

Filtros de zeolita (caso La Brecha)

Ecología y Agua del Noroeste

22 de mayo de 2024

Índice

1. Antecedentes	1
2. Descripción	1
2.1. Zeolita	2
3. Resultados	4

1. Antecedentes

Eyano subcontratado por Chinosa Construcciones rehabilitaron la potabilizadora de La Brecha, Guasave, Sinaloa, en los años 2022-2023.

La rehabilitación consistió en reparación de partes dañadas y pintura con sand-blast del clarificador existente y reemplazo de los filtros “Filtromáticos” por el nuevo sistema de filtración con zeolita de Eyano.

2. Descripción

La potabilizadora es de 30 lps y se instalaron 4 filtros de 1.99 m de diámetro que operan con tasa de filtración media de 8.68 m/h.

Los filtros se construyeron de acero inoxidable 304, tienen lecho de zeolita, y se lavan con aire y agua. Durante el lavado de uno de los filtros los tres que quedan en operación filtran los 30 lps que produce el clarificador.

Los filtros cuentan con válvulas mariposa con actuador neumático para automatizar su operación. Operan a gravedad con su parte superior abierta a la atmósfera.



2.1. Zeolita

Sobre el uso de la zeolita en tratamiento de agua hay poca información, pero recientemente se pueden conseguir varios artículos donde la estudian para nanotecnología y explican por qué tiene propiedades tan diferentes al resto de los materiales filtrantes que conocemos.

La zeolita es un mineral que se produce en la naturaleza con la acción del calor volcánico en sedimentos procedentes del fondo del mar a determinadas profundidades. En México se conocen yacimientos en los estados de Puebla, Oaxaca, Sinaloa, San Luis Potosí.

La zeolita tiene cavidades internas que le dan una porosidad muy alta. Una de las mediciones que se le hace es sobre la superficie que las cavidades internas exponen por gramo de material, en los artículos revisados se mencionan valores de hasta 180 m^2 por gramo para la zeolita clinoptilolita (la que se usó en La Brecha).

Con la nanotecnología sucede algo similar que con la astronomía: se nos dificulta imaginar o al menos dimensionar lo pequeño y lo grande. Pero lo difícil de imaginar no debe motivarnos escepticismo. Para ayudar a dimensionar esta superficie por gramo comparemos con la superficie que expone la arena sílica. La arena solo expone su superficie “externa”, pues los granos no tienen poros. Supondré esferas perfectas de 0.6 mm de diámetro. La arena tiene porosidad de 0.43 (43% del volumen no lo ocupan granos de arena), en 1 m^3 tendremos 570 litros de granos de arena, si cada grano tiene un

volumen de

$$V = \frac{4}{3} \cdot r^3 \quad (1)$$

y una superficie de (esfera)

$$S = 4 \cdot r^2 \quad (2)$$

La relación volumen/superficie es $r/3$, para un radio de $3 \cdot 10^{-4}$ m la relación es $1 \cdot 10^{-4}$.

En un m^3 de arena granular con porosidad de 0.43 tendremos $0.57 m^3$ de arena en forma de esferas, éstas tendrán una superficie de $5700 m^2$.

Considerando el peso específico de la arena de $2650 \text{ kg}/m^3$, tendremos

$$\frac{5700m^2}{570 \cdot 2650g} = 0.00377 \frac{m^2}{g} \quad (3)$$

La diferencia en relación con la porosidad de la zeolita es de varios órdenes de magnitud. ¿Qué podemos esperar de un material así de poroso?

El IMTA ha hecho estudios con zeolita y recomienda lavar los lechos con tasas de 90 a 120 m/h. Esta es una velocidad muy alta si se compara con la usada en arena, el triple. ¿Por qué se debería lavar la zeolita con tasas más altas que la arena, si la zeolita es mucho más ligera que la arena?

El pie cúbico de zeolita pesa 50 libras, esta es una densidad aparente de $801 \text{ kg}/m^3$. La zeolita con tamaño efectivo de 0.5 a 0.6 mm tiene la misma porosidad externa (sin considerar la microporosidad interna) que la arena, y ésta tiene una densidad aparente de $1500 \text{ kg}/m^3$, de casi el doble. ¿Cómo es posible que la arena se expanda con tasas de lavado de 36 m/h y la zeolita que pesa la mitad necesite tasas de lavado el triple de altas? ¿Es un error del IMTA?

No lo es. Hemos comprobado en nuestras plantas nuevas (que por tener los filtros abiertos se puede observar fácilmente el lavado) que la zeolita no se expande nada con tasas de 72 m/h.

Lo que creemos sucede es que el material que compone la zeolita, el “cascarón” es más denso que la arena, y que la porosidad interna de la zeolita opera como la porosidad externa, reduciendo la densidad aparente, de ahí la interpretación equivocada de que la zeolita es menos pesada que la arena.

Podemos esperar también que la zeolita tenga una capacidad de retención mayor de sólidos suspendidos que la arena. Que esta capacidad se aprecie sobre todo con partículas pequeñas.

En la operación que hemos hecho con este material en La Brecha se obtuvieron los siguientes resultados.

3. Resultados

En La Brecha los filtros se lavan cada 14 días, cada 2 semanas. El sábado lavan el filtro 1, el domingo el filtro 2, el próximo sábado el filtro 3 y el domingo el 4, no se vuelven a lavar hasta el próximo fin de semana cuando se lavan 1 y 2.

El lavado de la zeolita después de 14 días de operación desprenderá una gran cantidad de sólidos. Para conseguir limpiarla es necesario usar aire (las tasas de lavado con agua hacen imposible el lavado con agua). El proceso que se sigue consiste de tres repeticiones de lavado de aire durante 10 minutos seguido de enjuague con agua en sentido ascendente para remover los sólidos que el aire desprende. El proceso tarda cerca de 40 minutos.

Debido a que la mayor parte de este tiempo (30 minutos) el lavado se hace solo con aire, la cantidad de agua usada es muy poca si se considera como % del agua tratada. El volumen usando durante el lavado se estima en

concepto	flujo	tiempo	volumen
Vaciado			6.2 m ³
Enjuague ascendente	31.1 lps	10 min	18.6 m ³
Enjuague ascendente	62.2 lps	3 min	11.2 m ³
Enjuague descendente	11 lps	4 min	2.6 m ³
Suma			38.6 m ³

En 14 días durante los cuales se operan 16 horas por día se producen 24192 m³, de los cuales 38.6·4 se usan para lavado. Esto representa el 0.6 %.

En comparación las potabilizadoras con filtros de arena-antracita usan del orden del 5 % del flujo que tratan en lavados. Si se usan filtromáticos el % es aún más elevado (el filtromático mientras se lava tira a drenaje el agua clarificada que recibe del clarificador, muchas veces su lavado tarda en iniciarse y durante el período de vaciado del sifón está tirando agua continuamente. Además, su lavado es deficiente pues debido al limitado almacenamiento de agua disponible su duración no puede ser mayor a 5 minutos).

La reducción en el desperdicio de agua es casi de un orden de magnitud. Se estimó para el caso de la Brecha que se deja de tirar el volumen del tanque de agua potable cada día.

Además, la calidad del agua tratada con zeolita es mejor que la filtrada con arena-antracita (argumento de otro texto).