

TESIS PROFESIONAL

ABASTECIMIENTO DE AGUA Y MODIFICACIONES
AL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO Y RECIR
CULACION EN UNA FABRICA DE CONDUCTORES
ELECTRICOS.



GUILLERMO ORELLANA ALONSO
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

U. N. A. M.

MEXICO, D.F. 1964



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**ABASTECIMIENTO DE AGUA Y MODIFICACIONES
AL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO Y RECIR
CULACION EN UNA FABRICA DE CONDUCTORES
ELECTRICOS.**



**GUILLERMO ORELLANA ALONSO
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS**

U. N. A. M.

MEXICO, D. F. 1964

**ABASTECIMIENTO DE AGUA Y MODIFICACIONES
AL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO Y RECIR
CULACION EN UNA FABRICA DE CONDUCTORES
ELECTRICOS.**

A LA VIRGEN MARIA

A mis padres:

con veneración y respeto.

A mis hermanos:

con cariño.

Agradezco a Condumex, S. A.
todas las facilidades que me
dieron para la realización de
este trabajo.

I N D I C E G E N E R A L

- I.- INTRODUCCION
- II.- DESCRIPCION DEL PROCESO
- III.- UTILIZACION DEL AGUA
- IV.- ABASTECIMIENTO
- V.- RECIRCULACION Y APROVECHAM
 MIENTO.
- VI.- TRATAMIENTO Y ACONDICIONAM
 MIENTO.
- VII.- CONCLUSIONES
- VIII.- BIBLIOGRAFIA

CAPITULO I

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

En la existencia del hombre, el agua ha sido uno de los factores que han influido con mayor importancia en su progreso. Esto significa que la historia de la fundación y desarrollo de los pueblos, está basada principalmente en la facilidad de obtención y aprovechamiento de este preciado líquido - que es indispensable para la existencia de cualquier forma de vida. Ha sido y seguirá siendo usada como medio de transporte, proveedor de energía, materia prima principal y auxiliar en un sinnúmero de procesos, medio de enfriamiento, etc.

En este trabajo, se tratarán los problemas que vienen como consecuencia del uso del agua desde el punto de vista industrial de una fábrica instalada

....

y operando, la cual debido a su constante crecimiento, se ve en la necesidad de hacer modificaciones sobre la marcha a métodos de tratamiento ya instalados y planear nuevos sistemas de recirculación, si se toma en cuenta que la fábrica está instalada en el Distrito Federal en donde la limitación al consumo es muy estricta.

Con el objeto de hacer lo más -- claro posible este trabajo para el lector que desconozca el proceso de fabricación de conductores eléctricos y el uso que se le da al agua en el proceso mismo, éste se describe en el segundo y tercer capítulos, evitando así entrar de lleno en una serie de cifras que por sí solas no tendrán ningún interés.

En el cuarto capítulo, se trata sobre el abastecimiento y cuidados que-

....

se deben tener en nuestro caso particular, haciendo un breve comentario de la importancia que tiene para nuevas industrias en planeación, así como los principales factores a tomar en cuenta.

El quinto capítulo está dedicado a tratar los distintos sistemas de recirculación para las nuevas instalaciones así como las modificaciones a las existentes, ocasionadas por el movimiento y relocalización de maquinaria.

A continuación el sexto capítulo, trata las generalidades sobre el tratamiento del agua, y se propone una solución al problema específico que tiene actualmente la planta.

Por último se hará un breve resumen de las conclusiones obtenidas a lo largo de todo el trabajo.

.....

CAPITULO II
DESCRIPCION DEL PROCESO

.....

DESCRIPCION DEL PROCESO

Para la descripción del proceso -- que se sigue en la elaboración de conductores eléctricos, se tomará en cuenta el camino seguido por el Cobre una vez que ha sido refinado hasta la obtención del -- producto final.

- 1.- LAMINACION
- 2.- TREFI LADO (ESTIRADO)
- 3.- CABLEADO
- 4.- FORRADO DE PLASTICO
- 5.- CABLES DE ENERGIA
- 6.- CABLES TELEFONICOS
- 7.- ESMALTADO DE ALAMBRES

II.-1.- Laminación.-

En esta parte del proceso se -
obtienen de cada barra de cobre refinado,

....

rollos de alambón de las siguientes -
medidas:

5/16 pulg.	7.93 mm.
3/8 "	9.52 "
1/2 "	12.70 "
5/8 "	15.87 "

Para lograr ésto se dán los si--
guientes pasos:

- 1.1.- Se calienta la barra en un --
horno de atmósfera controlada --
hasta una temperatura un poco --
arriba de 900°C. Este horno es de
alimentación continua de material
durante la operación.
- 1.2.- Se pasa la barra en caliente -
por un doble tren de laminación--
consistente en rodillos ranurados
que dan en cada paso la reducción
de área deseada.

1.3.- Se enrolla el alambron procedente de la laminadora mediante un sistema doble de enrolladores automáticos.

1.4.- Se procede a ablandar la cáscara de óxido de cobre formada durante el proceso de laminado por el contacto cobre caliente-oxígeno del aire, usando unos baños de ácido sulfúrico diluido.

1.5.- Mediante chorros de agua a presión se desprende la caspa de óxido y se sumerge el material ya limpio en una solución de bitartrato de potasio con el objeto de darle protección contra posteriores oxidaciones durante su almacenaje y movimiento.

1.6.- Este material ya queda listo para las siguientes operaciones.

....

II.-2.- Trefilado.-

Esta parte del proceso consis
te en que a partir del alambrón
obtenido en laminación, se obtie
ne alambre de diversos calibres,
haciendo reducciones de área y -
estirado con el material frío.

2.1.- El principio básico de esta --
operación, es el de hacer pasar
el alambre por un orificio (dado)
cuya sección es menor a la ori-
ginal del alambre, de esta manera,
al mismo tiempo que se redu
ce el área se estira el material.

Dependiendo del diseño de la máquina,
se pueden hacer hasta 21
reducciones de área sucesivamente.
Para lograr ésto, se usan --
lubrificantes tales como emulsiones
aceite-agua en distintas --
proporciones, dependiendo del --
calibre del alambre en proceso.

....

Otros lubricantes usados son los aceites minerales.

2.2.- A medida que el material va sufriendo sucesivas reducciones de área, los cristales que los forman se van alargando, lo que trae como consecuencia un endurecimiento paulatino hasta llegar a los límites de material quebradizo. Debido a normas y especificaciones de los productos ya terminados, se necesitan distintos grados de dureza, es decir, distintos temple. Para lograr dar el temple necesario, se recoce el material ya sea en hornos eléctricos o de vapor o en una operación continua a base de corriente eléctrica.

II.-3.- Cableado.-

Esta operación consiste en el agrupamiento de varios alambres --

....

para la formación de cualquiera de los siguientes productos:

- a).- Cable redondo normal
- b).- Cable redondo compacto
- c).- Cable sectoral
- d).- Cordón
- e).- Cable trenzado.

3.1.- Los cables normales, pueden estar formados por 3, 19, 37, 61, etc., números de hilos dependiendo ya sea del grueso o de la flexibilidad que se necesite.

3.2.- El cable compacto, es un cable normal que se pasa por varios rodillos, con el objeto de reducir sus espacios libres y obtener la menor circunferencia para el mismo peso de material.

.....

3.3.- El cable sectoral es la ---
unión de varios cables triangu
lares para formar un cable re-
dondo.

3.4.- Los cordones pueden estar -
formados desde 12 hasta 102 hi-
los y su caracterfstica es que
cada hilo que lo forma es suma-
mente delgado lo que da una ---
gran flexibilidad.

3.5.- Los trenzados, son aquellos-
cables que llevan en una de sus
capas una malla trenzada que --
puede ser de alambre o de algo-
dón, con el objeto de darle ---
protección mecánica y pantalla-
protectora.

II.- 4.- Forrado de Plástico

La parte del proceso correspon

.....

diente al forrado de plástico, - es aquella que consiste en poner forros de este material a los alambres, cables o cordones que así lo requieran.

El proceso de forrado consiste en hacer pasar el conductor por un recocedor en donde se -- elimina el resto de grasa que pudo haber quedado de las soluciones de estirado, una vez limpio el material entra por una - gufa en el dado de una tubuladora continua ya sea de nylon, polietileno o polivinilo, Después pasa a través de un canal de enfriamiento hasta el sistema de tracción, de ahí pasa por probadores de chiapa de voltaje regulado y por último, llega al equipo de enrollado. Las variables- más importantes de controlar son:

.....

