

C. F. I.
INGRESO
4 SET 1987
No 4314

Buenos Aires, 4 de Setiembre de 1987

Señor  
Secretario General del  
Consejo Federal de Inversiones  
Ing. Juan José Ciáccera  
San Martín 871  
Buenos Aires

---

Ref.: Sistema de provisión de agua  
potable para la ciudad de  
Formosa. 3a. Etapa: Ampliación  
del Establecimiento Potabili-  
zador.

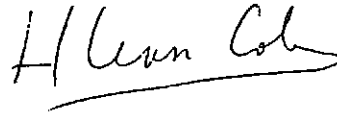
---

De mi consideración :

Tengo el agrado de adjuntar, para su conside-  
ración, el Informe N° 3 "Anteproyectos Preliminares" correspon-  
diente al contrato de la referencia.

El presente informe, que se entrega retrasado  
con respecto a la fecha prevista, comprende el estudio de las alter-  
nativas de diseño de las obras de ampliación del establecimiento po-  
tabilizador y la recomendación de una de ellas. Dicho estudio de  
alternativas, por sus características propias, ha demandado al ex-  
perto un tiempo mayor que el previsto entre los informes N° 2 y N° 3,  
lo cual ha originado el atraso mencionado.

Sin otro particular, saludo a Ud., muy atentamente,



Ing. Herbert Lean Cole

32450

0/F 331.9

C260

3. Etapa  
III

SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE  
FORMOSA

3° ETAPA - AMPLIACION DEL ESTABLECIMIENTO POTABILIZADOR

Informe N° 3 - Anteproyectos Preliminares



### 3 ANTEPROYECTOS PRELIMINARES

#### 3.1 Planteo de alternativas

##### 3.1.1. Generalidades

De acuerdo a lo establecido en el punto 2.3 -Estimación de superficies necesarias, las obras de ampliación pueden ubicarse adecuadamente en las zonas libres de la manzana en que está construido el establecimiento potabilizador actual. La única construcción existente que deberá ser relocalizada es la casa del encargado.

En el punto 2.1 -Pautas de diseño, se ha determinado que la capacidad neta de producción de la ampliación será de 3.000 m<sup>3</sup>/h, la cual corresponde a una capacidad de tratamiento de 3.150 m<sup>3</sup>/h para tener en cuenta los usos conjuntivos de agua durante el proceso de potabilización: purga de barros de los decantadores, lavado de los filtros, etc..

En el mismo punto 2.1. se establece que las obras de ampliación deberán cumplir con las siguientes condiciones mínimas :

- Seguridad en el servicio
- Similitud de operación con el establecimiento actual
- Sencillez de operación
- Economía
- Calidad técnica

A estas condiciones debe agregarse que las nuevas obras deberán formar, con las instalaciones existentes, un

conjunto de funcionamiento armónico.

También en el punto 2.1. se ha determinado que, dadas las características físico-químicas del agua cruda, el proceso de potabilización deberá incluir las siguientes etapas de tratamiento :

- Coagulación
- Floculación
- Decantación
- Filtración
- Corrección del pH
- Desinfección

Finalmente debe considerarse en el proyecto que la construcción de las obras de ampliación no deberá interferir en la prestación del abastecimiento de agua potable de las instalaciones actuales.

Dentro del marco de las condiciones expuestas, se estudiarán en los puntos siguientes las alternativas posibles para el diseño de las obras de ampliación.

### 3.1.2. Modulación de las obras de ampliación

De acuerdo a las previsiones de evolución de la demanda de agua potable, la capacidad total de producción de las obras de ampliación será requerida en el año 2017. En consecuencia, el proyecto de las nuevas instalaciones deberá permitir la construcción de éstas en etapas, de modo de ir cubriendo las necesidades del consumo sin realizar inversiones que permanezcan ociosas durante períodos prolongados.

Por otra parte, dichas etapas deben ser razonablemente extendidas de modo que no deban repetirse con frecuencia los procesos de licitación y construcción de obras, cuya realización no es siempre factible.

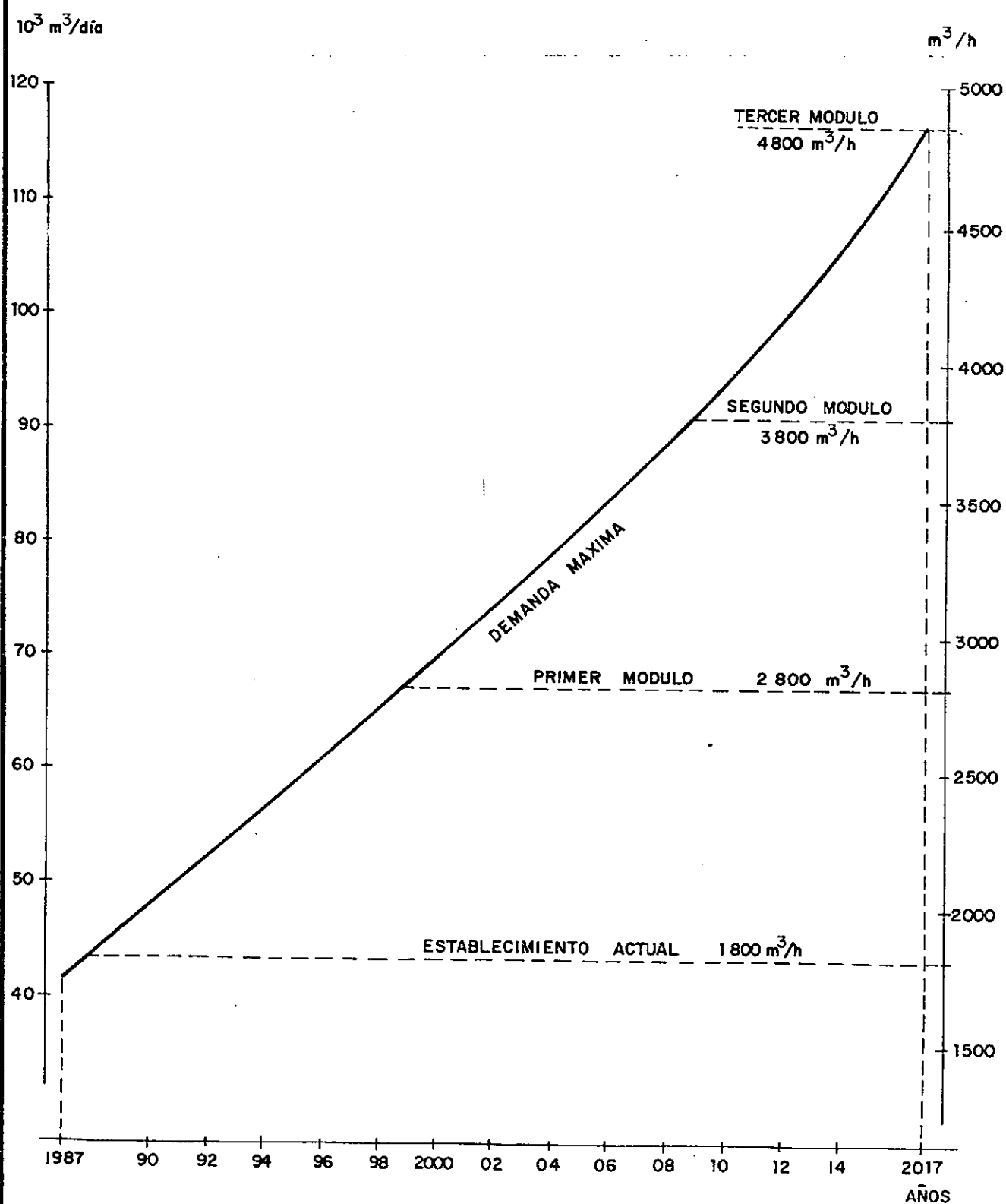
Tomando en cuenta lo expuesto, se ha considerado que conviene dividir las obras de ampliación en tres etapas iguales, cada una de ellas con una capacidad de producción de 1.000 m<sup>3</sup>/h.

