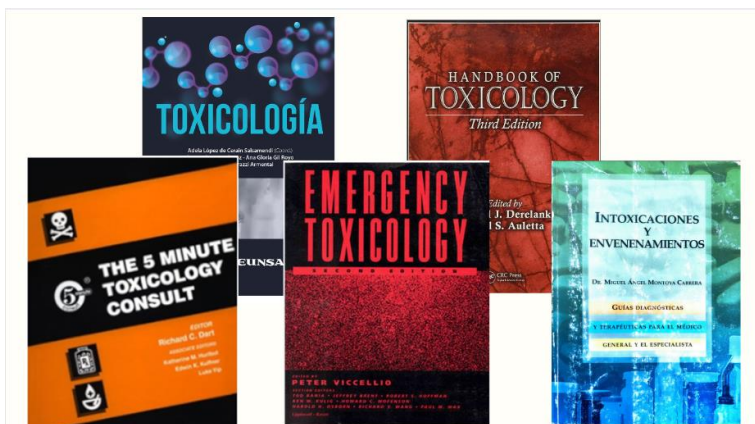


El carbón activado en la potabilización de agua. Cumplimiento con la última versión de la norma 127.

Ing. Germán Grosó Cruzado
12 marzo 2024



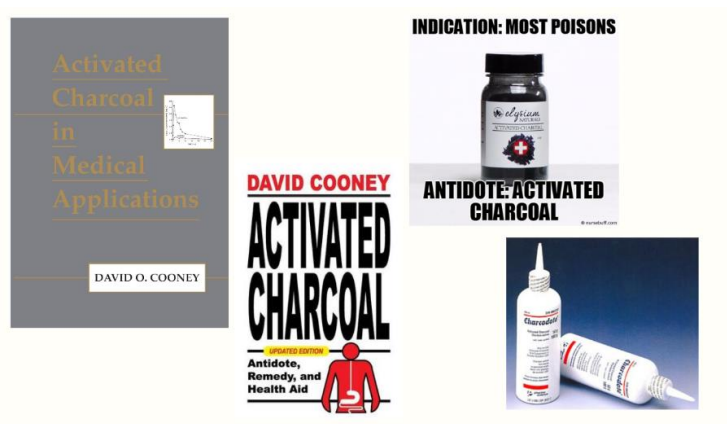
En relación a lo que veremos en este webinar, este equipo de profesionales, la mayoría de áreas relacionadas con la química, con gusto le ofreceremos soporte técnico para sus proyectos.



La mayoría de los compuestos tóxicos para el ser humano son orgánicos. Esto no significa que los inorgánicos no puedan ser enormemente perniciosos.



Sabemos que el carbón adsorbe compuestos de carácter covalente, que es el que brindan las uniones C-C y C-H que identifican a la mayoría de los compuestos orgánicos. Por esto, se considera que el carbón activado es un adsorbente inespecífico de compuestos orgánicos.

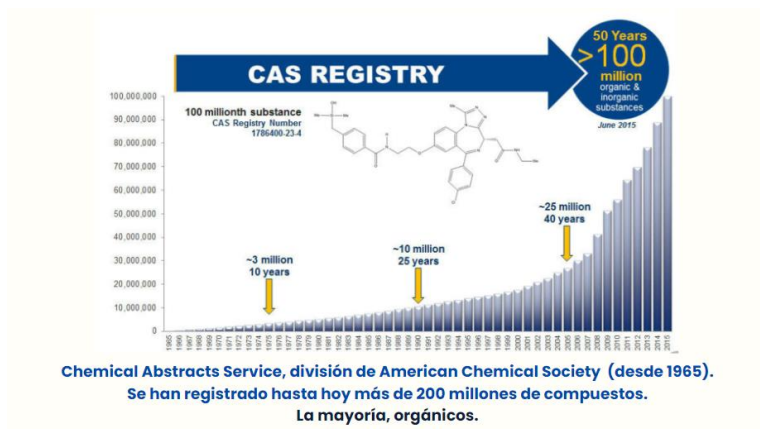


Por ello, la toxicología considera al carbón activado como el “antídoto universal” (aunque debería decirse “el más universal”).



