

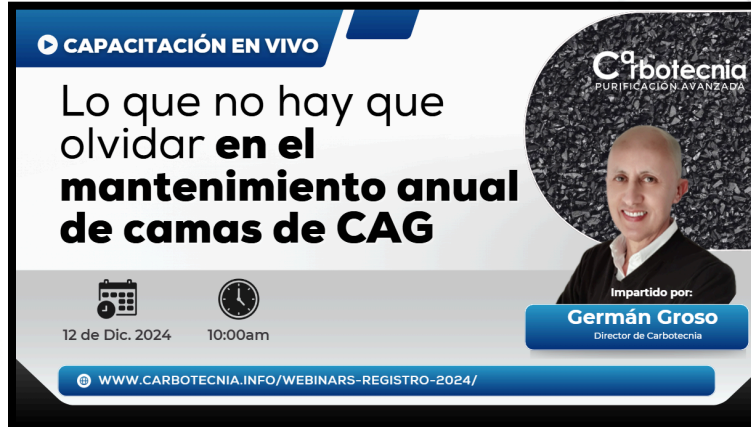
CAPACITACIÓN EN VIVO

Lo que no hay que olvidar **en el mantenimiento anual de camas de CAG**

12 de Dic. 2024 10:00am

Impartido por:
Germán Grosó
Director de Carbotecnia

WWW.CARBOTECNIA.INFO/WEBINARS-REGISTRO-2024/



Diciembre: el perfecto momento para inspeccionar, analizar, reflexionar, dar mantenimiento, prepararnos para el año que está por iniciar.

¿Propósito del carbón activado granular?



- Declarar agua que se va a beber.
- Declarar para proteger membranas de ósmosis inversa.
- Decolorar.
- Deozonizar.
- Desodorizar.
- Cumplir con la NOM-127-SSA1-2021.
- Cumplir con la NOM-201-SSA1-2015.

¿Cuál es el propósito de la cama de CAG? (cumplir con alguna norma, lograr un nivel de calidad).

El carbón activado granular puede:

Adsorber

Reaccionar

(con cloro libre, ozono, peróxido de hidrógeno, permanganato de sodio...)

Catalizar

(cloro libre)

(No es un FILTRO puesto que su función primordial no es retener sólidos)

Hay que recordar que el carbón activado granular puede realizar diversas funciones: adsorbe, reacciona y cataliza reacciones.

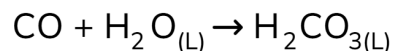
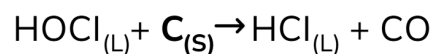
¿Con qué parámetro valorar el desempeño de un CAG con el que se trata agua para producir bebidas envasadas?

Cloro libre



¿Con qué parámetro evalúas el desempeño de un CAG que se aplica en un tren de tratamiento de agua para bebidas (NOM-201-SSA1-2015)? El cloro es el parámetro menos estricto.

Eliminación de cloro libre



Un kg de CAG puede decolorar fácilmente 400 m³ de agua y llevarla a una concentración de cloro residual menor a 0.1 mg/L. El problema es que mucho antes de dejar de cumplir adecuadamente con esta función, el CAG dejará de adsorber con eficiencia compuestos orgánicos.



Es mejor valorar al adsorbato más retante para el CAG. Por ejemplo: triclorometano (cloroformo o tricloruro de metilo), cuya concentración está limitada por la NOM-201-SSA1-2015 a 0-2 mg/L. En todo caso, un parámetro más adecuado que el cloro libre es la DQO o el COT, que reflejan la presencia de los diversos contaminantes orgánicos.

