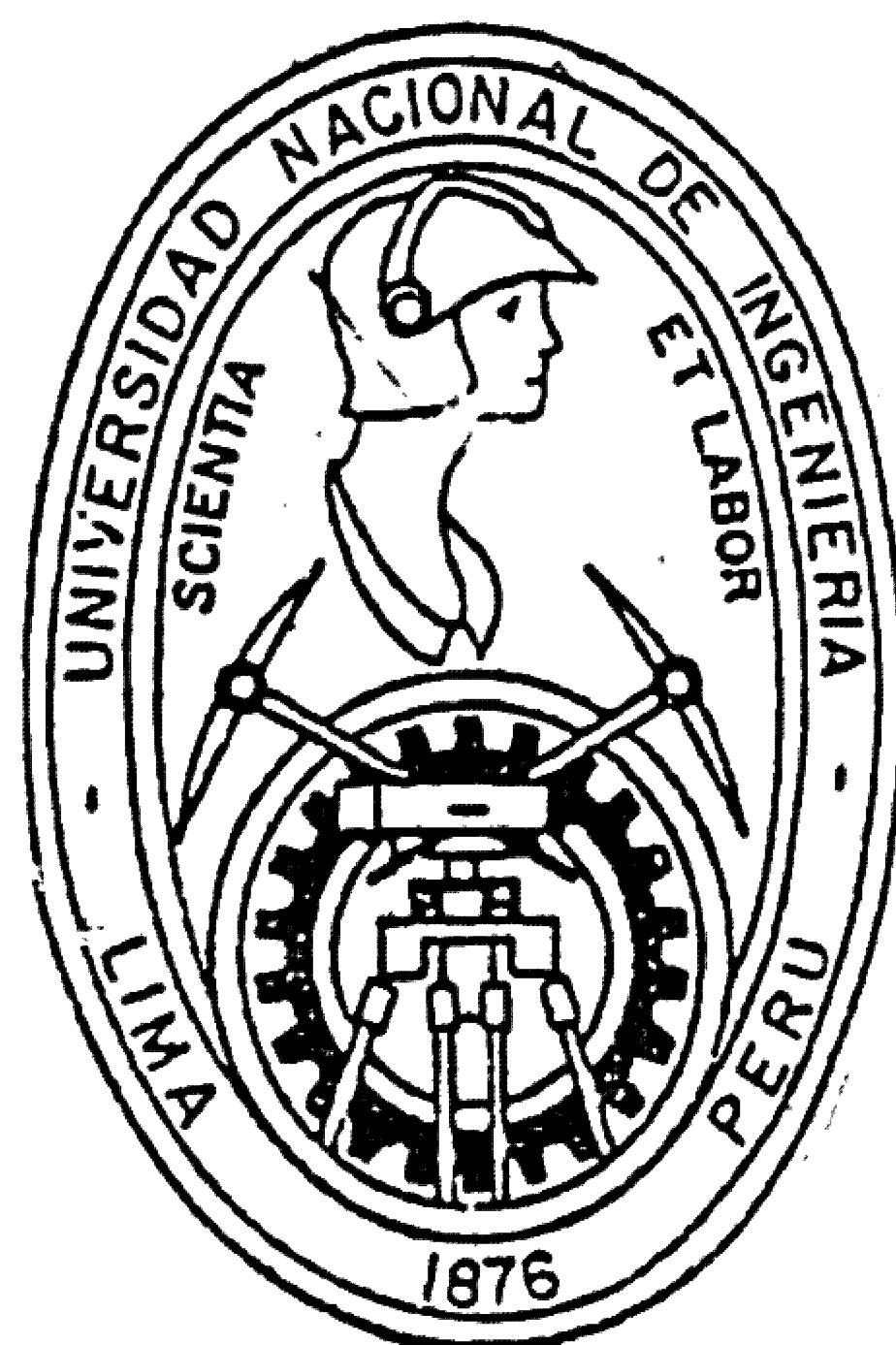


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



OPERACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUA DE LA ATARJEA

Informe de Ingeniería

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO

Luis Alberto Salazar Gavelan

LIMA-PERU

1 994

OPERACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA ATARJEA

	Paginas
1. INTRODUCCION	(01)
2. DESCRIPCION DE LA PLANTA	(02)
2.1 ORGANIZACION DE LA EMPRESA	(02)
2.2 PROCESOS	(04)
2.3 REACTIVOS EMPLEADOS	(21)
3. FUNCIONES DEL OPERADOR DE LA PLANTA	(30)
3.1 FUNCIONES DEL OPERADOR	(30)
3.2 OPERACION NORMAL	(34)
3.3 OPERACION EVENTUAL	(41)
3.4 OPERACION DE EMERGENCIA	(43)
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	(49)
5. BIBLIOGRAFIA	(55)

1.0 INTRODUCCION

El presente trabajo corresponde a un informe de las actividades que realiza el Ingeniero encargado de la operación de las unidades y procesos que se realizan para la potabilización del agua en las Plantas de Tratamiento de la Atarjea, Lima.

El presente informe no es un manual de operación de las plantas de tratamiento, motivo por el cual solo se realiza una descripción de las unidades que conforman la planta de tratamiento, así como de las operaciones y procesos que se ejecutan para llevar a cabo la transformación del agua cruda en agua potable.

La descripción que se realiza se inicia por lo que se podría denominar la parte física que conforman las Plantas de la Atarjea, lo que comprende la infraestructura así como los equipos que se encuentran instalados para llevar a cabo el tratamiento del agua.

Asimismo se enumera una serie de pautas que se deben realizar para llevar a cabo la correcta operación de la planta en las diversas situaciones que se presentan como son: la operación normal, eventual y de emergencia.

Las recomendaciones que se enumeran tienen el objetivo de que los procesos se optimicen.

2.0 DESCRIPCION DE LA PLANTA

Las Plantas de Tratamiento de la ciudad de Lima se encuentran en la margen izquierda del Rio Rimac en el distrito del Agustino está conformada por la planta No.1 "Gustavo Laurie Solis" y la primera y segunda etapa de la planta No.2, ambas plantas de tecnología patentada, que tienen como fuente las aguas superficiales provenientes del Rio Rimac.

Estas plantas denominadas La Atarjea, se encuentran bajo la administración de la Empresa de Servicios de Agua potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL, de naturaleza para estatal, que esta bajo la dirección del Ministerio de la Presidencia.

2.1 ORGANIZACION DE LA EMPRESA

La estructura de la empresa SEDAPAL es la siguiente:

- Junta Empresarial.
- Directorio o Oficina de Auditoria Interna.
- Gerencia General.
 - . Oficina Comercial.
 - . Oficina Sistemas.
 - . Oficina Relaciones Públicas.
 - . Oficina Secretaría General.
 - . Oficina General de Desarrollo.
 - . Oficina General de Proyectos y Obras.
 - . Oficina General Administrativa - Financiera.
- Gerencia Planta.
- Gerencia Aguas Subterranas.
- Gerencia Redes Primarias y Disposición Final.
- Gerencias Zonales.

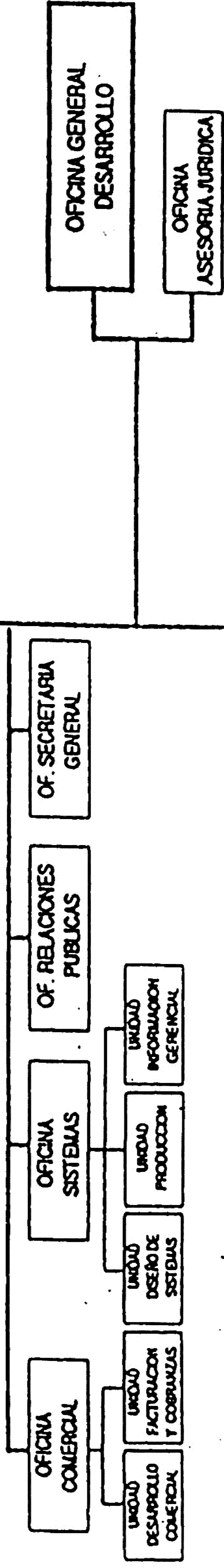
El organigrama Estructural de SEDAPAL se muestra en el Cuadro No.01

ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL
SEDAPAL

JUNTA EMPRESARIAL

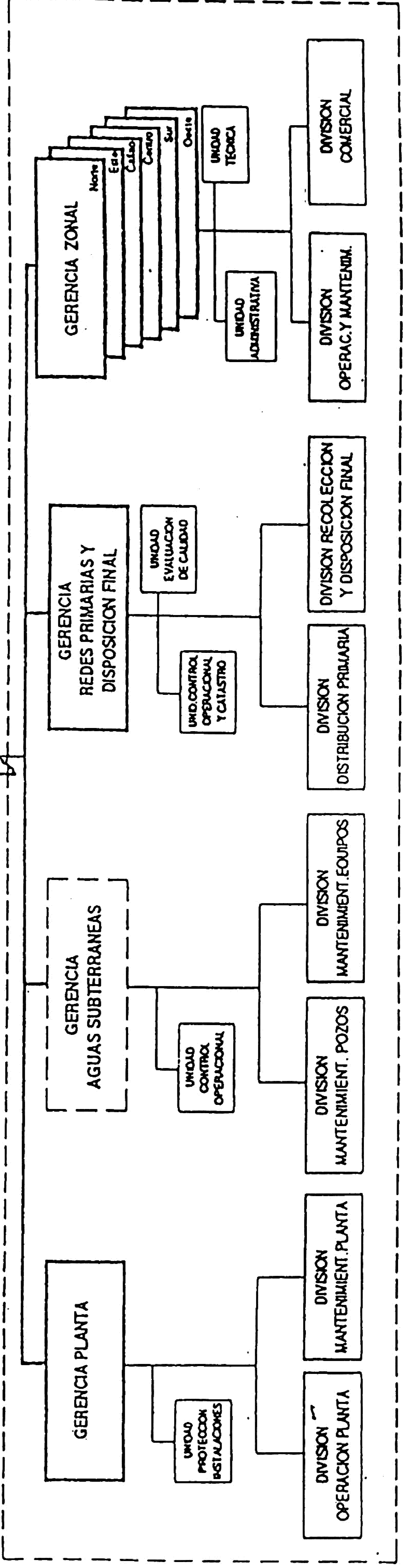
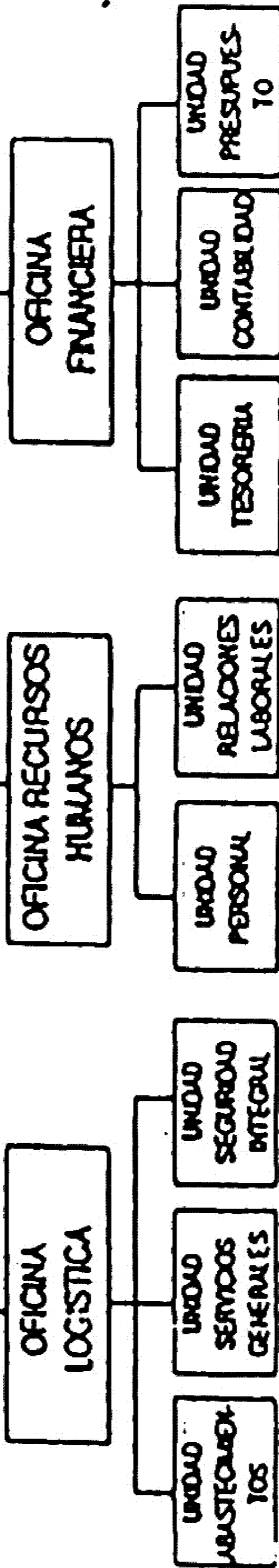
DIRECTORIO
PRESIDENCIA

GERENCIA GENERAL



OFICINA GENERAL PROYECTOS Y OBRAS

OFICINA GENERAL ADMINISTRAT. FINANCIERA



CUADRO N° 01

Las plantas de tratamiento de Agua Potable denominadas de la Atarjea, se encuentran a cargo de la Gerencia de Planta, la misma que tiene la siguiente estructura:

- Gerencia de Planta: Gerente.

- Unidad Protección de Instalaciones
 - . Grupo de protección.
 - . Grupo de conservación.

- División Operación Planta: Jefe de División.
 - . Equipo de Operación de Planta.
 - . Equipo de Laboratorio de Biología.
 - . Equipo de Laboratorio Físico - Químico.

- División Mantenimiento Planta: Jefe de División.
 - . Equipo de Mantenimiento de Planta.
 - . Equipo de Mantenimiento de Unidades de Tratamiento y Obras Civiles.

