



\*D-7002\*

T  
665.532  
D687

**Escuela Superior Politécnica  
del Litoral**

**Cursos Especiales de Tecnólogos**

**Análisis Diagnóstico de la  
Desmineralizadora de Agua  
de la Refinería de Esmeraldas**

**MONOGRAFIA**

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE  
**Tecnólogo Electromecánico de  
Refinería**

**Hernando Donoso Freire**

**Alfonso Bolagay**

**Guayaquil**

**Ecuador**

**1.984**



SECRETARIA  
GENERAL

ANALISIS DIAGNOSTICO  
DE LA DESMINERALIZADORA DE  
AGUA DE LA  
REFINERIA ESMERALDAS

LA RESPONSABILIDAD DEL TRABAJO PRESENTADO EN ESTA

MONOGRAFIA CORRESPONDE EXCLUSIVAMENTE A :

HERNANDO DONOSO FREIRE

Y

ALFONSO BOLAGAY

P R O L O G O  
++++++  
++++++

Sería ideal disponer de agua pura para las aplicaciones industriales, pero por razones técnicas y económicas, el hombre debe utilizar aguas naturales que contienen siempre impurezas en suspensión, o en solución.

En el mayor número de casos, las aguas naturales producen problemas en sus aplicaciones industriales, formando depósitos e incrustaciones que interfieren con la transferencia de calor y ocasionan, taponamientos y corrosión de los metales.

Por esto recopilando experiencias de ocho años de trabajo en Refinería, y aplicando los conocimientos adquiridos en estos tres años de estudio tecnológico, hemos realizado este trabajo que en su parte medular, analiza y diagnostica la operación, de la Planta desmineralizadora de agua de la Refinería de Esmeraldas.

A lo largo de la obra, compuesta de cuatro capítulos se analiza las anomalías y luego se sugieren soluciones; finalmente se señalan las ventajas, y beneficios que se pueden obtener.

I N D I C E

	pág.	
CAPITULO 1	CONDICIONES BASICAS DEL DISEÑO	
	DE LA PLANTA	
1.1.	Introducción	1
1.2.	Calidad del agua a ser tratada	6
1.3.	Descripción de la planta	9
1.4.	Condiciones de diseño del agua para calderas	11
CAPITULO 2	CONDICIONES ANORMALES DETECTADAS	
2.1.	Mala calidad del agua clarificada	12
2.2.	Equipos defectuosos	17
2.2.1.	Filtros	17
2.2.2.	Equipos de inyección de químicos regenerantes	21
2.2.3.	Piscina de neutralización	29
2.2.4.	Otros equipos	32
2.3.	Degasificador común para los dos trenes	39
2.4.	Sobrecarga a los intercambiadores	44
2.5.	Pruebas de evaluación de la desmineralizadora	49
CAPITULO 3	SOLUCIONES PROPUESTAS	
3.1.	Mejorar la calidad del agua clarificada	51

	pág.	
3.1.1.	Poner en funcionamiento el control automático del clarificador.	52
3.1.2.	Reducir el consumo de agua clarificada	54
3.1.3.	Construir un tanque de almacenamiento de agua clarificada	57
3.2.	Coordinar con mantenimiento la reparación o reposición de los equipos con problemas	62
3.3.	Instalar otro degasificador	65
3.4.	Reducir el consumo de agua tratada	71
3.4.1.	Operar dentro de los rangos de diseño	73
3.4.2.	Eliminar desperdicios de agua tratada	80
3.5.	Implementar un laboratorio de campo	83
3.6.	Instalar un puente-grúa para realizar las maniobras	87
3.7.	Seguridad personal	88
3.8.	Resumen de sugerencias	91
 CAPITULO 4 BENEFICIOS A OBTENERSE		
4.1.	Obtención de agua de excelente calidad	92
4.2.	Ahorro de regenerantes	96
4.3.	Ahorro de resinas y antracita	97
4.4.	Disminución del trabajo	99
 BIBLIOGRAFIA		
		102

L I S T A D E F I G U R A S

		pág.
Fig. 1	Diagrama de flujo de la desmine. realizadora	10
Fig. 2	Corte esquemático de un filtro de antracita	18
Fig. 3	Diagrama de flujo del ácido	22
Fig. 4	Diagrama de flujo de la sosa	23
Fig. 5	Diagrama de la piscina de neutra lización	30
Fig. 6	Diagrama de flujo del degasificador	40
Fig. 7	Esquema de un intercambiador catiónico	45
Fig. 8	Esquema de un intercambiador aniónico	46
Fig. 9	Ubicación del tanque Y-T 3002	61
Fig.10	Diagrama de flujo de otro degasif.	69
Fig.11	Circuito del agua tratada	72

L I S T A D E G R A F I C O S

	pág.
Gráfico 1 Comportamiento de pH., conducti- vidad y sílice en una operación normal	8
Gráfico 2 Materia orgánica en el agua cla- rificada en el mes de Enero/84	13
Gráfico 3 Sulfatos en el agua clarificada en el mes de enero/84	14
Gráfico 4 Turbidez en el agua clarificada en el mes de enero/84	15
Gráfico 5 pH. en el agua tratada del tan- que YF7001 en el mes enero/84	74
Gráfico 6 Conductividad en el agua del Y-T 7001 en el mes enero/84	75
Gráfico 7 Sílice en el agua del tanque Y-T 7001 en el mes enero/84	76

## CAPITULO I

### CONDICIONES BASICAS DE DISEÑO DE LA PLANTA

#### 1.1.- INTRODUCCION

#### EL PROCESO DE DESMINERALIZACION

##### Desmineralización

La desmineralización es un proceso de intercambio de iones hecho en dos etapas.

En la primera etapa, iones metálicos positivos llamados CATIONES (calcio, magnesio, sodio,...), son removidos por el intercambiador catiónico o zeolito de hidrógeno

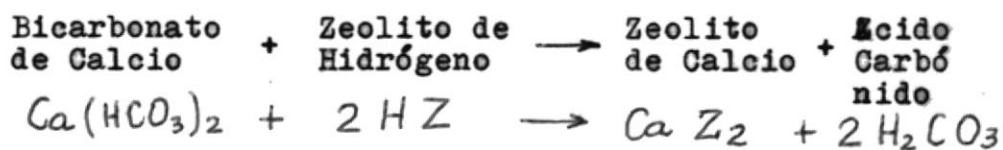


La letra A representa el bicarbonato, sulfuro, cloruro o nitrato presente en el agua con calcio, magnesio o sodio. La letra Z representa el material zeolito. HZ representa el material zeolítico de intercambio en el cual el ion de intercambio es el hidrógeno. Las sales en el agua reaccionan con el material in -

tercambiable, y los cationes ( Ca, Mg, Na ...) se quedan con la zeolita.

Cuando el hidrógeno reemplaza a los otros cationes en el agua, se forman ácidos muy diluidos.

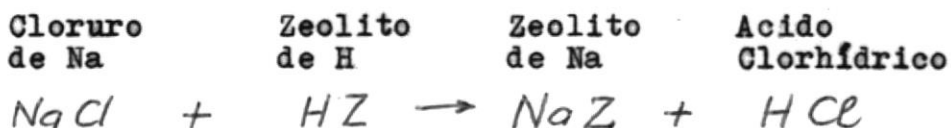
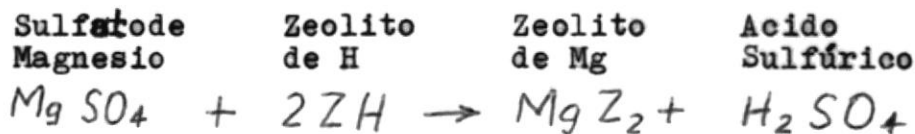
Sales de bicarbonato en agua formarán ácido carbónico



El ácido carbónico a su vez formará gas de CO<sub>2</sub>

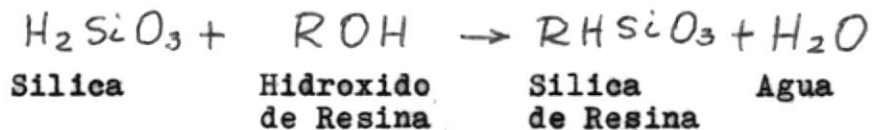
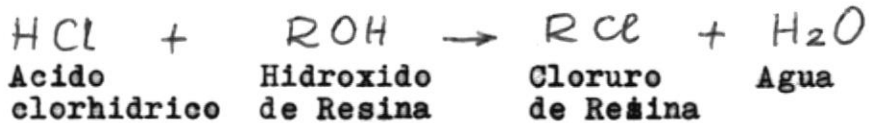
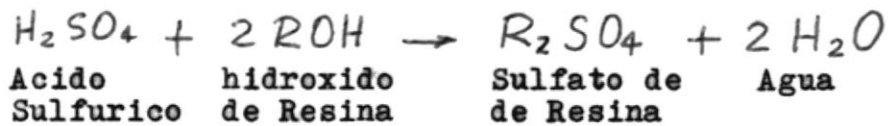


Sulfatos y cloruros en el agua, luego de esta primera etapa forman ácidos libres AML (acidez mineral libre)



En la segunda etapa, los iones negativos restantes llamados ANIONES ( sulfatos, cloruros, etc.), son removidos por el intercambiador aniónico.

Usando los intercambiadores aniónicos fuertemente básicos, se remueve ácidos, dióxido de carbono y sílica.



Por consiguiente, el intercambiador catiónico remueve los metales (cationes) para formar ácidos - y el intercambiador aniónico remueve los ácidos, que quedan de las sales, para dejar agua pura.

Los intercambiadores aniónicos fuertemente básicos remueven los ácidos, sílica y el dióxido de carbono.

El dióxido de carbono, en gran porcentaje, es removido por desgasificación en una etapa intermedia antes del intercambiador aniónico, con el objeto de reducir la carga para el intercambiador aniónico.

### Regeneración

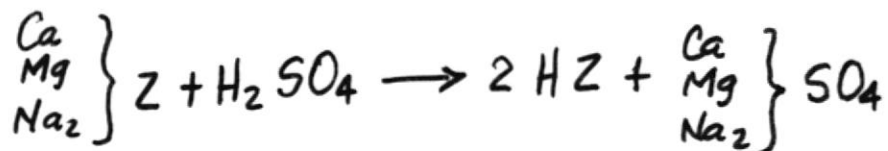
Una reacción de intercambio iónico puede continuar sólo mientras el material de intercambio pueda abastecer el hidrógeno o el hidróxido para reem-

plazar los aniones o cationes del agua sin tratamiento.

En igual forma que una batería eléctrica con líquido, la cama de intercambio debe ser regenerada a ciertos intervalos, para reabastecer de iones al material de intercambio.

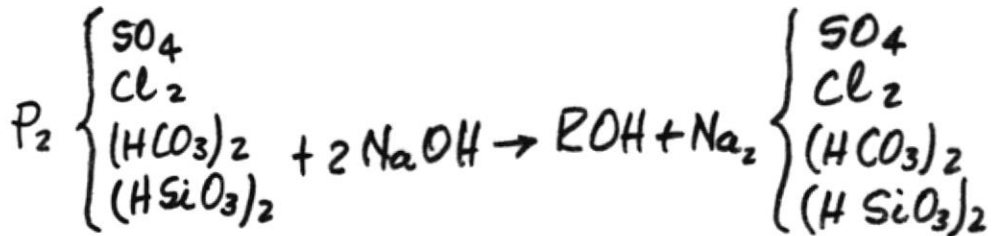
Cuando la unidad catiónica ya no puede intercambiar iones, debe ser regenerada con ácido diluido, para ponerla en su condición original.

Se demuestra el proceso de regeneración por medio de las siguientes reacciones (se muestra ácido sulfúrico, aunque también se puede usar ácido clorhídrico, sobre todo cuando las resinas están muy agotadas y necesitan una reactivación.)



Después de la regeneración, el exceso de ácido, - junto con las sales de calcio, magnesio y sodio - son enjuagadas de la cama.

La regeneración de los materiales aniónicos de intercambio es similar a la regeneración catiónica. Cuando el material ya no es capaz de intercambiar se lo pone en su estado original con el uso de la sosa cáustica diluida y calentada



Después de la regeneración, las sales y el exceso de sosa son enjuagados y sacados de la cama.

Para la regeneración de las unidades de intercambio aniónico se debe usar agua degasificada esto es que ya haya pasado por una unidad de intercambio catiónico y luego por el degasificador

Cuando se regenera una unidad aniónica, con agua cruda o con agua de una unidad catiónica agotada puede darse el caso que se precipite carbonato de calcio e hidróxido de magnesio, que recubrirían el material de intercambio, reduciendo su eficiencia.

En la regeneración del material de intercambio catiónico con ácido sulfúrico, el calcio en el intercambiador agotado podría juntarse con el sulfato que hay en exceso en el ácido, precipitando sulfato de calcio. Estos precipitados forman granos sobre el material zeolito, interfiriendo con la regeneración completa y acortando la capacidad de operación de la próxima corrida.

Para contrarrestar el efecto del sulfato de calcio se usa ácido sulfúrico en cantidades progresivamente más concentradas, primero al 2% y luego al 4%

## 1.2.- CALIDAD DEL AGUA A SER TRATADA

Factor importantísimo en el proceso de intercambio iónico, es que los materiales de intercambio deben ser mantenidos limpios, para que funcionen eficientemente.

Por esta razón el agua a ser tratada debe estar libre de materiales en suspensión, aceites, algas, lamas y otras impurezas que se colectarían sobre las partículas de resinas y reducirían su capacidad.

En la Refinería de Esmeraldas, este paso previo se lo realiza en una planta de Clarificación y se complementa en los filtros de Antracita

Indudablemente que los intercambiadores iónicos pueden actuar como filtros, pero su capacidad de intercambio disminuirá y la cama de resinas requerirá de limpiezas más frecuentes y luego su reemplazo que resulta por demás caro y molesto.

Una planta desmineralizadora, no está diseñada para remover materias orgánicas o colores. Si estas sustancias están presentes en el agua clarificada tenderán a tapar las resinas especialmente la aniónica con la consiguiente pérdida en capacidad o calidad del efluente.

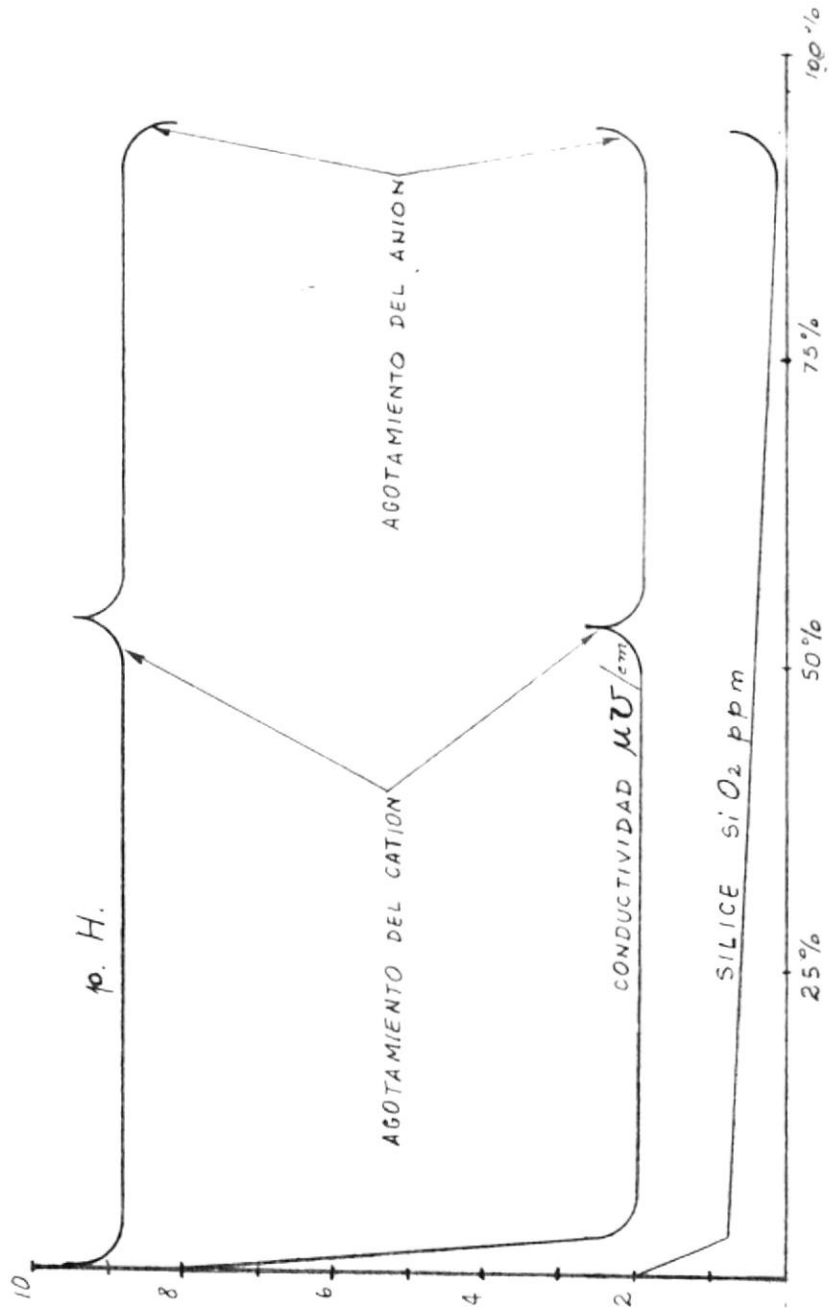
En estos casos la resina aniónica puede ser limpiada y su capacidad restaurada con tratamiento de salmuera caliente.

Otros contaminantes que pueden interferir en la operación normal de los intercambiadores son: cloro, cobre

Los fabricantes de la Planta desmineralizadora exigen que el agua clarificada cumpla con las siguientes condiciones:

Temperatura	23 - 27 °C
p.H.	6.1 - 6.8
Dureza Total Como $\text{CaCO}_3$	35 - 48 ppm
Ca como $\text{CaCO}_3$	22- 32 ppm
Mg como $\text{CaCO}_3$	3 - 28 ppm
Alcalinidad total como $\text{CaCO}_3$	42 - 54 ppm
Sulfatos	3 - 28 ppm
Cloro	3 - 7 ppm
Hierro (filtrado)	2 - 5 ppm
Sílice ( $\text{SiO}_2$ )	6 - 32 ppm
Oxido de Al ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	3 - 11 ppm
Sólidos en suspensión	No más de 15 ppm
Total de Cationes	No más de 79 ppm
Total de Aniones	No más de 79 ppm

GRAFICO 1.- COMPORTAMIENTO DE LAS SIGUIENTES  
VARIABLES: pH. Conductividad y  
Sílice, en una operación normal



### 1.3.- DESCRIPCION DE LA PLANTA

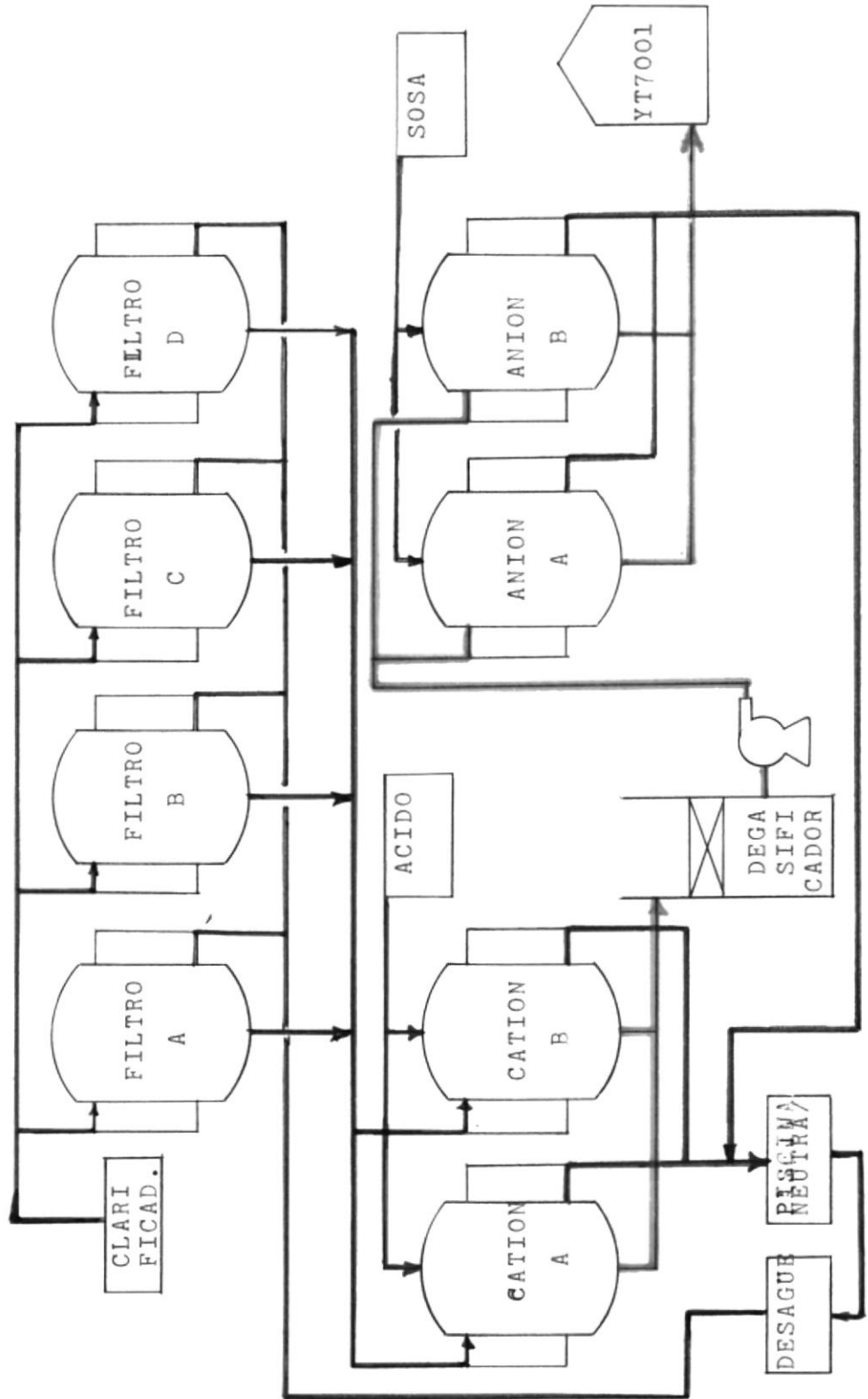
En términos generales, la Planta desmineralizadora Marca ENVIREX, de fabricación norteamericana está formada de cuatro secciones: Filtración, Desmineralización, Neutralización de efluentes y Almacenamiento de agua desmineralizada.

