

# DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA ETAPA DE FILTRADO PARA UN PROTOTIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE – PTAP, EN EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION EN LA CORPORACION UNIVERSITARIA AUTONOMA DE NARIÑO.

Alvaro Francisco Medina Vallejo – Esteban Ferrer Realpe Portilla  
alvaro2925@gmail.com - esteban0392@hotmail.com  
Corporación universitaria Autónoma de Nariño

**Resumen** — En el siguiente estudio se plantea la construcción de un prototipo de planta de tratamiento de agua potable (PTAP), con un diseño e implementación de la etapa de filtrado; Para el laboratorio de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño.

Siendo este un proceso de investigación donde encontramos también, la selección de materiales y dispositivos electrónicos que deben cumplir con los requerimientos para el correcto funcionamiento de esta etapa de filtrado, se desarrolla de igual manera una descripción del funcionamiento, el diseño y proceso de construcción y la puesta en marcha para lograr alcanzar el cumplimiento de los objetivos planteados para el desarrollo.

*Abstract— The following study considers the construction of a prototype drinking water treatment plant (PTAP), with a design and implementation of the filtering stage; For the laboratory of the Autonomous University Corporation of Nariño.*

*Being this a research process where we also find, the selection of materials and electronic devices that must comply with the requirements for the correct functioning of this filtering stage, a description of the operation, design and construction process is developed in the same way. the implementation to achieve the fulfillment of the objectives set for development.*

## I. INTRODUCCION

Una planta de tratamiento de agua potable "PTAP", es el conjunto de procesos que busca la eliminación de todo tipo de agentes contaminantes los cuales no permiten que esta sea apta para el consumo humano. Los agentes contaminantes pueden ser de varios tipos: patógenos, material orgánico e inorgánico y contaminantes macroscópicos. La forma más adecuada para realizar la eliminación de los distintos agentes ya mencionados, es la utilización de módulos que funcionan como barreras que permitan contener en cada proceso todo agente contaminante que convierta el agua en no potable.

El proceso de filtración, es el encargado de eliminar los contaminantes macroscópicos como: óxidos, metales pesados, sedimentos y sólidos en suspensión; esto se realiza en varias etapas, donde se atrapan distintos tamaños de residuos; utilizando capas obstructoras de diferentes materiales y carbón activado para eliminar malos olores y residuos químicos.

Los conocimientos adquiridos en el CIP (Curso de Investigación Pre-Gradual) en Automatización Industrial, nos permiten buscar soluciones que permitan realizar un seguimiento efectivo de la calidad del proceso, utilizando dispositivos que no requieren monitoreo continuo, ni manipulación permanente de operarios.



Tabla 1. Requerimientos de diseño.

Proceso.	Funcionamiento.	Resultados.
Verificar el nivel de turbidez del agua a la entrada del proceso	Verificar la pantalla del modulo anterior para observar el nivel de turbidez NTU y el estado visual del líquido.	Se podrá obtener un comparativo de la turbidez inicial versus la de salida, tanto visualmente como <u>nefelométricamente</u>
Ingreso del agua al primer nivel de filtración.	Apertura de la electro válvula ubicada entre el filtrado y proceso de floculación activación del sensor de nivel de agua.	Ingreso del agua al primer nivel sin sobrepasar la capacidad y volumen del filtro.
Ingreso a la segunda etapa de filtrado	Paso del agua por los orificios de separación entre los dos niveles de filtración y inicio del paso del agua por los materiales de tamizado y Intercepción de partículas.	Ingreso del agua en cantidades exactas para el procesamiento, una vez filtrada se espera que el agua se encuentre libre de sedimentos.
Ingreso a la tercera etapa de almacenamiento.	Paso por los orificios entre los niveles 2 y 3 y activación del sensor de nivel de agua.	Un llenado exacto de la cantidad de agua totalmente libre de sedimentos.
Salida del agua hacia el proceso de cloración.	Activación de la bomba sumergible para permitir el paso del agua hacia el modulo siguiente pasando por el sensor de caudal.	La bomba tiene que activarse en el momento exacto para evitar derrames del fluido esto tiene que suceder

Esta línea se enmarca dentro de cualquiera de las líneas de investigación institucionales: línea social, línea empresarial o línea tecnológica dependiendo del tipo de problema a solucionar y del principal objetivo de la propuesta.

