE LA TORRE DE ENFO. Y DESCARGARLA A TRAVES DEL CONDENSADOR PRINCIPAL Y TUBERIAS DE AGUA DE ENFTO.

VERIFICAR LAS REJILLAS DEL CARCAMO DE SUCCION Y COMPROBAR APERTURA O CIERRE DE LAS VALVULAS COMPRENDIDAS EN EL SISTEMA DEBIENDO VERIFICAR EL ENFRIAMIENTO, SELLOS Y LUBRICACION DE LA BOMBA ASÍ COMO RUIDOS ANORMALES DE LA MISMA AL ESTAR EN OPERACION.

15- PONER EN SERVICIO EL SISTEMA *TAPROGGE* DEL CONDENSADOR PRINCIPAL CONSISTENTE EN UN SISTEMA DE VALVULAS, CAPTADOR Y ESFERAS LIMPIADORAS.

16.- NORMALIZAR EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DERIVADO DEL SISTEMA DE AGUA DE CIRCULACION A LOS ENFRIADORES DE ACEITE DE LUBRICACION DEL TURBOGENERADOR DE BOMBAS DE ALIMENTACION, ENFRIADORES DE HIDROGENO DEL GENERADOR DE C. A. ENFRIADORES DE ACEITE DE SELLOS DEL GENERADOR.

17.- PONER EN SERVICIO LOS ENFRIADORES DE HIDROGENO, DE ACEITE DE SELLOS DE LUBRICACION DE LA TURBINA.

18.- PONER EN SERVICIO EL SISTEMA DE LUBRICACION DE LA TURBINA QUE CONSISTE EN: REVISAR EL NIVEL DEL TANQUE PRINCIPAL DE ACEITE, REVISAR TODAS LAS BOMBAS DEL SISTEMA DE LUBRICACION Y PONER EN SERVICIO LA AUXILIAR DE C. A. VERIFICAR COMPORTAMIENTO CORRECTO DEL SISTEMA.

19.- PONER EN SERVICIO EL MOTOR DE LA TORNAFLECHA.

NOTA: EL MOTOR DE LA TORNAFLECHA ES UN MECANISMO COMPUESTO POR UN MOTOR Y ENGRANE ACOPLADO A LA FLECHA DEL TURBOGENERADOR QUE SIRVE PARA GIRAR LA TURBINA A UNA VELOCIDAD ENTRE 2 A 3 R.P.M. CON LA FINALIDAD DE REVISAR SI NO HAY NINGUNA ANOMALIA PARA PODER RODAR LA MISMA.

20.- NORMALIZAR EL SISTEMA DE CONDENSADO QUE CONSISTE EN: CHECAR NIVEL CORRECTO DEL CONDENSADOR PRINCIPAL, VERIFICAR CERRADA LA VALVULA DE DRENAJE DEL MISMO TENER SUFICIENTE AGUA DE REPUESTO AL CICLO, VERIFICAR CORRECTA LA POSICION DE LAS VALVULAS DE CONTROL DE REPUESTO AL CICLO. DESBLOQUEAR LOS CALENTADORES BAJA PRESION, LA BOMBA DE CONDENSADO Y

PONERLA EN SERVICIO PARA INICIAR EL LLENADO DEL DEREADOR. DEBERA ABRIRSE LOS VENTEOS DE LOS CALENTADORES DE BAJA PRESION PARA EXPULSAR EL AIRE Y LUEGO CERRARLOS PARA QUE QUEDE NORMAL; REVISAR EL SISTEMA QUE NO EXISTAN ANOMALIAS.

21.- LLENADO CON AGUA DEL GENERADOR DE VAPOR, UNA VEZ REVISADO EL GENERADOR DE VAPOR HABIENDO COMPROBADO CERRADAS LAS PURGAS DEL MISMO Y ABIERTOS SUS VENTEOS VERIFICADO EL NIVEL VISUALMENTE EN BUENAS CONDICIONES DE OPERACION, SE PROCEDE A SUMINISTRAR AGUA PROCEDENTE DEL TANQUE DE OSCILACION DEL DERADOR POR MEDIO DE UNA DE LAS BOMBAS DE AGUA DE ALIMENTACION.

VERIFICAR ABIERTA LA VALVULA DE ENTRADA AL ECONIMIZADOR, ABRIR LAS VALVULAS DE ENTRADA Y SALIDA DE LOS CALENTADORES DE AGUA DE ALIMENTACION ASÍ COMO SUS VENTEOS ABRIRLOS Y CERRARLOS UNA VEZ EXPULSADO EL AIRE.

VERIFICAR ABIERTA LA SUCCION DE LA BOMBA DE AGUA DE ALIMENTACION Y LA DESCARGA ESTRANGULADA. VERIFICAR DESBLOQUEADA LA RECIRCULACION DE LA BOMBA.

REVISAR EL INTERRUPTOR PRINCIPAL DE LA BOMBA QUE SE VA A PONER EN SERVICIO, DEBERA ESTAR EN POSICION DENTRO.

PONER EN SERVICIO LA BOMBA UNA VEZ REVISADO SU SELLOS, LUBRICACION Y ENFTO., REVISAR NO EXISTAN RUIDOS ANORMALES, ALTA VIBRACION O CALENTAMIENTO EXCESIVO EN LA BOMBA. Y POR ULTIMO ESTAR AL CUIDADO DEL NIVEL NORMAL DE OPERACION DE LA CALDERA.

22.- NORMALIZAR EL SISTEMA DE AIRE- GASES DEL GENERADOR DE VAPOR. CONSISTE EN: INSPECCIONAR EL INTERIOR DE LA CALDERA VERIFICANDO QUE TODOS SUS ELEMENTOS SE ENCUENTREN LISTOS PARA LA OPERACION LIBRES DE MATERIALES EXTAÑOS; REVISAR TODOS LOS REGISTROS HOMBRE CERRADOS Y QUE NO HAY PERSONAL TRABAJANDO EN SU INTERIOR; REVISAR TODOS LOS SERVOMEKANISMOS DE LAS COMPUERTAS TENGAN DISPONIBILIDAD DE AIRE PARA SU OPERACION, REVISAR LOS PRECALENTADORES DE AIRE COMPROBANDO SU NIVEL DE ACEITE DE LUBRICACION Y PONERLOS EN SERVICIO REVISANDO NO EXISTEN ANOMALIAS. DEBERA COMPROBARSE SU AUTOMATISMO YA QUE ESTE PUEDE OPERARSE POR MEDIO DE MOTOR O TUBINA NEUMATICA. REVISAR EL VENTILADOR DE TIRO FORZADO E INDUCIDO SUS COMPUERTAS DE SUCCION Y DESCARGA ASÍ COMO LOS INTERRUPTORES DE LOS MOTORES DEBERAN ESTAR EN POSICION DENTRO PONIENDO EN SERVICIO EL VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO Y POSTERIORMENTE EL TIRO FORZADO, REVISANDO SU OPERACION EXCENTA DE VIBRACIONES, RUIDOS ANORMALES Y CALENTAMIENTO.

23.- NORMALIZAR EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE EL ENCENDIDO DEL GENERADOR DE VAPOR NORMALMENTE SE EFECTUA CON GAS NATURAL O DIESEL POR LO QUE DEBERA VERIFICARSE SUFICIENTE COMBUSTIBLE; COMPROBAR CERRADAS TODAS LAS VALVULAS DE PILOTOS Y QUEMADORES Y ABIERTAS TODAS LAS

VALVULAS QUE COMUNICAN EL COMBUSTIBLE HASTA LA VALVULA PRINCIPAL DE CORTE Y V. REGULADORA DE LAS CUALES DEBERAN ESTAR CERRADAS.

24.- ENCENDIDO DEL GENERADOR DE VAPOR. ANTES DE ENCENDER EL GENERADOR DE VAPOR DEBERA EFECTUARSE EL BARRIDO DE GASES EL CUAL CONSISTE EN TENER EN SERVICIO EL VENTILADOR DE TIRO FORZADO CON UN 40% DE FLUJO DE AIRE DURANTE 5 MINUTOS PARA DESALOJAR GASES INQUEMADOS. ABRIR VALVULA DE CORTE GAS A PILOTOS Y POR MEDIO DE UNA SOLENOIDE SUMINISTRAR GAS AL PILOTO EN EL PRECISO MOMENTO QUE UN TRANSFORMADOR HACE LLEGAR UN ALTO VOLTAJE A LA BUJIA PROVOCANDO LA IGNICION ENCENDIENDO EL PILOTO.

EXISTE UN PILOTO POR CADA QUEMADOR ES IMPORTANTE MANTENER LA CALDERA ENCENDIDA CON PILOTOS ALREDEDOR DE DOS HORAS PARA UNIFORMIZAR TEMPERATURA; DEBERA VERIFICARSE LAS TEMPERATURAS EN LOS DIFERENTES ELEMENTOS DE LA CALDERA ASÍ COMO EL NIVEL DE LA MISMA Y CUAQUIER ANOMALIA QUE SE PRESENTE DEBERA SER CORREGIDA DE INMEDIATO. UNA VEZ UNIFORME LA TEMPERATURA EN LA CALDERA SE ENCIENDE UN QUEMADOR OBSERVANDO QUE DE INMEDIATO SE INCREMENTA LA PRESION Y TEMPERATURA EN LA CALDERA, AL TENER 2 Kg/100 cm² DE PRESION EN EL VAPOR SE CIERRAN LOS VENTEOS DEL DOMO Y LINEA PRINCIPAL; DEBERA EFECTUARSE UNA ROTACION EN LOS QUEMADORES PARA UNIFORMIZAR TEMPERATURA, SIEMPRE ESTAR VIGILANDO EL NIVEL DEL DOMO Y LEVANTAR LA PRESION Y TEMPERATURA DEL VAPOR DE ACUERDO A UNA CURVA PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE.

25.- UNA VEZ PRESURIZADA LA CALDERA Y DESDE QUE SE INICIO EL ENCENDIDO LAS PURGAS DE LOS SOBRECALENTADORES DEBERAN PERMANECER ABIERTAS PARA PROTECCION DE LOS MISMOS Y SE CERRARAN LAS PURGAS AL SINCRONIZAR LA UNIDAD.

26.- ANTES DE INICIAR EL RODADO DE LA TURBINA DEBERA PROBARSE EL AUTOMATISMO DE LAS BOMBAS DE LUBRICACION DE ACEITE Y EFECTUAR VACIO EN EL CONDENSADOR PRINCIPAL.