En el gráfico adjunto se han señalado las mencionadas etapas de construcción, tomando el año 1990 como fecha de habilitación de las obras de la primera etapa, por lo cual las siguientes etapas estarán separadas por unos 10 años cada una, lo cual es un lapso razonable.

El proyecto de la ampliación se realizará, entonces, dividiendo las instalaciones futuras en tres módulos que puedan construirse sucesivamente y, a la vez, funcionar durante la construcción de las etapas siguientes sin interrumpir el servicio.

Esta división en etapas constructivas se aplicará a aquellas instalaciones para las cuales resulte conveniente, como por ejemplo las de floculación, de decantación y de filtración. Con respecto a las instalaciones de medición-dispersión, almacenamiento y dosificación de productos químicos y otras, puede no ser conveniente la mencionada división, lo cual se estudiará en el desarrollo del proyecto.

## PREVISION DE OBRAS DE AMPLIACION



### 3.1.3. Establecimiento potabilizador existente

En el punto 1.1.-Recopilación y análisis de antecedentes, se describen las principales características del establecimiento potabilizador existente.

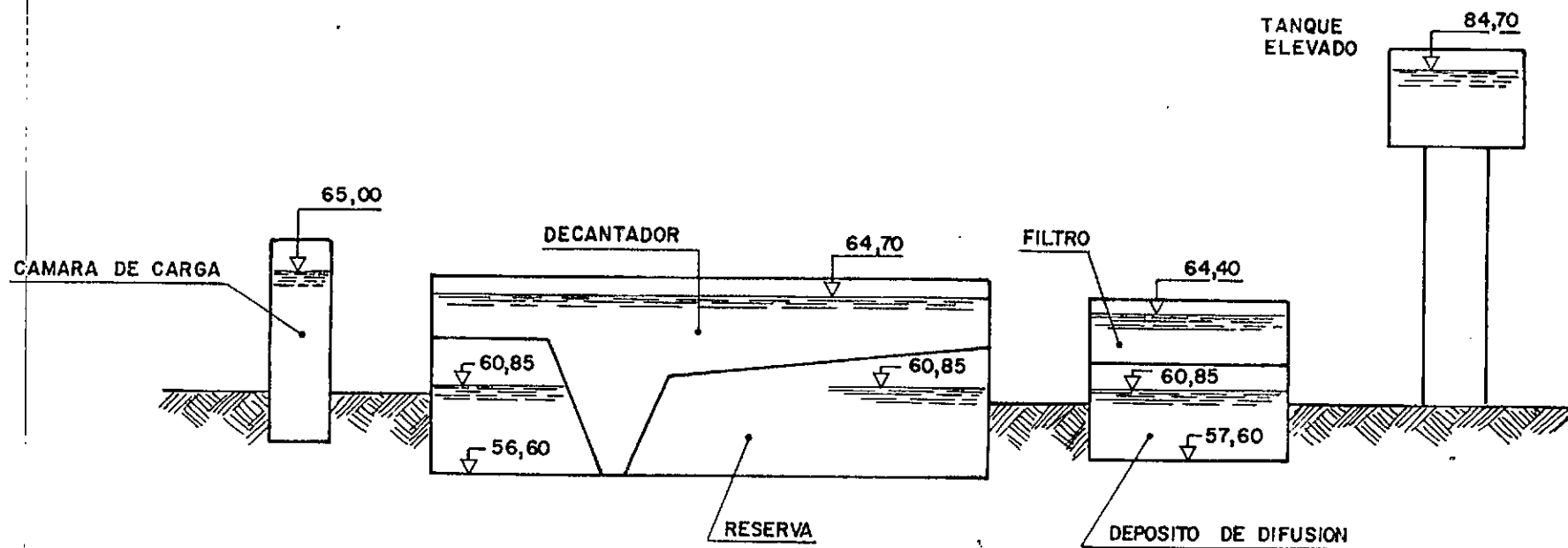
El proceso de tratamiento comprende las etapas de coagulación, floculación, sedimentación y filtración, así como la corrección del pH y la desinfección del agua. El proceso elegido para la ampliación es el mismo, con lo cual se cumple con la premisa de similitud de operación entre las instalaciones actuales y las futuras.

De acuerdo a las informaciones recopiladas, el perfil hidráulico del establecimiento actual es el que se muestra en el gráfico anexo. Para lograr un funcionamiento armónico de las instalaciones existentes y las futuras, éstas deberán respetar los lineamientos generales de ese perfil hidráulico. Ello es especialmente importante en lo relativo a las reservas de agua tratada pues la situación óptima será la que permita que todas las reservas estén interconectadas y puedan funcionar como un solo volumen de agua del que puedan aspirar las electrobombas actuales o futuras para enviar el agua al consumo, ya sea hacia el tanque elevado como directamente a la red de distribución de la ciudad.

En consecuencia, el proceso de potabilización de las nuevas instalaciones deberá adecuarse a ese perfil, lo cual condicionará algunas alternativas como se verá más adelante, especialmente en la etapa de filtración.



# PERFIL HIDRAULICO DEL ESTABLECIMIENTO EXISTENTE



### 3.1.4. Cámara de carga y medición de caudales

De acuerdo al anteproyecto aprobado para la nueva obra de toma y cañería de impulsión, el agua cruda llegará al establecimiento potabilizador a través de una cañería de diámetro 1,00m, la cual reemplazará a la tubería de impulsión existente. En consecuencia, el caudal afluente deberá ser distribuído entre las instalaciones de tratamiento actuales y futuras.

Para lograr esa distribución, se construirá una cámara de carga que recibirá el agua cruda de la nueva cañería de impulsión y la repartirá en dos canales provistos de sendos aforadores de caudal (Canaletas Parshall). Mediante compuertas reguladoras ubicadas en los canales se derivará a una de ellos un caudal preestablecido (medido por su respectiva canaleta Parshall); el saldo del caudal total de agua cruda pasará entonces por el otro canal y será medido por su correspondiente aforador.

La cámara de carga tendrá una sección cuadrada interior de 2,00 x 2,00m y un tirante de agua de 9,30m. El volumen resultante de 37,2m<sup>3</sup> asegura, para el caudal máximo, un tiempo de permanencia de 28 segundos, que se entiende apropiado.

Para la medición de los caudales afluentes a las nuevas instalaciones se ha elegido una canaleta Parshall de garganta igual a 0,61m que permite aforar caudales de hasta 3.380m<sup>3</sup>/h.

El canal de agua cruda y la canaleta Parshall correspondientes a las instalaciones actuales deberán proyectarse en función de las mejoras previstas para esas instalaciones (a las que se hace referencia en el punto 2.1) y que no forman parte de este estudio.

En el plano AP-01 se muestran las instalaciones previstas para la cámara de carga, canal de agua cruda y canaleta Parshall.

### 3.1.5. Coagulación

Con el fin de obtener una adecuada clarificación del agua cruda se debe agregar a ésta un coagulante, para lo cual se ha elegido el sulfato de aluminio en solución acuosa. Este producto químico es el más usado en el país como coagulante, es producido por varias fábricas y es también el utilizado en el establecimiento actual.

Es necesario que el coagulante se mezcle íntimamente y de forma rápida con el agua cruda para que pueda iniciarse correctamente el proceso de formación de coágulos o "flocs". Este proceso, llamado dispersión, se realiza mediante una intensa agitación del agua cruda en el momento del agregado del sulfato de aluminio.

Dicha agitación puede logarse por medios mecánicos o hidráulicos. Los medios mecánicos consisten en paletas, accionadas por motores, que giran a velocidades relativamente altas. Los medios hidráulicos consisten en provocar turbulencia en el agua cruda por medio de chicanas u otros procedimientos similares, o bien aprovechar la agitación producida en una canaleta Parshall.

Cualquiera de los dos medios mencionados son seguros y de buena calidad técnica. Los medios mecánicos implican, con respecto a los hidráulicos, costos mayores de instalación, operación y mantenimiento. Como, por otra parte,

en el establecimiento actual la dispersión se efectúa por medios hidráulicos, la elección de estos últimos para las obras de ampliación aparece como la más conveniente.

