



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA

# **Eficiencia de la Potabilización de aguas crudas mediante la filtración lenta en arena Sílice, caliza y luffa cilíndrica**

Ensayo comparativo.

Alan Jair Rentería Peláez<sup>1</sup>, Alonso Jaraba  
Espinoza<sup>2</sup>, Luis Miguel Calvo Montés<sup>3</sup>



# Introducción

- El agua potable que se ofrece normalmente en Colombia es tratada por las plantas potabilizadoras de las aguas crudas captadas, y poco se ha implementado alternativas que complementen el abastecimiento de agua en los sitios marginales que no cuentan con red de acueducto.





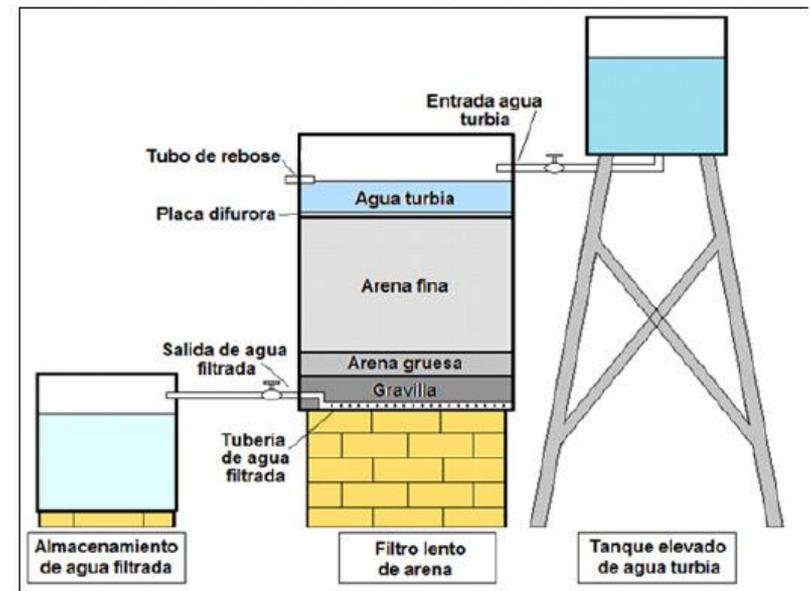
# Introducción

- Por esta razón nos centramos en estudiar un sistema alternativo de potabilización de aguas crudas. Como lo es el filtro lento de arena con ciertas variaciones.

## 10. ANEXO

La siguiente figura contiene el esquema de un filtro lento de arena domiciliario, al de se le incorporaron dos de tanques: uno que suministra el agua, y otro que la recoja la recoge. El sistema planteado funciona por gravedad.

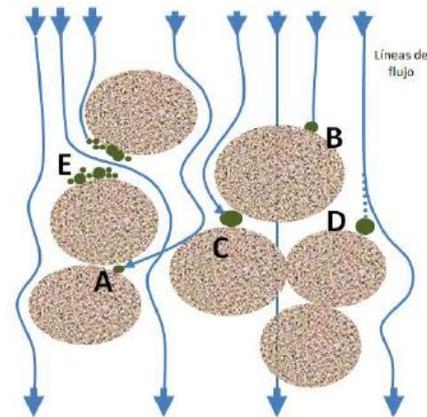
Figura 21. Filtro Lento de Arena CON Tanque de suministro y almacenamiento.





# Introducción

- La filtración en arena consiste en la remoción de partículas suspendidas, coloidales y disueltas presentes en el agua cruda, que pasan a través de un medio poroso de arena. Durante el proceso, las impurezas entran en contacto con la superficie de las partículas del medio filtrante y son retenidas, desarrollándose adicionalmente procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples.

