

CAPITULO IV

MEMORIA TÉCNICA PLANTA POTABILIZADORA

MEMORIA TÉCNICA PLANTA POTABILIZADORA

1. Memoria de Cálculo

La planta potabilizadora proyectada consiste en una batería de filtros lentos seguida de un proceso de desinfección mediante el agregado de hipoclorito de sodio, complementada con una cisterna cuyo volumen de almacenamiento será de 162 m³

En adelante detallamos la memoria de cálculo de cada componente.

2. Descripción de los Filtros Lentos de Arena

Se ha proyectado proyecta una batería de filtros lentos de arena con para un caudal de filtración constante y nivel variable en el filtro.

Zonas que Constituyen el Filtro

Zona de ingreso del caudal crudo

La batería de filtros lentos está precedida por una cámara de carga de dimensiones 3,10 m x 1,20 m, donde llegará la cañería de impulsión que la conecta con la obra de toma en el lago Trafal.

Para intercomunicar esta unidad con cada filtro, se han previsto 4 cámaras de 0,70 m x 0,70 m de donde saldrán cañerías de 160 mm que finalizarán en cada uno de estos.

Para lograr la equidistribución del que ingresa se instalarán 5 vertederos triangulares. La regulación de ese caudal se efectúa con válvulas mariposas. para los filtros 1, 3 y 4 extremos y con una compuerta para el 2.

El canal frontal permitirá el ingreso a la unidad y además evitará el efecto de la energía cinética de chorro desde el vertedero sobre el lecho filtrante. A su vez ese canal servirá para drenar el sobrenadante y posibilitar la descarga del agua sucia del rastrillado del lecho cuando se opera con ese sistema de limpieza. El desagüe de ese canal se regulará con una válvula esclusa.

Zona de la Caja Filtrante

Estará constituida desde la superficie líquida por:

- Sobrenadante o espesor de la capa líquida, que tendrá un nivel mínimo cuando la unidad está limpia y un nivel máximo cuando se termina la carrera por colmatación del lecho de arena (momento de su limpieza).

El nivel mínimo estará sobre el lecho filtrante en un valor igual o mayor a la pérdida de carga inicial en el filtro limpio. El nivel máximo a su vez deberá estar debajo del umbral del vertedero de ingreso y se regulará mediante una cañería de alivio conectada al sistema general de desagüe de la planta de tratamiento.

En el diseño se consideró al sobrenadante de un espesor máximo de 1,20 m sobre el lecho filtrante.

- Manto de arena silícea, de 0,80 m de espesor, está constituido por granos, con tamaño efectivo de 0,35 mm y coeficiente de uniformidad de 2.
- La capa soporte estará conformada por tres capas de grava. La superior de 5 cm de espesor y tamaños entre 1,4 y 2,4 mm, la intermedia de 5 cm de espesor y tamaños entre 3,2 y 6,4 mm y la inferior de 15 cm de espesor y tamaños entre 19,0 y 31,0 mm.
- En el sistema de drenaje se prevé la recolección del agua filtrada mediante un sistema conformado por ladrillos comunes, el que estará conectado en su extremo con la cámara colectora de agua filtrada de la unidad.

Estructura de Salida y Control del Caudal y Velocidad de Filtración

El control de caudal se materializará a través de un vertedero ubicado en todo el ancho del muro frontal de la cámara colectora de agua filtrada.

El nivel mínimo del filtro se controlará mediante ese vertedero, cuyo umbral debe estar entre 0,10 m y 0,20 m sobre el nivel de la superficie del lecho de arena, a fin de proteger su capa biológica y evitar presiones negativas en el manto.

El tirante líquido sobre el vertedero corresponde al caudal de diseño y en consecuencia a la velocidad de filtración. El nivel líquido en la cámara colectora en consecuencia se mantiene siempre constante para ese caudal filtrado.

Desde el vertedero de control el líquido filtrado de cada unidad, caerá a la respectiva cámara receptora.

Las cámaras colectoras estarán comunicadas entre sí, con la doble finalidad de servir de desagüe a todos los filtros y además permitir el llenado de la unidad recién limpiada mediante el flujo ascendente que desaloja el aire del lecho de arena. Deberán tener tapas estancas para evitar contaminación.

Se proyectaron compuertas para aislar cada unidad.

3. *Diseño de Cada Unidad*

Se adoptó una velocidad de filtración o carga hidráulica de

$$U_f = q = 0,20 \text{ m/h}$$

DESINFECCIÓN

Se realizará mediante la inyección de hipoclorito de sodio, con una concentración de 8 % de cloro activo.

Esa inyección se realizará sobre el vertedero del filtro N° 2 mediante un equipo a goteo, regulado por el nivel del líquido en la cámara (a caudal cero se cierra el paso del desinfectante). Cuando no opera el filtro N° 2, se traslada el equipo a cualquiera de los filtros.