La proximidad de la canaleta Parshall a los floculadores permite que los coágulos, cuya formación se inicia en la dispersión, lleguen rápidamente a la etapa de su acondicionamiento (floculación).

Finalmente, se señala que no se ha considerado necesaria la utilización de coadyuvantes de coagulación para el proceso de potabilización.

### 3.1.6. Floculación

Una vez iniciado, durante la dispersión, el proceso de formación de los coágulos, éstos deben ser acondicionados para su correcta sedimentación en los decantadores.

Este acondicionamiento de los coágulos es llamado floculación y se obtiene mediante el agregado de energía al agua que contiene los "flocs". Dicha energía puede provenir de medios mecánicos o hidráulicos.

Los medios mecánicos consisten en paletas sumergidas en el agua y accionadas por motores, las cuales transmiten a ésta la energía a través de un movimiento de rotación.

Los medios hidráulicos consisten en aprovechar la energía proveniente del pasaje del agua por canales formados por chicanas. Lógicamente, esta energía se obtiene a costa de una "pérdida de carga" en el circuito hidráulico.

Ambos medios de agregar energía son seguros y de probada calidad técnica. Si comparamos los medios hidráulicos con los mecánicos, se observa que estos últimos implican, con respecto a los primeros, mayores costos de instalación, operación y mantenimiento. Teniendo en cuenta lo expresado y el hecho que en el establecimiento existente la floculación se realiza por medios hidráulicos, este procedimiento aparece como la elección más conveniente.

La floculación hidráulica se realiza haciendo pasar el agua con coagulante por canales formados por chicanas o tabiques convenientemente separados, de modo de obtener un gradiente de energía que permita el acondicionamiento de los

"flocs". Esos tabiques pueden permitir un flujo horizontal o vertical del agua dentro del recinto de floculación. Para caudales de cierta importancia, como es el presente caso, los floculadores hidráulicos de flujo vertical permiten superficies menores que los de flujo horizontal, siempre que se pueda disponer de un tirante de agua conveniente.

De acuerdo a la distribución de las obras futuras en tres módulos iguales, cada uno de ellos deberá tratar 1.050 m<sup>3</sup>/h. Adoptando un tiempo de retención de 20 minutos para la floculación y un tirante de agua de 3,20m, se necesita una superficie neta de 109,4m<sup>2</sup>. En consecuencia se han proyectado dos tanques de floculación de 3,70 x 14,80m cada uno, equipados con tabiques dispuestos de manera de obligar al agua a un recorrido vertical, ascendente y descendente en forma alternada. Los tabiques que se apoyan en el piso del tanque de floculación tienen, en su parte inferior, orificios que permiten el flujo horizontal de una pequeña parte del caudal total, con el propósito de facilitar la remoción de los barros que puedan sedimentar.

El agua cruda proveniente de la canaleta Parshall es repartida a los floculadores por medio de un canal de distribución de 1,30m de ancho y 0,60m de tirante de agua. El ingreso del agua a cada tanque de floculación se realiza por medio de aberturas provistas de compuertas de chapa de accionamiento manual.

El agua proveniente de los floculadores ingresa a

los decantadores a través de orificios en las paredes de hormigón. Estos orificios serán dimensionados de modo que la velocidad en ellos permita una distribución uniforme del caudal, sin causar rotura de los "flocs".

En los planos AP-02 y AP-03 se muestra la disposición adoptada para los floculadores.



### 3.1.7. Decantación

Tal como se dijo en el punto 2.2. -Pautas de diseño, los procesos de decantación pueden dividirse en dos grandes grupos: decantación simple (convencional o acelerada) y decantación a través de manto de lodos.

En la decantación simple convencional, los coágulos o "flocs" provenientes de la etapa de floculación se depositan en el fondo del decantador a medida que el agua recorre éste. Al terminar su recorrido, el agua ha perdido la mayor parte de su turbiedad y pasa a la etapa de filtración.

La remoción de los lodos (o sea los coágulos depositados en el fondo del decantador) puede hacerse por medios hidráulicos o mecánicos. En el primer caso, el fondo del decantador posee una fuerte pendiente hacia tolvas donde se acumulan los barro, los cuales son extraídos por presión hidrostática a través de válvulas y cañerías que los conducen al desagüe general del establecimiento. Este método, si bien es sencillo de operar, implica la construcción de volúmenes importantes de tolvas para almacenar los barro. Los medios mecánicos consisten en el barrido de los lodos depositados en el piso del decantador por medio de paletas accionadas por motores y cuya disposición varía según el decantador sea de sección horizontal rectangular o circular.

Los medios mecánicos permiten un menor tamaño de la estructura del decantador pero, como contrapartida, implican gastos de instalación, operación y mantenimiento de los equi

pos barredores.

Los decantadores simples convencionales se dimensionan con una "carga superficial" que puede variar entre 15 y 30  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$  (cociente entre el caudal a tratar y la sección horizontal neta del decantador). En este caso, la adopción de este tipo de decantación llevaría a superficies netas entre 2.500 y 5.000  $\text{m}^2$ , para el tratamiento de 3.150  $\text{m}^3/\text{h}$ . Estas superficies son incompatibles con el área disponible para las obras de ampliación, por lo cual debe desecharse el empleo de la decantación simple convencional.

En el caso de los decantadores simples acelerados, el agua pasa entre placas colocadas en forma inclinada; de esta manera se produce una rápida decantación de los lodos. La remoción de éstos puede realizarse, al igual que para la decantación simple convencional, por medios mecánicos o hidráulicos. En el primer caso se encuentran dificultades, pues las placas mencionadas interfieren con los posibles mecanismos barredores de lodo. Para la remoción hidráulica debe tenerse en cuenta la disposición de las tolvas de acumulación de barro a fin de evitar la construcción de estructuras muy grandes.

Las actuales instalaciones de decantación son del tipo simple convencional, con tolvas de acumulación de barro y remoción hidráulica de ellos.

La decantación simple acelerada permite "cargas superficiales" del orden de 150  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ , que aplicadas al caudal de 3.150  $\text{m}^3/\text{h}$ , da como resultado una superficie neta de unos 500  $\text{m}^2$  que es compatible con el área disponible para las obras de ampliación.

La decantación con manto de lodos se basa en el pa-saje del agua a través de una suspensión de barros (o lodos) que se mantiene por medios mecánicos (agitación mediante equipos o insuflación de aire). De esta manera, se uti-lizan los propios lodos provenientes de la decantación para remover la turbiedad del agua floculada. Cuando el agua cruda tiene turbiedad baja, como sucede en varias épocas del año en el río Paraguay, el mantener ese manto de lodos puede exigir un mayor consumo de coagulante.

Debe señalarse, además, que los medios mecánicos necesarios para mantener el manto de lodos (agitadores, compresores etc.) implican costos de instalación, operación y mantenimiento que no existen en el caso de la sedimentación simple.

La sedimentación mediante mantos de lodos exige cargas superficiales entre 30 y 80  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$ , lo cual conduce a superficies netas de los decantadores de 950 a 2.500  $\text{m}^2$ , que son incompatibles con las áreas disponibles para las obras de ampliación.

Sobre la base de lo expuesto y teniendo en cuenta los principios de sencillez de operación, similitud de operación con el establecimiento actual y áreas disponibles, se ha elegido el sistema de decantación simple acelerada. Se ha adoptado una "carga superficial" de 150  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{día}$  que, para un caudal de 1.050  $\text{m}^3/\text{h}$  en cada módulo, da una superficie neta de 168  $\text{m}^2$ . El decantador tendrá entonces 7,00m de ancho por 24,00m de largo. Para una profundidad útil (sin tener en cuenta las tolvas) de 3,50m, el tiempo de permanente

cia del agua en el decantador será de 33 minutos.