2.2 PROCESOS:

Las plantas de tratamiento de la Atarjea constan de los procesos de tratamiento que se detallan a continuación (Figura No.1)

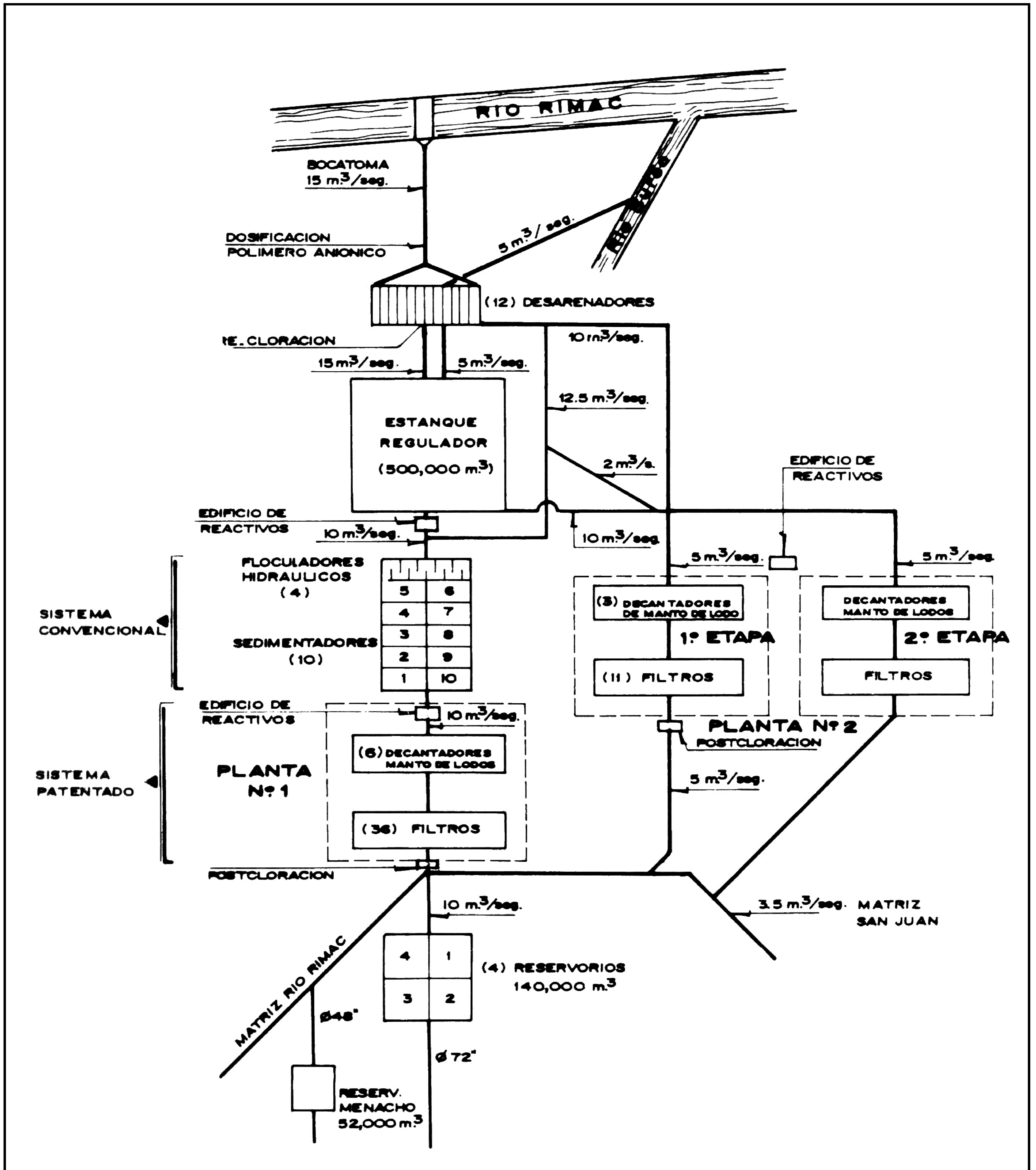
2.2.1 PRETRATAMIENTO

El objetivo fundamental de las unidades de pretratamiento, es la remoción de sólidos por medio de un proceso físico, con lo cual se incrementa la eficiencia en el tratamiento posterior de las aguas para consumo humano.

Se emplean diferentes procesos de pretratamiento dependiendo de la calidad de agua a tratar; esta serie de procesos son comunes a ambas plantas y constan de:

ESQUEMA GENERAL DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LA ATARJEA

(Figura - 1)



CUADRO No. 02

Altura de Rejilla (h) vs. Caudal de Ingreso (Q)

h (m)	Q(m ³ /s)
0,45	7,780
0,50	8,200
0,55	8,625
0,60	9,050
0,65	9,475
0,70	9,900
0,80	10,750
0,90	11,600
1,00	12,500
1,10	13,250
1,70	15,000

Tabla realizada en función a observaciones sucesivas,
(información proporcionada por el Ing. J. Quiroz).

- CRIBADO:

Se emplea un sistema de rejas para retener material grueso flotantes o semiflotantes, (residuos vegetales o animales, ramas, hierbas, etc).

Estas rejas están construidas por barras de acero rectangular, cuya inclinación con relación a la horizontal es de 60°, el sistema de limpieza se realiza en forma manual.

Posterior a las rejillas se encuentran cuatro compuertas deslizantes de ingreso de agua hacia las plantas, todas ellas de accionamiento eléctrico.

Entre las compuertas deslizantes y las rejas existe un canal de purga.

Esta estructura de captación tiene una capacidad máxima de 15 m³/seg. Según se muestra en la siguiente Cuadro_No.02 (altura de ingreso en la rejilla contra caudal de ingreso).

- DESARENACION:

El desarenado tiene por objeto extraer del agua cruda la grava, la arena y partículas minerales más o menos finas, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión y para evitar sobrecargas en las fases siguientes del tratamiento. (Figura No.02)

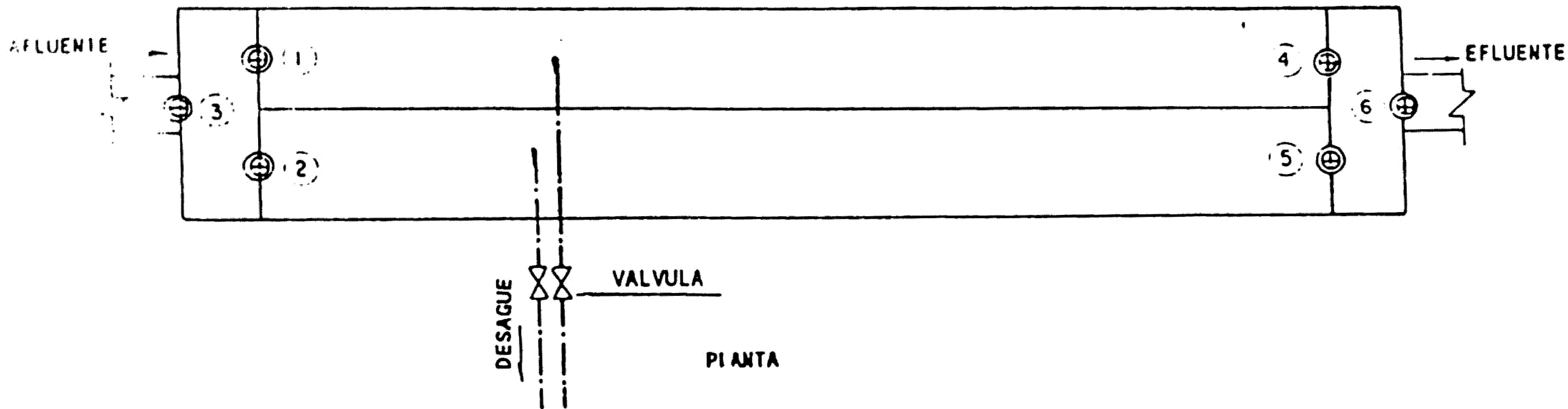
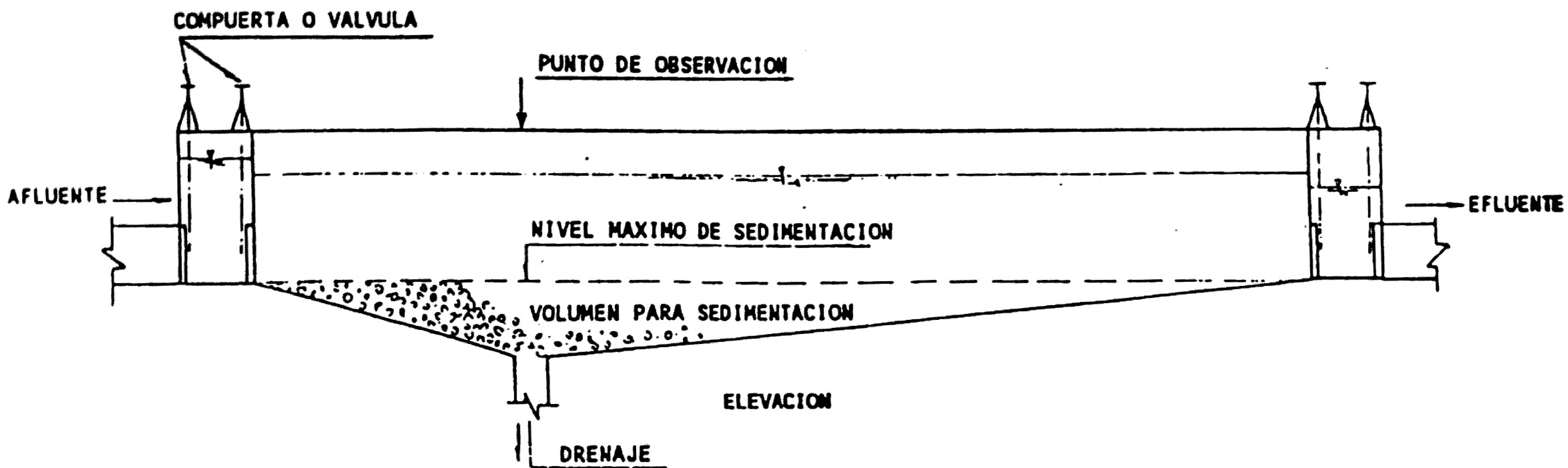
Generalmente los desarenadores se diseñan para la remoción de partículas mayores de 0,2 m.m.

La desarenación, se realiza en 12 unidades llamadas desarenadores que presentan las siguientes características:

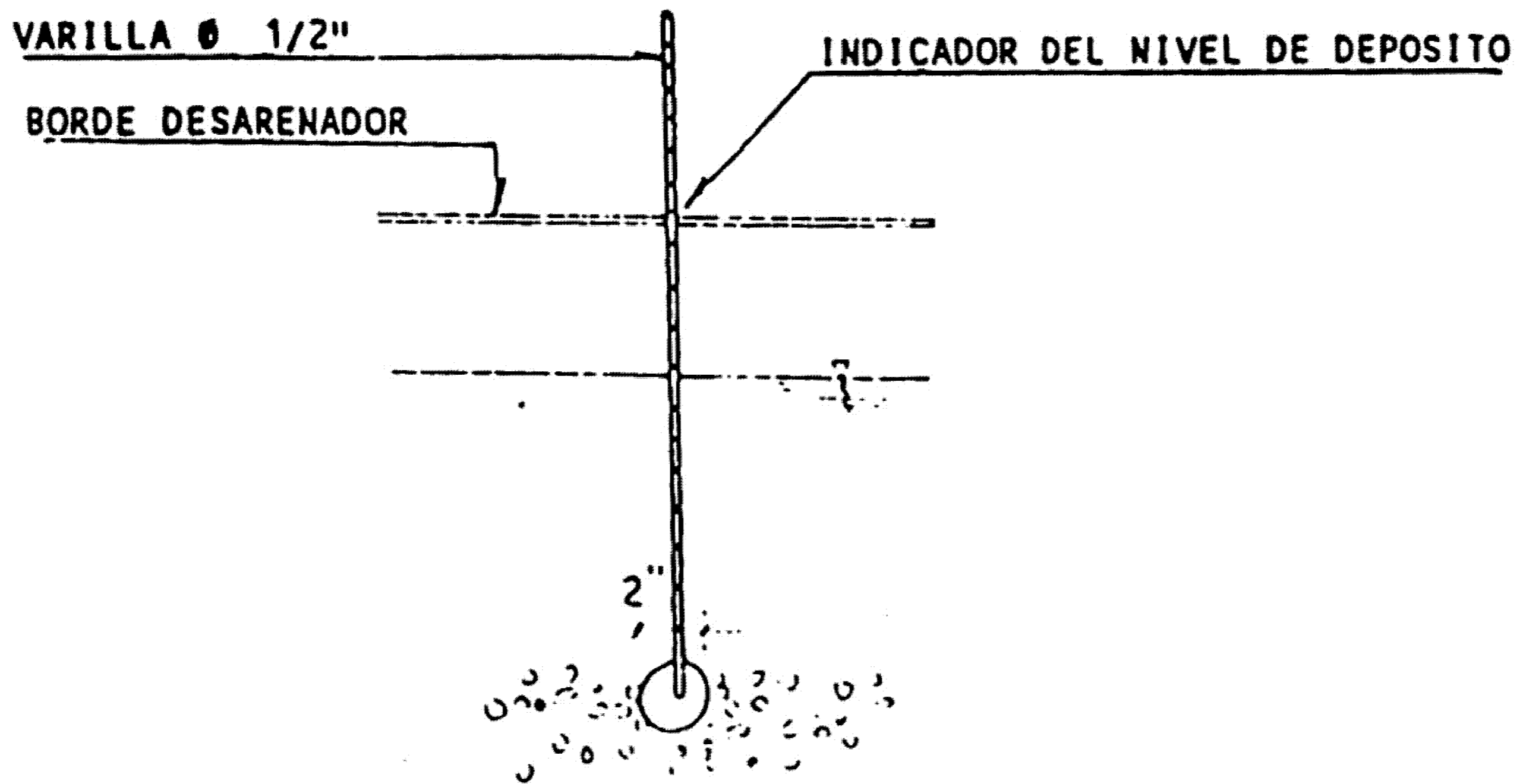
Dimensiones

Largo : 35,0 m.
Ancho : 8,0 m.
Profundidad: 5,8 m.

DESARENADOR



**VARILLA INDICADORA DEL NIVEL DE ARENAS
SEDIMENTADO EN EL DESARENADOR**



(Figura - 2)

Estructura de Entrada; Es através de tres compuertas Y una pantalla perforada de concreto, estas compuertas de ingreso son de operación manual.

Zona de Desarenación; Formada por la caja rectangular cuyas paredes laterales en la parte inferior son de forma trapezoidal, lo que permite el deslizamiento del material retenido hacia la cancheta de recolección de lodos (material sedimentado).