Las embotelladoras más exigentes

Trabajan: 16 h/día, 6 días/semana, 52 semanas/año

TCCV = 5 min

Frecuencia del cambio del CAG: cada año

Si F = 100 lpm

V cama = 500 L

M CAG = 250 kg

V agua tratada = 30,000 m³

Si DQO a retener = 5 mg/L

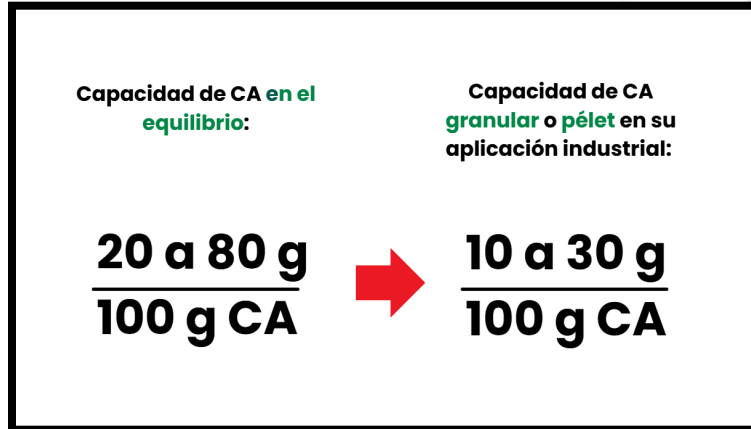
M mat. orgánica a retener = 1.7 mg/L

M mat. orgánica a retener = 51 kg

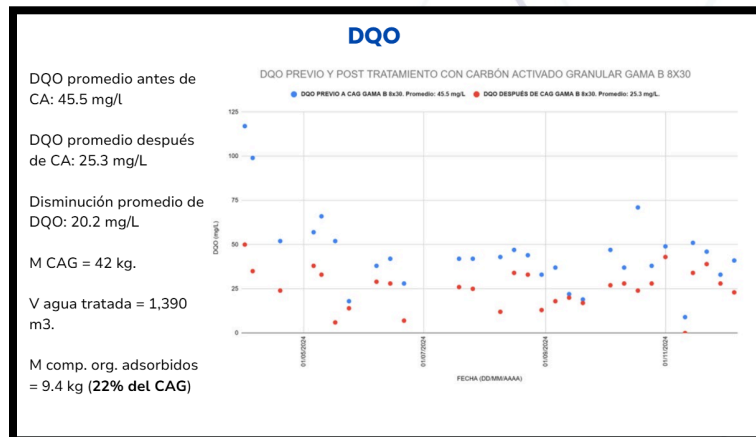
M mat. org. que retiene el CAG = 20.4% de su propia masa.

1kg CAG -> 120 m³
\$ 0.60/m³

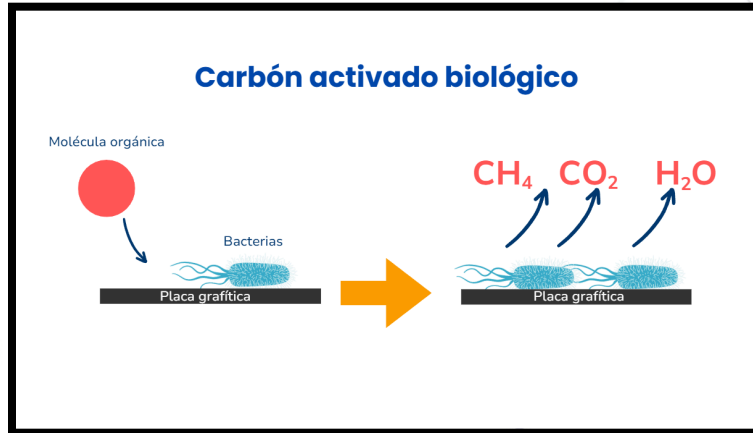
El ejemplo de la imagen muestra que las embotelladoras más exigentes cambian el CAG cada año y en dicho tiempo, este podría haber retenido un 20.4% de su propio peso. Un kg de CAG habría tratado 120 m³ de agua y esto representa hoy un costo, por consumo de carbón, de \$0.60 pesos mexicanos por m³ de agua tratada.



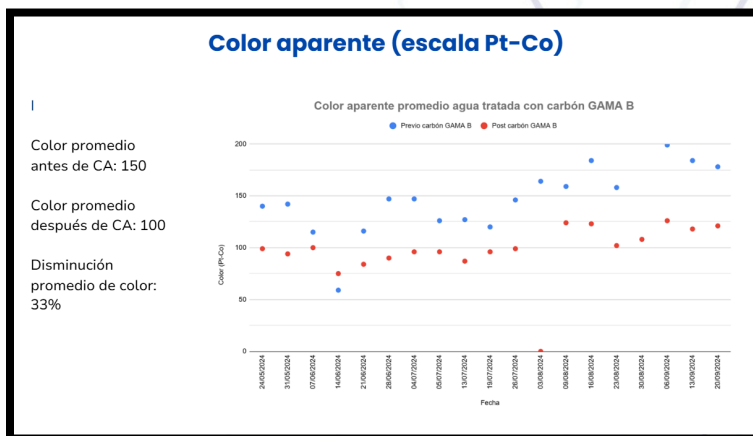
Como hemos visto, es frecuente que 100 g de CAG retengan entre 10 y 30 g de compuestos orgánicos antes de que se alcance el punto de ruptura.