Tal como se dijo en el punto 3.1.6., el agua proveniente de los floculadores entra a los decantadores a través de orificios en las paredes de hormigón, dimensionados de manera de provocar una repartición uniforme del caudal y de no provocar alteraciones en los coágulos.

La disposición de las placas se muestra en los planos AP-02 y AP-03. El agua, una vez atravesados los canales formados por las placas, es recogida por caños sumergidos, con perforaciones a lo largo de ellos, que llevan el agua al canal de agua decantada. La distribución de los mencionados caños permite una recolección uniforme del agua decantada en toda la superficie del sedimentador.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, la renovación de los lodos por medios mecánicos en el caso de sedimentación simple acelerada ofrece dificultades provenientes de la interferencia entre las placas y los equipos mecánicos. En consecuencia, se ha elegido la remoción de barro por medios hidráulicos. Para evitar la construcción de grandes estructuras de hormigón armado, se han proyectado una serie de tolvas que abarcan todo el piso del decantador, permitiendo a la vez una fuerte pendiente para el deslizamiento de los lodos y una altura pequeña de las tolvas.

Los lodos se evacuarán a canales y cañerías de desagüe por medio de cañerías y válvula convenientemente dispuestas.

En los planos AP-02 y AP-03 se muestra la disposición elegida para los decantadores.

### 3.1.8. Filtración

El agua proveniente de los decantadores es recogida en el canal de agua decantada que desemboca en el canal de alimentación a los filtros, a los cuales ingresa a través de cañerías con válvulas de cierre.

El agua decantada debe someterse al proceso de filtración a fin de mejorar sus características físico-químicas y crear una barrera sanitaria mediante la eliminación de organismos perjudiciales.

El uso de filtros lentos para las obras de ampliación debe descartarse, pues serían necesarias superficies absolutamente incompatibles con las áreas disponibles.

En consecuencia, deberán usarse filtros rápidos, los cuales serán del tipo a gravedad, que es el sistema utilizado en el establecimiento existente.

El manto filtrante de los filtros rápidos puede estar formado por arena únicamente o por dos o tres materiales (arena + antracita o arena + antracita + granate). Estos últimos permiten velocidades mayores de filtración que los de arena solamente.

En el presente caso, las áreas disponibles para las nuevas obras no son amplias, por lo cual conviene usar velocidades de filtración altas que sean compatibles con una operación sencilla y segura. Para ello se ha ele

gido un manto filtrante compuesto de arena y antracita, con el cual puede obtenerse una velocidad de filtración de  $10 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ . Existen en el país experiencias satisfactorias con este tipo de manto filtrante por lo cual puede ser adoptado para el proyecto.

Para una caudal a tratar de  $3.150 \text{ m}^3/\text{h}$  será necesaria entonces una superficie neta total de  $315 \text{ m}^2$ . Esta superficie se formará con doce filtros dobles, cada uno de los cuales tiene una sección horizontal de  $(2) \times 1,45 \times 9,20\text{m}$ . De esta manera, cada módulo de construcción de las obras de ampliación necesitará cuatro filtros, cada uno de ellos con una superficie útil de  $26,7 \text{ m}^2$ . Durante el lavado de un filtro y para el caudal máximo la velocidad en los filtros será de  $11 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ , que es admisible.

El manto filtrante será de arena y antracita, sostenido por un manto de grava. Este último se apoyará en losetas prefabricadas, en las cuales se insertan toberas perforadas que sirven para la equirrepartición de los caudales de filtrado y de lavado a contracorriente. El agua filtrada, luego de atravesar las toberas pasa al múltiple central de hormigón armado y luego a la cañería de salida que la conduce a la reserva de agua tratada.

Los filtros requieren un sistema de control para regular la hidráulica del proceso. Los sistemas en uso pueden dividirse en dos grupos : con "rata" constante de filtración y con "rata" declinante de filtración. Este úl

timo sistema requiere menos equipos mecánicos que el primero pero necesita una altura mayor de la caja del filtro para permitir la variación del nivel de agua, variación que puede llegar a 2,00 m. Teniendo en cuenta que las nuevas obras deben ajustar su perfil hidráulico al del establecimiento existente (que controla la filtración por el sistema de rata constante), no puede adoptarse el sistema de rata declinante pues la mencionada mayor altura impide la coordinación de ambos perfiles hidráulicos.

Dentro del sistema de rata constante se pueden distinguir dos procedimientos : con controlador de filtración y con afluente igualmente distribuido.

El segundo procedimiento necesita, también, una mayor altura de la caja de los filtros por lo cual no es compatible con el establecimiento actual.

Por su parte, el controlador de filtración puede operar sobre el caudal efluente del filtro (por ejemplo usando un tubo Venturi, como es el caso de los filtros existentes) o sobre el nivel del agua en el filtro. El control del caudal requiere un sistema complejo de medición de caudal, válvulas de control, etc. , cuyo mantenimiento y operación son costosos.

Para las obras de ampliación se ha elegido controlar el nivel del agua en cada filtro, de manera que las variaciones del nivel permitan modificar el caudal que pasa por el filtro. Dicho control se realizará por medio de una válvula mariposa colocada en la cañería de salida

de agua filtrada, la cual será accionada por flotador.

El lavado de los filtros se efectúa con agua tratada que se hace circular a contracorriente (desde el múltiple hacia arriba) a través del manto filtrante. Este lavado puede ser complementado, según el tipo de filtro, con inyección de aire a presión a contracorriente y con un lavado de la superficie del manto filtrante. Para los filtros elegidos (capa de arena con una capa de antracita sobre ella) la inyección de aire y el lavado superficial no ofrecen ventajas, por lo cual no se ha considerado su uso.

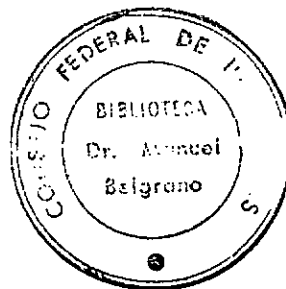
El agua para lavado puede provenir de un tanque elevado o de bombas. El tanque puede estar separado de la estructura de los filtros o bien ubicarse sobre la galería de comando y control, en forma de un tanque rectangular de poca altura de agua.

Las bombas deberán aspirar el agua de las reservas de agua tratada y, a través de la cañería de agua para el lavado, llevarla hasta el filtro que se esté lavando.

Una velocidad de lavado adecuada es de  $40 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  la cual, para una superficie del filtro de  $26,7 \text{ m}^2$  hace necesario un caudal de lavado de  $1.100 \text{ m}^3/\text{h}$ . Este caudal puede obtenerse con tres bombas (una de reserva) de caudal unitario  $550 \text{ m}^3/\text{h}$  y altura manométrica del orden de 8 m.c.a.

En el caso de utilizar un tanque sobre la galería de comando, el volumen útil del tanque deberá ser el nece-





sario para lavar dos filtros. Tomando un tiempo efectivo de lavado a contracorriente de 5 minutos por filtro, el volumen útil será de 184 m<sup>3</sup>.

Se tendrá entonces un tanque de 24,00 m de longitud, de 5,00 m de ancho y 2,00 m de altura. Este tanque debe ser alimentado por bombas a lo largo del día. Si suponemos que cada filtro se lava una vez cada 24 horas, se consumirá en el día un volumen total de 1.100 m<sup>3</sup>. Tomando 8 horas de período de operación, el caudal total de dichas bombas será de 138 m<sup>3</sup>/h (dos bombas + una de reserva, de 69 m<sup>3</sup>/h y 12 m.c.a. cada una).

Evidentemente, el sistema de tanque y bombas alimentadoras es más costoso que el sistema de lavado directamente con bombas, por lo cual se adopta este último, que es el mismo sistema usado actualmente en el establecimiento existente.

Bajo cada batería de seis filtros, se construirán depósitos de sedimentación y difusión. Estos depósitos tienen dos propósitos :

- servir como sedimentadores de las impurezas de la cal que se agrega para corregir el pH;
- servir como lugar de difusión, en el agua tratada, de la solución de cloro gaseoso que se agrega para la desinfección.

