

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

**INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

**EL ESTUDIO
SOBRE
TECNOLOGIAS DE COMBUSTION
PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AIRE
DE FUENTES ESTACIONARIAS
EN
EL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO**

**Informe Final
Apéndice**

**Manual de Operación y Mantenimiento
de la
Planta Piloto de Combustión**

SEPTIEMBRE 1995

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TOKYO
en asociación con
JAPAN ENVIRONMENT ASSESSMENT CENTER CO., LTD., TOKYO**

JICA LIBRARY

1122919(2)

28613

国際協力事業団

28613

MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA PILOTO DE COMBUSTION

Indice de contenidos

PARTE I MANUAL DE OPERACION

1.	Procedimiento de operación de la caldera	1
1.1	Procedimiento según condiciones de operación.....	1
1.2	Maniobras de operación de la caldera.....	2
2.	Procedimiento de operación del quemador.....	5
2.1	Combustión con aceite	5
2.2	Combustión con gas.....	13
3.	Lista de enclavamientos	21
3.1	Combustión con aceite	22
3.2	Combustión con gas.....	23
4.	Planta Desulfurizadora y Planta de Tratamiento y Recirculación de Aguas residuales de Desulfurización	24
4.1	Ensamble de la planta desulfurizadora.....	25
4.2	Planta de tratamiento y recirculación de agua residuales de la desulfurización	27
4.3	Instalación de las tuberías en la planta de desulfurización y en la planta de tratamiento y recirculación de aguas residuales	28
4.4	Colocación del electrodo de pH y el cableado de la bomba alimentadora de químicos.....	29
4.5	Otros.....	32

PARTE II MANUAL DE MANTENIMIENTO

1.	Caldera	33
1.1.	Cuerpo	33
1.2.	Alimentador de sustancias químicas	38
1.3.	Mini-blow (Desvaporización)	40

1.4. Ventilador de tiro forzado.....	41
1.5. Ablandador de agua.....	45
1.6. Economizador.....	48
1.7. Compresor.....	49
1.8. Quemadores.....	52
2. Dispositivo para tratamiento del gas de escape.....	56
2.1. Soplador y ventilador.....	56
2.2. Bomba.....	56
2.3. Medidor digital del pH.....	59
3. Dispositivo automático para monitoreo de gases de emisión.....	61
3.1. Analizador automático del NOx.....	61
3.2. Analizador automático del CO y SO2.....	63
3.3. Analizador automático de O2.....	65
3.4. Analizador automático de CO2.....	66

PART I
MANUAL DE OPERACION

1. Procedimiento de Operación de la Caldera.

1.1 Procedimiento según condiciones de operación.

- (1) Cuando la caldera está fría.
Se arranca la caldera con diesel de combustible y aire de atomización.
- (2) Cuando la presión del tambor sea menor a 6.0 kg/cm^2 .
Se arranca la caldera con diesel de combustible y aire de atomización, hasta que la presión del tambor llegue a más de 6.0 kg/cm^2 .
Cuando se utiliza combustóleo como combustible, se realiza el calentamiento del combustóleo con el vapor generado, hasta que la temperatura del combustóleo llegue a 80°C a la entrada de la unidad de bombeo.
- (3) Cuando la presión del tambor sea menor a 6.0 kg/cm^2 .
Cuando se utiliza combustóleo, una vez que llegue la temperatura a 80°C con el procedimiento (2), se puede detener la combustión, y después de la maniobra del cambio de la válvula, reanudar la combustión con combustóleo y con aire de atomización.
- (4), (5) Operación normal.
Cuando la presión del tambor es mayor a 6.0 kg/cm^2 , se realiza una operación normal de control proporcional a la presión del tambor, con diesel y vapor de atomización o con combustóleo y aire de atomización.
- (6) Terminación de operación con combustóleo.
Después de la combustión con combustóleo, la caldera se debe operar con diesel y atomización de aire durante cierto tiempo, para sustituir el combustóleo que queda en los equipos y tubos con el diesel y facilitar el siguiente arranque.

Nota) El cambio de combustible o del medio de atomización debe realizarse siempre una vez que se interrumpa la combustión.

1.2 Maniobras de operación de la caldera.

(1) Preparativos de la operación.

- i) Dependiendo del tipo de combustible, del medio de atomización y del estado de la caldera, seleccionar y definir los equipos por utilizar y comprobar la apertura de las válvulas.
- ii) Comprobar que todos los switches o interruptores de los tableros estén en la posición de "off" o de "corte".
- iii) Abrir la válvula de entrada del tubo de alimentación de combustible del quemador piloto.
- iv) Poner la fuente de energía para el tablero de control (MCB-1), y confirmar la corriente eléctrica.
- v) Colocar en "on" los interruptores que envían la energía eléctrica al cableado interno del tablero de control (MMCB- 1, 2, 3, 4, MCB-2, 3, 4, 5 y 6).
- vi) Seleccionar las posiciones de los diferentes switches del tablero de acuerdo con las condiciones de operación.

(2) Operación.

Ver la Punto 2 de este volumen en cuanto al sistema de combustión. Los equipos periférico por utilizar se presentan en la tabla siguiente.

i) Bomba de agua de alimentación.

Cuando se coloca el switch selector CS-1 (manual-paro-automático) en la posición de "automático", la bomba de agua de alimentación funcionará y dejará de funcionar controlada por el dispositivo de control del nivel del agua de la caldera, manteniéndolo dentro de un rango determinado.

Si por alguna razón el nivel del agua de la caldera se ubica por debajo de un rango determinado, entrará en funcionamiento el interruptor por bajo nivel del agua (en dos etapas): interrupción por bajo nivel del agua

(primera etapa) y el disparo por el nivel de agua anormal (segunda etapa) si se sigue disminuyendo el nivel del agua, suspendiendo la combustión en ambos casos.

Cuando se coloca el switch selector SC-1 (manual-paro-automático) en la posición "manual", la bomba de agua de alimentación funcionará independientemente del nivel del agua de la caldera.

ii) Bomba de reactivos.

Cuando se coloca el switch selector SC-2 (manual-paro-automático) en la posición de "automático", la bomba de reactivos funcionará sincrónicamente con la bomba de agua de alimentación, arrancando y parando al mismo tiempo que ésta.

Cuando se coloca el switch selector SC-2 (manual-paro-automático) en la posición "manual", la bomba de reactivos funcionará independientemente del arranque o la parada de la bomba de agua de alimentación.

iii) Válvula electromagnética de purga continua.

Cuando se coloca el switch selector CS-3 (manual-paro-automático) en la posición de "automático", la válvula selenoide electromagnética de purga continua funcionará sincrónicamente con la bomba de agua de alimentación, arrancando y parando al mismo tiempo que ésta.

Cuando se coloca el switch selector SC-3 (manual-paro-automático) en la posición "manual", la válvula selenoide electromagnética de purga continua funcionará independientemente del arranque o de la parada de la bomba de agua de alimentación.

(3) OPERACION de EQUIPOS PERIFERICOS

CASO	CONDICIONES de OPERACION	ATOMIZACION	COMBUSTIBLE	VENTILADOR de TIRO	BOMBA de AGUA	BOMBA de REACTIVOS	BOMBA de ATOMIZACION	COMPRESOR de AIRE	CALENTADOR de ACEITE	TEMPERATURA de CALENTADOR de ACEITE (grado C)	
										No.1	No.2
1	ARRANQUE con la CALDERA FRIA	AIRE	DIESEL	FORZADO	ALIMENTACION						
				<input type="radio"/> CS-4 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-1 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-10 OPERACION	<input checked="" type="radio"/> CS-8,9 "OFF"	-	-
2	BAJA PRESION del TAMBOR y BAJA TEMP. del COMBUSTOLEO	AIRE	COMBUSTOLEO	<input type="radio"/> CS-4 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-1 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-10 OPERACION	<input checked="" type="radio"/> CS-8,9 "OFF"	-	-
3	BAJA PRESION del TAMBOR y TEMP. de COMBUSTOLEO NORMAL	AIRE	COMBUSTOLEO	<input type="radio"/> CS-4 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-1 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-10 OPERACION	<input type="radio"/> CS-8,9 "ON"	110	120
4	OPERACION NORMAL (ATOMIZACION AIRE)	AIRE	DIESEL	<input type="radio"/> CS-4 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-1 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-10 OPERACION	<input checked="" type="radio"/> CS-8,9 "OFF"	-	-
5	OPERACION NORMAL (ATOMIZACION VAPOR)	VAPOR	DIESEL	<input type="radio"/> CS-4 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-1 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input checked="" type="radio"/> CS-10 PARADA	<input checked="" type="radio"/> CS-8,9 "OFF"	-	-
6	FIN de la COMBUSTION con COMBUSTOLEO	AIRE	DIESEL	<input type="radio"/> CS-4 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-1 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-10 OPERACION	<input checked="" type="radio"/> CS-8,9 "OFF"	-	-
7	COMBUSTION con GAS	-	GAS	<input type="radio"/> CS-4 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-1 AUTOMATICO	<input type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input checked="" type="radio"/> CS-2 AUTOMATICO	<input checked="" type="radio"/> CS-10 PARADA	<input checked="" type="radio"/> CS-8,9 "OFF"	-	-

: NO SE USA

: SE USA

Nota 1:

Caso 1: Arranque con la caldera fría.

Presión del tambor: cero, temperatura de combustión (a la entrada de la unidad de bombeo): menos de 80°C.

Caso 2: Baja presión del tambor, baja temperatura del combustión.

Presión del tambor: menos de 6.0 kg/cm, temperatura del combustión (a la entrada de la unidad de bombeo): menos de 80°C.

Caso 3: Baja presión del tambor, temperatura del combustión normal.

Presión del tambor: menos de 6.0 kg/cm, temperatura del combustión (a la entrada de la unidad de bombeo): más de 80°C.

Caso 4: Operación normal.

Presión del tambor: más de 6.0 kg/cm, combustible de diesel.

Caso 5: Operación normal.

Presión del tambor: más de 6.0 kg/cm, combustible de diesel.

Caso 6: Fin de la combustión con combustión.

Sustitución de combustión por diesel para preparar el siguiente arranque.

Nota 2:

La temperatura del calentador del aceite, así como la presión del tambor y la temperatura del combustión que se mencionan en la nota 1, deberán ser establecidas de acuerdo con las características del combustión que se utilice.

2. Procedimiento de operación del quemador.

2.1 Combustión con aceite.

(1) Preparativos para la operación del quemador.

Comprobar la posición de los switches en el tablero de control, si están abiertos o cerrados, antes de operar el quemador.

