

“Desinfección”



Coordinación de Hidráulica
Subcoordinación de Tecnología Apropiada e Industrial

SEMARNAT

Noviembre, 2012

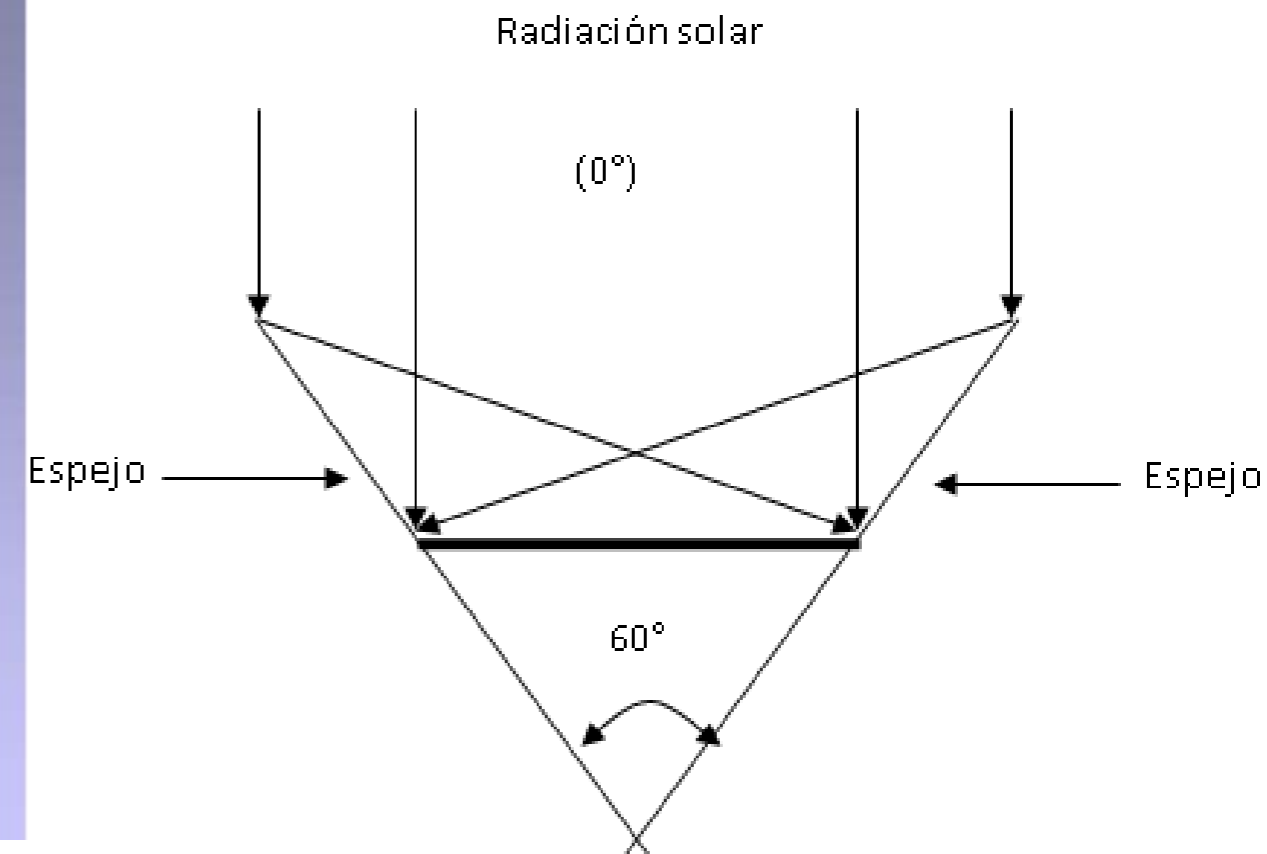
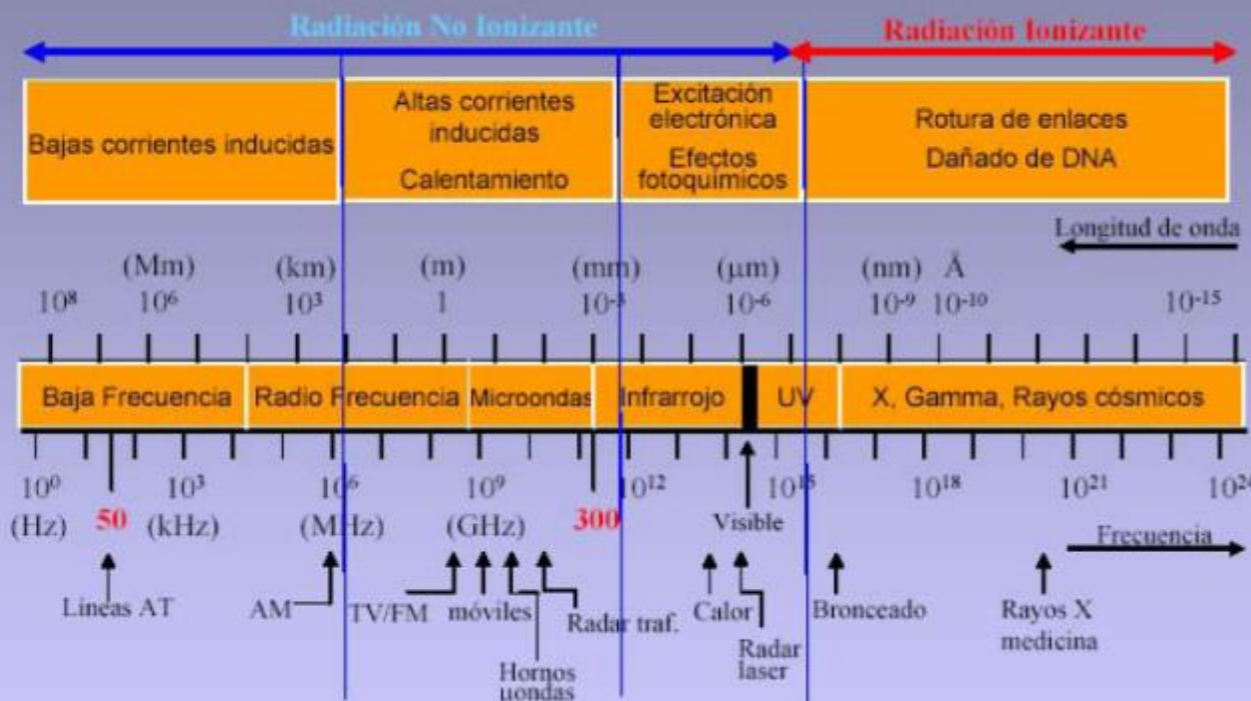


Antecedentes

- El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). (OMS, 2006)
- La experiencia ha demostrado que la calidad microbiológica del agua continúa siendo la principal preocupación tanto de los países desarrollados como de los países en desarrollo.
- Es necesario aplicar instrumentos y métodos diferentes para apoyar la gestión segura de los grandes sistemas de abastecimiento de agua entubada (por tuberías) que para la gestión de los pequeños sistemas de abastecimiento comunitarios y/o nivel vivienda.
- Agua potable se define como “el agua segura que se emplea para beber y todos los usos domésticos, incluida la higiene” (UNICEF, 2004).
- La desinfección es el proceso de reducción del número de patógenos a niveles en los cuales el riesgo de infección es aceptable. Implica la exposición de microorganismos a condiciones físicas o químicas para destruirlos o detener su crecimiento.