Desde ambos depósitos, el agua pasará a las reservas de agua tratada.

El comando y control de la operación de los filtros se realizará desde pupitres ubicados en la galería de comando. El grado de automatización de estas operaciones

nes se discutirá, durante el desarrollo del anteproyecto definitivo, con la Di.S.A.P. y S. Deberán tenerse en cuenta los aspectos favorables y los desfavorables de la automatización en el caso concreto de este proyecto. Se señala que el comando y control de los filtros en el establecimiento existente es manual.

### 3.1.9. Reservas de agua tratada

Una vez cumplido el proceso de potabilización, el agua tratada debe almacenarse en tanques de reserva, desde donde es impulsada al consumo por medio de electrobombas.

Tal como se dijo en el punto 3.1.3., las reservas existentes y las futuras deben poder funcionar como un solo volumen de agua, del cual puedan extraer el agua las bombas existentes y las futuras. Para ello es necesario interconectar las reservas actuales y futuras, lo cual lleva a que el nivel máximo de agua en ambas sea el mismo, o sea + 60,85 de acuerdo al perfil hidráulico del establecimiento existente.

En el proyecto de ampliación se han dispuesto las reservas bajo los tanques de floculación y en el área disponible a continuación de los nuevos filtros.

Se ha preferido no ubicar reservas de agua tratada bajo los ~~decantadores~~ sedimentadores, pues el nivel + 60,85 es sensiblemente superior al nivel del fondo de las tolvas, lo cual crearía solicitaciones no convenientes en la estructura de aquellas.

El tirante de agua en las reservas será de 4,00m lo cual da como resultado los siguientes volúmenes

- reserva bajo decantadores (?) : 1.300 m<sup>3</sup>
- reserva adyacente a nuevos filtros : 1.300 m<sup>3</sup>

Las reservas existentes bajo floculadores y sedimentadores totalizan 5.000 m<sup>3</sup>.

*y la que se tiene de ls. f/lts.*

Si tomamos en cuenta el tanque elevado de  $1.000 \text{ m}^3$  de capacidad, se tendrá un volumen total futuro de  $8.600 \text{ m}^3$ , que representa una reserva equivalente a 1 hora 42 minutos del caudal de producción de todo el establecimiento ( $4.800 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

La situación mencionada se producirá sólo al cabo del período de diseño; hasta ese momento las reservas de agua tratada equivaldrán a lapsos mayores que el calculado.

Se señala que, en virtud del área disponible, no pueden proyectarse reservas de volúmenes significativamente mayores.

Por otra parte, se tiene conocimiento que los terrenos actualmente ocupados por el hospital y que están calle de por medio con el establecimiento, podrán ser afectados en el futuro al servicio de abastecimiento de agua de la ciudad. En este caso, será factible la construcción de reservas con mayores volúmenes que los proyectados.

Las interconexiones entre las reservas actuales y futuras serán estudiadas durante la etapa de anteproyecto definitivo, luego de efectuados relevamientos detallados de las instalaciones existentes.

### 3.1.10. Envío del agua tratada al consumo.

En el establecimiento existente, el agua tratada es enviada al consumo mediante electrobombas que aspiran de las dos reservas de  $2.500 \text{ m}^3$  c/u y envían el agua al tanque elevado o directamente a la red, siendo lo usual esto último.

Para las obras de ampliación se ha elegido una solución semejante a la mencionada. Se han previsto tres electrobombas de eje vertical, tipo sumergido, con motor interperie, las cuales tomarán el agua de la reserva adyacente a los nuevos filtros y la impulsarán a la cañería que lleva el agua a la red de distribución.

El caudal de cada una de estas bombas (de las cuales una es de reserva) será, para las obras del primer módulo, de  $500 \text{ m}^3/\text{h}$ . En ocasión de la construcción de los nuevos módulos de la ampliación, dichas electrobombas deberán ser sustituidas por otras con capacidad unitaria de  $1.000$  y  $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$  para el segundo y tercer módulo respectivamente. Dichas sustituciones se realizarán en intervalos del orden de 10 años, lo cual constituye un período razonable como vida útil de las electrobombas.

### 3.1.11. Dosificación de productos químicos

En el establecimiento actual se agregan al agua tres productos químicos :

- Sulfato de aluminio como coagulante.
- Cal para la corrección del pH.
- Cloro para la desinfección.

Para las obras de ampliación se utilizarán los mismos productos químicos ya que el proceso de potabilización es el mismo para las instalaciones existentes y las futuras. Para un funcionamiento armónico de ambas instalaciones, es evidente que deben unificarse los sistemas de almacenamiento, preparación y dosificación de los productos químicos. Sobre esta base se desarrollará, entonces, el proyecto.

Se tiene conocimiento que la Di.S.A.P. y S. encarará la construcción de una nueva instalación para la dosificación de cloro gaseoso para sustituir a la actualmente existente, la cual ha sufrido algunos problemas. En el plano AP-01 se señala el lugar probable de esta nueva instalación. Será necesario, en consecuencia, que el proyecto de ella considere ya las necesidades de las obras de ampliación.

Para poder estudiar en detalle las obras necesarias para almacenar, preparar y dosificar los productos químicos debe disponerse de información detallada sobre las actuales instalaciones, información que surgirá luego de relevamientos a efectuar en el establecimiento.

No obstante ello y hasta que se realicen esas tareas, puede establecerse alguna premisas básicas para el proyecto.

Deberá preverse el almacenamiento de los productos químicos en cantidades suficientes para que, entre entregas de los proveedores, no se produzca <sup>2</sup>desabastecimiento. Es posible que dicho almacenamiento exija el uso de superficies que superen las áreas disponibles en el establecimiento. En este caso, parte del "stock" puede disponerse en otros predios, dentro del radio urbano, desde los cuales pueden satisfacerse en forma fluida las necesidades del consumo. Merece señalarse que, en el caso del cloro, esta solución disminuirá los riesgos, para el personal del establecimiento, debidos a eventuales fugas de gas de los cilindros almacenados. ?

Los puntos de aplicación previstos para los productos químicos son:

- Coagulante, en las canaletas Parshall.
- Cal y cloro, en las salidas de los filtros.

Se considera que no será necesaria la aplicación de productos químicos en otros lugares del proceso de tratamiento. No obstante ello, se proyectarán las instalaciones de modo que se pueda, eventualmente, realizar la aplicación de cloro y de cal junto con el coagulante.

Si bien no se entiende necesario el uso de coadyuvantes de coagulación, se preverá un área en el edificio de coagulantes para una eventual dosificación de esos productos.

### 3.1.12. Desagües

Los barros provenientes de la decantación, el agua de lavado de los filtros y los demás efluentes residuales provenientes del proceso de potabilización serán evacuados al río Paraguay por medio de la cañería de desagüe del establecimiento actual.

En los planos AP-01 y AP-02 se muestra la disposición adoptada para las cañerías de conducción de dichos desagües hasta su conexión con la cañería de desagüe existente.



### 3.1.13 Equipamiento electromecánico ..

Las soluciones adoptadas para las distintas etapas del proceso de potabilización no exigen equipos electromecánicos cuya cantidad y grado de complejidad sean importantes.

Se han definido las principales características de las electrobombas de lavado y de impulsión al consumo, mientras que los equipos de preparación y dosificación de productos químicos serán estudiados y definidos en una etapa posterior, tal como se ha expresado en el punto 3.1.10

Durante el desarrollo del anteproyecto definitivo se estudiarán y definirán totalmente los equipos, en especial los correspondientes al comando y control de los filtros.

Si bien las necesidades de energía eléctrica para los nuevos equipos electromecánicos no son importantes, durante el anteproyecto definitivo se estudiará la eventual necesidad de reforzar la actual alimentación en media tensión.

### 3.2. Comparación de las alternativas

El proyecto de las obras de ampliación del establecimiento potabilizador existente está sujeto a las limitaciones que éste le exige, tales como áreas disponibles, perfil hidráulico, tipo de operación, etc.