- i) Interruptor sin fusible [OFF]
(MCB-1, MCB-2, MCB-3, MCB-4, MCB-5, MCB-6)
(MMCB-1, MMCB-2, MMCB-3, MMCB-4)
- ii) Switch selector [PARADA]
(CS-4, CS-5, CS-6, CS-7, CS-8,9, CS-10)
- iii) Switch controlador maestro (COS 1) [PARADA]
- iv) Switch de arranque-parada de la caldera (CS-7) [PARADA]

(2) Operación del quemador

- i) Interruptor sin fusible [ON]
(MCB-1, MCB-2, MCB-3, MCB-4, MCB-5, MCB-6)
(MMCB-1, MMCB-2, MMCB-3, MMCB-4)
Cuando se trata de combustión con aceite ligero [OFF]
(MCB-5,6)
- ii) Switch selector [ON]
(CS-4, CS-6, CS-8,9, CS-10)
- iii) Switch controlador maestro (COS-1) [PARADA]
- iv) Switch selector de combustible (CS-5) [OIL]
- v) Botón de reposición por anomalía (PB-1) [ON]
- vi) Switch de arranque-parada de la caldera (CS-7) [OPERACION]

De aquí en adelante, las maniobras eléctricas se realizan automáticamente hasta el encendido del quemador principal, según el programa.

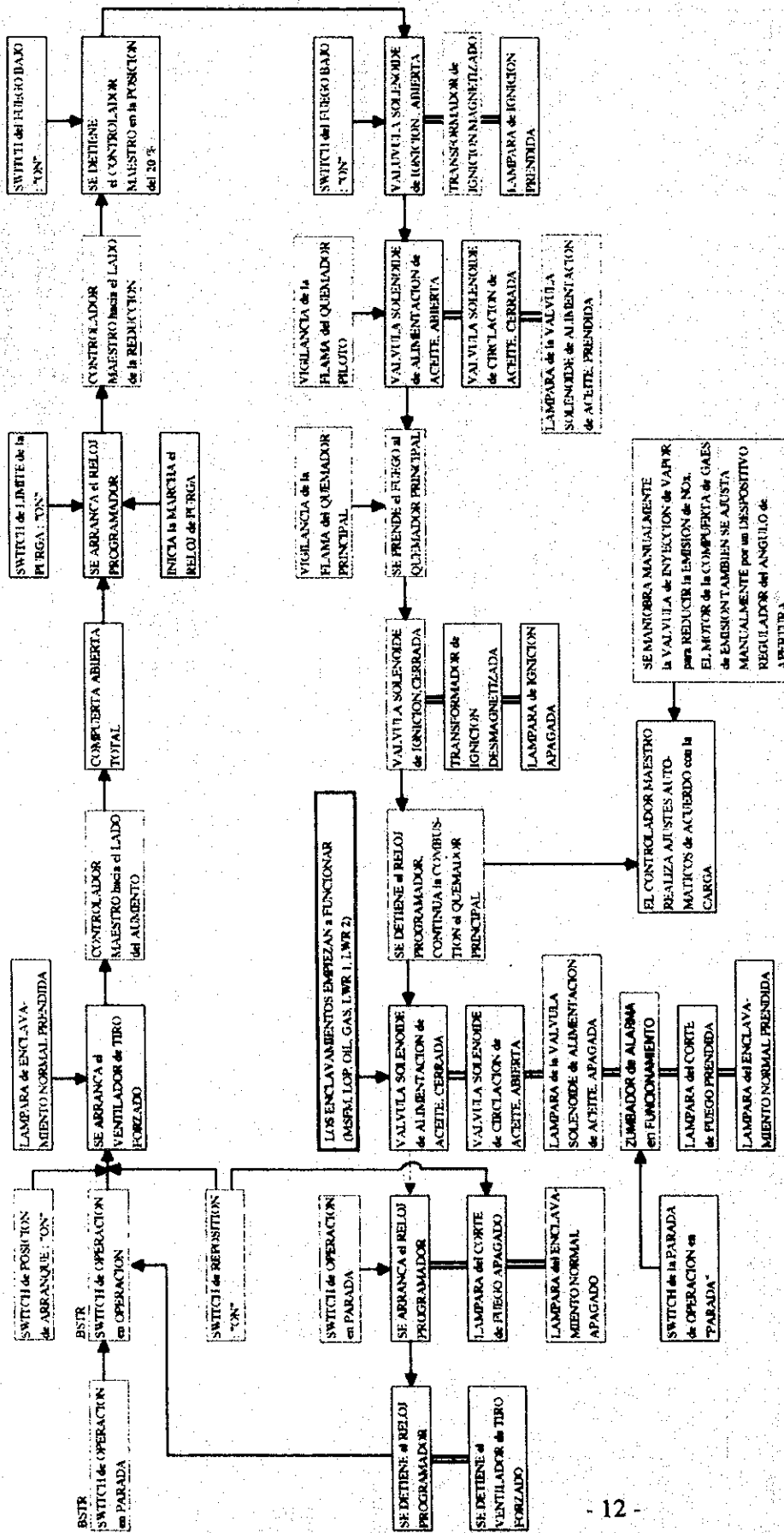
(3) Explicación de la secuencia de movimientos (con aceite)

Programa	Posición del programador	Explicación	Señales en las lámparas
Arranque del ventilador de tiro forzado	Parada en el segundo cero	<p>Si la posición de la compuerta de aire está más hacia el lado abierto que la posición del arranque, cerrar la compuerta hasta la posición de arranque mediante el controlador maestro CPM. (Para evitar una carga excesiva en el ventilador de tiro forzado en el momento de arranque). En la posición de arranque, el SPS debe estar en ON y el CPM en paro. El ventilador de tiro forzado arrancará si el switch de alta presión del tambor (SPHR) señala el estado normal.</p> <p>* Por la magnetización del relevador del ventilador (RF), el punto de contacto exterior para el arranque del ventilador de tiro forzado se pone en ON y el ventilador se pone en operación.</p>	<p>Lámpara del ventilador de tiro forzado (PL-15) encendida en luz roja.</p>
Enclavamiento liberado	Parada en el segundo cero	<p>Presión del tambor normal (SPHR). Desenganche del motor del ventilador de tiro forzado (MSFM)----- Baja presión de aceite (LOP)----- Reducción de la presión de aceite (LOP)----- Selección del gas u otro combustible (GAS)----- Baja presión de atomización (ASP)----- Baja presión del gas de combustible (GPL)----- Bajo nivel anormal del agua de la caldera (LWR 1)----- Bajo nivel del agua de la caldera (LWR 2)-----</p> <p>Todas estas lámparas de enclavamiento se encienden si están liberadas.</p>	<p>Cuando se encuentra la anomalía (PL-18) Lámpara apagada (PL-18) Lámpara apagada (PL-18) Lámpara apagada (PL-18) Lámpara apagada (PL-18) Lámpara apagada (PL-2) Lámpara prendida (PL-3) Lámpara prendida</p>
Prepurga	Parada en el segundo cero	<p>Al arrancar el ventilador de tiro forzado, el controlador maestro abre totalmente la compuerta del aire para realizar la ventilación del interior del horno. Cuando se abre totalmente la compuerta del aire se pone en ON el switch de límite de la purga (PLS), y se inicia la ventilación del interior del horno durante el tiempo establecido por el reloj de la purga (PT).</p>	<p>Lámpara de enclavamiento (PL-18) prendida En un estado normal, la lámpara de enclavamiento (PL-18) encendida en luz roja.</p>

Programa	Posición del programador	Explicación	Señales en las lámparas
Arranque del reloj programador	Parada en el segundo cero	Al terminar la preguza y al ponerse a funcionar el relevador de enclavamiento (RI), comienza a caminar el programa.	
Posición de fuego bajo	En el segundo 17	Después de 17 segundos de haber iniciado la marcha el reloj programador, el controlador maestro gira hacia el lado de la reducción para realizar el encendido del quemador en el área de la combustión baja, y se detiene en la posición del 20% del volumen de combustión.	
Encendido del quemador piloto	En el segundo 46	Electrizar el transformador de encendido (ITX). Válvulas solenoides de encendido (VGP 1, 2) abiertas. Lámpara de encendido (LPG) prendida. Relevador de encendido (RGP) magnetizado. Se enciende el quemador piloto. Se comprueba la existencia de la flama con el relevador de flama (pbs).	Lámpara de encendido (PL-19) prendida en luz roja.
Encendido del quemador principal	En el segundo 54	Válvulas solenoides de alimentación de aceite (VO 1, 2) abiertas. Válvula solenoide de circulación de aceite (VOR) cerrada. Lámpara de operación del quemador de aceite encendida. Relevador de válvula de aceite (RVO 1, 2) magnetizado. Se enciende el quemador principal	Lámpara de operación del quemador de aceite (PL-20) encendida en luz roja.
Apagado del quemador piloto	En el segundo 67	Se apaga el quemador piloto al ponerse en OFF el punto de contacto del reloj programador M2NC. Después de apagarse el quemador piloto, únicamente el quemador principal continúa la combustión bajo la vigilancia del escaneador.	Lámpara de piloto (PL-19) apagada. Lámpara de operación del quemador de aceite (PL-20) encendida en luz roja.
Operación automática por el controlador maestro		El switch de leva SMC está en "paro" todavía, por lo que aumenta la temperatura y la presión de la caldera en forma gradual por operar manualmente la perilla "aumento-reducción", para colocar el switch SMC en "automática" al llegar a la etapa de ventilación. A partir de ese momento, se ajusta automáticamente el volumen de combustión del quemador de acuerdo con el cambio de la presión del tambor.	Lámpara de operación del quemador de aceite (PL-20) encendida en luz roja.

Programa	Posición del programador	Explicación	Señales en las lámparas
Parada del reloj programador	En el segundo 83	Al ponerse en OFF el punto de contacto del reloj programador M5NC, se detiene la marcha del reloj en la posición del segundo 83.	Lámpara de operación del quemador de aceite (PL-20) encendida en luz roja.
Operación estable		El quemador entra en operación estable. Después del aumento de la presión, se realiza la inyección del vapor atomizador para reducir la emisión de NOx, según la necesidad y por ajustes manuales de la válvula. El motor de la compuerta de gases de emisión (EGR) también se opera manualmente por medio del dispositivo de ajuste del ángulo de apertura.	
Apagado del quemador	En el segundo cero (ó 100)	Se coloca el switch de operación del quemador (BSTR) en la posición de "paro". El volumen de combustión se reduce al mínimo por el controlador maestro, las válvulas solenoides de alimentación de aceite (VO 1, 2) se ponen en "cerrado", se extingue la lámpara de operación del quemador de aceite y el quemador se apaga. El reloj programador comienza la marcha y regresa a la posición inicial (en el segundo cero).	Lámpara de enclavamiento normal (PL-18) apagada. Lámpara de operación del quemador de aceite (PL-20) apagada.
Apagado por enclavamiento (repetitivo)	En el segundo cero (ó 100)	Enclavamiento repetitivo (SPHR). Cuando el enclavamiento detecta el apagado, se apaga la lámpara de la operación normal (PL-18), se desmagnetiza el relevador de enclavamiento al mismo tiempo que se cierra la válvula solenoide de alimentación de aceite, interrumpiendo el suministro de combustible al quemador principal. El reloj programador comienza la marcha y se regresa a la posición del segundo cero.	