Caja solar

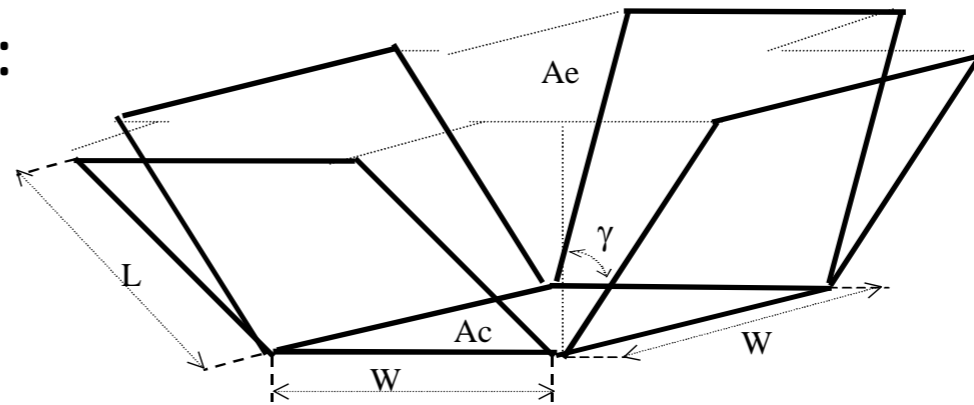
- Desinfección por radiación solar.- el agua se expone a la luz UV-A y Visible, en el rango de 350-450 nm, con la combinación de la radiación en dosis integrada de al menos de 500 W/m² y el incremento de la temperatura entre 50 y 60° C por un prolongado periodo de tiempo, se obtiene como resultado la inactivación de los microorganismos patógenos (Acra et al., 1984, Wegelin et al., 1998, Sobsey, 2002).
- Formación de oxígeno reactivo en el citoplasma, formación de radicales libres.



Especificaciones técnicas

- Las ecuaciones para el cálculo de la concentración solar (C) y el área efectiva de la apertura del concentrador (A_e), que definen este tipo de colectores son las siguientes (Merchant y Cobble, 1966):

$$C = \frac{A_e}{A_c} \quad A_e = W^2 + 4WL \text{sen } \gamma$$



- Consideraciones: Base cuadrada, longitud de 35 cm para colocar botella de 2 litros, concentración de tres veces la radiación solar.

$$\text{sen } \gamma = \frac{W}{2L} = \frac{0.35}{2(0.35)} = 0.5$$

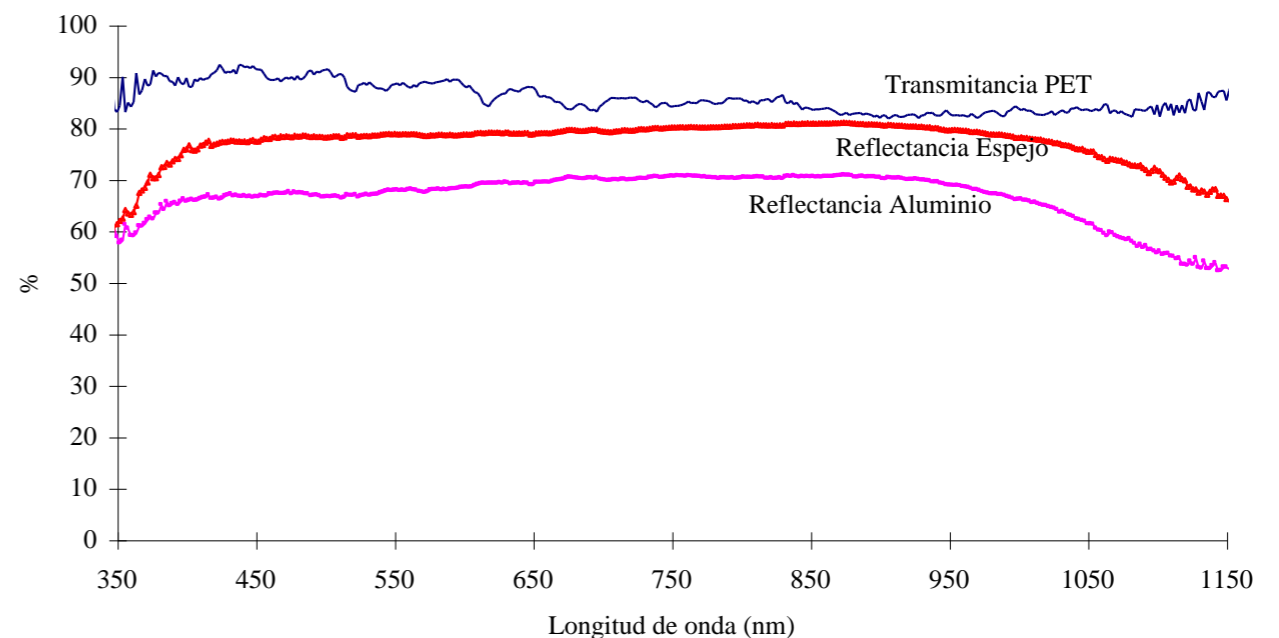
$$\gamma = 30^\circ \text{ apertura efectiva}$$

Orientación = este-oeste

Reflectancia espejo= 77.45%

Transmitancia botella PET= 85.81%

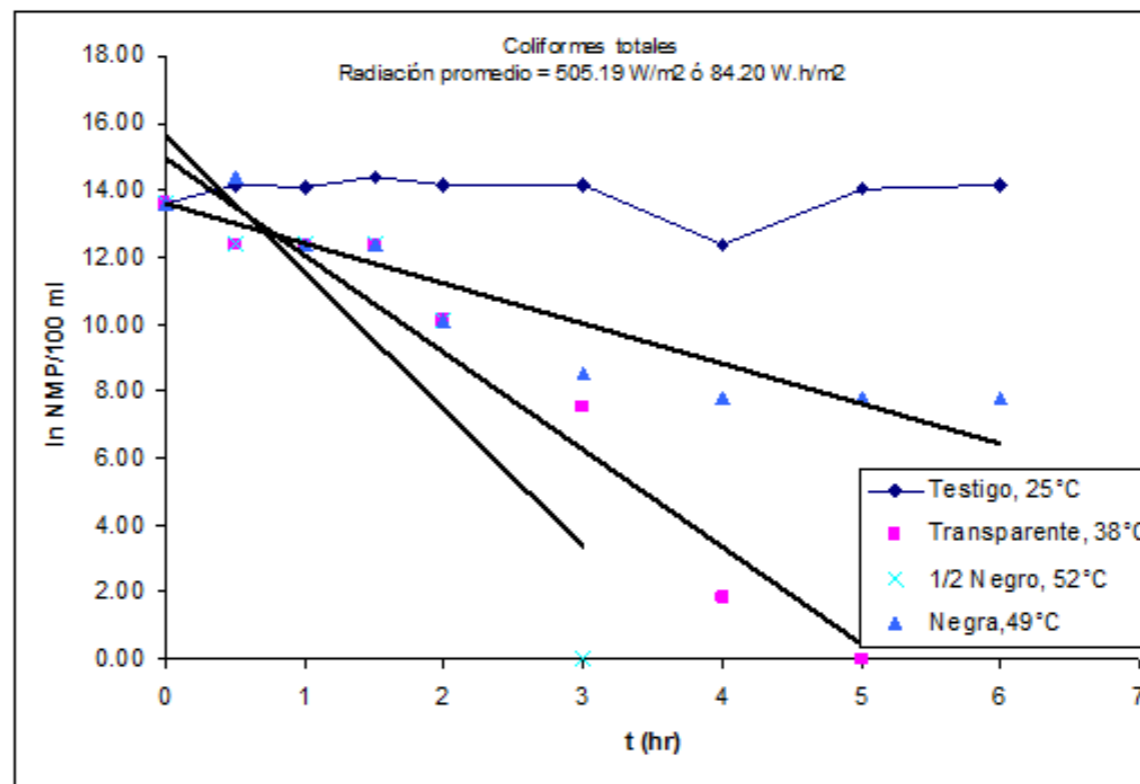
* Polietilén Tereftalato



Eficiencia

- La cinética de inactivación microbiana por sigue la ley de Chick (Wright, 2002; Gray, 1999; Wegelin, 1994; Berney et al., 2006; Dejung et al., 2007; Acra, 1990).