Dentro de la sección de la desmineralización se debe anotar también, los sistemas de inyección de compuestos químicos regenerantes (ácido y sosa)

En detalle los equipos son los siguientes:

- 4 Filtros de antracita Y-V7201ABC&D
- 2 Intercambiadores Catiónicos Y-V7202A&B
- 1 Degasificador Y-V7204
- 2 Intercambiadores Aniónicos Y-V7205A&B
- 2 Bombas presionadoras, Y-P7202A&B
- 3 Bombas de la piscina de neutralización, Y-P7204
- 1 Tanque diario de ácido Y-V7203
- 2 Bombas dosificadoras de ácido Y-P7202A&B
- 1 Tanque diario de Sosa, Y-V7206
- 2 Bombas dosificadoras de sosa, Y-P7205A&B
- 1 Tanque de almacenamiento de agua desmineralizada con capacidad de  $2.560 \text{ m}^3$
- 1 Piscina de neutralización con capacidad para  $95 \text{ m}^3$  ( 25.000 gal)

FIGURA 1.- Diagrama de flujo y disposición de los diferentes componentes - de la DESMINERALIZADORA



1.4.- CONDICIONES DE DISEÑO PARA EL AGUA DESMINE  
RALIZADA

El agua para uso en Calderas debe ser de la mejor calidad y tendiendo a ser químicamente pura, ya que se trabaja a altas presiones y temperaturas.

Los parámetros más importantes y sus valores son - los siguientes:

- pH.	8.5
- Conductividad	$\leq 20 \mu\text{S} / \text{cm}$
- Silice como $\text{SiO}_2$	No más de 0.05 ppm
- Turbidez (filtrada)	No más de 0.5 ppm
- Dureza Total	Siempre 0 (cero) ppm

El incumplimiento de estos valores dentro del agua desmineralizada, ocasionará a corto plazo incrustaciones y corrosiones en los tubos de las Calderas y luego su rotura y destrucción total.

La sílice es aún más peligrosa por cuanto a altas temperaturas, se volatiliza y es arrastrada con el vapor a partes muy delicadas como son los álabes - de turbinas, donde produce incrustaciones, y éstas a su vez desbalance, vibración y desajustes en general, lo que lleva a la destrucción de estas máquinas.

## C A P I T U L O 2

### CONDICIONES ANORMALES DETECTADAS

#### 2.1.- MALA CALIDAD DEL AGUA CLARIFICADA

Como es lógico suponer la capacidad de la planta - desmineralizadora, así como la calidad del agua ya tratada está en función directa de la calidad del agua clarificada, o sea el agua que va a ser desmineralizada.

Cualquier incremento en los residuales máximos permisibles, hará disminuir notoriamente el rendimiento de las resinas de intercambio iónico,

En el caso de Refinería Esmeraldas, la calidad del agua clarificada deja mucho que desear. El motivo principal radica en el hecho de que el sistema de control de dosificación de químicos no funciona y por lo tanto la misma debe hacerse en forma manual no siempre eficiente.

Otro de los motivos de la mala calidad del agua clarificada, es el no usar un polielectrolito sintético que ayuda a la acción del Sulfato de Aluminio en la formación de los flóculos.

La ausencia del polímero obliga al uso de mayor can

GRAFICO 2.- MATERIA ORGANICA Enero de 1984  
Según reporte de Laboratorio de  
Agua clarificada

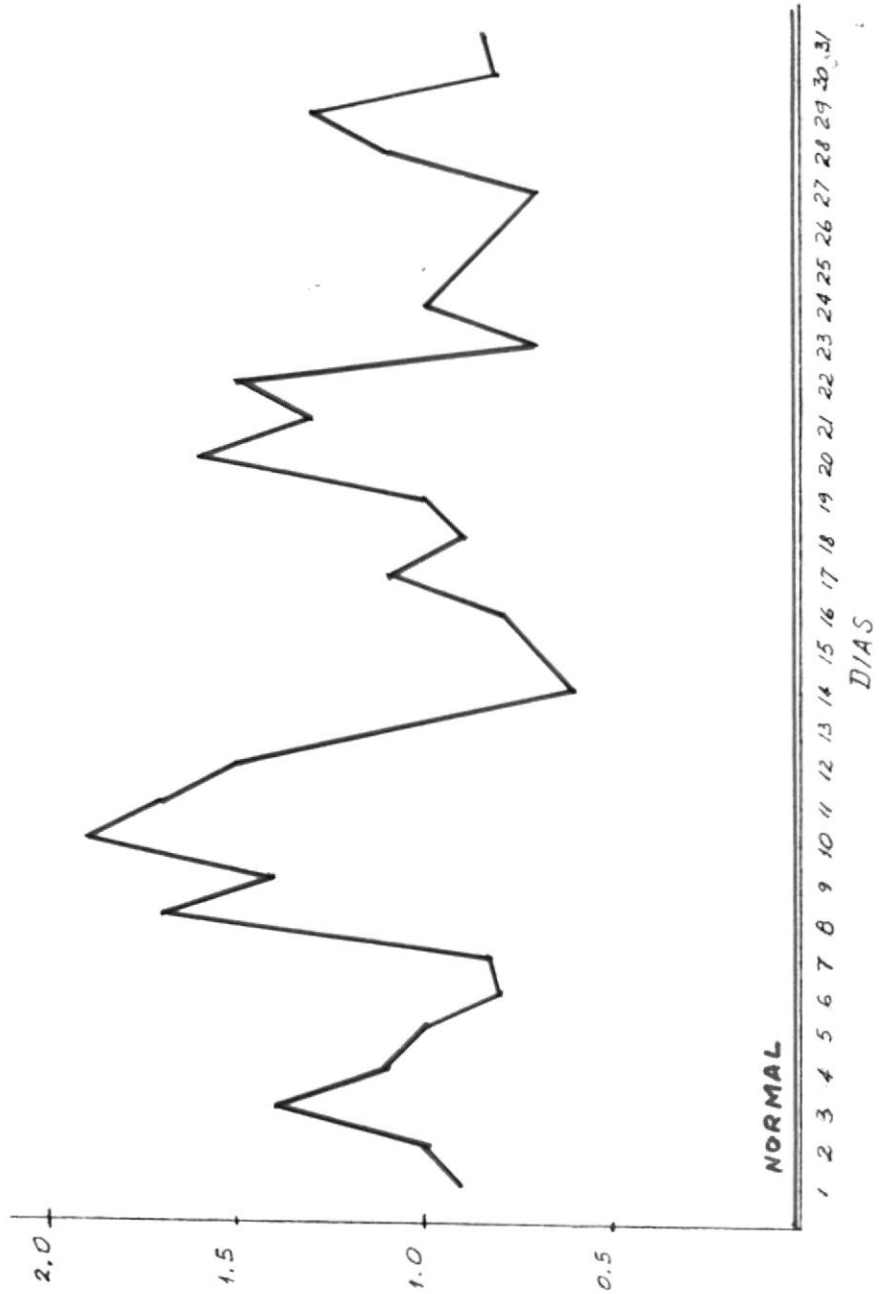


GRAFICO 3.- Residual de SULFATOS en el agua clarificada según reporte de Laboratorio del mes de Enero/84

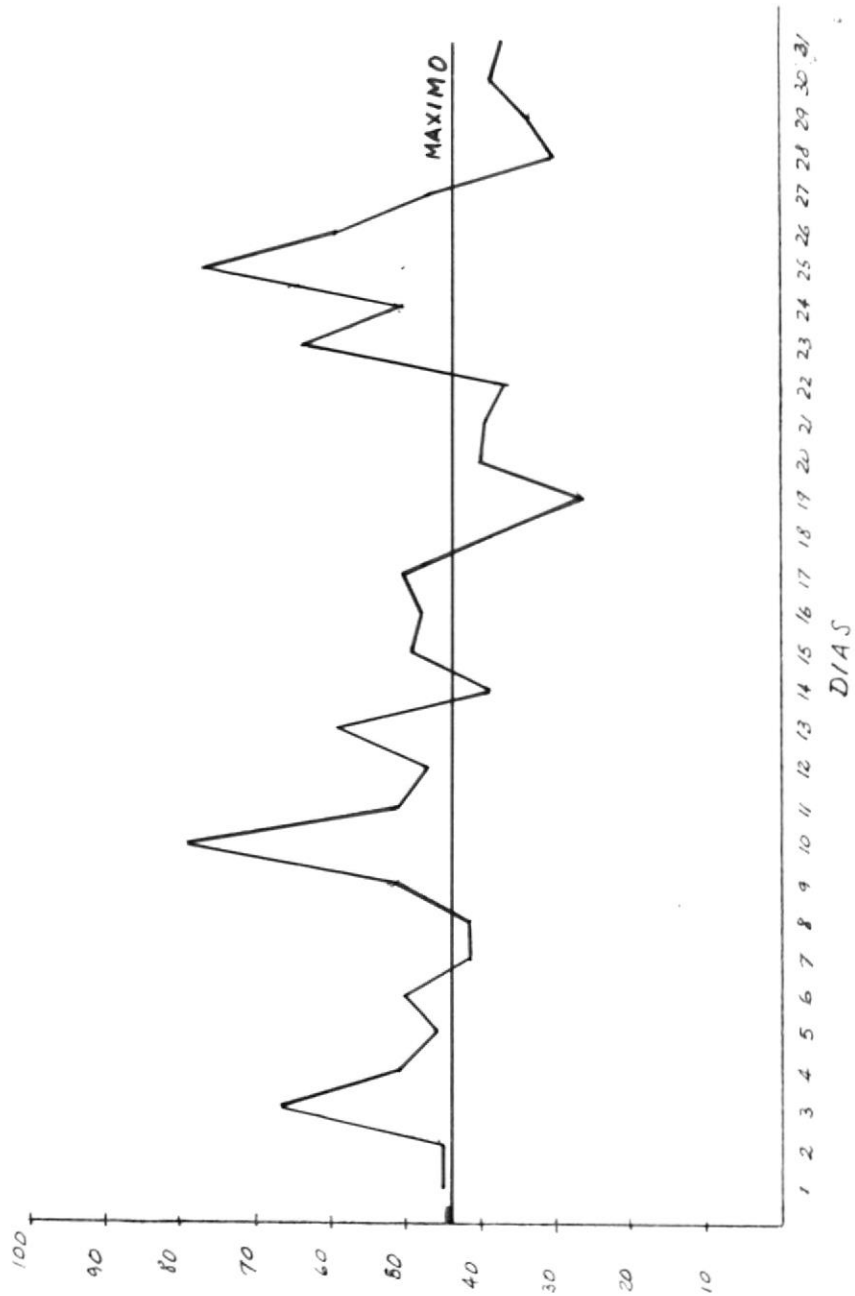
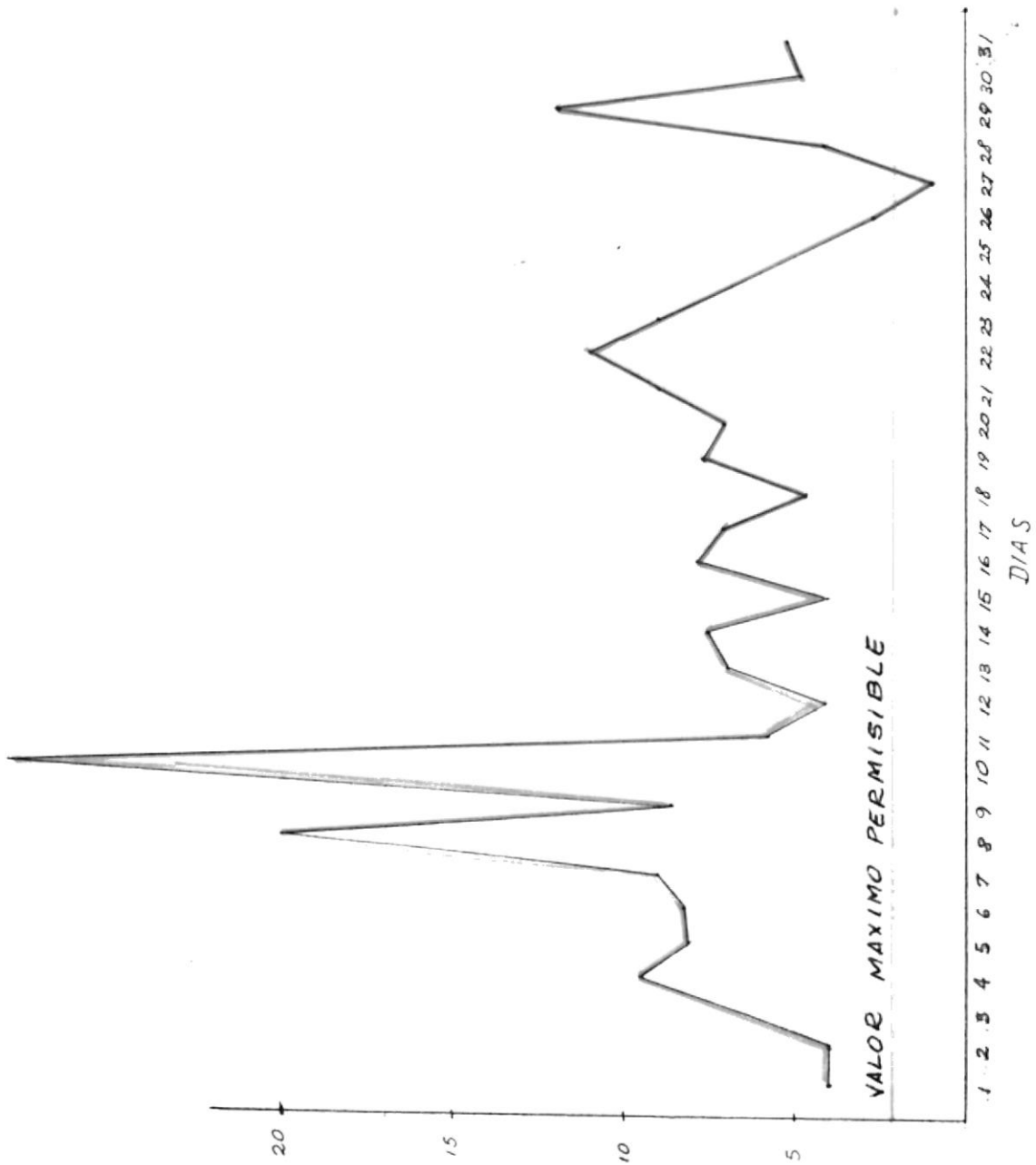


GRAFICO 4.- TURBIDEZ en el agua Clarificada  
según reporte de Laboratorio del  
mes de Enero de 1984



tividad de sulfato de aluminio que luego dejan residuos de sulfatos e hidróxidos de aluminio que significan más iones para las resinas.

Este aumento en la dosificación de sulfato hace que el pH. del agua baje. lo que obliga para contrarrestar la corrosión de las líneas, se la neutralise usando sosa cáustica diluida. Esta es otra fuente de incremento de cationes sodio, que atacan fuertemente las resinas catiónicas.

Otro motivo y muy digno de tomarse en cuenta en este punto es el hecho de que la alimentación del agua desde el río Esmeraldas, desde el punto de vista de su contaminación química, es sumamente variable. El río Esmeraldas, tiene como afluentes a ríos que nacen en la Sierra y otros en la Costa. Los afluentes de la Sierra sobretodo en tiempo de invierno y según el suelo por donde pasan arrastran minerales de muy diversa composición.

A esto se debe sumar la ausencia total de las Pruebas de Jarra, lo que obliga a realizar una dosificación muy subjetiva.

En las páginas 13, 14 y 15 se grafican los valores de tres variables, con datos reportados por laboratorio durante el mes de Enero de 1984. Estos valores están muy lejos de ser los ideales.