Temperatura de Extrusión

Temperatura de Agua

Velocidad del Conductor

Espesor de Chaqueta

Humedad de Plástico

El plástico puede ir colocado ya sea sobre conductor desnudo, chaqueta de plomo o sobre otra capa plástica.

II.- 5.- Cables de Energía.-

Las operaciones que se pueden incluir en esta parte del proceso se enumeran a continuación, y básicamente depende del voltaje al cual vaya a trabajar el cable:

5.1.- Forrado de Alma.-

Aquí dependiendo del diseño y del uso del cable, se forra

.....

el conductor, ya sea con cinta - de barniz cambray o con papel; - el más común es este último, llevándose a cabo, aplicando cintas de papel de distintos anchos y - espesores en forma helicoidal sobre el conductor desnudo.

5.2.- Reunido.-

Cuando son cables de más de un polo, es necesario reunirlos antes de seguir adelante, para lograr ésto se usan máquinas de -- distintos diseños dependiendo -- de la flexibilidad del conductor y del tipo de forrado.

5.3.- Secado.-

Es necesario eliminar la humedad que se le ha dado al papel - durante la operación de forrado, para mejorar sus condiciones aislantes, ésto se logra metiendo - los carretes en autoclaves.

....

5.4.- Impregnado.-

Una vez que está seco el material se procede a impregnar el papel con un aceite de propiedades aislantes, este impregnado se lleva a cabo en unos tanques que trabajan alternativamente a presión y vacío.

Es importante vigilar la pureza y edad de este aceite antes de aplicarlo para poder mantener su alta calidad.

5.5.- Forrado de Plomo.-

Ya que se tiene el material impregnado se pasa por una prensa de plomo continua que hace el tubulado sobre el material, esta chaqueta es la que va a impedir que el aceite que se puso en la operación anterior se pierda, para esto se conserva herméticamente cerrada, tenien-

....

do cuidado al hacer las instalaciones, de conservar esta cualidad.

5.6.- Armado.-

En función de las cargas mecánicas que vaya a recibir el cable, se le puede poner una armadura de acero, esto depende básicamente del tipo de instalación. Sobre esta armadura de acero, se pone una capa de yute con chapopote y por último una de talco.

II.- 6.- Cables de Telefónico.-

Las operaciones de secado, forrado de plomo y armado son similares a las de cables de energía, las que son distintas se describen a continuación:

....

6.1.- Forrado de Alma.-

Este forrado se puede hacer con papel, (se forran alambres en lugar de cables) o con plástico de manera similar a las -- descritas anteriormente.

6.2.- Pareado.-

Aquí se reúnen los alambres forrados para la formación de -- los pares telefónicos.

6.3.- Formación y Reunido de Sectores.-

Los pares reunidos son agrupados en sectores y éstos a su vez son reunidos para formar el cable completo. Para lograr la identificación en cada capa, se usan distintos colores de forrado de acuerdo con un código especial.

....

II.- 7.- Esmaltado de Alambres.-

Los alambres esmaltados, co
munmente llamados alambres magnete
to, tienen su principal aplicaci
ción en la industria de motores-
y transformadores. Su proceso de
fabricación es partiendo de alambr
e de cobre estirado de la mejo
r calidad, esmaltado en hornos
ya sea de calentamiento eléctrico
o de gas. La operación en sí
consiste en hacer pasar el alambre
por los aplicadores de barniz y de ahí al horno de recocido
y eliminación de solventes, -
el número de pasos que dé el alambre
depende del espesor de la
película que se desea obtener, --
así como de la clase de barniz -
que se use.

....

CAPITULO III

UTILIZACION DEL AGUA

♦ ♦ ♦ ♦

III.- 1.- Laminación.-

1.1.- Horno de Barras.-

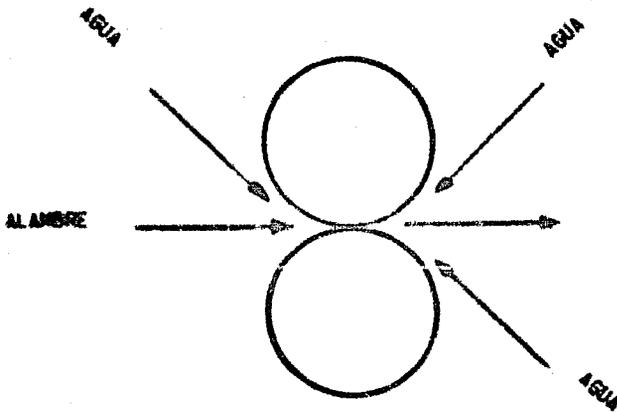
Aquí el agua es usada como medio de enfriamiento. Las barras son alimentadas en un extremo del horno y extraídas por el extremo opuesto. Para evitar que se adhiera cobre en la zona de deslizamiento e incluso que se peguen, estas viajan apoyadas en un par de tubos paralelos colocados en forma longitudinal, dentro de los cuales está circulando constantemente agua fría. El gasto de agua se ve ligeramente aumentado debido a que el movimiento de las barras no es continuo, sino que por medio de un pistón de 50 cm. de carrera son empujadas, estando inmóviles el tiempo necesario para procesar cuatro-
.....

barras.

1.2.- Trenes de Laminación.-

La función ejercida por-- el agua en esta parte, además de la de enfriamiento de los sistemas de transmisión, es la de desprender la capa de óxido que se forma al contacto del alambón caliente con el oxígeno del aire; es necesario desprender estas irregularidades de película de óxido para evitar que éstas se queden en los rodillos y se puedan incrustar posteriormente obteniéndose alambón de baja calidad. El sistema se ilustra a continuación:

....



(Fig. No. 1)

1.3.- Enrolladores.-

Aquí el agua se usa únicamente como medio de enfriamiento, es decir, una vez -- formados los rollos éstos -- caen sobre una plataforma -- perforada, la cual por medio de un sistema neumático se -- mueve verticalmente hacia -- abajo hasta quedar cubierta -- por el agua que se encuentra en los tanques de enfriamiento.

....

1.4.- Descaspado.-

Aquí el agua tiene las siguientes funciones:

- a).- Elaboración de las soluciones de ácido sulfúrico que se encuentran en los tanques de ablandamiento y desprendido de la capa de óxido.
- b).- Agua para enjuagar, ésta se aplica a presión para desprender el óxido y el ácido que puede haber quedado en los rollos de alambón, posteriormente dichos rollos se pasan a el tanque de enjuague.
- c).- Elaboración de la solución orgánica que se va a aplicar al alambón -- por inmersión en otro -- tanque, para evitar oxi-

daciones posteriores du
rante su transporte y --
almacenamiento.

III.- 2.- Trefilado.-

En esta sección el agua tiene-
las siguientes principales apli-
caciones.

2.1.- Elaboración de la emulsión-
aceite-agua que va a servir co
mo lubricante en el estirado en
frío del cobre.

2.2.- El calor generado por la -
máquina en el trabajo mecánico
que realiza al estirar el cobre
en frío es absorbido por la ---
emulsión aceite-agua. Para po-
der operar dentro de gamas ade
cuadas y mantener el equilibrio
de la suspensión, es necesario
enfriarla, aquí es nuevamente -
donde interviene el agua.

2.3.- A medida que el cobre se estira, sus cristales se orientan y estiran endureciéndose el material. Dependiendo del uso que se le vaya a dar es necesario recocerlo o no. Una de las maneras de recocerlo, es un proceso continuo de recocido eléctrico, este proceso genera una cantidad considerable de calor que es necesario eliminar, para lo que se usa un sistema doble de solución grasosa y agua, la solución grasosa es la que tiene contacto directo con el cobre, enfriándose a su vez ésta por intercambio de calor con agua.

2.4.- Otras formas de recocido son usando hornos; éstos pueden ser:

....

a).- Eléctricos.-

Aquí la atmósfera es inerte y el agua tiene la única aplicación de enfriar los empaques de la campana del horno.

b).- De Vapor.-

Aquí el agua se usa en forma de vapor para proporcionar la energía calorífica.

III.- 3.- Cableado.-

En esta sección el agua no tiene ninguna aplicación, por lo que su consumo es mínimo.

III.- 4.- Forrado de Plástico.-

En esta sección la aplicación del agua es exclusivamente como medio de enfriamiento, éste se realiza de las siguientes maneras:

4.1.- Enfriamiento del Equipo.-

La extrusión de plástico se lleva a cabo en una especie de molino calentado por resistencias eléctricas, además del calor proporcionado eléctricamente, existe el calor generado por el trabajo mecánico del molido y mezcla de plástico. Para poder efectuar un control adecuado de temperatura, es necesario eliminar el exceso de calor, lo que se logra haciendo circular agua a temperatura ambiente por el exterior de la camisa de extrusión.