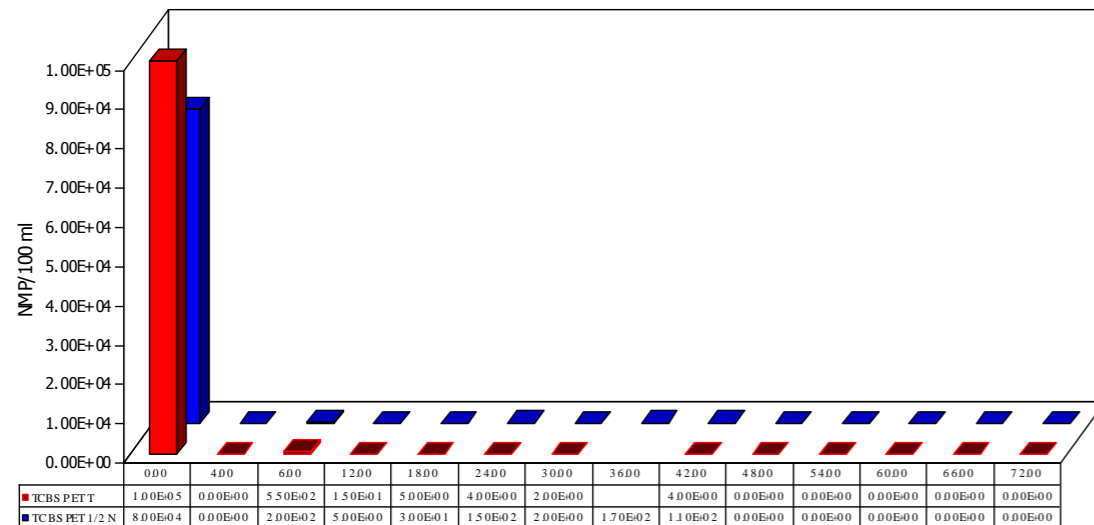
$$\frac{N}{N_0} = e^{-KIt}$$



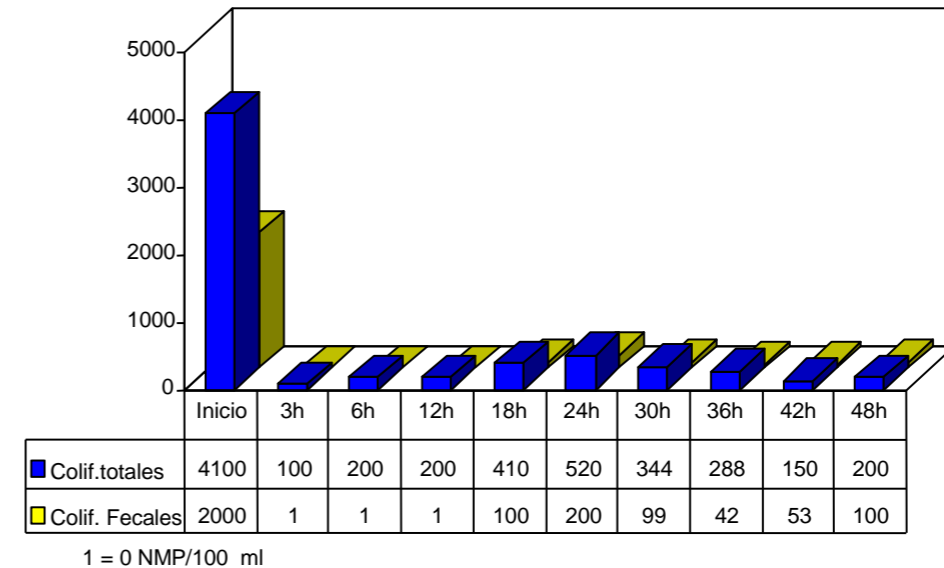
- Microorganismos de prueba: *Coliformes totales*, *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio Cholerae*. 99.9-99.99 log de remoción.
- Con esta técnica es posible eliminar niveles de 10^5 de coliformes totales/100 ml, 10^4 de *E. coli* /100 ml, 10^5 de *Vibrio Cholerae* O1 Inaba, 10^4 de *Salmonella typhi* y 10^3 de *Enterococos*.

Eficiencia

- Pruebas de recrecimiento



Día soleado

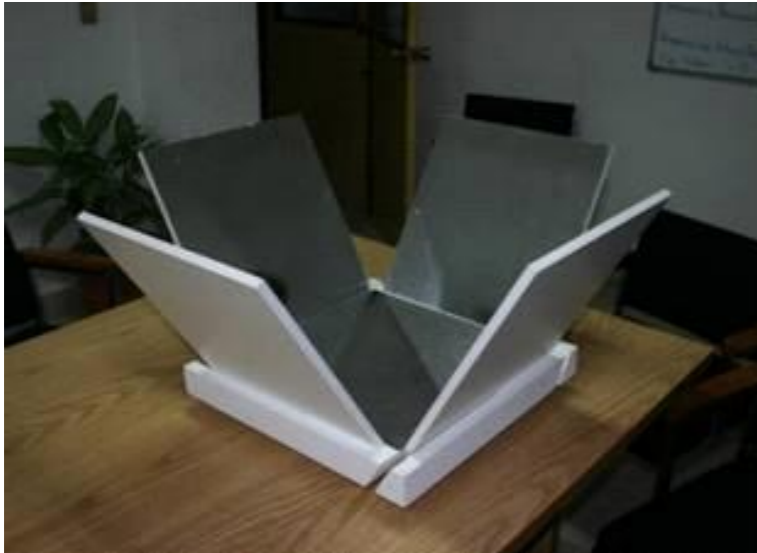


Día nublado

- En la naturaleza como en ambientes controlados, la reparación de los daños que sufren los microorganismos son importantes para su sobrevivencia y el mantenimiento de las especies, y para esto, cuentan con mecanismos moleculares y diversas estrategias adaptativas.
- No tiene efecto residual.
- Exponer de 7:00 am a 7:00 pm, no almacenar por mas de 24 horas.

