

ECOFILTRO DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Planificación y Desarrollo

En la década de los años ochenta con el financiamiento del Banco Interamericano De Desarrollo -BID- fue desarrollado en el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial -ICAITI-, un filtro artesanal de cerámica para potabilizar agua en las áreas rurales y regiones carentes del servicio de agua potable para el consumo humano.

Después de dos años de investigación se diseñó el prototipo final, formado de tres componentes: El filtro, su recipiente colector del agua filtrada y su respectiva tapadera. Los tres componentes fabricados artesanalmente a base de arcilla o barro, a excepción del filtro que está compuesto de una mezcla de aserrín de madera, arena de río y de arcilla en cantidades específicas y con una granulometría determinada que es la que le confiere la porosidad adecuada para el proceso de filtración. Finalmente se impregna con una solución de Plata Coloidal al 3.2 % interior y exteriormente.

El filtro así fabricado está en capacidad de proveer un promedio de 1 a 2 litros de agua potable por hora con una duración efectiva de un año de funcionamiento.

Materiales y Funcionamiento (Filtración)

Arcilla o Barro

El uso del barro en la fabricación del Ecofiltro obedece en primer lugar a las características intrínsecas de este material que lo hacen ideal para el moldeado y capaz de soportar la inclusión hasta cierto punto de otros materiales, sin perder sus características.

El término arcilla es aplicable usualmente a cierto tipo de minerales compuestos en cantidades apreciables de silicatos de aluminio hidratado.

Se define también como un material terrígeno, de grano fino que desarrolla plasticidad cuando se mezcla con cantidades limitadas de agua, esta plasticidad es la principal propiedad de la "arcilla húmeda", y bajo este estado puede ser deformada por presión.

Estas propiedades son determinantes para que la arcilla sea uno de los componentes básicos en la formulación de la mezcla para la fabricación del

elemento filtrante del Ecofiltro. (Flores Diaz, A Arcillas, Instituto De Antropología e Historia. Guatemala; Haldacher Avila, E. Universidad del Valle de Guatemala)

Aserrín de Madera

La inclusión de aserrín de madera como material secundario en la formulación de los componentes del Ecofiltro, tiene dos objetivos: uno conferir junto con la arena de río, el grado de porosidad adecuado y necesario a efecto de lograr la capacidad filtrante necesaria: y dos el aserrín se convierta en carbón en el proceso de “quema” (calentamiento en hornos especiales a temperaturas altas controladas) que es parte del método de fabricación de cerámica tradicional, Por consiguiente, en la dualidad de funciones de este material en su incorporación como material complementario de la fabricación del Ecofiltro debe ser destacada la función del carbón resultante en el proceso de fabricación, ya que indudablemente este material contribuye con sus características a la eficiencia y calidad del filtro.

“El principal objetivo en el tratamiento de agua potable, es producir alta calidad de agua que sea segura para el consumo humano, que tenga apariencia estética, conforme a los estándares federales y estatales y que sea económica su producción. Una de las herramientas que ayuda a alcanzar estos objetivos es el carbón activado” (Hoehn, 1996).

El carbón activado es muy útil en el tratamiento del agua porque este actúa como un adsorbente y puede remover con efectividad partículas y compuestos orgánicos del agua. Adsorción es el proceso por medio del cual el carbón activado remueve sustancias del agua. Adsorción es la captura de una sustancia en la superficie del sólido adsorbente, es un proceso de remoción en el cual las partículas se adhieren a la superficie de otra partícula adsorbente ya sea por una atracción física o química.

No se debe confundir el termino adsorción con absorción ya que en este ultimo el proceso consiste en la penetración de una sustancia dentro de otra.

La razón por la cual el carbón activado es un efectivo material adsorbente se debe a su contenido alto de poros cavernosos; esto provee de una mayor área de superficie en relación al tamaño de las partículas en si del carbón. (Reynolds & Richards, 1996) (Water Treatment Primer. Environmental information management. Civil Engineering Dept. Virginia Tech.)

Carbones Decolorantes: “Se preparan mezclando materia orgánica como aserrín con sustancias porosas como piedra pómez, luego se emplea calentamiento y carbonización para depositar la materia carbonácea en todas las partículas porosas” (Haldacher Avila E. Universidad del Valle de Guatemala).

Arena de Río

Compuesta fundamentalmente de silicatos, junto al aserrín de madera es el tercer componente en la formulación de la mezcla cerámica que compone la estructura básica del Ecofiltro. Con una determinada granulometría su inclusión en la formulación favorece la consistencia del material y coadyuva en la formación de la porosidad necesaria y adecuada, que provee una buena filtración.