Programa	Posición del programador	Explicación	Señales en las lámparas
Apagado por encalvamiento (no repetitivo)	En el segundo 83	<p>Enclavamiento no repetitivo (MSFM) (LOP) (OIL) (GAS) (ASP) (GPH) (GPL) (LWR 1) (LWR 2)</p> <p>Si se detecta una anomalía en alguno de los enclavamientos, se apaga la lámpara de enclavamiento normal (PL-18) y se desmagnetiza el enclavamiento (RI), al mismo tiempo que se cierra la válvula solenoide de alimentación del aceite. Se apaga la lámpara de la válvula solenoide de alimentación de gas (PL-2) y suena el zumbador de alarma (BZ). El reloj programador se detiene en el segundo 83.</p> <p>Cuando se resuelve el problema y se quiere reanudar la operación, si el switch de operación del quemador está en la posición de la operación, la secuencia no se reanuda con oprimir únicamente el botón de reposición. Si se quiere reiniciar la operación, es necesario colocar el switch de operación en "paro", para volverlo a poner en funcionamiento.</p>	
Interrupción de la flama	Parada en el segundo 83	<p>Se para la operación con la detección de interrupción de la flama del quemador por el escaneador (pbs). De inmediato se cierra la válvula solenoide de alimentación de gas, se prende la lámpara de interrupción de la flama (PL-30), y suena el zumbador de alarma (BZ).</p>	



**MOVIMIENTOS NOREPETITIVOS-2
COMBUSTION con ACEITE
(ENCLAVAMIENTO)**

2.2 Combustión con gas.

(1) Preparativos para la operación del quemador.

Comprobar la posición del quemador.

Comprobar la posición de los switches en el tablero de control, si están abiertos o cerrados, antes de operar el quemador.

- i) Interruptor sin fusible [OFF]
(MCB-1, MCB-2, MCB-3, MCB-4, MCB-5, MCB-6)
(MMCB-1, MMCB-2, MMCB-3, MMCB-4)
 - ii) Switch selector [PARADA]
(CS-4, CS-5, CS-6, CS-7, CS-8, 9, CS-10)
 - iii) Switch controlador maestro (COS 1) [PARADA]
 - iv) Switch de arranque-parada de la caldera (CS-7) [PARADA]
- ### (2) Operación del quemador
- i) Interruptor sin fusible [ON]
(MCB-1, MCB-2, MCB-3, MCB-4, MCB-5, MCB-6)
(MMCB-1, MMCB-2, MMCB-3, MMCB-4)
 - ii) Switch selector [ON]
(CS-4, CS-6, CS-8, 9, CS-10)
 - iii) Switch controlador maestro (COS-1) [PARADA]
 - iv) Switch selector de combustible (CS-5) [GAS]
 - v) Botón de reposición por anomalía (PB-1) [ON]
 - vi) Switch de arranque-parada de la caldera (CS-7) [OPERACION]

De aquí en adelante, las maniobras eléctricas se realizan automáticamente hasta el encendido del quemador principal, según el programa.

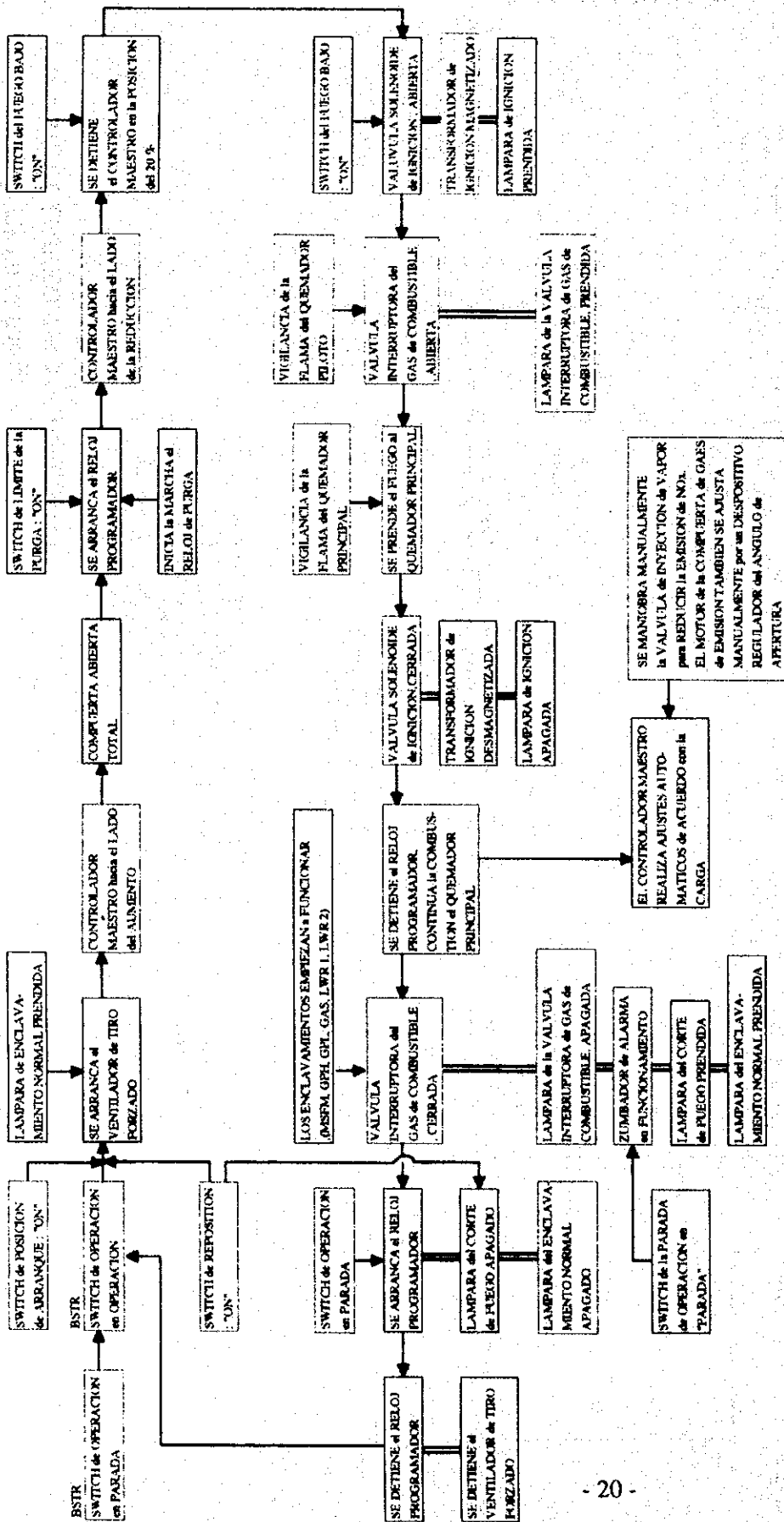
(3) Explicación de la secuencia de movimientos (con gas)

Programa	Posición del programador	Explicación	Señales en las lámparas
Arranque del ventilador de tiro forzado	Parada en el segundo cero	Si la posición de la compuerta de aire está más hacia el lado abierto que la posición del arranque, cerrar la compuerta hasta la posición de arranque mediante el controlador maestro CPM. (Para evitar una carga excesiva en el ventilador de tiro forzado en el momento de arranque). En la posición de arranque, el SPS debe estar en ON y el CPM en paro. El ventilador de tiro forzado arrancará si el switch de alta presión del tambor (SPHR) señala el estado normal. * Por la magnetización del relevador del ventilador (RF), el punto de contacto exterior para el arranque del ventilador de tiro forzado se pone en ON y el ventilador se pone en operación.	Lámpara del ventilador de tiro forzado (PL-15) encendida en luz roja.
Enclavamiento liberado	Parada en el segundo cero	Presión del tambor normal (SPHR). Desenganche del motor del ventilador de tiro forzado (MSFM) Selección del gas u otro combustible (GAS) Alta presión del gas de combustible (GPH) Baja presión del gas de combustible (GPL) Bajo nivel normal del agua de la caldera (LWR 1) Baja nivel del agua de la caldera (LWR 2) Todas estas lámparas de enclavamiento se encienden si están libereadas.	Cuando se encuentra la anomalía (PL-18) Lámpara apagada (PL-18) Lámpara apagada (PL-18) Lámpara apagada (PL-18) Lámpara apagada (PL-2) Lámpara prendida (PL-3) Lámpara prendida Lámpara de enclavamiento (PL-18) prendida
Prepurga	Parada en el segundo cero	Al arrancar el ventilador de tiro forzado, el controlador maestro abre totalmente la compuerta del aire para realizar la ventilación del interior del horno. Cuando se abre totalmente la compuerta del aire se pone en ON el switch de límite de la purga (PLS), y se inicia la ventilación del interior del horno durante el tiempo establecido por el reloj de la purga (PT).	En un estado normal, la lámpara de enclavamiento (PL-18) encendida en luz roja.
Arranque del reloj programador	Parada en el segundo cero	Al terminar la purga y al ponerse a funcionar el relevador de enclavamiento (RI), comienza a caminar el programa.	

Programa	Posición del programador	Explicación	Señales en las lámparas
Posición de fuego bajo	En el segundo 17	Después de 17 segundos de haber iniciado la marcha el reloj programador, el controlador maestro gira hacia el lado de la reducción para realizar el encendido del quemador en el área de la combustión baja, y se detiene en la posición del 20% del volumen de combustión.	
Encendido del quemador piloto	En el segundo 46	Electrizar el transformador de encendido (ITX). Válvulas solenoides de encendido (VGP 1, 2) abiertas. Lámpara de encendido (LPG) prendida. Relevador de encendido (RGP) magnetizado. Se enciende el quemador piloto. Se comprueba la existencia de la flama con "Ultravisión" (UV)	Lámpara de encendido (PL-19) prendida en luz roja.
Encendido del quemador principal	En el segundo 54	Válvulas solenoides de alimentación de gas (VG 1, 2) abiertas. Lámpara de operación del quemador de gas encendida. Relevador de válvula de combustible (RVG 1, 2) magnetizado. Se enciende el quemador principal	Lámpara de operación del quemador de gas (PL-21) encendida en luz roja.
Apagado del quemador piloto	En el segundo 67	Se apaga el quemador piloto al ponerse en OFF el punto de contacto del reloj programador M2NC. Después de apagarse el quemador piloto, únicamente el quemador principal continúa la combustión bajo la vigilancia de "Ultravisión".	Lámpara de piloto (PL-19) apagada. Lámpara de operación del quemador de gas (PL-21) encendida en luz roja.
Operación automática por el controlador maestro		El switch de leva SMC está en "paro" todavía, por lo que aumenta la temperatura y la presión de la caldera en forma gradual por operar manualmente la perilla "aumento-reducción", para colocar el switch SMC en "automática" al llegar a la etapa de ventilación. A partir de ese momento, se ajusta automáticamente el volumen de combustión del quemador de acuerdo con el cambio de la presión del tambor.	Lámpara de operación del quemador de gas (PL-21) encendida en luz roja.
Parada del reloj programador	En el segundo 83	Al ponerse en OFF el punto de contacto del reloj programador M5NC, se detiene la marcha del reloj en la posición del segundo 83.	Lámpara de operación del quemador de gas (PL-21) encendida en luz roja.