Durante el desarrollo del punto 3.1. y para cada parte del proceso de potabilización de las nuevas obras, se han estudiado las alternativas posibles, se ha realizado su evaluación y se han elegido las más convenientes.

Prácticamente en todas las evaluaciones de alternativas, los factores de decisión no han sido económicos sino el resultado de las limitaciones mencionadas o bien consideraciones de carácter técnico.

En la concepción general de la solución elegida se han tenido en cuenta los siguientes principios básicos:

- correcta utilización de las áreas disponibles, de modo de asegurar una buena coordinación de las obras de ampliación con las existentes;
- programación de las obras futuras para adecuarlas a la evolución del consumo;
- mantenimiento del servicio de abastecimiento de agua a cargo de las instalaciones existentes, durante la construcción de las obras futuras en sus distintas etapas.

En el punto 3.3. se describen las principales características de la alternativa recomendada en esta etapa de anteproyecto preliminar.

### 3.3. Alternativa recomendada

#### 3.3.1. Generalidades

Si bien la solución recomendada ha sido analizada y desarrollada en los puntos anteriores, a continuación se exponen sus principales características.

#### 3.3.2. Datos técnicos relevantes

Producción neta total :	3.000m <sup>3</sup> /h (3 módulos de 1.000m <sup>3</sup> /h)
Caudal de agua cruda a tratar :	3.150m <sup>3</sup> /h
Medición de agua cruda:	Canaleta Parshall, garganta 0,61 m.
Coagulante :	Sulfato de aluminio
Dispersión :	En la canaleta Parshall
Floculación:	Hidráulica; (6) floculadores de 3,70 x 14,80m con tirante de agua 3,20m.
Decantación:	Acelerada con placas; (3) decantadores de 7,00 x 24,00m con tirante útil de agua 3,50 m; eliminación de barros por presión hidrostática.
Filtración :	Rápida a gravedad; (12) filtros dobles de (2) x 1,45 x 9,60m con manto doble de antracita y arena.
Lavado de filtros :	Mediante (3) electrobombas (q=550 m <sup>3</sup> /h; 8 m.c.a. cada una)
Corrección de pH:	Mediante agregado de cal
Desinfección :	Mediante agregado de cloro gaseoso.
Reservas de agua tratada :	Una reserva bajo floculadores y una cisterna independiente, de 1300 m <sup>3</sup> de capacidad cada una.

*y lo diseñado debe de ser?*

### 3.3.3. Perfil hidráulico

En esta etapa de anteproyecto preliminar deben estimarse globalmente las pérdidas de carga para el caudal máximo en las distintas etapas del proceso de potabilización, a fin de conformar el perfil hidráulico de las nuevas obras.

Por otra parte, el nuevo perfil debe ser compatible con el del establecimiento existente, para asegurar un funcionamiento armónico de todas las obras.

En consecuencia, debe partirse del nivel de agua máximo en las reservas de agua tratada, el cual será + 60,85 o sea el del establecimiento actual.

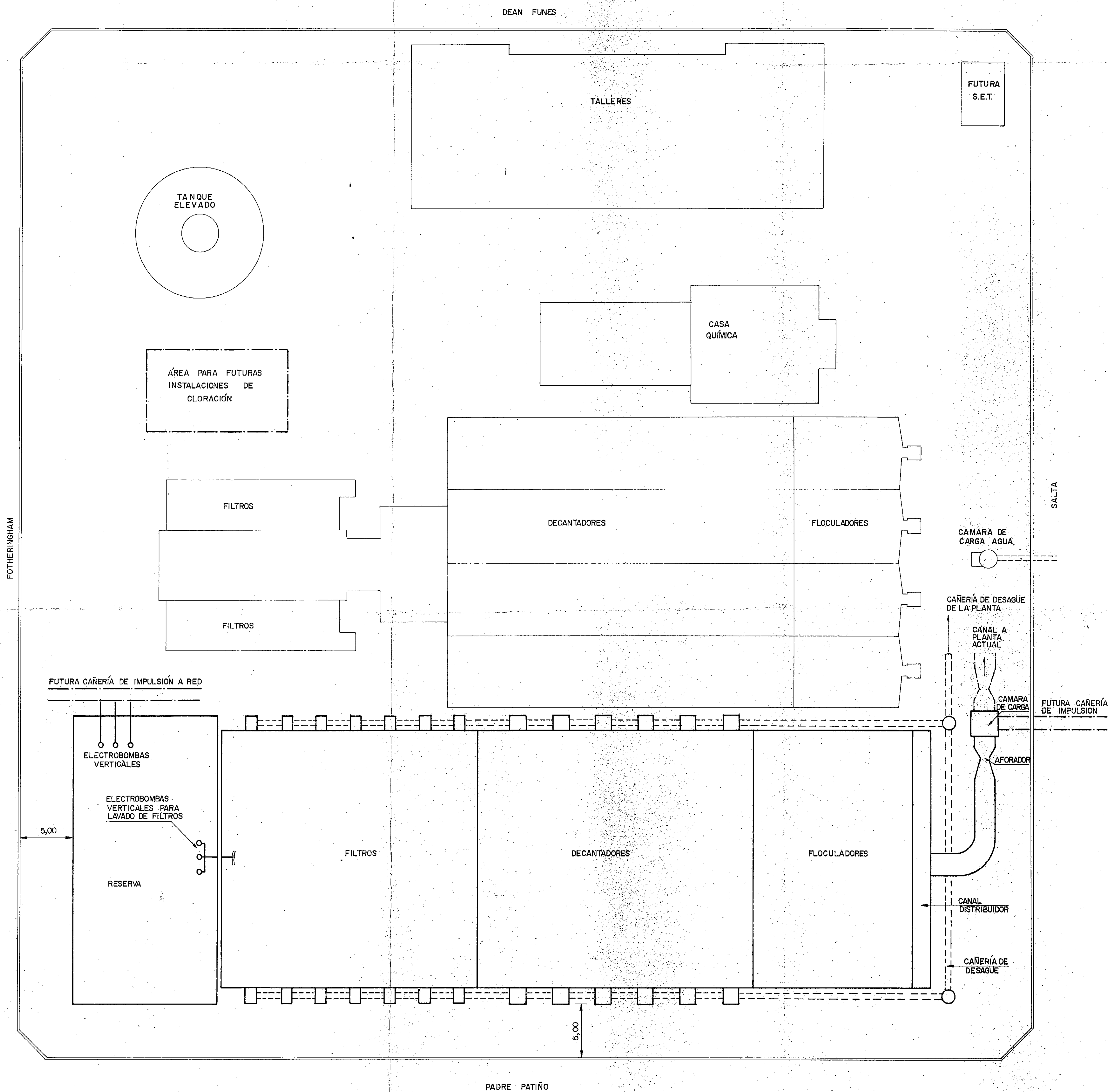
- Nivel máximo de agua en reservas : + 60,85
- Pérdida de carga en filtros: 3,55m
- Nivel de agua en filtros : + 64,40
- Pérdida de carga en canal de agua decantada, canal de alimentación a filtros y entrada a filtros: 0,20m
- Nivel de agua en canal de agua decantada: + 64,60
- Pérdida de carga en cañerías de recolección de agua decantada y salto hidráulico : 0,30m
- Nivel de agua en decantadores: + 64,90
- Pérdida de carga en flocluladores hidráulicos: 0,40
- Nivel de agua en cabecera de flocluladores: + 65,30
- Pérdida de carga en entrada a flocluladores : 0,05m
- Nivel de agua en canal de distribución a flocluladores: + 65,35
- Pérdida de carga en canal de distribución, Canaleta Parshall y partición en cámara de carga: 0,15m
- Nivel de agua en cámara de carga: + 65,50

Se tiene entonces una pérdida-de carga complexiva en todo el proceso de potabilización de 4,65m, el cual es un valor normal.

El nivel de agua en la cámara de carga permitirá, también, una correcta alimentación a las instalaciones existentes aún para el caudal futuro previsto en 1.800 m<sup>3</sup>/h.