## 2.2.- EQUIPOS DEFECTUOSOS

Sin temor a exagerar se podría decir que todos los equipos y accesorios sufren de algún desperfecto - que sumados dificultan la operación y degradan el rendimiento general de la Planta

### 2.2.1.- FILTROS DE ANTRACITA

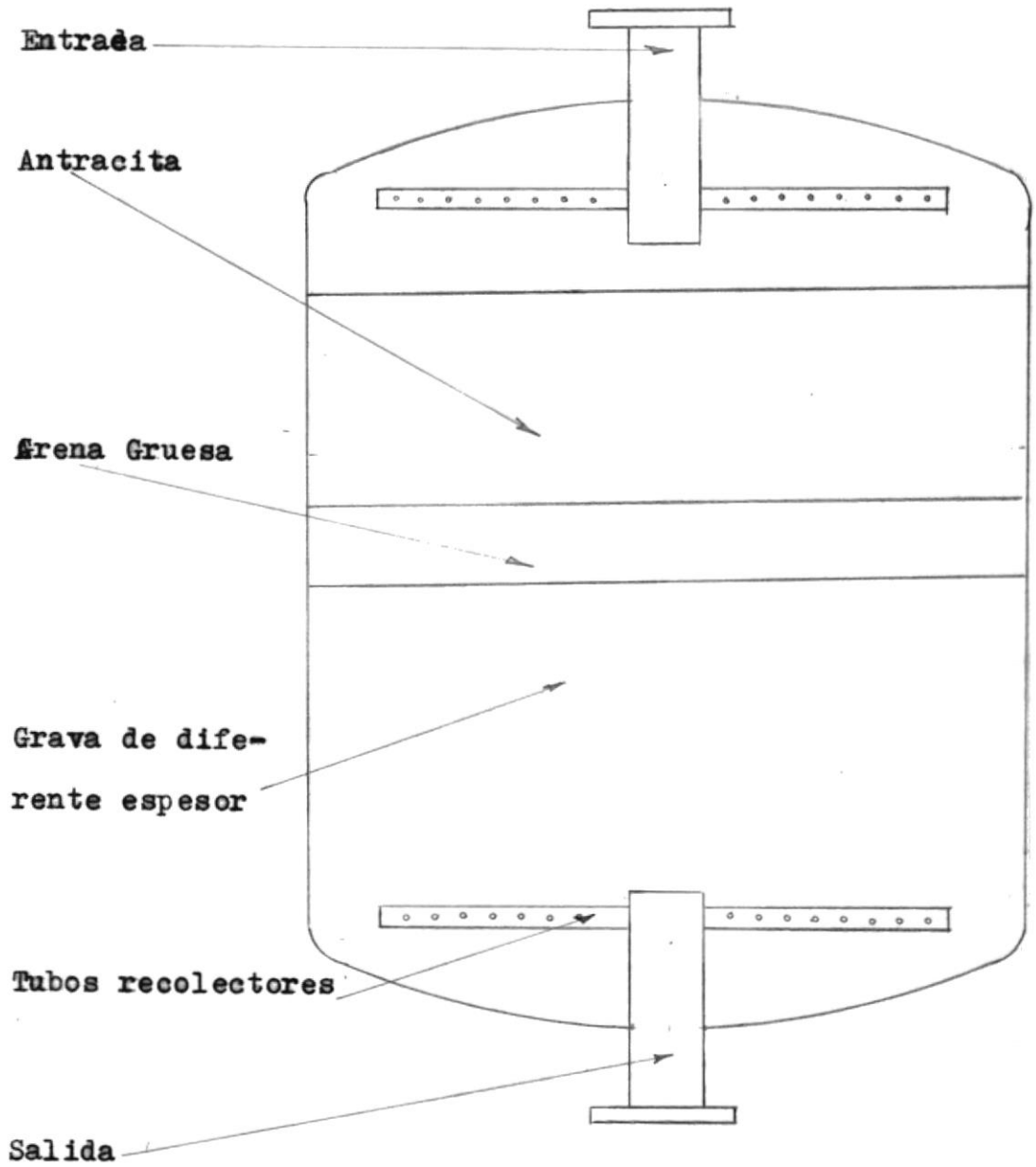
Los filtros de antracita cumplen papel primordial dentro del proceso. En éstos quedan retenidos los minerales en suspensión, especialmente la turbidez compuesta de arcillas, flóculos de Hidróxido de aluminio, etc.

En la página 18, la Figura #2 nos ilustra la conformación de un filtro de antracita.

El agua en su trayecto dentro del filtro, tiene - que atravesar primero la capa de antracita, luego una capa de arena gruesa de diámetro similar al - de la antracita ( 0.3mm - 1.0 mm) y finalmente, capas sucesivas de grava de diferente diámetro, empezando por la más pequeña, hasta la más grande - que es de una diámetro aproximado de 3/4 de pulgada.

Luego el agua ya filtrada es recogida por tubos convenientemente perforados que se comunican to-

ESQUEMA DE UN FILTRO DE ANTRACITA



dos en una salida común.

A medida que se van acumulando las materias extrañas, se va incrementando el diferencial de presión, y a intervalos periódicos se hace necesario realizar lavados inversos para remover la suciedad acumulada.

Los problemas observados en este sistema de filtros son los siguientes:

- Debido a la gran cantidad de suciedad presente en el agua clarificada, hay una contaminación muy rápida y la consiguiente obstrucción de los mismos.
- Se hace necesario realizar retrolavados más frecuentes, que muchas veces no es posible por la demanda de agua tratada.
- Como no se realiza los retrolavados con la frecuencia requerida, en las capas filtrantes se van formando canales preferenciales por los cuales pasa el agua sin mayor filtración.
- Cuando la suciedad no es removida regularmente por medio de los retrolavados, se va endureciendo y a más de los canales preferenciales, endurece la antracita ya que se mezcla con arcillas, algas, lamas, etc. La única manera de remover estas capas es mediante la inyección de aire junto a retrolavados, pero esto trae el inconveniente de que se mezclan la antracita, la arena y aún

grava

Esto indudablemente trae como consecuencia la disminución de su capacidad filtrante.

- Cuando se trate de otros equipos se detallará el problema de la falta de rotámetros. Pero esto también es un grave problema por el hecho de que no hay control en el flujo de los retrolavados sobre todo. Cuando se pone un flujo demasiado grande en esta operación, se produce un arrastre con la consiguiente pérdida de la antracita que va a parar, mal desagüe

- Finalmente, la condición ya anotada de la sobre-dosificación de sulfato y la consiguiente baja de pH. trae como consecuencia la corrosión de los tubos recolectores del fondo, haciendo que los orificios destinados a recolectar el agua filtrada, se ensanchen permitiendo el paso de la grava.

Junto con la corriente del agua son arrastrados estos materiales y se han encontrado grava en líneas, válvulas y aún en los intercambiadores catiónicos. Los filtros al perder la grava que hace las veces de retenedor de la antracita, dejan pasar dicho material y es muy frecuente encontrar las resinas contaminadas con arena y antracita.

### 2.2.2.- EQUIPOS DE INYECCION DE REGENERANTES

Estos equipos se agrupan unos en la dosificación de ácido y los otros para la dosificación de sosa.

En la página 22 encontramos un esquema del flujo de ácido desde el Depósito de Reserva hasta el punto de inyección al sistema.

Los principales problemas detectados son los siguientes:

- El indicador de nivel Y-LAHL7201 ubicado en el tanque diario y que tiene alarma de alto y bajo nivel, ha sido corroído y ha desaparecido. En su reemplazo, el personal de operación se ha visto obligado a colocar una boya plástica con un tubo de PVC, para poder tener una idea de la cantidad de ácido que se ocupa en cada regeneración.

Al carecer de las respectivas alarmas, muchas veces se ha dado el caso de que el operador preocupado en esos mismos momentos de otros asuntos por la regeneración, se descuida del llenado del tanque y el ácido se derrama al piso, con el consiguiente daño y peligro para el personal y los equipos cercanos.

- El equipo más crítico y a su vez el que ha sido reemplazado más veces es sin duda la llamada "T"

Fig. # 3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL ACIDO

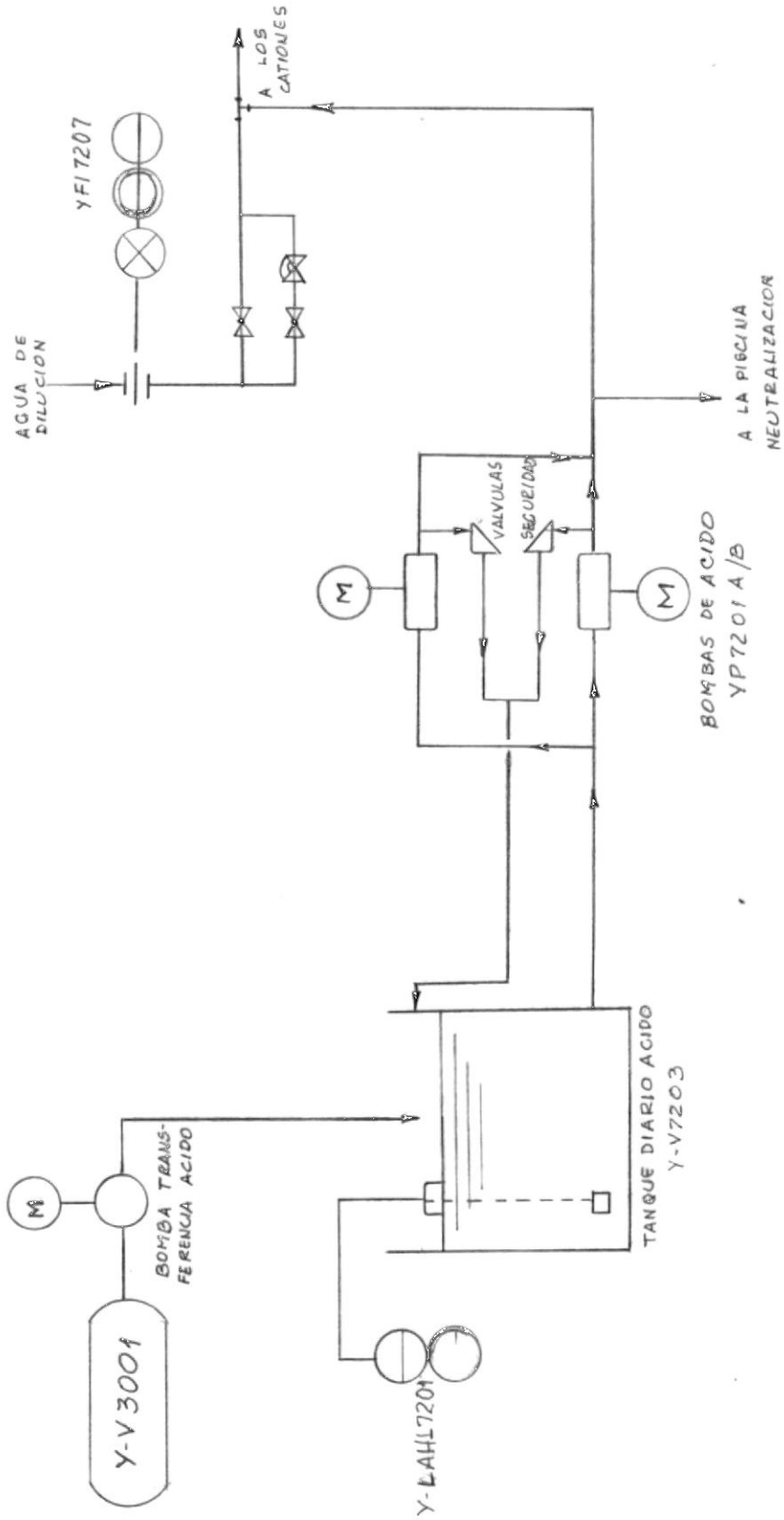
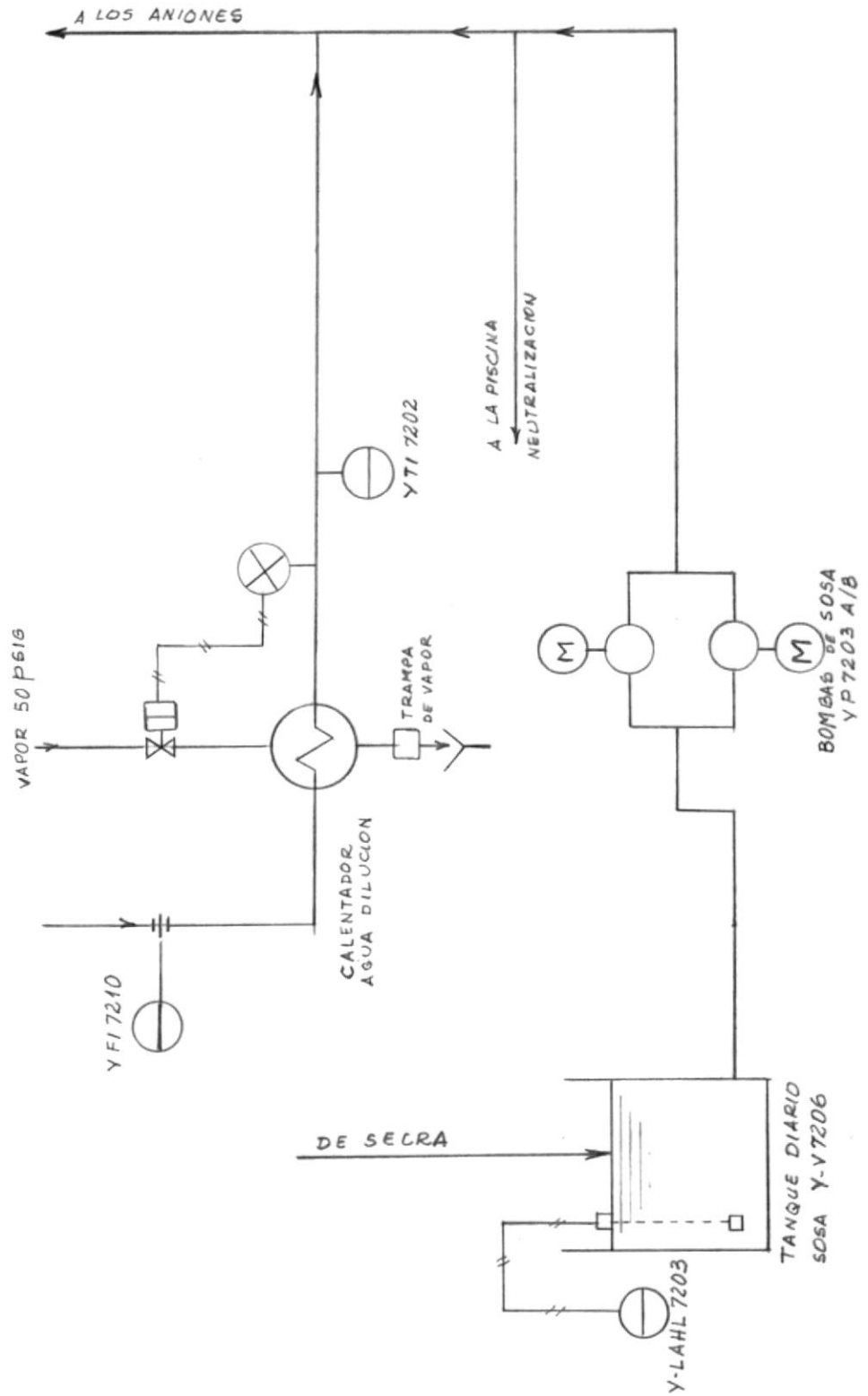


Fig. # 4 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SOSA



de dilución.

Esta famosa "T" ha sido la causa de muchos accidentes personales, felizmente no muy graves y tal vez por eso no muy tomados en cuenta.

Ha sido además motivo para que muchísimas veces se paralice las regeneraciones perdiendo tiempo precioso dadas las condiciones en que se trabaja y que no permiten que se demore la operación ni un minuto

Por último esta "T" ha sido el punto de escape de considerable cantidad de ácido a presión que ha sido el causante del deterioro de todos los equipos adyacentes.

- Las tuberías y accesorios desde el tanque diario hasta la "T" han sido cambiados algunas veces por que fueron destruidos por la corrosión. El ácido diluido es sumamente corrosivo y ataca al hierro de las tuberías, arrastrando con la corriente, más cationes que los que ya trae el agua en solución.
- El rotámetro de agua de dilución se encuentra dañado y los operadores se han acostumbrado a no tomarlo en cuenta de tal manera que la concentración de la solución del ácido deja mucho que desear en cuanto a su exactitud.

En lo que respecta a la inyección de sosa se ha determinado los problemas siguientes:

-En primer lugar, la solución de sosa no es preparada en la Desmineralizadora. La solución ya preparada es bombeada desde la Sección de Craqueamiento Catalítico.

Esta circunstancia origina muchas dificultades, empezando por el hecho que hay que solicitar con mucha anticipación, para que los operadores de SECRA, puedan realizar esta operación.

Normalmente los operadores de Secra, no conocen la importancia de enviar la solución en su debida concentración esto es de 20° Be y ha habido casos que han enviado hasta de 10° Be y en el caso contrario hasta de 25° Be. Esta circunstancia, es difícilmente detectada y cuando se termina la regeneración no se obtiene la conductividad deseada en el agua desmineralizada

Otro de los problemas suscitados por el hecho de recibir la sosa desde SECRA es el que debido a que usan la misma bomba, para trasvasar hidrocarburos, no alinean bien las bombas y se contamina la sosa con aceite que es sumamente perjudicial para las resinas, ya que las envenena irreversiblemente.

- Ya en la planta y al igual que en el tanque diario de ácido, también en el tanque diario de sosa, no existe el indicador de nivel Y-LAHL7203, siendo igualmente reemplazado por una varilla de PVC acoplada a una boya plástica.
- El Rotámetro Y-FI7210, controlador de agua de dilución de sosa, está ubicado en una posición que dificulta su observación. Igual que en el caso de ácido, los operadores hacen costumbre suponer que el flujo preestablecido es siempre normal.
- El control de vapor de calentamiento de agua de dilución ( C-52) se encuentra fuera de operación, alimentando el vapor solo por el by-pass, por cuya razón el agua puede y de hecho aumenta su temperatura por sobre los  $49^{\circ}\text{C}$  que es lo normal.  
El incremento de la temperatura del agua de dilución de la sosa perjudica enormemente a la resina aniónica, que está diseñada para soportar temperaturas de más o menos  $50^{\circ}\text{C}$ .
- El indicador de flujo de sosa, no funciona. Esto obliga a que el operador esté siempre pendiente del descenso del nivel del tanque diario de sosa, para poder reajustar el flujo en función del tiempo. Esto no siempre es posible, porque el operador no es muy dado a realizar este tipo de trabajos manuales.

En cuanto ya a la operación misma, en los pasos correspondientes a la inyección de los regenerantes - se puede anotar las siguientes anomalías o innovaciones:

En cuanto al ácido:

- Por dos razones ha sido necesario concentrar la dilución de 2% y 4% que son los valores normales, a 4% y 6%. En primer lugar porque debido a la constante contaminación de las resinas catiónicas, se necesita una mayor cantidad de ácido, para lograr regenerarlas a satisfacción. En segundo lugar porque como ya se indicó el ácido diluido ataca al material de las tuberías formando sulfatos de Fe que aumentan considerablemente el número de Cationes.
- Por cuanto por repetidas veces han sido cambiadas las líneas de inyección de ácido, muchas de las cuales han sido realizadas al apuro, sin la disponibilidad debida de materiales, se han eliminado las líneas: a) de recirculación al tanque desde las bombas, mediante válvulas de seguridad; b) de venteo al desagüe, para depresionar la línea; y , c) la línea que va hacia la piscina de neutralización, y que por lo tanto no se puede acidular, cuando es necesario.

En cuanto a la sosa se refiere, en igual forma que el ácido, ha sido necesario usar cantidad doble de regenerante, debido igualmente a la alta contaminación y envenenamiento que sufren las resinas aniónicas.

En la línea de entrada de agua al intercambiador - (calentador) de agua de dilución, hay un tramo que ha sido atacado por la corrosión siendo necesario reemplazarlo por dos ocasiones.

Una anomalía más notable es la innovación sugerida por un Ingeniero Químico, pero que no ha sido completamente comprobada su eficacia, y que sin embargo se la sigue aplicando, y es el calentamiento previo de la resina, mediante la inyección de agua caliente solamente, durante 15 a 30 minutos

Esta innovación realmente lo único que ha ocasionado es el aumento del tiempo de regeneración.

Finalmente y en igual forma que el ácido, está suspendida la inyección de sosa a la piscina de neutralización al final de la regeneración, con la finalidad de neutralizar en caso de ser necesario.

En definitiva, los equipos de inyección de químicos han sido un constante dolor de cabeza, para el personal de operación y mantenimiento.

