

Comunicación corta

Tecnología de potabilización de agua en zonas rurales como medida de adaptación al cambio climático en el Callejón de Huaylas, Ancash - Perú

TECHNOLOGY FOR WATER PURIFICATION IN RURAL AREAS SUCH AS ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE IN THE CALLEJON OF HUAYLAS, ANCASH - PERU

MARTIN HUAMÁN CARRANZA§*, KIKO FELIX DEPAZ CELI§, NINO ARAUJO JAMANCA§, JUDITH FLORES ALBORNOZ§

Recibido: 15 febrero de 2019 / Aceptado: 03 mayo de 2019

§EP Ingeniería Sanitaria, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú

Resumen

Con el propósito de conocer cómo el cambio climático viene alterando las fuentes de agua empleadas en sistemas de abastecimiento en zonas rurales, se seleccionaron manantiales que se ubican en cinco localidades para verificar el cambio de las características físicas, químicas y bacteriológicas. Los resultados evidenciaron el incremento o modificación de la concentración de los principales componentes químicos del agua, alterando su calidad, tal fue el caso de la dureza, cloruros, sulfatos y cloro residual; así como una variación de las características de la turbiedad, sólidos suspendidos y coliformes totales. El problema hallado fue motivo para plantear tecnología con sistema para la mejora de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua a partir del uso de zeolita y carbón activado (Antracita) o arena de sílice. El sistema fue instalado antes del ingreso del agua al reservorio de almacenamiento, y como unidad de tratamiento final se desinfectó con clorador automático por erosión. Esta tecnología busca asegurar la calidad de agua en zonas rurales.

Palabras clave: Calidad de agua, Cambio climático, Carbón Activado, Cloración automática, Material Filtrante.

Abstract

In order to know how climate change will be altering the sources of water used in the supply systems in rural areas, select the waterholes that are located in five locations of Huaraz to verify the change of physical, chemical and bacteriological characteristics. The results evidenced the increase or modification of the concentration of the main chemical components of the water, altering its quality, such was the case of hardness, chlorides, sulfates and residual chlorine; as well as a variation of the turbidity characteristics, suspended solids and total coliforms. The problem was a reason to propose technology with system for the improvement of chemical, chemical and biological parameters of water from the use of zeolite and activated carbon (Anthracite) or silica sand. The system was installed before the water entered the storage tank, and as a final treatment unit it was disinfected with an automatic erosion chlorinator. This technology seeks to guarantee water quality in rural areas.

Keywords: Water quality, climate change, activated carbon, automatic chlorination, filters material.

*Correspondencia de autor: Av. Universitaria, s/n – Shancayan, Huaraz, Ancash. Código Postal. 01.
E-mail: martinmhc@outlook.com

INTRODUCCIÓN

La problemática de la calidad de agua de las fuentes hídricas de una determinada cuenca se ve afectada por la variación en cantidad y alteración de sus características físicas y químicas. En los últimos 20 años no se han desarrollado proyectos que impulsen la construcción con adecuados sistemas de agua potable y de saneamiento en las zonas rurales del callejón de Huaylas en Ancash.

Existe la necesidad de mejorar la calidad del agua de las fuentes hídricas que son usadas para abastecer de agua a un aproximado de 100 familias que viven en distintos distritos del Callejón de Huaylas, fuentes que sufren variación de sus volúmenes de agua cuya recarga es principalmente por los ríos de una determinada cuenca y por las precipitaciones.

La mejora que se planteada fue el empleo de sistemas de filtración como unidades de tratamiento, pero no con uso de arena simples porque filtran lento, sino con filtros y pre filtros en base a Antracita, carbón activado, arena cuarzosa, arena de sílice y lechos de caliza, que son de fácil accesibilidad en la región norte de Perú, donde se ubican las localidades a intervenir.

La propuesta de este trabajo requirió implementar plantas piloto en las localidades con problemas de turbiedad, sólidos suspendidos, dureza del agua, presencia de algunos metales en forma de traza, las cuales retuvieron en los filtros y pre filtros.

Estos pilotos se quieren implementar para mejorar la calidad de las aguas de manantiales de las comunidades rurales pertenecientes a una determinada cuenca, como medida de adaptación al cambio climático en la zona de la cordillera del callejón de Huaylas.

Para asegurar una buena calidad de agua debe de cumplir la norma peruana D.S N° 031-2010-SA, del Ministerio de Salud donde debe cumplirse el mínimo tratamiento de desinfección para lo cual también se ha planteado el empleo de cloradores por erosión, empleando pastillas de cloro con dosificación mínima de 1.5mg/L para los reservorios.