4.2.- Enfriamiento de Material.-

Este se lleva a cabo de dos formas principalmente:

a).- A la salida del extrusor

....

existe una canal de enfriamiento en donde circula --- agua a contracorriente del conductor forrado. Aquí es muy importante vigilar el - gradiente de temperatura, - para evitar el choque térmico plástico-agua.

- b).- Para dar movimiento al conductor forrado, se usa un - sistema de tracción que consiste en dos ruedas metálicas de gran diámetro, éstas están colocadas en serie y - sumergidas hasta una tercera parte de su altura en -- agua. Este sistema de tracción se encuentra a la salida de la canal de enfriamiento y el agua tiene por objeto enfriar totalmente el material, y de esta manera evitar que se pegue en el enrollador.

III.- 5.- Cables de Energía.-

Aquí el agua tiene los siguien
tes usos:

5.1.- En los cables de energía con aislamiento de papel, éete va impregnado con un accite de propiedades aislantes.

En la elaboración y movimiento de este aceite se usa agua en forma de vapor para proporcionar la energía calorífica necesaria y mantenerla temperatura en el punto - óptimo de operación.

5.2.- Dependiendo de la forma - en que se vayan a instalar - los cables, éstos llevan dietintos tipos de protección, - una de las más comunes, es - la cubierta de plomo. La aplicación de esta cubierta es -
.....

lleva a cabo en unas prensas continuas de tubulado de plomo fundido, el agua tiene la función de enfriar dicha chaqueta una vez que ha sido aplicada.

III.- 6.- Cables Telefónicos.-

Como quedó descrito en el inciso anterior el agua aquí se usa para enfriamiento en el equipo de forrado de plomo, además tiene la función de humidificar el papel con que se forran los conductores desnudos, para evitar que éste se rompa durante su aplicación.

III.- 7.- Esmaltado de Alambres.-

En esta sección el agua va a tener como única utilización la de enfriado de cobre por contacto directo con el alambre.

....

III.- 8.- Inspección.-

Se usa para pruebas eléctricas de mediano voltaje hechas a conductores con forros plásticos en medio acuoso.

III.- 9.- Casa de Fuerza.-

Aquí entra el agua que se emplea para el suministro de calderas, que debe ser de una calidad especial. También la que se usa en el sistema de enfriamiento de las compresoras.

Además de todos los usos antes mencionados, el agua tiene la aplicación de los servicios comunes entre los que se encuentran: sanitarios, cocinas, laboratorios, sistemas contra incendios, cuarto obscuro, etc.

CAPITULO IV
A B A S T E C I M I E N T O

....

ABASTECIMIENTO

No obstante en este caso particular, el abastecimiento ya se tiene determinado, se ha considerado conveniente, tratar someramente los factores que se deben tomar en cuenta para la localización de una nueva fábrica, entre los cuales interviene de una manera muy importante el agua; debido a que muchos de ellos se estudiaron antes de llegar a la decisión de llevar a cabo la ampliación y la relocalización de una gran parte del equipo.

IV.- 1.- Los costos a tomar en cuenta son los siguientes, considerando únicamente los factores principales.

1.1.- Costo del agua puesta en la planta por:

a).- Compra a un organismo distri-
.....

buidor (sistema de agua Municipal).

b).- Abastecimiento por medio de una instalación propia, ya sea para agua superficial o subterránea.

1.2.- Costo para tratamiento primario para uso general por:

a).- Clarificación.

b).- Filtrado

c).- Ablandamiento

d).- Tratamiento especial para eliminar hierro, manganeso, etc.

1.3.- Costo de acondicionamiento secundario para uso específico en:

a).- Generación de vapor para energía o proceso.

b).- Enfriamiento.

c).- Use directo en proceso

1.4.- Costo para mantenimiento -
y reemplazo de tuberías y equi-
pos dañados debido a :

a).- Corrosión y agrietamiento de
materiales metálicos de cons-
trucción.

b).- Ataque químico o bioquímico.

c).- Depósito de incrustaciones o
lodo.

1.5.- Costo de pérdidas de pro-
ducción por:

a).- Paralización de equipo fuera-
de plan. de mantenimiento.

b).- Reducción de flujo en tube-
rías.

c).- Disminución de transmisión de
calor, etc.

.....

1.6.- Costo de daños al producto por el agua en las operaciones de proceso:

- a).- Manchado de materiales
- b).- Incrustaciones en el producto
- c).- Adherencia defectuosa de acabados, etc.

La influencia de todos estos costos en la vida de una empresa, siempre justificarán un estudio previo a la instalación de la planta.

IV.- 2.- Las fuentes de suministro para nuestro caso son dos:

- a).- Agua Municipal.-
Esta no nos ocasiona problemas de ninguna especie.
- b).- Agua de Pozo.-
En el suministro de esta clase
....

de agua se deben tener los siguientes cuidados :

2.1.- Dureza.

El agua subterránea algunas veces es bastante dura y necesitará tratamiento adecuado -- (ver capítulo VI).

2.2 Obstrucción del Pozo.-

Es importante mantener el pozo en las mejores condiciones de operación, debido a que una falla en este punto, pararía por completo las operaciones de la fábrica. Uno de los métodos de mantenimiento preventivo recomendado para tal propósito, se describe a continuación :

a).- Tratamiento Químico
Básicamente consiste en hacer

....

reaccionar hielo seco y agua en el interior del pozo. La energía proporcionada por esta reacción en forma de burbujas, se aprovecha para arrastrar las partículas que estén obstruyendo los veneros, así como desprender las incrustaciones en la flecha y el tubo de Adame. Posteriormente se hace una dispersión de arcillas con objeto de lograr una mejor limpieza de la parte ranurada del tubo de Adame.

b).- Bombeo Neumático.-

Una vez efectuada la dispersión, se deja reposar el pozo de cuatro a cinco horas, se introduce una tubería hasta el fondo, se sella y se inyecta aire a una presión que varía entre 200 y 400 psi. --
(3.6 a 27.5 kg/cm².)

.....

Este tratamiento toma por lo general de tres a cinco días, por lo que es importante hacer revisiones periódicas del pozo con objeto de poder programarlo.

2.3.- Corrosión.-

Las principales causas de corrosión en los pozos, son las corrientes parásitas y la formación de pares galvánicos, en este caso particular, las corrientes parásitas casi son nulas y lo que hay que vigilar son los pares galvánicos, éstos se producen generalmente entre el cople de fierro de la columna y el bronce del portachumaceras, esto se corrige poniendo coples portachumaceras de un solo material.

2.4.- Variaciones de Nivel y Variaciones de Gasto.-

Las variaciones de gasto, se ven reducidas al mínimo si se tienen todos los cuidados descritos anteriormente, sin embargo para reducir éste a dicho mínimo, se recomienda - el aumento de la recirculación (ver capítulo siguiente).

....

CAPITULO V
RECIRCULACION Y APROVECHAMIENTO

....

RECIRCULACION Y APROVECHAMIENTO

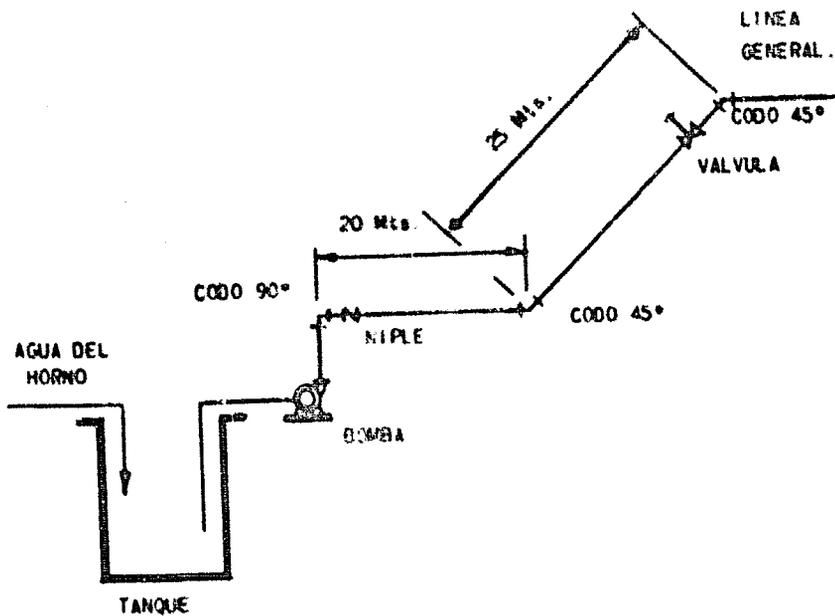
Los motivos por los cuales se empezó a recircular el agua en la planta, -- fué la escasez en la que se encuentra la región donde está instalada, lo que trajo como consecuencia un alza en el precio así como la limitación de capacidad del pozo actual.