Transferencia

- Materiales



Trovicel



Madera



Estructura metálica

Costo:

- Madera : \$550.00-800
- Estructura metálica: \$750 - 1000

Tiempo de construcción:

- Un día

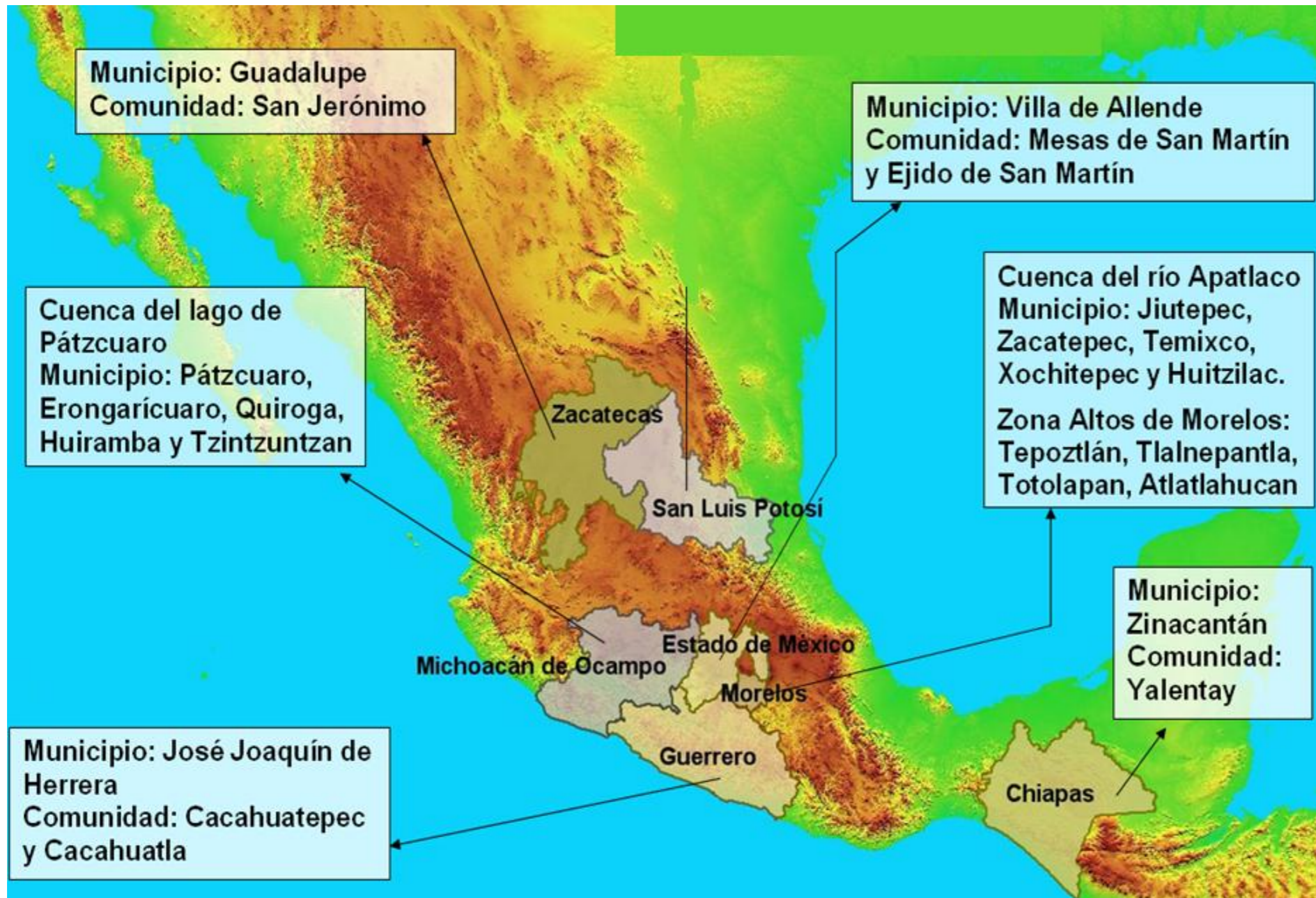
Parcialmente construido por los beneficiarios





Transferencia

- Sitios de transferencia:





Filtro biológico

- La filtración es el proceso de remoción de contaminantes mediante el paso del agua a través de un medio poroso.
- La filtración lenta en arena (FLA) consiste en un conjunto de procesos físicos y biológicos que destruye los microorganismos patógenos del agua.
- El filtro biológico de arena es una adaptación del FLA para el uso intermitente en una vivienda.
- El contenedor puede ser de concreto o plástico, el material de empaque es arena y grava especialmente seleccionada.
- En 1990 el Dr. David Manz desarrolló este filtro en la Universidad de Calgary, Canadá y ha entrenado a personas de todo el mundo en su construcción, operación y mantenimiento.
- Hasta 2009, CAWST (Center for affordable water and sanitation Technology) estimó que alrededor de 200,000 filtros biológicos de arena se han implementado en más de 70 países.

Partes del filtro:

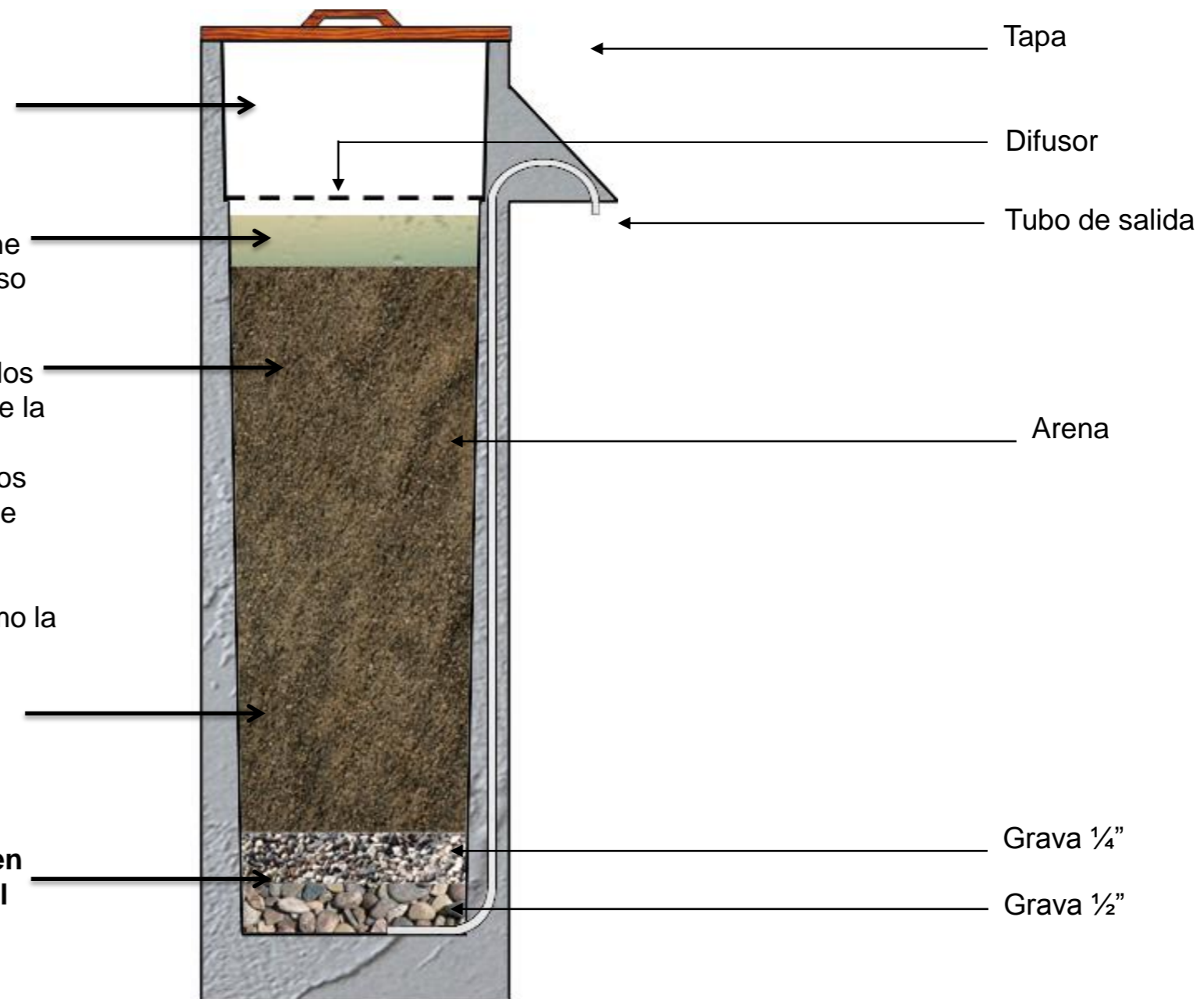
1. Zona de entrada– Donde se adiciona el agua al filtro.