MATERIALES Y MÉTODOS

LUGAR DE ESTUDIO

Se estimó pertinente realizar la comparación de dos cuencas, la cuenca Chucchun y la cuenca de la quebrada Quilcayhuanca, que se ubican en la provincia de Carhuaz en Ancash. Se escogieron cinco localidades para poder aplicar la tecnología propuesta.

CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Propuesta de Nuevas tecnologías

Se caracterizaron las aguas de manantial de las localidades seleccionadas y se recomienda aplicar la tecnología (Figura 1), para los casos en donde la turbiedad, sólidos y coliformes son elevados; la tecnología posee unidad de pre filtro y filtro especial para contener un material especial para mejorar la calidad del tratamiento.

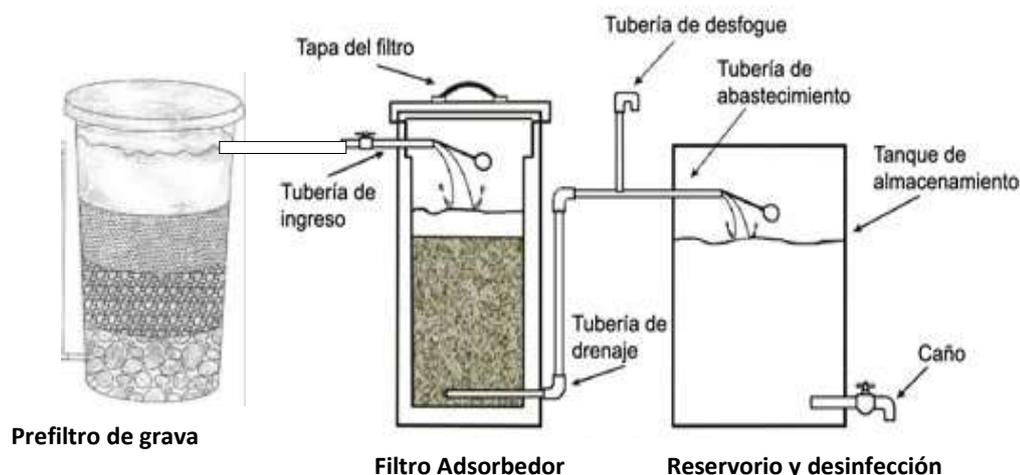


Figura 1. Esquema de unidades de tratamiento de agua para empleo en manantiales

Una vez culminado el tratamiento con las unidades previas de filtración se propone la implementación de cloradores por erosión que consiste en la instalación de un reservorio con válvulas. Cuando se cuenta con terreno se suele instalar en caseta diseñada especialmente para la protección de las unidades y sus accesorios (Figura 2).



Figura 2. Instalación de sistema de cloración automática o por Erosión

Especificación de materiales filtrables a emplear

Antracita: es un excelente medio de filtración para clarificación del agua en uso potable o industrial, cuando es usada en combinación con arenas filtrantes. Es un carbón mineral, de color negro, brillante, con gran dureza, presenta mayor contenido en carbono (hasta 95%). Debido a la forma especial de sus granos permite que el material que se encuentra en suspensión sea retenido en la profundidad del lecho filtrante. En comparación con un filtro de arena, este medio filtrante permite un desempeño en el filtro de mayor flujo, menos caída de presión y un mejor y rápido retrolavado.

Tabla 1. Características físicas de la antracita

Grado	Granulometría (malla)	Granulometría (milímetros)	Tamaño efectivo de Partícula (milímetros)
N°1	14 x 30	1.14 – 0.59 mm	0.60 – 0.80 mm
N°1.5	10 x 20	2.00 – 0.84 mm	0.85 – 0.95 mm
N°2	4 x 12	4.76 – 1.68 mm	1.70 – 4.00 mm

Es el carbón mineral más metamórfico y el que presenta mayor contenido en carbono. Es de color negro a gris acero con un lustre brillante. Cabe destacar que no difiere mucho en cuanto a calorías con la mayoría de los carbones bituminosos (hullas). Comparado con estos últimos carbones la antracita no mancha al ser manipulada. También destaca sobre otros carbones por su bajo contenido de humedad.

Arena sílice o cuarzo: es un mineral no metálico, inodoro, de granos finos hasta gruesos de forma irregular hasta semiredondo de colores variables en los que se encuentran el blanco, beige y amarilla principalmente, La arena sílice es un compuesto resultante de la combinación del sílice con el oxígeno. Su composición química (SiO₂) está formada por un átomo de sílice y dos átomos de oxígeno, formando una molécula muy estable que es insoluble en agua y que en la naturaleza se encuentra en forma de cuarzo.

Adsorción: es un proceso por el cual moléculas de impurezas se adhieren a la superficie del carbón activado. La adherencia es gobernada por una atracción electro-química.