### 2.2.3.- PISCINA DE NEUTRALIZACION

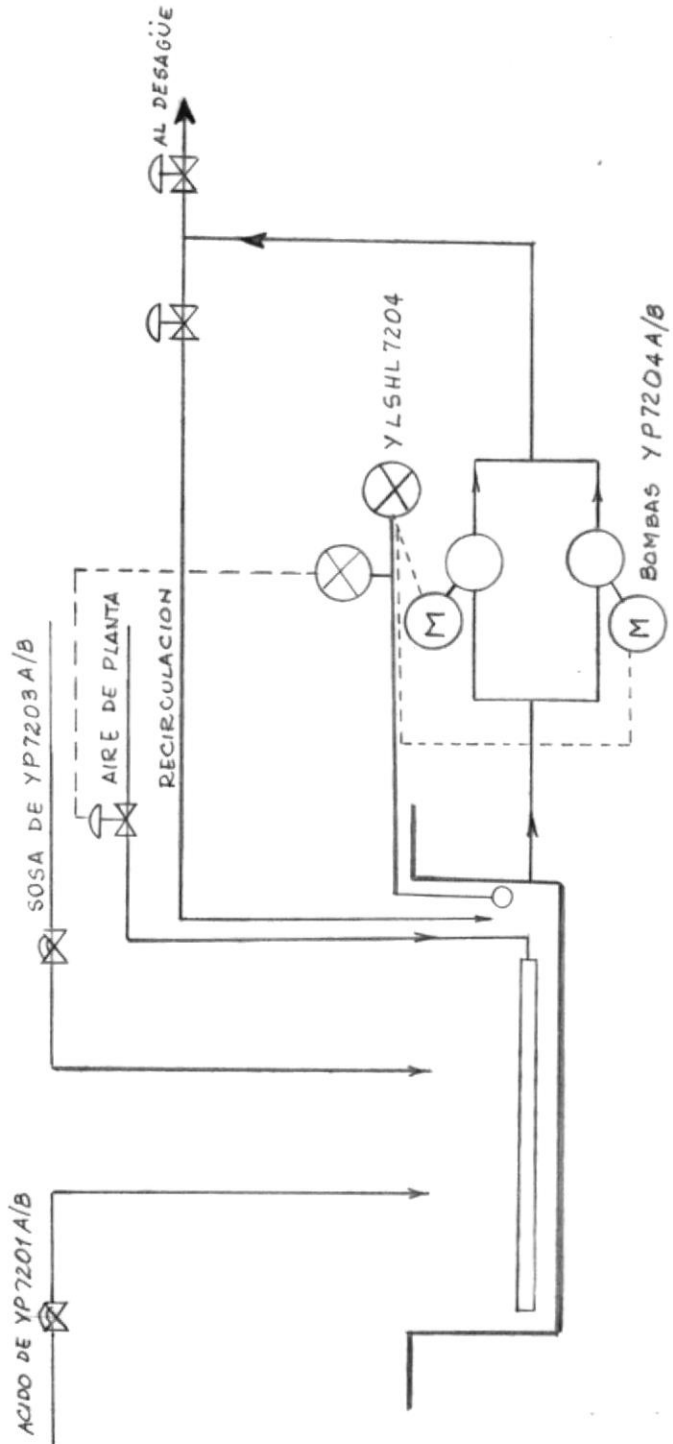
Si bien esta piscina no interviene directamente en el tratamiento del agua, no por ello deja de tener una enorme importancia dentro de la operación ya que de la buena marcha de este equipo puede depender la salud de muchas personas y el evitar la contaminación de las aguas del Río Teane, del Río Esmeraldas y aún del Océano Pacífico.

Desgraciadamente poca o ninguna importancia se le ha dado a la apropiada operación, y ni siquiera el personal encargado de la Seguridad Industrial, que debería velar por evitar la contaminación ambiental, se ha interesado en este asunto.

El diseño de este equipo es muy complejo y si trabajara en forma apropiada, brindaría una seguridad completa de que el agua efluente no ocasiona ningún peligro de contaminación.

Efectivamente la función de la piscina consiste en recolectar, tanto el ácido como la sosa que se han empleado en las regeneraciones, junto con un gran volumen de agua, mezclar, agitar, airear y cuando esté dentro de determinado rango de pH. bombear hacia los canales perimetrales que llevan al río.

Fig # 5 DIAGRAMA DE LA PISCINA DE NEUTRALIZACION



Por gravedad, van fluyendo a medida que avanza la regeneración, el agua conteniendo el ácido y la sosa, y es por esta razón que no ha tenido dificultad en llegar a la piscina. Pero, ahí termina el tratamiento, y cuando hay suficiente nivel, como para que pueda succionar la bomba, se la prende y se descarga el agua como esté.

Normalmente, a partir del tercer paso de regeneración, acciona el control de nivel, el arranque de las bombas YP7204A&B, abriendo la válvula de circulación y cerrando la de descarga, permitiendo con esto que el agua se mezcle, con la que sigue entrando a la piscina. Simultáneamente se acciona la válvula de entrada de aire de planta, el que además de oxigenar el agua, contribuye a que se agite y se mezcle.

Debido a la gran demanda de agua, siempre ha sido necesario regenerar con demasiada frecuencia, pero el control automático no permite regenerar con el nivel alto en la piscina. Para obviar este problema se ha acostumbrado puentear este control, hasta que al fin se ha dañado todo el sistema de indicación, alarma y control de nivel.

Para abastecer el caudal de descarga, fué necesario instalar otra bomba de mayor capacidad, pero que no

cuenta con los controles para asegurar la calidad del agua efluente.

Finalmente hoy no se considera en la neutralización y simplemente, a medida que se va llenando la piscina, se acciona la bomba y se evacúa, sin antes haber adicionado, sea ácido ó sosa, según el caso, y airear el agua, mediante las líneas y controles, automáticos que para el efecto tiene el panel principal.

#### 2.2.4.- OTRO EQUIPOS: VALVULAS, ROTAMETROS, ETC.

Continuando con las novedades y desperfectos encontrados en los equipos, anotamos que las válvulas automáticas, valvulas de bloqueo, rotámetros, instrumentos, alarmas se encuentran unos fuera de servicio, otros sirven a medias y otros dañados por completo.

#### VALVULAS

Hay algunos tipos de válvulas :

- De control tipo mariposa
- De control tipo mariposa operadas por cilindro
- De control tipo diafragma de doble acción
- De control de flujo tipo globo.
- De bloqueo manual tipo mariposa.

Las válvulas de control tipo mariposa, accionadas por aire, las encontramos en dos sitios:

- a) Regulando la presión de entrada de agua a la planta y se llama Y-PC-3207
- b) Controlando el nivel del degasificador y su identificación es Y-LIC-7202

Este tipo de válvulas han trabajado satisfactoriamente, y no han requerido mantenimiento especial, por tanto su rendimiento ha sido muy eficiente.

Las válvulas neumáticas de control operadas por cilindro, tipo mariposa, las encontramos en los filtros de antracita, siendo 5 en cada filtro y numeradas del 1 al 5, así: F1, F2, F3, F4 y F5, anteponiendo la letra A, B, C, D, según el filtro a que pertenezcan.

Este tipo de válvulas igual que el anterior no han tenido problema de operación.

Las válvulas de control tipo diafragma de doble acción controlan la operación de los intercambiadores. Estas válvulas por diferentes razones han fallado por deformación o rotura de los diafragmas.

En los intercambiadores catiónicos, repetidas veces se rompieron los diafragmas de las válvulas al depositarse en sus asientos, la grava arrastrada por la corriente, desde los filtros de antracita.

En los intercambiadores aniónicos en cambio los diafragmas de caucho se han deformado por alta tempe-

ratura, dado a la falta de control en el intercambiador, como ya se anotó anteriormente.

Las válvulas de regulación de flujo, tipo manual, no han tenido problema y su rendimiento ha sido satisfactorio.

Finalmente las válvulas manuales tipo mariposa, dado que su compuerta es de hierro fundido, no han aguantado la corrosión sobretodo en los intercambiadores catiónicos.

Estas válvulas se usan en combinación con las automáticas, tanto de cilindro como de motor neumáticos, para asegurar un cierre perfecto de las líneas, pero muchas veces esto no se ha logrado.

Las válvulas de control de doble acción no han funcionado a la perfección en los intercambiadores y las de bloqueo (de mariposa) tampoco. Esto ha dado lugar a que durante las regeneraciones haya flujo en sentido a veces no deseado, creando con esto contaminaciones al otro tren que se encuentra en esos momentos en servicio.

Esto ha sido y sigue siendo un problema sin solución a la vista y causa de la mala calidad del agua desmineralizada.

### ROTAMETROS

Hay en la Desmineralizadora en total 7 rotámetros y están ubicados:

- 1 para medir el flujo total, colocado a la entrada junto a Y-PC-3207
- 4 para medir cada uno de los 4 filtros de antracita, colocados así mismo a la entrada de cada filtro.
- 1 para medir el flujo del agua de dilución de ácido, para los intercambiadores catiónicos.
- 1 para medir el flujo del agua de dilución de sosa para los intercambiadores aniónicos.

Los rotámetros para agua de dilución tanto de ácido como de sosa, como ya queda anotado, si bien no han trabajado al 100%, sin embargo, han servido como guía para que el operador tenga un cálculo aproximado del caudal necesario. Al menos, con algunas calibraciones y reparaciones por parte de mantenimiento, siguen en operación y es que por otro lado no hay manera de eliminarlos por cuanto éstos envían señales al interlock, del panel principal y si no hay dichas señales no es posible continuar con las regeneraciones.

Los restantes rotámetros, prácticamente desde los

primeros meses de su funcionamiento quedaron inutilizados, unos por rotura accidental y otros por mal manejo.

Los rotámetros de los filtros a insistencia del personal de operación, fueron repuestos hace aproximadamente 18 meses. Estos quedaron al mes de instalados, inservibles por falta de precaución de bloquearlos, al realizar los retrolavados.

En términos generales, no se ha sabido dar a estos instrumentos la importancia que tienen en la regulación de flujo.

#### TRASMISORES DE SEÑAL DE FLUJO

Hay cuatro transmisores-registradores de flujo y están ubicados en línea de entrada de cada uno de los intercambiadores.

- En los intercambiadores catiónicos: el del Cation "A" se identifica por Y-FIR-7205; el del Cation "B2" por Y-FIR-7206
- En los intercambiadores aniónicos: El del Anión "A" se identifica por Y-FIR-7208; el del Anión "B" por Y-FIR-7209

Estos instrumentos siempre han tenido problema de calibración; y los transmisores de los cationes - que miden líquidos por demás ácidos y por ende co

rosivos, no han soportado su acción y se han destruido en sus partes importantes, por lo que desde hace mucho tiempo se encuentran fuera de servicio, sin poderlos reparar por falta de repuestos.

La importancia de estos instrumentos radica en el hecho de que, nos permiten regular manualmente los flujos a través de cada intercambiador.

Esto es más necesario cuando se encuentran en servicio los dos trenes, para evitar que cualquiera de los dos se sobrecargue y se agote en forma rápida, mientras el otro no rinde en su totalidad.

Al igual que los rotámetros, los transmisores de flujo poco a poco han ido cediendo importancia, y los operadores se han ido acostumbrando a trabajar sin la ayuda de estos instrumentos, traduciéndose esto en rebaja del rendimiento general de la planta.

#### OTROS INSTRUMENTOS

Como norma general los instrumentos de la planta y en general de toda la Refinería, dado que son neumáticos han tenido que soportar en forma paulatina pero constante, el ataque de agentes perjudiciales presentes en el aire, tales como humedad, aceite y polvo de alúmina, a más de otras suciedades.

Estos agentes, destruyen partes vitales de los instrumentos, tales como fuelles, diafragmas; obstruyen orificios, y atascan mecanismos delicados.

Se agrava la situación si a estos problemas se suma el ningún mantenimiento preventivo, y el escaso correctivo

Se ha enumerado ya algunos instrumentos que se encuentran fuera de servicio. A esos hay que añadir los Totalizadores de flujo (caudal) de cada tren Y-FT-7208, Y-FT-7209; los medidores de conductividad y de pH.

#### ALARMAS

Hay dos clases de alarmas, luminosas y sonoras.

Algunas de las alarmas luminosas carecen de los bombillos respectivos y es muy difícil conseguir re puestas

La alarma sonora, está dañada debido a que no es funcional. En un ambiente de alta concentración de ruido, de alrededor a los 92 decibelios, no es posible escuchar cuando suena el zumbador de alarma, y por lo tanto en repetidas ocasiones acciona la alarma y no hay quien la deenergice y queda funcionando indefinidamente, hasta que se ha quemado.

### 2.3. DEGASIFICADOR COMUN PARA LOS DOS TRENES

El degasificador es la parte de la desmineralizadora que tiene por objeto, eliminar los gases presentes en el agua, principalmente el Dióxido de Carbono, producto de las reacciones químicas, ocurridas en los intercambiadores Catiónicos.

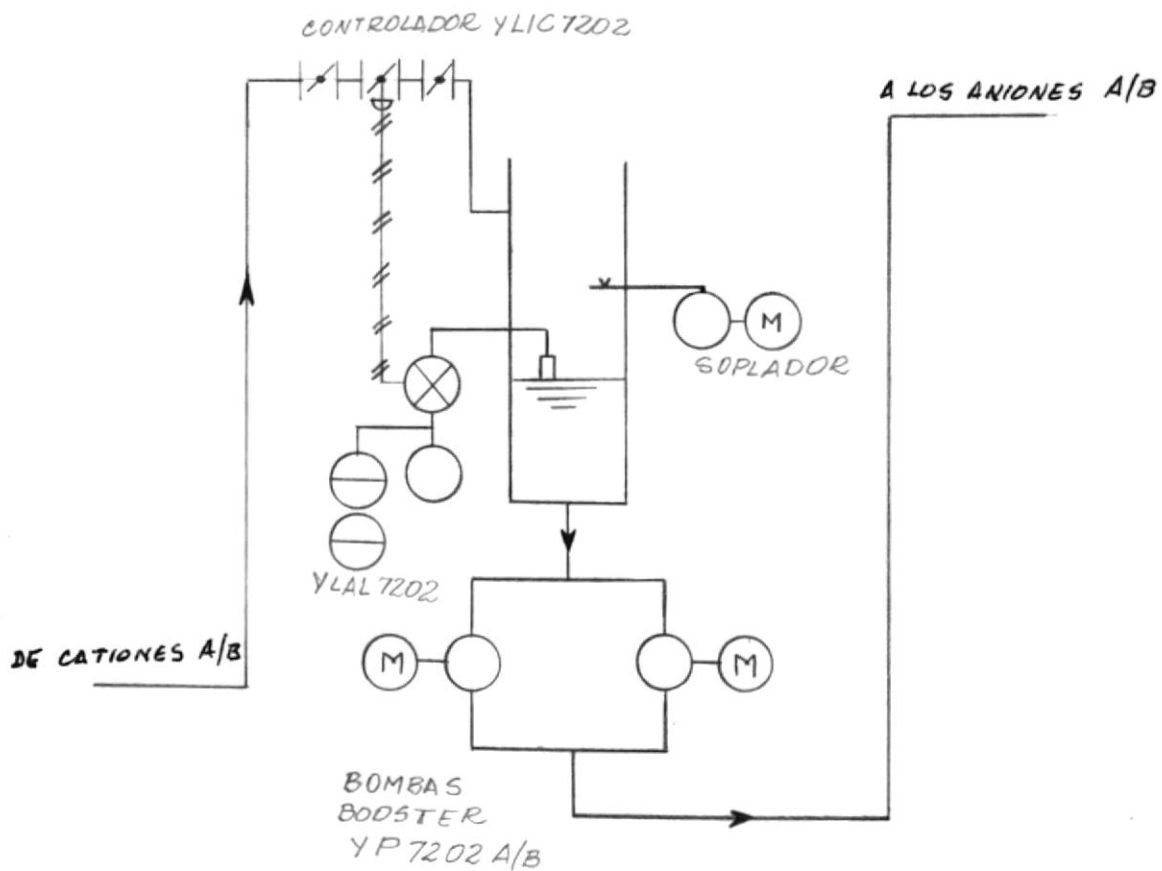
Descripción: El degasificador consta de los siguientes equipos

- Recipiente degasificador
- Controlador de nivel, con indicador y alarma
- 2 bombas presionadoras Y-P-7202A&B
- 1 soplador de aire.

En la página 40 se encuentra un diagrama de la disposición de estos elementos.

-Degasificador: Es un recipiente cilíndrico de más o menos un metro de diámetro y cinco metros de altura, de paredes resistentes de fibra de vidrio, en su parte superior tiene la entrada que se divide en tubos rociadores, con la finalidad de formar una especie de neblina y facilitar el desprendimiento de los gases. Por debajo de la entrada hay una capa de material plástico en tiritas, agrupadas de tal manera de ayudar en la atomización del agua.

Fig. # 6  
Diagrama de flujo del DEGASIFICADOR



- Controlador de nivel: Este dispositivo mantiene el nivel a más o menos dos metros del suelo, por medio de una válvula controladora Y-LIC- 7202. Además tiene alarma de bajo nivel para preservar que las bombas se queden sin succión.
- Bombas presionadoras, más conocidas como Boosters. Hasta la entrada al degasificador, o sea através de filtros e intercambiadores catiónicos el agua, se mueve impulsada por la bomba del clarificador, pero en el degasificador se depresiona, y para continuar su recorrido por los intercambiadores aniónicos y llegar hasta el tanque de almacenamiento, se necesita del concurso de estas bombas.
- Soplador de aire: Está ubicado a media altura del degasificador, por encima del nivel normal, y su función es proveer de una corriente de aire que fluya en sentido contrario al agua y mediante este contraflujo arrastre los gases desprendidos de la corriente de agua. Funciona mediante un motor eléctrico

Como novedades o problemas en este sistema podemos anotar los siguientes:

La falta de un visor de nivel, para poder regular el flujo.

Si bien esto más que problema es una sugerencia, lo que a continuación se menciona si es un problema: El aire usado por el soplador, tiene una gran cantidad de contaminantes entre las que podemos señalar polvo, hollín, otros gases de combustión (por la cercanía de Calderas, compresores a Diesel) pero sobretodo de insectos especialmente en la etapa invernal que obstruyen continuamente la pequeña abertura de entrada de aire.

No siempre el operador está en disposición de controlar la limpieza de la succión del soplador, con lo que se disminuye y se llega incluso a eliminar la alimentación de aire.

Como el elemento que hace de filtro, es de malla metálica, en nuestro clima tropical fácilmente se oxida y se ha dado casos repetidos que se rompen y toda la suciedad se va hacia adentro.

Fuera de estos pequeños inconvenientes, el resto de equipos prácticamente no han dado problema, en cuanto a funcionamiento, pero donde si se presenta es en cuanto a contaminación, debido que los intercambiadores catiónicos, descargan a un cabezal común que es la entrada al degasificador, es decir se mezclan las dos corrientes, del Catión A y del Catión B

Como ya queda anotado, siempre sucede que los trenes tienen diferente tiempo de operación, por lo tanto uno está más agotado que el otro, por lo que muchas de las veces, la buena calidad de agua del un tren hace que no sea visible la mala calidad del otro, siendo este motivo para que no se saque de servicio a tiempo y se lo regenere con oportunidad.

Pero cuando en realidad se produce mayor contaminación es en los períodos de regeneración.

Durante los retrolavados, enjuagues y sobretodo en las inyecciones de ácido por las fugas existentes - en las válvulas, parte de este ácido se desplaza hacia el efluente del intercambiador en servicio, contaminándolo de manera total.

Este tema ha sido ya abordado y estudiado a fondo - por parte del Departamento de Ingeniería de Proceso y de Proyectos. Se ha demostrado hasta la saciedad - la conveniencia y la necesidad de hacer instalaciones para evitar que por efecto del degasificador común para los dos trenes, se contamine el agua mutuamente de un Catión al otro.

#### 2.4.- SOBRECARGA A LOS INTERCAMBIADORES

En la página 45 se encuentra un esquema de un intercambiador catiónico y en la página 46, fig. # 8 se puede apreciar un esquema de un intercambiador aniónico. Junto a los esquemas están consignados los datos operacionales, y a continuación se detallan los datos relativos a las características constitutivas de los intercambiadores.