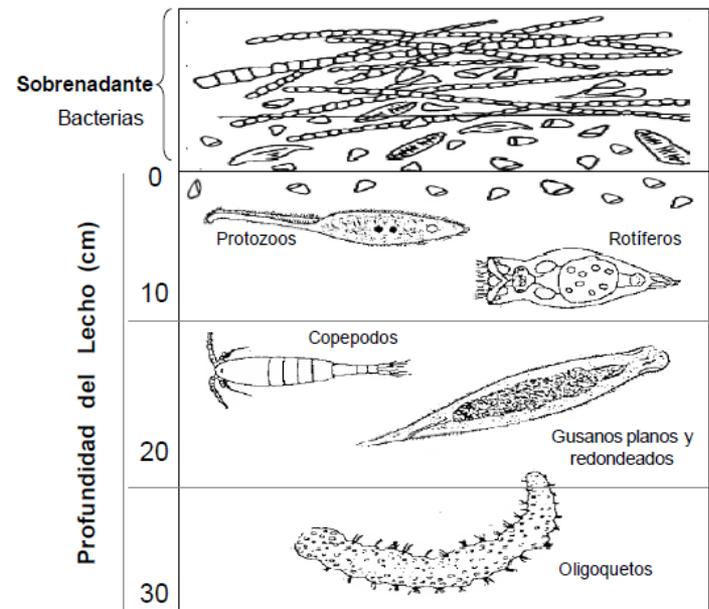


**Figura 1.2.** Mecanismos de transporte más representativos en la FLA. (A) impacto inercial, (B) intercepción, (C) cernido, (D) sedimentación (E) adhesión.

Fuente: Elaboración propia, a partir la información presentada por Arboleda "Teoría y Práctica de la Purificación del Agua" (2000) y Metcalf y Eddy "Waste Water Engineering: Treatment and Reuse" (2003).



- un filtro sin capa biológica activa remueve cerca del 85% de coliformes presentes en las aguas de abastecimiento, cuando la capa biológica se establece y madura la eficiencia en la remoción de los coliformes aumenta hasta un 99%.
- (Campos, 2002; Di Bernardo y Dantas, 2005; Ellis y Wood 1985; Fogel et al.1993; Huisman y Wood, 1974; Sánchez et al.2007, entre otros)



**Figura 1.4.** Formas de vida características de los filtros lentos en arena a diferentes profundidades del lecho.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información presentada en AWWA "Water Quality and Treatment: A Handbook for Community Water Supplies" (1999) y Mc Nair et al. "Schmutzdecke Characterization of Clinoptilolite" (1987).



# Materiales y Métodos

- El Objetivo es medir la eficiencia de dos filtros lentos de arena variando el material adsorbente
- Uno con Carbón Activado
- Otro con Luffa cilíndrica

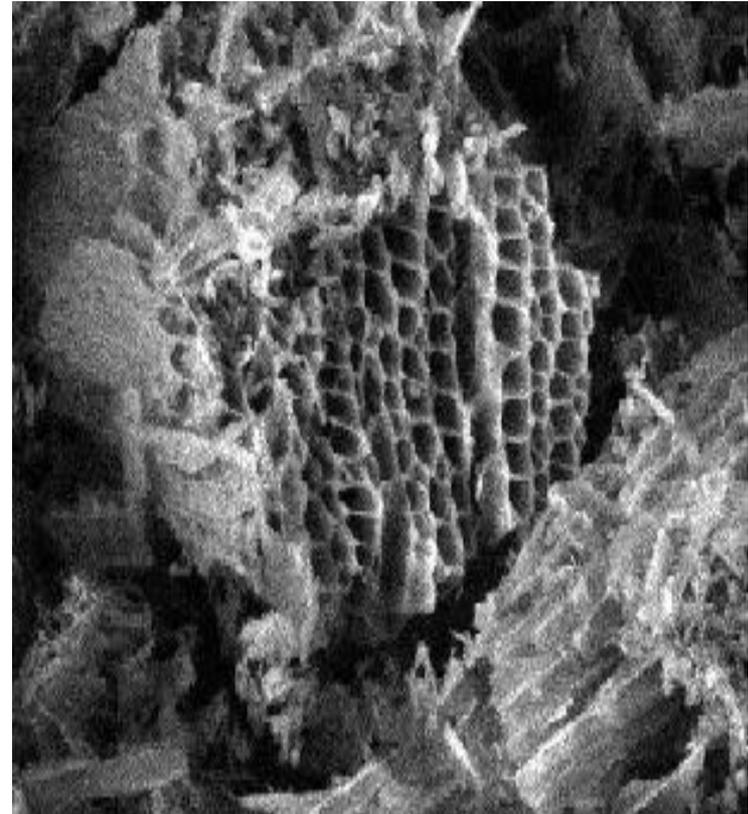




- **Carbón activado:** Es un material que se caracteriza por poseer una cantidad muy grande de microporos y gran área superficial, lo cual le permite tener alta adsorción ya que retiene moléculas de otros compuestos presentes en el medio. Estas fuerzas de atracción son conocidas como las fuerzas de Van Der Waals.

**Luffa:** la Luffa Cylíndrica posee características físicas que la hacen adecuada para el uso en procesos de adsorción, y es usada para el tratamiento de aguas. Esta característica podría suplir el papel del carbón activado que es el utilizado comúnmente en los filtros.