27.- EL EFECTUAR VACIO EN EL CONDENSADOR CONSISTE EN LOS SIGUIENTE: UNA VEZ SELLADA CON VAPOR LA TURBINA; SE HACE PASAR VAPOR PROCEDENTE DE LA LINEA PRINCIPAL A TRAVEZ DE LOS EYECTORES DE SERVICIO Y DE ARRANQUE AL INICIO SOLO POR ESTE ULTIMO Y REGULADO A PRESION DE 18 A 24 Kg/cm² POR MEDIO DE UNA VALVULA REDUCTORA DE PRESION; AL PASAR POR UNA TOBERA EN EL EYECTOR ADQUIERE GRAN VELOCIDAD ARRASTRANDO LOS GASES NO CONDENSABLES DEL CONDENSADOR PROVOCANDOSE UN VACIO DE 600 mmHg APROXIMADAMENTE.

28.- RODADO DE TURBOGENERADOR, UNA VEZ QUE EL TURBOGENERADOR ESTA RODANDO CON EL TORNAFLECHA LA CALDERA TIENE LA PRESION Y TEMPERATURA REQUERIDA PARA SUMINISTRAR VAPOR A LA TURBINA; SE REESTABLECE LA TURBINA CON UN SOLENOIDE DESDE LA SALA DE CONTROL (BTG) ABRIENDO VALVULA DE CORTE. SE PROCEDE A EFECTUAR CALENTAMIENTO DE CASA DE VALVULAS TENIENDO DRENES DE LA TURBINA ABIERTA; VERIFICAR TODO EL

EQUIPO SUPERVISORIO DISPONIBLE SE PRUEBAN LA OPERACION DE LAS PROTECCIONES Y SE COMPRUEBA EL GOBERNADOR PRINCIPAL EN SU POSICION MINIMA.

SE INICIA RODADO ABRIENDO LAS VALVULAS DE GOBIERNO Y GIRANDO LA TURBINA DURANTE ½ HRA. EN 500 R.P.M. SI ES ARRANQUE EN FRIO Y LLEVARLA A LA VELOCIDAD DE SINCRONISMO (3,600 R.P.M.) SEGUN CURVA DE RODADO PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE. DURANTE TODO EL TIEMPO ANTERIOR DE RODADO SE MANTIENE EN SERVICIO LA BOMBA AUXILIAR DE C. A. Y LLEGANDO A LAS 3,200 R.P.M QUEDA LA LUBRICACION POR MEDIO DE LA BOMBA PRINCIPAL ACOPLADA A LA TURBINA. UNA VEZ LLEGANDO A 3,600 R.P.M. SE REvisa TODO EL EQUIPO PARA VER SI NO HAY ANOMALIAS Y PODER SINCRONIZAR LA UNIDAD DE SISTEMA, SE CIERRAN DRENES DE LA TURBINA, SE PUEDE CERRAR DREN DEL SOBRECALENTADOR.

29.- EFECTUAR EXCITACION DEL ALTERNADOR, CERRAR EL INTERRUPTOR DE CAMPO DE EXCITADOR Y POR MEDIO DEL REGULADOR DE CAMPO EXCITAR EL GENERADOR HASTA ALCANZAR EL VOLTAJE DE SALIDA 13.8 O 20 KV.

30.- SINCRONIZAR EL GENERADOR DE C. A. CONECTAR MENSULA DE SINCRONIZACION PARA ENTRAR AL SISTEMA; IGUALAR VOLTAJES DEL GENERADOR CON EL SISTEMA. AJUSTAR CONDICIONES DE OPERACION DE LA CALDERA PARA SOPORTAR EL INCREMENTO DE FLUJO DE VAPOR SIN ABATIR LA PRESION Y TEMPERATURA DEL VAPOR. EL SENTIDO DEL SINCRONOSCOPIO HACIA FAST Y AL PASAR POR 11 Y 12 CERRAR EL INTERRUPTOR PRINCIPAL DEL GENERADOR AVISANDO AL CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGIA ANTES DE SINCRONIZAR YA QUE AL CERRAR EL INT. PPAZ. LA ENERGIA GENERADA QUEDA CONECTADA AL SISTEMA NACIONAL.

NOTA.- SI LA OPERACION NORMAL ES CON COMBUSTOLEO O CARBON PASAR A NORMALIZAR EL SISTEMA. INCREMENTAR CARGA DE ACUERDO A LA DEMANDA.

31.- PONER EN SERVICIO LAS EXTRACCIONES DE VAPOR.

32.- SE EFECTUA CAMBIO DE AUXILIARES A LOS ISMAS. ESTO SIGNIFICA ENERGIZAR LOS EQUIPOS CON ENERGIA GENERADA POR LA UNIDAD.

XL- PARO DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA

CUANDO SE PRESENTA ALGUNA ANOMALIA O BIEN LA UNIDAD ES REQUERIDA PARA SU MANTENIMIENTO ANUAL ES SOLICITADA SU LIBRANZA AL SISTEMA. EFECTANDO LAS SIGUIENTES MANIOBRAS:

1.- BAJAR CARGA PAULATINAMENTE E IR DISMINUYENDO PARAMETROS DE LA CALDERA COMO SON: PRESION Y TEMPERATURA DEL VAPOR, FLUJO DE VAPOR A LA TUBINA, FLUJO DE COMBUSTIBLE Y AIRE PARA LA COMBUSTION.

2.- UNA VEZ QUE LA UNIDAD ESTA EN CARGA MINIMA SE ABRE EL INTERRUPTOR PRINCIPAL DEL GENERADOR QUE CONSISTE EN ALIMENTAR LA UNIDAD DE ENERGIA DE LA SUBESTACION.

3.- SE PROCEDE A DISPARAR LA TUBINA POR CUALQUIERA DE SUS PROTECCIONES Y CONSISTE EN CERRAR LA VALVULA PRINCIPAL DE CORTE VAPOR Y ABRIR LOS DRENES DEL SOBRECALENTADOR Y EN SERVICIO TORNAFLECHA.

4.- ROMPER VACIO EN EL CONDENSADOR PRINCIPAL.

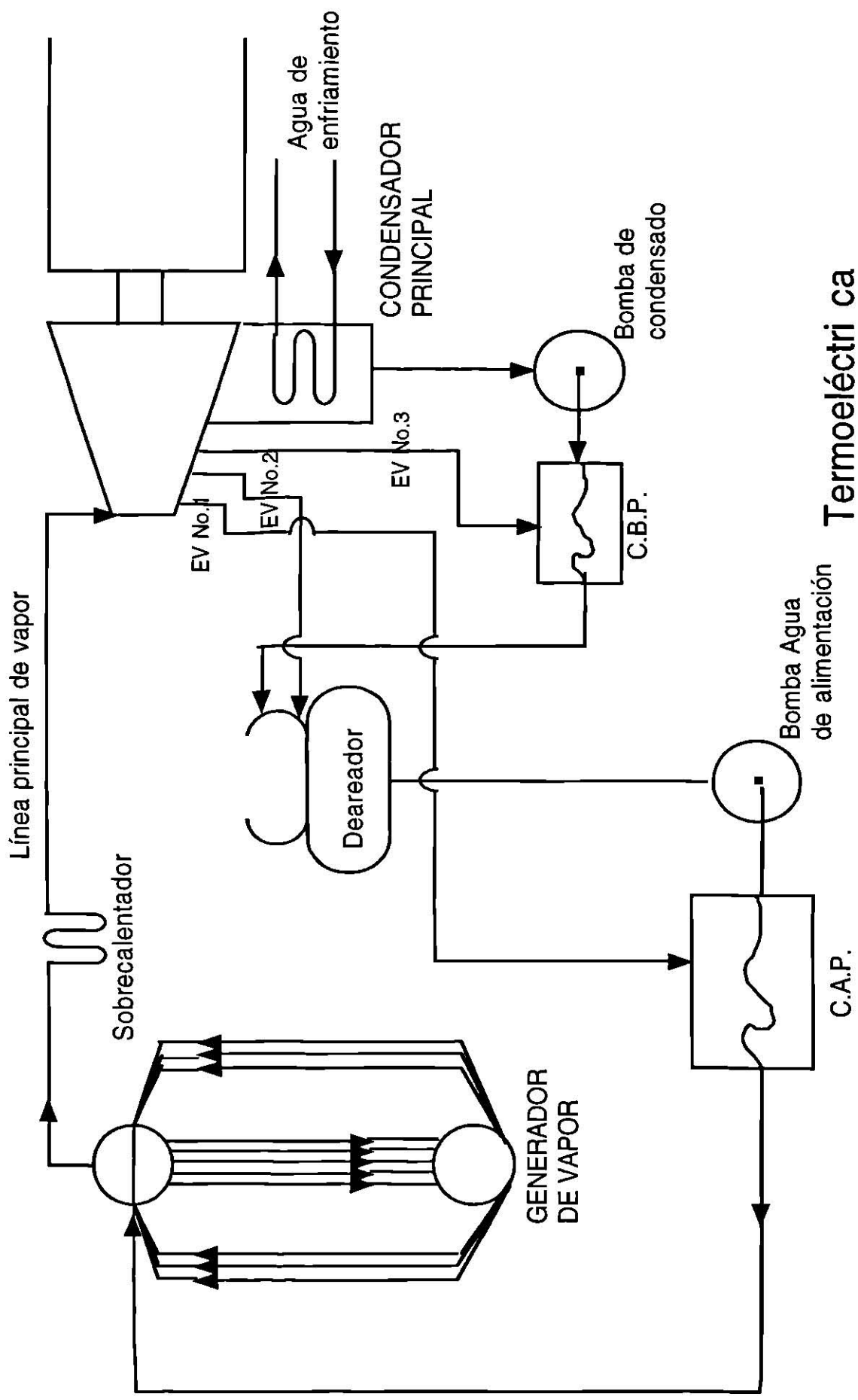
5.- PONER FUERA DE SERVICIO LAS EXTRACCIONES DE VAPOR.

6.- APAGAR LA CALDERA ABATIENDO SU PRESION Y TEMPERATURA DE ACUERDO CON CURVA DE ENFRIAMIENTO Y FUERA DE SERVICIO, T. FORZADO E INDUCIDO.

NOTA.- EL VENTILADOR DE TIRO FORZADO SE PONE E/S DESPUES 8 Hrs APAGANDO LA CALDERA PARA ENFRIAR LA MISMA EN CASO DE QUE SE LE VAYA A DAR MANTENIMIENTO.

