

NUEVO DISEÑO DE AIREADOR HIDRÁULICO DE EJE HORIZONTAL PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS

Llanes, D.¹, Maygua, D.² Coanqui, F.³ Ramos, S.⁴ Medinacelli, W.⁵

- 1 Investigador del área de hidráulica sanitaria.
- 2 Investigador del área de hidráulica sanitaria de la Carrera de Ingeniería Civil USFX.
- 3 Investigador de la Carrera de Ingeniería Civil USFX.
- 4 Investigador de la Carrera de Ingeniería Civil USFX.
- 5 Docente en el área de hidráulica sanitaria de la USFX

RESUMEN

En algunos lugares de nuestro país, la escasez de agua para el consumo humano se hace más notorio día que pasa, esto conlleva que en los últimos años la explotación de los recursos hídricos subterráneos sea más usual por parte de sus habitantes. Las aguas subterráneas requieren un tratamiento menos drástico para su potabilización a comparación de las aguas superficiales, generalmente solo es necesario un proceso como ser la aireación.

El desarrollo del siguiente trabajo presenta la implementación de un aireador de eje horizontal, impulsado por la energía hidráulica proporcionada por el agua para su tratamiento y potabilización en el área rural, con el fin de mejorar la calidad del agua extraída de forma eficiente en las plantas de tratamiento de agua potable para pequeñas poblaciones.

Palabras clave: Agua subterránea; aireador; tratamiento; aireación.

ABSTRACT

In some areas of our country, the shortage of water for human consumption becomes more noticeable with each passing day. This has led to an increase in the exploitation of underground water resources by its inhabitants in recent years. Groundwater requires less drastic treatment for purification compared to surface water, typically only requiring a process such as aeration.

The development of the following project involves the implementation of a horizontally-axis aerator, powered by hydraulic energy provided by water, for its treatment and purification in rural areas. The aim is to improve the quality of water extracted efficiently in water treatment plants for small communities.

Key words: Groundwater; aerator; water treatment; aeration.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso cada día más demandado en la población mundial (Rijsberman, 2006). Esta situación lleva a las personas a buscar fuentes de abastecimiento de agua ya sean superficiales o subterráneas para su uso cotidiano. Se estima que gran parte de ésta (cerca de dos tercios) será afectada por escasez de agua en las próximas décadas (Alcamo et al., 1997, 2000; Vorosmarty et al., 2000), esta situación ha llevado a las personas a implementar diferentes tratamientos para los recursos hídricos y hacer de los mismos consumibles.

Una planta de tratamiento de agua potable para agua subterránea está compuesta por diferentes partes como ser: aireadores, decantadores, floculadores, tanques de sedimentación y filtros para un adecuado tratamiento.

En purificación y tratamiento de aguas se entiende por aireación el procedimiento por el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire con el propósito de modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella. En resumen, es un proceso de introducir aire en el agua (Romero ,1999).

Las aguas subterráneas al no tener contacto con la atmosfera presentan cantidades bajas en la concentración de oxígeno disuelto y un pH básico, por tal motivo se realiza un proceso de aireación que regule el valor de pH e incremente la concentración de oxígeno disuelto.

Para tal fin la norma NB-689 menciona los siguientes aireadores para su uso en las plantas de tratamiento:

- Aireador de Bandejas
- Aireador de Cascadas

Como otra opción a los aireadores comúnmente usados se presenta esta nueva alternativa de aireador tipo carrusel, este nuevo modelo fue sometido a pruebas hidráulicas para verificar su

eficiencia en la elevación del Oxígeno Disuelto y la regulación del pH.

MATERIALES Y MÉTODOS

El aireador para las pruebas hidráulicas está construido en polimetilmetacrilato conocido por sus siglas PMMA, es uno de los plásticos de ingeniería, se destaca por ser un plástico transparente de bajo peso y por su resistencia al rayado.



Figura 1.- Aireador de eje horizontal



Figura 2.- Aireador de eje horizontal

Las uniones del equipo fueron hechas con pegamento plástico de secado rápido y sellando las posibles filtraciones usando silicona líquida.

El equipo usado para la medición de parámetros fue el Lab Quest, con los calibradores Vernier de OD (Oxígeno Disuelto) y pH. Así mismo se trabajó con buffers de calibración de 4.00 y 7.00 de pH. Como se muestra en las siguientes figuras:

El proceso de análisis y síntesis se realizó basándonos en el conocimiento teórico haciendo uso del método experimental para llevar a cabo las pruebas experimentales en el laboratorio de hidráulica.



Figura 3.- Medidor multiparámetro Lab Quest.



Figura 4.- Calibrados Vernier de oxígeno disuelto.



Figura 5.- Calibrados de PH.



Figura 6.- Canal hidráulico.

El aireador está compuesto por un eje central que presenta cuatro brazos de giro los cuales sujetan a su vez cuatro cajetines con 2 perforaciones de 5mm de diámetro en las bases. El mismo está ubicado dentro del canal hidráulico sujeto por dos soportes de forma triangular que permiten giro en el eje horizontal del aireador.

El aumento de la concentración de oxígeno disuelto se debe a la caída que origina los orificios del cajetín, esto provocando un burbujeo en el momento del contacto del chorro de agua del cajetín con el espejo de agua del canal hidráulico, cada punto de medición fue tomado a 0.5 m desde el punto 0 hasta el punto 10 en un lapso de 70 segundos.

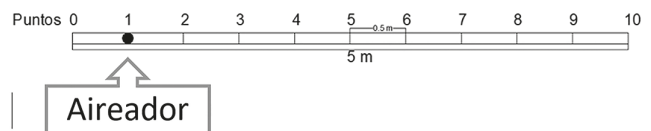


Figura 7.- Puntos de medición.