2. Zona de reserva– Esta agua mantiene húmeda la arena mientras permite el paso del oxígeno a la biocapa.

3. Zona biológica– Se desarrolla entre los primeros 5-10 cm en la parte superior de la arena. La filtración con arena remueve patógenos, partículas suspendidas y otros contaminantes. Como en filtros lentos de arena, en la parte superior (1 -2 cm) se desarrolla una capa biológica de microorganismos, también conocida como la biocapa ó schmutzedecke..

4. Zona no- biológica– No contiene microorganismos debido a la falta de oxígeno y nutrientes.

5. Zona de grava– Mantiene la arena en su lugar y protege de taponamiento al tubo de salida.





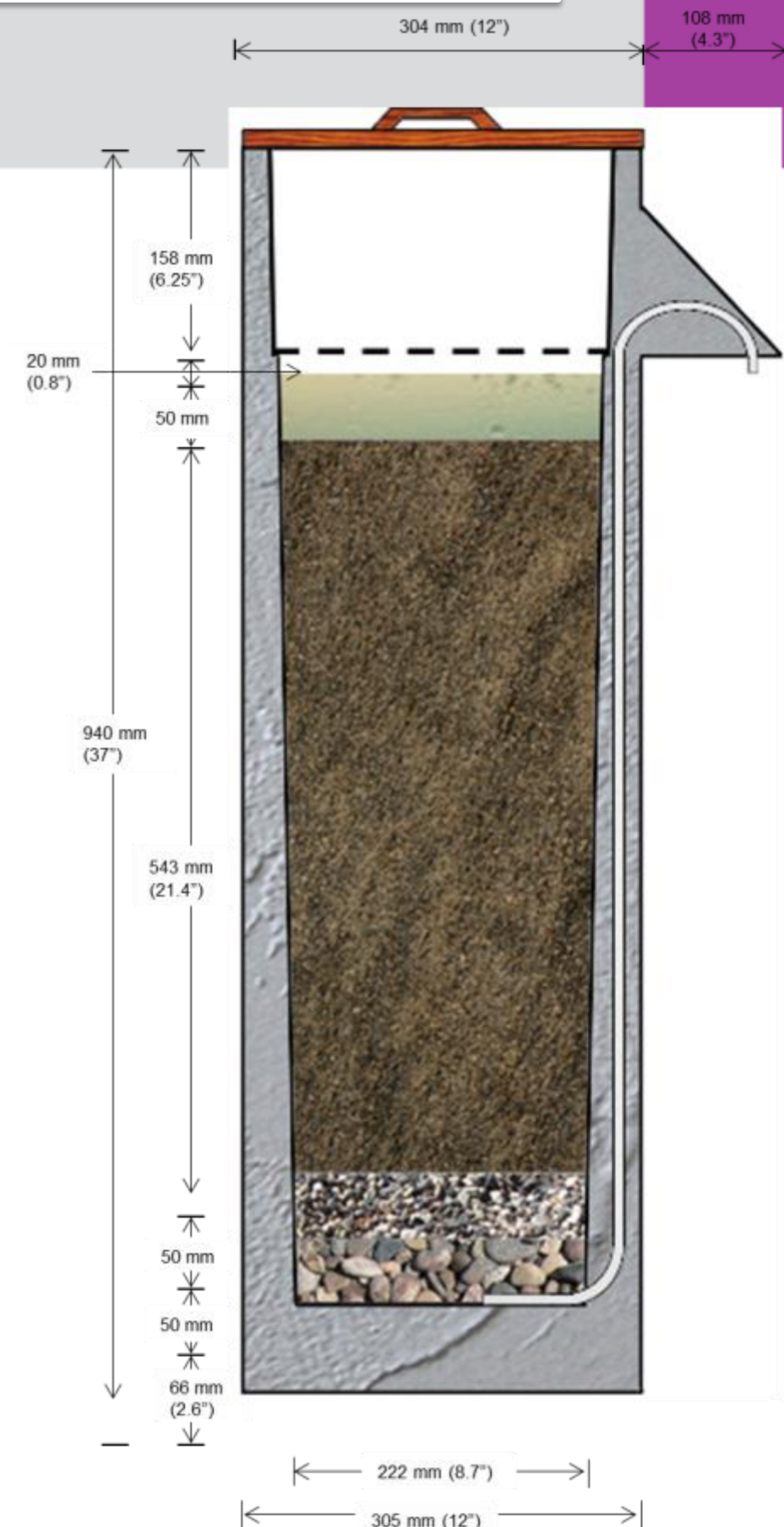
Especificaciones técnicas

Parámetros de diseño:

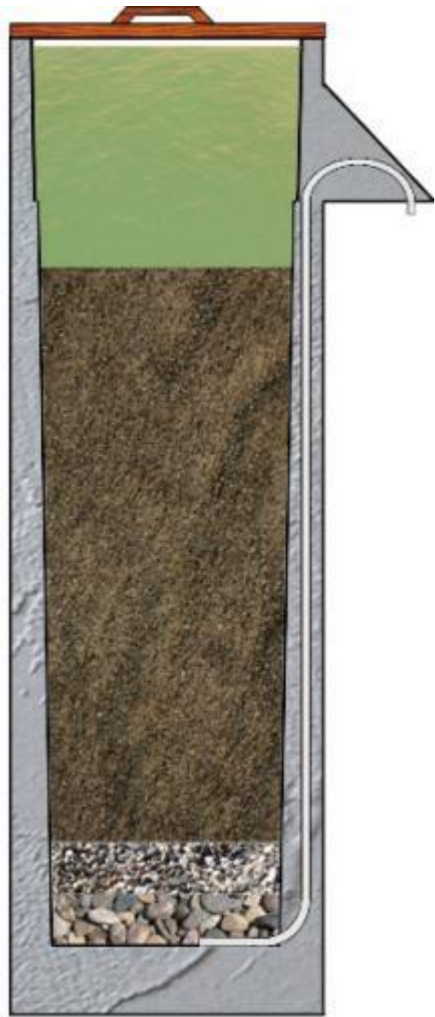
Parámetros de diseño	Valores recomendados
Velocidad de Filtración	0.15 m ³ /m ² x h (0.1 - 0.2 m ³ /m ² x h)
Profundidad de la Cama de Filtro	0.54 m
Medio de Filtro	Tamaño efectivo (TE) = 0.15-0.35 mm; Coeficiente de uniformidad (CU) = 2-3
Altura del Agua	50 mm
Sistema de Drenaje	Grava ½ " y grava ¼ "
Volumen	12 litros