Programa	Posición del programador	Explicación	Señales en las lámparas
Operación estable		<p>El quemador entra en operación estable. Después del aumento de la presión, se realiza la inyección del vapor para reducir la emisión de NOx, según la necesidad y por ajustes manuales de la válvula. El motor de la compuerta de gases de emisión (EGR) también se opera manualmente por medio del dispositivo de ajuste del ángulo de apertura.</p>	
Apagado del quemador	En el segundo cero (ó 100)	<p>Se coloca el switch de operación del quemador (BSTR) en la posición de "paro". El volumen de combustión se reduce al mínimo por el controlador maestro, las válvulas solenoides de alimentación de gas (VG 1, 2) se ponen en "cerrado", se extingue la lámpara de operación del quemador de aceite y el quemador se apaga. El reloj programador comienza la marcha y regresa a la posición inicial (en el segundo cero).</p>	<p>Lámpara de encendido normal (PL-18) apagada. Lámpara de operación del quemador de gas (PL-21) apagada.</p>
Apagado por enclavamiento (repetitivo)	En el segundo cero (ó 100)	<p>Enclavamiento repetitivo (SPHR). Cuando el enclavamiento detecta el apagado, se apaga la lámpara de la operación normal (PL-18), se desmagnetiza el relevador de enclavamiento al mismo tiempo que se cierra la válvula solenoide de alimentación de gas, interrumpiendo el suministro de combustible al quemador principal. El reloj programador comienza la marcha y se regresa a la posición del segundo cero.</p>	
Apagado por enclavamiento (no repetitivo)	En el segundo 83	<p>Enclavamiento no repetitivo (MSFM) (LOP) (OIL) (GAS) (ASP) (GPH) (GPL) (LWR 1) (LWR 2) Si se detecta una anomalía en alguno de los enclavamientos, se apaga la lámpara de enclavamiento normal (PL-18) y se desmagnetiza el enclavamiento (RI), al mismo tiempo que se cierra la válvula solenoide de alimentación del gas. Se apaga la lámpara de la válvula solenoide de alimentación de gas (PL-2) y suena el zumbador de alarma (BZ).</p>	

Programa	Posición del programador	Explicación	Señales en las lámparas
Interrupción de la flama	Parada en el segundo 83	Se para la operación con la detección de interrupción de la flama del quemador por "Ultravisión". De inmediato se cierra la válvula selenoide de alimentación de gas, se prende la lámpara de interrupción de la flama (PL-30), y suena el zumbador de alarma (BZ).	



MOVIMIENTOS NO REPETITIVOS-2

COMBUSTION con GAS (ENCLAVAMIENTO)

3. Lista de Enclavamientos

3.1 LISTA de ENCLAVAMIENTOS para

COMBUSTION con ACEITE

MODELO DE CALDERA: FTN-30

No.	CONCEPT	CONDICION de OPERACION	LAMPARAS	FLAMA de QUEMADOR	ZUMBADOR	CICLO del PROGRAMA
1	SPIR (SWITCH de PRECION NORMAL del TAMBOR)	___ kg/cm2 G OPERACION kg/cm2 G REANUDACION	PL-18 APAGADA	CORTE de FLAMA	NO SUENA	REPETITIVO
2	LOP (SWITCH de BAJA PRESION de ACEITE)	FUNCIONA a PARTIR de kg/cm2 y MENOS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA		SUENA	NO REPETITIVO
3	OIL (SWITCH SELECTOR del ACEITE)	SELECCION	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA			
5	FSG (Pbs. DISPOSITIVO de VIGILANCIA de la FLAMA) PR-2, para ACEITE	ESCANEAADOR fuera del HORNO en 4 segundos	PL-18 PRENDIDA PL-30 PRENDIDA			
7	MSFS (DESENGANCHE del MOTOR del VENTILADOR de TIRO FORZADO) DESENGANCHE TERMICO	FUNCIONAMIENTO TERMICO	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA			
8	SWITCH de BAJO NIVEL ANORMAL del AGUA de la CALDERA (LWR 1)	FUNCIONA a PARTIR de ___ mm y MENOS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA PL-2 PRENDIDA			
9	SWITCH de BAJO NIVEL del AGUA de la CALDERA (LWR 2)	FUNCIONA a PARTIR de ___ mm y MENOS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA PL-3 PRENDIDA			
10	ASP (SWITCH de BAJA PRESION del VAPOR ATOMIZADOR)	FUNCIONA a PARTIR de kg/cm2 y MENOS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA			
11	LOT (SWITCH de BAJA TEMPERATURA del ACEITE)	FUNCIONA a PARTIR de kg/cm2 y MENOS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA	CORTE de FLAMA	SUENA	NO REPETITIVO

: ENCLAVAMIENTO COMUN para el ACEITE y para el GAS

: ENCLAVAMIENTO UTILIZADO UNICAMENTE para el ACEITE

PL-30 : LAMPARA del CORTE de FLAMA

PL-18 : LAMPARA de ENCLAVAMIENTO NORMAL

PL-3 : LAMPARA del BAJO NIVEL del AGUA

PL-2 : LAMPARA de NIVEL ANORMAL del AGUA de la CALDERA

3.2 LISTA de ENCLAVAMIENTOS para

COMBUSTION con GAS

MODELO DE CALDERA: ITN-30

No.	CONCEPT	CONDICION de OPERACION	LAMPARAS	FLAMA de QUEMADOR	ZUMBAIDOR	CICLO del PROGRAMA
1	SPIR (SWITCH de PRECION NORMAL del TAMBOR)	___ kg/cm ² G OPERACION ___ kg/cm ² G REANUDACION	PL-18 APAGADA	CORTE de FLAMA	NO SUENA	REPETITIVO
4	GAS (SWITCH SELECTOR del GAS)	SELECCION	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA		SUENA	NO REPETITIVO
6	ISG (UV, DISPOSITIVO de VIGILANCIA de la FLAMA) PR-1, para GAS	ESCANEAADOR fuera del HORNO en 4 segundos	PL-18 PRENDIDA PL-30 PRENDIDA			
7	MSFS (DESENGANCHE del MOTOR del VENTILADOR de TIRO FORZADO) DESENGANCHE TERMICO	FUNCIONAMIENTO TERMICO	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA			
8	SWITCH de BAJO NIVEL ANORMAL del AGUA de la CALDERA (LWR 1)	FUNCIONA a PARTIR de ___ mm y MENOS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA PL-2 PRENDIDA			
9	SWITCH de BAJO NIVEL del AGUA de la CALDERA (LWR 2)	FUNCIONA a PARTIR de ___ mm y MENOS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA PL-3 PRENDIDA			
12	GPH (SWITCH de ALTA PRESION del GAS de ALIMENTACION)	FUNCIONA a PARTIR de ___ kg/cm ² y MAS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA PL-___ PRENDIDA			
13	GPHL (SWITCH de BAJA PRESION del GAS de ALIMENTACION)	FUNCIONA a PARTIR de ___ kg/cm ² y MENOS	PL-18 APAGADA PL-30 PRENDIDA PL-___ PRENDIDA	CORTE de FLAMA	SUENA	NO REPETITIVO

: ENCLAVAMIENTO COMUN para el ACEITE y para el GAS
 : ENCLAVAMIENTO UTILIZADO UNICAMENTE para el GAS
 PL-18 : LAMPARA de ENCLAVAMIENTO NORMAL
 PL-30 : LAMPARA de CORTE de FLAMA
 PL-2 : LAMPARA de NIVEL ANORMAL del AGUA de la CALDERA
 PL-3 : LAMPARA del BAJO NIVEL del AGUA
 PL-___ : LAMPARA de ALTA PRESION del GAS de ALIMENTACION
 PL-___ : LAMPARA de BAJA PRESION del GAS de ALIMENTACION

**4. Planta Desulfurizadora y Planta de Tratamiento
y Recirculación de Aguas residuales de
Desulfurización**

4.1 Ensamble de la planta desulfurizadora

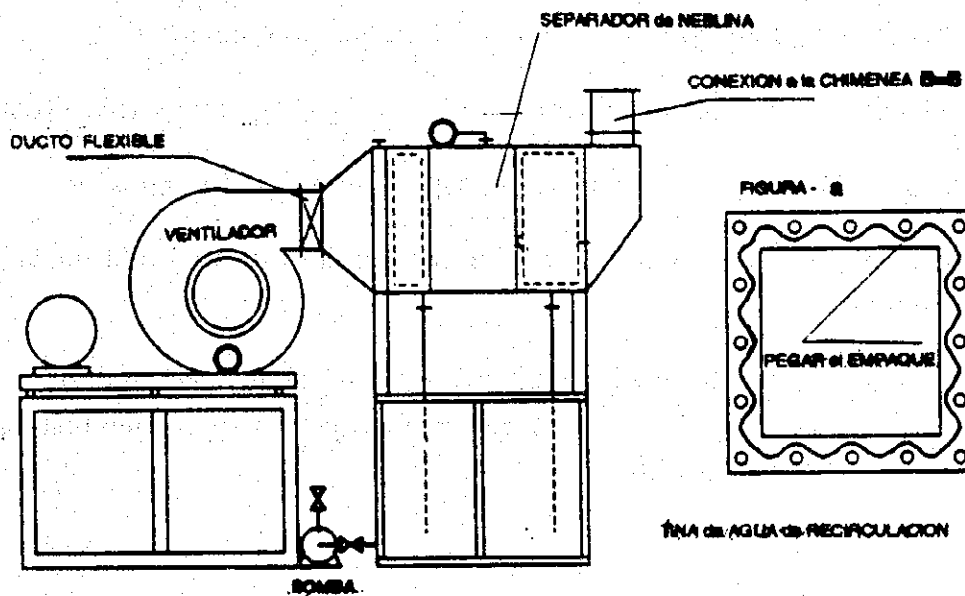
(1) Nivelar el ventilador y el separador de neblina

Ensamblar uniendo A con A. (A=A) (16 pares de tornillo/tuercas)

Nota 1: Pegar el empaque con pegamento en el interior del orificio para el tornillo. (Ver la figura a).

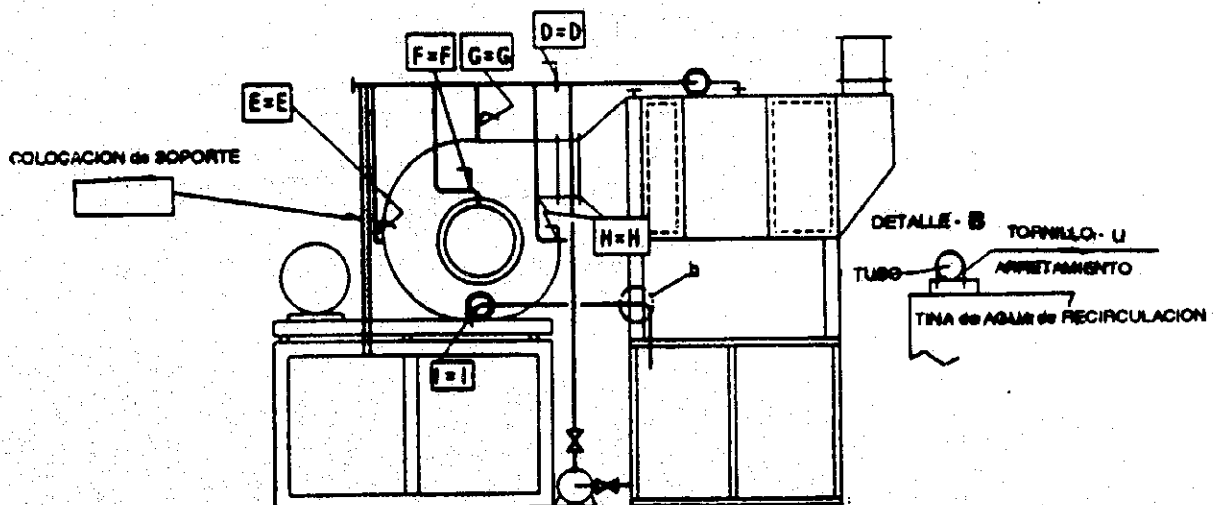
Cuando se quiere cortar el empaque, úsese un cuchillo. (El empaque es del tipo sellador de cordón blando).