El diseño e implementación de la etapa de filtrado para un prototipo de planta de tratamiento de agua potable – PTAP se encuentra dentro del programa tecnológico, ya que este dispositivo incursiona en la aplicación de sistemas automáticos y de control que son de gran importancia en el desarrollo de las actividades como ingenieros mecánicos. Y generan un dispositivo didáctico y de mucha utilidad para la aplicación de conocimientos.

IV. REFERENTES TEÓRICOS

La empresa Fibras y Normas de Colombia nos describe que “Las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) son estructuras que tienen como objetivo principal realizar un tratamiento óptimo del recurso hídrico para que este sea apto para el consumo humano, para lograr este objetivo, se deben diseñar plantas de tratamiento acordes con la composición física, química y biológica del agua a tratar”. El objetivo principal de estas plantas de tratamiento de aguas es producir agua que se encuentre libre de agentes contaminantes que puedan ser perjudiciales para la salud y utiliza etapas en las cuales por medio de procesos físicos y químicos se consigue la adecuación del líquido y sea posible su consumo.

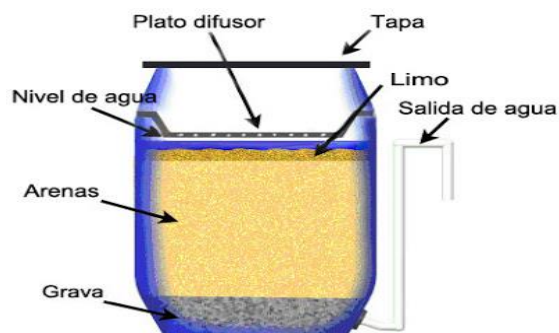
Para el consumo de aguas que se encuentran ubicadas superficialmente, es necesario realizar el proceso de filtración convencional ya que estas contienen distintos elementos en suspensión que tiene que ser eliminados por ser contaminantes y perjudiciales para la salud. El proceso de filtración puede realizarse con arena de forma rápida o lenta, filtros de tierra diatomáceas, filtración directa o filtración empacada filtros de membrana y filtros de cartuchos. La filtración mecánica después del proceso de floculación y coagulación se encarga de remover directamente los flóculos de esta forma se convierte en una combinación físico química en la cual la remoción de las partículas es realizada por los granos de piedra de rio, arena, piedra de cuarzo y carbón activado.

Fuente: Esta investigación.

II. OBJETIVOS

- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales de la etapa de filtrado para el prototipo de planta de tratamiento de agua.
- Diseñar la etapa de filtrado para la unificación con el prototipo de planta de tratamiento de agua
- Construir la etapa de filtrado tomando en cuenta el sistema de floculación para la unificación del prototipo de planta de tratamiento de agua.
- Realizar el manual de mantenimiento de la etapa de filtrado del prototipo de planta de tratamiento de agua.

Figura 1. Filtro lento de arena



Fuente: <http://alnaturalveracruz.blogspot.com/2013/01/filtro-lento-de-arena.html>



## V. RESULTADOS

Para el desarrollo de esta investigación se decidió utilizar como base para el diseño los filtros de arena de filtrado rápido y utilizar una capa de carbón activo para la eliminación de olores y agentes químicos que puedan encontrarse en el agua.

Este tipo de filtración es bastante eficaz ya que por medio de este proceso se puede eliminar hasta un 90% y 99% de sedimentos suspendidos en el agua que pueden convertirse en patógenos causantes de enfermedades.