NOTA.- EL TORNAFLECHA DE LA TURBINA TAMBIEN DEBERA PERMANECER EN SERVICIO A MENOS DE QUE SE VAYA A DAR MANTENIMIENTO A LA TURBINA Y POR LO TANTO EN SERVICIO DE LUBRICACION Y EL AGUA DE ENFRIAMIENTO DE LA TORRE.

Diagrama N1: Ciclo Agua-Vapor de una Central Termoeléctrica



Termoeléctrica

Diagrama N.2: Generador de Vapor

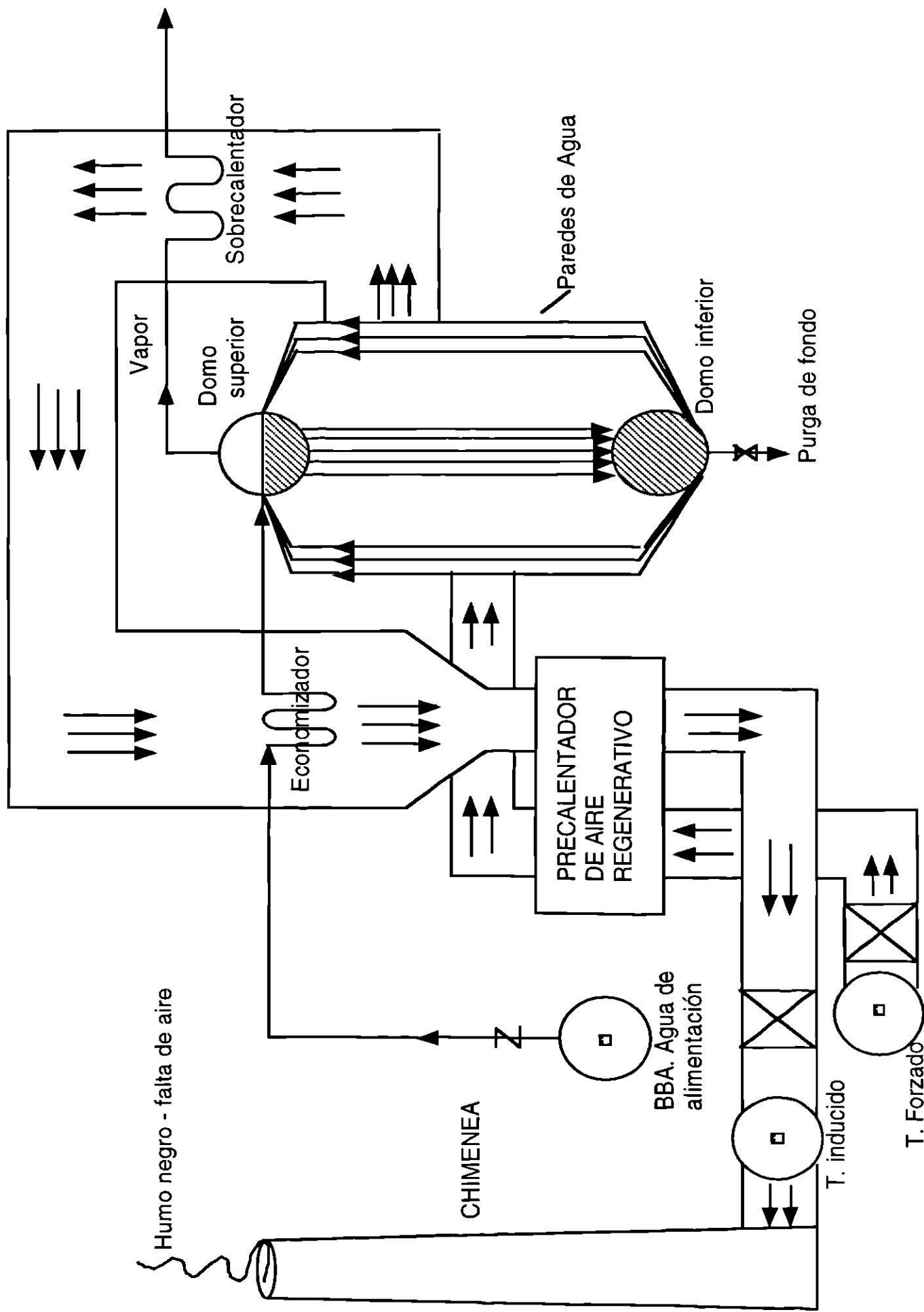


Diagrama N.3: Sistema de Gas Natural a Caldera

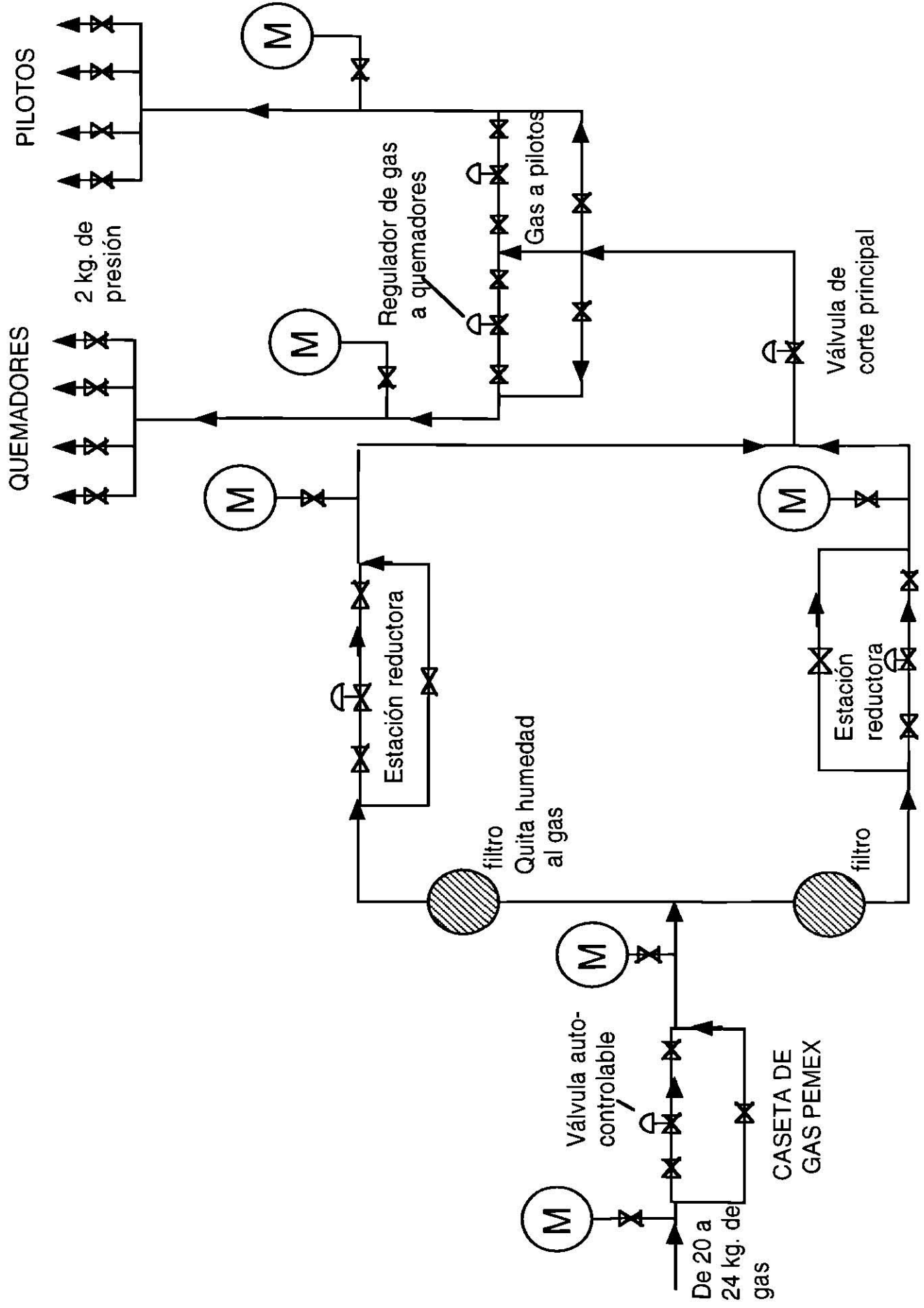