La capacidad filtrante de la arena es aprovechada en varios sistemas de filtros como los de capas filtrantes, conformados de varias porciones de grava carbón y arena, ejemplo el filtro intermitente usado en Irán en el cual la cama de filtración consiste en capas de: grava, carbón, arena y grava; las pruebas preliminares mostraron que es capaz de remover del agua: materia en suspensión, olor, color, sabores, bacterias hongos, protozoos y algas (Merchant, Prof. Dr. N.M. Pahlavi University, Shiraz. Irán).

En igual forma y con utilización de arena funcionan los filtros: Canari Filter de Guinea (Dabo, N. T. Service Nationale de Prevention, Conakry Guinea) y el filtro casero de Nigeria (Chatiketu, S. WHO, P. O. Box 765 Kano, Nigeria)

Las características de la arena y su utilización como medio filtrante son ampliamente reconocida “la filtración lenta con arena mejora más la calidad del agua que cualquier proceso tradicional de tratamiento considerado aisladamente” (Guías Para La Calidad Del Agua Potable. Organización Mundial De La Salud).

Plata Coloidal

El termino coloide se define como una sustancia compuesta de partículas extremadamente pequeñas de alto peso molecular en suspensión en gases, líquidos o sólidos (que van desde .01 hasta .001 micrones de diámetro). La plata coloidal es un coloide de partículas submicroscópicas de plata que se mantienen en suspensión gracias a su carga eléctrica, a una concentración de cerca de 5 a 15 partes por millón (PPM). Es obtenida por medio de un proceso altamente controlado de electrolisis. Concentración alta pueden lograrse gracias al aglutinamiento de altas concentraciones de partículas o por el uso de una proteína como ligamento. Las altas concentraciones de plata coloidal tienen una coloración amarilla oscuro. Su forma de actividad bactericida está ligada a los procesos enzimáticos respiratorios de los microorganismos.

La plata coloidal ha sido usada como biocida desde antiguas civilizaciones como en Grecia y Roma, y se sigue usando como un efectivo agente bactericida.

Estudios realizados por ejemplo por el Laboratorio Nacional De Salud Pública de México demuestran que su aplicación directa en aguas contaminadas reduce en 100 % el contenido de Mesofilicos Aeróbicos y de Coliformes Totales (REG L N.S.R.P. NUM 6789/6790, acta oficio 0784).

El mismo Laboratorio de México en el acta oficio 879, indica que un agua contaminada con 93,000 UFC/ml de mesofilicos aerobios se redujo a cero al igual que los coliformes en concentraciones de 30,000 UFC/ml, con la aplicación de plata coloidal al .32%.

Un estudio realizado por el Laboratorio Clínico del Hospital General de Enfermedad Común, del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social en Guatemala, demostró que utilizando una gota de plata coloidal al .32% en suspensiones de Vibrio cholerae en concentraciones de 10^{-7} , 10^{-5} y 10^{-3} bacterias por ml, después de 15 minutos se produjo una reducción del 100% del contaminante.

Hay que diferenciar la plata coloidal de la plata iónica porque, aunque ambas tienen un importante poder bactericida su comportamiento en el organismo humano es muy distinto. Solo la plata iónica puede provocar el fenómeno de Argiria.

En el caso del Ecofiltro este se impregna con la plata coloidal (3.2%) tanto en el interior como el exterior de las paredes del elemento filtrante y dada la naturaleza y porosidad del mismo, se logra una adsorción completa del químico en toda su pared filtrante. Esto hace que, al agregar el agua a descontaminar al filtro, esta última entre en contacto con la plata coloidal impregnada en las paredes, efectuando por consiguiente la purificación del agua.

Filtración

Es el proceso de separar sólidos de líquidos, con el propósito de obtener líquidos ópticamente transparentes, lo cual se logra con la intervención de una sustancia porosa denominada filtro o medio filtrante. El líquido que ha sido pasado a través del filtro se denomina filtrado. El proceso de filtración en el Ecofiltro produce agua potable química y microbiológicamente comprobable.