##### Intercambiadores catiónicos:

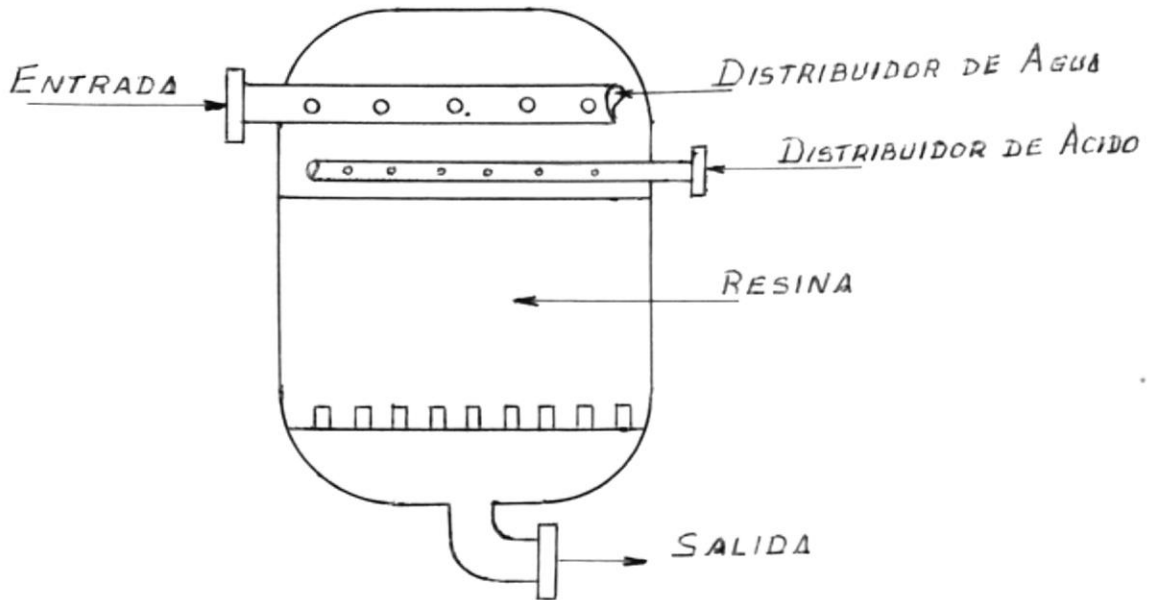
Resina de intercambio	IR -120
Volumen de Resina	95 pies cúbicos
Profundidad de cama	762 mm
Regenerante	66° Be $H_2SO_4$
Concentración de regenerante en la cama	4% y 6%
Capacidad de intercambio	15 Kg/pie <sup>3</sup>

##### Intercambiadores aniónicos

Resina de intercambio	IRA - 402
Volumen de la resina	84 pies cúbicos
Profundidad del lecho	660.4 mm
Regenerante	20° Bé NaOH

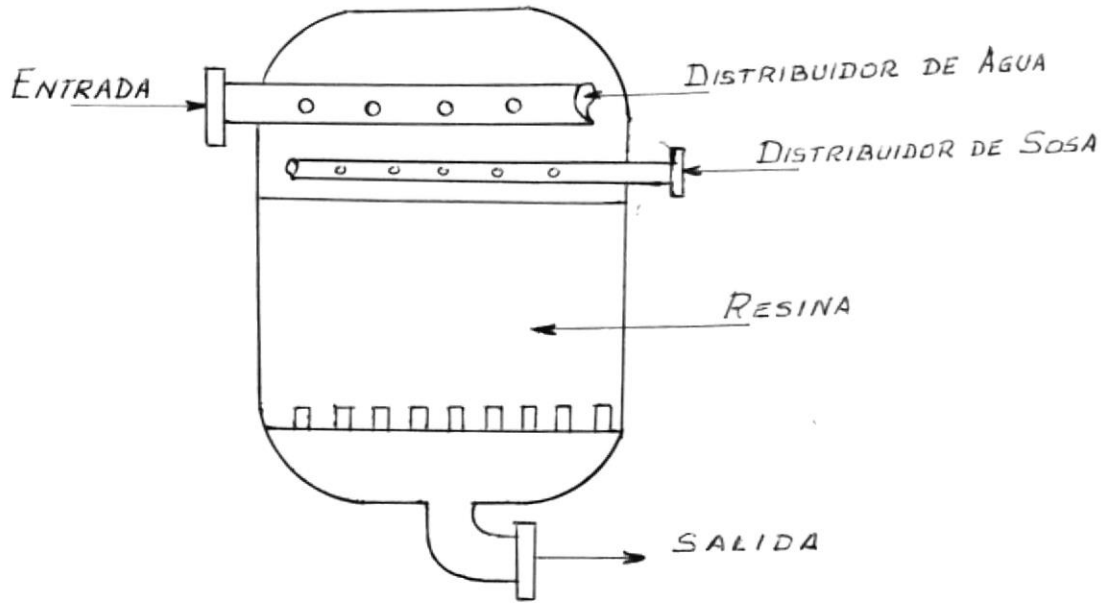
Como se podrá observar en los datos operacionales de

Fig. # 7 ESQUEMA DE UN INTERCAMBIADOR CATIONICO



Acción	Tiempo	Flujo
Retrolavado	30 min	869 lt/min
Acido	35 "	4 "
4% dilución	15 "	355 "
6% dilución	20 "	178 "
Enjuague lento	40 "	178 "
Enjuague rápido	40 "	643 "
SERVICIO		1514 "

Fig # 8 ESQUEMA DE UN INTERCAMBIADOR ANIONICO



Accion	Tiempo	Flujo
Retrolavado	30 min	435 lt/min
Agua caliente	90 "	113 "
NaOH	75 "	14.4 "
Enjuague lento	40 "	113 "
Enjuague rápido	50 "	869 "
SERVICIO		1514 "

los intercambiadores, los flujos a través de los mismos cuando se encuentran en servicio es de 200 gpm (1514 lt/min).

Estos valores, al igual que los flujos en el proceso de regeneración, sobretodo en los retrolavados, están siempre por debajo de los flujos reales.

Si se considera que el valor de 200gpm, de diseño es el valor máximo, se deduce que si trabajamos a 225 gpm (lo que ocurre siempre) estos intercambiadores están sobregargados siempre, y por lo tanto no podrán realizar su función en su máximo rendimiento

Analizando el motivo de esta anomalía nos encontramos con que, prácticamente en los Instructivos de Operación, que son las órdenes que el Jefe de la Sección envía diariamente por escrito, para conocimiento de todo el personal en la planta, se encuentra esta expresión : " FORZAR LOS TRENES PARA RECUPERAR NIVEL EN EL YT7001"

O sea que no es cosa arbitraria de los operadores sino que simplemente cumplen órdenes de los superiores.

Oportunamente se analizará las conveniencias o inconveniencias de estas medidas, por el momento sólo diremos que esto redundará en la baja calidad del agua tratada.

Consideración especial en este punto de control de flujos, merece la ausencia de indicadores de flujo en las regeneraciones. En efecto, como ya se analizó anteriormente, los rotámetros se encuentran dañados, y la práctica común es la abrir las válvulas manuales de bloqueo, a una posición aproximada, pero que no siempre será la exacta.

Si no hay flujo suficiente, los retrolavados no realizarán su función de remover la suciedad y sobretodo de aflojar el lecho filtrante, para que el regenerante pueda entrar en contacto totalmente con la resina.

Si el flujo es excesivo, en cambio se puede ocasionar un perjuicio mayor, ya que puede haber arrastre de resinas con el flujo de agua, las mismas que no se las puede recuperar

Como se puede ver, en ambos casos los problemas son graves, pero al mismo tiempo fáciles de remediar.

Finalmente una última consideración a este respecto es que al aumentar el flujo, cuando los intercambiadores están en servicio, se acorta notoriamente la duración de la corrida, siendo necesario regenerarlos, antes de haber rendido en su totalidad.

## 2.5.- PRUEBAS DE EVALUACION DE LA DESMINERALIZADORA

Para evaluar la calidad del agua tratada se dispone de dos maneras: Equipos registradores-indicadores - que instantáneamente van indicando y registrando - los valores de pH y conductividad; segundo, mediante pruebas de laboratorio, se determinan valores de Durezas, sílice, pH y conductividad.

Respecto a los primeros o sea a los instrumentos, - ya se analizó el problema común que aqueja a todos los instrumentos neumáticos y por lo tanto estos - tienen un amplio margen de error. Además el medidor de pH, está ubicado a la salida de la planta es decir es la mezcla de los dos trenes, y se dan casos que se neutralicen uno a otro los caudales y lo - que señala el instrumento está dentro de rango, pero en realidad, uno de los trenes puede estar contaminado.

En lo concerniente a las pruebas realizadas en Laboratorio hay que hacer algunas consideraciones: Al laboratorio se envía muestras del tanque de almacenamiento Y-T7001, tomadas a las 07H00, cuyos - resultados se los recibe en la planta a las 14H30, hora cercana al relevo de turno de los Ingenieros, por lo que poca importancia se dá a revisar estos datos.

Por múltiples razones los reportes de Laboratorio - no siempre son confiables. Se puede citar como motivos: envases contaminados, producto empaquetado - en la tubería del toma muestra, reactivos deteriorados, equipos descalibrados y sobretodo, la responsabilidad y subjetividad del analista.

Tanto en operación como en laboratorio, se conocen los valores normales, pero de ninguna de las dos - partes existe la iniciativa de realizar nuevos análisis en caso de existir duda, de la veracidad de los resultados.

Indudablemente que el tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y el recibo de los resultados - que muchas veces dura de un turno para otro, es el motivo principal para que no se intente pedir un análisis especial.

Al llegar a este punto y para finalizar este capítulo de las anomalías detectadas en la planta podemos afirmar sin exagerar que ésta trabaja por inercia. Hay mucha gente conciente a todo nivel que trata a toda costa de solucionar los problemas pero los obstáculos son grandes y solamente cuando la situación se torna insostenible se toman medidas emergentes que no siempre son las más acertadas.

C A P I T U L O 3

SOLUCIONES PROPUESTAS

3.1.- MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA CLARIFICADA

En este capítulo creemos, se va a tratar del punto central de esta monografía.

Es una recopilación de sugerencias, producto de ocho años de experiencias. Conocemos de antemano que no todo se podrá realizar, ya que muchos proyectos tropezan con el trámite burocrático, y también por la falta de decisión de parte de los jefes.

En los gráficos # 2,3, y 4, de las páginas 13,14 y 15, encontramos que el agua clarificada dista mucho de estar dentro de los rangos mínimos exigidos.

Se ha escogido el mes de Enero de 1984 como muestra por ser de fecha reciente, pero con poquísimas diferencias, los datos son iguales a través de todos estos años.

La MATERIA ORGANICA, debe estar en cero; pero los valores reportados, fluctúan entre 0.7 y 2.0 ppm.

Los SULFATOS, máximo deben ser 43ppm como  $\text{CaCO}_2$  y de los reportes vemos que muchos días están muy por

encima del valor máximo permisible.

Igual cosa sucede con la turbidez, cuyo residual debe ser 2 ppm y solamente un día tiene un valor inferior.

De manera similar están otros contaminantes, por lo que se impone de urgencia el mejoramiento inmediato de la calidad del agua clarificada.

Para esta finalidad se sugiere tres medidas:

- Poner en funcionamiento el sistema automático de dosificación que tiene el Clarificador.
- Reducir el consumo de agua clarificada, sobretodo en enfriamiento de equipos, en lugar de hacerlo con agua de enfriamiento.
- Construcción de tanque de almacenamiento de agua clarificada, para normalizar el flujo a través de los clarificadores.

Vamos a detallar la factibilidad de estas sugerencias.

### 3.1.1. PONER EN FUNCIONAMIENTO EL CONTROL AUTOMÁTICO DEL CLARIFICADOR.

El clarificador, al igual que todos los demás sistemas está dotado de un sistema automático de control pero que por mala operación de los mismos, así como por la falta de un adecuado mantenimiento preventivo, se ha deteriorado, y poco a poco se le ha ido,

restando importancia, hasta el punto de que ahora lo que se hace es dosificar los químicos, drenajes de los sedimentos y mas operaciones todo manualmente.

El Control es de tipo neumático que opera en función del flujo.

El control YLC3005 envía señales al Panel central. De acuerdo a la calidad del agua, y a las pruebas de Jarra, se coloca los timers que controlan el tiempo de dosificación.

Además del tiempo también se puede regular la cantidad de químicos. En el caso del Sulfato de Aluminio, se regula mediante un Dial que acciona la carrera de un tornillo dosificador; para la sosa y el polielectrolito, la cantidad se regula mediante un dispositivo propio de las bombas dosificadoras - marcadas en porcentaje.

El trasmisor de flujo cada cierto número de  $m^3$  envía una señal neumática que en el panel es transformada en señal electrónica que acciona los dispositivos. Como ya se indicó, los controles neumáticos tienen problema con la calidad del aire, se han deteriorado partes esenciales. Además ha habido desgaste de piezas móviles, de componentes tan delicados y pequeños, que no han podido ser arreglados por el personal de mantenimiento de instrumentación, y tampoco

hay repuestos, han quedado inutilizados.

Estudios realizados, por personal de operación y mantenimiento, han demostrado la factibilidad de operar en automático, incluso se han realizado ensayos al respecto, con muy buenos resultados. Todo es cuestión de emprender y exigir cumplimiento de las obligaciones a los encargados.

### 3.1.2.- REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA CLARIFICADA EN ENFRIAMIENTO DE EQUIPOS

Al tocar este punto, trataremos rápidamente de otro de los grandes problemas presentes en Refinería, cual es el Sistema de Agua de Enfriamiento. Este sistema adolece de muchas fallas entre las que podemos mencionar: Baja presión del sistema, Alta temperatura del agua y finalmente inadecuado sistema de control bacteriológico y de inhibición de corrosión.

Analizaremos brevemente estos inconvenientes:

- Baja presión del sistema: Existen tres bombas para la circulación del agua de enfriamiento, dos movidas por turbina y una con motor eléctrico. Las bombas de operación normal son las de turbina, que deberían trabajar en paralelo, porque incluso son generadoras de vapor de media presión, y la bomba eléctrica tiene un control automático, para funcionar intermitentemente en los casos de producirse una baja de

presión

Pero lo que sucede es que por causas múltiples - las turbinas han fallado, y pese a las repetidas reparaciones a que han sido sometidas, definitivamente no van a volver a trabajar. Tenemos conocimiento que se está tramitando la adquisición de otras turbinas.

Ante esta situación, lo único que quedaba es la bomba eléctrica, que resultó ser más eficiente y es la única que funciona, pero como es una sola, no puede mantener la presión normal, siendo ésta la razón de la baja presión en el sistema.

- Alta temperatura: Como es lógico suponer, a baja presión del sistema corresponde un flujo menor, lo que aumenta el tiempo de residencia en los equipos de transferencia de calor, incrementándose la temperatura.

Otro de los motivos para la alta temperatura es la suciedad en la Torre de enfriamiento como producto de la gran cantidad de insectos y a la mala calidad del tratamiento bacteriológico. Esto no permite un enfriamiento adecuado, y por mismo se sube la temperatura.

- Tratamiento bacteriológico: No es contínuo por el daño de los equipos dosificadores. Es necesario

Luego de este rápido análisis de las deficiencias del agua de enfriamiento, podemos deducir que el enfriamiento de ciertos equipos no es adecuado.

En especial en equipos grandes, hay la instalación de líneas auxiliares de agua clarificada, para refrigeración en momentos de arranque, o de emergencia, que han tenido que usarse en forma continua, pero los equipos que no disponen de esta instalación, se han colocado mangueras para poder usar el agua clarificada, que tiene menor temperatura ( $28^{\circ}\text{C}$  promedio) que el agua de enfriamiento, ( de  $31^{\circ}\text{C}$  a  $35^{\circ}\text{C}$ )

Esta situación hace que se incremente el consumo de agua clarificada, ya que ésta, luego que ha refrigerado, va a parar al desagüe, mientras que el el agua de enfriamiento por ser un semicerrado, - recircula y sólo se pierde la cantidad que se evapora que es relativamente pequeña.

Este uso de agua clarificada en el enfriamiento, tiene además otra desventaja y es la de que no posee inhibidor de corrosión, por lo que es bastante corrosiva y por ende daña los intercambiadores, y líneas que de esta manera están desprotejidos.

En definitiva, la solución para evitar el desper-

dicio de agua se debe reparar o mejor cambiar las bombas de circulación de agua de enfriamiento.

Un cálculo estimativo de la pérdida de agua por este concepto es de 28 a 30 m<sup>3</sup> por hora equivalente a un 8% del total.

### 3.1.3.- CONSTRUCCION DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CLARIFICADA

Esta sugerencia tiene una importancia enorme y tiene la finalidad de cumplir dos funciones importantes: a) Sedimentar los sólidos en suspensión - que en gran cantidad trae el agua clarificada, y b) servir de amortiguador a las bruscas variaciones de flujo.

Se estudió ya y en los gráficos se demostró que el agua trae muchos sólidos suspendidos, que son excesivos para la capacidad de los filtros, por lo que éstos no avanzan a retenerlos en su totalidad.

Si se permite que el agua tenga un período de reposo, gran cantidad de estos sólidos van a sedimentarse y podrán ser removidos por el fondo con bastante facilidad.

Por qué se necesita un amortiguador de flujo para el sistema? La respuesta se basa en el hecho de que las

variaciones son acentuadas.

Para observar este fenómeno, analizaremos como funciona un filtro de antracita durante los retrolavados y cómo afecta a la operación del clarificador. Cuando acciona el control de retrolavado, las válvulas 1 y 2 que estuvieron abiertas, se cierran disminuyendo el flujo momentáneamente en 100 gpm. , luego de unos 30 segundos, se abren las válvulas 3 y 4, que son las de retrolavado que tienen un flujo de 400 gpm. Al término del retrolavado, se cierran estas válvulas y se corta este flujo.

A continuación sigue el enjuague y para esto se abren las válvulas 1 y 5, permitiendo un flujo otra vez de 100 gpm. Finalmente para entrar en servicio, se cierra la válvula 5 y se corta nuevamente el flujo, a continuación se abre la válvula 2 y se normaliza el flujo en 100 gpm.

Este proceso se repite en los retrolavados de cada uno de los filtros. Cosa similar sucede con los cortes de flujo originados por la regeneración de los intercambiadores.

Cómo influye estos cambios en la operación del clarificador?

El control de nivel del clarificador funciona en función del flujo, entonces cualquier variación del

flujo en la desmineralizadora, le afecta al nivel y por ende al flujo a través de los clarificadores. En los clarificadores, el elemento filtrante es lo se conoce con el nombre de colchón de lodos, que es una masa consistencia gelatinosa que flota a media altura y está equilibrada por el peso, de un lado y por otro hacia arriba por el flujo.

Cuando se incrementa el flujo, se rompe este equilibrio y se rompe el colchón y pierde su consistencia, y los lodos son arrastrados con la corriente. Este fenómeno, no solo que contamina el agua clarificada, sino que al romperse el colchón se dispersan los flóculos y es muy difícil y lento volver a compactarlos. Al no haber colchón la calidad del agua se daña, y todos los sólidos van a parar a la desmineralizadora y otros equipos con los siguientes problemas.

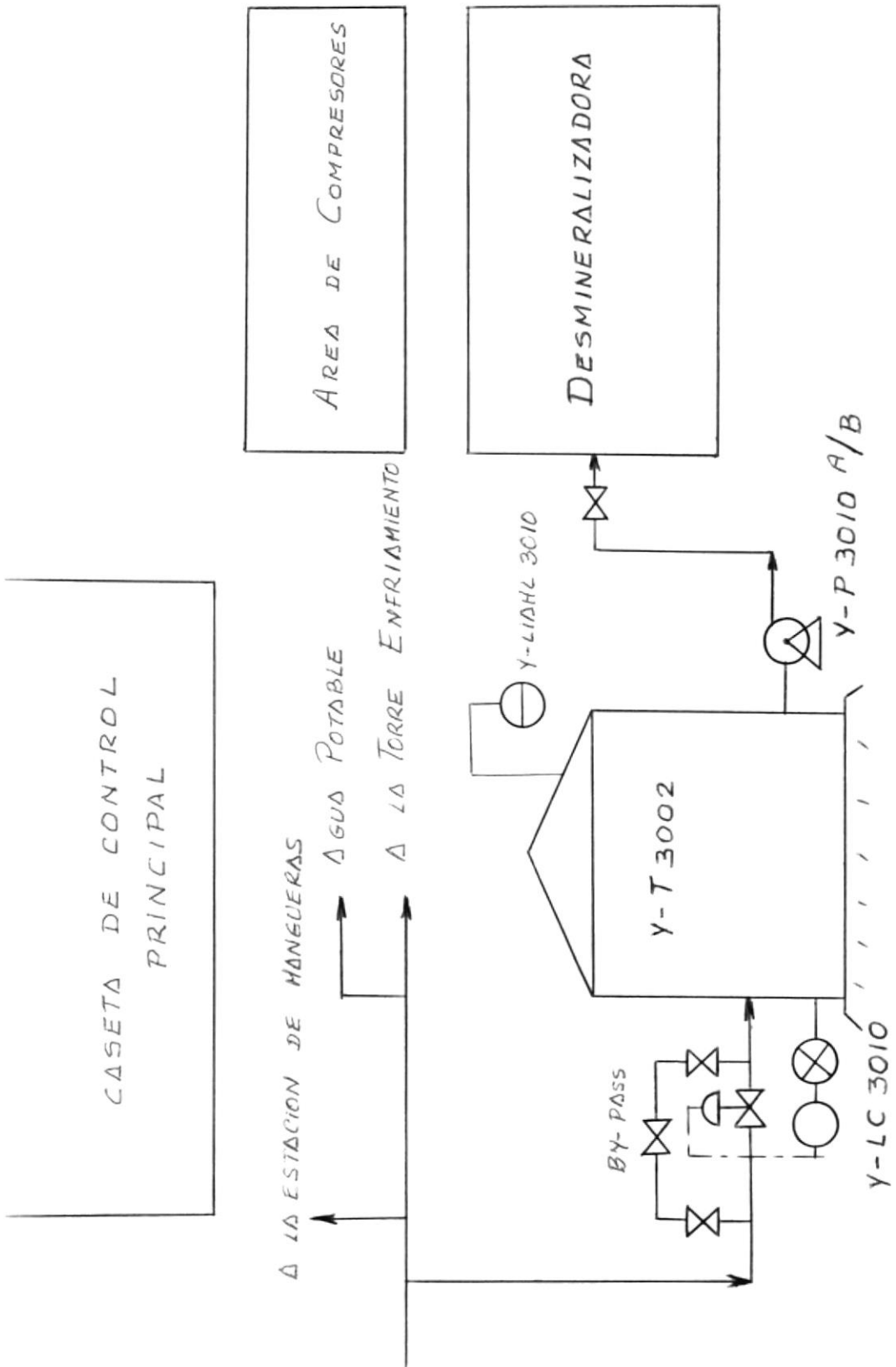
Respecto al tanque en sí, que se llamaría Y-T 3002, se sugieren las siguientes consideraciones:

- Debe tener una capacidad de unos  $1500 \text{ m}^3$
- Un transmisor de la señal de nivel debe ser acoplada al selector de YLC3005.
- Debe tener suficiente capacitancia es decir su diámetro ha de ser bastante grande, antes que alto, es decir unos 8 m de radio por 8 m de altura.