Diagrama N.4: Suministro de Combustible a la Central Termoeléctrica

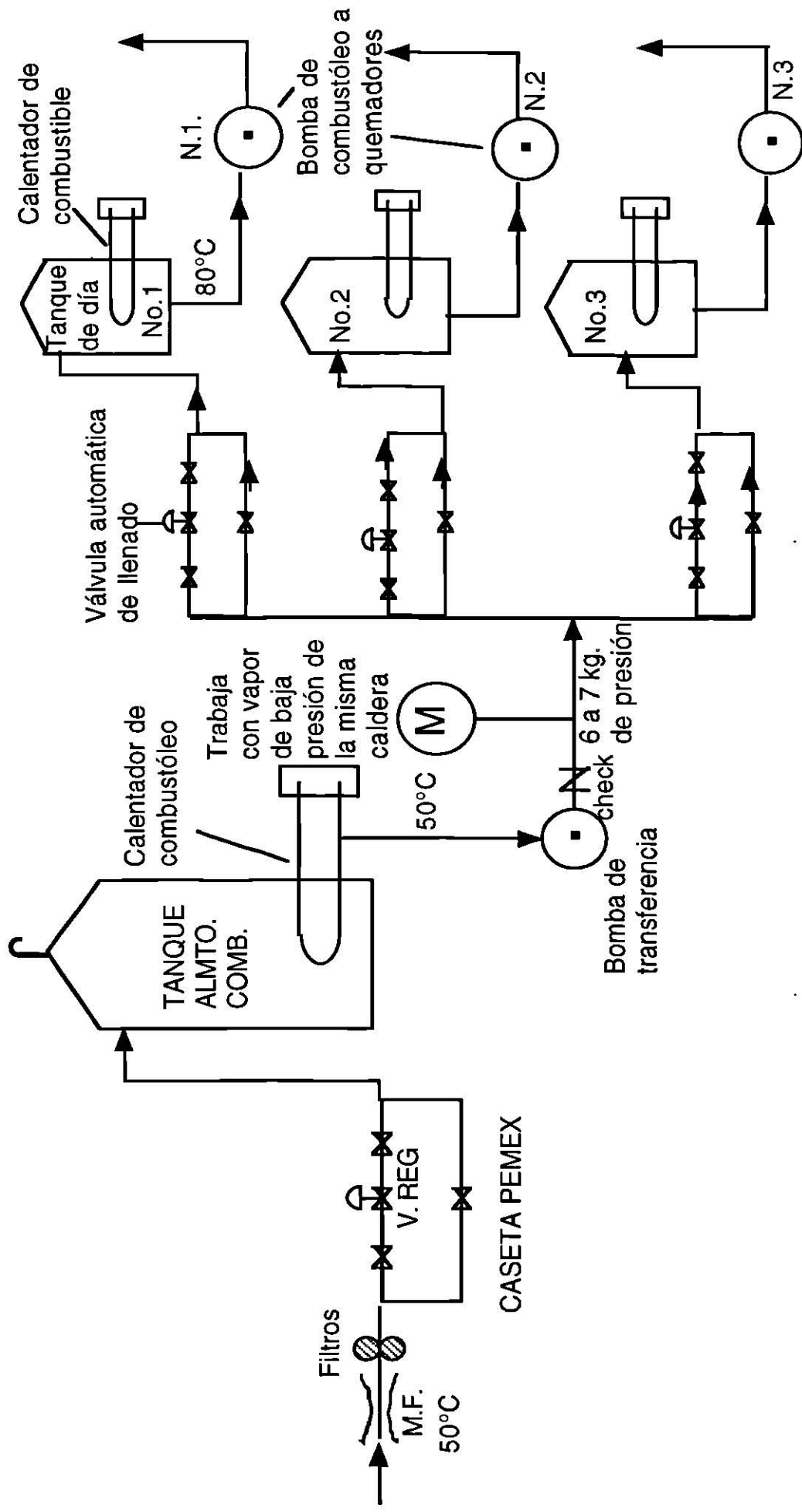


Diagrama N.5: Sistema Agua de Alimentación

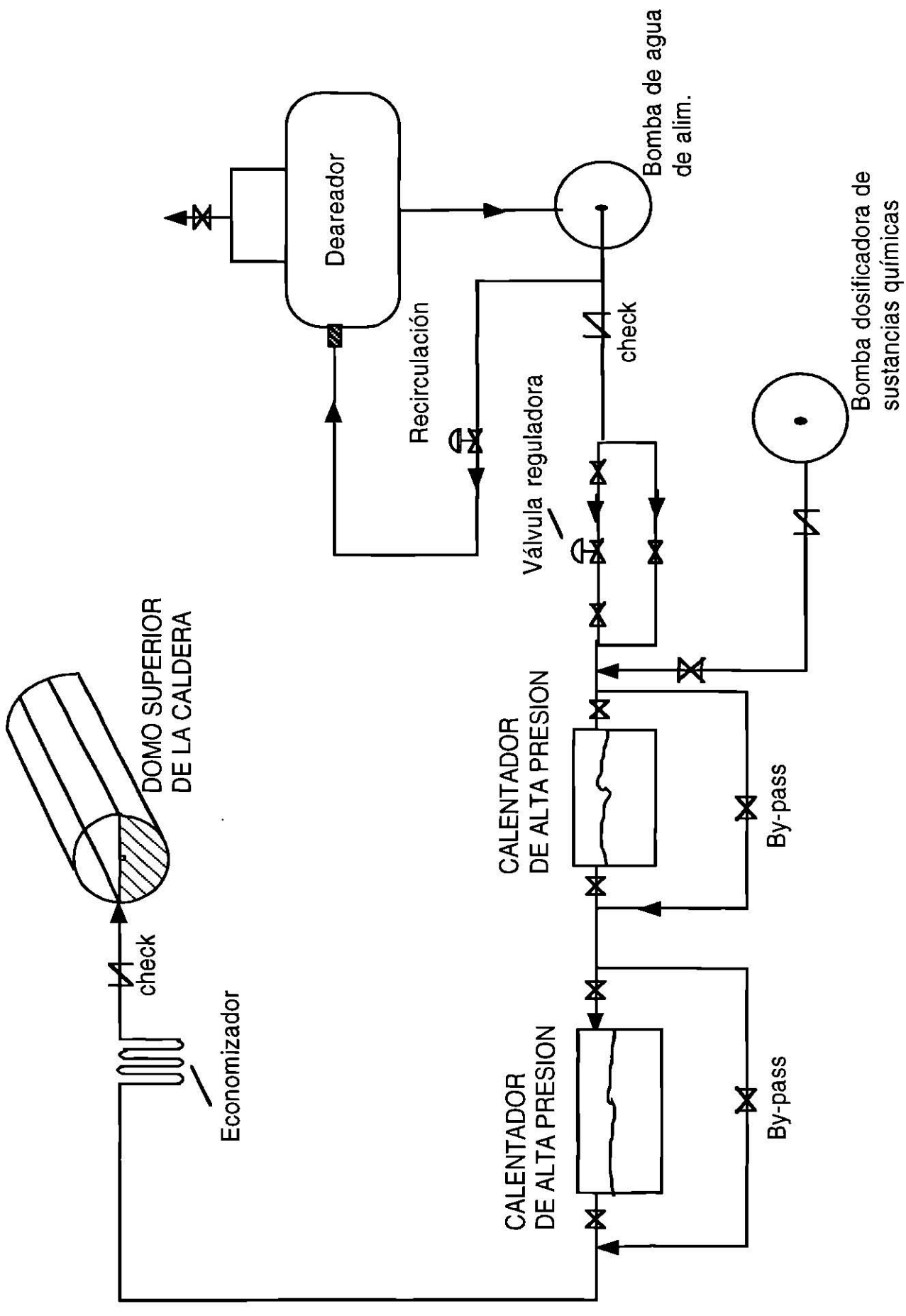


Diagrama N.6: Aire y Gases del Generador de Vapor

Para encender una caldera:

1. Checar agua
2. Checar aire
3. Barrido con aire (duración mínima de 5 min.)

Al arrancar la caldera deben estar los venteos abiertos para que se salga el aire que puede causar corrosión.