Número de filtro	Altura (cm)	Lado (cm)	Lado interno (cm)
1	94	31.5	26.9

No. Prototipo	Altura (cm)			Volumen (L)		
	Grava ½"	Grava ¼"	Arena malla 24	Grava ½"	Grava ¼"	Arena malla 24
1	6.5	7.9	50.40	3	3 ¼	26

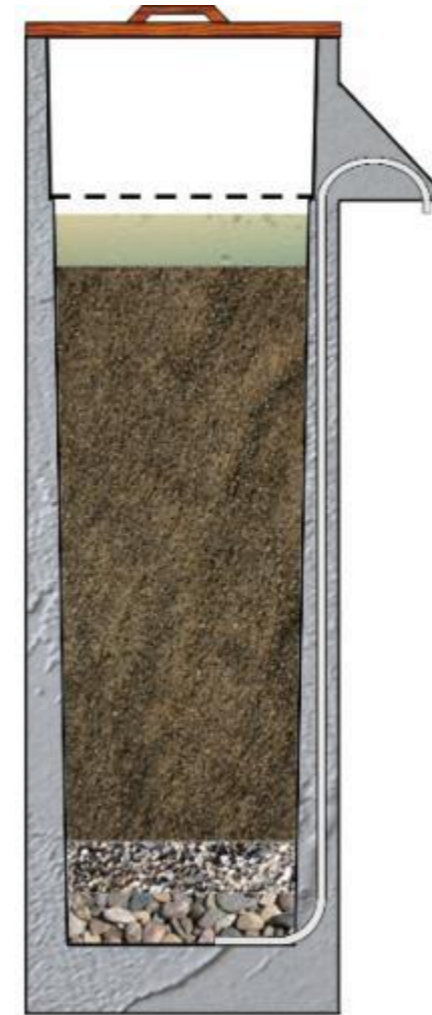


Operación:



Carrera del filtro:

- Cuando el nivel está al máximo, el peso empuja el agua a través del difusor y del filtro (carga hidráulica), conforme la carga disminuye, el flujo a través del filtro se hace más lento.
- El agua de la superficie contiene el oxígeno disuelto, nutrientes y contaminantes requeridos para formar la capa biológica.
- Las partículas suspendidas más grandes y los patógenos quedan atrapados en la parte superior de la arena donde ocupan los espacios de los poros entre los granos de arena, disminuyendo la tasa de filtración.



Periodo de pausa

El flujo de agua se detiene. El agua permanecerá al mismo nivel del tubo de salida.

El tiempo de pausa permite a los microorganismos en la biocapa consumir los patógenos y nutrientes del agua. El flujo se restablecerá cuando éstos sean consumidos.

Si el periodo de pausa es demasiado largo, la biocapa consumirá todos los nutrientes y eventualmente morirá lo cual disminuirá la eficiencia del filtro.

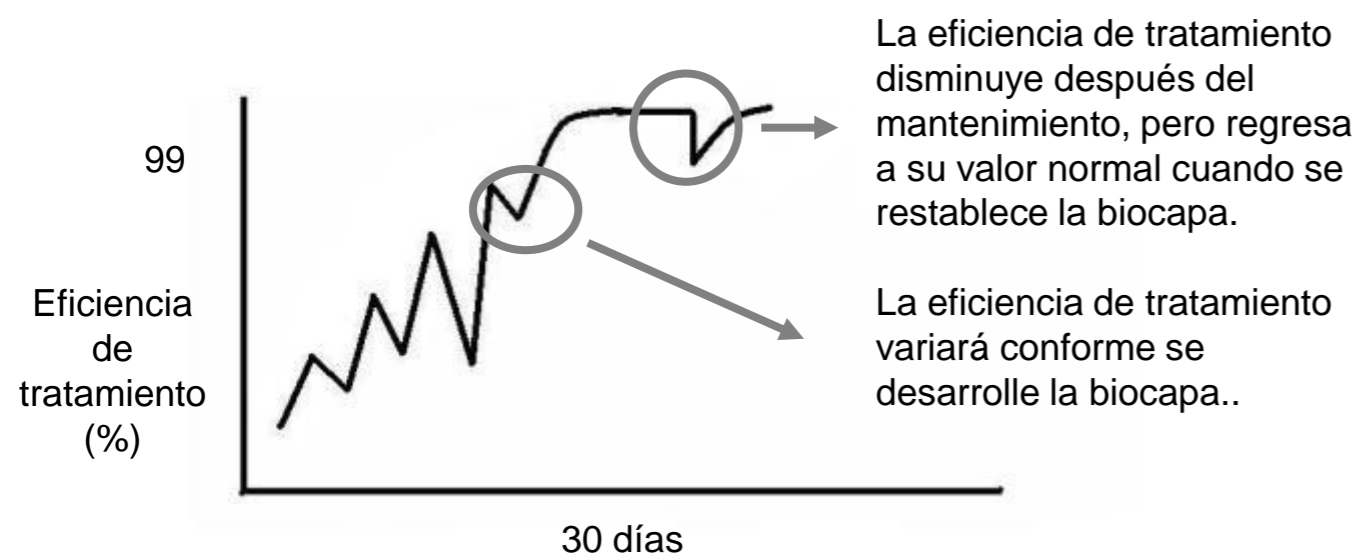
El periodo de pausa deberá ser de la menos una hora hasta un máximo de 48 horas.

Los patógenos remanentes al pasar por la capa no-biológica morirán por la falta de nutrientes y oxígeno.



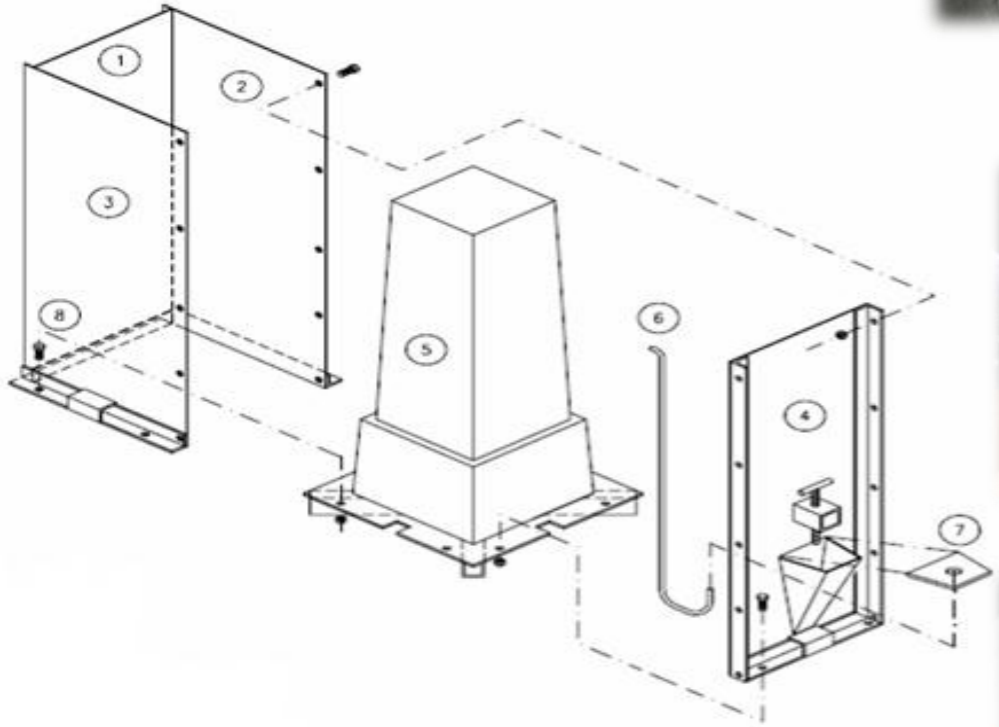
Eficiencia

	Bacteria	Virus	Protozoarios	Helmintos	Turbiedad	Fierro
Laboratorio	Arriba de 96.5%	70 a >99%	>99.9%	Arriba de 100%	95% <1 NT	ND
Campo	87.9 a 98.5%	ND	ND	Arriba de 100%	85%	90-95%