Sin embargo debido a necesidades de producción, relocalización de equipo y compra de nuevas máquinas, actualmente se recircula el 56% (de 2000 m³/día), el cual se verá aumentado al poner en operación el nuevo equipo.

En la figura No. 3 se ilustran las cantidades de agua necesaria y consumida para las condiciones actuales y más adelante se irán tratando por separado los casos en los que sea necesario hacer modificaciones.

....

Para todos los cálculos económicos se tomará como precio oficial del agua el de \$ 0.70 por m³., que es como se está pagando actualmente.



(Fig. No. 2)

.....

**CUADRO DE UTILIZACION DE AGUA
SISTEMA ACTUAL**

	CONSUMO ACTUAL		GASTOS ACTUALES	
	m ³ /Día	%	m ³ /Día	%
1.- CASA DE FUERZA	242	12.1	42.8	2.1
2.- HORNO DE BARRAS	215	10.8	215.6	10.8
3.- ESTIRADO GUESO)	452	22.6	17.5	0.9
4.- ESTIRADO INTERMEDIO)				
5.- ESTIRADO FINO	146	7.1	146	7.1
6.- HORNOS DE RECOCIDO	111	5.6	19.8	.99
7.- PLASTICO	317	15.8	27.2	1.36
8.- IMPREGNADO	111	5.6	5.1	.25
9.- PRENSAS DE PLOMO	55	2.75	55	2.75
10.- MAGNETO	50	2.5	50	2.5
11.- SERVICIO SANITARIO	119	6.	119	6.0
12.- JARDINES	55	2.75	55	2.75
13.- VARIOS	<u>127</u>	<u>6.40</u>	<u>127</u>	<u>6.40</u>
TOTAL: - - - - -	2,000	100.00	850.0	44.00%

(Fig. No. 3)

Restando del 100% del agua utilizada el 44%, que es lo que se consume se obtiene que con el sistema actual se recircula el 56%.

....

V.- 1.- Casa de Fuerza.-

Aquí no se efectuará ninguna modificación en el sistema de recirculación.

V.- 2.- Horno de Barras.-

En esta zona actualmente se desperdicia toda el agua que se utiliza, por lo que se propone el siguiente sistema:

El gasto diario es de 215.6 m³, en este caso es constante durante las 24 horas del día, por lo tanto:

$$215.6 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hrs.}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} \times \frac{1,000 \text{ lt.}}{\text{m}^3}$$

$$= 152 \text{ lt/min.}$$

Para incluir en la recirculación esta cantidad de agua, es necesario regresarla al tanque actual de recolección de agua caliente.

....

2.1.- Costos Estimados y Balance Económico.-

Considerando a \$ 0.70 el m³, de agua, se ve que se está gastando:

$$0.70 \frac{\$}{\text{m}^3} \times \frac{215.6 \text{ m}^3}{\text{día}} = 151 \text{ \$/día}$$

Que al año nos da:

$$\frac{151 \text{ \$}}{\text{día}} \times \frac{300 \text{ días}}{\text{año}} = 45,300 \frac{\$}{\text{año}}$$

De este costo anual el 10% no es recuperable debido a --- pérdidas de agua naturales por evaporación, lo que daría un --- ahorro neto al año de ----- \$ 40,785.00.

La inversión necesaria para incluir esta zona en el sistema de recirculación es la siguiente:

.....

Bomba de 300 l. p. m. con todo y motor. \$ 10,000.00

Tanque de 9 m³.

Costo excavación:

$$9 \text{ m}^3 \times 8.40 \frac{\$}{\text{m}^3} = \$ 75.60$$

Plantilla concreto pa
ra el piso:

$$9 \text{ m}^2 \times 10.80 \frac{\$}{\text{m}^2} = 97.20$$

Muros tabique como cim
bra:

$$12 \text{ m}^2 \times 35.20 \frac{\$}{\text{m}^2} = 422.00$$

Cimbra de madera:

$$12 \text{ m}^2 \times 18 \frac{\$}{\text{m}^2} = 216.00$$

Concreto (de 20 cm.
de espesor):

$$3.4 \text{ m}^3 \times 252 \frac{\$}{\text{m}^3} = 858.00$$

Fe para refuerzo de
concreto:

$$70 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 3.4 \text{ m}^3 \times$$

$$3.3 \frac{\$}{\text{Kg}} = 788.00$$

....

Tapa del tanque:

Cimbra de madera

$$9 \text{ m}^2, \times 18 \frac{\$}{\text{m}^2} = 162.00$$

Concreto (de 20 cm de espesor):

$$9 \text{ m}^2, \times 18 \frac{\$}{\text{m}^3} = 454.00$$

Refuerzo de Fe para el concreto:

$$1.8 \text{ m}^3 \times 100 \frac{\text{Kg.}}{\text{m}^3} \times$$

$$3.30 \frac{\$}{\text{Kg.}} = 594.00$$

Impermeabilizante:

$$26 \text{ m}^2, \times 16 \frac{\$}{\text{m}^2} = 416.00$$

Placa para la tapa: 1740.00

\$ 5822.80

Se usará para motivos de este cálculo:

6,000.00

Tubería, accesorios y control por electroneveles

3,500.00

T o t a l: - - - - - \$ 19,500.00

....

El costo de la tubería está considerado tan bajo debido a que ésta no iría hasta el tanque general, sino únicamente a la línea principal, (ver figura No. ...).

2.2.- Selección del Equipo.-

a).- Tanque.-

el volumen del tanque se seleccionó en función del gasto de agua. Se escogió uno con capacidad para una hora de almacenamiento.

$$152 \frac{\text{lt}}{\text{min.}} \times 60 \frac{\text{min.}}{\text{hr.}} = 9,120 \text{ lt.}$$

o sea un tanque de 9 m³. de capacidad.

b).- Tubería.-

Será escogida para que la bomba no esté traba--

....

jando las 24 horas del día, sino que únicamente trabaje la mitad del tiempo, por lo que se necesitará que bombeo 300 lt/min.

$$300 \frac{\text{lt}}{\text{min.}} \times \frac{1 \text{ min.}}{60 \text{ seg.}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.78 \text{ lt.}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.48 \text{ gal.}}$$

$$= 0.178 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg.}} \quad 5 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$

La velocidad óptima escogida es de 8 ft/seg., máximo.

$$\frac{0.178 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg.}}}{8 \frac{\text{ft.}}{\text{seg.}}} = 0.0222 \text{ ft}^2 \text{ (20.43 cm}^2\text{)}$$

Que corresponde a un tubo de 2" (5.08 cm.) de diámetro nominal cédula 40.

....

2.3. - Bomba. -

Pérdidas por fricción

$$f = 2083 \times \left(\frac{100}{C} \right) \times 1.85 \frac{q}{d} \frac{1.85}{4.86}$$

f = Pérdidas por fricción en ft. de líquido.

d = Diámetro interno de tubería

q = Gasto en G. P. M.

c = Constante, depende de la rugosidad de la tubería.

Para motivos de diseño $c = 100$

$$\text{Longitud total} = (20 + 25) \times 3.28 + 8 + 15$$

$$= 45 \times 3.28 + 8$$

$$= 150 + 8 = 158 \text{ ft.}$$

(Datos de la fig. No. 3)

Longitud total = Long. real + Long. --
equivalente por accesos
rios.

Los valores de pérdidas por fricción se to

marán del CAMERON ---
 HYDRAULIC DATA, donde-
 se encuentran tabulados

100 - 15.8

158 - X

$$X = \frac{158 \times 15.8}{100} = 25 \text{ ft. (7.65 mt.)}$$

$$25 \text{ ft. líquido} \times 0.433 = 10.8 \text{ psi.}$$

(0.74 Kg/cm².)

La caída de presión en
 la tubería será de 10.8
 psi. (.75kg./cm².)

Se considera 11 psi.
 (0.75 Kg/cm².)

Se necesita una presión
 de descarga de 20 psi.
 lo que da un total de -
 31 psi. (2.1 Kg/cm².)

$$\text{HP} = \frac{\text{G.P.M.} \times \text{P} \times \text{X}}{1714}$$

$$\text{HP} = \frac{70 \times 31}{1714} = 1.3 \dots$$

Suponiendo una eficiencia de 65% se necesita un motor de 2 HP.

V.- 3.- Estirado Grueso.