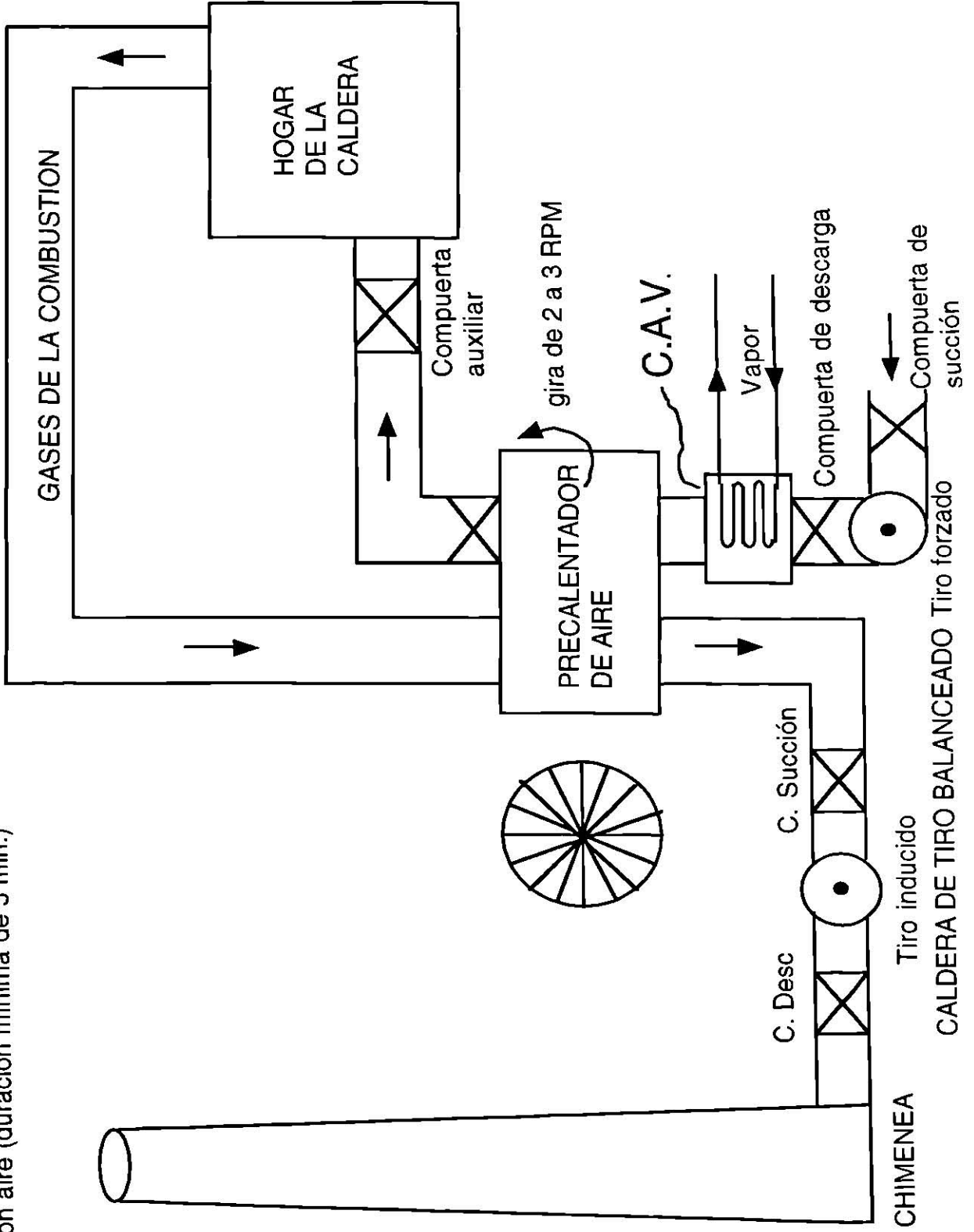


Diagrama N.7: Vapor Principal a Turbina

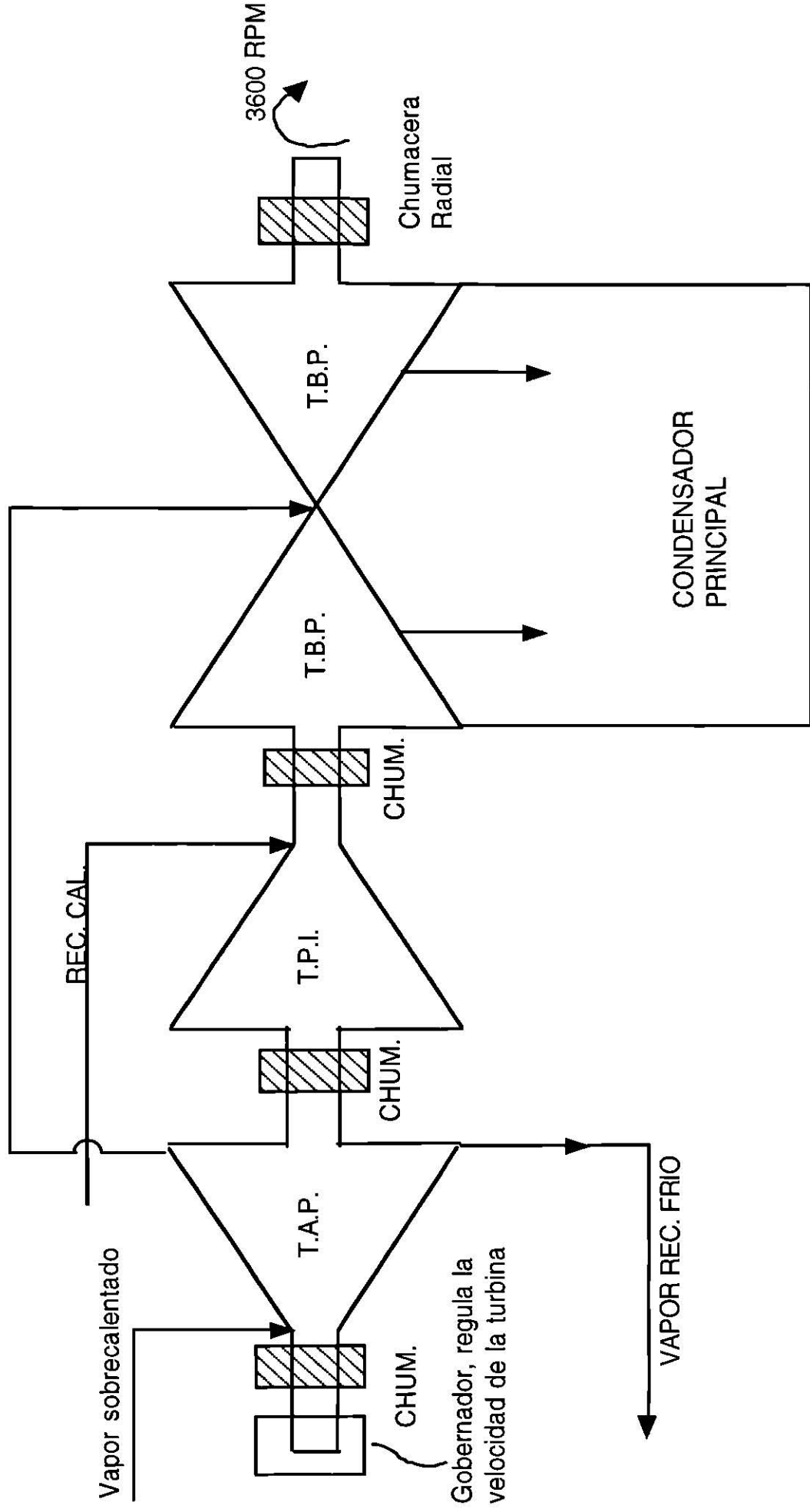


Diagrama N.8: Vapor de Sellos a la Turbina

La turbina opera a 3600 RPM

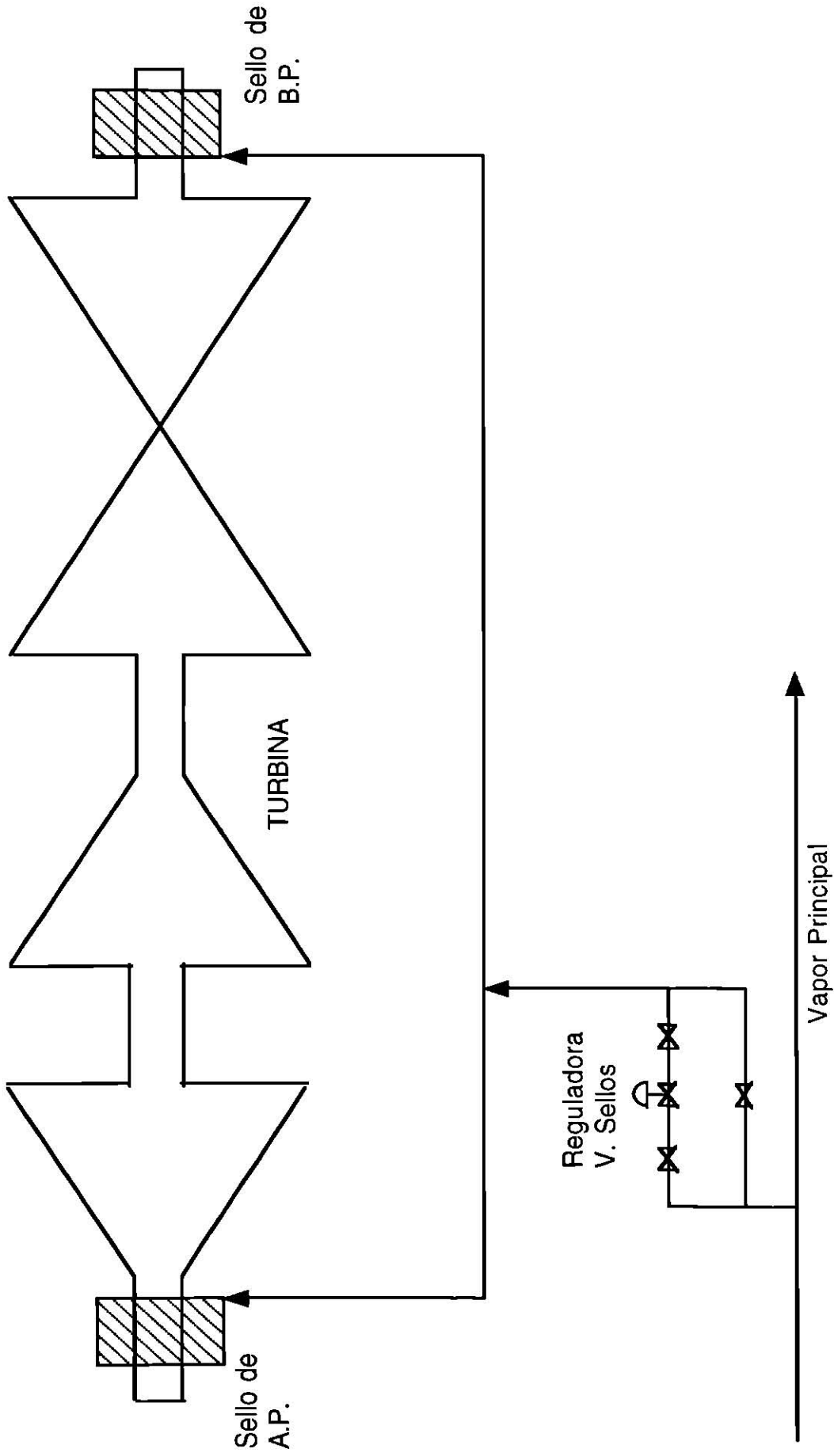


Diagrama N.9: Condensador Principal