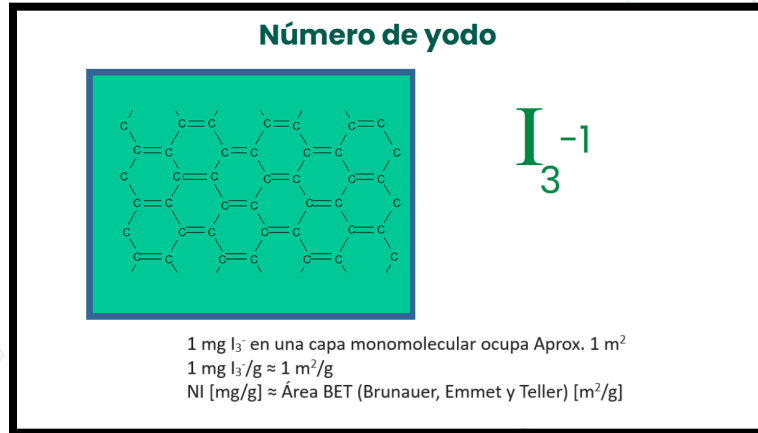
La imagen muestra resultados de DQO del tratamiento terciario de aguas sanitarias en la PTAR de Carbotecnia. Se puede observar que a casi nueve meses de que el carbón ha estado en operación, no se vislumbra que haya disminuido su capacidad de adsorción. Esto puede deberse al hecho de que está operando como carbón activado biológico. Cuando se logra este tipo de operación, la vida útil del CAG puede aumentar de manera importante. Hay casos reportados de carbones activados que han operado doce años consecutivos.



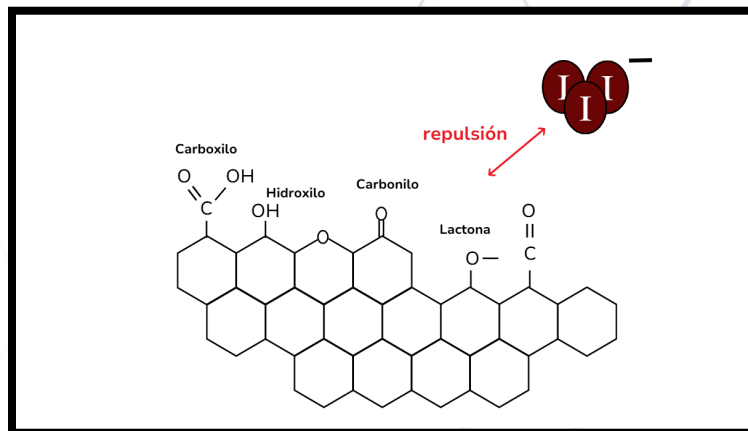
La imagen muestra que las bacterias que se desarrollan en los gránulos de CAG se alimentan de la materia orgánica adsorbida, la convierten en metano, dióxido de carbono, más agua y en más bacterias. El exceso de bacterias se elimina en los retrolavados.



La imagen muestra los resultados de disminución de color aparente en el tratamiento terciario de la PTAR de Carbotecnia. Tampoco se observa que esté disminuyendo la capacidad de adsorción del CAG. El color aparente no es una variable que nos permita estimar de manera directa la cantidad de masa que ha retenido un CAG.



Se ha adoptado el “número de yodo” (la capacidad de un CA de adsorber ion triyoduro al alcanza el equilibrio cuando la concentración residual de este ion en la solución es 0.2 N. Es una técnica simple de yodometría, que solamente requiere material de cristalería (matraces, bureta) y en la que se utilizan como reactivos, yodo, yoduro de potasio, almidón y tiosulfato de sodio. Se basa en el hecho de que la carga positiva de cada electrón pi que conforma las placas gráficas, al ser inversamente equivalentes a la carga positiva del ion triyoduro, llevan a retener un ion por cada electrón pi. Por otro lado, el ion triyoduro es pequeño y cabe en todos los poros. Entonces, la cantidad de ion triyoduro que atrapa un CA es proporcional al área superficial de dicho carbón.