Nota 2: Nivelar el ventilador y el separador de neblinas con precisión.



(2) Distribución e instalación de tuberías

Ensamblar uniendo las letras. Distribución e instalación de tubos para el ventilador: D=D, E=E, F=F, G=G, H=H, I=I.



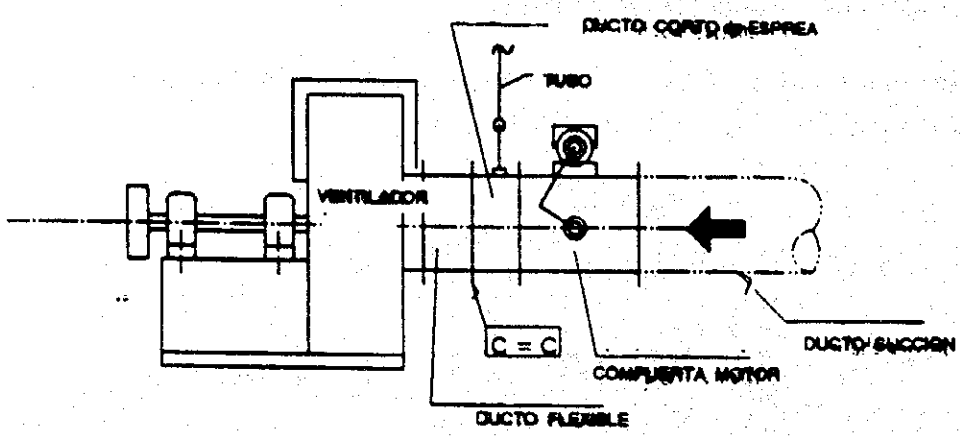
- 1) El soporte se sujeta con el apretamiento de los dos juegos de tornillo/tuercas desde la parte inferior. La tubería que va arriba se fija con los tornillos U.
- 2) Se conectan con bridas los extremos D=D e I=I.
- 3) Los extremos E=E, F=F, G=G y H=H son conectados por el apretamiento de las uniones.

Nota: Después de terminar totalmente el ensamble, apretar los tornillos y las tuercas. En las uniones y bridas, colocar, sin falta, el empaque. Si el (1) no está correctamente ajustado, puede que las tuberías no coincidan.

(3) Instalación de ductos. Instalación de C=C. (16 juegos de tornillo/tuercas)

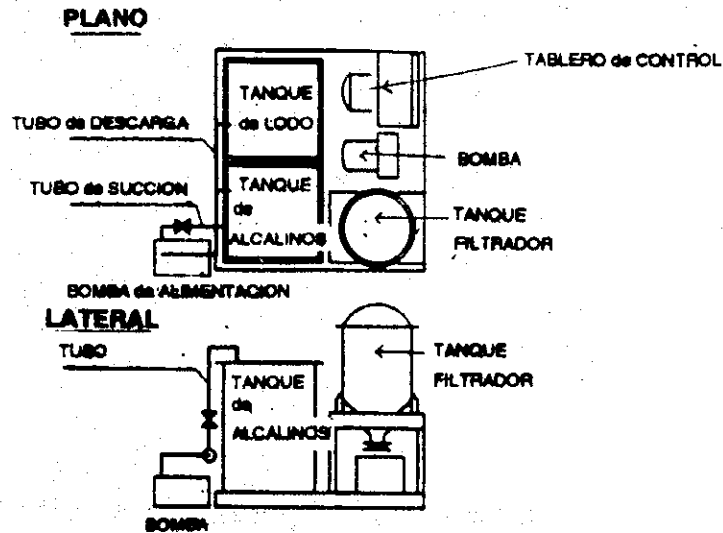
- 1) Colocar el lado del ducto corto de la esprea al lado del ventilador.
- 2) Colocar el empaque en el interior del orificio del tornillo de la misma forma que (1).

Nota: Instalar el ducto de succión a la altura y al nivel de succión del ventilador, y colocar algún soporte o apoyo para que no signifique una carga excesiva para el ducto flexible.



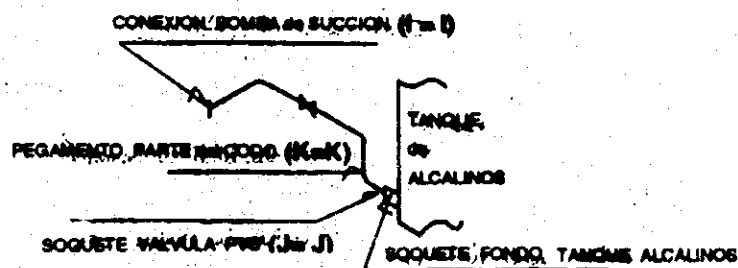
4.2 Planta de tratamiento y recirculación de agua residuales de la desulfurización

(1) Lugar de instalación del motor de alimentación



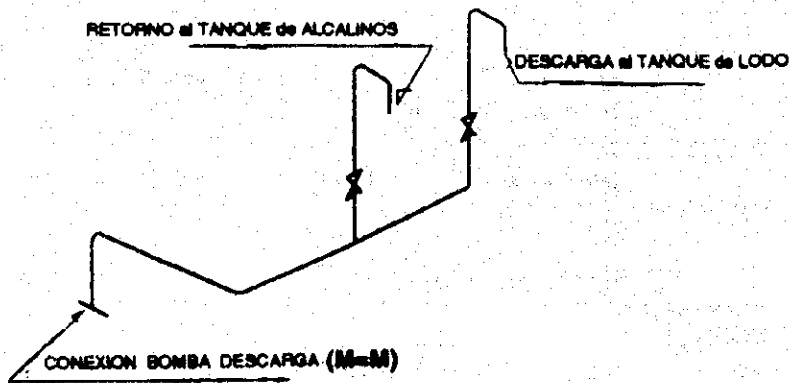
(2) Instalación del tubo de succión

- 1) Atornillar el soquete de la válvula de PVC al soquete del tanque de alcalinos (de acero inoxidable), (J=J), (Se requiere de material sellador).
- 2) Pegar el codo de PVC (K=K).
- 3) Colocar la brida de succión de la bomba (L=L).



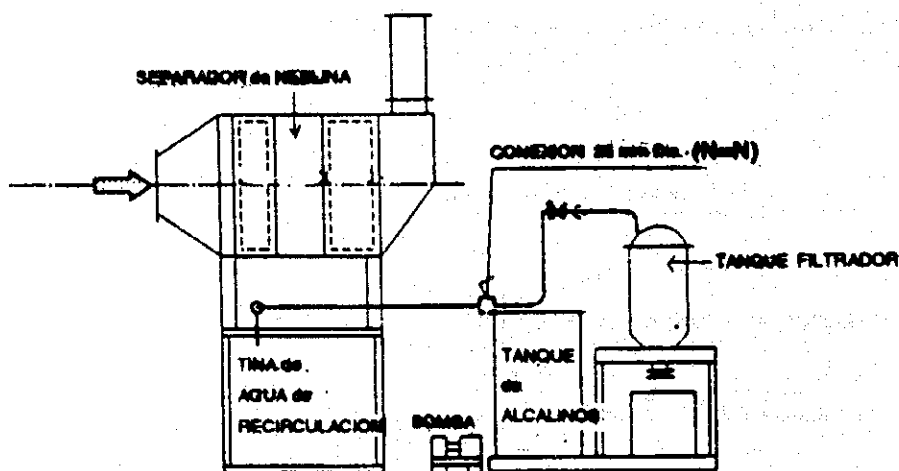
(3) Instalación del tubo de descarga

- 1) Colocar el tubo de descarga de la bomba (M=M).
- 2) Colocar los soportes (4 puntos).

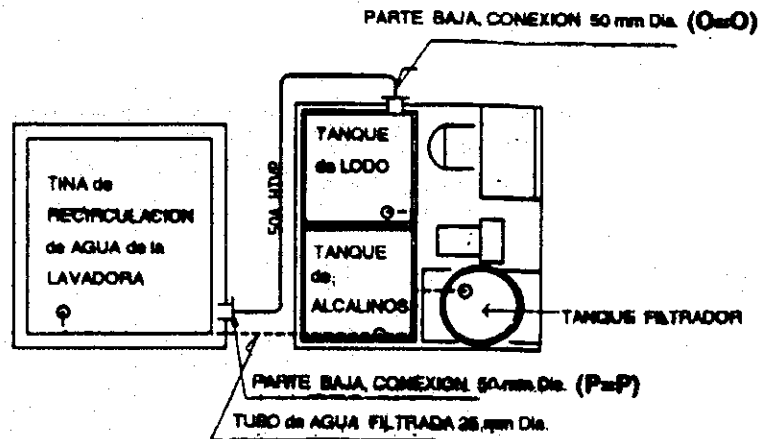


4.3 Instalación de las tuberías en la planta de desulfurización y en la planta de tratamiento y recirculación de aguas residuales

- (1) Ensamble de tubos para aguas tratadas y filtradas.
 - 1) Juntar la conexión N=N (uso de empaque).
 - 2) Los tubos son de SGP de 25 mm Dia..



- (2) Ensamble de tubos de conexión entre la tina de agua de recirculación de la lavadora (scrubber) y el tanque de lodo del sistema de filtrado.
- 1) La tina de agua de recirculación de la lavadora y tanque de lodo se conectan en la parte inferior, con bridas de 50 mm Dia. (Tener cuidado al apretar los tornillos).



4.4 Colocación del electrodo de pH y el cableado de la bomba alimentadora de químicos

- (1) Lugar y método de colocación del electrodo de pH
 - 1) Se coloca el gancho metálico en la barra portadora del electrodo de pH, se mete la barra portadora dentro del tanque de lodo del sistema de filtrado, y se instala (se engancha) en el borde del tanque. El gancho debe colocarse a la altura apropiada, de tal modo que el electrodo no tenga contacto con el fondo del tanque.
 - 2) (Atención) La punta del electrodo está cubierta por una tapa de vinilo de color negro. Esta tapa no debe quitarse hasta que se inicie la operación de la planta (hasta que se coloque agua en el tanque). Después de quitar la tapa, ésta debe ser guardada, ya que cuando se suspende durante mucho tiempo la operación (cuando se mantiene sin agua el tanque), se debe volver a utilizar. En estos casos, se debe colocar agua dentro de la tapa y proteger el electrodo con la tapa.

- 3) El electrodo debe colocarse cerca de la bomba de succión del filtrado, dentro del tanque de lodo del sistema de la máquina de filtrado (Ver la figura X, para la referencia).

