



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN PLANTA PILOTO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CON FINES DOCENTES.

Gerardo Ahumada Theoduloz⁽¹⁾

Ingeniero Civil de la Universidad de Chile,
Profesor del Depto. de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile
Gerente de Planificación y Estudios de la empresa consultora Ifarle Ltda..

Ricardo Opazo Contreras.

Ingeniero Civil de la Universidad de Chile,
actualmente se desempeña como ingeniero de la empresa sanitaria ESVAL S.A.

Dirección⁽¹⁾: Suárez Mujica 2166 Ñuñoa, Santiago, Chile, Código Postal: 6480435, Teléfono: (562) 2393235, Fax: (562) 2399213, e-mail: gahumada@ifarle.cl

RESUMEN

Con el objeto de servir de complemento a las clases de la cátedra Procesos de Tratamiento de Agua Potable de la Universidad de Chile se desarrolla el diseño e implementación de una planta piloto de tratamiento de agua potable.

En primer término, se incluye la definición de los procesos utilizados en Chile para el tratamiento de fuentes cuyo contaminante principal es la turbiedad. A continuación se definen dos etapas de implementación, considerando en una primera etapa una planta piloto inicial, que incluye solo coagulación y filtración, dejando para una segunda etapa los procesos de floculación y sedimentación.

La planta piloto se implementa en el laboratorio de hidráulica "Francisco Javier Domínguez" de la Universidad de Chile, considerando diferentes configuraciones de lecho y sistemas de lavado. La construcción de cada unidad y de la estructura soportante se realiza en el taller del laboratorio.

Una vez construida la planta se ejecuta la puesta en marcha. Como resultado de la puesta en marcha, se elabora una guía de experiencias docentes.

Finalmente, cabe destacar que la planta piloto ha sido utilizada con éxito tanto en la realización de experiencias preestablecidas realizadas por estudiantes como parte de los ejercicios del curso Diseño de Sistemas de Tratamiento de Agua Potable como en el desarrollo de memorias de título de ingeniería civil. Sin embargo, su utilidad como apoyo a la enseñanza aumentaría al agregar las unidades de tratamiento faltantes, como son la floculación y la sedimentación. Luego, se recomienda su implementación.

Palabras Clave: Agua Potable, Docencia, Planta Piloto.

INTRODUCCION

Este trabajo consiste en el diseño y la implementación de una planta piloto de agua potable con fines docentes para un caudal máximo de 1 l/s.

En primer término, se incluye la definición de los procesos utilizados en Chile para el tratamiento de fuentes cuyo contaminante principal es la turbiedad. A continuación se definen dos etapas de implementación, considerando en una primera etapa una planta piloto inicial, que incluye solo coagulación y filtración, dejando para una segunda etapa los procesos de floculación y sedimentación.

La planta piloto se implementa en el laboratorio de hidráulica “Francisco Javier Domínguez” de la Universidad de Chile, considerando diferentes configuraciones de lecho y sistemas de lavado. La construcción de cada unidad y de la estructura soportante se realiza en el taller del laboratorio.

Una vez construida la planta se ejecuta la puesta en marcha. Como resultado de la puesta en marcha, se elabora una guía de experiencias docentes.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es la implementación de una planta piloto de agua potable con fines docentes.

DEFINICIÓN DE PROCESOS Y DISEÑO

Se definen los procesos convencionales para el tratamiento de fuentes cuyo contaminante principal es la turbiedad. Estos son la coagulación, floculación, sedimentación y filtración. Luego, se diseña una planta para un caudal de 1 l/s considerando una tasa de filtración media de 234 m³/m²/día. Para cumplir con el objetivo principal se adopta un diseño en material transparente, que permita visualizar los procesos, con la flexibilidad suficiente para experimentar diferentes alternativas de operación. En la figura siguiente se adjunta la maqueta de la planta piloto.

Fotografía 1: Maqueta Planta Piloto Inicial



IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA INICIAL

Generalidades

En una primera etapa se ha implementado solo los procesos de coagulación y filtración, esperando en el futuro agregar los procesos de floculación y sedimentación. En la tabla siguiente se resumen las características generales de la planta inicial.

Tabla 1: Características Generales Planta Piloto Inicial

Proceso	Tipo	Cantidad	Características	
Estanque de entrada	Elevado	1	Volumen (m3)	1
Coagulación	Vertedero triangular	1	Angulo (°)	90
Filtración	Rápidos, de lecho simple o mixto y tasa declinante	6	Diámetro (mm)	280
Lavado de filtros	Autolavado Lavado con estanque	-		

En la figura siguiente se adjunta una vista general de la planta piloto.

Fotografía 2: Vista General Planta Piloto Inicial



Sistema de Alimentación

La planta piloto cuenta con dos sistemas de alimentación alternativos que son:

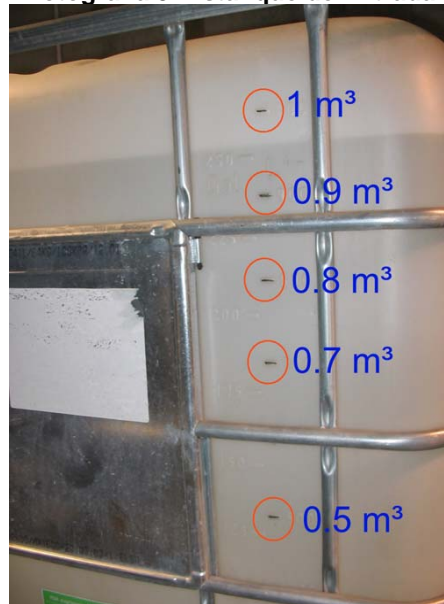
- La red de agua potable del laboratorio.
- La sentina del laboratorio.