- El control debería ser de tipo proporcional, para que la respuesta sea un poco lenta.
- Se deberá instalar dos bombas Y-P 3010 A & B, de alimentación de agua a la desmineralizadora, con una capacidad de 800 gpm, cada una, accionada la A con motor eléctrico y la B con turbina de vapor de media. Estas bombas trabajarán alternadamente y tendrán control de relevo automático, a falla de presión de descarga.
- Deberá tener alarma de alto y bajo nivel

En la página 61 se encuentra la fig.# 10 donde se aprecia la ubicación tentativa del tanque YT3002

Fig # 9 Ubicación del tanque Y-T 3002 y auxiliares.



### 3.2.- COORDINAR CON MANTENIMIENTO LA REPARACION O REPOSICION DE EQUIPOS CON PROBLEMAS

Para el tiempo que tiene de servicio, la planta en general se la encuentra demasiado destruida y mucha culpa de esto ha tenido y tiene el Departamento de Mantenimiento.

Algo que se nota que no ha dado resultado es la organización de la Planificación de Mantenimiento.

Solo se ha puesto atención a los trabajos de reparación, mas el mantenimiento preventivo ha quedado relegado a un segundo plano.

Dentro de los trabajos que se han realizado en la planta, se nota que la mayoría se han realizado repetidas veces, lo que nos demuestra que el trabajo no ha sido hecho de la manera apropiada.

No necesariamente debe ser culpa del personal, que realiza el trabajo, sino que hay algunos factores, que inciden directa o indirectamente, para que al final de cuentas, la reparación dure poco, y asome de nuevo el mismo problema.

Necesitan reparación especialmente los instrumentos, tanto locales, como del panel de campo y del panel de la sala de control.

De urgencia se debe reponer los rotámetros que faltan. Como dijimos cuando mencionabamos los problemas, estos rotámetros son indispensables para el correcto lavado de los filtros de antracita y de los intercambiadores. Cosa igual se puede decir de los indicadores de flujo en los intercambiadores.

Respecto a los equipos de inyección de regenerantes lo más conveniente sería cambiar las líneas con sus respectivos auxiliares, que en la actualidad son de acero común, a PVC ó a acero inoxidable.

Hay los estudios necesarios a este respecto, pero se ha aducido que no existen en el mercado los materiales necesarios, pero caso de querer hacer el cambio, se puede solicitar la construcción a empresas que se dedican a este tipo de industria en el país, o en último de los casos importarlos ya que en definitiva los resultados beneficiosos que se obtendrían compensarían largamente cualquier costo de la inversión, sobretodo si tenemos en cuenta que en cualquier momento, puede haber algún accidente personal que será muy lamentable.

Dentro de lo posible, se debería regresar las condiciones de las instalaciones a lo original, es decir que se debería reponer las líneas de recirculación del ácido, mediante las válvulas de seguridad, para

depresionar el sistema. Igualmente se debe habilitar la línea de drenaje de las líneas tanto de ácido como de sosa, las mismas que tienen por objeto, despejar las líneas, cuando ya ha terminado la regeneración, y evitar que quede producto entrampado y presionado, que dañe el material.

Capítulo aparte sería necesario para tratar el asunto de la piscina de neutralización, dada su incidencia en la contaminación de las aguas y por ende en la amenaza para la seguridad y salud de la comunidad.

En la piscina hacen falta las alarmas de alto y bajo nivel de agua que accionan el mecanismo de recirculación.

También hacen falta las líneas para la neutralización propiamente dicha, es decir de inyección de ácido y sosa, y que vienen desde las bombas respectivas. Todos estos aditamentos de la piscina de neutralización son de mucha importancia, y por lo tanto deben ser repuestos a la brevedad posible aparte de que se haga o no los demás trabajos aquí sugeridos.

Habría mucho más que hablar a este respecto pero para terminar solo mencionaremos la necesidad de cambiar los recolectores de agua de los filtros y al mismo tiempo fabricar otros de repuesto.

### 3.3.- INSTALACION DE OTRO DEGASIFICADOR

Uno de los motivos de contaminación entre trenes de la desmineralizadora es la unión de los dos caudales que salen uno de cada intercambiador catiónico.

Por los motivos mencionados (pase de válvulas, etc), al descargar los dos cationes a un mismo cabezal, - ocurre que cuando un tren, ( se llama tren al conjunto de un Cation y de un Anión) está en regeneración, el otro necesariamente está en servicio, ya - que es imposible regenerar los dos trenes al mismo tiempo, por lo se producen sobrecargas y contaminaciones al otro tren.

Supongamos que se encuentra en servicio el Tren B y vamos a regenerar el Tren A.

Primer paso: Retrolavado del Anión: El Cation A se bloquea (manualmente) y el Anión se retrolava a un flujo de aproximadamente 869 litros por minuto.

El tren B se comporta de la siguiente manera: El intercambiador catiónico B es el único que queda en servicio, por tanto tiene un flujo mayor que el normal. Esto es así porque se suma el flujo para retrolavado del Anión A es decir  $1514 + 435 = 1949$  litro por minuto ( sin tomar en cuenta que siempre se trabaja con sobreflujo) Esto hace que el Cation B no extraiga todos los cationes del agua, los que irán

directamente al agua desmineralizada, porque no hay otro sitio donde ser retenidos. Al llegar al degasificador quedarán aún carbonatos en lugar de  $\text{CO}_2$  como sería necesario, para eliminarse y por lo anterior, será un carga mayor para el Anión B.

Segundo paso, retrolavado catiónico: En este paso, El Cation A es retrolavado con agua filtrada, por tanto, hay problema para el otro tren. Sólo que si hay pase de la válvula AC1, se contaminará el efluente del Cation B.

Tercero y cuarto paso, inyección de acido 4%, 6% y de sosa: Durante estos pasos, siempre y cuando no haya fuga o pase por las válvulas AC1, AC2, AA1 y AA2, no habría contaminación al otro tren, pero eso justamente es lo que sucede en nuestro caso por lo que parte de los regenerantes ( en forma concentrada), pasan al efluente y contaminan rápidamente las resinas del otro tren.

Quinto paso, enjuague lento del Cation, inyección de sosa: Igual que el paso anterior.

Sexto paso, enjuague rápido del Cation y enjuague lento del Anión: En este paso, se incrementa la presión y el flujo en el Cation A, por lo que caso de haber paso por las válvulas ya señaladas, la contaminación será mayor. El Anión seguirá igual que el-

paso anterior.

Séptimo paso, en servicio Cati6n A y enjuague r6pido del Ani6n A: En este paso se deber6a sacar del servicio el otro tren a fin de evitar contaminaci6n. Efectivamente, en este paso, el Cati6n A entra en servicio, pero su flujo no siempre est6 dentro de las especificaciones 6ptimas, por el contrario deja mucho que desear y todos esos contaminantes van al Ani6n B que es el que est6 en servicio.

Para evitar esto como ya se indic6 al comienzo de este paso, se debe sacar de servicio, pero por la premura de ganar tiempos de operaci6n y tratar de mantener el nivel del tanque de agua tratada, hoy se ha adoptado como rutina el mantener el otro tren en servicio, permitiendo su contaminaci6n y agotamiento prematuro.

EN SERVICIO: Cuando finalmente entra en servicio el Tren A, el Tren B se encuentra maltrecho por las sobrecargas y contaminaciones ya detalladas y por lo tanto bien disminuida su capacidad.

Al disminuir la capacidad de intercambio del tren B y al estar unidos los trenes, el agua del Tren B, demasiado cargado de iones ser6 de carga para el otro tren que reci6n entra en servicio. Esto hace que el fen6meno se haga un c6rculo vicioso con con-

taminaciones mutuas de un tren a otro, ya que la misma cosa sucede en el proceso de regeneración del otro tren.

De este análisis deducimos que las contaminaciones se originan en gran parte al unir los efluentes de los cationes, y esto nos ha llevado a pensar que la solución es instalar otro degasificador.

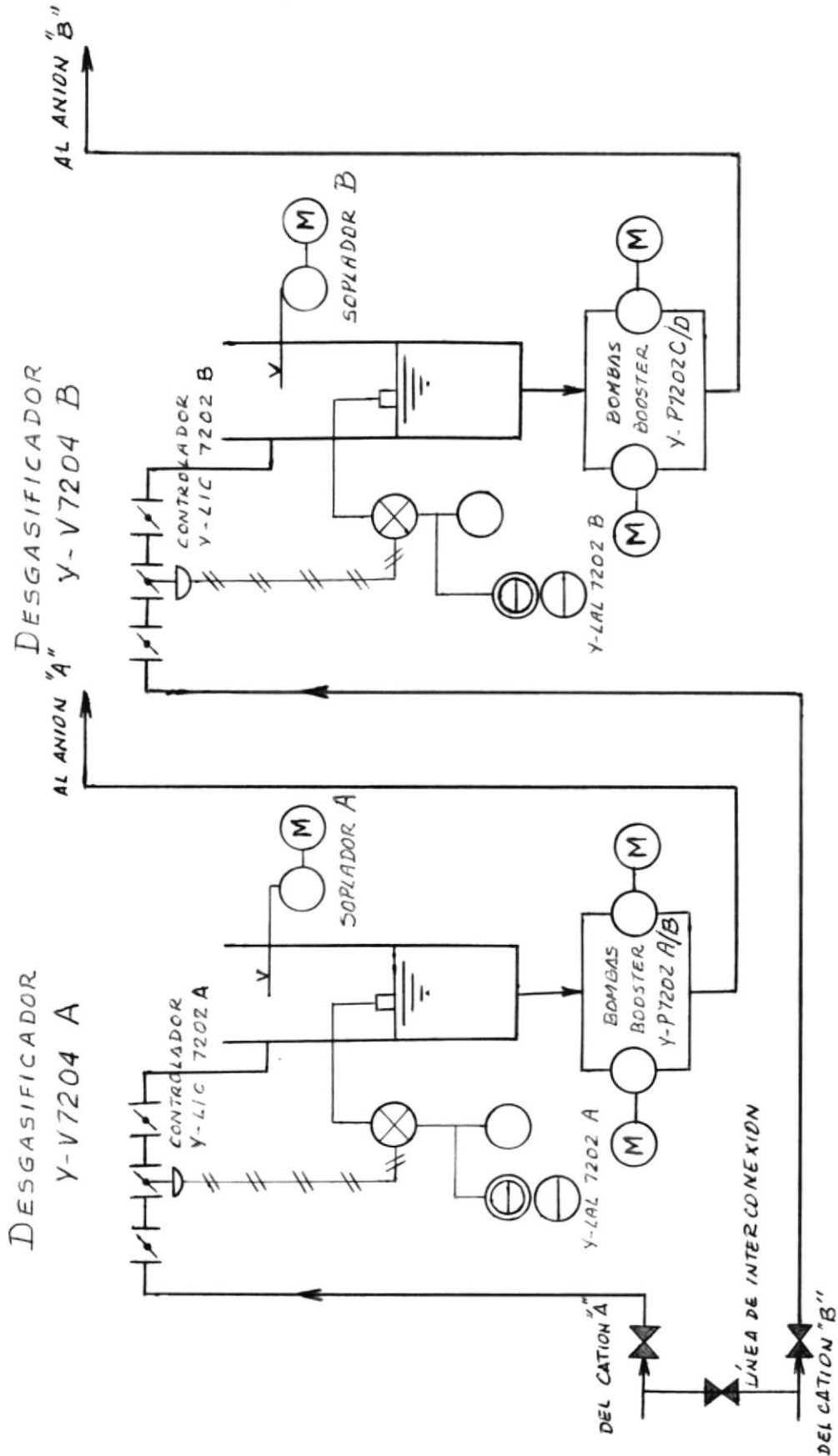
En la página 69 se encuentra un diagrama de flujo, de como quedarían las líneas y equipos auxiliares si se instalara el otro degasificador.

Este trabajo nos conduciría a la independización de los dos trenes, y empezaría, a la salida de los cationes, en lugar de unirse, el Cation A, descargará al degasificador A, y el Cation B, descargará al degasificador B. Se proveerá de una línea de interconexión con sus respectivas válvulas de bloqueo, para poder trabajar en forma cruzada (Cation A con Cation B y viciversa) en algún caso de emergencia.

Los equipos adicionales que se requieren son los siguientes:

-RECIPIENTES: Un nuevo degasificador (similar al ya existente YV7204), con todos sus elementos de control, que en lo sucesivo se denominaría Y-V 7204 A. El degasificador existente se llamaría en adelante Y-V 7204 B.

Fig. #10 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INSTALACION DE OTRO DEGASIFICADOR



- BOMBAS: 2 bombas(similares a las ya existentes, Y P 7202 A&B) que se instalarían con el nuevo degasificador. Las bombas del degasificador A, (tren A), se llamarán Y-P 7202 A&B; las bombas de degasificador B (tren B), se llamarán Y-P 7202 C&D
- VALVULAS Y LINEAS, que sean necesarias, para dirigir el flujo en el sentido requerido.

Observaciones: Para el control de arranque-parada de las nuevas bombas, se instalará en el panel de control los respectivos botones de arranque-paro, así como también del soplador de aire.

Esta innovación permitirá un trabajo y su agotamiento de cada tren se realice en forma uniforme sin las sobrecargas que actualmente soporta, así en el retrolavado aniónico el agua será proporcionada por el correspondiente intercambiador catiónico, esto es, agua degasificada.

Para el lavado cáustico y enjuagado lento, se usará agua desmineralizada. Actualmente se usa agua degasificada, con alta concentración de AML (acidez mineral libre) por lo que bastante cantidad de sosa se usa para neutralizar esta agua. El resto de operaciones será igual a lo actual.

### 3.4. REDUCCION DEL CONSUMO DE AGUA TRATADA

El agua desmineralizada es toda dedicada para la producción de vapor de agua en las cuatro calderas y en intercambiadores, rehervidores o calderetas en el área de procesos.

A su vez el vapor en su mayor parte es usado para mover turbinas de diferente tamaño.

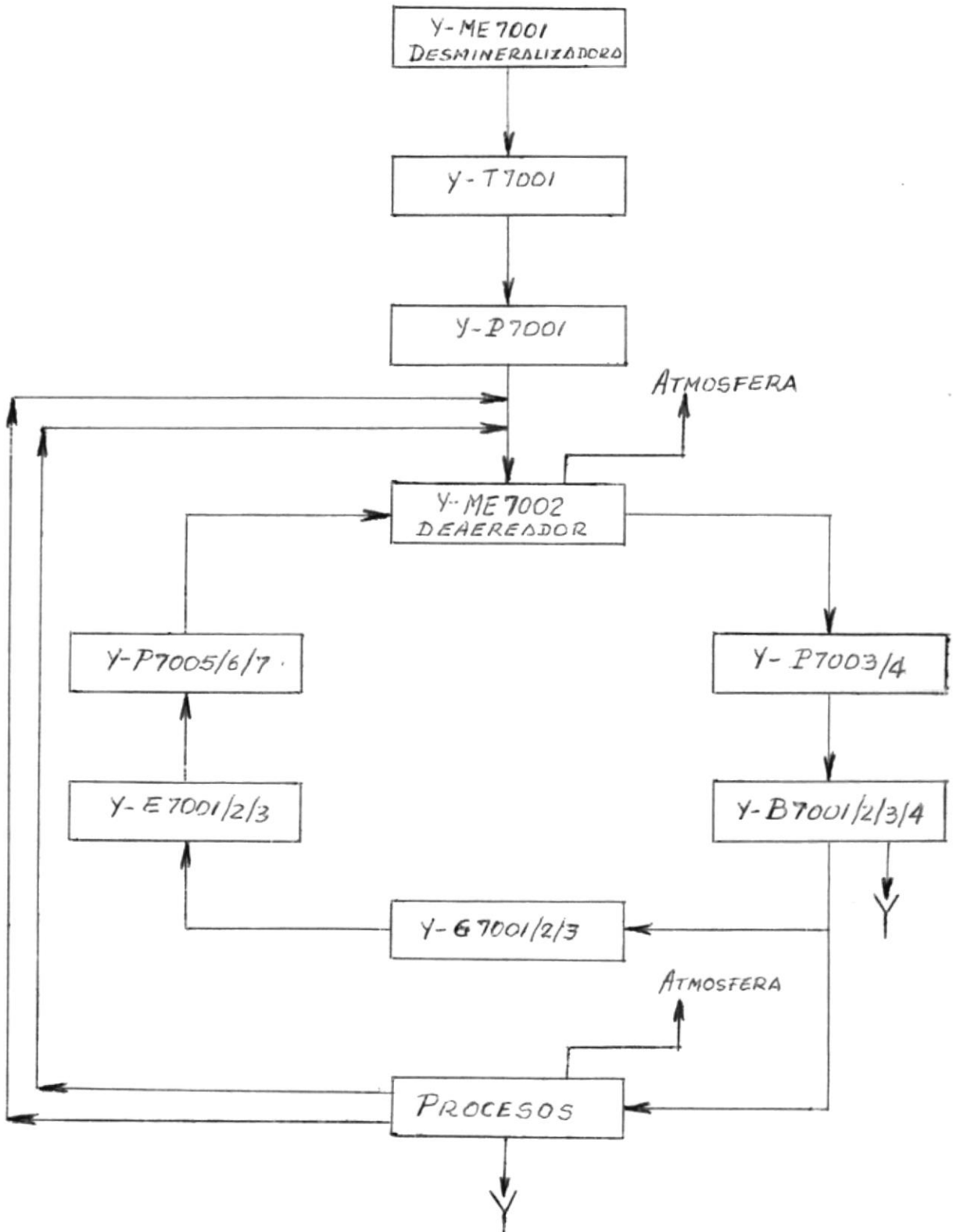
Turbinas de gran tamaño y capacidad, mueven los generadores eléctricos, bombas de agua de alimentación a Calderas, bombas de agua de enfriamiento, compresores de SECRA y compresor de aire de instrumentos. Este vapor es de alta presión o de  $42 \text{ Kg/cm}^2$ .

El resto de turbinas de Refinería, se mueven con vapor de media presión esto es de  $10,5 \text{ Kg/cm}^2$

Otro uso del vapor especialmente de media presión y también de baja presión esto es de  $3,5 \text{ Kg/cm}^2$ , es para calentamiento, en intercambiadores de calor.