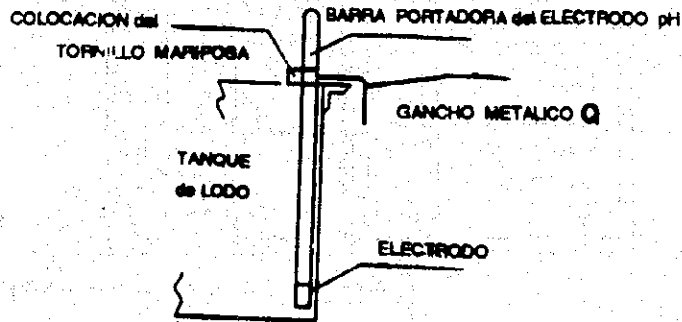
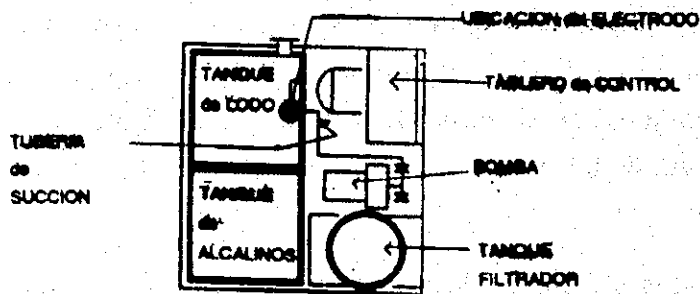
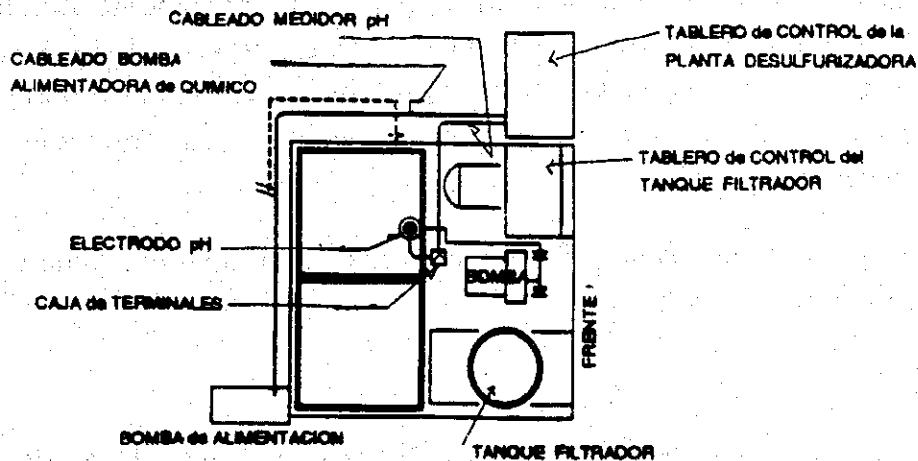


FIGURA X



(2) Cableado del electrodo de pH y de la bomba alimentadora de químicos



- 1) El medidor de pH y la bomba alimentación de químicos se conectan con el tablero de control de la planta desulfurizadora, por medio del cableado.
- 2) El medidor de pH se conecta por medio del cable del electrodo de pH (5 metros de este cable está incluido en el equipo), hasta la caja de terminales (provista de antihumectante, precaución contra el agua, y de allí con el cable especial para el sistema de pH directamente al indicador-calibrador de pH que se encuentra en el tablero de control. La caja de terminales debe instalarse en algún tubo o ángulo de acero que se encuentra en un lugar cercano. [Para el cableado del medidor de pH, ver el manual del fabricante (modelo: electrodo SP 3311, indicador SH/62/2). Llevar a cabo meticulosamente el recubrimiento negro (blindaje electrostático) del cable guiador para la terminal G del cable especial para el sistema de pH, ya que un mal recubrimiento puede ocasionar el funcionamiento erróneo del medidor].

(Referencia) Es posible conectar el medidor de pH directamente al indicador de pH en el tablero de control con el cable del electrodo. En este caso, la conexión debe hacerse de tal forma que permita sacar la barra portadora del tanque. (El cable especial para el sistema pH se encuentra a un lado del tablero de control).

3) El cableado del sistema de pH debe realizarse en un tubo independiente, no en un tubo de uso múltiple.

4.5 Otros

1) La conexión entre el posicionador EE (N-660) y el motor de control (CM-300P) debe hacerse preferentemente con cable blindado, directamente, sin pasar por las terminales. El cableado debe hacerse independiente del cableado de la fuerza motriz.

2) Para el cableado del posicionador EE y del motor de control, ver el manual del fabricante (diagrama estándar de conexiones figura 6-1, 6-2, conexión de cables, etc.).

3) Antes de operar el motor de control, confirmar el funcionamiento de apertura y de cerrada de la compuerta utilizando el volante que se encuentra en la parte lateral del motor, para realizar los ajustes necesarios, como el apretamiento de los tornillos y las tuercas.

4) Otros

* Las letras A=A ~ P=P están claramente señaladas en las partes que se conectan.

* Leer el manual de operación antes del arranque de la planta.

* Con esto, se completan todas las conexiones.

PART II
MANUAL DE MANTENIMIENTO

1. Caldera

1.1. Cuerpo

(1) Limpieza

Después de una operación larga y continua se deberá limpiar una caldera en los conductos del humo y los lados del agua. El hollín y la ceniza volante, adheridos a los pasajes de conductos del humo y las superficies absorbedoras de calor actuarán como aisladores que retrasan la transferencia de calor y el lodo y la incrustación acumuladas en el lado del agua causarán pérdida de transferencia de calor y corrosión también. Asegúrese de limpiar la caldera periódicamente.

(2) Cómo enfriar la caldera después de la operación.

Se deberá efectuar una desvaporización completa para eliminar el agua para inspección y limpieza y se hará de la manera siguiente.

- 1) Dejar la caldera para que se enfríe de manera natural mientras se mantiene el regulador de tiro totalmente abierto para que se enfríe por medio de aire frío.
- 2) Para apresurar el enfriamiento en caso necesario, repetir la desvaporización y la alimentación con agua varias veces mientras se controla el nivel del agua para que permanezca dentro del rango que se encuentra en el vidrio del manómetro de agua.
- 3) No intente hacer bajar la presión de la caldera rápidamente abriendo totalmente la válvula de vapor al principio.
- 4) Mantenga la válvula de respiración de aire abierta mientras se está desvaporizando. Es mejor hacer la desvaporización después de que la presión de la caldera ha bajado por completo y que el calor de la cámara de combustión ha desaparecido.

(3) Limpieza del hollín y de la ceniza volante

Las calderas FT han sido diseñadas para apresurar el pasaje de los gases de emisión para que haya una mejor eficiencia de combustión con lo cual se causará una menor adherencia del hollín en los pasajes de conducción del

humos cuando se las compara con otras calderas convencionales que tienen tubos de humos. Es innecesario decir que la adherencia del hollín reducirá muchísimo la eficiencia de la caldera. Por lo tanto, limpie el hollín periódicamente después de un ciclo de operación. El intervalo de limpieza, aunque depende de las horas diarias de operación y de la carga de la caldera, deberá hacerse por lo menos una vez cada dos o tres semanas.

Los procedimientos de limpieza son como sigue:

- 1) Abrir el acceso del frente totalmente y sacar el hollín con un cepillo de todos los tubos de conducción de humos a conciencia utilizando un cepillo para hollín.
- 2) Barra el hollín que se encuentre en la placa del tubo y en el acceso frontal del humo y sáquelo barriendo con una escoba.
- 3) Abrir el acceso trasero y los orificios de limpieza laterales que se encuentran atrás y limpiar el hollín que se encuentra en la placa del tubo y en el acceso posterior.
- 4) Entrar dentro del horno desde el acceso trasero para inspeccionar la condición de la mampostería y quitar el carbón, si es que ya se adhirió. Barra el hollín que se encuentra en el horno corrugable una vez cada noventa a ciento veinte días.

(4) Limpieza del interior de la caldera

1) Intervalo de limpieza

Se deberá limpiar la incrustación y el lodo para eliminar la pérdida de transferencia de calor, la corrosión y los daños causados por el sobrecalentamiento. El intervalo máximo permisible para la limpieza interior será el que requieran las autoridades locales para inspección, porque podrían requerir esta limpieza para una inspección. Sin embargo, es necesario limpiar el interior de la caldera con más frecuencia dependiendo de otros factores, tales como la limpieza del agua de alimentación, la presencia de equipo para tratamiento de agua y el consumo de vapor. Es aconsejable inspeccionar el interior dentro de los 30 a 60 días después de haber iniciado la operación para determinar el intervalo apropiado para la limpieza futura y para checar si el tratamiento de agua actual es aceptable.

2) Precauciones que hay que tener cuando se entra dentro del lado del agua de una caldera.

Asegúrese de confirmar que no hay presión ni presión de vacío dentro de la caldera antes de abrir el registro.

El retroflujo de vapor y de agua que fluyen de las tuberías hacia la caldera vacía es muy peligroso. Asegúrese, por lo tanto, de cerrar las tuberías de vapor y de agua cerrando las válvulas y las llaves antes de entrar.

No entre en la caldera sin verificar que haya aire fresco ventilando y que no haya vapores ni tóxicos ni inflamables dentro de la caldera.

No utilice lámparas eléctricas rompibles comunes y corrientes. Asegúrese de utilizar cable bien aislado para evitar cortocircuito y fugas.

3) Limpieza manual

Es muy práctico utilizar un cepillo de alambre, una raspa, un martillo astillante, etc. para efectuar la limpieza manual. Tenga cuidado de no dañar la caldera cuando esté quitando la incrustación porque esté usted utilizando herramientas demasiado afiladas o porque esté golpeando demasiado fuerte con el martillo. Dado que la incrustación generalmente se endurece cuando se seca, es prudente quitarla mientras se drena lentamente. En este momento todos los accesorios y las tuberías deben ser inspeccionados y limpiados. Si es necesario, se deberá limpiar con fibra las válvulas y los asientos de las válvulas para que haya un mejor ajuste.

4) Limpieza química

La limpieza química sobrepasa a la limpieza manual en eficiencia y la remoción total de la incrustación. Se ha desarrollado notablemente durante los últimos años y elimina la incrustación por completo en un período corto de tiempo sin dañar la caldera cuando se la aplica debidamente. En lo respectivo a la aplicación individual, hay que cumplir con las instrucciones preparadas por el fabricante de los complejos de calderas.

- a. Analizar la incrustación sacada en forma de muestras de la caldera y determinar el tipo de sustancias químicas y de horas necesarias para la limpieza antes de la aplicación.
- b. Desmantelar los accesorios innecesarios de la caldera y cerrar algunas aberturas u orificios para impedir que haya fuga de sustancias químicas.
- c. Minimizar la diferencia de temperatura de las sustancias químicas y del agua de la caldera.
- d. Proporcionar algún medio para eliminar y agotar el bióxido de carbono y el hidrógeno que pudieran generarse en la caldera y sacarlos al exterior donde no haya peligro.
- e. Se deberá efectuar limpieza con agua dulce y con tratamiento de neutralización después de haber terminado la limpieza con sustancias químicas.
- f. Poner especial atención, cuando se está efectuando la limpieza con sustancias químicas, en el manejo de sustancias químicas, apertura y cierre de suministros de agua y de vapor, y de la ventilación con aire fresco dentro de la caldera y de la sala de calderas.
- g. Inspeccionar el interior de la caldera a conciencia y poner cuidado extra en la parte corroída, si es que la hay, que se haya encontrado en la inspección anterior.