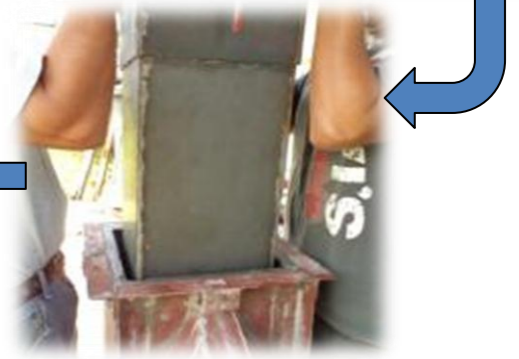


- La eficiencia se mantiene si:
- El agua cruda no presenta una turbiedad mayor a 50 UTN.
 - Se permite la formación de la biocapa, se requieren al menos 30 días.
 - No se varía la fuente de agua, ya que la biocapa debe, de preferencia trabajar a la misma concentración.
 - La fuente de agua (lluvia, subterránea, ríos, lagos), no está altamente contaminada.

Construcción



- 1. Panel posterior
- 2. Panel derecho
- 3. Panel izquierdo
- 4. Panel frontal
- 5. Molde interior
- 6. Tubo vertical
- 7. Placa de cubierta
- 8. Tornillos y tuercas, se necesitan 18, se muestran 3



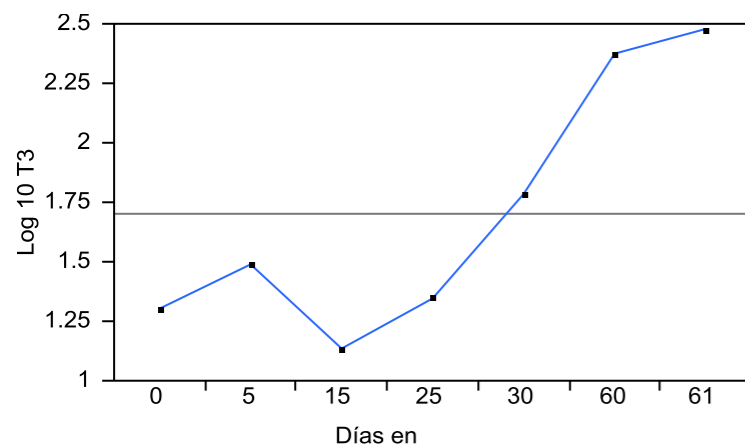
Resultados:

- A partir de la formación de la biocapa, es decir del día 30 de operación se observa una reducción superior a 2 log, 99 % de remoción.
- En todos los casos se remueve el 100% de turbiedad.
- Los flujos registrados con PEAD son menores que el filtro en concreto debido a que el volumen del reservorio solo tiene capacidad para 9 L, por lo que se vacía en un promedio de 90 minutos.
- Con PEAD se debe poner cuidado especial en el material filtrante ya que puede fugarse por el tubo de salida.