El defecto de esta técnica es que las cargas negativas de los óxidos superficiales que pueden estar presentes en un CA repelen al ion triyoduro. De esta manera, mientras mayor es la oxidación de un CA, el número de yodo refleja con menor precisión su área superficial. Por otro lado, aunque se pudiera medir con precisión el área superficial disponible para adsorber de un CAG en uso, otras variables hidráulicas afectan a su desempeño.

Entonces, el número de yodo analizado en un CAG en uso podría ser de utilidad solamente cuando correlaciones su valor con el momento en el que la cama de CAG alcanza el punto de ruptura.

Bitácora del adsorbedor



En cuanto a la inspección, una bitácora es un documento valioso: ¿se tiene, está actualizada, fecha en que se instaló el CAG, se muestra la evaluación del desempeño, se han registrado flujos de servicio y de retrolavado...?

AGOTAMIENTO PREMATURO DEL CAG EN AGUA DE TENDENCIA INCRUSTANTE

Índice de Langelier

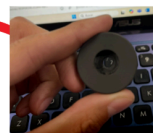
$$IL = pH - pH_s$$

$\left\{ \begin{array}{l} IL > 0 \text{ Incrustante} \\ IL = 0 \text{ Neutro} \\ IL < 0 \text{ Corrosivo} \end{array} \right.$



¿Conocemos la tendencia incrustante o corrosiva del agua? La tendencia incrustante reducirá la vida útil del CAG. Mientras mayor es la tendencia incrustante, mayor será esta reducción.

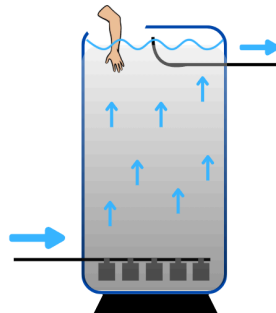
Restrictor de flujo de servicio



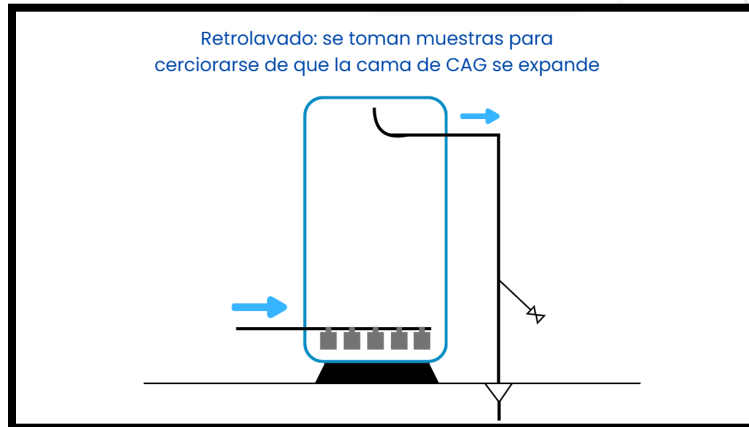
¿Estamos seguros de que el tren de tratamiento del que forma parte el adsorbedor de CAG opera al flujo de servicio con el que fue dimensionado? Casi nunca colocamos un restrictor de flujo de servicio que evite que este sea mayor al que consideramos para el diseño. En Carbotecnia ofrecemos coples que se instalan en la línea de servicio y que utilizan los hules diseñados como restrictores de flujo (los que se aplican al flujo de retrolavado en las válvulas de instalación superior).

CONDICIONES DEL RETROLAVADO DE LA CAMA DE CAG

Retrolavado con la entrada superior abierta para cerciorarse de que la cama de CAG se expande



¿Se ha revisado si el flujo de retrolavado expande la cama de CAG? Cuando la temperatura del agua cambia, la expansión de la cama también cambia. A mayor temperatura, menor expansión de la cama. La verificación de la expansión de la cama se puede realizar con el registro superior abierto.