5) Procedimientos después de la limpieza

Se deberá registrar cualesquiera hallazgos que se hubieran encontrado durante la inspección después de la limpieza para ser mantenidos para operaciones futuras.

- a. Asegúrese de sacar todas las herramientas y todos los otros materiales que utilizó para la limpieza.
- b. Limpie la superficie del sellado del registro, limpie e inspeccione los orificios y sus cubiertas o tapaderas, y aplique grafito en los empaques y roscas de los pernos y tuercas de cerrar.
- c. Otros procedimientos se llevan al cabo según los procedimientos de arranque.

(5) Procedimientos de conservación

Es importante impedir que una caldera se oxide y se corroa durante un período de suspensión de larga duración. Hay dos métodos para conservar las calderas, y en cualquiera de los dos métodos se deberá limpiar el hollín húmero y la ceniza volante y sacarlos del horno y de los pasajes de conducción de humo cuando se espera un período de suspensión mayor de 60 días.

1) Conservación en seco

Este método es aplicable generalmente durante una suspensión larga que puede continuar más de 60 ó 90 días. Drenar el agua de la caldera por completo y limpiar la parte externa e interna de la misma. Cierre las tuberías de suministro de agua y vapor y limpie con un trapo las gotitas de agua que están en la caldera. Encienda el carbón extremadamente bajo para secar el interior de la caldera. Cuando utilice óxido de calcio como agente secante, calcule su peso a la tasa de 0.3 kg. de cal por volumen de metro cúbico del interior de la caldera. (En caso de usar cloruro de calcio, 0.1 kg. para el mismo volumen). El secante debe servirse en charolas. Después de esto, selle la caldera por completo para su conservación. Se recomienda examinar el secante en la caldera después de noventa días para su cambio. Mantenga los pasajes de humo secos por medio del ventilador y con el regulador de tiro cerrado. En una larga suspensión, el horno y los pasajes de humo se pueden humedecer, y, por lo tanto, pudiera ser necesario encender el carbón lentamente en algunas ocasiones. Aplicar algún revestimiento protector en la parte externa de la caldera para una conservación de más de un año.

2) Conservación húmeda

Esto es aplicable durante una suspensión corta de menos de 60 ó 90 días, o durante una suspensión larga en los casos en que los otros métodos son considerados imprácticos. Este método es para llenar el interior de la caldera con agua alcalificada (hasta aproximadamente 300 ppm) y dejarlo lleno con todas las aberturas selladas. Para alcalificar el agua, utilice 0.7 kg. de carbonato de sodio por metro cúbico de agua, ó 1 kg. de fosfato de sodio para lo mismo. Limpie el interior de la caldera y verifique los

aditamentos de la caldera por completo. Llene la caldera con agua alcalificada y caliéntela adecuadamente para dejar escapar el aire y el bióxido de carbono disueltos en el agua. Cuando el agua se enfría, añada agua para llenar la caldera. El agua salpicará en gotas que se salen de la válvula del respiradero de aire cuanto está llena. Selle la caldera por completo. El agua debe mantenerse fría para impedir la corrosión porque, cuando la temperatura del agua permanece entre 60 y 80 grados Celsius, nos dará las mejores condiciones para apresurar la corrosión. No utilice este método en los casos en que se teme que el agua se congele. Con este método puede formarse rocío en el horno y en los pasajes del humo durante el verano, y pudiera necesitarse encender carbón a fuego bajo para mantener seco el exterior de la caldera.

- 3) Conservación de otro equipo en la caldera. Aplicar un rocío de aire seco al interior del gabinete principal de control para eliminar el polvo y la humedad. Envuelva las partes integrales del control con papel aceitado. Haga una buena limpieza del quemador y aplique vaselina para prevenir el óxido o grasa en las partes principales. Asegúrese de envolverlas con papel aceitado. Aplique grasa u otro revestimiento para impedir la oxidación sobre la superficie de metal del equipo cuando se teme que haya oxidación. Antes de volver a arrancar, asegúrese de checar todo el equipo de la caldera para ver si tiene defectos o está dañado. Examine cuidadosamente el equipo eléctrico y vea si todo se ha mantenido bien aislado. Haga rotar manualmente o muévalos, si es posible, y aplique lubricante cuando sea necesario.

1.2. Alimentador de sustancias químicas

Podría suceder algún accidente imprevisto en condiciones de trabajo de mantenimiento cuando se afloja o se están quitando las mangueras y la tubería de entrega que se encuentran en los costados. Tenga cuidado de verificar la fuente de energía eléctrica y ver si las válvulas están abiertas o cerradas. Cuando esté usted manipulando las sustancias químicas poderosas o los venenos, deberá usted usar guantes de hule y mascarilla de protección.

(1) Inspección diaria

- 1) Verificar el nivel del tanque de sustancias químicas y añadir sustancias químicas si le faltan. (Asegúrese de purgar el aire si el nivel de líquido baja y la bomba succiona aire hacia arriba).
- 2) Verifique a ver si hay fuga en las juntas. Si hay fugas, apriete la tuerca de la manguera poco a poco. Si la aprieta demasiado se puede dañar la cabeza de la bomba y la unidad de la junta misma.

(2) Cambio del diafragma

- 1) Se deberá cambiar el diafragma cuando esté dañado. El diafragma roto hace que haya fugas de líquido y que gotee a través del agujero del fondo del sub-anillo.

Generalmente, un diafragma dura 5000 horas de uso.

2) Cómo cambiarlo

Quite los cuatro pernos de cabeza, después la cabeza de la bomba. Déle vuelta al diafragma en sentido contrario a las manecillas del reloj y quítelo. Para montarlo, siga los mismos pasos al revés.

(3) Dejarlo en vacío durante períodos largos

- 1) Si no se va a utilizar la bomba durante períodos largos, saque la válvula de pie del tanque de sustancias químicas y sumérjala en agua. Después haga trabajar la bomba durante 30 min. más o menos para lavar la cabeza de la bomba y las juntas con agua.
- 2) Después de dejar la bomba sin trabajar durante períodos largos, las válvulas de bola se adhieren a los asientos, esto es, la bomba no succiona el líquido hacia arriba. En este caso hay que sacar las juntas y lavar las bolas y los asientos de las bolas.

(4) Otros

- a) Si se bombea diluyente, asegúrese de instalar un calentador, dado que el diluyente puede congelarse en la bomba en tiempo frío causando daños a la bomba o al tanque.
- b) Lave los lados internos del tanque y la válvula de pie cada tres meses.

1.3. Mini-blow (Desvaporización)

(1) Precauciones

Se deberán observar estrictamente las siguientes precauciones para la correcta operación de su Mini-blow. Dado que las precauciones son útiles para prevenir accidentes es necesario observar una estricta adherencia a las mismas.

1) Precauciones de operación

- a. No haga operar el Mini-blow a una presión mayor que la de la presión máxima de operación.
- b. No instale una válvula en la tubería de salida del flujómetro instantáneo ni aplique presión.
- c. No fije la válvula de alivio a una presión mayor que la del valor especificado.
- d. No haga operar el Mini-blow con la temperatura del agua en la salida del chorro a más de 100 grados centígrados.
- e. No deje que la válvula maestra de salida del agua para el chorro se quede abierta durante un paro extenso de la caldera.
- f. No deje que fluya el agua hacia el intercambiador de calor en dirección contraria a la de los puntos de entrada y salida.
- g. Para echar a andar, no utilice agua para lavado a alta temperatura ni a alta presión para enjuagar las tuberías.

2) Precauciones para mantenimiento y servicio

- a. Ni quite ni instale la tapadera del cuerpo durante una operación de soplado. No le quite el sensor ni el termómetro ni las válvulas ni limpie el cedazo durante una operación de soplado.
- b. No permita que el equipo se congele.
- c. No deje el equipo durante un paro extenso sin aplicarle un tratamiento para prevenir la corrosión.

(2) Mantenimiento y Servicio

1) Inspección y limpieza del interior del intercambiador de calor

- a. Cierre la válvula de entrada del agua para el lavado para que queden positivamente separadas las tuberías de la caldera y del Mini-blow.

- b. Cierre la válvula de salida del suministro de agua, y cierre de manera positiva las tuberías que van al Mini-blow.
- c. Quite las tuberías de entrada y de salida del suministro de agua del Mini-Blow.
- d. Afloje los pernos de las bridas por debajo del cuerpo del Mini-Blow, quite el cuerpo y sepárelo de las patas.
- e. Cheque y limpie los tubos de transferencia de calor. Los tubos no se pueden quitar.
- f. Monte la unidad con el procedimiento al revés.

(3) **Flujómetro instantáneo**

Cheque periódicamente y limpie el indicador. Cheque el tubo del nivel y los empaques para ver si están dañados y tienen fugas. Para cambiar el nivel, quite los pernos grandes de la parte de arriba y de las bridas del fondo. Apriete los pernos de manera pareja y lentamente.

(4) **Otras válvulas**

Cheque las otras válvulas para ver si tienen fugas en condiciones de operación normal. Chéquelas periódicamente y cuando encuentre un asiento de válvula dañado, púlalo y repárelo o cámbielo.

(5) **Cedazo**

Limpie periódicamente el cedazo de metal con el tapón quitado.

1.4. Ventilador de tiro forzado

(1) **Precauciones para reanudar después de una operación suspendida**

Con frecuencia han ocurrido accidentes cuando se ha reanudado la operación sin haber hecho reparaciones cuidadosas inmediatamente después de la suspensión de la operación del ventilador o sin haber verificado el ventilador antes de reanudar la operación o sencillamente que se supone que está en buenas condiciones porque así lo estuvo antes de la suspensión de operaciones y la suspensión de operaciones duró poco tiempo. Las posibles causas de cualquier accidente en el momento de reanudar la operación son como sigue:

- 1) En caso de que haya mucho polvo pegado al impulsor y que éste se humedezca, tiende a desprenderse parcialmente. El polvo, limitado en cantidad, hace que el impulsor se corra parcialmente, especialmente en la parte inferior del impulsor durante la operación suspendida.
- 2) La grasa o el aceite en los cojinetes tiende a deteriorarse por la intemperie, y de esta manera los cojinetes empiezan a picarse. La grasa pierde su efecto lubricante.
- 3) Si no se checa el funcionamiento del regulador de tiro ni se repara antes de reanudar la operación, habrá un exceso de fuerza motriz, o se romperá el regulador, etc., lo cual ocurrirá en el arranque del ventilador.
- 4) Durante un paro de operaciones relativamente largo suelen ocurrir cambios parciales. Asegúrese de hacer una verificación cuidadosa en todas las secciones después de una suspensión de operaciones y antes de volverlas a reanudar. Cheque el ventilador con mucho cuidado para mantener su condición similar o mejor que la que tenía antes de la operación suspendida.