#### 3.3.4. Planos

En los planos AP-01, AP-02 y AP-03 se muestra la disposición general y los principales detalles de la alternativa recomendada.

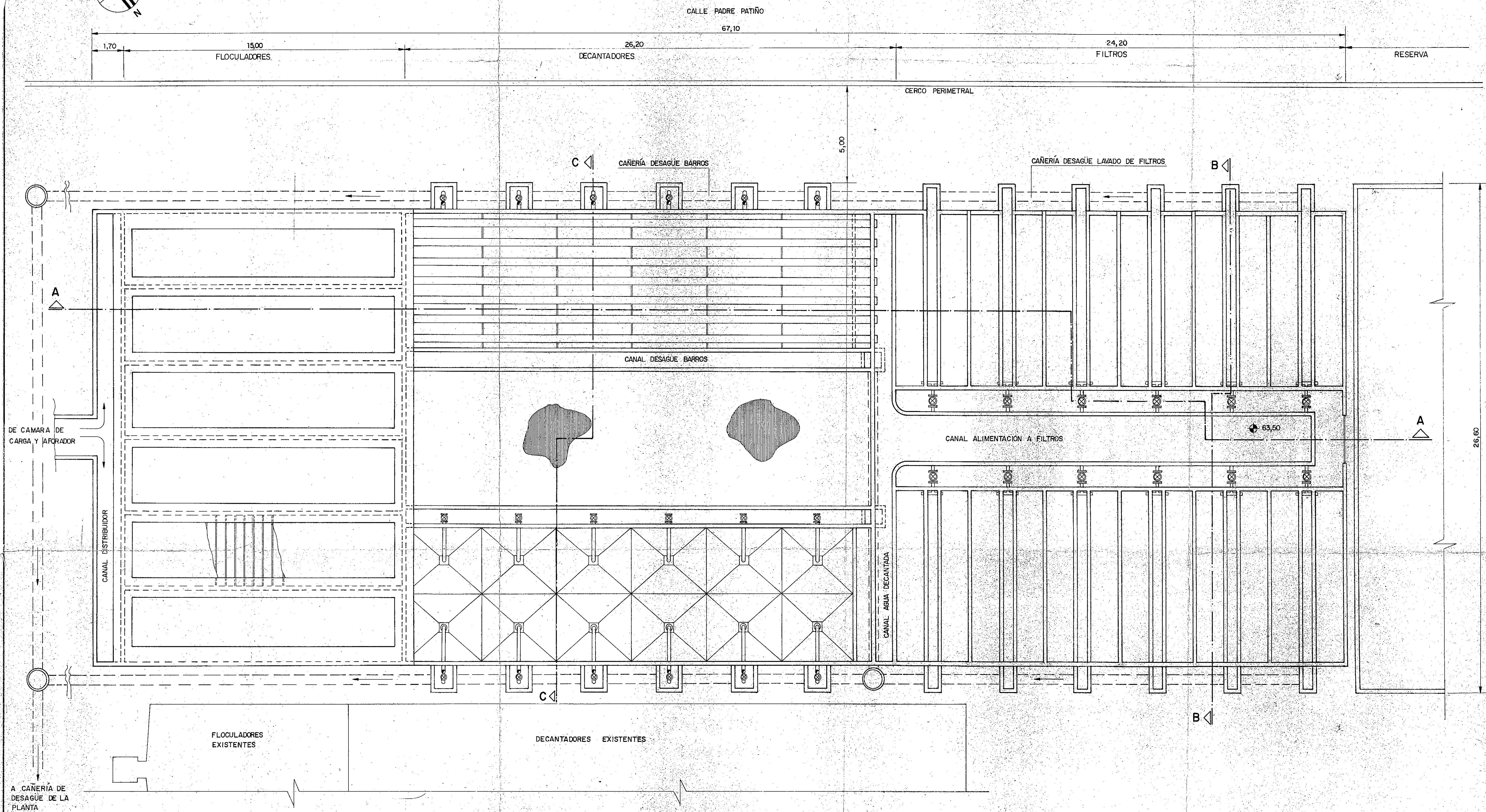
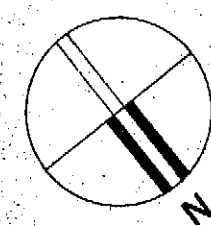


REFERENCIAS

- INSTALACIONES EXISTENTES
- - - INSTALACIONES PROYECTADAS
- ... INSTALACIONES FUTURAS

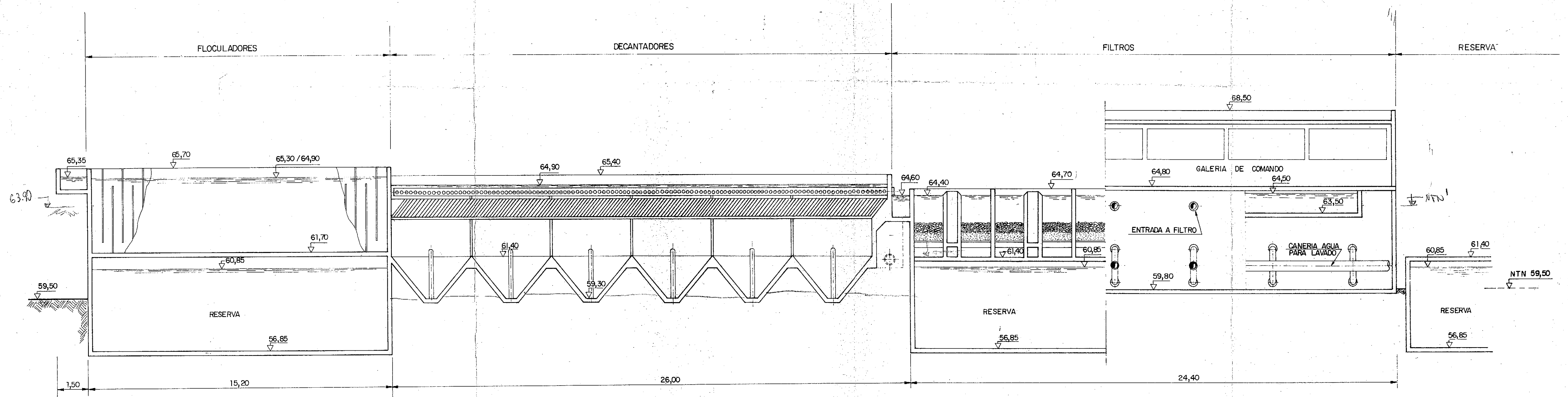
PROVINCIA DE FORMOSA		
SUBSECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS		
SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE FORMOSA		
AMPLIACION DEL ESTABLECIMIENTO POTABILIZADOR		
ANTEPROYECTO PRELIMINAR		
PLANTA GENERAL		
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES		PLANO Nº AP - 01
PROYECTO : ING. HERBERT LEAN COLE	ESCALA 1 : 200	FECHA AGOSTO 1987
ING. NICOLAS J. RATTO		
DIBUJO : P. MIRRA		