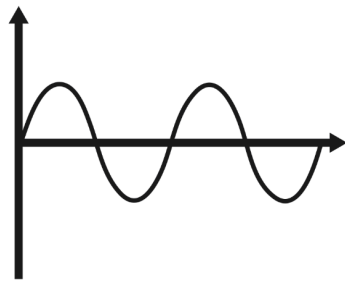


También se puede verificar que la cama se expande tomando muestras de agua de retrolavado. Aumentar el flujo de retrolavado hasta que este expulse gránulos de carbón. En dicho momento, disminuir ligeramente el flujo hasta que dejen de salir gránulos de carbón. Ese será un flujo de retrolavado en el que sabemos que la cama de CAG se expande. Y será el flujo con el que retrolavaremos mientras no cambie sustancialmente la temperatura del agua.



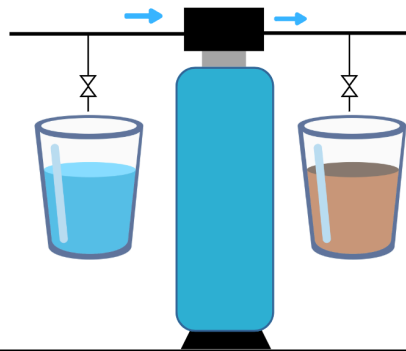
Hay que recordar que, si no se ha estado logrando la expansión de la cama de CAG con una frecuencia razonable, la cama se puede haber petrificado y el flujo se puede haber canalizado. Esto haría pensar que el carbón ya requiere cambiarse, cuando no es así.

Frecuencia mínima: una vez por semana
Frecuencia óptima: diariamente



La frecuencia mínima necesaria para retrolavar una cama de CAG depende de diversas variables. Si el agua es de pozo profundo y la cama de CAG opera 15 horas diarias, la frecuencia mínima suele ser de una semana.

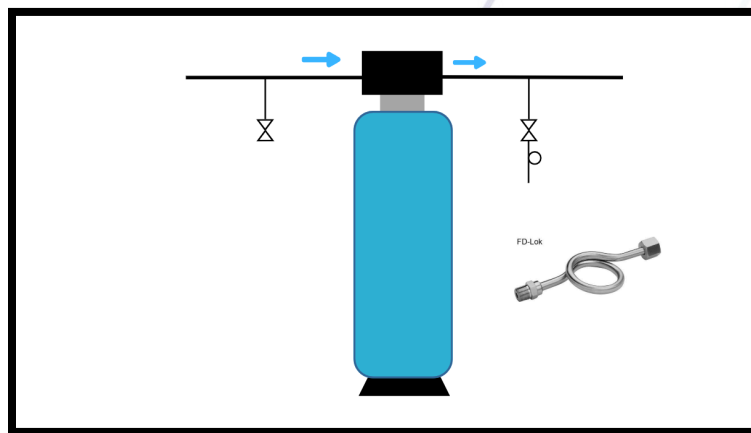
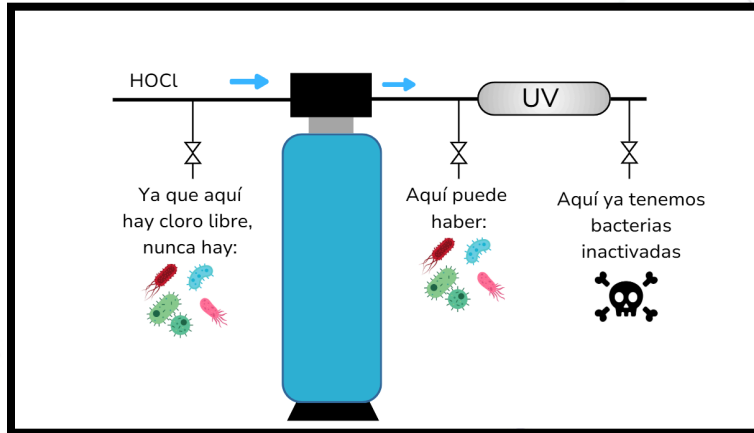
Retrolavar hasta que el agua de salida tiene los mismos SST
y la misma turbiedad que el agua de entrada



Si se logra la expansión de la cama al retrolavar, el retrolavado ha cumplido su función cuando el agua sale con los mismos SST y la misma turbiedad con la que entra.

DESINFECCIÓN DE LA CAMA DE CAG

¿Es necesario desinfectar la cama de CAG? Recordar que puede ser contraproducente.



Las colas de cochino en los puntos de toma de muestra de agua tratada por la cama de CAG retrasan eficientemente la contaminación bacteriana.