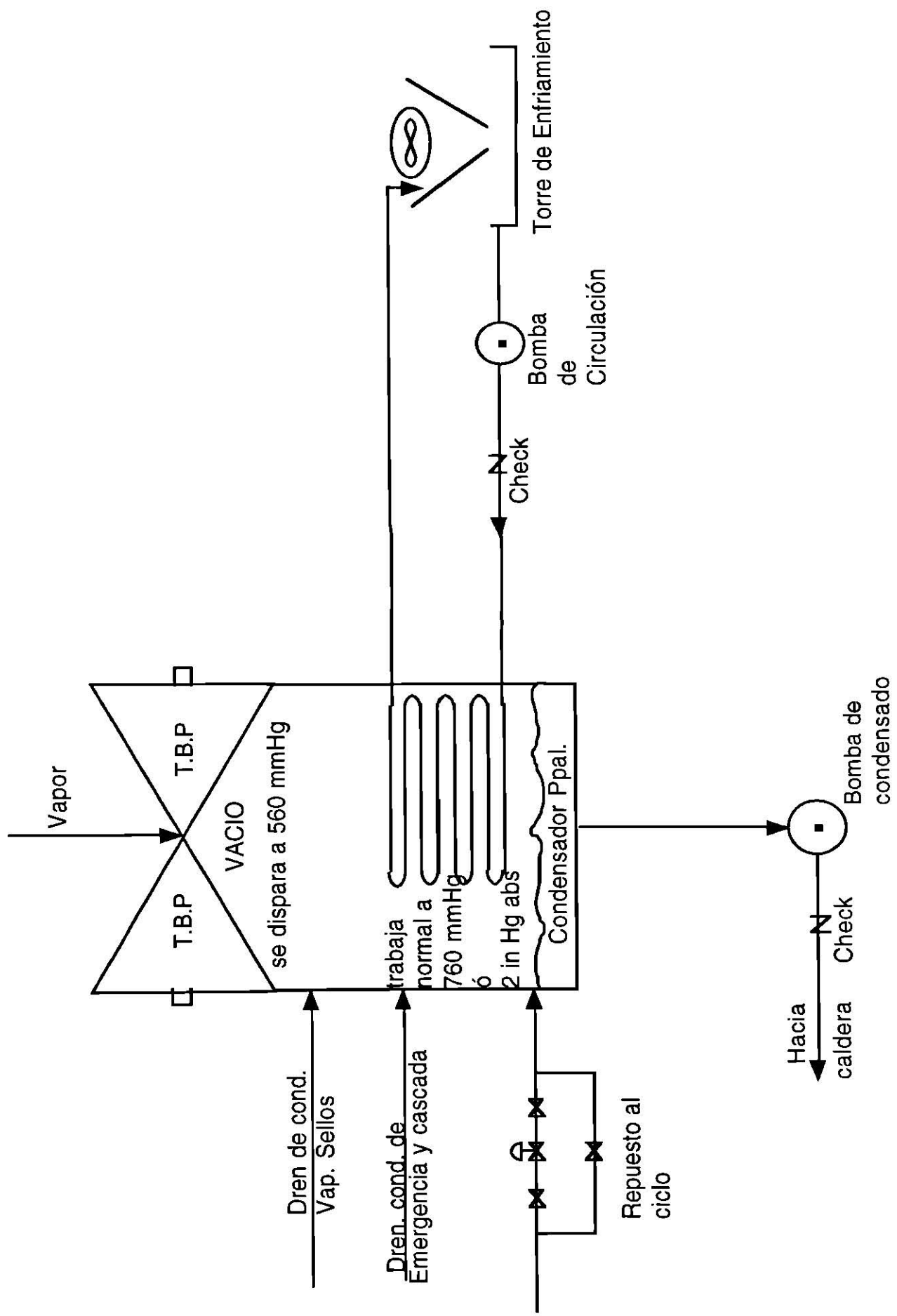


Diagrama N.10: Sistema de Vacío en Condensador Principal

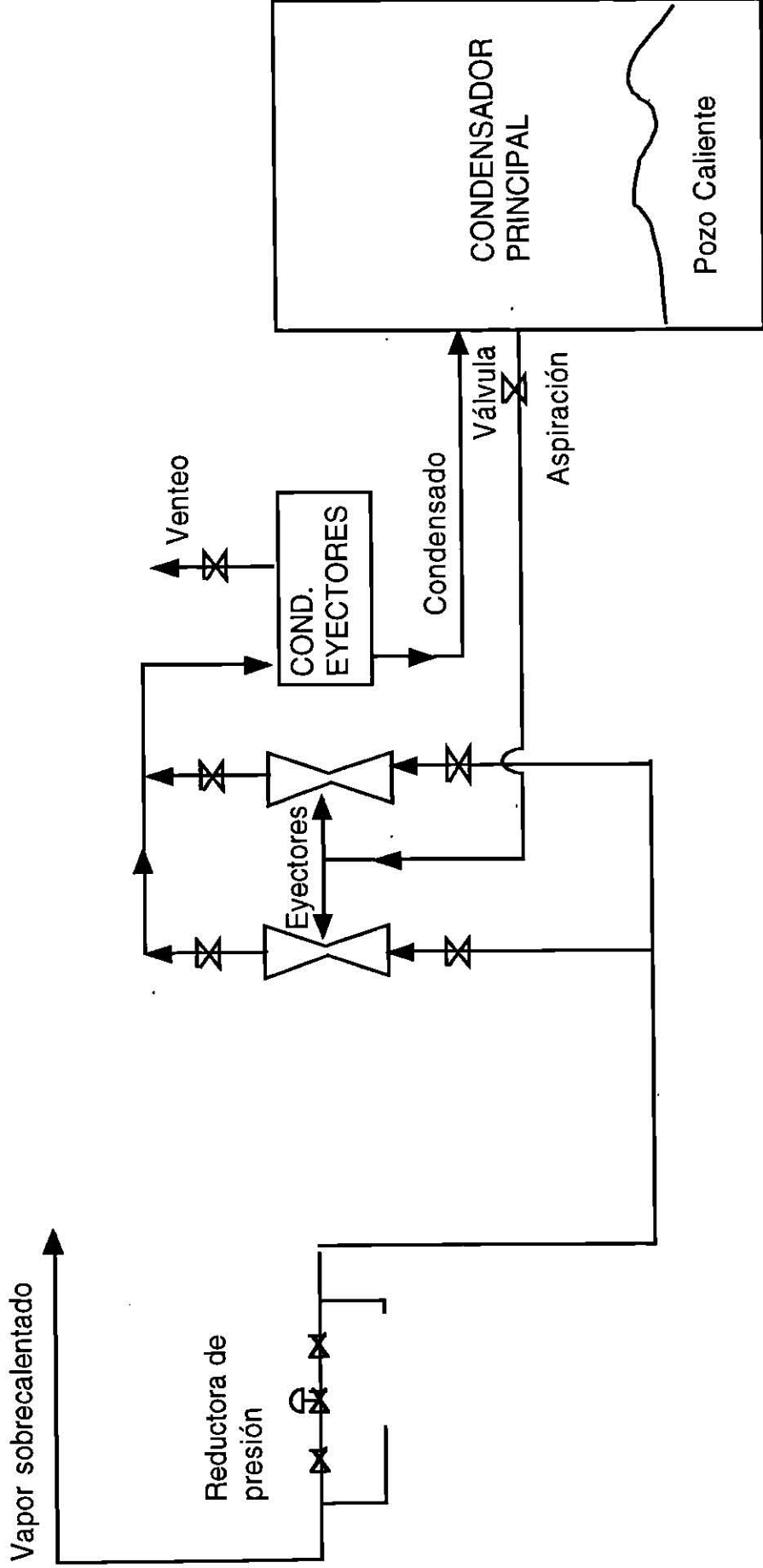


Diagrama N.11: Extracciones de Vapor

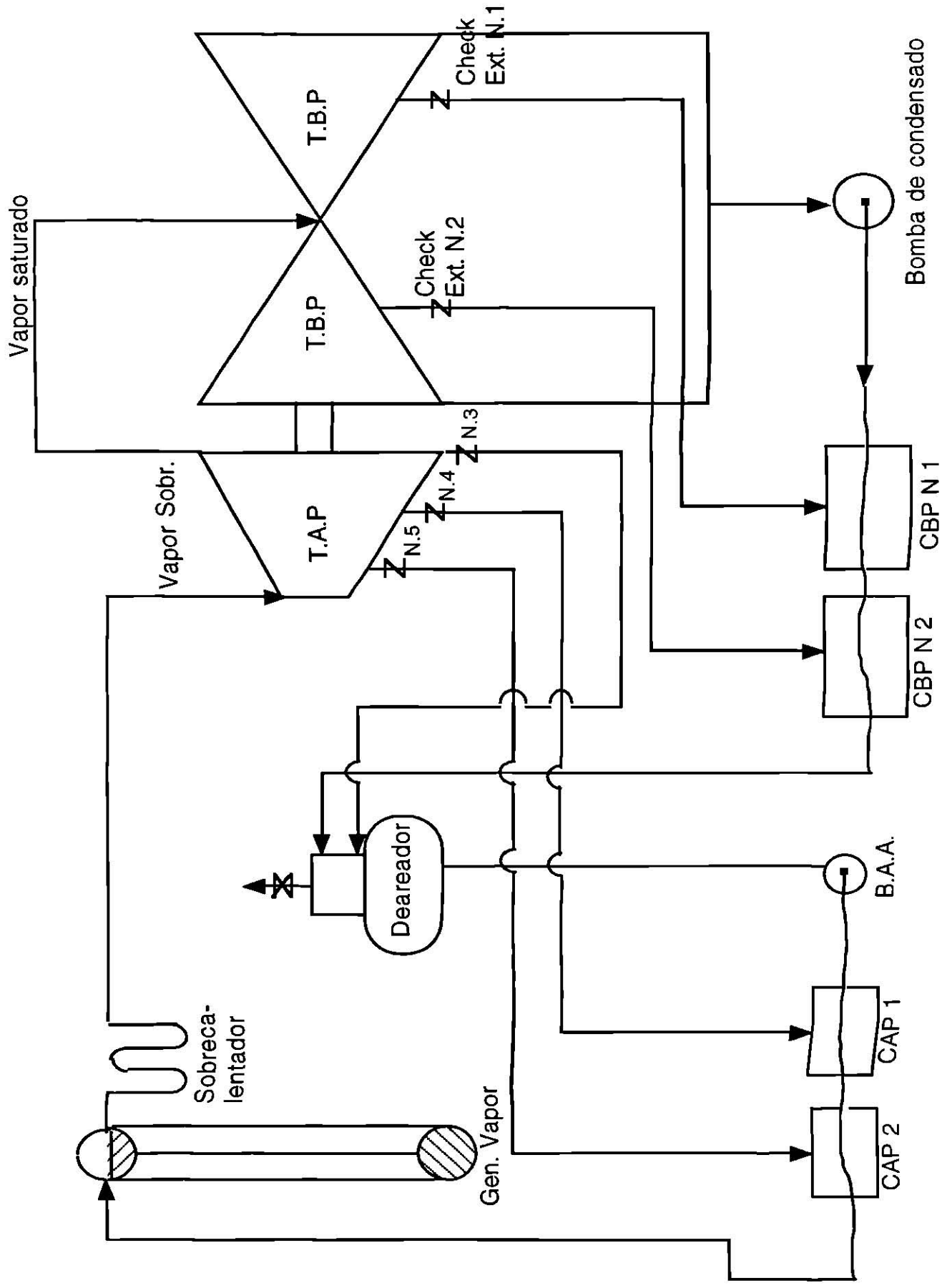


Diagrama N.12: Sistema de Drenes y Venteos de los Calentadores de Agua de Alimentación