RESERVA DE AGUA TRATADA

Estará Integrada por un tanque de base rectangular, en cuyo interior han sido diseñados 9 canales de igual ancho y separados con muros longitudinales.

Esta conformación permitirá que las reservas sirvan también como cámara de contacto para el cloro.

Entre los componentes más importantes se mencionan en cada unidad:

- Cañería de ingreso en cuyo extremo se coloca un flotante que acciona la válvula de cierre. A su vez una válvula mariposa sirve para regular el caudal de entrada.
- Cañería de salida hacia el sistema de bombeo a cisterna elevada, también regulada con válvula esclusa.
- Cañería de desagüe del fondo con otra válvula esclusa, a la cual se le conecta un conducto de exceso, que deriva esos caudales al sistema general de drenaje al lago Trafal.
- Una tapa de inspección estanca.

DESAGÜE GENERAL

En el plano general de la planta de tratamiento se indica el sistema de desagüe general y de las baterías de filtros lentos y reservas, conformados por cañerías de 200 y 250 mml, que descargarán en el lago Trafal.

4. MEMORIA DE CÁLCULO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

En los planos N° 14 y N° 15 se observa la batería de filtros lentos conformada por 4 unidades, proyectada para un caudal de 54 m³/h y una velocidad de filtración de 0,20 m/h según requerimiento de Normas ENOHSA, con una superficie total de 266,85 m².

El ingreso al sistema fue proyectado mediante una cámara de carga a la que llegará la cañería de impulsión desde la obra de toma en el lago Traful.

En esta unidad se construirán cuatro vertederos regulables que derivarán en cámaras de ingreso a cada unidad de filtración. La superficie en planta de cada unidad será de 9,85 m x 6,80 m, con una superficie asociada de 66,98 m².

El agua filtrada será conducida por cañerías de PVC de Ø 200 mm hasta una cisterna de contacto de dimensiones 9,10 m x 5,80 m con un tirante líquido de 2,90 m, con un volumen de almacenamiento de 162 m³.

En su interior se intercalaron ocho paredes verticales que cumplen el objeto de aumentar el tiempo de permanencia, para cumplir con los requerimientos de tiempo de contacto de cloro para desinfección.

También se ha previsto el desagüe de las cámaras de ingreso con cañerías de PVC de Ø 110 y 200 mm y las de agua de lavado de las mismas dimensiones. Ambas convergerán en un colector de PVC Ø 250 mm, que finalizará en el Lago Traful.

La dosificación de hipoclorito de sodio se prevé mediante el almacenamiento del mismo en un tanque de PRFV de 200 lts de capacidad, donde la regulación está prevista por accionamiento y regulación de una válvula globo.

Debido a las altas precipitaciones y nevadas estacionales, se proyectó un techo conformado en chapa autoportante y estructura de reticulado, tomando como antecedente el sedimentador del Cerro Chapelco en San Martín de los Andes, que cumplirá el objetivo de mejorar las condiciones de operación en los períodos climáticos críticos.

4.1. CAUDAL DE DISEÑO

De acuerdo a estimaciones previas de la población y los datos básicos de diseño se adopta como caudal de diseño 54 m³/h.

4.2. FILTRACIÓN LENTA

Número de Filtros Lentos de la Batería

N_f = número de unidades en paralelo adoptado 4

Caudal de Diseño de Cada Unidad

$Q_f = Q / N_f$ = caudal de diseño de cada filtro = $54 \text{ m}^3/\text{h} / 4$ 13,5 m^3/h

Velocidad Media de Filtración

$U_f = q$ = velocidad media de filtración = carga hidráulica, adoptada considerando que hay prefiltración 0,20 m/h

Dimensiones de Cada Unidad

$A_f = Q_f / U_f$ = superficie de cada filtro de planta rectangular 67,50 m^2

$K = L_f / B_f$: relación adoptada 1,45

L_f = longitud de cada filtro: 9,85 m. Se adopta 9,85 m

$B_f = A_f / L_f$ = ancho de cada filtro 6,85

$A_f = L_f \cdot B_f$ = superficie real de cada filtro 67,50 m^2

Caja del Filtro

h_0 = borde libre (distancia entre coronamiento y nivel líquido máximo) 0,40 m

h_1 = espesor o altura del sobrenadante de agua sobre el lecho de arena 1,20 m

h_2 = espesor del manto de arena 0,80 m

h_3 = altura del manto de soporte de grava 0,20 m

h_4 = altura del sistema de drenaje de ladrillos 0,20 m

$h_f = h_0 + h_1 + h_2 + h_3 + h_4$ = altura total de la caja de filtros 2,80 m

Granulometría del Manto de Arena

T_e = tamaño efectivo del manto de arena (de 0,15 a 0,35 mm) 0,30 mm

C_u = coeficiente de uniformidad (de 1,5 a 3) 2

$T_{\text{máx}}$ = tamaño máximo 1,0 mm

$T_{\text{mín}}$ = tamaño mínimo 0,11 mm

ϕ = coeficiente de esfericidad (de 0,7 a 0,8)	0,75
P_0 = porosidad inicial o a lecho limpio (de 0,38 a 0,40)	0,39