Desinfección mediante agente oxidante
Inundar la cama de CAG en una solución de dióxido de cloro a una concentración de entre 3 y 30 mg/L durante una hora. Enjuagar.

The diagram shows a molecular structure of chlorine dioxide (ClO₂) on a dark background. Several yellow spheres represent chlorine atoms (Cl) and red spheres represent oxygen atoms (O). The chemical formula ClO₂ is written in white on a yellow circle.

El dióxido de cloro es el único oxidante eficaz en la desinfección de camas de CAG.

Otros métodos de desinfección



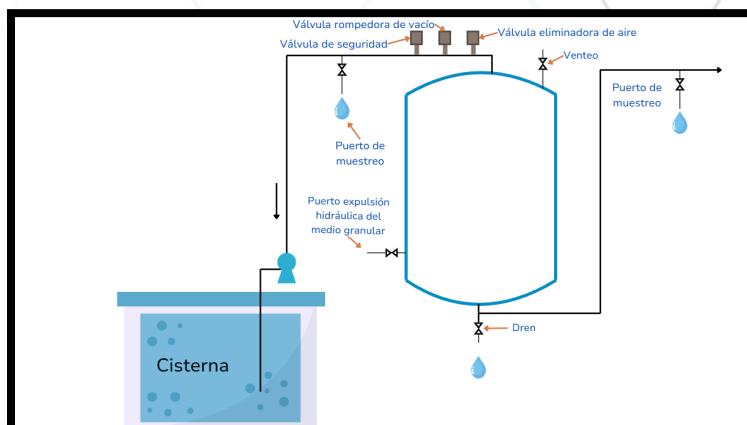
Vapor de agua



Inundando el carbón en una solución a un pH ácido o básico

La desinfección con vapor de agua también es eficaz y solamente puede aplicarse en recipientes de acero y cuando no hay accesorios de plástico. Otra manera para desinfectar CAG es mediante inundación en solución acuosa a valores de pH extremos. Esta forma de desinfectar es igualmente eficaz aunque más complicada que la desinfección con dióxido de cloro.

ACCESORIOS EXTERNOS



Hay que inspeccionar todos los accesorios externos de un adsorbedor. Todos deben operar correctamente. Es importante evitar goteras en caso de que las haya.



Cada uno de estos accesorios puede inspeccionarse y se le puede dar el mantenimiento debido, de acuerdo con el instructivo del fabricante.

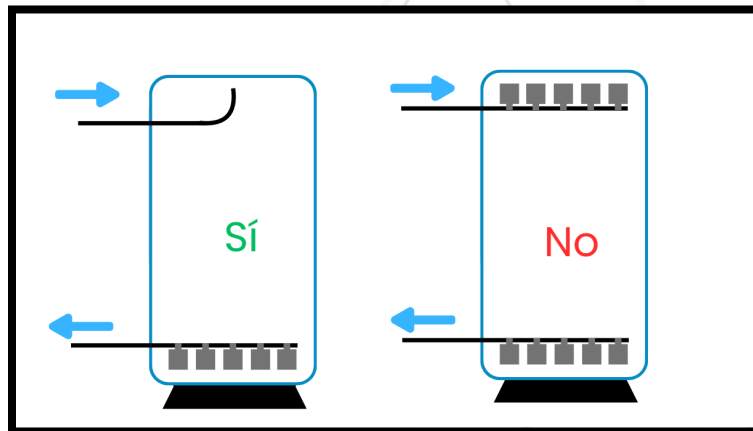
INTERNOS



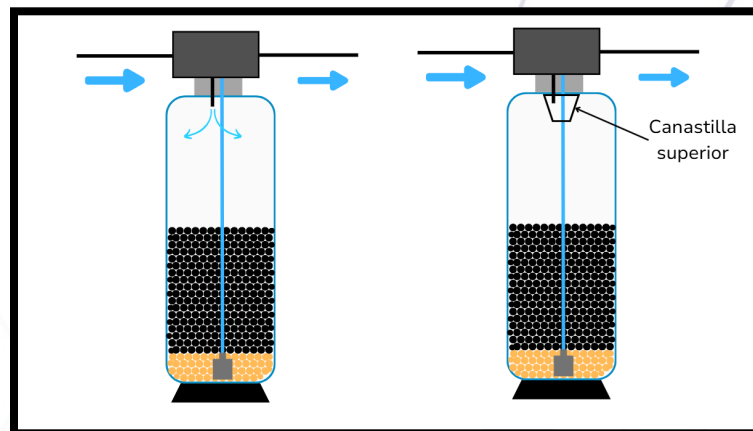
Cuando abrimos un adsorbedor que no se ha retrolavado con la periodicidad requerida o en el que no se ha logrado un retrolavado que expanda la cama de CAG, encontramos lodo en el interior. Este se refleja en el agua que podemos ver desde que abrimos el recipiente. En estos casos, suele costar mucho trabajo extraer la cama de carbón