Carbón activado: es preparado a partir de diversos materiales tales como: carbón, madera, cáscaras de nueces, turba y petróleo. Se produce a temperaturas altas (982-1,093°C), con horno de atmósfera especial e inyección de vapor “activa” el carbón y crea la porosidad, dejando mayormente una “esponja” de esqueleto. Los poros varían en tamaño desde “microporos” menores a 20 angstroms y “mesoporos” de 20- 100 angstroms, hasta “macroporos” mayores a 100 angstroms en un rango de hasta más de 100,000 angstroms. El área de superficie (AS) del carbón activado varía de 500 a 2,500 metros cuadrados por gramo (m²/g), dependiendo de la materia prima y del proceso de activación. El grado típico de carbón para tratamiento de agua tiene un área de superficie de 900 a 1,100 m²/g.

Zeolitas: se emplean en el ablandamiento con el empleo del proceso de intercambio iónico más antiguo y más simple. Elimina la dureza del agua incluyendo el hierro y el manganeso si estos constituyentes pueden mantenerse en forma iónica reducida. El lecho del intercambiador puede regenerarse con una salmuera de cloruro de sodio. Durante el proceso, la dureza del agua puede variar así como la velocidad del flujo a través del sistema. El diseño del equipo consta de un armazón de acero que soporta al lecho intercambiador de iones.



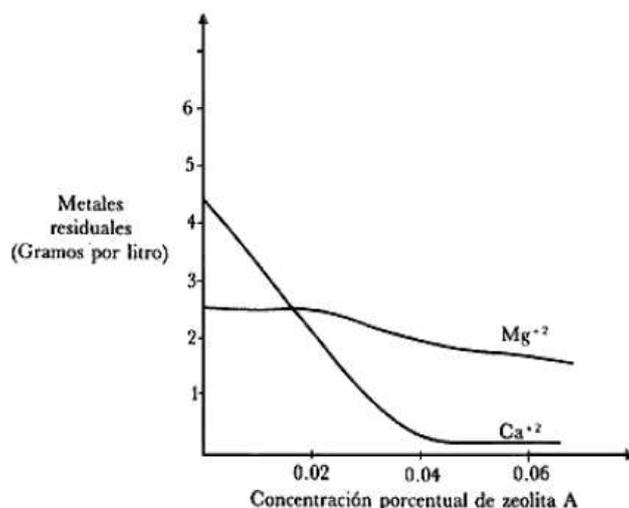


Figura 3. Eficiencia de la remoción de dureza empleando zeolita

Contaminantes frecuentes en fuentes de agua

De acuerdo a la caracterización preliminar en fuentes de agua de la cuenca Chucchun se ha podido determinar que existe cierta variación de parámetros de calidad en las diferentes localidades donde se pretende realizar la instalación de cada localidad piloto seleccionada para el estudio.

Tabla 2. Parámetros evaluados en los sistemas de agua potable rural

Parámetro	unidad
Turbidez	UNT
STD	mg/L
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃
Dureza	mg/L CaCO ₃
Sulfatos	mg/L SO ₄
Coliformes Totales	UFC/mL
Coliformes Fecales	UFC/mL

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para poder definir cuál debe ser la mejor alternativa de selección se verificó la cantidad de los agentes una vez realizado la caracterización como se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3. Caracterización de manantiales en sistemas de agua potable

Parámetro	Unidad	Localidad: Huantay	Localidad: Coyrocscho	Localidad: Obraje
Turbiedad	UNT	4.00	7.09	3.00
STD	mg/L	106.00	506.00	145.00
Alcalinidad	mg/L CaCO ₃	21.00	138.00	47.00
Dureza	mg/L CaCO ₃	24.00	360.00	65.00
Sulfatos	mg/L SO ₄	26.00	244.00	25.00
Coliformes Totales	UFC/mL	<1.00	26.00	276.00
Coliformes Fecales	UFC/mL	<1.00	14.00	144.00

Como se puede apreciar va existir localidades que por la presencia de sólidos disueltos y el aumento de la turbiedad que años atrás no sobrepasaban el valor de 1.00 van a requerir la implementación de unidades de filtros que se diseñarán de forma convencional y dinámica, estos deben contar con las siguientes características técnicas:

Características de filtro absorbedor a gravedad

- Velocidad de filtración 90 a 160 m³/m² día
- Espesor del manto filtrante 60 a 75 cm
- Espesor del manto sostén 0,30 a 0,45 m
- Lavado Por Raspando la superficie
- Pérdida de carga de 16 cm a 1,20 m máximo
- Carrera 20 a 60 días
- Ninguno o aireación (rara vez floculación y sedimentación)

El funcionamiento de las unidades de adsorción de lecho de carbono es similar a la de las unidades de filtración. De hecho, la adsorción en lecho es en parte filtración. Operación de flujo a contracorriente es análoga para filtrar el lavado a contracorriente, y la operación de flujo simultáneo es análoga al flujo descendente normal de la filtración por gravedad.