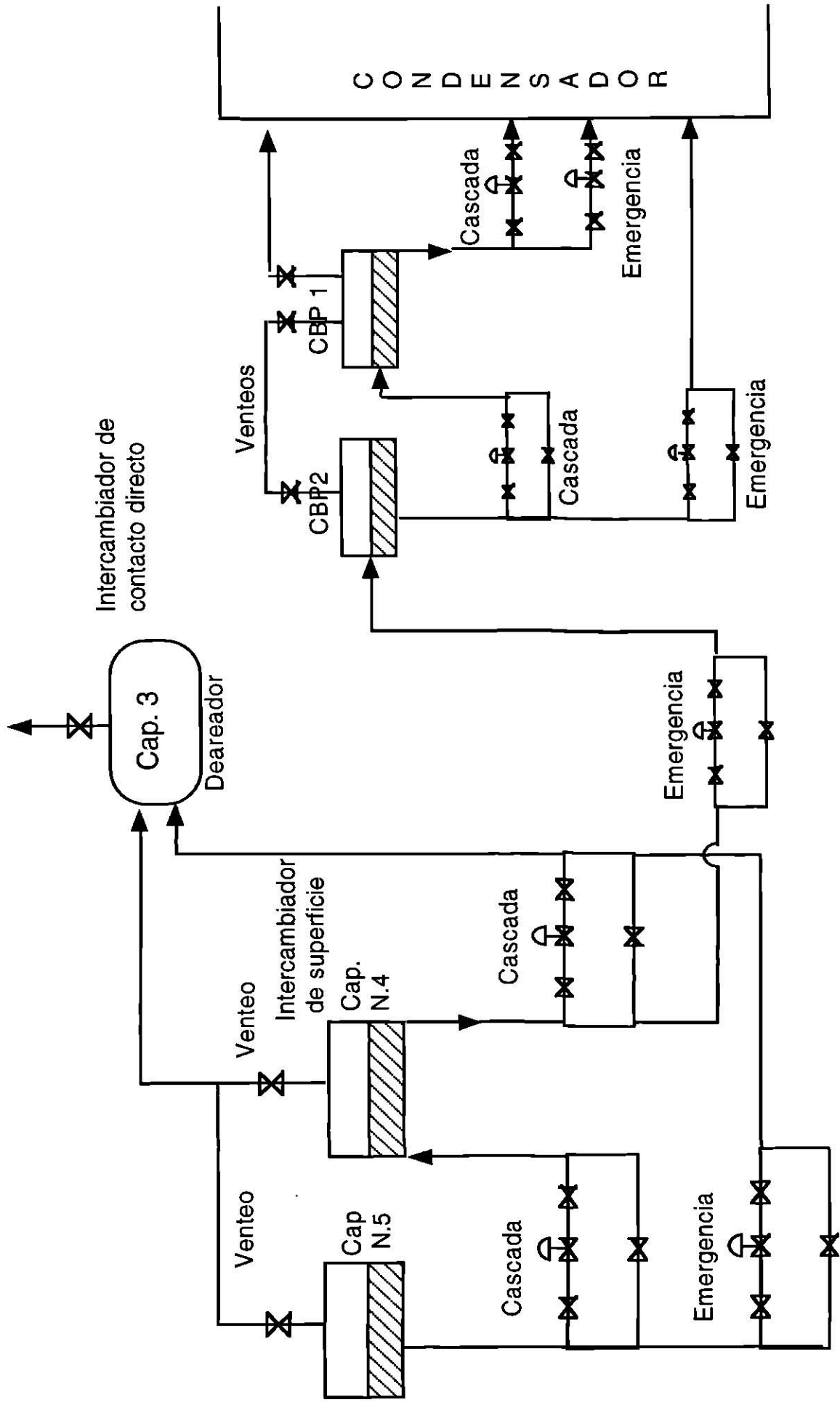


Diagrama N.13: Suministro de Agua a la Central

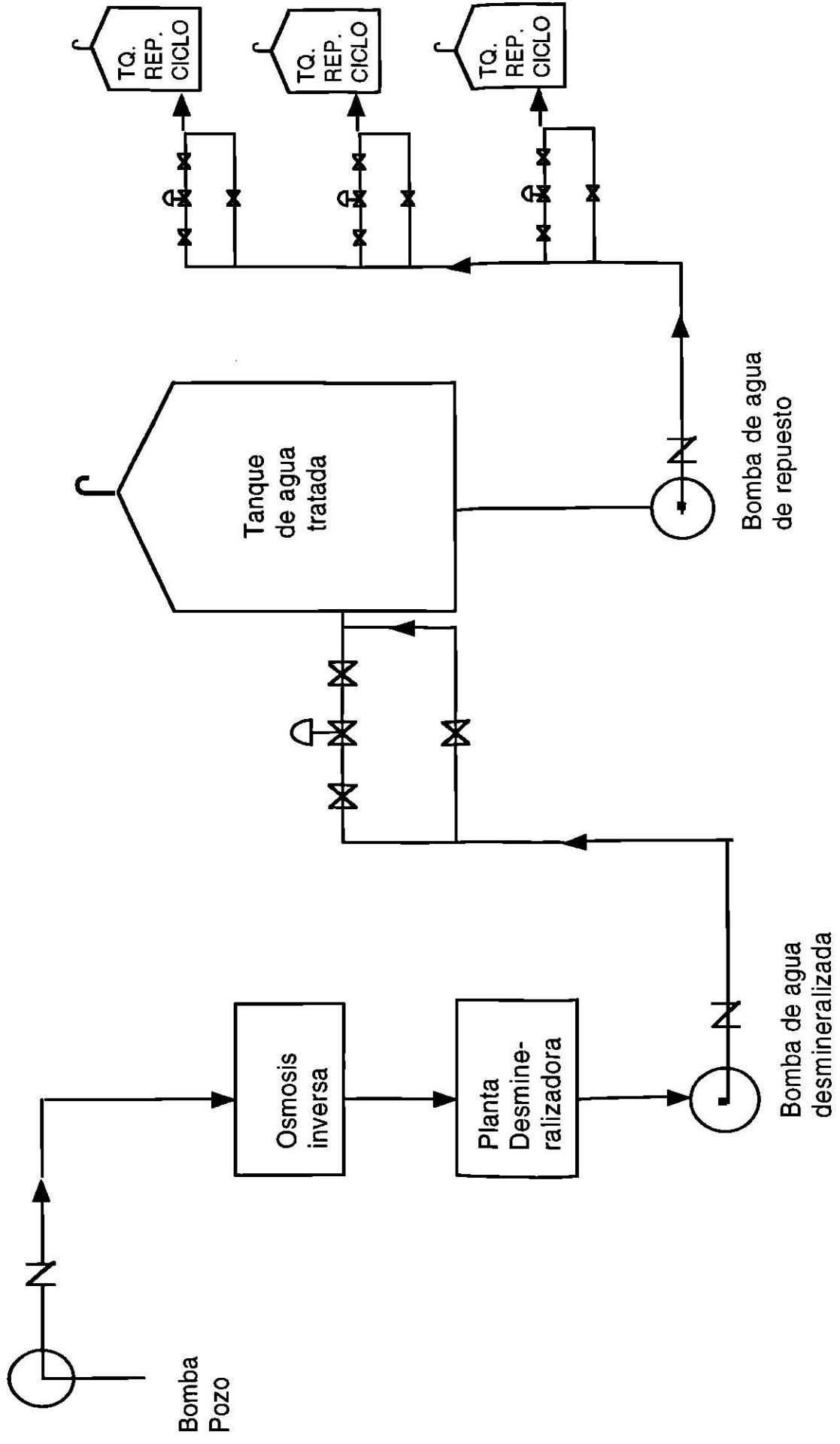


Diagrama N.14: Sistema de Agua Negra Tratada

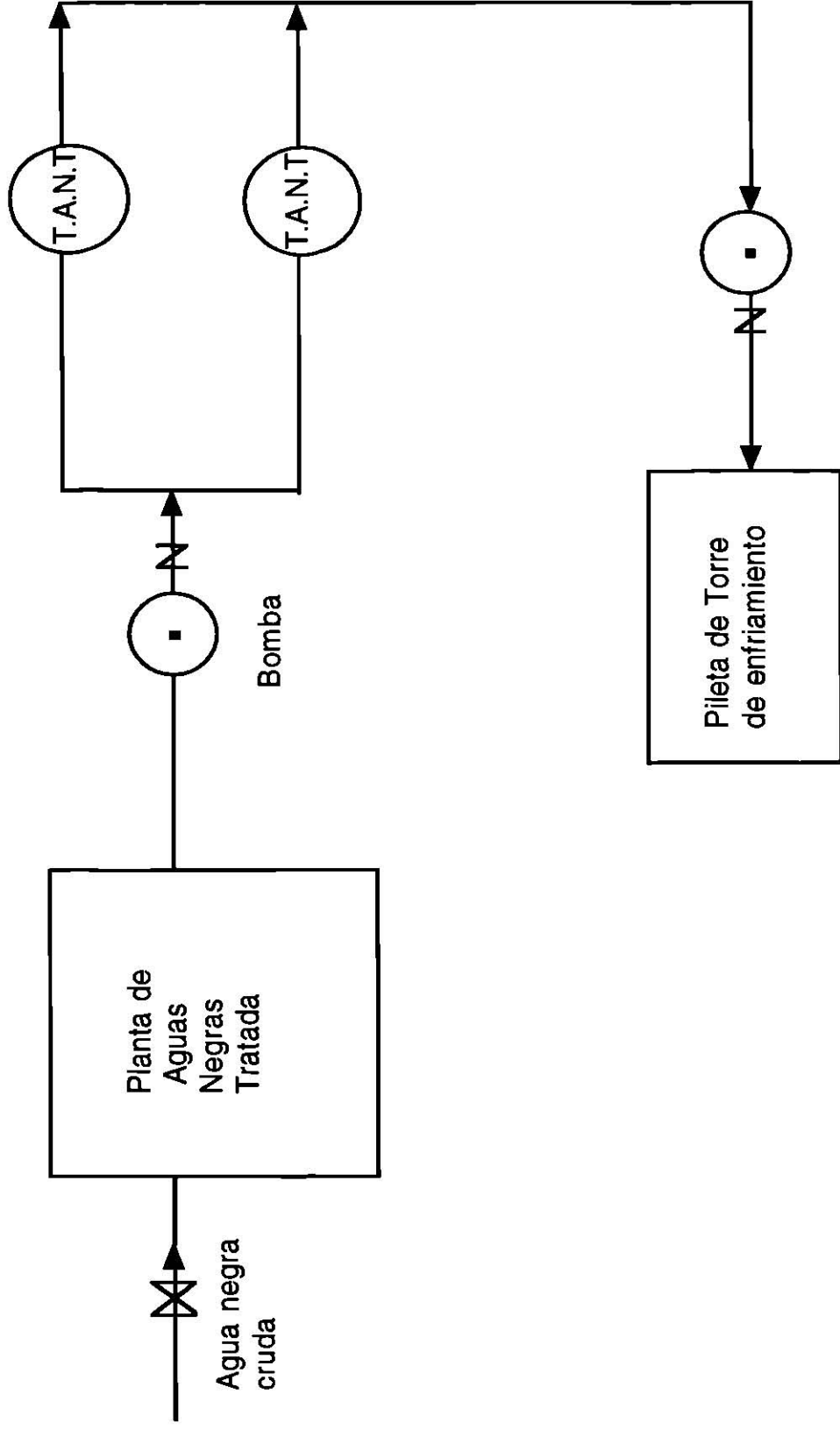


Diagrama N.15: Agua de Repuesto al Ciclo