Actualmente en este sistema de recirculación, está incluida también el agua empleada en estirado intermedio, sin embargo debido a un aumento de capacidad, el gasto de agua únicamente de estirado grueso llenará la capacidad del sistema instalado, por lo que el equipo que se necesita es para estirado intermedio.

V.- 4.- Estirado Intermedio.

Esta sección va a cambiar de localización y aumentar su capacidad por lo que a continuación se propone el sistema de recirculación.

El gasto de agua máximo que se tendrá es de 90 G.P.M. (340 l.p.m.)

....

El factor de utilización del agua es de 65% por lo que da 60 G.P.M. (227 L.p.m.) de gasto promedio.

4.1.- Costos Estimados y Balance Económico.-

Precio del Agua 0.70 \$/m³.

$$60 \times \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 3.78 \frac{\text{lt}}{\text{gal}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr.}} \times 24 \frac{\text{hr.}}{\text{día}}$$

$$\times 300 \frac{\text{día}}{\text{año}} \times 1 \frac{\text{m}^3}{1,000 \text{ lt.}} \times 0.70 \frac{\$}{\text{m}^3}$$

$$= 68900 \text{ \$/año}$$

El 10% se puede considerar - como pérdida natural, por lo que queda:

62,010.00 \$/año de Gasto.

La inversión necesaria es la siguiente:

....

Tanque de 20 m ³ .	\$ 10,000.00
Bomba 90 G.P.M. (340 lpm)	10,000.00
Tubería, accesorios y control	<u>5,000.00</u>
T o t a l: - - - - -	\$ 15,000.00

ES 34 20 02 10 00 00 00

Por ejemplo, lo invertido se recupera -
en 4.8 meses aproximadamente.

4.2.- Selección del Equipo.-

a).- Tanque.-

El volumen del tanque se escogió para una hora de gasto máximo de agua --- aproximadamente.

$$340 \frac{\text{lt}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr.}} = 20400 \text{ lt/hr.}$$

20 m³., aproximadamente

b).- Tubería.-

El gasto máximo por manejar será de 90 GPM. (340
.....

l.p.m.) suponiendo una velocidad máxima de -- 8 ft/seg. (2.5 m/seg). se obtiene :

$$340 \frac{\text{lt}}{\text{min}} \times 1 \frac{\text{min}}{60 \text{ seg}} \times 1 \frac{\text{gal}}{3.78 \text{ lt.}} \times 1 \frac{\text{ft}^3}{7.48 \text{ gal.}}$$

$$= 0.2 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg.}} \quad (5.66 \text{ lps})$$

$$\frac{5660 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}}{250 \frac{\text{ft.}}{\text{seg.}}} = \frac{.2 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg.}}}{8 \frac{\text{ft}}{\text{seg.}}} = .025 \text{ ft}^2$$

$$(23.2 \text{ cm}^2)$$

Que corresponde a un tubo de $2\frac{1}{2}$ " (64 mm) de -- diámetro nominal, cédula 40.

4.3.- Bomba.-

Como no se tiene localización exacta de este tanque, se supondrá una longitud total de 70 m.

Usando las mismas tablas de ----

....

CAMERON, se tiene:

$$\frac{70 \times 3.28 \times 10.6}{100} = 24.5 \text{ ft. de líquido}$$

$$7.5 \text{ Mt.}$$

$$24.5 \times 0.433 = 10.6 \text{ psi (0.72 Kg/cm}^2\text{)} -$$

pérdidas por fricción.

$$\text{Altura de Bombeo} = 13.2 \text{ ft.} = 5.7 \text{ psi.}$$

$$(0.39 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$\text{Presión necesaria a la salida: } 20 \text{ psi.}$$

$$(1.36 \text{ Kg/cm}^2).$$

$$\Delta P \text{ Total} = 36.3 \text{ psi. (2.48 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{HP} = \frac{90 \times 36.3}{1714} = 2.9 \text{ psi.}$$

$$(.2 \text{ Kg./cm}^2.)$$

Suponiendo una eficiencia -
de 65% se tiene un motor de --
4.5 HP.

Se usará 5 HP.

....

V.- 5.- Estirado Fino.-

El gasto de agua en esta sección aumentará a 50 G.P.M. (188 - l.p.m.) por lo que habrá que diseñar el sistema para esta cantidad ya que actualmente no se recircula en esta zona.

5.1.- Costos Estimados y Balance-Económico.-

$$50 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times 3.78 \frac{\text{lt}}{\text{gal}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr.}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}}$$

$$\times 300 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 1 \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ lt.}} \times .70 \frac{\$}{\text{m}^3} =$$

57000 \$/año.

Si consideramos el 10% como pérdidas naturales, nos queda:

51300.00 \$/Año.

....

La inversión necesaria es la siguiente:

Tanque de Recepción	\$ 7,000.00
Bomba de Retorno	8,000.00
Tubería, accesorios y controles	<u>5,000.00</u>
T o t a l: - - - - -	\$ 20,000.00

Por ejemplo, lo invertido se recupera en 4.4 meses.

5.2.- Selección de Equipo.-

a).- Tanque.-

El tanque se escogerá para un gasto aproximado de una hora.

$$50 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 3.78 \frac{\text{lt}}{\text{gal}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr.}} =$$

11400 lt/hr.

El tanque por usar será de

10 m3.

b).- Tubería.-

La utilización de agua en esta zona es de 35 G.P.M. (132 l.p.m.), por lo que la tubería de retorno estará escogida para 70 G. P.M. (264 L.P.M.) al igual que la bomba.

$$70 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 1 \frac{\text{min}}{60 \text{ seg}} \times 1 \frac{\text{ft}^3}{7.48 \text{ gal}} = 0.156 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}}$$

(3.3 l.p.m.)

Suponiendo una velocidad máxima de 8 ft/seg. -----
(2.5 m/seg.)

$$\frac{4400 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}}{250 \frac{\text{cm}}{\text{seg}}} = \frac{0.156 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}}}{8 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}} = .0195 \text{ ft}^2$$

(18.1 cm²)

Dará un tubo de 2" --
(51 mm) de diámetro nom.

c).- Bomba.-

La longitud total de --
bombeo es de 45 m.

$$\frac{45 \times 3.28 \times 15.8}{100} = 23.4 \text{ ft. de líquido}$$

(7.12 mt.)

$$23.4 \times 0.433 = 10.1 \text{ psi. (0.69 Kg/cm}^2\text{)}$$

(pérdidas por fricción)

$$\text{Altura de bombeo} = 13.2 \text{ ft} = 5.7 \text{ psi.}$$

(.39 kg/cm²)

$$\text{Presión necesaria a la salida } 20 \text{ psi.}$$

(1.36 Kg/cm²).

$$\Delta P \text{ Total} = 36 \text{ psi. (2.45 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{HP} = \frac{70 \times 36}{1714} = 1.48$$

Considerando una eficiencia
de 65% se tendrá:

.....

2.26 HP por lo que se -
usará un motor de 3 HP.

V.- 6.- Hornos de Recocido.-

Aquí no es necesaria ninguna -
modificación.

V.- 7.- Plástico.-

Debido a que esta sección se va
a relocalizar es necesario diseñar-
un sistema nuevo de acuerdo con las
futuras necesidades.

El gasto máximo calculado es de
160 G.P.M. (605 l.p.m.) sin embargo
no toda el agua será manejada de la
misma manera, de este total el 5% -
está destinado a servicios, por lo -
que no es recuperable, por lo que -
queda:

$160 \times 0.95 = 152$ G.P.M. (575 l.p.m.) que
para fines de cálculo serán considerados
150.

.....

7.1. - Costos Estimados y Balance Económico. -

$$\begin{aligned}
 & 150 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 3.78 \frac{\text{lt}}{\text{gal}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr.}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} \\
 & \times 300 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 1 \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ lt}} \times 0.70 \frac{\$}{\text{m}^3} \\
 & = 172000 \text{ \$/año}
 \end{aligned}$$

El 10% se puede considerar como pérdidas normales del proceso, por lo que quedan -- 154800 \$ año.

La inversión necesaria es la siguiente:

Tanque recolector	\$ 15,000.00
Equipo de bombeo	20,000.00
Tubería y accesorios	<u>10,000.00</u>
T o t a l: - - - - -	\$ 45,000.00
	=====

....

Por ejemplo, lo invertido se recupera en 3.5 meses.

7.2.- Selección del Equipo.-

a).- Tanque.-

El tanque se escogerá para un gasto aproximado de una hora.

$$150 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 3.78 \frac{\text{lt}}{\text{gal}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr.}}$$

$$= 33800 \frac{\text{lt}}{\text{hr.}}$$

Por lo que el tanque para ajustar dimensiones será de 32 m³.

b).- Tuberia.-

La utilización del agua - en esta zona es del 70% - lo que dá un gasto de 105 G.P.M. (396 l.p.m.) aprox.