Modificaciones y Modelo Actual (Ecofiltro)

Inicialmente la manufactura y comercialización del filtro de cerámica fue el modelo fabricado por el proceso de torneado manual artesanal, con un recipiente recolector del agua filtrada, fabricado igualmente de barro. Debido a una alta demanda, a la no existencia de procesos artesanales de cerámica de torno en áreas geográficas específicas, y a una necesidad de transporte más conveniente

y seguro; Ceramistas Por La Paz, una organización no Gubernamental (ONG) con sede en los Estado Unidos de Norte América y con una filial en Nicaragua dirigida y administrada por el ceramista profesional Ron Rivera, basado fundamentalmente en el diseño, modelo y características físico-químicas del filtro de cerámica artesanal , modifico el proceso de manufactura de sistema manual a sistema semi-industrial de moldeado con prensa, y el uso de recipientes recolectores de material plástico. El Ecofiltro se comercializa en dos formas recipientes recolectores de plástico o de barro.

Eficiencia, aceptabilidad, efectividad y calidad

Eficiencia

El Ecofiltro con una capacidad de filtración de 1 a 2 litros de agua por hora, se ha comprobado por estudios realizados en Guatemala y otros países es capaz de abastecer a una familia promedio de cinco personas, si se considera que el agua proveniente del mismo es únicamente para el consumo humano.

El proceso de filtración en el Ecofiltro se realiza por gravedad, el agua a filtrar se coloca en el recipiente filtrante, que este sobrepuesto en el recipiente colector. La filtración por gravedad en un proceso sencillo que requiere únicamente del cuidado de mantener el volumen de agua a su máximo, para evitar bajas de presión y que la filtración sea constante y con un flujo adecuado.

La facilidad de fabricación, que puede ser por artesanos ceramistas, puesto que es una tecnología sencilla y de bajo costo, la ventaja de su transporte a cualquier sitio, el no necesitar conexiones de agua entubada y a ser una unidad individual familiar, hacen que estos factores determinen al Ecofiltro como de alta eficiencia, bajo costo y un medio adecuado de resolver los problemas de falta de agua potable para las poblaciones necesitadas de este servicio, o para aquellos lugares en los cuales el agua suministrada no reúne las condiciones de potabilidad requerida. (Contra la morbilidad infantil: filtros artesanales y educación. Estudios Sociales IV época. Instituto de investigaciones Económicas y Sociales. Universidad Rafael Landívar. Guatemala)

Aceptabilidad del Sistema

Uno de los problemas, que se afrontan con el uso de los diferentes sistemas de potabilización del agua es el grado de aceptación que los mismos tengan para la población, especialmente en las áreas rurales de los países subdesarrollados en donde predomina el analfabetismo y grado bajo de escolaridad que no les permite a los pobladores discernir sobre la conveniencia tanto económica como de salud del uso de determinados sistemas.

Dos de los procesos recomendados cloración directa o el hervir el agua antes de su consumo, tiene ciertas limitaciones y aceptación. Por ejemplo, en el caso de

Guatemala la población rechaza en su mayoría el sabor que el cloro le imparte al agua, además de no tener el cuidado necesario en cuanto a dosificación. En el caso de hervir el agua, cuyo sabor tampoco es comúnmente aceptado, el problema mayor radica en el costo de la leña, y a las campañas ambientales y de reforestación que recomiendan no cortar árboles que no sean de bosques manejados forestalmente.

En el estudio realizado en Guatemala, por la Universidad Landívar y citado anteriormente, se demostró que el Ecofiltro como sistema de potabilizar agua es una solución real y aceptada por la población ¿Por qué?

- a) Suministra de 1 a 2 litros de agua potable por hora.
- b) Es de fácil uso.
- c) Es de bajo costo.
- d) Produce agua sin ningún sabor y olor.
- e) Su modelo es semejante en forma y materiales a la cerámica utilitaria que la población usa en sus hogares.
- f) Porque la población objeto de estudio comprobó que, utilizando el filtro, disminuyen considerablemente las enfermedades gastrointestinales especialmente en la población infantil.
- g) Porque el agua es más fresca que la proveniente de las fuentes originales; “el efecto de enfriamiento por evaporación en el material cerámico utilizado por el filtro es de 2 a 3 grados centígrados (Aletthia Environmental Study)

Efectividad y Calidad del Ecofiltro

La efectividad del Ecofiltro ha sido comprobada local e internacionalmente, tanto en su funcionamiento como en la capacidad microbiológica para potabilizar el agua a través de análisis del agua obtenida mediante su uso.

Para determinar la capacidad de potabilización (remoción e inactivación de bacterias) se emplean los métodos normas y estándares de calidad que indican los organismos internacionales: Standard Methods for the Examination of Water and wastewater. American Public Health. Association/ American Water Works Association/ water Environment Federation Washington D C USA.