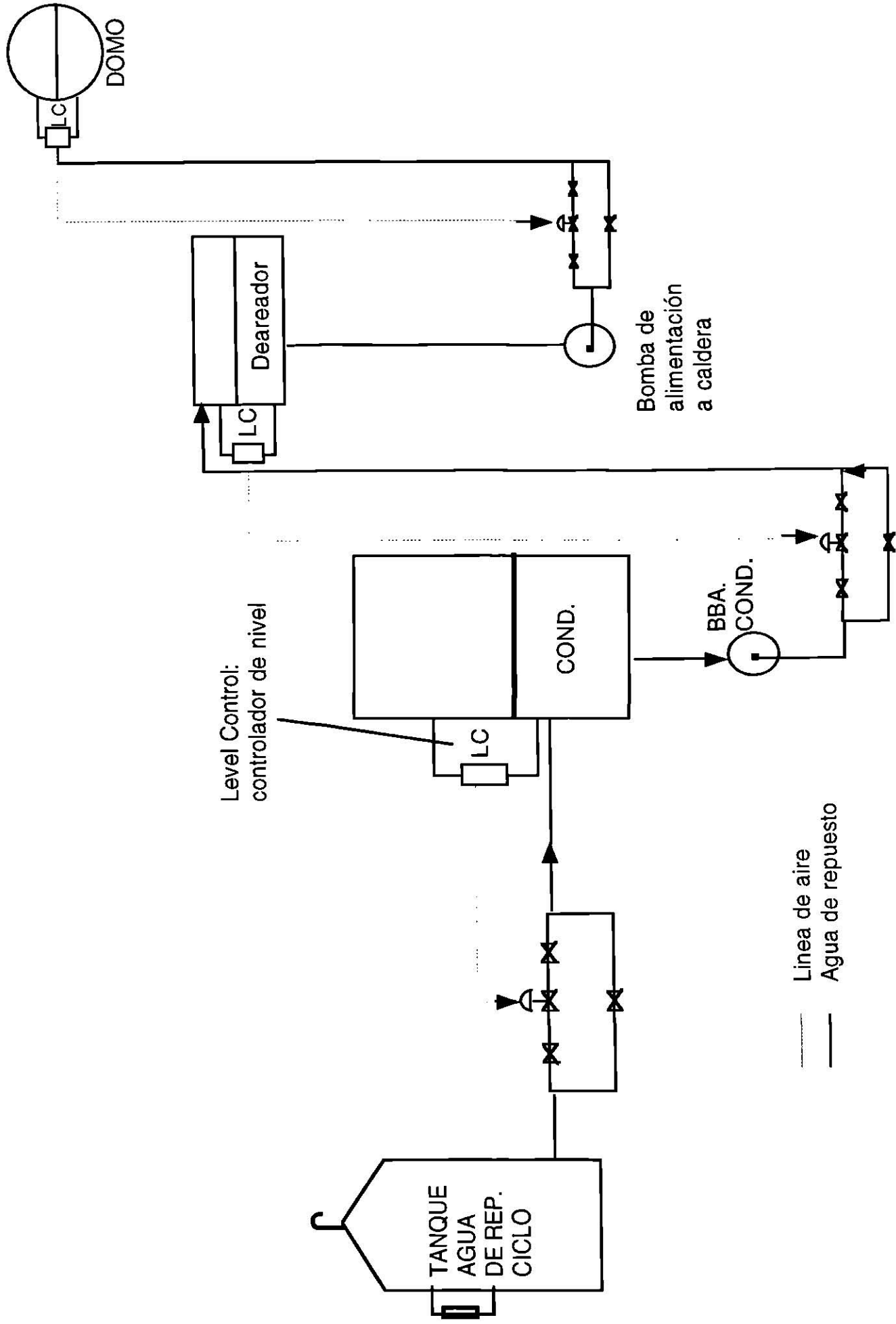


Diagrama N.16 : Sistema De Condensado

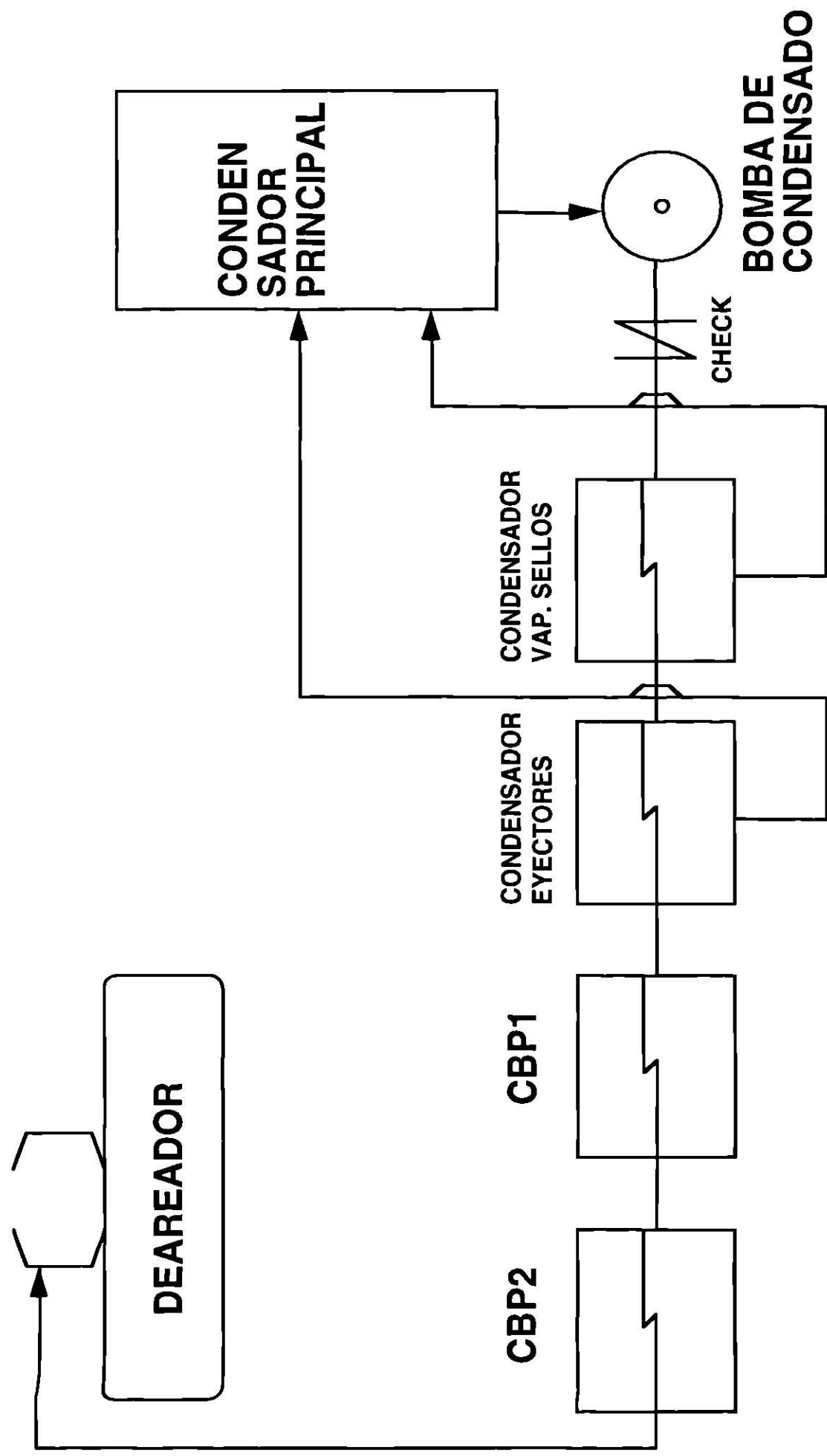


Diagrama N.17 : Sistema Agua De Circulación

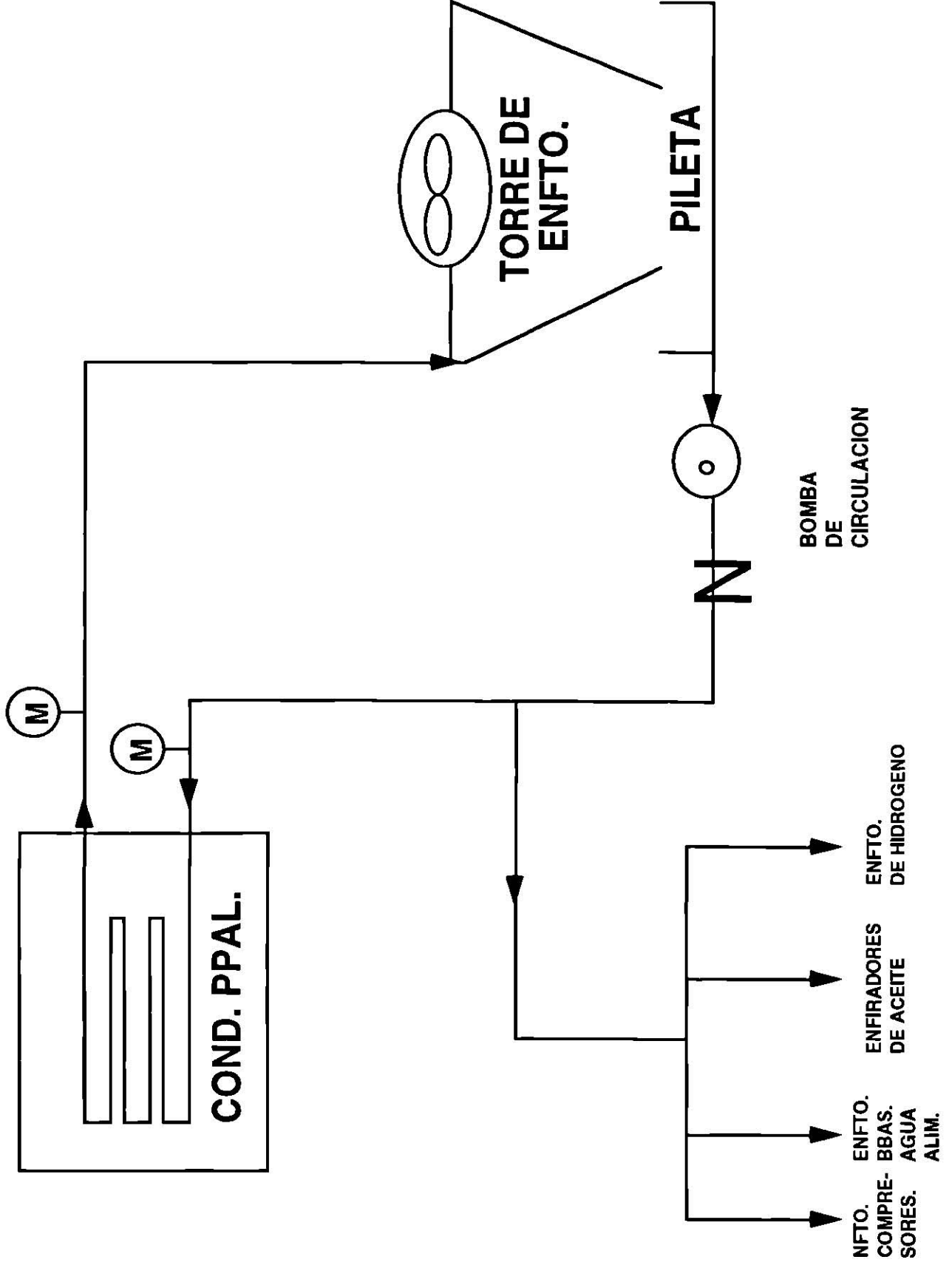


Diagrama N.18: Subestación Eléctrica