Estructura de Salida; La salida del agua de cada una de estas unidades es a través de vertederos y luego pasan al canal de recolección; sobre este canal se encuentran ubicadas las compuertas de conducción directa a ambas plantas y al estanque regulador.

Las aguas que ingresan a los desarenadores son conducidas a través de una tubería de 2,40 m. de diámetro y una longitud aproximada de 700 m., estas aguas son descargadas en un canal de transición.

Adicionalmente a este ingreso de agua, se cuenta con la captación de agua del Rio Surco que tiene una capacidad máxima de 5 m³/seg.

Nota: A la salida del desarenador, el agua puede tomar tres caminos: El estanque regulador, a la Planta No.1 y a la Planta No.2 (Figura No.01)

- DOSIFICACION DE POLIMERO ANIONICO Y CAL

Consiste en la adición de polímero aniónico (1) y cal en épocas de alta turbiedad, tanto para remover partículas en suspensión como para la adecuación de pH para remover los minerales pesados respectivamente.

- PRECLORACION:

Consiste en la adición de cloro al agua, para disminuir la contaminación microbiológica, antes de que esta pase a los procesos físico químicos siguientes.

Se emplea dosificadores de cloro, del Tipo de solución al vacío que trabajan en forma alternada, la capacidad de estos dosificadores es de 5000 y 6000 lb/día, la dosificación de cloro se realiza en el canal de recolección de los desarenadores entre los dos canales de agua de ingreso al estanque regulador.

ESTANQUE REGULADOR:

Es una unidad de almacenamiento de agua cruda, el agua ingresa después de haber sido preclorada y desarenada.

Las funciones principales de esta unidad son:

- . Sirve como cámara de contacto del agua con el cloro.
- . Sedimentador de las partículas suspendidas.
- . Unidad de regulación de agua cruda.

(1) Los polímeros son sustancias de un alto peso molecular, de origen ya sea natural o sintético. Pueden ser catiónicos, aniónicos o no iónicos, son considerados como ayudantes de coagulación.

Características del estanque regulador son:

- . Volumen : 500,000 m³.
- . Altura : 7,20 m.
- . Dos válvulas de limpia de 42" Ø tipo compuerta.
- . Vertedero de rebose recto de 30 mt., con descarga al río, conectado al canal de rebose de los desarenadores.
- . Válvulas de regulación de ingreso a ambas plantas. Para la Planta No.1, hay una compuerta de 1,0 m. de altura, accionado eléctricamente, la conducción de agua a la planta se realiza por una tubería de concreto de 72" de diámetro.

Para la Planta No.2, la toma de agua se realiza a través de un sifón, cuyo sistema de accionamiento se realiza desde un tablero eléctrico ubicado en la sala de operación de la Planta No.2

2.2.2 TRATAMIENTO FISICO QUIMICO

Se denomina tratamiento Físico-Químico al conjunto de procesos en las cuales se emplea reactivos químicos para realizar éste.

Como se mencionó anteriormente existen en la Atarjea dos plantas patentadas que son: la Planta No.1 y la Planta No.2 en las cuales se realizan los siguientes procesos.

2.2.2.1. PLANTA No.1

Se encuentra conformado por dos plantas en serie, una convencional y otra de sistema patentado, esto como consecuencia de las ampliaciones que han sufrido estas instalaciones.

- SISTEMA CONVENCIONAL:

Es el sistema mas antiguo en la planta, este sistema consta de los siguientes procesos; mezcla rápida, zona de floculación y sedimentación.

. Mezcla Rápida; constituida por una zona de alta turbulencia tipo resalto hidráulico. En este punto se adicionan los coagulantes en forma puntual; la dosificación de reactivos químicos es opcional según la turbiedad del agua, utilizada algunas veces en épocas de alta turbiedad, cuando el agua no obstante haber sido tratada con el polímero aniónico presenta aun una alta turbiedad. Normalmente en épocas de estiaje en este punto no se adicionan los reactivos químicos.

. Floculación; Realizada sobre los floculadores hidráulicos de pantallas de flujo horizontal, siempre que la dosificación se realice en la unidad de mezcla rápida, si no, solo actúan como unidades de paso. Estos floculadores están distribuidos en dos baterías de 2 unidades cada una, cada batería está al lado de un canal central. Los cuatro floculadores hidráulicos tienen las siguientes características:

Largo : 60,00 m.
Ancho : 7,50 m.
Profundidad: 3,70 m.

. Sedimentación; se realiza en sedimentadores convencionales de flujo horizontal tienen las siguientes características:

Largo : 60.00 m.
Ancho : 40.00 m.
Profundidad: 3.00 m.

- SISTEMA PATENTADO:

El sistema patentado está formado por: mezclador rápido, decantador de manto de lodos y filtros.

- Mezcla Rápida; el objetivo de la unidad de mezcla rápida en el proceso de coagulación es la obtención del gradiente necesario para producir una mezcla violenta del agua cruda con la solución de coagulante aplicada de forma tal que estos se distribuyan uniformemente para dar inicio al proceso de floculación.

Estas unidades pueden ser:

- Mezcladores hidráulicos (vertederos, canaletas parshall).
- Mezcladores mecánicos (mezcladores de paletas y mezcladores del tipo turbina).

En la Planta No.1, este proceso se realiza por la caída de agua a través de los vertederos de ingreso a cada uno de los decantadores de manto de lodos llamados "embudos".

El dispositivo de distribución de la solución (sulfato de aluminio ó cloruro férrico) es a través de una canaleta dentada de PVC, ubicada en el vertedero de descarga, y el polielectrolito es adicionado en forma puntual a través de una tubería de PVC.

- Floculación - Decantación; se realiza en decantadores de manto de lodos tipo pulsator de flujo vertical, en estas unidades ingresa el agua coagulada con la finalidad de que las partículas coaguladas puedan flocular y sedimentar, para lo cual es necesario poner en contacto unas con otras, y donde la posibilidad de encuentro de estas es función de la concentración de las mismas en el agua cruda, estos decantadores se caracterizan por:

Son unidades de sección circular con las siguientes dimensiones:

Diametro : 40 m.

Profundidad: 5 m.

El agua coagulada llega primero a la parte alta de la campana de vacío ubicada al centro del decantador y a nivel de agua. (Figura No.03)

Poseen tuberías radiales de distribución de agua ubicados en la base del decantador.

La campana de vacío posee un mecanismo que provoca el ingreso de agua en forma intermitente, de tal manera que con auxilio de una válvula de puesta a la atmósfera se origina que el manto de lodos se comprima y se expanda.

El exceso de lodos pasa a ocho concentradores ubicados en el fondo en forma diametral y la eliminación del lodo se realiza en forma automática a través de las 8 válvulas de purga.

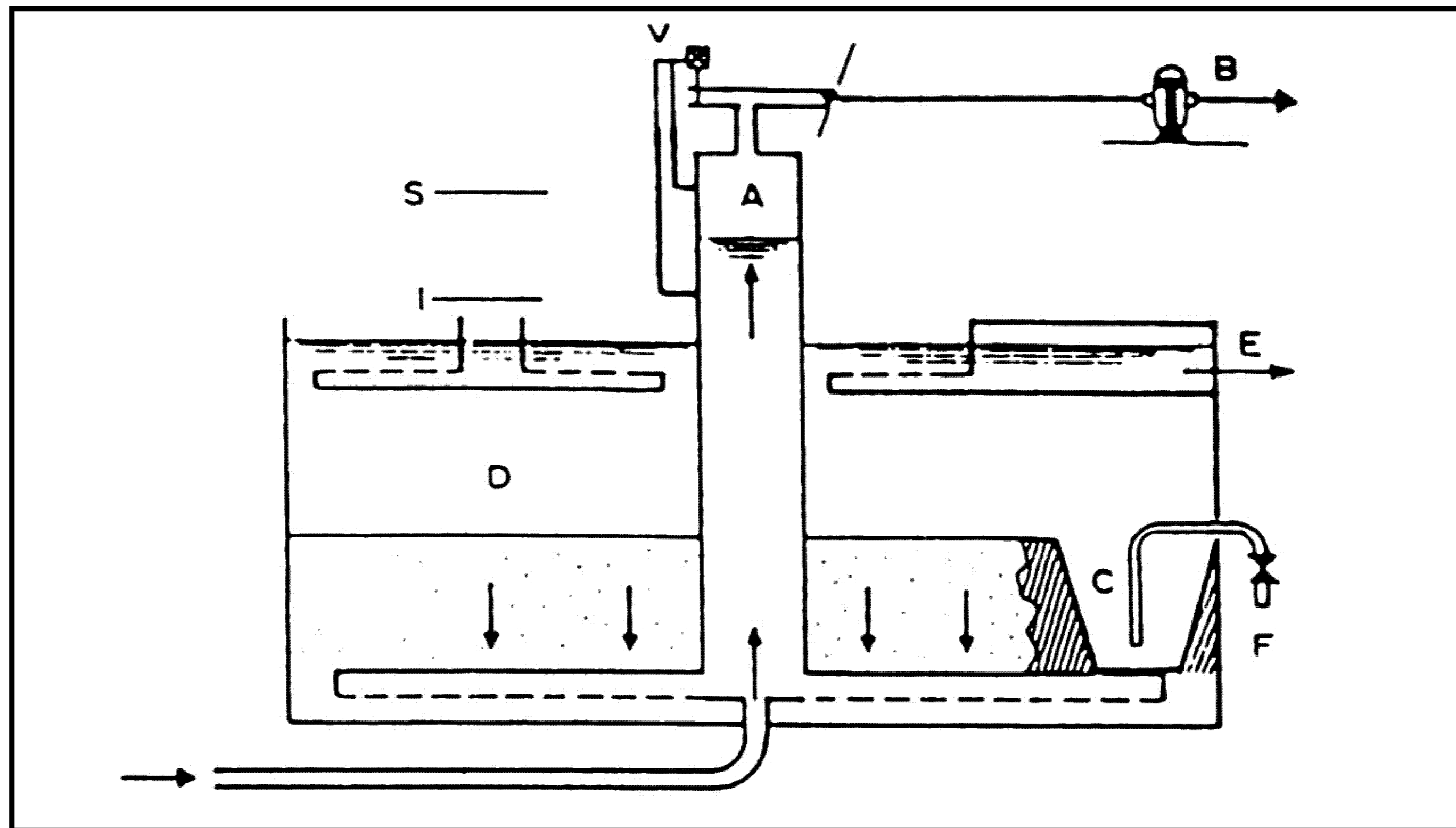
La recolección del agua decantada se realiza a través de tuberías radiales perforadas, ubicadas en la parte superior.

Existen seis decantadores con capacidad de 1,66 m³/seg. cada uno.

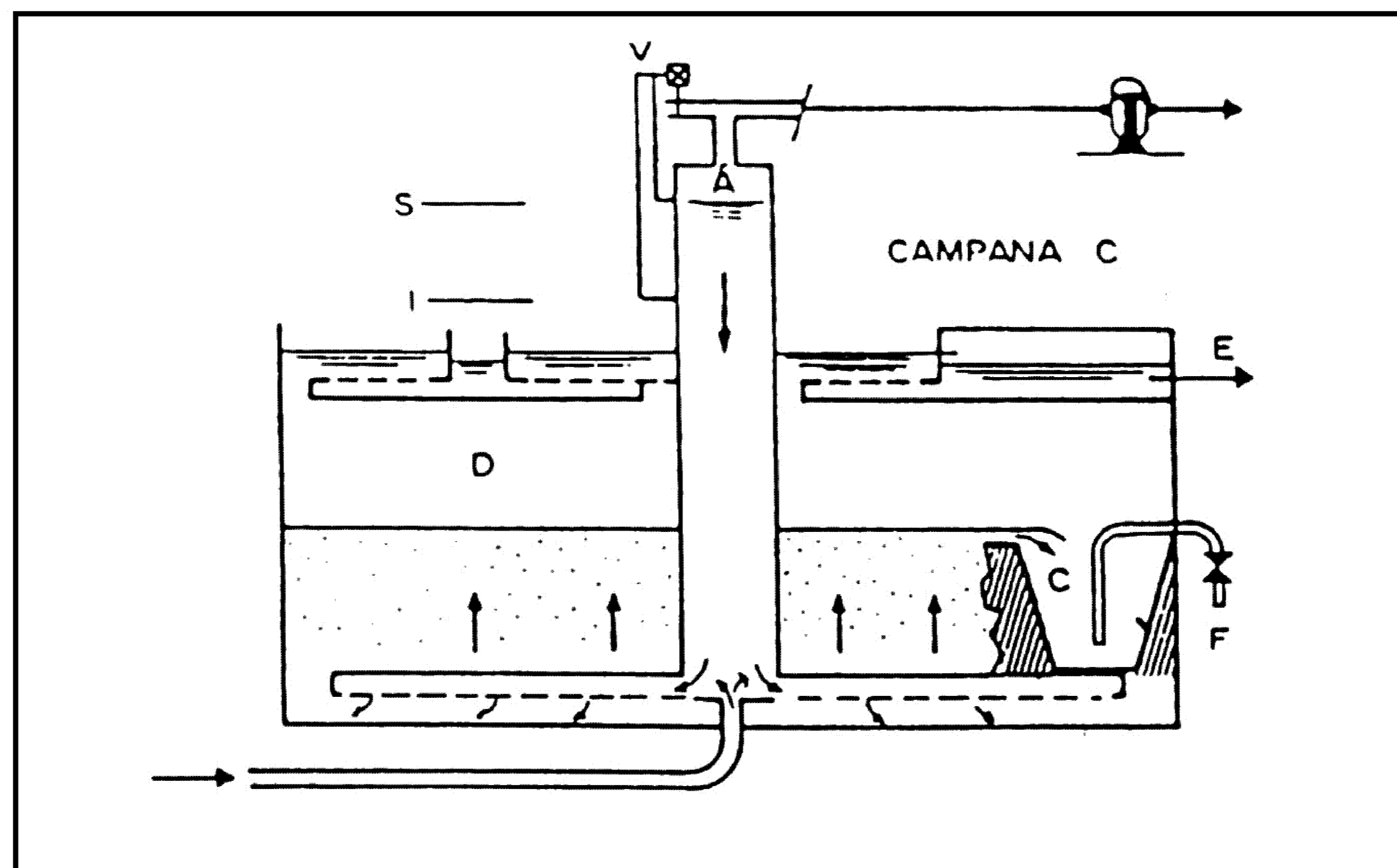
- **Filtración:** está planta posee filtros rápidos de flujo descendente, con un lecho filtrante homogéneo. Son filtros de patente Degremont del tipo "T", el material filtrante es arena con una altura de un metro y esta se encuentra sobre un material de soporte formado por grava de 5 cm. de altura.