Y normalmente se analiza la presencia de Coliformes Totales, Coliformes Fecales *Streptococos* fecales y especialmente *Escherichia coli*. *E. Coli* se usa frecuentemente como indicador del tratamiento higiénico de los alimentos y todavía es usado como indicador de la posibilidad de la presencia de patógenos entéricos. (Chris Bell. Alec Kyriakides) *E. Coli*, ha sido relacionado con la diarrea (especialmente en niños), con la colitis hemorrágica, con la disentería etc.

Los análisis microbiológicos que han comprobado la calidad del Ecofiltro se han realizado tanto a nivel nacional como internacionalmente: Ministerio de Previsión Social y Salud Pública Laboratorio De Microbiología De Alimentos INLASA La Paz

Bolivia (Registro a-20). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Centro para la Investigación en Recurso Acuáticos de Nicaragua (Informe del Departamento de Microbiología Sobre la Capacidad Filtradora De Los Filtros De Cerámica Para Purificar Agua Potable).

En septiembre del año 2001 USAID, contrató a la empresa Alethia Environmental de Allston Massachusetts, que a su vez subcontrato a Jubilee House Community, para realizar un estudio sobre la efectividad intrínseca del filtro de cerámica. La investigación fue conducida por el profesor conferencista del MIT Daniele Lantagne. Después de realizar estudios de campo y laboratorio, encuestas y entrevistas con los usuarios se concluyó que el filtro de cerámica tiene una capacidad de remoción del 100% de bacterias y bacterias indicadoras de causar enfermedades en el organismo.

El tamaño de los poros del filtro fue determinado por el Industrial Analytical Services, Inc en Massachusetts por medio del método de microscopia electrónica con rayos x, el tamaño de los poros se encontró que es de 0.6 a 3.0 micrones. Debido a esta porosidad Alethia Environmental encontró que incluso sin la impregnación de plata coloidal el filtro tiene capacidad de remoción de bacterias como E. Coli.

Utilización y Reconocimientos

Utilización

El Ecofiltro que fue desarrollado en Icaiti, cuya sede estaba en Guatemala, pero operando a nivel regional en Centro América, fue utilizado inicialmente en este país. Luego la tecnología desarrollada fue transferida al Ecuador a través de una asesoría brindada a MAP International con los auspicios de USAID bajo el contrato No. 518-0015-g-3049-00. En este país la fabricación y dirección del taller para su fabricación fue encomendada a la Asociación Indígena de Illuchi Cotopaxi; el filtro se comercializo con el nombre de Yashuma, vocablo que en la lengua local es la abreviatura de Yacuta Shushuma Manga que quiere decir agua potable.

Posteriormente Ceramistas Por La Paz, habiendo modificado el proceso de fabricación a una forma semi-industrial de prensado inicio las operaciones de fabricación en Nicaragua y luego se extendió su uso y fabricación a nivel mundial, en la actualidad se fabrica en aproximadamente 14 países en varios continentes.

La Asociación Guatemalteca para la Familia de las Américas, después de haber

realizado el estudio “Contra la morbilidad infantil: filtros artesanales y educación” y cuyos resultados demostraron las ventajas y utilidad de este medio de potabilización del agua, tomo la iniciativa de iniciar la fabricación a nivel industrial para complementar sus programas de salud en beneficio de la población necesitada. En la actualidad en la ciudad de la Antigua Guatemala opera la fábrica de esta organización con una producción diaria de 125 filtros, y proyectada a una mayor producción si la demanda lo requiere.

Reconocimientos

La Asociación Latinoamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, con motivo de haberse reunido en la ciudad de Guatemala en ocasión de celebrar su XIII congreso Internacional. Invito al ICAITI a presentar proyectos sobre investigación del recurso agua. El Proyecto del Filtro Artesanal para potabilizar agua, fue presentado y después de un análisis de parte de la Junta Directiva de dicha Asociación le fue conferido el PREMIO AIDIS DE CENTROAMÉRICA.

El Banco Mundial en dos oportunidades y a nivel mundial le ha otorgado el premio MARKET PLACE AWARD, por su aporte al bienestar de la humanidad. En forma personal al profesional que tuvo a su cargo el desarrollo tecnológico Lic. José Fernando Mazariegos Anleu Químico egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala le han sido ofrecido reconocimientos por el Club Rotario Guatemala Metrópoli, El diario Siglo XXI de la ciudad de Guatemala; y recientemente por La Fundación Solar.