(2) Chequeo periódico

Cheque el impulsor y su interior una vez al mes.

- 1) El polvo que se pega al impulsor, si crece, hace que el impulsor vibre. Limpie el impulsor antes de que el polvo aumente demasiado.
 - a. Precauciones que hay que tener al operar el ventilador en un lugar lleno de polvo.
 - i) El impulsor del ventilador instalado en un lugar polvoso puede desequilibrarse poco a poco o rápidamente e ir aumentando las vibraciones cuando aumenta el polvo que tiene pegado, y de esta manera puede ocurrir un gran accidente. Asegúrese, por lo tanto, de mantener un registro periódico de la vibración del soplador instalado en un lugar polvoso y quítele el polvo por completo al impulsor en el momento de la inspección periódica.
 - ii) Método y precauciones para quitar el polvo
Quítele el polvo que se ha pegado a todas las superficies del impulsor que tienen contacto con el gas. Quíteselo completamente con un cepillo de alambre o con una fibra o una raspa. El polvo

tiende a pegarse en la superficie trasera de las placas y de los álabes del impulsor, etc., del lado de la succión y se acumula más en el lado de la entrada de la succión que en el lado de la salida. El polvo que se pega a dichas placas y álabes es muy difícil de quitar. Limpie el polvo por completo con mucho cuidado en los puntos arriba mencionados.

iii) **Cheque e inspeccione después de limpiar**

Tal vez no se pueda quitar el polvo por completo de los lugares arriba mencionados cuando son difíciles de ver y de limpiar. Verifíquelos con especial cuidado. Cheque a ver si quedó algo de polvo en el impulsor. Déle vuelta suavemente a mano para checar a ver si se para de manera natural o en una posición optativa (para saber si el equilibrio estático es bueno). Después cheque para saber si el polvo que cae dentro de la carcasa ha sido completamente quitado, y asegúrese de que la tubería de drenaje no está tapada.

- 2) **Cheque para saber si los álabes del rotor y la placa principal pudieran estar total o parcialmente desgastados o corroídos.**

(3) **Precauciones generales**

1) **Lubricación con aceite para cojinetes.**

Utilice aceite de lubricación de calidad especialmente fina. Las siguientes grasas son las que se usan para los sopladores en el momento de la entrega.

a. **Aceite para cojinetes de bola y para rodamientos cilíndricos: Unipower FM68 (Producto ESSO).**

b. **Engrase para uso federal: Albania # 2 (Producto SHELL).**

Utilizar los equivalentes de los aceites de lubricación antes mencionados en caso de que no los encuentren disponibles. Asegúrese de cambiar la grasa por completo. Nunca la mezcle con otra grasa de otros fabricantes porque las grasas mezcladas pueden causar cambios químicos.

2) Precauciones para cambiar los aceites de lubricación

a. Aceites

i) Intervalo de cambio

Cambiar el aceite que se le colocó al principio en el momento de la entrega por completo. Cambiar por aceite nuevo 700-1400 hrs. (1-2 meses) después del inicio de operaciones.

ii) Suministro de aceite. Se anexa un manómetro de aceite a la caja de rodamientos. La parte media entre las líneas límite superior/inferior del suministro de aceite indica que el suministro de aceite está en condiciones óptimas. El aceite puede fugarse de la sección del eje cuando se encuentra por encima de la línea del límite superior, lo cual da como resultado que se sobrecaliente el eje. Cuando el aceite cae por debajo de la línea del límite inferior, la falta de aceite hace que se atore el eje. Ponga atención al nivel de aceite del medidor.

b. Grasas. El intervalo para cambiar la grasa depende de la condición de operación en diversas plantas. Cuando el intervalo entre revisiones del equipo es más largo que el intervalo del cambio de grasa, hay que suministrar grasa a los intervalos apropiados. Ponga atención a los puntos siguientes:

i) Si se suministra el aceite en cantidades en una sola vez y se reduce el número de veces del suministro de aceite, los cojinetes se sobrecalientan o se calientan continuamente a alta temperatura y, como resultado, el intervalo de cambio de grasas se acorta.

ii) El no suministrar aceite periódicamente puede causar malos sonidos en los cojinetes, desgaste anormal, quema de cojinetes y otros peligros. Llevar al cabo buenas prácticas de mantenimiento y control del equipo.

iii) Un sobrecalentamiento o calentamiento largo y continuo de los cojinetes puede ocurrir después de haber suministrado la grasa. Esto se debe principalmente al suministro excesivo de grasa en un momento o que el agujero por donde se descarga la grasa está taponeado con la grasa vieja. En este caso, quitar la grasa que está tapando el agujero para descarga de grasa, para hacer que la grasa innecesaria pueda ser descargada. Incidentalmente, estos problemas

que hemos mencionado pueden ocurrir cuando se suministra grasa durante el paro de operaciones.

1.5. Ablandador de agua

(1) Cuerpo principal

Es aconsejable abrir el registro en la cubierta del extremo superior por lo menos una vez al año para cambiar la resina de intercambio iónico para inspeccionar muy de cerca la parte interna y averiguar si se ha desprendido el revestimiento. Inspeccione, al mismo tiempo, el equipo que está adentro para ver si se ha dañado, incluyendo daños y taponamiento del cedazo BD. Cualquier daño podría causar una fuga de los constituyentes de dureza hacia el agua tratada o que la resina de intercambio iónico pueda salirse. Por lo tanto, se requiere una inspección muy estrecha. Se deberá reparar el revestimiento desprendido y los daños al equipo que está adentro lo más rápidamente y de la mejor manera posible.

(2) Resina de intercambio iónico

La capacidad de ablandamiento de agua de la resina de intercambio iónico se deteriora por las siguientes tres causas:

1) Pulverización de la resina

La resina de intercambio iónico se pulveriza después de un extenso período de tiempo. En el momento del proceso de retrolavado, esta resina pulverizada se junta en la superficie del tanque de resina, con lo cual no solamente aumentan las pérdidas de presión durante la recolección de agua, sino que se taponea el dispositivo interno. Por lo tanto, esta resina pulverizada debe ser sacada. En este caso, hay que sacar físicamente y eliminar la resina pulverizada que se encuentre en la superficie de la capa de resina y volver a rellenar lo que falte de resina de intercambio iónico.

2) Oxidación por medio de una sustancia oxidante

Si el agua cruda contiene sustancias oxidantes tales como cloro libre, se oxida la resina de intercambio iónico y se hincha. En condiciones peores, es imposible utilizar la resina (prestar especial atención al suministro de

agua). En caso de que exista esta agua cruda, es necesario tener equipo de pre-tratamiento.

3) Intercambio iónico defectuoso por contaminantes

Si el agua cruda contiene contaminantes, éstos se depositan en la superficie o en los granos de la resina de intercambio iónico y bloquean la acción de intercambio iónico. En este caso, es necesario lavar la resina de intercambio iónico.

4) En un caso normal, se rellena entre el 5 y 10% de resina de intercambio iónico una vez al año. Si se utilizó resina de intercambio iónico durante un período extenso de tiempo, se reduce la capacidad. Es mejor cambiar la resina entera.

(3) Limpieza con ácido de la resina de intercambio iónico

Si se contamina la resina de intercambio iónico, como se dijo antes, se deberá llevar al cabo limpieza por medio de ácido de la siguiente manera:

- 1) Saque la resina de intercambio iónico en un recipiente a prueba de ácidos, sumerja la resina completa en una solución de HCl entre 5 y 10% y después de mezclar bien, dejarla reposar durante más de 24 horas.
- 2) Drenar la solución de HCl y después de neutralizar la resina con solución de NaOH al 5%, lavarla con agua.
- 3) Después de lavar, colocar la resina en la torre de intercambio iónico, retrolavarla y regenerarla con el doble de la cantidad prescrita de agua salada. Después de completar el proceso de regeneración, recolectar el agua blanda.
- 4) Si el agua cruda contiene hierro o materia orgánica, es necesario someterla a un tratamiento separado.

(4) Calidad del agua cruda

Si el agua cruda contiene más de la cantidad prescrita de constituyentes de dureza, la cantidad de agua recolectada disminuye o la calidad del agua blanda baja. Es necesario, en ese caso, considerar aumentar la cantidad de resina así como la cantidad de sustancias químicas regenerantes.

(5) Eyector

Debido a las siguientes causas, el eyector podría no tener una fuerza de succión normal. Es necesario tomar una medida apropiada para que esto no suceda.

1) Insuficiente presión de impulsión de agua

La presión mínima de impulsión del eyector que se utiliza en el suavizador de agua es 1.5 kg./cm. La presión insuficiente del agua cruda no puede proporcionar fuerza de succión adecuada para el eyector. Es necesario checar la presión del agua cruda con el medidor de presión.

2) Taponamiento del eyector y del cedazo

Al disolver la sal, a veces pueden entrar materias extrañas, que taponan la boquilla del eyector así como las ranuras del cedazo. Evitar este taponamiento, pero si ocurre, limpiar a conciencia la parte tapada.

3) Succión de aire

Si se succiona aire durante la inyección de agua salada, la operación no seguirá bien. Checar para ver si hay alguna causa de succión de aire a lo largo de la línea de succión. Específicamente examine la válvula de succión o la llave de succión.

(6) Válvula de control único (SCV)

La estructura de la válvula de control único es tan sencilla que el manejo regular o normal no causa problemas, pero el mal manejo puede causarle daños. Por lo tanto, prestar atención a los puntos siguientes en el manejo.

- 1) Siempre fije el señalador a uno de los procesos. No deje el señalador a medio camino entre dos procesos.
- 2) Siempre observe la dirección de la flecha al darle vuelta a la manija de la SCV y déle vuelta a la manija sólo después de haber checado con el medidor de presión que la presión del suavizador de agua ha bajado. (Si se le da vuelta a la manija con fuerza bajo presión, la placa rotatoria y la

flecha adentro de la SCV se pueden dañar, lo cual causará problemas. Se debe prestar atención a este punto).

(7) Movimiento de un suavizador de agua

Se deberá mover un suavizador de agua de la manera en que está colocado normalmente. No colocar el suavizador de agua sobre su costado ni suspenderlo cabeza abajo, porque puede dañarse o puede causar problemas en los dispositivos internos y en otras partes.

(8) Calidades permisibles de agua cruda y métodos de pre-tratamiento

Constituyente	Límite permisible	Método de pretratamiento
Turbidez	2 grados o menos	Filtración
Hierro	0.3 ppm o menos	Eliminación del hierro
Manganeso	0.3 ppm o menos	Eliminación del manganeso
Consumo de permanganato de potasio	10 ppm o menos	Filtración por carbón activado
Cloro libre	0.3 ppm o menos	Filtración por carbón activado

1.6 Economizador

(1) Limpieza dentro del tubo de vidrio

Checar periódicamente la parte interna de cada tubo de vidrio resistente al calor a intervalos de 6 meses, y limpiarla si es necesario.

1) Limpiar la baba o las algas

- Sustancia química para limpieza: peróxido de hidrógeno (H_2O_2).
- Concentración: más del 6%
- Volumen: 1.5 veces el volumen del economizador
- Tiempo de limpieza: media hora.
- Temperatura: temperatura normal