Primer Tiempo

- La válvula de aire V. de comunicación de la campana con la atmósfera, se encuentra cerrada
- El agua asciende en la campana A
- El agua entra, a caudal reducido, en el decantador D
- El fango se concentra en el lecho de fango y en el concentrador C.



PRIMER TIEMPO



SEGUNDO TIEMPO

Segundo Tiempo

- Cuando el agua alcanza en la campana el nivel del electrodo superior S, se abre la válvula de comunicación con la atmósfera
- El agua de la campana A penetra en el lecho de fango, el cual se eleva con agua
- El exceso de fangos penetra en el concentrador C
- El agua decantada es evacuada por E
- Cuando el agua alcanza el nivel del electrodo inferior (I) en la campana A, se cierra la válvula V
- La masa de fango es evacuada del concentrador C por la válvula de extracción automática F

DECANTADOR PULSATOR - (ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO)

(Figura - 3)

Operan con una velocidad de filtración y nivel constante que está limitada por la pérdida de carga máxima que puede alcanzar, para mantener esta velocidad constante, se dispone de un dispositivo que mantiene el nivel de agua constante, donde la compensación por atascamiento está dado por el conjunto sifón concéntrico y caja parcializadora. Este sistema de control de nivel mediante sifón concéntrico mantiene una Tasa de Filtración constante durante la carrera.

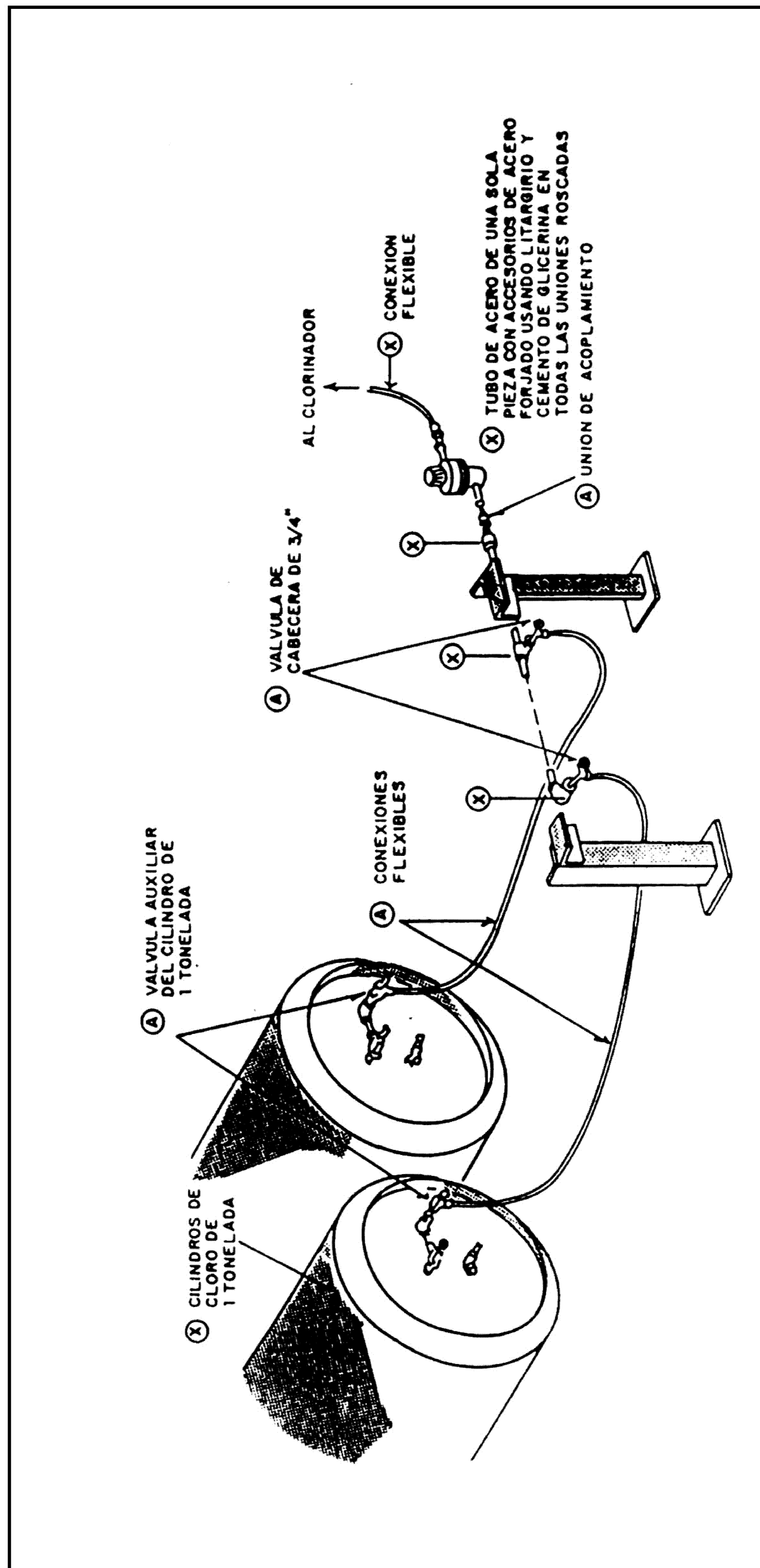
Posee un falso fondo equipado por toberas a través de las cuales se realiza el paso de agua filtrada así como la inyección de aire-agua en contracorriente para que se realice el lavado.

Existen 36 unidades de filtración de 98.50 m². cada uno.
La Tasa de Filtración es de 219 m³/m²/día.

- Desinfección En este proceso se le adiciona cloro al agua filtrada, mediante el empleo de cloradores del tipo solución al vacío en estos el cloro gas es disuelto previamente en una corriente auxiliar de agua, a través de un inyector, por medio del vacío producido por el inyector (Figura No.04). Esta planta posee 02 cloradores de marca Wallace y Tiernnan de 5000 lb/día de capacidad.

Cámara de contacto, Esta conformada por 4 reservorios que en total suman 140,000 m³. de capacidad.

La sala de cloración cuenta con cilindros de cloro gas de 907 Kg. cada uno, posee dos balanzas y una polea eléctrica para la manipulación de cilindros de cloro.



CONEXION CON EL CILINDRO DEL CLORO

(Figura - 4)

2.2.2.2. PLANTA No. 2:

Es una planta de patente Degremont, con un caudal de diseño de 5.25 m³/seg., y caudal de operación de 5 m³/seg. que en su primera y segunda etapa, consta de los siguientes procesos.

- Mezcla Rápida, esta se realiza utilizando un retromezclador hidráulico, donde el agua proveniente del estanque regulador, llega a través de una tubería de 1.60 m. de diámetro, este retromezclador posee las siguientes dimensiones: 5.50 x 3.00 m y 6.50 de profundidad. Luego el agua pasa a la obra de repartición, donde 12 vertederos (4 por cada decantador) permiten la alimentación para los tres decantadores pulsator, las dimensiones de la obra de repartición son las siguientes: 14.40 m x 5.50 m. y 4.10 m. de profundidad contiguo a la obra de reparto se encuentra un by-pass que conecta la obra de repartición con los filtros y posee las siguientes dimensiones; 2.50 m. x 2.30 m. y 4.10 m. de profundidad.

La regulación del agua cruda a esta planta se realiza por medio de dos válvulas tipo mariposa, una para aislamiento ubicada en esa cámara y otra de regulación en la cámara para ese fin. Ambas cámaras están ubicadas delante del edificio de reactivos químicos, el accionamiento de esta válvulas se realiza desde el tablero eléctrico ubicado en la sala de operación.

El aforo de agua cruda se realiza por medio de medidores de caudal a ultrasonido ubicados en la tubería de llegada de agua, sobre esta se inyecta los modificadores de pH (de acuerdo a la calidad del agua). La adición de los coagulantes de sales metálicas y polímeros se realiza sobre los vertederos de agua de ingreso a los decantadores, a través de una canaleta dentada, el dispositivo de distribución inicial de diseño es un

difusor sumergido en la cámara de mezcla rápida a la altura de la tubería de llegada de agua.

- Floculación - Decantación, El agua coagulada ingresa a los decantadores de manto de lodos (similar al de Planta 1), existen tres unidades rectangulares de decantación, son modelos tipo pulsator de flujo vertical; poseen las siguientes dimensiones: 39.6 mt. x 35.5 mt. y 5.00 mt. de profundidad.

El agua decantada se recolecta en la superficie a través de canaletas perforadas, las que descargan a dos canales centrales del decantador para discurrir luego a un canal principal que lleva a los filtros. Cada decantador trabaja con un caudal de 1.66 m³/seg.

Filtración, Se realiza en filtros rápidos de gravedad, tipo Aquazur V, y tienen como medio filtrante arena de 1.30 mt. de potencia y como medio de soporte grava de 5 cm. de altura.

El falso fondo está formado por losas prefabricada, equipadas por toberas, que tienen la función: de recolectar el agua filtrada y la distribución del aire y agua durante el lavado.

El filtro Aquazur V, es de sección rectangular con dos celdas separadas por un canal central que tiene la función de eliminar las aguas de lavado.

El ingreso de agua se realiza por siete compuertas, ubicadas a todo lo ancho de cada filtro, los cuales permiten la repartición equitativa del agua.

La salida del agua filtrada es a través de una válvula tipo mariposa.

El filtro Aquazur V, es de sección rectangular con dos celdas separadas por un canal central que tiene la función de eliminar las aguas de lavado.

El ingreso de agua se realiza por siete compuertas, ubicadas a todo lo ancho de cada filtro, los cuales permiten la repartición equitativa del agua.

La salida del agua filtrada es a través de una válvula tipo mariposa.

Posee un tablero eléctrico de mando para el lavado el cual presenta un medidor de pérdida de carga.

El tirante de agua sobre el lecho filtrante es constante y es de 1.20 mt, este es regulado mediante la valvula de salida de agua filtrada (válvula mariposa). Son unidades operadas con nivel y tasa constante.

Existen once unidades de filtración, cada unidad posee un area de 131.7 m².

La Tasa de filtración es de 298 m³/m²/día.

Desinfección: El agua filtrada es conducida a una arqueta en la cual se le adiciona cloro.

La dosificación del cloro se realiza bajo la forma de solución.

El sistema de dosificación está formado por cilindros de cloro, balanza de pesada de cilindros de cloro, 02 clorometros de 40 kg/hr. de capacidad, poleas eléctricas para la instalación de cilindros de cloro, 02 grupos de electrobombas de 30 m³/hr. de capacidad.

2.3 REACTIVOS EMPLEADOS

En el tratamiento de las aguas se requiere el uso de sustancias químicas, las cuales son dosificadas en los diferentes procesos unitarios. Entre los de uso más común citamos:

Coagulantes:

- Sulfato de Aluminio.
- Sulfato Ferroso.
- Sulfato Ferroso Clorado.
- Sulfato Ferrico.
- Polielectrolitos.

Auxiliares de Coagulación:

- Bentonita.
- Silicato de Sodio.
- Polielectrolitos.

Modificadores de pH:

- Cal Hidratada.
- Carbonato Calcio.
- Carbonato de Sodio.
- Acido Clorhídrico.
- Gas Carbónico

Desinfectantes:

- Cloro o compuestos clorados.
- Hidróxido de amonio.
- Sulfato de amonio.
- Ozono.

Fluoración:

- Fluosilicato de sodio-silico fluoruro de sodio.
- Fluoruro de calcio (fluorita).
- Fluoruro de sodio.

En las plantas de tratamientos de la Atarjea se emplean los siguientes reactivos:

En el pretratamiento: Polímero Aniónico; en la coagulación: cloruro ferrico en solución, sulfato de aluminio en solución y granular; ayudantes de coagulación: polielectrolito cationico; modificadores de pH: cal; desinfectantes: cloro gas (tanto en la precloración como en la postcloración.

- **POLIMEROS.** Los polimeros orgánicos son sustancias que se emplean como ayudantes de coagulación, se clasifican en polimeros aniónicos, catiónicos o neutros. Los polimeros son sustancias de un alto peso molecular, de origen ya sea natural o sintético; puede ser catiónicos, aniónicos o no iónicos. Si un polímero contiene grupos ionizantes es denominado polielectrolito. Los polimeros pueden ser sólidos o líquidos. Los sólidos son generalmente poliacrilamida o poliacrilamida hidrolizada y son no iónicos o aniónicos. Los líquidos son generalmente soluciones catiónicas, conteniendo de 10 a 60% de polímero activo.

Los polimeros ejercen, generalmente una acción sobre el acero no protegido (es altamente corrosivo).

La utilización de los polimeros es opcional o se realiza en diversas etapas como:

Pretratamiento se usa el polímero aniónico en épocas de alta turbiedad (mayor a 2000 U.J), para remover las partículas en suspensión.