Capa Soporte (De Ladrillos para Drenaje)

$h_{3.1}$ = altura de la capa superior de tamaño entre 1,4 a 2,4 mm	0,05 m
$h_{3.2}$ = altura de la capa intermedia de tamaño entre 3,2 a 6,4 mm	0,05 m
$h_{3.3}$ = altura de la capa inferior de tamaño entre 19,0 a 31,0 mm	0,10 m

Sistema de Drenaje

b_1 = ancho de los canales entre filas de ladrillos	0,20 m
h_1 = altura de los canales entre filas de ladrillos	0,14 m
e = abertura de las juntas abiertas entre ladrillos	0,6 a 1,00 mm

Sobrenadante Líquido de Nivel Variable Entre $N_{m\acute{a}x}$ y $N_{m\acute{i}n}$

$t_{sm\acute{a}x} = A_f \cdot h_{m\acute{a}x} / Q_f$ = permanencia máxima en el sobrenadante ($N_{m\acute{a}x}$)	8,00 h
$t_{sm\acute{i}n} = A_f \cdot h_{m\acute{i}n} / Q_f$ = permanencia mínima en el sobrenadante ($N_{m\acute{a}x}$)	3,33 h

Siendo:

$h_{m\acute{a}x}$ = tirante líquido máximo sobre el manto de arena (adoptado)	1,20 m
$h_{m\acute{i}n}$ = tirante líquido mínimo sobre el manto de arena (adoptado)	0,50 m

Pérdida de Carga en Filtro Lento

Al ser $U_f = 0,15 \text{ m/h} = 0,25 \text{ cm/s}$ = velocidad de filtración, las pérdidas de carga en el pasaje por los mantos de arena, grava, sistema de drenaje y orificios son mínimas. De allí que para filtros lentos no se calculan, ya que carecen de la importancia que tienen en la filtración rápida, especialmente en filtración de velocidad decreciente.

Estructura de Ingreso a la Batería y a Cada Filtro Lento

N_v = número de vertederos triangulares a 90° , ubicados en la cámara de carga de la batería, dos en la 1ª etapa, a fin de equirrepartir caudales a los filtros	5
--	---

$$h_v = (Q_f / 1,4)^{2/5} = \text{tirante líquido sobre los umbrales de los vertederos de igual cota, para } Q_f = 0,00075 \text{ m}^3/\text{s}$$

0,049 m

Estructura de Salida y Control del Caudal Filtrado

N_c = número de cámaras colectoras del agua filtrada de cada unidad, donde en uno de los muros frontales se ubican los respectivos vertederos rectangulares de control del nivel mínimo de filtración (en la cámara es constante) 1

L_v = longitud del umbral del vertedero horizontal, practicado en la cámara colectora de longitud $L = 1,20$ m 0,50 m

$h_v = [Q_f / (1,838 \cdot L_v)]^{2/3}$ = tirante líquido operativo sobre el umbral del vertedero, para $Q_f = 0,00375 \text{ m}^3/\text{s}$ 0,025 m

4.3. RESERVA DE AGUA FILTRADA

N_R = número de cisternas de reserva de agua filtrada 1

t_r = período de tiempo de reserva 3 h

$V_r = Q_f \cdot t_r$ = volumen líquido máximo en cada reserva 162 m³

H = altura líquida máxima 2,90 m

$A = V_r / H$ = superficie de cada cisterna de base rectangular 55,86 m²

B = ancho de cada reserva 6,13 m

L = longitud de cada reserva 9,10 m

H_o = altura libre de la cisterna cubierta 0,40 m

N = número de canales divididos por muros divisorios de 0,10 m de espesor para el contacto con el cloro 9

b = ancho de cada canal de longitud $L = 5,80$ m 0,87

DESINFECCIÓN

d = dosis de cloro deducido de pruebas para tener 0,5 mg/l de cloro residual 1 mg/l

c = concentración de cloro comercial de hipoclorito de sodio (líquido): 8 %

$C = d \cdot Q$ = consumo total de cloro al final del período 1,29 Kg/d

$Q_d = C/c$ = volumen diario de hipoclorito de sodio al 8 % requerido al final del período 16,12 l/d

$V_{CL} = V_d \cdot t_a$ = volumen de hipoclorito, requerido en $t_a = 60$ d = tiempo de almacenamiento 967,20 l