# Carbón activado



<http://en.academic.ru/pictures/enwiki/65/Activated-carbon.jpg>



# Materiales

- **Materiales Utilizados**

- **Lecho filtrante**
- Carbón activado
- Antracita aproximado 8 mm Diámetro
- Arena de río con diámetros aproximados de 0,59mm, 0,295mm y 0,149mm.
- Carbón activado granulado 6mm
- Luffa cilíndrica
- Gravilla
- **Torre de filtración**
- **Dimensiones:**
- 5cm Diámetro
- 38 cm de altura efectiva
- Medio de soporte pvc

- **Recipientes de Muestras**

- Garrafas de agua de 4L
- 4 Frascos de vidrio estériles de 250 ml
- 4 Frascos de plástico de 600ml

- **Equipos**

- Tamizador eléctrico
- Balanza electrónica
- Juego de tamices certificados por NTC 174
- Bomba peristáltica
- Venoclisis (manguera)



# Metodología

- El sistema experimental cuenta con 2 columnas.
- Las dimensiones de la columna son: altura 38 cm, diámetro interno 5cm, diámetro externo 6cm
- Estas columnas tienen una formación de gravilla, arena, carbón activado y antracita, depositadas en el mismo orden respectivamente de abajo hacia arriba.



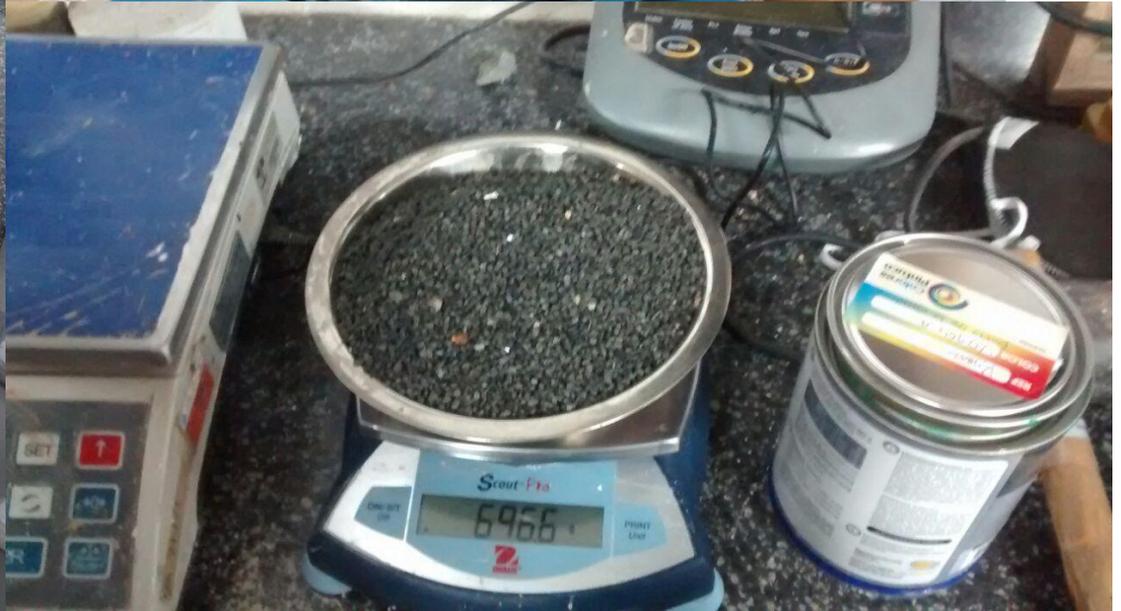
# Metodología

- la arena de río, se lavó, se secó a 100°C durante 24 h en estufa
- Luego se realizó el tamizado según NTC 174
- La antracita se consiguió con tamaño uniforme y prelavado





INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**COLEGIO MAYOR  
DE ANTIOQUIA**