Ayudante de coagulación en la Planta No.1 se usa el polielectrolito aniónico en épocas de alta turbiedad no obstante haber sido tratado con este mismo polímero y antes de la precloración y para su dosificación se poseen dos unidades formados cada una por una bomba dosificadora tipo pistón y un

tanque de preparación de solución, estos se encuentran en un edificio de reactivos ubicada antes del ingreso del agua a la parte de la planta de tecnología convencional.

Asimismo en esta planta se tiene la infraestructura para aplicar polímero catiónico (planta patentada).

En la Planta No.2, se utiliza Polímero Catiónico en solución para lo cual se cuenta con, dos bombas dosificadoras del tipo pistón con un caudal de 924 lt/h. y dos tanques de preparación de solución de polielectrolito con seis metros cubicos de capacidad cada uno y provisto con un agitador tipo helice.

- **CORURO FERRICO.** El Cloruro Férrico es utilizado como coagulante, en las plantas de la Atarjea se emplea en forma líquida, este posee un contenido aproximado del 40% de (FeCl_3). Las soluciones acuosas de cloruro férrico se reducen rápidamente a cloruro ferroso (FeCl_2) en presencia de hierro. Esta reacción explica el gran poder corrosivo frente al acero.

La dosificación de Cloruro Férrico se realiza por gravedad, el dispositivo de distribución de la solución, es a través de una canaleta dentada de PVC ubicada en el vertedero de descarga, se emplea similar dispositivo de distribución en ambas plantas.

SULFATO DE ALUMINIO. Es un coagulante muy empleado en el tratamiento de agua se utiliza en forma sólida o líquida. La forma sólida se presenta en placas compactas, en forma granulada de diversos tamaños, o en polvo de fórmula teórica $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$. Este producto se define, en general por su contenido de alúmina, expresada en Al_2O_3 , es decir un 17% aproximadamente para la forma sólida. La densidad aparente del sulfato de aluminio en polvo es del orden de 1000 kg/m³.

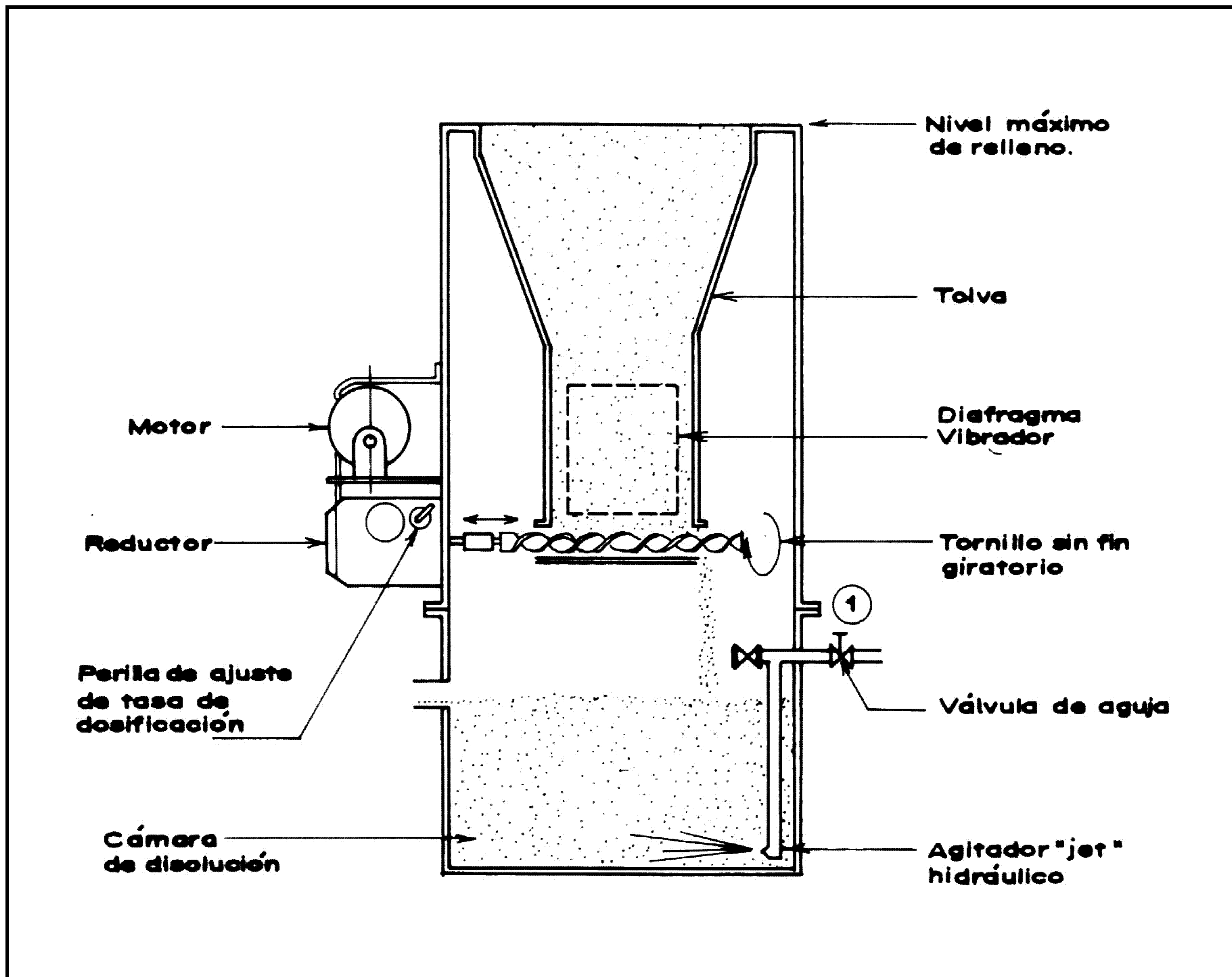
La forma líquida se define, lo mismo que la forma sólida, por su contenido en alúmina Al_2O_3 , esta concentración se sitúa generalmente, entre 8.0 y 8.5%, es decir 48 a 49% en equivalente polvo, o también 630 a 650 gr. de $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ por litro de solución acuosa.

El sulfato de aluminio está constituido por la sal de una base débil (hidróxido de aluminio) y de un ácido fuerte (ácido sulfúrico), por lo que sus soluciones acuosas son muy ácidas, su pH varía entre 2 y 3,8 según la relación molar sulfato/alúmina. Esta acidéz debe tenerse en cuenta al proceder a su almacenamiento, preparación y distribución la dosificación de sulfato de aluminio se realiza en varios puntos durante el proceso de acuerdo a la calidad del agua.

En la planta del tipo convencional, el sistema de dosificación está ubicado en el edificio de reactivos químicos y está conformado por dos unidades que constan de, una tolva para el llenado de sulfato de aluminio, un tanque de disolución provisto de un agitador y el dosificador es del tipo tornillo (como muestra la Figura No. 05 y 5a).

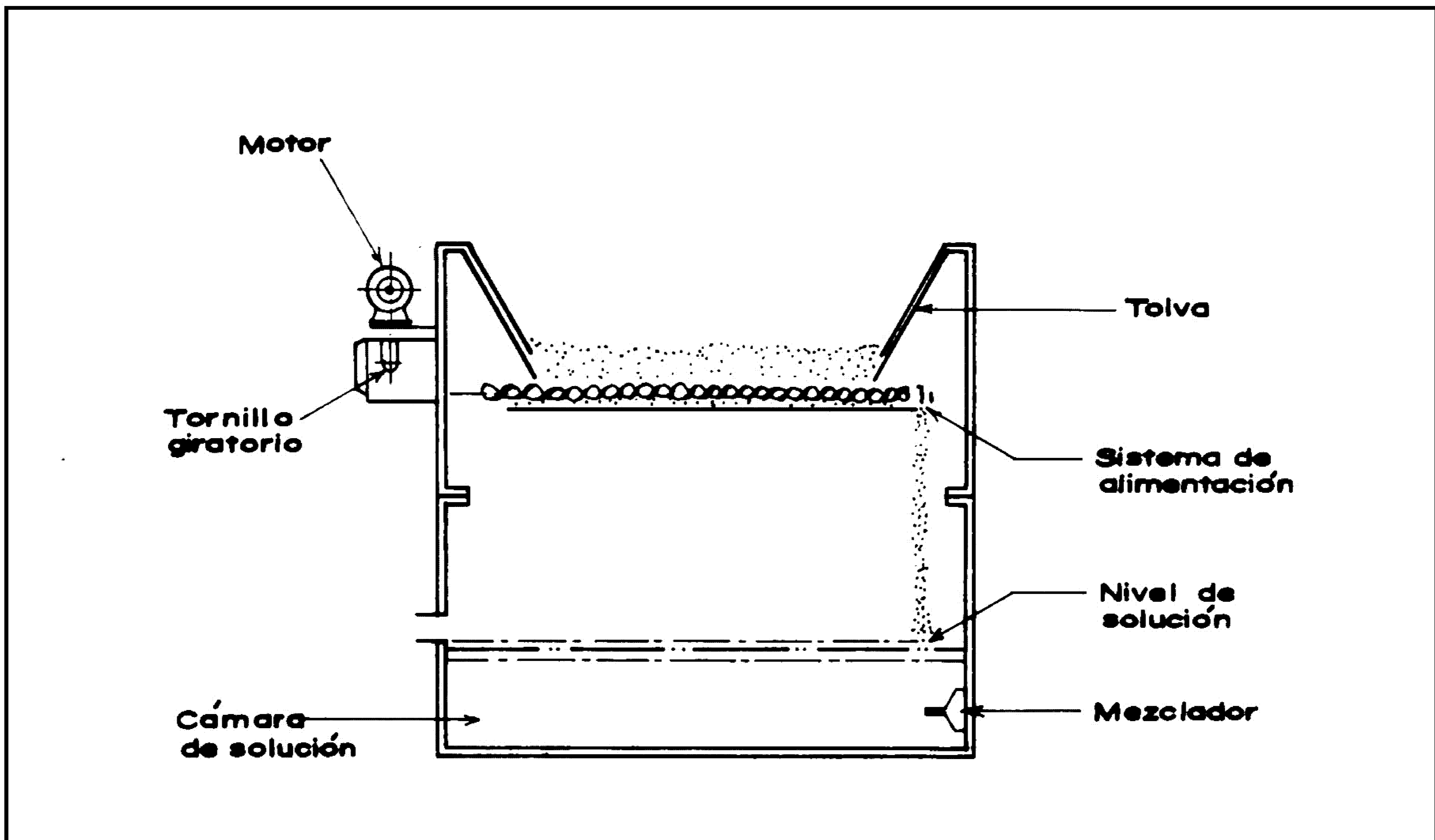
En la planta No.1, sistema patentado, el sistema de distribución de sulfato de aluminio ó cloruro férrico, es a través de una canaleta dentada de PVC, ubicada en el vertedero de descarga a los decantadores, junto a estos se encuentra el edificio de reactivos químicos que consta de:

- a) Sistema de dosificación de sulfato de aluminio en solución con dos tanques de almacenamiento de 100 m³ c/u, tres bombas dosificadoras del tipo pistón, caudal de dosificación: 1886 lt/h con caudal ajustable manualmente de 0-100% (según muestra la figura No. 06).
- b) Sistema de dosificación de sulfato de aluminio granular: con un elevador de cangilones, dos tolvas de acero inoxidable para el llenado de reactivos, dos dosificadores



DOSIFICADOR VOLUMETRICO TIPO TORNILLO GIRATORIO

(Figura . 5)



DOSIFICADOR VOLUMETRICO TIPO TORNILLO GIRATORIO

(Figura . 5a)

tipo tornillo de regulación manual, dos tanques de disolución, provistos de agitadores tipo turbina.

c) Sistema de dosificación de cloruro férrico es por gravedad, posee un tanque de almacenamiento de solución, un dosificador gravimétrico controlado por una válvula de paso y un tanque de disolución.