**Tabla 2.** Eficiencia en los métodos de filtración

Reducción de microorganismos patógenos en los distintos procesos de tratamiento	
Sedimentación	0 - 99 %
Coagulación	Significativo
Filtración	0 - 99 %
Coagulación, sedimentación y filtración rápida	60 - 100 %
Coagulación, filtración en 2 medios (arena y C.A)	> 99%
Filtros lentos de arena	40 - 100 %
Filtros de carbón activado granular	0 - 60 %

### Fuente:

[http://www.elaguapotable.com/tratamiento\\_del\\_agua.htm](http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm)

La combinación de un filtro de arena y carbón activado, es la solución ideal para la eliminación de residuos sólidos presentes en el agua de lluvia y que en conjunto con los elementos de control automático podrán realizar de forma eficiente este proceso. Este filtro contara con etapas que impedirán el paso de partículas sólidas, donde inicialmente se utilizara un pre filtro con piedra de rio y cuarzo después pasara a un segundo módulo con arena de sílice, grava fina, y carbón activado. También contara con sistemas de impulsión de fluido en este caso una bomba sumergible que se encargara de enviar el agua ya filtrada hacia el siguiente modulo, contara con tres sensores de nivel de agua que se encargara de activar o desactivar la bomba hidráulica ubicada en el módulo de floculación y por último un caudalímetro que medirá el flujo del agua entre en proceso de filtrado y cloración. finalmente, un control independiente Arduino que manejará el funcionamiento de las piezas electrónicas.

Para el desarrollo de esta investigación es necesario utilizar los distintos conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería mecánica y brindar un funcionamiento adecuado capas de filtrar los sedimentos suspendidos y que también sea una fuente de aplicación de conocimientos de forma práctica.

Con el diseño y construcción de la etapa de filtración se pretende complementar todos los módulos requeridos para el funcionamiento óptimo de la plata de tratamiento de agua PTAP.

**Figura 2.** Material filtrante usado en el proceso de filtración.



**Fuente:** La presente investigación – Año 2018

En la figura 2. se observa los distintos materiales usados para realizar el proceso de retención de contaminantes suspendidos en el agua, como también se observa los refuerzos mecánicos sobre las láminas de acrílico.

**Figura 3.** Prueba de filtración de agua.



**Fuente:** La presente investigación – Año 2018



En la figura 3 se definen la eficiencia del proceso de filtrado mediante la aplicación de parámetros visuales y la posterior toma de datos por medio de los sensores de turbidez ubicados en los siguientes módulos.

## VI. CONCLUSIONES

El procedimiento de construcción del módulo nos permitió llegar a varias conclusiones gracias a las modificaciones hechas a la estructura, el pre armado del sistema para mejorarlo, permitió reducir la cantidad de material empleado, disminuyó las pérdidas, optimizó el presupuesto y sobre todo el tiempo.

Durante el proceso de pruebas, nos dimos cuenta que los depósitos tenían pérdida de líquido debido a la presión generada en las uniones; las cuales reforzamos con ángulos de aluminio perforado y remachados al acrílico.

Al realizar nuevas pruebas pudimos observar que, al perforar y posteriormente remachar el ángulo de aluminio en el acrílico, las fugas todavía estaban presentes, reforzamos de nuevo las uniones con una mezcla de cloruro de metileno y acrílico en polvo para crear un sello y evitar que las pérdidas de líquido continuaran.

Cuando se hizo el primer mantenimiento del filtro, observamos que el material se había mezclado, a causa de que la capa de papel filtro no soportaba la presión del agua entre cada material y por esto no se podía diferenciar el paso del agua; para solucionar este contratiempo, decidimos hacer una lámina divisora de acrílico perforado y simular así el efecto de riego entre cada capa de material, acompañada de un tejido micro perforado para evitar la mezcla entre los materiales y poder apreciar un funcionamiento correcto de este sistema.