Ambos sistemas alimentan al estanque ubicado a la entrada de la planta. Sin embargo, la alimentación desde la sentina, vía motobomba, permite llenar el estanque rápidamente y operar la planta a caudal constante debido a la existencia de un desagüe de rebase que descarta el exceso devolviéndolo a la sentina.

Estanque de Entrada

La planta piloto cuenta con un estanque de material plástico de 1 m³ de capacidad. Como el material es traslúcido se puede ver directamente el nivel de agua y determinar el volumen a partir de la graduación.

Fotografía 3: Estanque de Entrada



Sistema de Coagulación

- Coagulador (Mezcla Rápida)
La mezcla rápida se realiza con vertedero triangular, el cual tiene las siguientes características.
 - Canal rectangular de 20 cm de base y 15 cm de altura
 - Vertedero triangular de pared delgada.
- Dosificador
Para ajustar la dosis de coagulante se cuenta con una bomba peristáltica de caudal regulable, la que se alimenta de un bidón de 60 litros de capacidad máxima que contiene la solución de coagulante.

Unidades Filtrantes

En los siguientes puntos se describe las unidades filtrantes:

- Estructura de la Columna Filtrante

Tabla 2: Dimensiones Unidades Filtrantes

Dimensiones	Columna de acrílico	Tubería de PVC
Diámetro(mm)	280 (interior)	32 (exterior)
Alto (m)	2	1,6

- Lecho Filtrante
El lecho filtrante es de 70 cm de espesor y puede ser mixto, por ejemplo de arena y carbón, o de una capa, por ejemplo arena.



- Lecho Soportante

El lecho soportante corresponde a un lecho de tres capas: grava, gravilla y arena gruesa. En la tabla siguiente se presentan los espesores de cada capa:

Tabla 3: Espesores Lecho Soportante

Capa	Espesor (cm)
Arena Gruesa	5
Gravilla	10
Grava	20
Total	35

- Drenaje

El sistema de drenaje corresponde a una tubería de PVC perforada a 60° sobre el diámetro horizontal, con 14 orificios de 4 mm de diámetro espaciados a 4 cm.

- Piezómetros

Cada unidad filtrante posee tomas piezométricas ubicadas a lo largo de la columna, según el detalle siguiente:

Tabla 4: Ubicación Piezómetros

Piezómetro	Altura desde el fondo (cm)	Descripción
P1	5	Drenaje
P2	35	Nivel superior lecho soportante
P3	70	Lecho filtrante
P4	110	Nivel superior lecho filtrante

- Medidor de volumen de agua

Cada filtro piloto posee un medidor que registra el volumen de agua que pasa por la tubería de agua filtrada-agua lavado, y registra, según sea la modalidad de operación, el volumen de agua filtrada o el volumen de agua para lavado de una unidad.

EXPERIENCIAS DOCENTES

En una primera etapa se plantean tres experiencias que son:

- Experiencia 1: Filtración Agua Turbia
- Experiencia 2: Autolavado
- Experiencia 3: Lavado con estanque

Experiencia 1: Filtración Agua Turbia

Se debe determinar:

- Tasa de filtración máxima, media y mínima.
- Variación de la tasa en función del tiempo y la pérdida de carga.
- Eje hidráulico.
- Eficiencia de tratamiento en función del tiempo.



Experiencia 2: Autolavado

Se debe determinar:

- Turbiedad agua sucia de lavado en función del tiempo.
- Tasa de lavado máxima, media y mínima.
- Eje hidráulico.
- Porcentaje de expansión.

Experiencia 3: Lavado con estanque

Se debe determinar:

- Turbiedad agua sucia de lavado en función del tiempo.
- Tasa de lavado máxima, media y mínima.
- Eje hidráulico.
- Porcentaje de expansión

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La planta piloto ha sido utilizada con éxito tanto en la realización de experiencias preestablecidas realizadas por estudiantes como parte de los ejercicios del curso Diseño de Sistemas de Tratamiento de Agua Potable como en el desarrollo de memorias de título de ingeniería civil. Sin embargo, su utilidad como apoyo a la enseñanza aumentaría al agregar las unidades de tratamiento faltantes, como son la floculación y la sedimentación. Luego, se recomienda su implementación.

REFERENCIAS

1. Ahumada Gerardo y Dussaubat Solange, Experiencias en Planta Piloto, Proyecto MECESUP UCH 0303, U.de Chile, 2005.
2. Opazo Ricardo, Diseño e Implementación de Planta Piloto de Tratamiento de Agua Potable con Fines Docentes, Memoria De Título, U.de Chile, 2004.
3. Robles Susana, Optimización de Procesos de Lavado de Filtros Granulares, Memoria de Título, U.de Chile, 2005.