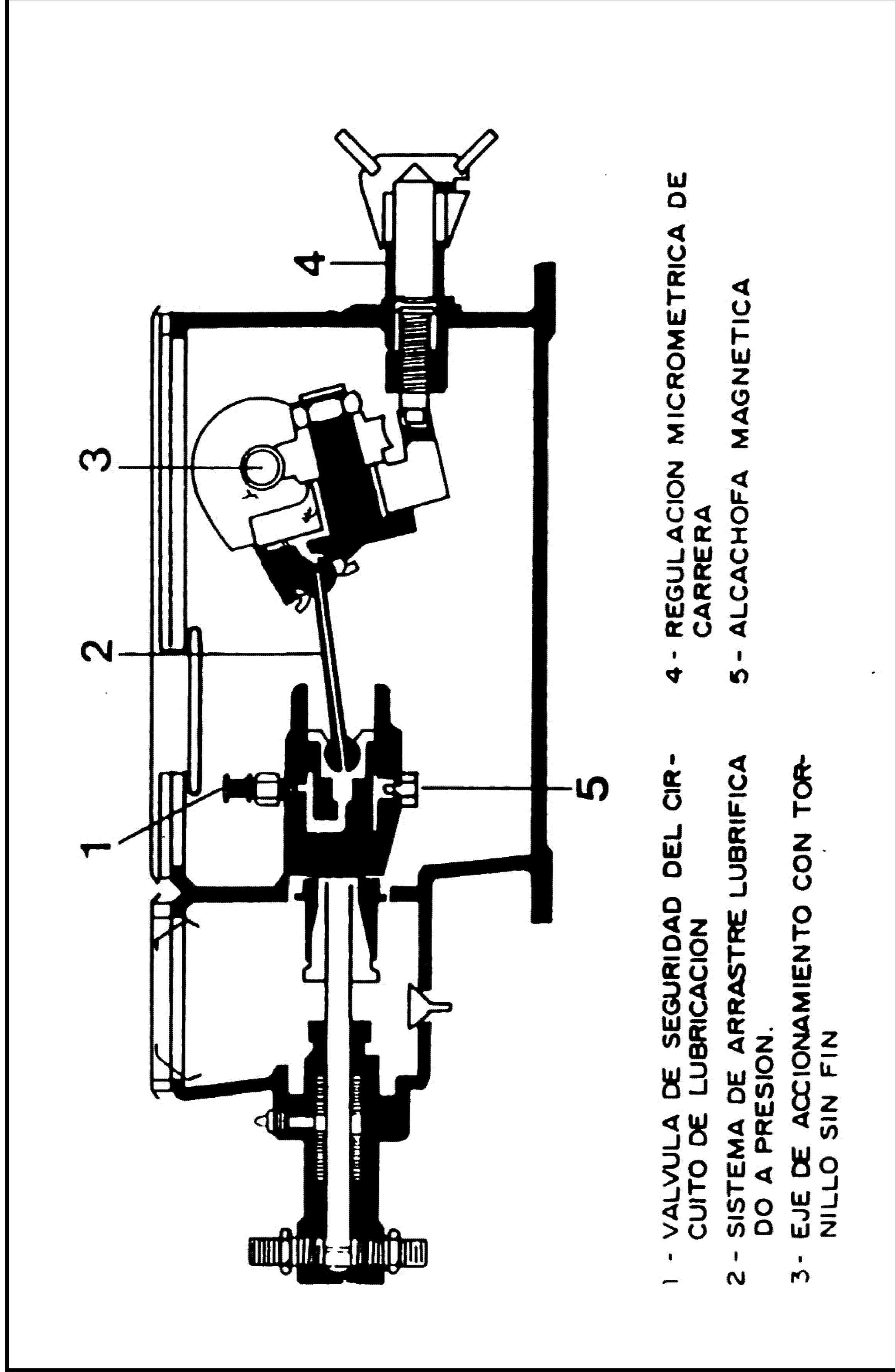
d) Sistema de dosificación de polímero catiónico, mediante el empleo de bombas dosificadoras del tipo pistón (Figura No.6), desde un tanque de disolución de 6 m³., posee un tanque de almacenamiento de 2 m³.

En la planta No.2, el sistema de dosificación de sulfato de aluminio en solución consta de; tres bombas dosificadoras del tipo pistón con un caudal de 1515 litros por hora cada uno y dos tanques de almacenamiento de 140 m³ c/u. (Figura No.6)

Cal, es utilizado como modificador de pH del agua a tratar, su composición es $\text{Ca}(\text{OH})_2$, corresponde al hidróxido de calcio, mediante el empleo de este reactivo se reajusta el grado de alcalinidad. Se obtiene apagando con agua la cal viva, su grado de pureza es de 82 a 99%. Es ligeramente soluble en el agua y su solubilidad disminuye al aumentar la temperatura.

En la planta No.1, el sistema de dosificación de cal se encuentra en el edificio de reactivos químicos de la planta de tipo convencional y consta de dos unidades formada cada una por: una tolva de llenado de cal y un tanque de disolución provisto de agitador.

En la planta No.2, el sistema de dosificación de cal se encuentra en el edificio de reactivos químicos y consta de, dos dosificadores tipo tornillo y dos tolvas de almacenamiento de 5 m³. de capacidad, dos tanques de disolución, cada uno tiene un agitador tipo helice y volumen de 170 lt.



- 1 - VALVULA DE SEGURIDAD DEL CIRCUITO DE LUBRICACION
- 2 - SISTEMA DE ARRASTRE LUBRIFICO A PRESION.
- 3 - EJE DE ACCIONAMIENTO CON TORNILLO SIN FIN
- 4 - REGULACION MICROMETRICA DE CARRERA
- 5 - ALCACHOFA MAGNETICA

BOMBA DOSIFICADORA DE PISTON

(Figura - 6)

- **CLORO.** Es utilizado principalmente como desinfectante en la pre y pos-cloración, este reactivo es uno de los elementos químicos de la familia de los halógenos de número atómico 17 y peso atómico 35.457. En su forma elemental es un gas verdoso que puede comprimirse fácilmente formando un líquido claro, color ámbar, el cual a presión atmosférica se solidifica a una temperatura de -102 °C.

El cloro se produce comercialmente por medio de la electrólisis de la salmuera, produciendo simultáneamente hidróxido de sodio e hidrógeno y de esta forma convierte el proceso como un todo económicamente viable. El cloro comercialmente se almacena como gas licuado, bajo presión, en cilindros de acero.

El cloro, tanto líquido como gaseoso, en ausencia de humedad no ataca los metales ferrosos, de ahí el por qué se puede almacenar con seguridad en cilindros de acero. Su uso en la precloración es con la finalidad de reducir la carga bacteriana del agua .

En el pretatamiento (pre-cloración) se poseen dos dosificadores de cloro que trabajan en forma alternada, la capacidad de estos dosificadores es de 5000 y 6000 lb/día.

En la planta No.1, la dosificación de cloro consta de dos clorómetros de 5000 lb/día, cilindros de cloro de 907 Kg, dos balanzas de pesada de 2500 Kg y una polea eléctrica para la instalación de cilindros de cloro.

En la planta No.2, la dosificación de cloro cuenta con los mismos implementos que la planta No.1.

3.0 FUNCIONES DEL OPERADOR DE LA PLANTA

La operación de las plantas de la Atarjea, se pueden clasificar de acuerdo a la situación en las siguientes:

- Operación en situaciones normales.
- Operación en situaciones eventuales.
- Operación en situaciones de emergencia.

3.1 FUNCIONES DEL OPERADOR

El supervisor (Ingeniero encargado de la operación) de la planta, previo a la toma de decisiones debe tomar conocimiento de la siguiente información.

- Condiciones de operación de la planta.
- Stock de reactivos químicos.

a) Condiciones de operación de la planta:

Se debe tomar información técnica de la situación en las que se ha estado operando la planta, así como de los parámetros de operación que se han empleado en estos procesos como son, calidad y cantidad de agua y la performance de los procesos.

CALIDAD

- Turbiedad, parámetro físico relacionado en forma directa con la dosificación de reactivos químicos, para tal efecto se debe tomar conocimiento de este parámetro en los siguientes puntos:

- . Turbiedad del agua del río, conocer cuál fue la variación de la turbiedad del agua del río durante las guardias anteriores, así como la frecuencia de variación de estas.

Si se registraron turbiedades altas y el tiempo de duración de estas, en que afectó estas a la planta, así como los reactivos que se emplearon en el tratamiento.

- . Turbiedad del Agua Decantada, las turbiedades del agua a la salida del decantador, son indicadoras de la eficiencia del proceso de la unidad de manto de lodos.
- . Turbiedad del agua filtrada, las turbiedades del agua a la salida de filtros determinará cual fue la calidad del agua para las condiciones de operación anteriores.

PERFORMANCE DE PROCESOS

- Situación de los procesos, referidos a la operación de las unidades de la planta, en las cuales se reflejen la eficiencia de:

- . Mezcla rápida
- . Decantación
- . Filtración
- . Desinfección

Para lo cual se debe tener conocimiento de como fue la variación de:

- . Dosificación de reactivos químicos
- . Porcentaje de concentración de lodos (decantadores)
- . Coeficiente de cohesión de fango (decantadores)
- . Perdida de carga (filtros)
- . Frecuencia de lavado de filtros
- . Cloro residual

CANTIDAD

- Nivel de Agua, referido a la acción de tomar conocimiento de los volúmenes de agua cruda que van a intervenir en los diversos procesos de la planta de tratamiento, así como los volúmenes de agua tratada distribuida, para esto se debe tener la siguiente información:

Niveles de Captación

- . Bocatoma, va en función de la variación de caudal en el río Rimac (*), la cual incidirá directamente en los niveles de captación (de acuerdo al tirante se determina el volumen que ingresa, (Cuadro No.02))
 - . Río Surco, se refiere al caudal que trae el Río Surco de tal manera que pueda ser usado como alternativa cuando por trabajos de mantenimiento u otras situaciones la bocatoma del Río Rimac no pueda ser usada.
 - . Estanque regulador, tomar información de la variación que ha tenido el niveles del agua del estanque regulador, para de esa manera conocer cual fue el volumen de agua tratada, comparada con el agua de ingreso, así como cual fue el momento de mayor demanda. (máximo horario)
- (*) Aforos proporcionados por Electrolima, en reportes diarios a las plantas.
- . Niveles de reservorios de aguas tratadas, tomar información, sobre las variaciones de los niveles de agua tratada en los reservorios; Reservorios de la Atarjea (B1, B2, B3, B4) interconectados denominados "B1", y los reservorios de la Menacho (04 reservorios).

De acuerdo a estos niveles se puede confrontar con la forma en la que se operaron las válvulas de ingreso a cada uno de ellos.

b) Stock de Reactivos Químicos: tomar información de la existencia de reactivos químicos, para de esta manera poder predecir de acuerdo a la dosis promedio empleadas, el tiempo de duración del stock de estos productos.

3.2 OPERACION NORMAL

La operación normal es aquella que incluye actividades de tipo rutinario en la planta y que no producen funcionamientos inadecuados que podrían generar mala calidad del agua tratada o reducción de caudal producido, a continuación se indican las actividades mas comunes de operación normal:

- . Medición de caudal
- . Medición de parámetros de calidad de agua cruda: Turbiedad, pH, Color, alcalinidad, etc.
- . Preparación de soluciones de productos químicos
- . Ajuste de dosificadores
- . Lavado de filtros
- . Medición de Cloro residual en el agua tratada
- . Limpieza de unidades de pretratamiento (cribado y desarenación)
- . Control de calidad

En general, la operación normal incluye cualquier actividad que no provoque la suspensión parcial o temporal de la producción de la planta. Se considera que el sistema de tratamiento se encuentra en operación normal, cuando está produciendo el caudal para el cual fue diseñado y con la calidad requerida.

La operación normal está sujeta a las siguientes condiciones de operación:

- Niveles de captación permisibles en la bocatoma que indican continuidad en el tratamiento.
- Naturaleza del agua cruda, referido a la turbiedad del agua cruda facilmente tratable, sin mayores dificultades.
- Buen funcionamiento de las unidades hidráulicas y equipos electromecánicos.
- Stock de reactivos químicos suficientes.

Las actividades que se deben realizar dentro de una operación normal son:

- a) Inspección de la planta; con la finalidad de determinar si las condiciones de operación son las mismas que las que dejó la guardia anterior, así como las posibles variaciones a realizarse.
- b) Ajuste del caudal de tratamiento. Este ajuste se consigue abriendo o cerrando las válvulas o compuertas de ingreso de agua a las plantas.
- c) Verificación del funcionamiento de las diversas unidades de tratamiento:
 - Captación; operación del sistema de rejillas: Inspeccionar en forma rutinaria las rejillas, para observar la cantidad de sólidos retenidos y de ser necesarios proceder a la limpieza dependiendo de la cantidad de materiales o sólidos retenidos.
 - Desarenación; en esta unidad se procede a medir el nivel del depósito del sedimento el cual se realiza por medio de observación de una varilla indicadora que se recomienda que se realice cada cuatro horas, pudiendo ser esta frecuencia más corta dependiendo de la turbiedad de agua cruda. Cuando este sedimento alcanza el máximo, se procede a su limpieza. Para tener mayor eficiencia en el proceso de sedimentación se deben operar todas las unidades de desarenadores. Así mismo se debe proceder a retirar los cuerpos flotantes de la orilla de la unidad, para luego realizar su traslado al lugar de disposición final.
 - Mezcla rápida; esta operación está relacionada en forma directa con la dosificación empleada en los procesos de tratamiento de agua potable mediante las siguientes verificaciones:

- . Si el reactivo químico empleado se distribuye en forma homogénea en los mezcladores rápidos.
 - . La cantidad de reactivos químicos empleados por medio del aforamiento de los dosificadores.
 - . Si con la dosificación empleada no presenta buenos resultados en la remoción de la turbiedad entonces se debe realizar la prueba de arras.
- Decantadores de Manto de Lodos; En la planta se posee los decantadores de manto de lodos del tipo pulsator, para los que debemos realizar las siguientes actividades para proceder a su operación en situaciones normales:
- . Vigilar el buen funcionamiento de las pulsaciones para lo cual se requiere:
 - 1ro. Buen funcionamiento de la bomba del sistema de vacío.
 - 2do. Verificación del funcionamiento de las válvulas de aspiración y descarga de las pulsaciones, lo cual se reflejará en el tiempo de llenado y vaciado, para el que fueron regulados y teniendo en cuenta la turbiedad del agua que se está tratando.
 - 3ro. Determinar el porcentaje de concentración de lodos a las diferentes alturas del manto de lodos. La frecuencia con que se realicen estas mediciones está determinada por la variación de la turbiedad del agua cruda. De acuerdo a la concentración de lodos que se tenga, se regulará la frecuencia de extracciones.
 - 4to. Si se aumenta el caudal de agua cruda, el nivel del manto de lodos tiende a subir, por lo que es necesario regular momentáneamente las extracciones de tal forma que se absorba el exceso de lodos desbordados en los concentradores, cuando el equilibrio está reestablecido se regresa a la regulación normal correspondiente al caudal entrante.
 - 5to. Si se hace un cambio de coagulante, se debe realizar la prueba de cohesión de lodos.

6to. Tomar muestras horarias de agua decantada para determinar, turbiedad, pH, alcalinidad, etc.