Hasta aquí teóricamente, todo el vapor una vez que ha entregado su energía calórica, se condensa y es, alimentado al tanque Deaerador, donde se une al agua de reposición que viene del tanque Y-T7001, y se cierra el circuito, por medio de las bombas de alimentación de agua a las Calderas que mantienen el nivel en los domos de las mismas.

Fig. # 11 CIRCUITO DEL AGUA TRATADA



Un mínimo porcentaje del total de vapor generado es usado como despojador, para eliminar gases, en determinados procesos, como ejemplo en de tanque deaerador, y torres despojadoras del área de procesos, serpentines de calentamiento de tanques y venas de calentamiento de líneas de productos.

Este vapor, junto con las descargas de las trampas de vapor, van a parar sea a la atmósfera o al desagüe, o sea son pérdidas.

O sea que repitiendo el concepto ya enunciado, teóricamente, el agua usada como vapor, se debería recuperar en un 85% del total.

Desgraciadamente el porcentaje de pérdida es muy alto, calculándose entre 40% y 50% siendo demasiado y este es uno de los motivos principales para que la desmineralizadora tenga que trabajar a marchas forzadas con los consiguientes contratiempos ya analizados.

#### 3.4.1. OPERAR LA DESMINERALIZADORA DENTRO DE LOS RANGOS DE DISEÑO

El título anterior sugiere la idea de que el agua de la desmineralizadora debería ser atendida y conservada, en su tratamiento teniendo en cuenta más a su calidad antes a la cantidad.

GRAFICO 5.- pH. en el agua desmineralizada del tanque YT7001 durante el mes de enero de 1984

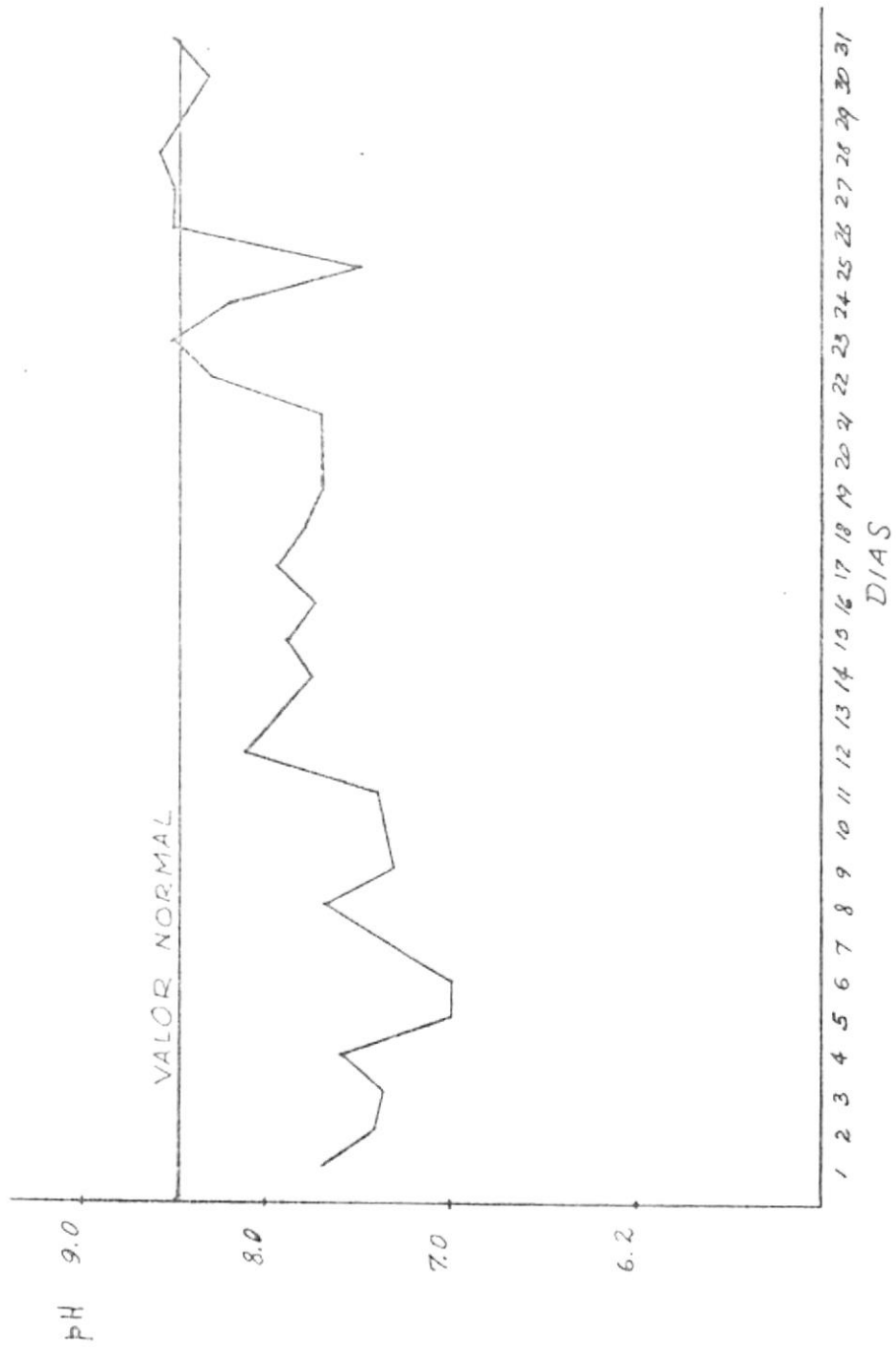


GRAFICO 6.- CONDUCTIVIDAD en el agua desmineralizada del YT7001 durante el mes de Enero/84

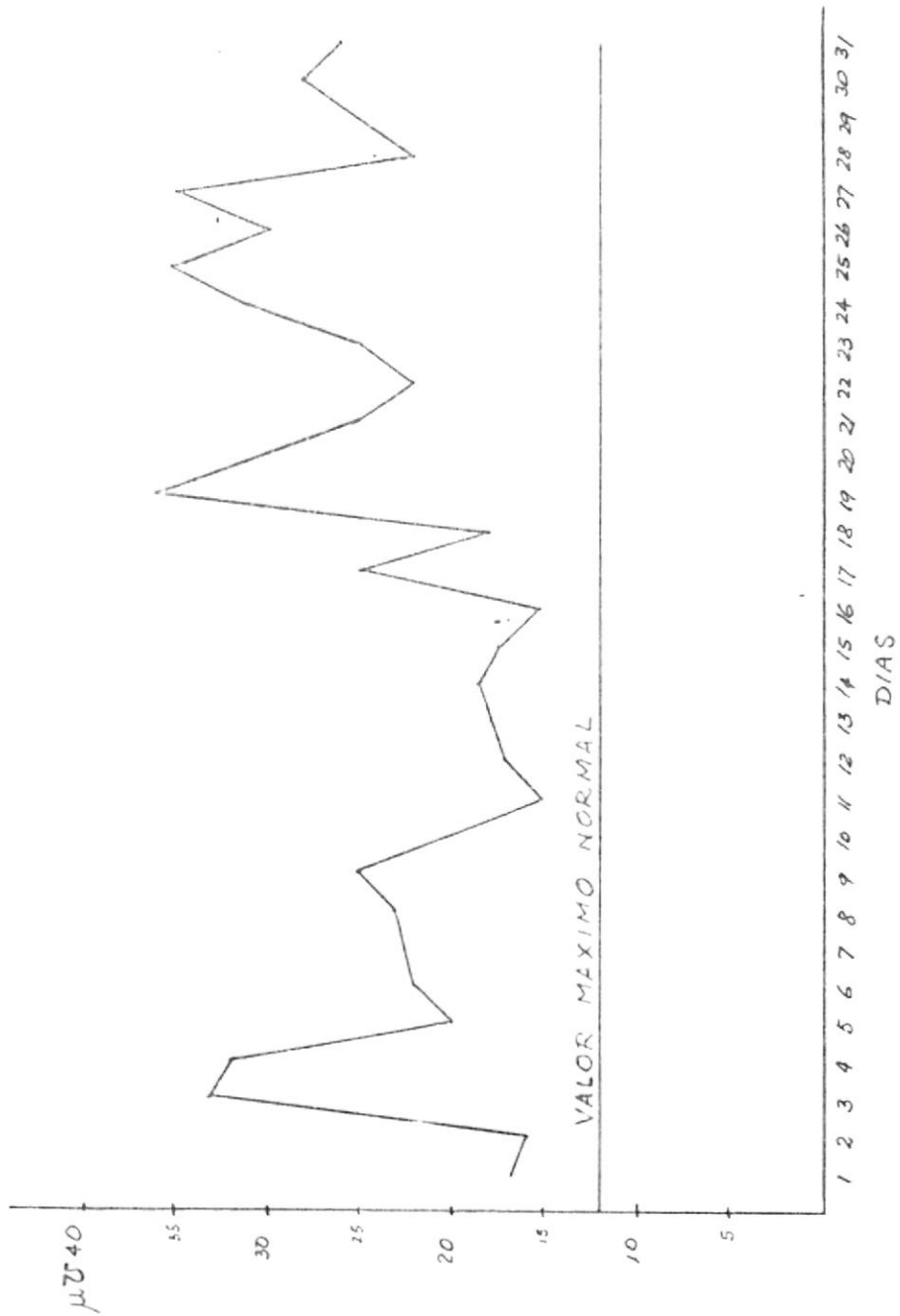
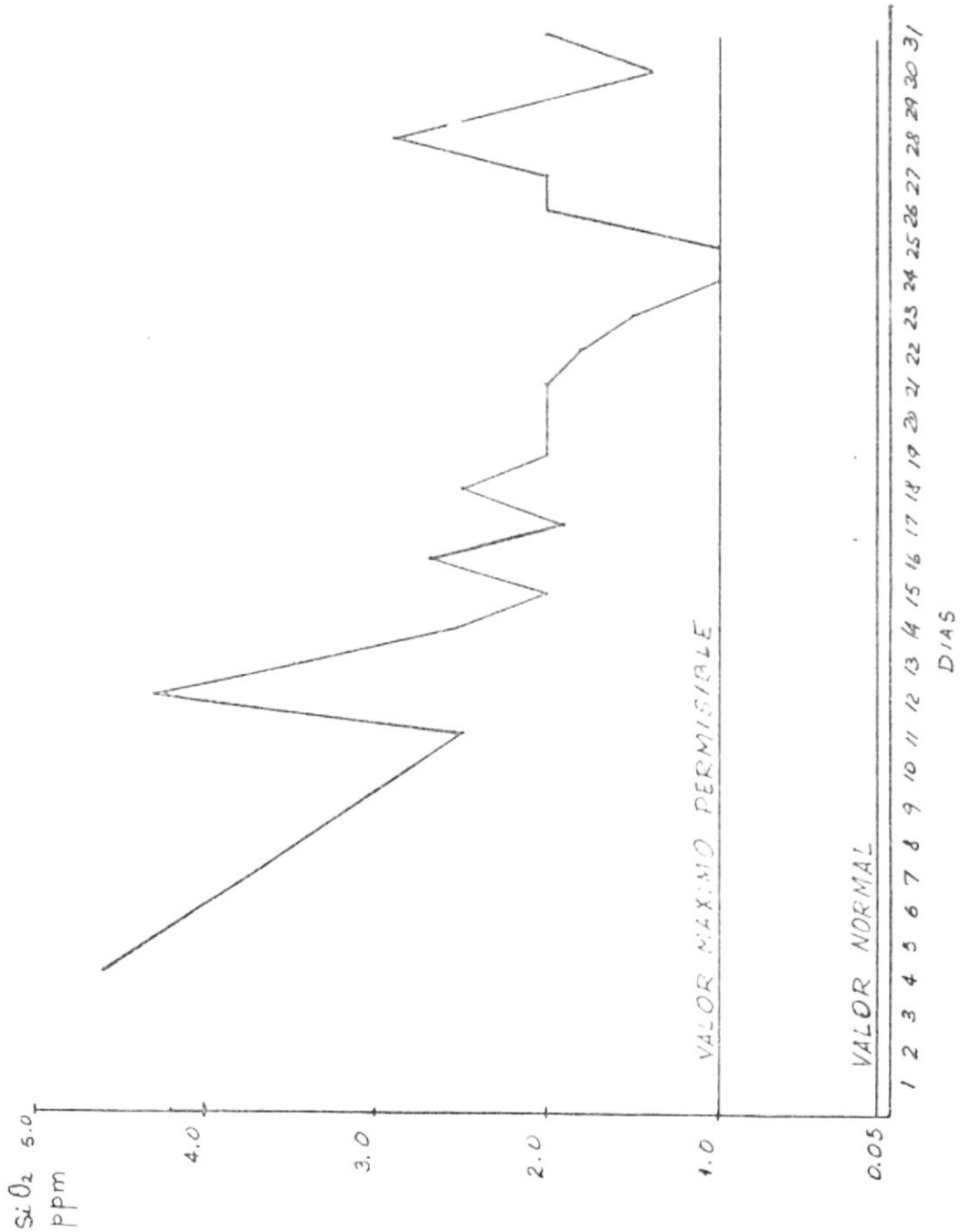


GRAFICO 7.- SILICE en el agua desmine realizada del YT7001 durante el mes de ENERO/84



En los gráficos 5, 6 y 7 de las páginas 73,74 y 75 se ve claramente que el agua desmineralizada está muy lejos de los valores ideales.

Se ha escogido el mes de Enero de 1984 por ser de fechas recientes, pero las estadísticas de meses y años anteriores son similares y aún peores.

Si analizamos los pH vemos que en general están - debajo de lo normal. Dentro de las calderas los valores de pH deben estar entre 10.8 y 11.2

Al introducir agua con bajo pH, debido a la alta - temperatura esta agua se torna extremadamente corrosiva. Para evitar daños a los interiores de las calderas, es necesario subir el pH y esto se logra dosificando soluciones alcalinas y cáusticas a base de fosfatos trisódicos y sosa, con lo que los sólidos del agua aumentan, siendo necesario drenar una cantidad mayor de fondos, para no sobrepasar - los residuales normales.

Como consecuencia del bajo pH., la conductividad - aumenta, por el caracter electrolítico de los ácidos. Pero, la conductividad puede también estar incrementada por iones positivos, por lo que es necesario determinar a ciencia cierta de que clase de conductividad se trata para arbitrar las medidas, más aconsejadas .

En todo caso la solución final para la alta concentración de sólidos, es el aumento de las purgas en las calderas, sean estas de forma constante o de manera intermitente.

El caso de la SILICE, es un poco especial, ya que posee un alto grado de incrustante. A temperaturas elevadas, se forman verdaderas costras de vidrio, - las mismas que una vez formadas, no hay manera de eliminarlas químicamente. Para poder removerlas es necesaria una acción mecánica, mediante el uso de maquinaria apropiada.

Otra particularidad de la sílice, es la de que eléctricamente neutro, por lo tanto no influye en la conductividad, siendo por tanto necesario realizar, pruebas de sílice a intervalos regulares especialmente cuando se calcula que ya se acerca a su final la corrida de un tren.

Cuando ha habido residuales de sílice mayores de 25 ppm como  $\text{CaCO}_3$  una manera de contrarrestar su acción incrustante en las calderas, es mantener un pH ligeramente alto. Con esto se vuelve al caso de bajo pH, es decir es necesario aumentar la dosificación de productos alcalinos y cáusticos y la subsiguiente purga de sólidos, mediante las purgas tanto de superficie como de fondo de las calderas.

Se ha hecho hincapié en las consecuencias de introducir en las calderas, agua con altos residuales - de contaminantes, para llamar la atención sobre el hecho, de que FORZAR LOS TRENES PARA MANTENER EL NIVEL EN EL YT7001, no es ninguna solución .

¿Por qué podemos afirmar esto? Por los siguientes puntos:

- a) Es un riesgo demasiado alto, sea de formar incrustaciones o corrosiones en los internos y tuberías de las calderas
- b) Se puede afirmar que en vano se ha forzado a los trenes, operándolos por sobre su capacidad, ya - que aproximadamente la misma cantidad de agua - que se ha logrado tratar, pero fuera de especificaciones, será drenada en las calderas, por sus purgas de superficie y fondo, bajo el peligro de consecuencias más graves caso de no hacerlo.  
A esto además hay que añadir que se desperdicia energía en transportar el agua y calentarla.

Por lo expuesto, podemos sugerir que siempre es más conveniente trabajar dentro del límite señalado por el diseño de los fabricantes, porque el no hacerlo entraña a más de dañar equipos costosos y críticos, un desperdicio inútil de energía.

### 3.4.2.- ELIMINAR DESPERDICIOS DE AGUA TRATADA

En cierta medida las pérdidas de agua tratada, son necesarias, dentro del proceso, tal es el caso del vapor del Deaerador, que se usa para la eliminación del oxígeno ( otro gas corrosivo) presente en el agua, pero lo que no es necesario ni justificable es el desperdicio de esta agua que tanto trabajo y dinero cuesta.

Hay muchos lugares por donde se pierde el agua, algunos de ellos de fácil corrección.

El sistema de baja presión de vapor es alimentado, principalmente por las descargas de las turbinas - que no tienen condensación, y en caso de escasez o baja presión, mediante válvulas reductoras, desde el cabezal de media presión.

Este sistema sirve para uso en calentamiento únicamente. La mayor parte va al tanque deaerador, y el resto en serpentines y venas de calentamiento de tanques y líneas de productos que necesitan mantenerse calientes.

Dentro de la operación normal se dan casos de que al mismo tiempo están en servicio muchas turbinas , haciendo que la cantidad de vapor sea excesiva. O -

tra posibilidad de que suceda el mismo fenómeno es que haya mucha alimentación desde el cabezal de media. Cuando esto sucede, un sistema automático descarga el exceso a la atmósfera.

Para evitar pérdidas por esta situación, se debe operar equipos movidos con motor y sacar las turbinas en el primer caso; y en el segundo, revisar, las válvulas para regular el paso de vapor de media, al cabezal de baja.

Estas fugas son bastante grandes, por lo que se divisan fácilmente, y esto hace que todo el personal se interesa y toma la iniciativa para corregirlas.

Otra manera de desperdicio de agua se presenta por las pequeñas fugas en prensaestopas de válvulas, trampas sucias, venas de calentamiento, uniones, bridas etc.

Tomadas una a una en forma separada estas son fugas pequeñísimas que no representan mayor cosa en un flujo de cerca de 100 ton/Hora, pero si sumamos los miles de estas pequeñas fugas, resulta que forman una cantidad considerable. Efectivamente la superficie de refinería es de 110 hectáreas y de un extremo a otro hay fugas.

Efectivamente, en las mañanas frías se puede observar una nube que rodea toda la refinería, debido a la condensación de vapor que se escapa por todo lado.

Solucionar esta deficiencia es tarea exclusiva del personal de mantenimiento. Esporádicamente se han emprendido campañas de "COGER FUGAS", en la que han intervenido, mecánicos, soldadores, pero no ha habido la continuidad necesaria.

Mantenimiento debería desarrollar técnicas para la limpieza y reparación de trampas de vapor; también es indispensable que al comprar válvulas de vapor se escoja las que se pueda reempacar aún con presión.

En forma estimativa se calcula que las pérdidas de vapor por concepto de fugas es equivalente a unas 10 toneladas ppr hora.

Aunque consideramos que es una sugerencia que difícilmente se la tomará en cuenta, sin embargo por considerarla factible, ya que otras instalaciones las tienen la consignamos aquí.

Se trata de la construcción de un tanque recolector recolector de purgas, con su respectivo sistema de recolección y posterior bombeo al deaerador.

### 3.5.- IMPLEMENTAR UN LABORATORIO DE CAMPO

Papel importantísimo desempeña el Laboratorio dentro del tratamiento de agua, no solo en la desmineralizadora, sino desde el clarificador, en la torre de enfriamiento, dentro de las calderas y en el acondicionamiento del condensado.

En refinería, el laboratorio de aguas como se da en llamar a la sección encargada de analizar las muestras enviadas desde la sección de servicios auxiliares, está hasta físicamente, ubicado al fondo del laboratorio general, siendo por tanto relegado a un segundo plano dentro de las actividades normales que se realizan a diario, sobretodo en lo que se refiere al control de calidad, que es el aspecto que para laboratorio tiene la mayor importancia.