Luego de hacer el ciclo de filtrado, se pudo apreciar que el agua se encontraba turbia por el material nuevo, por una razón, no se lavó y este estaba sucio por las condiciones de almacenamiento en las que se encontraba.

Realizando las pruebas finales del ciclo de filtrado, totalmente automatizado se pudo apreciar, que uno de los sensores estaba fallando y no enviaba la información de cerrar el paso de agua, ocasionando que el filtro se saturara y rebosara, debido a que el paso del líquido superaba el tiempo de filtrado.

## VII. RECOMENDACIONES

El uso de esta PTAP, está permitido a estudiantes de la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, que estén interesados en conocer cómo se realiza el proceso de potabilización del agua y el procedimiento de filtrado.

El manejo de esta unidad PTAP, debe realizarse por estudiantes previamente capacitados.

Se debe tener en cuenta que si la PTAP lleva un tiempo sin ser utilizada debe recibir un mantenimiento previo para garantizar su correcto funcionamiento.

Cuando la PTAP lleve más de 1 mes sin usar es necesario cambiar el papel filtrante, para garantizar el filtrado y no tener problemas con obstrucciones y evitar daños futuros.

Si al momento del procedimiento de filtrado, se observa que el agua sale un poco oscura, es necesario realizar varias pruebas hasta lograr que el filtro deje el agua más clara y menos turbia.

Cuando se realice el mantenimiento, es necesario dejar el filtro sin rastro de agua, esto debido a que su manipulación puede ocasionar que se derrame agua en la parte automatizada y de control generando daños en el sistema.

En caso de fugas o fisuras de los módulos en acrílico, se pueden reparar con cloruro de metileno y acrílico en polvo.

Es posible que para el funcionamiento se pueda utilizar materiales alternativos a los ya mencionados como: arena de río, arena y grava de construcción. Los cuales tienen que ser previamente lavados eliminando los residuos y suciedad presente, este lavado es necesaria que sea realizado con varias repeticiones asegurando que el agua se encuentra en estado de baja turbiedad.

## VIII. REFERENCIA

BLAUG, M. (1985) La metodología de la economía, Alianza Editorial, Madrid.

mecanica de fluidos y maquinas hidraulicas. segunda edicion. claudio mataix.ediciones del castillo 1986.

FUNDAMENTOS DE LA TERORIA DE FILTROS, Santiago Cogollos Borrás, Universitat Politècnica de Valencia.2016

EL FILTRO DE ARENA LENTO, Camilo Alberto Torres Parra, Sonia Villanueva Perdomo. Universidad Piloto de Colombia, Programa de Ingeniería Civil. 2014

TEORIA Y PRACTICA DEL AGUA, J. Arboleda Valencia. Ed.Acodal. 1992

DISEÑO Y CONTRUCCION DE FILTRO MULTICAMARAS HORIZONTAL POR GRAVEDAD. Angélica Batista, Olivia Cárdenas, Jetzabel Castillo, Kimberly Madrid, Catalina

Martínez. Universidad Tecnológica de Panamá.  
Licenciatura en Ingeniería Industrial. Centro Regional de  
Veraguas. 2016



POTABILIZACION Y TRATAMIENTO DE AGUAS, 1ra  
Edición electrónica, Dr. Ing. Guillermo Etienne, 1626  
Mallard Drive, 2009

FOLLETO INFORMATIVO DE TECNOLOGIA DE AGUAS.  
FILTROS DE INTERMITENTES DE ARENA, United States  
Environmental Protection Agency, office of Water  
Washington, D.C. 1999

Consejo Profesional Nacional de Ingenieros Eléctricos,  
Mecánicos y Afines. Ley 9 de enero de 1979. Artículo 107

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE  
NARIÑO. Centro de investigación, desarrollo y asesoría  
empresarial CIDAE. Líneas de investigación 2009.

PROHIBIDA SU COPIA



PROHIBIDA SU COPIA