Carbotecnia

activado. Las dos fotografías del lado derecho muestran el CAG con lodos después de que se extrajo. No vale la pena operar así: en muy pocos días el CAG ya no realiza su función, que es la de adsorber compuestos disueltos en el agua.



Como siempre decimos: si el adsorbedor tiene distribuidores (ranurados, perforados o microrranurados) en la parte superior, hay que quitarlos (impiden que salgan lodos y gránulos de CAG rotos al retrolavar).



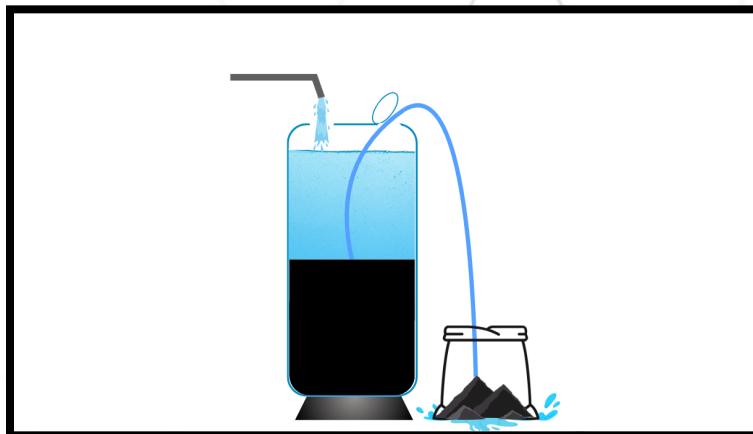
Lo mismo: si es un recipiente de composite (polietileno interior, fibra de vidrio y resina exterior), hay que quitar la canastilla superior (impide que salgan lodos y gránulos de CAG rotos al retrolavar).

Si el recipiente es de acero al carbón, requiere un recubrimiento epóxico sanitario interior en buen estado (el carbón acelera su corrosión)



Si el recipiente es de acero al carbón, debe contar con recubrimiento interior epóxico sanitario en buen estado (el CAG y el acero al carbón forman un par galvánico cuando están en contacto con agua, y el acero se corroe severamente. El óxido férrico que se forma no solamente contamina el agua; se va depositando en los gránulos de CAG y lo envenenan.

TRANSPORTE HIDRÁULICO DEL CAG HACIA AFUERA DEL RECIPIENTE



Si vamos a cambiar el CAG, este se puede sacar del adsorbedor de manera muy sencilla mediante un sifón que llevamos a cabo con una manguera.

DISPOSICIÓN O REACTIVACIÓN DEL CARBÓN AGOTADO

REACTIVACIÓN DEL CARBÓN GRANULAR

Beneficios de reactivar:

- Logramos la recuperación original del CAG.
- Evitamos la disposición como residuo de manejo especial.
- Precio menor que un carbón virgen.
- Se pierde entre el 10% y 20% del CAG en todo el ciclo de regeneración.
- Reducción de huella de carbono.



Hay que recordar que el carbón activado granular agotado puede reactivarse y que vale la pena considerar esta alternativa.

¿Suele ser viable económicamente la reactivación de un CAG?

El costo de reactivar es entre

50 y 60%

inferior al costo de comprar un CAG virgen.

Esta disminución no considera el flete entre el usuario y el reactivador, ni el costo de disponer el carbón agotado como residuo de manejo especial.

La reactivación ahorra dinero. El carbón reactivado ha recobrado todas sus propiedades de adsorción, y evitamos generar residuos.

Gracias por su atención

Tel. + 52 33 3834-0906
ventas@carbotecnia.com.mx
ingenieria@carbotecnia.com.mx

www.carbotecnia.info