Los cálculos de pérdida de carga de adsorción de lecho, por tanto, son los mismos que con la filtración. Dado que las fórmulas de pérdida de carga a través de lechos de sólidos ya se han discutido en virtud de la filtración, no se llevarán a cabo aquí. El punto importante a recordar es que para las fórmulas de filtración para aplicar el marco de medidas de adsorción de lecho móvil, la velocidad superficial debe ahora ser considerada velocidad relativa.

Velocidad relativa en adsorción de lecho

Como se ha mencionado antes, el funcionamiento de la unidad de adsorción en lecho se puede llevar a cabo en un modo de lecho móvil, ya sea simultaneo o contracorriente. Cuando el experimento se lleve a cabo, la velocidad superficial también debe ser registrada. La razón es que la adsorción es una función del tiempo de contacto entre la fase líquida que contiene el soluto para ser absorbido y lecho de carbono en fase sólida. Por lo tanto, para los datos de avance sean aplicables a una columna de adsorción real prototipo, las velocidades relativas que ocurrieron durante la prueba deben mantenerse en la columna real. Cuando se mantienen las velocidades relativas entre el agua que fluye y el lecho de carbón, es irrelevante si la cama está en movimiento.

Verificación de calidad de las aguas tratadas y sometidas a cada uno de los tratamientos de acuerdo a la siguiente tabla de comparación, una vez evaluado los datos se podrá definir si el tipo de tratamiento propuesto es el adecuado para la solución de los problemas de calidad de agua para consumo en las zonas rurales del Callejón de Huaylas.

Tabla 4. Evaluación de calidad de las localidades Asignadas

Localidad	Pre Filtro – Filtro Adsorbedor – Cloración (Erosión)							Sistema de Tratamiento Planteado Filtro Adsorbedor – Cloración (Erosión)							Cloración (Erosión)						
	Parámetros en Evaluación							Parámetros en Evaluación							Parámetros en Evaluación						
	UNT	STD	Alc	Sulf	Du	CT	CF	UNT	STD	Alc	Sulf	Du	CT	CF	UNT	STD	Alc	Sulf	Du	CT	CF
Huantay (Carhuaz)	X	X	X	X	X	X	X														
Coyrochsho (Carhuaz)	X	X	X	X	X	X	X														
Obraje (Carhuaz)								X	X	X	X	X	X	X							
Hunchus (Huaraz)															X	X	X	X	X	X	X
Curhuas (Huaraz)								X	X	X	X	X	X	X							

CONCLUSIONES

Una vez aplicado los sistemas de tratamiento para cada localidad identificada y evaluando los parámetros seleccionados se concluirá que el sistema elegido es el adecuado con una eficiencia del 80 a 90% en la reducción del parámetro en exceso hallado.

Con esta demostración se debe implementar este tipo de tecnologías sencillas y prácticas en los proyectos de agua y saneamiento en zonas rurales como media de adaptación del cambio climático, para localidades más vulnerables.

La implementación de esta tecnología será más económica que otros sistemas que necesitan el empleo de energía para su funcionamiento adecuado, con este tipo de materiales y aprovechando sus características físicas y químicas que son útiles para mejorar la calidad del agua para consumo humano, se desea instalar varios modelos típicos para verificar su eficacia.

Referencias

- American Water Works Association. (1991) Reserch Foundation, Manual of desing for slow san filtration, Denver (USA), AWWA, 1991.
- Agraval I.C. (1978) Operation slow san filters with alum coagulated water, Proceedings Sympposium of environmental pollution. S.L, S.N 1973
- Berg, P. (1991) Cost of construction for slow sand filtration plants, AWWA Slow Sand Filtration Worshop, Durham (USA), University of new Hampshire 1991.
- CEPIS (1990), Plantas modulares de tratamiento de agua, CEPIS documentos técnicos N°08, Lima, CEPIS. Actualizado en Lima 1990, versión de 1982.
- Hespanhol I. (1969). Universidad de São Paulo (São Paulo, BRA), Investigaçãõ sobre o comportamento e aplicabilidade de filtros lentos no Brasil, Universidade de São Paulo, 1969.
- Renton P.J, Bayley R.G. (1991) Water treatment systems Existing an new cleaning techniques for a large scale slow sand filters, thames wáter Utilities/AWWA. 1991.
- Wegelin, M. (1988) Centro internacional de referencia para disposición de residuos (Dubendorf, CH), Filtracion gruesa de flujo horizontal, Manual de diseño, construcción y operación, Lima