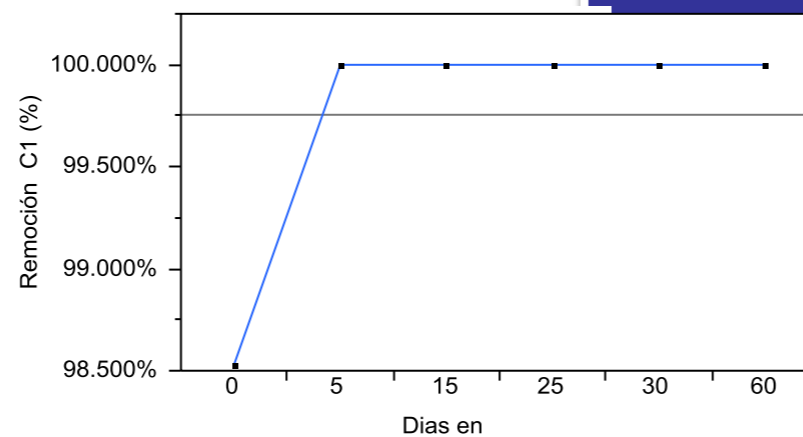


No. Prototipo	Caudal (L/s)
1	0.3029
2	0.2651
3	0.2827

No. Prototipo	Caudal (L/s)
1	0.4144
2	0.3706
3	0.3683



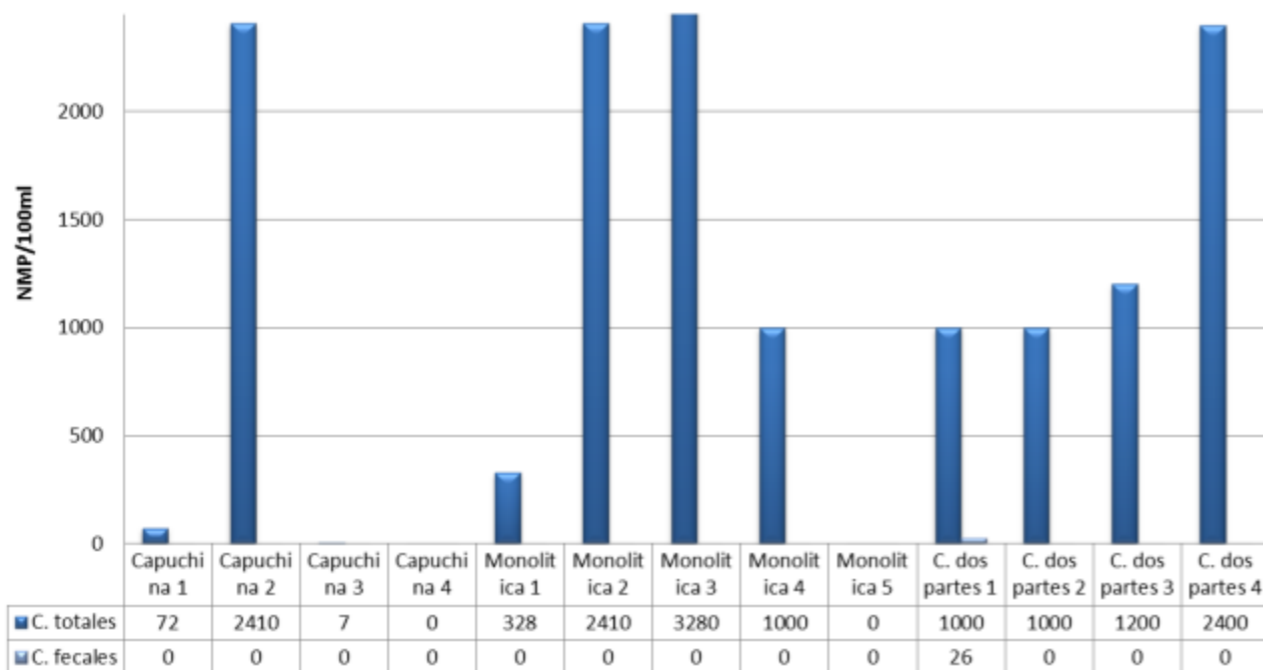
Remoción de microorganismos



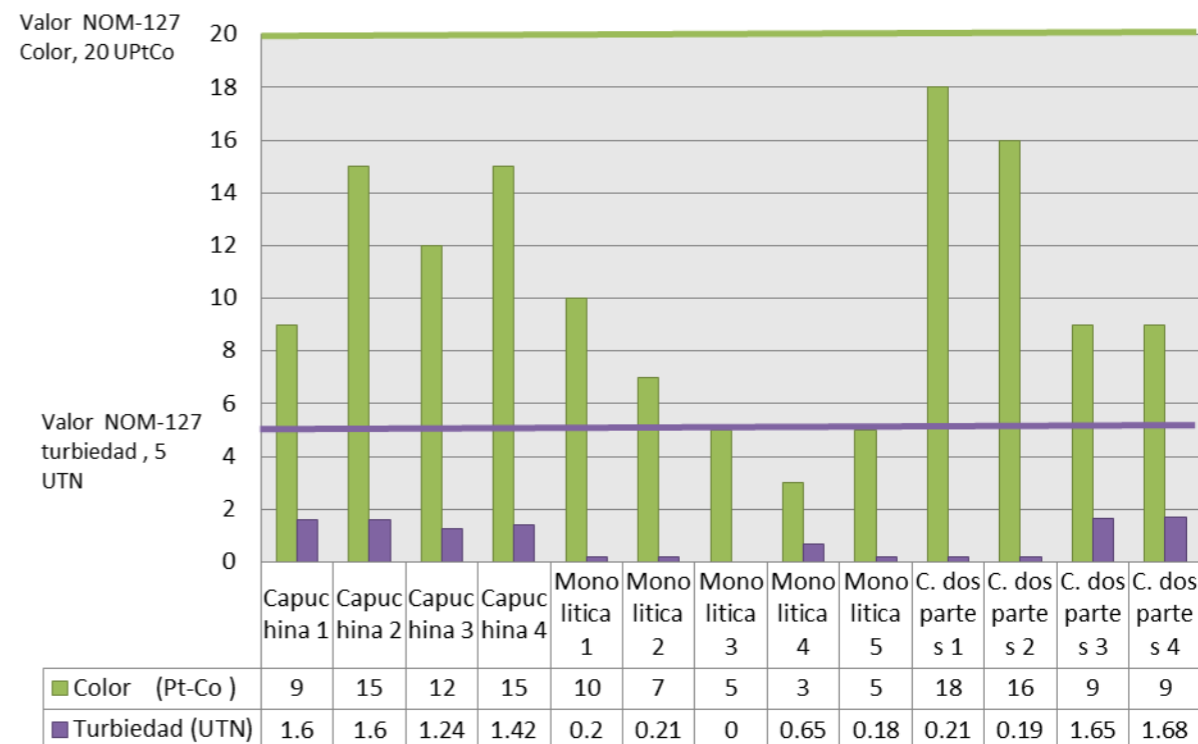
Remoción de turbiedad

Implementación

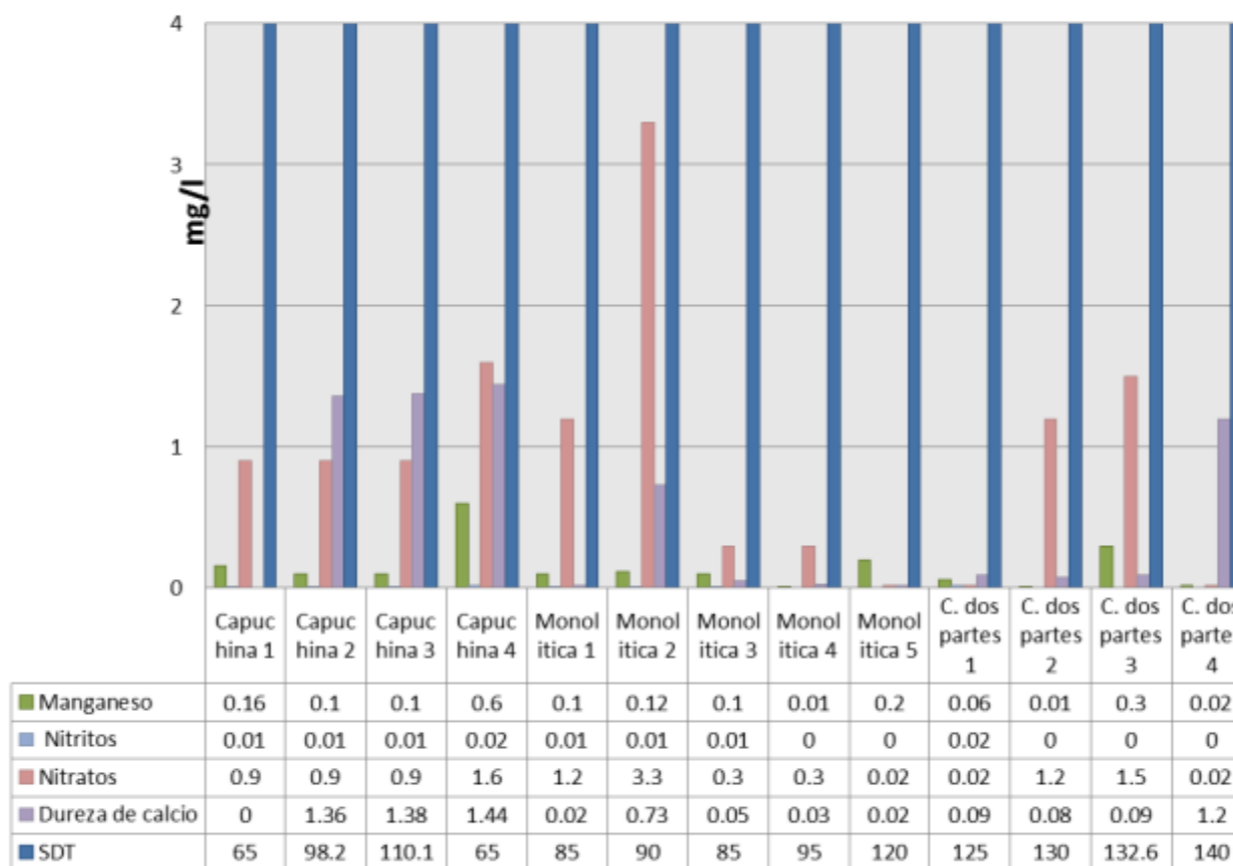
Villa Nicolás Zapata, Totolapan, Morelos



Parametros Fisicos , Villa Nicolás Zapata



Parametros Químicos, Villa Nicolás Zapata



Parámetro NOM-127-SSA1-1996	Límite máximo (mg/l)
-----------------------------	----------------------

Manganeso	0.15
Nitritos	0.05
Nitratos	10.00
Dureza	500
SDT	1000.00