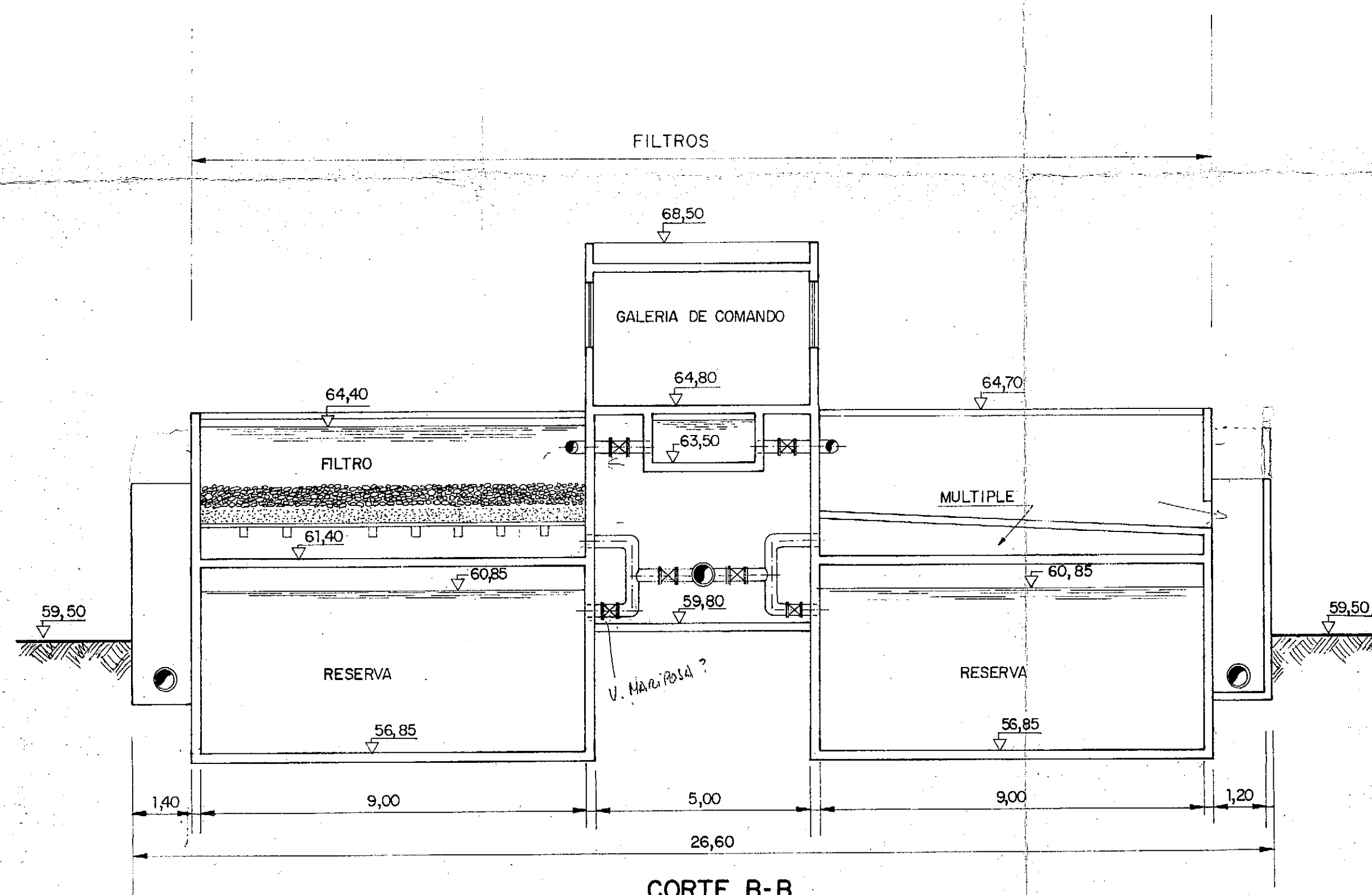


PLANTA

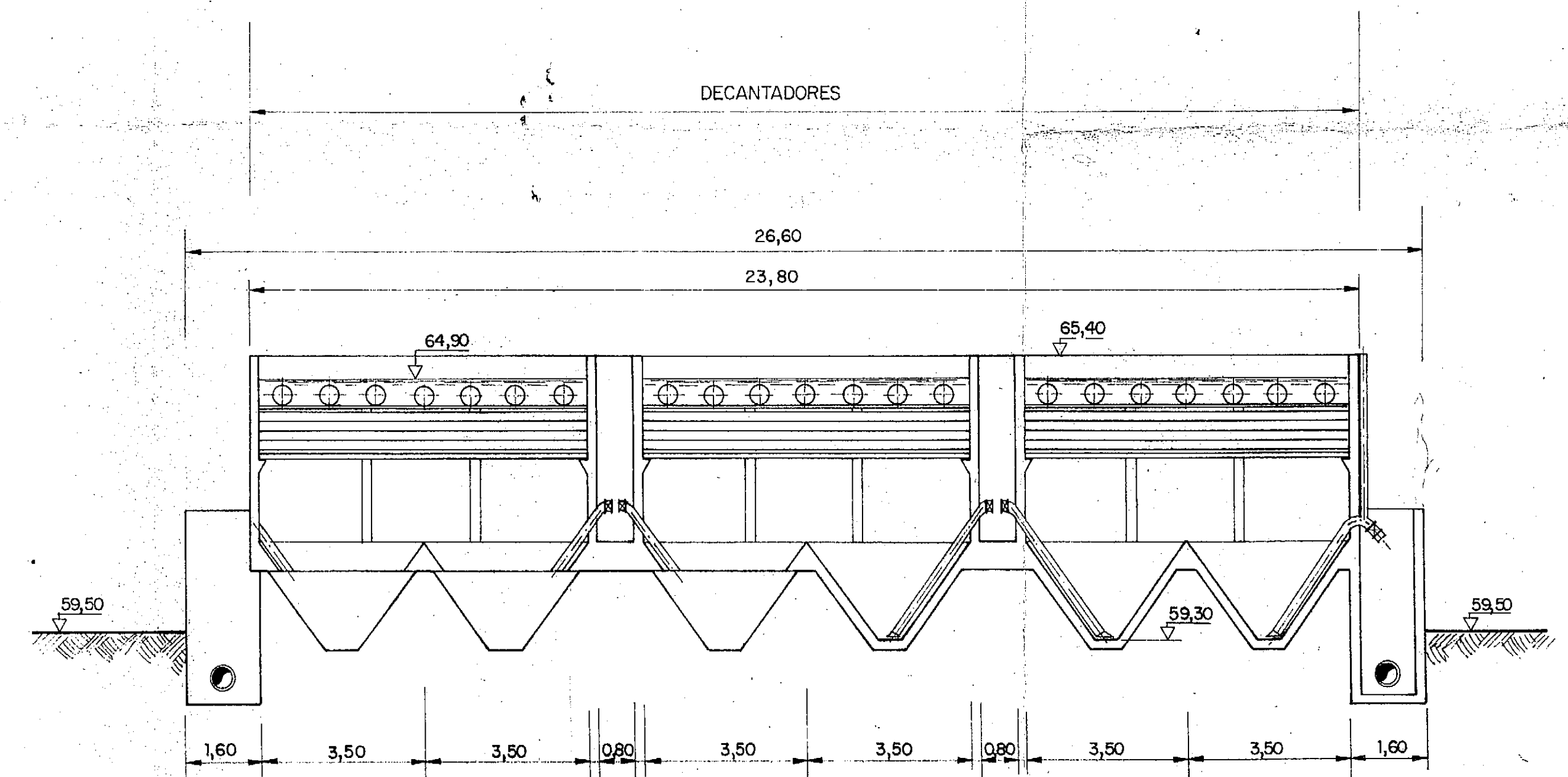
PROVINCIA DE FORMOSA		
SUBSECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS		
SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE FORMOSA		
AMPLIACION DEL ESTABLECIMIENTO POTABILIZADOR		
ANTEPROYECTO PRELIMINAR		
PLANTA		
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES		PLANO N° AP-02
PROYECTO: ING. HERBERT LEAN COLE ING. NICOLAS J. RATTO DIBUJO: P. MIRRA	ESCALA 1:100	FECHA AGOSTO 1987



CORTE A-A



CORTE B-B



CORTE C-C

Donde están los depósitos  
de sedimentación y difusión?

PROVINCIA DE FORMOSA		
SUBSECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS		
SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE FORMOSA		
AMPLIACION DEL ESTABLECIMIENTO POTABILIZADOR		
ANTEPROYECTO PRELIMINAR		
CORTES		
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES		PLANO Nº AP-03
PROYECTO: ING. HERBERT LEAN COLE	ESCALA: 1:100	FECHA: AGOSTO 1987
ING. NICOLAS J. RATTO		
DIBUJO: P. MIRRA		