- **Filtración;** el agua clarificada proveniente de las unidades de contacto de sólidos pasan a las unidades de filtración, donde las partículas (flocs) no retenidas en el manto de lodos, serán removidas en el medio filtrante. La operación de filtros comprende:

- . Verificar los valores de las pérdidas de carga ; de esta manera determinamos el tiempo del fin de la carrera de filtración. El valor de la perdida de carga al cual se deben lavar los filtros está comprendido entre 1.8 a 2.0 mt.
- . Verificar en el panel de mando la posición deseada de las válvulas para la buena marcha del proceso.
- . Tomar muestras de agua filtrada.
- . Verificar el nivel de agua sobre el lecho para el que fue calibrado el dispositivo de regulación, midiendo a través de una regla graduada.
- . Determinar la carrera de filtración de cada filtro tomando el tiempo de operación desde la puesta en marcha hasta el tiempo que alcanza la pérdida de carga establecido en el filtro. El agua empleada en el lavado generalmente proviene de la cámara de agua filtrada.
- . Durante el lavado del filtro con aire y agua mediante la inyección de aire, se producen la fricción entre los granos con el fin de remover las particular adheridas a este, y con ayuda del agua se elimina el material desprendido (durante esta operación del lavado no se realiza la expansión del lecho filtrante debido a que estos filtros no estan diseñados para esto).

- **Desinfección;** se realiza mediante la dosificación de cloro (o algunos de sus derivados) como agente bactericida.

La dosificación de Cloro se realiza durante la pre-cloración con la finalidad de reducir la carga bacterial en el agua después de la desarenación, la cantidad a dosificarse en esta etapa debe estar en el rango de 1.5 - 1.8 p.p.m.

La dosificación de cloro en la etapa final del tratamiento (postcloración); se agrega una dosis de aproximadamente 1.5 p.p.m., de tal manera que asegura la calidad bacteriológica del agua.

Tanto en el caso de la Pre-Cloración como en la postcloración, la operación es la siguiente:

- . La aplicación de cloro debe ser continua, por lo que es necesario contar por lo menos con dos unidades de cloración, a fin de que funcionen en forma alternada.
 - . Verificar que el caudal de cloro se mantenga
 - . Verificar que el peso de los cilindros de cloro se encuentren por encima del peso del cilindro.
 - . Verificar que el cloro que ingresa al clorador sea siempre gaseoso y no líquido, porque este malograría todo el sistema causando corrosión y obstrucción en la tubería de paso del cloro.
 - . Verificar el buen funcionamiento de los equipos como son los dosificadores, las bombas de agua de dilución.
 - . Verificar si existen fugas de cloro, en las líneas de succión y descarga de cloro
 - . Determinación del cloro residual a la salida de la planta, este valor debe estar aproximadamente en 1,00 p.p.m.
- **Dosificación de Sustancias Químicas,** los dosificadores de productos químicos son dispositivos capaces de liberar cantidades pre fijadas de productos en una unidad de tiempo. Dispone de medios para permitir el ajuste de la cantidad liberada dentro de los límites que caracterizan su capacidad, en general poseen una escala que permiten determinar la dosis que está siendo aplicada.

Dosificadores en seco y en solución:

. Dosificadores en seco volumétrico tipo tornillo:

El equipo funciona por medio de un tornillo sumergido en la masa del producto químico (2) a ser dosificado, el cual es arrastrado por su movimiento en sentido del eje de rotación.

Su operación consiste en:

- 1ro. Arrancar el motor del dosificador accionando el interruptor a posición de arranque.
- 2do. Verificar la salida de sustancias químicas por el tornillo giratorio.
- 3ro. Verificar el afluente y efluente de la cámara de disolución.
- 4to. Ajustar la amplitud de vibración y el reloj contador del diafragma vibrador girando el dispositivo de control en el sentido indicado, se debe usar la menor vibración posible.

. Dosificador de solución por bomba.

El equipo consta de bombas aspirantes impelentes de diafragma o de pistón accionadas por un motor reductor donde el desplazamiento del diafragma o pistón puede ser regulado, con una frecuencia de movimientos alternados de los desplazamientos permitiendo así ajustar un volumen y en consecuencia la dosificación (3).

(2) Especialmente usado para la dosificación de Cal.

(3) Generalmente es utilizado para dosificar sulfato de aluminio en solución de polielectrolitos, catiónicos y aniónicos.

Su operación consiste en:

- 1ro. Arrancar el motor de la bomba accionando un interruptor a posición de arranque, para el inicio de la dosificación.
- 2do. Realizar el aforamiento de la solución que se está bombeando en el punto de aplicación para regular la dosificación. Esta regulación se realiza por medio de la fórmula siguiente:

$$P = \frac{D \times Q}{1000}$$

donde:

P = Peso de la sustancia química (kg/min)

Q = Caudal a tratar (m³/min)

D = Dosis (mg/lt)

- 3ro. Si es necesario hacer una nueva dilución, entonces se debe abrir la válvula de agua de dilución, la que se mezclará con la solución que viene del sistema de bombeo, en una tolva o caja de dilución pequeña.

Esta dilución debe corresponder al porcentaje de concentración óptimo obtenido en el ensayo de prueba de jarras.

3.3 OPERACION EVENTUAL

Este tipo de operación es la que se produce por actividades de mantenimiento, por daños menores, falta de energía de corta duración, todo aquello que implique una salida de operación total o parcial de la planta; sin que se presenten daños graves.

- Suspensión de la operación de la planta.

Normalmente una parada de la planta se programa para vaciar las unidades y ejecutar reparaciones que deben hacerse en seco.

En la medida de lo posible realizar esta paralización del servicio en los momentos que exista menor consumo o demanda.

Las acciones para la parada de la planta son:

- . El Ingeniero jefe de operaciones programa las actividades a realizar durante la paralización de la planta y el tiempo para cada tarea.
- . Se prepara una lista del personal que intervendrá los materiales, herramientas y equipos a necesitar.
- . El personal asignado a estas labores de operación eventual deberá ser distinto del que continuará con la operación normal de la planta.

- Suspensión de la operación de las diversas unidades de la planta.

Debido a que en las plantas de la Atarjea se poseen varias unidades en los diversos procesos de tratamiento no se hace necesario el paralizar las operaciones en forma total de la planta, cuando una de estas unidades sale fuera de servicio.

. Sistema de rejillas.

Parada de la Unidad, esta se realiza cuando la cantidad de sólidos retenidos en las rejillas produce una pérdida de carga

tal, que impide el ingreso de agua en forma continua. Se accionan las compuertas de requerimiento del agua de tal forma que se encuentre en posición de cerrada o parado de ingreso de agua, se procede a la limpieza en forma manual de los sólidos retenidos en las rejas y se deja disponible para la puesta en marcha.

. Desarenador.

Parada de la Unidad, se realiza accionando las compuertas de ingreso y salida de agua hasta la posición de cerrada o parada de estas.

Operación de Limpieza, aperturar el ingreso de agua en un 50% para eliminar el lodo depositado, usar una manguera con agua a presión para lavar las paredes de la unidad, cerrar la compuerta de ingreso de agua del desarenador cuando todo el sedimento haya sido eliminado, cerrar la compuerta de purga y proceder con la operación de puesta en marcha.

. Decantador Pulsator.

Parada del decantador, se procede a detener el ingreso de agua mediante el cierre de la compuerta de ingreso, se para los dosificadores de reactivos químicos, de preferencia se deja el decantador lleno si la parada es por corto tiempo, en caso de ser mayor a 24 horas entonces se debe dosificar cloro al ingreso de manera que se obtenga un residual de cloro de 5 p.p.m. para evitar la descomposición del lodo, parar el sistema de pulsación, cerrar las válvulas de extracción de lodos, a fin de no eliminar el manto de lodos, el cual debe estar presente cuando se va a poner en marcha nuevamente el decantador. En caso de que la parada del decantador sea por breve tiempo, no se debe detener el sistema de pulsación a fin de mantener en operación el manto de lodos, es decir que no se sedimente pero si se deben cerrar las válvulas de extracción de lodos.

. Filtros

Parada del filtro, está operación por lo general se realiza para operaciones de mantenimiento, como son reposición de arena y mantenimiento de toberas del falso fondo. Una vez realizado estas acciones de mantenimiento se procede a la operación de puesta en marcha para lo cual se debe verificar los siguientes:

- 1ro. Las toberas ubicadas en el falso fondo (losas prefabricadas) se encuentran bien entornilladas en las roscas.
- 2do. Que la grava se encuentre colocada en forma uniforme y se halla previamente seleccionada.
- 3ro. Que la arena tamizada con el diámetro de diseño este distribuido en forma uniforme sobre la grava, luego verificar la altura del lecho.

3.4 OPERACION DE EMERGENCIA

La operación de emergencia ocurre por fuerza mayor y se presenta en forma imprevista a causa de fallas graves o desastres, las causas pueden ser:

Falla de Energía de larga duración

Modificación de caudales

Cambios bruscos en la calidad del agua cruda (huaycos)

Desastres naturales (terremotos, incendio, inundaciones, etc.)

Limpieza del Estanque de regulación.

Estas causas pueden provocar interrupción total o parcial del tratamiento y aprovisionamiento de agua :

- Falla de Energía de larga duración:

El funcionamiento de la planta depende casi en su totalidad de la energía eléctrica, para lo cual se cuenta con 2 grupos electrógenos de 300 KVA, de capacidad suficiente para poner en marcha los equipos de las unidades que poseen prioridad de cuyo funcionamiento dependen los demás como son:

- . Dosificación de reactivos químicos
Coagulantes y ayudantes de floculación
Cloro: pre-cloración y post cloración.

- . Funcionamiento de los decantadores

Es importante saber que la mayoría de las válvulas de regulación pueden ser accionadas en forma manual, por lo que su operación no será muy difícil.

Debido al tamaño que tiene la planta hay varios operadores responsables, para lo cual cada persona debe tener funciones específicas de acuerdo a un programa previo de capacitación, comprobado esto con simulaciones, de falta de energía eléctrica.

- Modificación de caudales

Referido a las variaciones de caudal en la fuente (Rio Rimac), el cual se registra en la bocatoma.

- . La disminución de caudal tiene los siguientes efectos:

- 1ro. En el estanque regulador, provoca que el volumen de almacenamiento disminuya, por lo que como primera medida se debe bajar la producción de las plantas, de esa manera el nivel del estanque no disminuye por debajo del límite permisible de 4.0 mt., en caso de seguir produciendo el mismo caudal, es probable que pasen a los procesos lodos sedimentados.

2do. Decantadores de Manto de lodos, provoca que el nivel de agua en la campana de vacío disminuya, manteniéndose el flotador de la campana de vacío sobre el nivel de agua durante el llenado, por lo que el interruptor del flotador hará un juego continuo sin control, haciendo que el manto de lodos tienda a sedimentarse; para lo cual se debe regular la altura de expulsión de las pulsaciones a fin de mantener el manto de lodos en suspensión o variar los tiempos de aspiración y expulsión.

3ro. Unidades de Filtración, provoca una disminución de la velocidad de filtración en el filtro por lo que la carrera se prolonga. Muchas veces la pérdida de carga leída al momento de disminuir el caudal, comienza a bajar y al momento de normalizarle el caudal de tratamiento el incremento que se produce en la pérdida de carga es tan brusco que sobrepasan los valores de pérdida de carga establecidos, lo que provoca que el lavado de los filtros se realice en forma continua de unidad tras unidad originándose una disminución de la producción de agua filtrada. Este fenómeno de variación de pérdida de carga tiene también un efecto sobre la calidad del agua filtrada, debido a que la disminución de la pérdida de carga y el incremento brusco de ésta, provocan arrastre de las partículas retenidas produciéndose el desmejoramiento de la calidad del agua filtrada y compactación del lecho filtrante.

- Cambios bruscos en la calidad del agua cruda;

Los cambios que mas afectan la operación de la planta son del orden físico y químico:

Físico, el cambio que afecta más la operación de la planta es el aumento de turbiedad. En este caso se mide la turbiedad y se revisa la dosificación, el caudal y el funcionamiento de la planta, los procesos afectados son:

- . Desarenación, la limpieza se realiza con mayor continuidad.
- . Estanque de Regulación, disminución rápida del volumen util de almacenamiento de agua.
- . Coagulación, se debe realizar en forma continua ensayos de pruebas de jarras y ajustes del dosificador según el resultado.
- . Decantación, aguas con turbiedades altas presentan por lo general lodos pesados por lo que se hace necesario realizar los siguientes ensayos:
 Concentración de lodos, ajustes de la frecuencia de pulsaciones y de la purga de lodos. Se debe mantener el manto de lodos con una concentración del 10% entre el estrato superior e inferior de tal manera que evite el desprendimiento de los flocs.
- . Filtración, si el agua a filtrar es de una calidad inferior a la normal (mayor turbiedad), el lecho filtrante se colmatará muy rápido, lo cual implica que la carrera de filtración sea corta, el lavado frecuente y una mayor pérdida de agua en el lavado, mayor consumo de energía y disminución de la producción de agua.
- . Desinfección, se requerirá una mayor dosificación de cloro en caso que el agua no posea la calidad en los casos de operación normal.

Químico, en este caso la variación de la naturaleza del agua se refiere al incremento de las cantidades de las sustancias tóxicas como: fierro, plomo, arsénico, cadmio, mercurio, etc., que pueden ser causadas por descarga de relaves mineros o efluentes de algunas industrias, cuyo proceso de producción involucra el empleo de estos tóxicos. El proceso en el cual se debe prestar mayor atención es el siguiente:

- . Coagulación, se debe regular el pH del agua teniendo en cuenta el valor al cual las sustancias tóxicas van a precipitarse. En estos casos generalmente se emplean la cal, la cual se dosifica previa al uso de coagulantes químicos.

En el caso en que el cambio de la calidad supere los límites de tratabilidad, debe suspenderse la operación de la planta hasta que se vuelva a la normalidad.