Por lo que la línea será escogida para 150 G.P.M.

....

$$150 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{seg.}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.48 \text{ gal}}$$

$$= .334 \text{ ft}^3/\text{seg.} \quad (9.4 \text{ lt/seg.})$$

Considerando una velocidad máxima de 8 ft/seg. (2.5 mt/seg), se tendrá:

$$\frac{9400 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}}{250 \frac{\text{cm}}{\text{seg}}} = \frac{.334 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg.}}}{8 \frac{\text{ft}}{\text{seg.}}} = .0418 \text{ ft}^2, \quad (38.7 \text{ cm}^2)$$

Que da un tubo de 3" (76 mm) de diámetro.

c).- Equipo de Bombeo.-

En este caso se escogerán dos bombas en lugar de una, debido a lo siguiente:

Dependiendo del tipo de plástico que se -

....

ponga como forro, es la temperatura del agua de enfriamiento, éstas pueden ser 20°C ó 38°C., por lo que el agua de recirculación se alimentará ya sea a las tubuladoras que necesitan agua tibia o se mandará a enfriamiento, debido a ésto se tendrá un flujo de retorno permanente y usando dos bombas trabajarán alternándose o simultáneamente en caso de flujo máximo.

Longitud total de tubería	80 mt.
Altura de bombeo	7 mt.
Presión de salida	20 psi. (1.36 Kg/cm ²)

....

$$\frac{80 \times 3.28 \times 10.6}{100} = 28 \text{ Ft. de liquido}$$

$$(\text{8.5 mt.})$$

$$28 \times 0.445 = 12.4 \text{ psi (.84 kg/cm}^2\text{)}$$

$$7 \times 3.28 \times 0.445 = 10.2 \text{ psi (.69 Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\Delta P \text{ Total} = 42.6 \text{ psi.} = 43 \text{ psi (2.93 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{HP} \frac{75 \times 43}{1714} = 1.89 \text{ HP.}$$

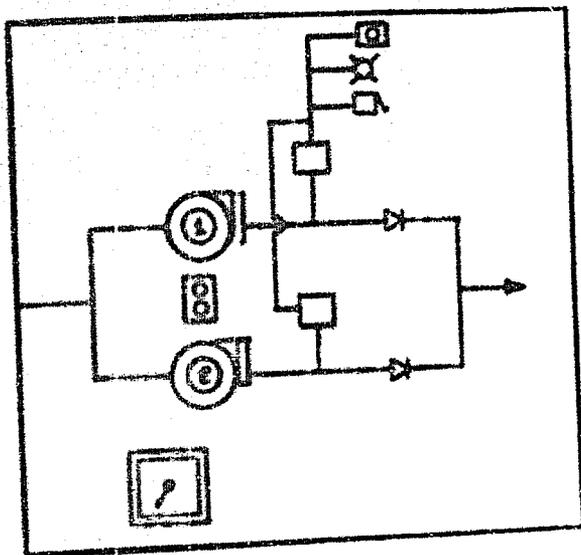
Suponiendo una eficiencia del 65% se tendrá 3.45 H.P.

Se considerarán dos bombas de 75 G.P.M. (283 l.p.m.) con motores de 5 H.P.

La manera de conectar las es para que trabajen en forma alternada según el siguiente diagrama. De esta manera se tendrá la se-

....

seguridad de tener bombeo siempre y habrá protección contra alguna falla eventual.



(Fig. No. 4)

Esquema de dos bombas alternadas con alarma sonora y visible por falla de presión.

....

V.- 8.- Impregnado.-

En esta sección no existe ninguna modificación.

V.- 9.- Prensas de Plomo.-

En este caso debido a la probable contaminación del agua y a lo bajo del consumo, no recircula.

V.- 10.- Magneto.-

El consumo en esta zona se verá incrementado hasta un total de 180-G.P.M. (680 l.p.m.) sin embargo, para objeto de recirculación, se separará en dos sistemas, uno de 50 -- G.P.M. (189 l.p.m) y otro de 130 G.P.M. (490 l.p.m.)

Sistema de 50 G.P.M. (189 l.p.m.).-

10.1.- Costo Estimado y Balance Económico.-

.....

$$50 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 3.78 \frac{\text{lt}}{\text{gal}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr.}} \times 300 \frac{\text{días}}{\text{año}}$$

$$\times 1 \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ lt}} \times 0.70 \frac{\$}{\text{m}^3} = 57000 \text{ \$/año}$$

En esta sección el porcentaje de pérdidas naturales es únicamente el 5% por lo que se tendrá:

57150 \\$/año.

La inversión necesaria es la siguiente:

Tanque recolector	\$ 8,000.00
Bomba	8,000.00
Tubería	<u>3,000.00</u>
T o t a l : - - - - -	\$ 19,000.00

Por ejemplo: la inversión se recupera -
en 4.3 meses.

10.2. - Selección del Equipo: -

a). - Tanque. -

El tanque será escogido para un gasto de una hora aproximadamente.

$$50 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 3.78 \frac{\text{lt}}{\text{gal}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr.}}$$

$$11400 \text{ lt/hr.}$$

Se usará un tanque de --
12 m³.

b). - Tubería. -

El factor de utilización de agua es del 80% ó sea que la tubería se diseñará para 70 G.P.M. (265 - l. p. m.)

$$70 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 1 \frac{\text{min}}{60 \text{ seg}} \times 1 \frac{\text{ft}^3}{7.48 \text{ gal}}$$

$$0.156 \text{ ft}^3/\text{seg.} \quad (4.4 \text{ lt/seg})$$

....

Considerando una velocidad máxima de 8 ft/seg. (2.5 m/seg.) se tendrá:

$$\frac{4400 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}}{250 \frac{\text{cm}}{\text{seg}}} = .156 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}} = .0195 \text{ ft}^2 \quad (18.1 \text{ cm}^2)$$

Esto equivale a un tubo de 2" (51 mm) de diámetro, nominal.

c).- Bomba.-

La bomba será de 70 - G.P.M. (265 l.p.m.)

Longitud total de bombeo	120 mt.
Altura de bombeo	6 mt.
Presión a la salida	20 psi. (1.36 kg/cm ²)

$$\frac{120 \times 3.28 \times 15.8}{100} = 62.8 \text{ ft. de líquido} \quad (19.2 \text{ mt})$$

....

$$62.8 \times 0.445 = 28 \text{ psi. (1.9 kg/cm}^2\text{.)}$$

$$6 \times 5.28 \times 0.445 = 8.8 \text{ psi. (.59 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\Delta P \text{ Total} = 56.8 \text{ psi} = 57 \text{ psi (3.87 kg/cm}^2\text{)}$$

$$\text{HP} = \frac{70 \times 57}{1714} = 2.35 \text{ H.P.}$$

Suponiendo una eficiencia de 65% se tiene --
3.6 H.P.

Se usará un motor de --
5 H.P.

En la sección de los 130 G.P.M. -
(490 l.p.m.) no es necesario sistema
de recirculación debido a que la pre
sión de alimentación de agua es sufi
ciente para que regrese al sistema de
enfriamiento.

**CUADRO DE UTILIZACION DE AGUA
UNA VEZ INSTALADO EL SISTEMA -
PROPUESTO DE RECIRCULACION.**

	CONSUMO ACTUAL		GASTOS ACTUALES	
	m ³ /día	₡	m ³ /día	₡
1.- CASA DE FUERZA	242	6.1	42.8	1.09
2.- HORNO DE BARRAS	215	5.5	21.5	.55
3.- ESTIRADO GROSERO	452	11.4	17.5	.44
4.- ESTIRADO INTERMEDIO	526	8.3	32.6	.85
5.- ESTIRADO FINO	272	6.9	27.2	.69
6.- HORNOS DE RECOCIDO	111	2.8	19.8	.50
7.- PLASTICO	872	22.2	136	3.45
8.- IMPREGNADO	111	2.8	5.1	.08
9.- PRENSAS DE PLOMO	55	1.4	55	1.4
10.- MAGNETO	985	25.0	98.5	2.5
11.- SERVICIO SANITARIO	119	3.0	119	3.02
12.- JARDINES	55	1.4	55	1.4
13.- VARIOS	<u>127</u>	<u>3.2</u>	<u>127</u>	<u>3.23</u>
TOTAL: - - - - -	3,942	100.0	757	19.17

(Fig. No. 5)

El gasto diario aumentó de 2000 m³/día a 3942, y el porcentaje con respecto a onto nuevo valor es de 80.3% de agua - que no recircula.