La organización del laboratorio de aguas es muy deficiente en cuanto se refiere al tiempo que se tarda en reportar los resultados de los análisis.

En efecto, vamos a tomar como ejemplo un día cualquiera: a las 07h00 el operador encargado toma la muestra del tanque YT7001, y los resultados no los conocemos sino a las 15H00 que traen los reportes.

Si los resultados son buenos, en buena hora, no ha pasado nada, pero si hay alguna novedad, o hay que hacer alguna corrección, como ya han pasado 8 horas, lo más seguro será de que el tren que ocasionó esas condiciones anormales, esté en regeneración o por el contrario ha contaminado totalmente el agua del tanque.

Los encargados de ordenar cualquier cambio en las condiciones operacionales de la planta son los ingenieros de turno. Pero da la coincidencia, como ya se indicó anteriormente, que a esa hora realizan el relevo de turno, siendo por tanto la hora menos propicia, para revisar un reporte de laboratorio y realizar las correcciones que se requieran, a pesar de que ya de por sí serían tardías.

Si durante la operación a lo largo del día se presenta alguna duda o sospecha de condición anormal, hay la posibilidad de pedir un análisis especial, pero el trámite es sumamente largo ya que implica, solicitar envase para tomar la muestra, la toma de la misma, el envío al laboratorio, sujeto a la voluntad del Sr. recogedor de muestras y luego a esperar algunas horas. En la mayoría de los casos el solicitante del análisis ya ha terminado su turno, cuando llegue el resultado, y la persona que se en

cuentra de turno no sabe porqué ni para qué solicitaron el análisis. En la mayoría de los casos la situación de los trenes ha cambiado totalmente y ya no son necesarios los datos de los reportes.

Téngase en cuenta que en los análisis llamados de rutina, no se analiza el agua que está saliendo de la desmineralizadora, lo que nos podría en determinado momento ayudar a detectar alguna falla y corregirla.

Lo que en realidad en la planta se necesita es un pequeño laboratorio de los llamados de campo, que tenga un mínimo indispensable de instrumentos y reactivos que se emplean con más frecuencia.

Con esto no queremos sugerir que se suprima el laboratorio de aguas, no. Por el contrario sería muy conveniente que siga funcionando a manera de evaluar y comparar resultados y dilucidar dudas en determinados casos.

Sería necesario darle servicio al local construido a propósito para este fin. Efectivamente de diseño, hay un local con todas las comodidades para que funcione el laboratorio. Incluso, cuando todavía no había el laboratorio, por no estar terminado el edificio, funcionó satisfactoriamente sin problema.

Es necesario de urgencia que se instale unas mesas, apropiadas (2) y unos anaqueles para guardar instrumentos y reactivos.

Los equipos que se necesitan son para las siguientes pruebas: - Alcalinidades F y M ... DEsmin, Calder.

- Sílice	...	"	"
- Dureza	...	"	"
- pH		Uso múltiple	
-sulfitos		Calderas	
- fosfatos		"	
- Cromatos		Torre enfriamiento y sistema de agua potable.	

Tampoco se necesita incremento de personal, ya que estos equipos serían manejados por el operador de la desmineralizadora. Dicho operador normalmente dispone de tiempo suficiente para dedicarlo a esta tarea

Consideramos además que esta sería una manera de incentivar el espíritu de trabajo e investigación, en el personal, ya que pueden darse cuenta de lo que está sucediendo en las distintas fases del proceso, y adquirirían la suficiente experiencia para seguir mejorando la operación.

### 3.6.- INSTALAR UN PUENTE-GRUA PARA MANIOBRAS

Dentro de la operación y mantenimiento de la planta son necesarios realizar maniobras que por su naturaleza son difíciles llevarlas a cabo solamente con el esfuerzo humano. Se necesita del concurso de máquinas, pero apropiadas.

Se necesitan levantar a una altura de tres metros, tambores de resina que pesan uno 200 Kg., ó tanques de sosa en solución de un peso similar. Igualmente con frecuencia se necesita mover tapas de los intercambiadores y otros materiales así mismo pesados.

En otros lugares menos necesarios como es el caso de la planta de aire, existe un puente-grúa, y en esta planta donde en realidad se necesita casi a diario, no sé como se pudo haber pasado por alto este accesorio.

Hasta ahora se ha estado realizando los trabajos mediante el uso de montacargas, pero resulta por demás problemático, por falta de espacio para maniobrar y también por sus limitaciones en cuanto a peso y capacidad de carga y de levantar. Muchas veces ha sido necesario usar la grúa para desatascar los montacargas enterrados en la arena o grava.

### 3.7.- SEGURIDAD PERSONAL

Muchas páginas se podrían escribir en cuando se refiere al aspecto de la seguridad e higiene industrial, y siempre sería insuficiente debido que el área de esta planta está sujeta a muchos peligros en cuanto se refiere a los actos inseguros, condiciones inseguras y otros.

Como ya se analizó detenidamente en los capítulos anteriores la planta está en una situación muy crítica. Ninguno de sus sistemas automáticos de control funciona a satisfacción por lo cual es necesario que el operador pase si es posible todo el tiempo junto a los equipos realizando todas las maniobras en forma manual.

Dentro de esta amplia gama de aspectos, señalaremos algunos con la finalidad de prevenir accidentes de trabajo y por otro lado las enfermedades profesionales que podrían derivarse a un período de tiempo más bien corto.

Empecemos por analizar las condiciones ambientales y nos daremos cuenta que es una planta que prácti-

camente está a la intemperie. Sólo la protege un techo, pero que por estar tan alto, cuando llueve se moja todo, o cuando hace sol, igualmente inunda de calor toda el área.

Durante las noches está expuesta a toda clase de insectos, propios de nuestro clima tropical, pero sobretodo es imposible trabajar a determinadas horas, por la molestia que causan los mosquitos, algunos - de los cuales incluso son palúdicos.

Otro factor ambiental desagradable es el ruido. El área está cerca de equipos muy ruidosos como son - las calderas, compresores bombas que según mediciones realizadas por Seguridad, el ruido está cerca de los 85 decibeles.

Pero estos ruidos se incrementan notablemente cuando están en funcionamiento los compresores de emergencia JOY, que funcionan con motores diesel y que no tienen silenciadores apropiados, subiendo la intensidad del ruido hasta los 92 decibeles.

Estos factores señalados, el agua de las lluvias, el calor, los mosquitos y sobretodo el ruido, obligan a los operadores a abandonar su puesto de trabajo y refugiarse en la sala de control, no siendo esto muy aconsejable.

Una condición insegura que influye enormemente en la posibilidad de producirse accidentes de trabajo, es la peligrosidad de los líquidos regenerantes que se usan en el proceso. Efectivamente, tanto el ácido como la sosa, en contacto con la piel, producen quemaduras graves de inmediato, y cuando sanan dejan cicatrices muy pronunciadas.

A esto hay que añadir la falta de los implementos indispensables para emergencia en caso de accidente o sea duchas apropiadas, lava-ojos y otros.

Entre los actos inseguros que más se notan está el que el personal, es renuente a usar los equipos de seguridad apropiados.

Otro acto inseguro es el que los operadores más o menos conocedores de las maniobras, por lo general, tienden a familiarizarse con éstas, y no le prestan la debida atención, cuando es necesario.

La sugerencia en este campo es que el Departamento de Seguridad Industrial y el de Higiene del Trabajo realicen una campaña de divulgación de las normas básicas de seguridad, concientizando de los peligros latentes y luego obligando al uso de los equipos de protección, ejerciendo presión coercitiva o punitiva, si el caso lo requiere.

### 3.8.- COMPENDIO DE SUGERENCIAS

Es importante que al llegar a este punto se haga una recopilación o resumen de las sugerencias presentadas a consideración de los personeros de Refinería y que han sido analizadas debidamente. Creemos que, dado que todos anhelamos lo mejor para nuestro trabajo, todos sepamos sacar las conclusiones que más convengan ya que no nos mueve otro propósito que el de colaborar en la solución de los problemas en la medida que nuestras posibilidades nos permiten. Nos limitaremos a señalar los títulos de las sugerencias, pues un detalle mayor sería redundancia.

- Mejorar la calidad del agua a ser tratada
- Coordinar con el Departamento de mantenimiento la reparación ó reposición de los equipos con problemas.
- Instalar otro degasificador
- Reducir el consumo de agua tratada
- Implementar un laboratorio de campo
- Instalar un puente grúa para maniobras
- Velar por la seguridad personal

Si lográramos que se empiece a trabajar en algunas de estas sugerencias, nos consideraríamos satisfechos de haber colaborado en algo con la refinería.

## C A P I T U L O 4

### BENEFICIOS A LOGRARSE

Indudablemente que todo trabajo que uno realiza, tiene una meta, y por ende uno busca algún resultado - beneficioso, sea personal como comunitario.

En el caso que nos ocupa la única meta que nos hemos propuesto, es la incentivar la colaboración de todos los que directa o indirectamente tenemos algo que ver con la buena marcha de la Desmineralizadora, para que la misma pueda operar normalmente y sin problemas por muchos años.

Los beneficiados en mayor o menor grado seremos todos y es por eso que todos debemos hacer causa común, y dejando de un lado egoismos o decidias, nos dediquemos a cumplir con nuestras obligaciones.

#### 4.1.- OBTENCION DE AGUA DE BUENA CALIDAD

Como es de suponer si la planta trabaja normalmente el agua que produzca deberá ser de buena calidad, cosa que como ampliamente se ha analizado no se lo

ha conseguido, y es que los esfuerzos separados, se disipan y la única manera de alcanzar resultados es mediante el trabajo unificado, debidamente planificado y bajo la dirección de una persona competente y decidida.

Cuál es deseo de obtener agua de buena calidad, y - que reúna los requisitos mínimos? La respuesta es rápida y sencilla, pero lo que ella encierra también es inmesurable importancia.

El agua debe ser de excelente calidad, porque de ello depende la vida útil de las calderas. Así de fácil, pero cuál es la importancia que tiene?

Para ilustrar esto señalaremos que fueron necesarios más de cuatro años, desde que se inició los - contratos, estudios, transporte y construcción de caldera #4.

Aparte del inmenso costo económico, fué necesario, el aporte técnico, intelectual y físico de muchísimas personas, tanto nacionales como extranjeras.

En fin un largo proceso, costoso en todo sentido.

¿ Qué sucede concretamente cuando el agua no es de buena calidad?

Como se analizó en la parte correspondiente, en el mejor de los casos, es que el agua introducida en

las calderas y que no esté dentro del límite de residuales, deba ser eliminada, habiendo desperdiciado tiempo y energía, sin resultado.

Podemos afirmar que el mayor porcentaje de culpa en el daño que han sufrido las calderas, se debe a la mala calidad del agua.

Los daños en sí, se manifiestan en rotura de tubos, causados por la corrosión. En las tres calderas, ha sido necesario cambiar los sobrecalentadores, los economizadores y gran cantidad de tubos generadores. Particularmente la caldera #2, ha quedado inservible y necesitará una reconstrucción total si se la quiere poner a operar otra vez.

Hoy en día el criterio de los jefes es de que la única caldera confiable es la última o sea la # 4, por el hecho ser nueva, pero si no se logra cambiar las condiciones en lo que se refiere a mejorar la calidad de agua, estamos seguros que a corto plazo, también esta caldera estará en las mismas condiciones que las otras tres.

¿ Y cuáles son las consecuencias?

Aparte del efecto económico, por destrucción del equipo en sí, hay efectos secundarios de incalculable importancia y que se deben tomar muy en cuenta.

Una rotura de tubos, necesariamente implica tener que sacar de servicio, esa caldera. Muchas veces no ha sido posible hacerlo en forma coordinada, sino que la pérdida de agua es tan grande que no se logra mantener el nivel en el domo y por bajo nivel se dispara, arrastrando con esto a las calderas que se quedan igualmente sin agua y no pueden seguir operando. Es decir se declara la emergencia.

Una emergencia de las calderas, conlleva necesariamente el paro total de refinería, con el agravante, de que estos paros se producen sin la menor precaución, en forma violenta, ocasionando en las áreas de procesos, problemas de todo índole, empezando por peligros de incendio, explosión, etc. y terminando con los accidentes personales.

En estos casos es muy difícil controlar la situación, ya que se han cortado todos los servicios, básicos, es decir no hay energía eléctrica, ni agua, ni aire para controles, creándose un caos total.

Volver a poner en marcha la planta es otro problema. En primer lugar, es necesario lograr conseguir energía de la EMELESA, luego presionar otra caldera si hay disponible, luego poner en servicio la planta eléctrica y demás servicios. Recién en este punto, en las áreas de procesos podrán comprobar la magnitud,

de los daños: taponamiento de bombas, líneas, contaminaciones, coquización, etc.

Todos estos problemas y muchos más se han producido por las roturas de los tubos de las calderas.

Por esta razón, creemos es por demás insistir en la necesidad de conseguir agua de excelente calidad y esto se conseguirá cuando la planta desmineralizadora, opere apropiadamente, y como ya se indicó al evitar esa serie de contratiempos, los beneficiados en todo sentido seremos todos los ecuatorianos, por que los problemas de refinería son problemas nacionales.

#### 4.2.- AHORRO DE QUIMICOS REGENERANTES

El manipuleo de estos químicos, tanto el ácido como la sosa, es sumamente peligroso y por tanto molesto. Con razón es evidente el desagrado de las personas encargadas de realizar tales maniobras.

Incluso, en SECRA, los operadores se han negado rotundamente, a seguir preparando las soluciones por el grave peligro que ello encierra, y esta tarea se la ha encomendado a otras personas, que hasta cierto punto no pueden protestar.

Cosa similar sucede con el ácido. Hace pocos días

no mas, se produjeron dos derrames de ácido sulfúrico concentrado por un total de 17.000 kilos, felizmente sin tener que lamentar desgracias personales.

Los operadores trabajan con la constante zozobra, de sufrir un accidente. Son constantes e inesperadas las fugas de ácido que daña lo que toca.

Si a estos antecedentes sumamos el valor económico de los regenerantes, nos convenceremos que vale la pena, hacer lo posible por reducir el consumo de estos químicos, y esto sólo será posible si los trenes rinden lo que deben, haciendo con esto menos frecuentes las regeneraciones y el manipuleo de los químicos.

#### 4.3.- AHORRO DE RESINAS Y ANTRACITA

Ya hablamos de la necesidad de ahorrar los químicos regenerantes, y ahora nos toca hablar sobre los materiales de intercambio iónico llamadas resinas en el caso de los intercambiadores, y de la antracita en el caso de los filtros.

Si bien los regenerantes son difíciles y peligrosos de maniobrar, y su costo es elevado sin embargo en el caso de las resinas y de la antracita el problema es mayor, debido a que no se encuentra en

el mercado nacional.

Para la adquisición de estos materiales en el exterior es necesario seguir el lento y engorroso proceso burocrático; debe contar con la aprobación del Directorio de la Corporación, en definitiva la adquisición puede durar de dos a tres años.

Felizmente en la actualidad hay en bodega las reservas suficientes, pero no por eso se debe abusar.

Como ya explicamos a más del desgaste normal que es justificable, el motivo de desperdicio de la antracita y de las resinas, se produce en los retrolavados, cuando éstos se los realiza sin las debidas precauciones. Además la antracita por los problemas analizados con detenimiento, van a parar al interior de los intercambiadores catiónicos. Esto además de ensuciar la resina, ocasiona el paulatino descenso, de la antracita y su consiguiente reposición.

Mientras menos retrolavados se realicen, menos posibilidades de pérdida hay, por esta razón será de beneficio inmensa el que la planta trabaje dentro de las condiciones diseñadas y rinda la cantidad de agua suficiente, para que la operación sea confiable. Indudablemente, repetimos esto implica el esfuerzo de todos los trabajadores ligados a esta planta.

#### 4.4.- DISMINUCION DEL TRABAJO PARA EL PERSONAL

Si bien las ventajas en el orden económico son muy deseables y hacia ese fin estarán encaminados nuestros esfuerzos, sin embargo, son mucho más importantes los beneficios personales.

Bajo este aspecto podemos distinguir dos facetas - Primero, el ahorro de esfuerzo físico e intelectual de gente que participa en la dirección, operación, en el mantenimiento, limpieza y otros menesteres. Segundo, mientras se disminuya las operaciones manuales; mientras se disminuya la intervención del personal de mantenimiento, en fin mientras el personal no sea necesario en la planta, será mucho mejor, ya que se elimina la posibilidad de que ocurra algún accidente de trabajo.

Se debería por todos los medios reducir la estadía de trabajadores en la planta. Como ya analizamos, hay enormes posibilidades de contraer enfermedades profesionales, como sordera, afecciones al sistema respiratorio, por lo ruidosa y contaminada que está el área.

En las circunstancias actuales, para los señores - jefes responsables de Setil, es un dolor de cabeza

permanente el pensar en el nivel del tanque de agua tratada. En algunas ocasiones se ha tenido que parar la refinería por falta de agua tratada.

Cuántas malas noches se ahorrarían los ingenieros del Departamento de ingeniería, que tienen que realizar, lavados y reactivaciones de las resinas, y de una u otra manera, tienen que controlar los trabajos muchas de las veces sin la facilidad de poder servirse los alimentos y peor dormir a su debido tiempo

Qué agradable sería para los operadores, el saber que luego de terminada una regeneración, le quedará algunas horas, para dedicarlas a otras actividades, como la de realizar pruebas de laboratorio, o retro lavar los filtros, o capacitarse más profundamente, en los pormenores del proceso.

El tener que en cada turno regenerar los dos trenes retrolavar filtros, y ver con angustia, que el nivel no sube, es algo que desespera y predispone a cometer errores en cualquier momento, y los errores en esta planta, son de consecuencias graves.

Para el personal de mantenimiento sea éste de soldadura, mecánicos, electricistas, instrumentistas, de servicios complementarios, será también de gran alegría conocer que la planta se encuentra en buen estado de funcionamiento, que los trenes están duran

do 24 horas de operación cada uno. Porque el trabajar con el sobresalto de quemarse, o de que a cualquier hora del día o de la noche les manden a ver, no puede ser agradable para ninguno.

Tampoco es nada agradable, trabajar dentro de los recipientes, todos llenos de suciedad, incómodos por lo estrecho. Igualmente retirando tapas, volviéndolas a colocar; extrayendo y colocando los materiales en los recipientes.

Y pensar que sino fácil al menos si es posible emprender la tarea de optimizar la operación de esta planta que hoy por hoy se ha convertido, a decir de algunos ingenieros en el CUELLO DE BOTELLA, de la refinería.

Al término de este pequeño trabajo nos sentimos satisfechos de haber realizado algo concreto, haber aportado ideas y sugerencias, que a no dudarlo en algo van a beneficiar a esta industria. Esperamos que se le dé la categoría de iniciativa y que se siga investigando sobre el tema a fin de que esto no se estanque, sino por el contrario se llegue al gún rato la Desmineralizadora trabajando como nueva, y que sea el orgullo de quienes en ella laboramos todos los días.

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

- (1) TYRO, UOP DIVISION, Volumen 3, Cap. 15
- (2) ENVIREX - REXNORD Co., OPERATING MANUAL FOR  
UTILITY BOILER FEEDWATER SYSTEM, Vol 1/2
- (3) CHIYODA CHEMICAL ENGINEERING & CONSTRUCTION  
Co. Ltd., Yokohama Japan. Volumen 45, Sección 14-31
- (4) COCHRANE DIVISION - CRANE Co. Manual de Instruc-  
ción para equipo de acondicionamiento de agua.  
King of Prussia, Pa. USA. 1964 pp 18-22
- (5) Ing. FRANCISCO TORRES, QUIMICA GENERAL, Unidades  
I - II, ESPOL - GUAYAQUIL 1982
- (6) Ing. MARIANO MONTAÑO, SEGURIDAD INDUSTRIAL Unidad  
IV, ESPOL - GUAYAQUIL, 1984
- (7) ESKEL NORDEL, TRATAMIENTO DE AGUA PARA LA INDUS-  
TRIA Y OTROS USOS, C.E.C.S.A. MEXICO, 1975