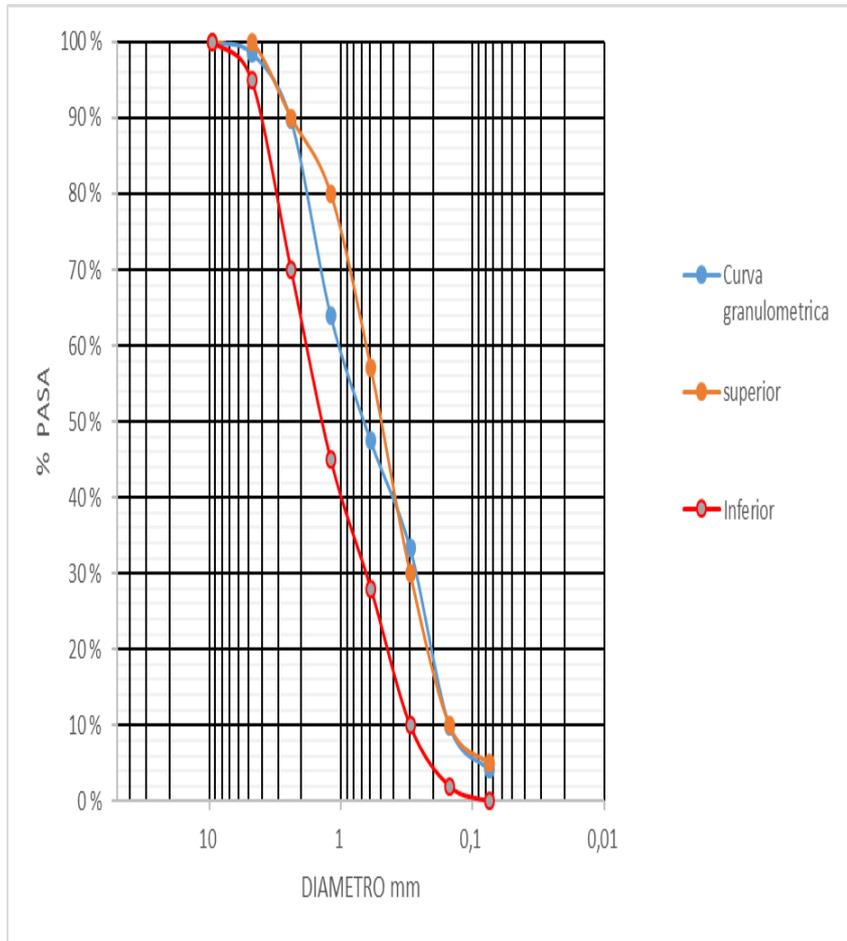
# Metodología

ENSAYOS GRANULOMETRIA							
<b>RESULTADOS ARENA</b>							
PESO SUCIO + TARA (gr)		1947,1					
PESO TARA (gr)		219,3					
GRANULOMETRIA							
TAMIZ	DIAMETRO mm	PESO RETENIDO	% RET INDIVIDUAL	% RET ACUMULADO	% PASA	Especificaciones diseño	
No.		gr	%	%	%	superior	inferior
3/8"	9,5	0	0	0	100	100	100
No. 4	4,76	71,3	4,1	4,1	95,9	100	95
No. 8	2,38	360,5	20,9	25,0	75,0	90	70
No. 16	1,19	505,8	29,3	54,3	45,7	80	45
No. 30	0,59	243,3	14,1	68,3	31,7	57	28
No. 50	0,297	189	10,9	79,3	20,7	30	10
No. 100	0,149	295,2	17,1	96,4	3,6	10	2
No. 200	0,075	55	3,2	99,6	0,4	5	0
FONDO		7,7					
TOTAL		1727,8					
<b>PORCENTAJE DE LODOS</b>		Pasa malla No. 200					
% Lodos (gr)	0,4						
<b>MODULO DE FINURA</b>							
RANGO = $2,3 \leq MF \leq 3,1$							
Mf =	3,3						



# Metodología

Se determino el tamaño de la antracita y la arena Según la NTC 174, para establecer el tamaño ideal para el filtro





# Metodología

- El Diseño del filtro se hizo con los cálculos del caudal de alimentación del filtro.
- Para un volumen de 500ml en la torre.