.....

CAPITULO VI

TRATAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO

....

TRATAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO

VI.- 1.- Generalidades.

Toda el agua utilizada por el hombre, proviene indirectamente de los oceanos. Una pequeña parte, se usa directamente como materia prima en la producción de sal común y --- otras sales por evaporación. Sin -- embargo la gran mayoría del agua -- usada es dulce y proviene de grandes masas evaporadas y arrastradas hacia tierra por los vientos, donde se pre-- cipitan; dependiendo del lugar donde lo hagan y el camino que recorran, - variará la cantidad y tipo de mate-- riales que arrastre. Eso trae como-- consecuencia aguas que necesitan ser tratadas para convertirlas en indus-- triales, potables, etc.

VI.- 2.- Tratamiento Primario.

Este nombre lo recibe el tra-- tamiento que se le da al agua para -
.....

que pueda usarse en una fábrica pa
ra unos comenes.

Tradicionalmente agua dura es la
que precipita jabón insoluble cuan
do se agrega un jabón de sodio. Ge
neralmente el precipitado es una --
mezcla de jabones de Calcio y Magne
sio.

La dureza se puede medir como -
temporal producida por bicarbonatos
y permanente la producida por carbo
natos, que es como comunmente se de
finen. La suma de estas dos dá la -
dureza total que es la que vamos a
considerar para motivos de este es
tudio y su expresión generalmente se
da en las siguientes unidades:

Equivalente de carbonato de cal
cio en granos galón = 17.1 mg/lt. =
17 p.p.m.

Antiguamente la determinación --

....

se hacía por la prueba del jabón descrita por Clark desde 1841, - que consiste en medir la cantidad de jabón agregada hasta la obtención de una espuma permanente por agitación.

Desde 1950 a la fecha se usa un método colorimétrico inventado por Schwarzenback y que consiste en el cambio de coloración de un indicador sensible al ion Magnesio, cuando los iones de Calcio y Magnesio han sido secuestrados por un complejo soluble del ácido etilendiaminotetracético. Con otro indicador sensible al ion calcio, se determina su concentración y por diferencia nos da la concentración de Magnesio.

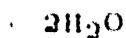
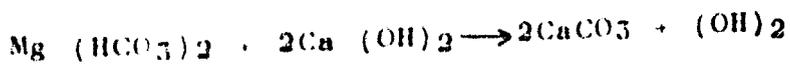
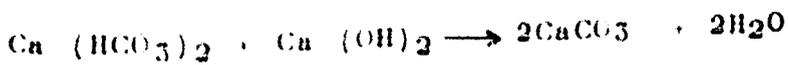
Hay muchos métodos que se usan para el ablandamiento del agua, entre los más importantes se tiene:

2.1.- Evaporación y Condensación.

De esta manera, generalmente se obtiene un agua para ser usada en calderas de alta presión. Los evaporadores comunmente usados son de simple efecto y es necesario dar un tratamiento primario al agua por evaporar para reducir al mínimo las incrustaciones que tienen lugar en este tipo de equipo.

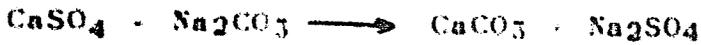
2.2.- Precipitación.-

Una de las maneras más económicas para precipitar los iones Calcio y Magnesio, y eliminar la dureza de carbonatos, es con el uso de la cal.



En caso de que la dureza no se deba únicamente a carbonatos

es conveniente agregar también carbonato de sodio.



De acuerdo con datos prácticos se fijan los excesos de carbonato y de cal, que son necesarios agregar para lograr la precipitación completa. Este sistema de ablandamiento resulta más completo cuando se eleva un poco la temperatura ya que de esta manera se aumentan las velocidades de reacción y se logra una mejor precipitación.

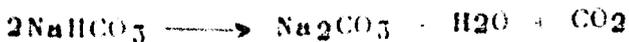
El agua obtenida por este sistema es conveniente filtrarla para lo que se recomiendan filtros de antracita en lugar de arena ya que así se evita el arrastre de sílice.

2.3.- Intercambio de iones.-

Básicamente consiste en el intercambio de iones Calcio y Magnesio del agua, por iones - Sodio del ablandador.

Antiguamente se usaban --- Zeolitas inorgánicas naturales y sintéticas, éstas han sido - substituídas por resinas orgánicas sintéticas.

El inconveniente de este - sistema es la formación de soda en el agua de la caldera, - debido a la siguiente reacción:



Se forma una solución diluf da de bicarbonato de sodio que por las reacciones descritas - anteriormente, da una concentrara

....

ción de Sosa, al desprenderse el bióxido de carbono con el vapor. Para evitar ésto se siguen procedimientos tales como agregar ácido a el agua de alimentación, también agregando iones hidrógeno al intercambiador. Sin embargo en la actualidad, el mejor método para evitar este problema es usando simultáneamente resinas intercambiadoras de aniones y cationes, cada una de las cuales se regenera con sosa y con ácido respectivamente. El agua tratada de esta manera es la más recomendada para ser usada en calderas.

2.4.- Deaeración.-

Tiene por objeto eliminar el oxígeno disuelto en el agua el cual es sumamente corrosivo

.....

y cuyo origen es el siguiente:

- a). - En las aguas superficiales, - por su constante contacto con el Oxígeno del aire, se llegan a saturar de éste.
- b). - En las aguas de pozo, al eliminar por aereación el bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, etc.

La mejor manera de eliminar estos gases, es por deaereación mecánica, que consiste en inyectar agua pulverizándola en un recipiente que tenga extracción mecánica, con el objeto de eliminarlos a la misma velocidad que se vayan desprendiendo.

VI. - 3. - Tratamiento Secundario. -

Es aquel que se le dá al agua cuando va a ser destinada a usos más específicos tales como: gene-

....

ración de vapor, materias primas, etc.

3.1.- Agua para la generación del vapor.-

El acondicionamiento de --- agua para la generación de vapor tiene por objeto disminuir el - costo, por lo que respecta a -- descomposturas, vida del equipo, mantenimiento, etc, causadas -- por:

- a).- Las sustancias disueltas en el agua, se concentran a medida que ésta se evapora por lo que hay que purgar periódicamente, para eliminarlas.
- b) - Se precipitan y forman depósitos o incrustaciones en las - paredes de calentamiento, o - forman partículas que se depositan como lodo en otras partes de la caldera.
- c).- Cristalización en las zonas -

donde tiene lugar la ebullición o en las de calentamiento. Estos cristales generalmente son los más difíciles de eliminar.

d) Los sólidos disueltos son arrastrados por el vapor y van a ocasionar fallas o incrustaciones más adelante durante el desarrollo del proceso.

VI.- 4.- Aplicación a Este Caso Particular.

Hasta antes de iniciar la recirculación, se tenía instalado un sistema de tratamiento de agua --- marca Dorr-Oliver, cuya base de operación es la sedimentación, esta agua se mandaba a un cambiador iónico cuando se destinaba a calderas o se usaba tal como salía para el resto de la planta. Sin embargo debido a la variación en

las condiciones de operación en el sistema, como consecuencia de la recirculación existente y la propuesta, ya no es posible seguir usando la sedimentación continua, por lo que se propone lo siguiente:

4.1.- Agua a Casa de Fuerza.-

Esta agua seguirá siendo tratada como hasta la fecha por intercambio iónico.

4.2.- Agua para Enfriamiento.-

El peligro de usar esta agua del pozo es el que puede producir corrosión, incrustación y oxidación en el equipo por el contacto metal-agua, por lo que en lugar de tratar el agua, se propone proteger el equipo, esto se logra agregando al agua una sustancia cuyo nombre comercial es "Aqua Clear", que forma una película sobre el metal y evita el contacto directo antes

mencionado y por lo mismo sus -
consecuencias.

a).- Descripción y Consumos.-

Esta substancia es un álcali -
anorgánico que contiene los si-
guientes elementos en muy pe-
queñas cantidades: Aluminio, -
Boro, Calcio, Cromo, Cobre, --
Hierro, Magnesio, Silicio, Pla-
ta, Sodio, Titanio. Sus propie-
dades son las siguientes:

- Actúa sobre el metal recu-
briéndolo con una película-
microscópica impenetrable -
por aire y por agua.
- No es Tóxico.
- No tiene adherencia sobre sí
misma por lo que no puede --
aumentar el espesor de la --
película.
- No es afectado por la tempe-
ratura mientras el agua per-
manezca líquida.

- No interfiere la transmisión de calor.

La dosificación necesaria es de -- 0.5 lt. por cada 1,000 lt. de agua únicamente al arrancar la opera--- ción con este sistema.