- Desastres Naturales,

El mayor número de catástrofes para tratamiento y aprovisionamiento de agua ocurre súbitamente y generalmente es poco el tiempo disponible para tomar medidas preventivas.

• Terremotos, la estructura de la planta es antisísmica, pero existe la posibilidad de que se produzcan fallas en la fuente de energía o daños en tuberías. Una vez pasado el terremoto se evaluarán los daños y se procederá a programar su reparación.

• Inundaciones, se presenta por rotura de tuberías, desborde del río, en el primer caso se debe aislar la tubería o disminuir el caudal de tratamiento. En caso del desborde del río, se deberá evaluar daños mediante una inspección y tomar las medidas del caso.

- Limpieza del estanque de regulación,

Cabe mencionar que esta actividad se puede considerar como eventual debido a que es posible programarla, pero debido a que el realizar la limpieza puede provocar una paralización total o parcial de la planta durante el tiempo que dure esta, es que se considera de emergencia.

Cuando se realiza la limpieza de esta unidad, es necesario conducir el agua a la planta en forma directa.

Se debe cerrar las compuertas de ingreso del desarenador al estanque regulador, luego en la planta se realizan las siguientes acciones:

Planta No.1

- . Abrir la compuerta de conducción directa de agua de los desarenadores a la planta.
- . Cerrar la compuerta de 72" de conducción de agua del estanque regulador a la planta.

Una vez concluida la limpieza del estanque regulador: realizar las acciones inversas a lo anteriormente mencionado.

Las compuertas son de accionamiento eléctrico.

Planta No.2

- . Abrir la válvula de conducción directa del desarenador a la planta.
- . Cerrar la válvula de aislamiento del sifón de conducción del estanque regulador a la planta.
- . Dejar abierta la válvula de regulación de conducción de agua y regular con ella el caudal de tratamiento.

Una vez concluida la limpieza, se procede en forma inversa con los pasos anteriormente mencionados.

Las compuertas son de accionamiento eléctrico.

Precloración, esta se debe realizar previo al ingreso a los desarenadores, para lo cual se prolongara la linea de inyección de cloro y se colocara en el fondo del canal. Se debe realizar un control permanente del cloro residual.

4.00 CONCLUSIONES - RECOMENDACIONES

De acuerdo al desarrollo del presente informe se ha podido comprobar que las plantas de tratamiento patentadas, no son una solución recomendable para nuestro medio, debido a que su funcionamiento, por lo general, es muy defectuoso esto por que existen escasos recursos económicos disponibles para darles un adecuado mantenimiento y a la falta de personal calificado para garantizar la correcta operación.

La correcta operación de los diferentes elementos permitirá tener continuidad y eficiencia durante el proceso de tratamiento, ya que de lo contrario se corre el riesgo de poner fuera de servicio uno o más elementos similares lo que conducirá a la disminución de la productibilidad.

También las unidades hidráulicas si no son correctamente operadas, se alteran los parámetros de diseño, produciéndose deficiencias en los procesos en los que intervienen lo cual repercute en la calidad del agua producida.

Asimismo debido al deterioro de la calidad de la fuente de abastecimiento (Rio Rimac) y la siempre latente posibilidad de ocurrencia de contaminación de está, la que ocasionaría peligros para la salud pública, es de imperiosa necesidad realizar las siguientes acciones:

- Identificación de los contaminantes y métodos factibles de remoción.
- Monitoreo, detección e identificación de fuentes potenciales de contaminación.
- Acciones preventivas contra contaminación potencial de las cuencas y fuentes de aprovisionamiento de agua.
- Adiestramiento a los responsables y operadores de la planta sobre los procedimientos técnicos de operación y/o manejo de c/u de los elementos que intervienen en el proceso en estas situaciones.

A continuación se hacen algunas observaciones y recomendaciones sobre los procesos y unidades que conforman las plantas de tratamiento de la Atarjea:

Entrada de Agua Cruda, la Planta de Tratamiento posee una capacidad de captación de 15 m³/seg. por lo tanto cualquier ampliación de la capacidad de tratamiento de la planta deberá realizarse en forma paralela a la ampliación de las obras de captación, almacenamiento y pretratamiento.

Estanque Regulador, es una unidad de almacenamiento y pretratamiento. Debido a las variaciones que sufre la fuente tanto en calidad como en cantidad su importancia es vital en la operación continua de la planta de tratamiento. Actúa como cámara de contacto para la pre-cloración, en caso exista alta turbiedad en épocas de lluvia (avenidas) sirve como pre-sedimentador y en épocas de escases (estiaje) como regulador de los caudales de tratamiento en la planta. Por lo tanto la ejecución de la ampliación del estanque regulador o la construcción de un estanque regulador paralelo es vital para tener mayor capacidad de maniobra en los procesos de tratamiento de agua de la planta.

Dosificación de Reactivos Químicos, los dosificadores de productos químicos son dispositivos capaces de descargar cantidades prefijadas de sustancias en una unidad de tiempo y en cantidades máximas y mínimas.

En lo que respecta a la dosificación de cloruro ferrico en solución este se realiza por gravedad a partir de un tanque de almacenamiento, el cual es de nivel variable lo cual implica una dosificación de reactivo variable, por lo tanto mediante este tipo de dosificador solo se dosifica la DOSIS OPTIMA en el instante en que se realiza la calibración.

Para obtener una dosificación constante de esta solución se debe emplear un dosificador del tipo de orificio de carga constante similar como el que se detalla a continuación:

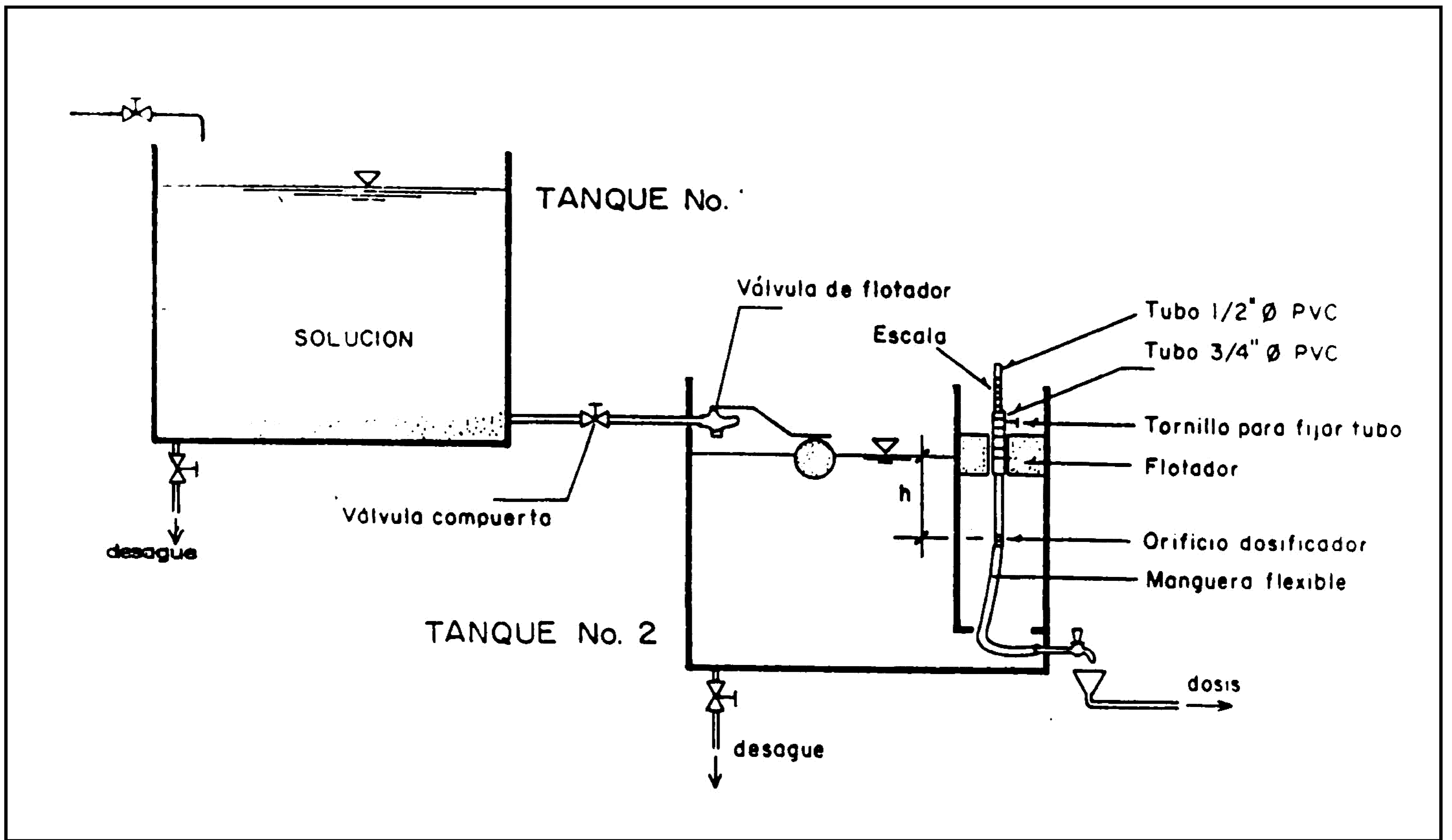
El sistema consta de dos tanques conectados como muestra la Figura No.7 en donde la carga constante puede obtenerse por medio de la válvula de boya o por medio de un vertedero, en este caso se requiere proveer una recirculación del volumen excedente que llega al dosificador, la dosificación se efectúa por medio de un orificio sumergido en la solución, en el tanque No.2, que tiene un movimiento vertical ajustable para variar la carga sobre él y obtener la dosificación deseada.

Floculación - Sedimentación, estos procesos se efectúan en las unidades de Decantación de Manto de Lodo del tipo Pulsator, que se caracterizan porque las partículas pueden crecer de tamaño, aumentar de peso y sedimentar. Estas unidades tienen la limitación que requieren para su operación el que se forme un manto de lodo el cual está en función de la naturaleza del agua y de la dosis de reactivos utilizados. Cuando la turbiedad del agua es alta (alrededor de 200 UJ) y se realiza una buena dosificación de reactivos, la formación del manto de lodos es rápida, lo que no sucede cuando la turbiedad del agua es baja (menor a 200 UJ).

Por lo antes expuesto se puede deducir que las épocas de avenidas (turbiedades altas) son las de mayor eficiencia (durante 3 meses al año) por lo que estas unidades por no ser eficientes durante la mayor parte del año (9 meses) no presenta una tecnología adecuada para la calidad de agua que presenta el Río Rimac.

Filtración Rápida, son unidades operadas a velocidad y nivel constante, para lo cual posee dispositivos de control automático de accionamiento eléctrico, en estas unidades se observa los problemas siguientes:

- El alto costo de los equipos implica un costo elevado de operación y mantenimiento, así como su imposibilidad de operarlos cuando hay problemas de falta de energía eléctrica.
- El volumen de agua filtrada que se emplea para el lavado, se elimina por la alcantarilla, por lo general se emplea 500 m³ de agua en la operación del lavado por cada filtro.



DOSIFICADOR DE SOLUCION TIPO ORIFICIO
(Figura . 7)

Este volumen de agua no debería ser eliminado, si no por el contrario ingresar de nuevo a los procesos de clarificación de la planta, para tal efecto se debe determinar las características físico - químicas del agua de lavado de filtros, así como un análisis del beneficio costo que implicaría realizar esta propuesta tan necesaria sobre todo en época de estiaje.

Desinfección, previo a su distribución se realiza la desinfección del agua filtrada para lo cual se emplea el cloro, esta operación se hace imprescindible en los momentos actuales debido a los riesgos de contaminación presentes en los sistemas de distribución, así como el alto porcentaje de enfermedades de origen hídrico que existe en la actualidad.

Con respecto a los sistemas de distribución y la producción de agua estos deben ser coordinados de tal manera que la hora de máxima demanda encuentre a los reservorios de agua tratada llenos, así como a la planta con la máxima producción para tal efecto se debe tener el estanque regulador con niveles de agua capaces de proporcionar el caudal correspondiente a las dos plantas para satisfacer esa demanda. De esta manera se reitera la necesidad de contar con otro estanque regulador, a la ampliación del volumen del existente.

Por lo antes expuesto se reitera en afirmar que las plantas de tratamiento patentado, no son una solución recomendable para nuestro medio, mas aun existiendo las plantas de tecnología apropiada, las cuales son las que se adecuan mas a nuestra realidad en comparación con las patentadas por lo siguiente:

- Mínimo costo de mantenimiento.
- Fácil operación.
- Sistemas confiables por la no dependencia de energía eléctrica.
- Unidades con mezcla rápida, floculación, decantación y filtración de funcionamiento hidráulico.
- Sistemas eficientes sin limitación de cantidad y calidad de agua a tratar.

- Bajo costo de construcción al rededor del 50% del costo de las plantas patentadas.
- Se evita la dependencia tecnológica.

5.0 BIBLIOGRAFIA

- Arboleda Valencia, Jorge - "Teoría, Diseño y Control de los Procesos de Clarificación de Agua"
Serie Técnica No.13 - CEPIS.
- Ing. Perez Carrión - "Evaluación de Plantas de Tratamiento de Agua" - Tomo I - Manuel DTIAPA No C-J - CEPIS.
- Ing. Canepa de Vargas, Lidia - "Tratamiento - Filtración Rapida" - Manuel Operación, Mantenimiento, Control de Calidad - CEPIS.
- Copias del curso avanzado sobre "Criterios de Diseño, Operación, Mantenimiento y Administración de Plantas de Tratamiento de Agua para Consumo Humano" - Facultad de Ingeniería Ambiental U.N.I. - Sección de Post Grado.