# Metodología

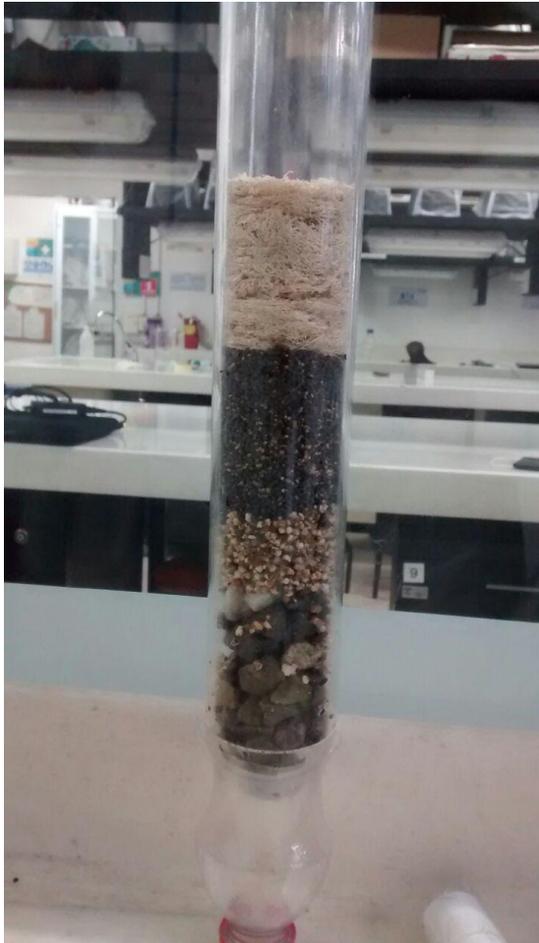
Parametro	medida	Unidad				
Radio	0,025	m				
Volumen	500	ml	0,0005	m <sup>3</sup>		
VDmin	5	m/dia				
VDmax	25	m/dia				
Afiltro	0,0019625	m <sup>2</sup>				
<b>Cálculos</b>						
1 Qmin	0,010	m <sup>3</sup> /dia	9,8125	L/dia	<b>6,81423611</b>	ml/min
2 Qmax	0,049	m <sup>3</sup> /dia	49,0625	L/dia	<b>34,0711806</b>	ml/min
3 TDmin	0,051	dias	1,223	Horas	73,3757962	min
4 TDmax	0,010	dias	0,245	Horas	14,6751592	min
5						

# Metodología

- Elaboración del Filtro A



# Metodologia



# Metodología

Material	Cantidad (Gr)	Altura (Cm)
Grava	250,28	8
Arena # 8	100	3
Antracita # 16	130	6,5
Luffa	16,98	6
Arena # 30	68,27	4
Arena # 50	68	4
Arena # 100	128	
Sobrenadante		7
		38,5

# Velocidad de Filtración

Ensayo	Volumen	Tiempo	Materiales
Ensayo # 1	300		Grava, Arena #8, 1 Antracita y Luffa
Ensayo #2	300		Grava, Arena #8, Antracita, Luffa y 3 arena # 50
Ensayo #3	200		Grava, Arena #8, Antracita, Luffa, Arena #50, Y 3 Arena #100

# Referencia

- Gherairi, F., Hamdi-Aissa, B., Touil, Y., Hadj-Mahammed, M., Messrouk, H., & Amrane, A. (2015). Comparative Study between Two Granular Materials and their Influence on the Effectiveness of Biological Filtration. *Energy Procedia*, 799-806.
- Grupo EPM. (2006). Algas como bioindicadores causantes de obturación en filtros de arena. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Instituto Nacional de Salud, Subdirección Red Nacional de Laboratorios . (2011). Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua para consumo humano para análisis de laboratorio . Bogotá, Cundinamarca, Colombia .
- Jaramillo Sanín, M. A. (2013). EVALUACIÓN DE UNA MANTA SINTÉTICA NO TEJIDA EN UN SISTEMA PILOTO DE FILTRACIÓN LENTA PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad de Medellín .
- Martín Garzón , L. M. (2011). Diseño de una guía para la elaboración de filtros Lentos de potabilización de aguas. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Universidad Libre.
- MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. (2007). Decreto 1575. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- MINISTROS DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (22 de Junio de 2007). Resolución 2115. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Pang, L., Farkas, K., Bennett, G., Varsani, A., Easingwood, R., Tilley, R., . . . Lin, S. (2014). Mimicking filtration and transport of rotavirus and adenovirus in sand media using DNA-labeled, protein-coated silica nanoparticles. *Water Research*, Elsevier Ltd.
- Ramadan, M. (2015). Efficiency of new Miswak, titanium dioxide and sand filters in reducing pollutants from wastewater. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*.
- Suárez, A., Mesa, P., Bravo, V., & Prieto, A. (2015). Evaluación de un sistema de filtros de cascarilla de arroz y luffa cylindrica para el tratamiento de aguas lluvias. *Mutis*, 7.
- Torres Parra, C. A., & Villanueva Perdomo, S. (2014). El Filtro de Arena Lento: Manual para el armado, instalación y monitoreo . Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Zanicic, E., Stavrinides, J., & McMartin, D. W. (22 de Agosto de 2016). Field-analysis of potable water quality and ozone efficiency in ozoneassisted. *Water Research*, Elsevier, 11.