Una vez trabajando es necesario do--- sificar únicamente el agua que se--- agregue debido a las pérdidas por--- evaporación, fugas, derrames, etc, esta dosificación se hace con --- substancia sólida y su gasto es - 1 gr. por 30 m³ aproximadamente. En la figura No. 6 se ilustra el--- tipo de dosificador por usar.

b). - Inversión Estimada y Gastos Anua--- los. -

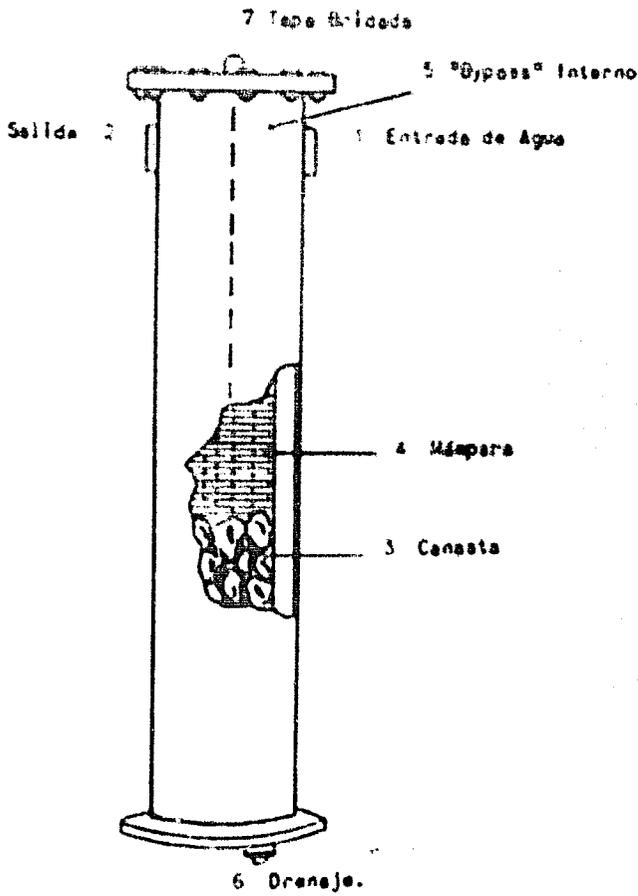
Materia Prima. -

La dosificación inicial de Agua - Clear, se llevará a cabo en el -- tanque elevado que tiene una capa--- cidad de 200 m³, por lo que se -- tendrá en cuenta que el precio es

....

de 150.00 \$/lt., un gasto inicial
de :

$$150 \frac{\$}{\text{lt}} \times 0.5 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times 200 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = 15000 \$$$



(Fig. No. 6)

....

COSTOS DE EQUIPO DE DOSIFICACION

Dotificador	Horno de Barras	\$	3,500.00
"	Entirado Grueso		5,500.00
"	Ent. Intermedio		4,500.00
"	Entirado Fino		5,500.00
"	Hornos Recocido		2,000.00
"	Plástico	a	2,000.00
"	Impregnado		2,000.00
"	Magneto 1		3,500.00
"	Magneto 2		3,000.00
"	Magneto 3		<u>2,000.00</u>
	Sub-Total: - - -		31,500.00
	Inversión arranque operaciones		<u>15,000.00</u>
	T o t a l: - - -	\$	<u>46,500.00</u>
			=====

a En plástico únicamente el 20% del --
 agua es necesario dosificar porque -
 el resto se usa para enfriar el forro
 del conductor en canal abierta.

Se necesita una inversión total de:

\$ 46,750.00

....

La que está más que justificada - debido a la protección de equipo - que cuenta más de 10 veces lo invertido.

El costo de mantenimiento por año es del orden de: \$ 5,000.00, según recomendación del fabricante.

Todos los dosificadores irán instalados en las líneas de alimentación de agua a cada sistema, de esta manera se tendrá la ventaja de que cuando un sistema no esté en operación, no hay consumo de Aqua-Clear en dicha sección.

La selección de este tipo de protección, está basada en la experiencia de varias fábricas en distintas partes del mundo, así como en pruebas llevadas a cabo en la fábrica de que se trata.

....

CAPITULO VII
CONCLUSIONES

.....

CONCLUSIONES

VII.- 1.- Recirculación del Agua.-

a).- Desde el punto de vista de aprovechamiento de agua los resultados de este trabajo son positivos, ya que en el Distrito Federal la limitación en el consumo debido a escasez, es sumamente estricta y otra vez sería imposible operar sin recirculación.

b).- Desde el punto de vista económico, se puede notar que se tiene un ahorro aproximado anual considerando 300 días de trabajo de:

$$3942 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 0.70 \frac{\text{\$}}{\text{m}^3} \times 300 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 827820$$

$\frac{\text{\$}}{\text{año}}$ necesario.

$$757 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 0.70 \frac{\text{\$}}{\text{m}^3} \times 300 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 158970$$

$\frac{\text{\$}}{\text{año}}$ gastado.

(Referirse a datos del capítulo V).

Ahorro anual aproximado ---
 \\$ 668,850.00 sin considerar
 costo de bombeo, amortiza--
 ción y mantenimiento.

La potencia total para el -
 movimiento del agua conside--
 rando los sistemas inclui--
 dos en este trabajo y los -
 sistemas ya instalados que -
 no requieran modificación --
 es de 40 HP. Todos los siste--
 mas están diseñados para tra--
 bajar un máximo de 16 horas,
 diarias, por lo que se ten--
 drá

.....

$$40 \text{ HP} \times 0.7457 \frac{\text{KW}}{\text{HP}} \times 16 \frac{\text{hr}}{\text{día}} \times 300 \frac{\text{días}}{\text{año}}$$

$$\times 0.20 \frac{\$}{\text{KW}} = 28600 \text{ \$/año}$$

El costo de mantenimiento -
estimado tomando como base-
la experiencia de dicho De-
partamento para este tipo -
de equipo es de:

$$15000 \frac{\$}{\text{año}}$$

Los datos de este inciso y
de la Figura No. 5 se resu-
men en el Capítulo VII.-3.-

VII.- 2.- Tratamiento de Agua para En-
friamiento.-

Desde el punto de vista de con-
servación de equipo es altamente -
positivo. Esta conclusión se saca
de las pruebas llevadas a cabo. -
así como de lo reducido de su cos-
to que es del orden del 10% del -

costo común de otros sistemas -
de tratamiento de agua.

Lo reducido de este costo --
consiste principalmente en que-
no es el agua la que se trata, -
sino que se impide su acción --
sobre todas las partes metálicas
con las que tenga contacto.

VII.- 3.- Resumen de Costos.-

	<u>RECICLACION</u>	<u>DOSEIFICACION</u>
MORNO DE BARRAS	\$ 19 500.00	3 500.00
ESTIRADO GUESO	-	5 500.00
ESTIRADO INTERMEDIO	25 000 00	4 500.00
ESTIRADO FINO	20 000 00	3 500.00
HORNOS DE RECOCIDO	-	2 000.00
PLASTICO	45 000.00	2 000.00
IMPREGNADO	-	2 000.00
PRESAS DE PLOMO	-	-
		3 500.00
MAGNETO	19 000.00	3 000.00
		2 000.00
	<hr/>	<hr/>
SUB-TOTALES: - -	\$129 500.00	\$1 500.00

TOTAL : \$ 160 000.00

Depreciación a 10 años	13 000	\$/año
Costo de Bombeo	28 600	"
Mantenimiento Recirculación	15 000	"
Mantenimiento Dosificadores	5 000	"
Costo de Arranque	<u>15 000</u>	"
T o t a l : - - - - -	76 600	"

El agua que vamos a recircular -
nos representa 668 850 \$/anuales.

De donde obtenemos:

$$668\ 850 - 76\ 600 = 592\ 250$$

Total de ahorro anual: \$ 592 250.00

.....

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

....

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

- 1.- Chemical Engineering Handbook
John H. Perry
Editorial Mc.Graw-Hill 1934
Capítulo 6
- 2.- Principios de Operaciones Uni
tarias
Alan S. Foust
Editorial CECSA - 1961
Pag. 584 a 589
- 3.- Cameron Hydraulic Data
G.V. Shaw and A.W. Loomis
Publicado por : Compressed
Air Magazine Company
Capítulos 1º y 3º
- 4.- Cameron Pump Operators Data
Ingersoll - Rand Company
Segunda Edición
Capítulo 10
- 5.- Enciclopedia de Tecnología
Química
Raymond E. Kirk
Donald F. Othmer
Editorial U.T.E.H.A.
Tomo 1 -pag. 514 a 567