RESULTADOS

Siguiendo el método experimental se procedió con la toma de datos de las pruebas hidráulicas usando los equipos de medición ya mencionados, tomando como parámetro el tiempo de 7 segundos desde el inicio del movimiento del aireador para su posterior tabulación midiendo un punto aguas arriba antes del proceso de aireación y puntos aguas abajo del agua ya tratada con el nuevo modelo obteniendo las siguientes tablas y gráficas:

Tabla 1.- Medición del pH.

Punto	Tiempo	pH
0	0	7.95
1	7	7.85
2	14	7.76
3	21	7.7
4	28	7.68
5	35	7.59
6	42	7.46
7	49	7.26
8	56	7.16
9	63	7.1
10	70	7.07

Valores de pH

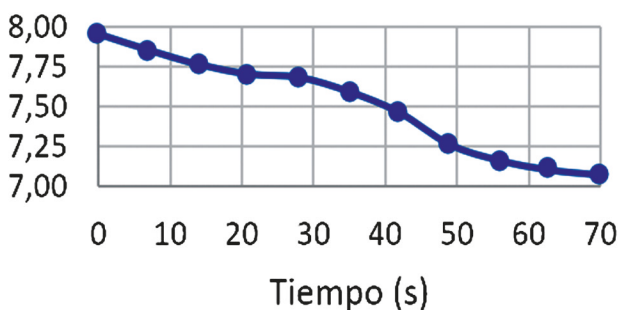


Figura 8.- Variación de PH durante la prueba de aireación.

Tabla 2.- Medición de oxígeno disuelto.

Punto	Tiempo	OD (mg/l)
0	0	1.7
1	7	1.89
2	14	1.97
3	21	2.34
4	28	2.46
5	35	2.97
6	42	2.99
7	49	3.07
8	56	3.14
9	63	3.25
10	70	3.3

Oxígeno Disuelto.

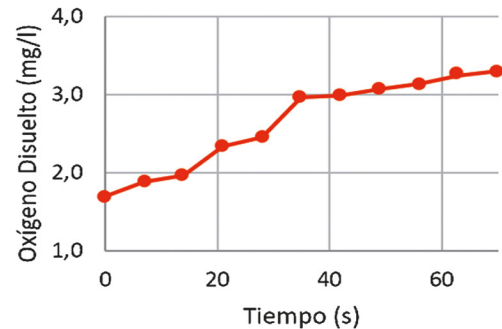


Figura 9.- Variación de oxígeno disuelto durante la prueba de aireación.

DISCUSIÓN

Terminadas las pruebas hidráulicas realizadas en el canal, la tabulación y la posterior grafica de los datos medidos, el aireador presenta un funcionamiento adecuado en comparación a los de más aireadores mencionados en la NB-512.

Los resultados indican que la longitud del brazo de sujeción de los cajetines es directamente proporcional al tiempo de aireación como también la longitud del canal que expone el agua tratada a un contacto con el aire, lo que significa que:

Los niveles de O.D. y pH dependen del radio de giro del aireador y a su vez del tiempo que lleva

el agua en contacto con el aire, tras su aireación con el prototipo y su transporte por el canal hidráulico.

CONCLUSIONES

Las gráficas muestran que el funcionamiento del aireador es eficiente:

Regula el pH de un valor de 7.95 a 7.09 en un lapso de 70 seg. Tomando en cuenta que el modelo está a escala 1:50, es decir que la aireación está en función de la longitud del brazo de soporte de cada cajetín.

La medición en el punto 0 aguas arriba del aireador muestra un valor de 1.7 mg/l tras la aireación el equipo da un valor de a 3.3 mg/l que corrobora el funcionamiento del equipo al aumentar la cantidad de OD, lo que ubica al agua tratada con el aireador en un estado aceptable (Nivel de Oxígeno 3.1-5.0 mg/l, calidad de agua aceptable)

Experimentalmente se observa que la turbidez del agua tratada baja considerablemente. La medición de este parámetro no está contemplado en los alcances de la investigación, por el supuesto que las aguas subterráneas son, por lo general, aguas sin turbidez.

El nuevo diseño presenta un funcionamiento aceptable dentro los rangos establecidos, cumple con los objetivos propuestos de regulación del pH(aumento o descenso) y el aumento de la

cantidad O.D. para la oxidación de los metales que se encuentran en el agua.

BIBLIOGRAFÍA

Alcamo, J., Doll, P., Kaspar, F., Siebert, S., 1997. *Global change and global scenarios of water use and availability: an application of WaterGAP 1.0.* University of Kassel, CESR, Kassel, Germany.

Burbano, L., Sánchez, L. D. (2001) *Remoción de hierro y manganeso por oxidación de filtración para agua potable. Seminario Internacional: Visión Integral en el Mejoramiento de la Calidad del Agua.*

Norma Boliviana NB-512, 2005, *Control de Calidad de Agua para Consumo Humano, Tabla N°1, pp. 14*

Norma Boliviana NB-689, 2004, *Estaciones de Agua-Diseño para Sistemas de Agua Potable.* pp. 112

Rijsberman, F., 2006. *Water scarcity: Fact or fiction? Agricultural Water Management.* Vol. 80, pp. 5-22.

Romero Rojas Jairo Alberto (1999)- *POTABILIZACIÓN DEL AGUA*
Vorosmarty, C.J., Green, P., Salisbury, J.,

Lammers, R.B., 2000. *Global water resources: vulnerability from climate change and population growth.* Science Vol 289, pp. 284-288