La aparición de la química orgánica (o del carbono) se asocia a la síntesis de urea que llevó a cabo Friedrich Wöhler en 1828.

La aparición de la química orgánica (o del carbono, lo que es más correcto) se asocia con la síntesis de urea a partir de compuestos inorgánicos que llevó a cabo Friedrich Wöhler en 1828. La industria petrolera inicia con el primer pozo estadounidense, inaugurado por el coronel Edwin Drake en Oil Creek, Pensilvania, en 1859. Con esta rama y con otras que se industrializan a partir del inicio del siglo 20 (petroquímica, farmacéutica, etc.), aparecen en la Tierra una cantidad enorme de nuevos compuestos orgánicos sintéticos.



La mayoría de los compuestos conocidos son orgánicos, debido a la ilimitada capacidad de catenación del átomo de carbono, y al hecho de que se une consigo mismo mediante ligaduras simples, dobles y triples.



El agua es el fluido más importante en la Tierra y está presente en ella en sus tres estados: sólido, líquido y vapor. No solamente forma parte de la naturaleza y de los seres vivos. Está en constante movimiento y es el vehículo que transporta compuestos inorgánicos y orgánicos. Aunque muchos compuestos orgánicos no son altamente solubles en agua, lo son en concentraciones medias y bajas. La propia naturaleza, que incluye el ciclo en el que participa el agua, la purifica continuamente. La naturaleza ha sido y es el gran proceso de tratamiento de agua de la Tierra. Lo hace mediante evaporación-condensación, bacterias aerobias y anaerobias, oxidación, adsorción en diversos sustratos...



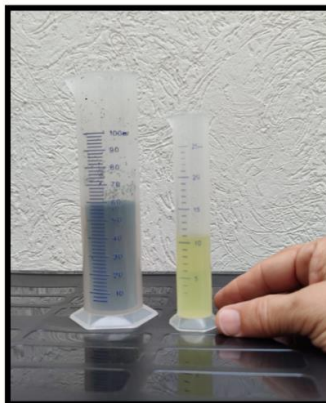
Pueden ser compuestos volátiles, no biodegradables, no oxidables, no adsorbibles por los aluminosilicatos y otros minerales, de alta capacidad de difusión...



1.4 mL de benceno hacen no potables 1,000,000 L de agua

La NOM-127-SSA1-2021, al igual que otras y al igual que organismos reconocidos internacionalmente, establecen como límite máximo del benceno en agua potable 10 µg/L. Por lo tanto, la cantidad límite de benceno en un millón de litros de agua son 10 g. La densidad de este compuesto a 25°C es de 0.88 g/L, que corresponden a 11.4 mL.

60 mL de carbón activado
adsorben
11.4 mL de benceno

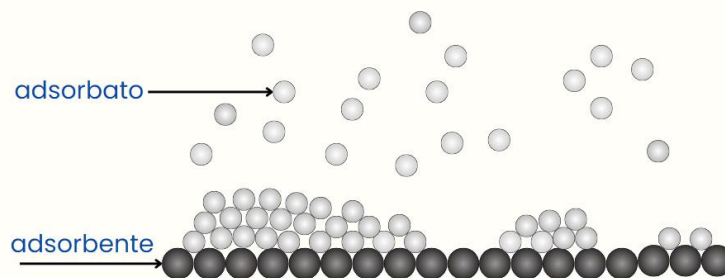


Aunque una cantidad tan baja de benceno genera un problema tan grande, 30 g de carbón activado, que equivale a 60 mL, adsorben los 10 g de benceno. Es una gran solución para un gran problema.

Aguas residuales biodegradables

Tratamiento	DBO inicial (mg/L)	DBO final (mg/L)
Digestión anaerobia	> 1,000 - 5,000	400 - 2,000
Digestión aerobia	400 - 2,000	30 - 150
Oxidación química	100 - 400	30 - 70
Adsorción en carbón activado	40 a 100	No detectable
Ósmosis inversa	< 10	No detectable

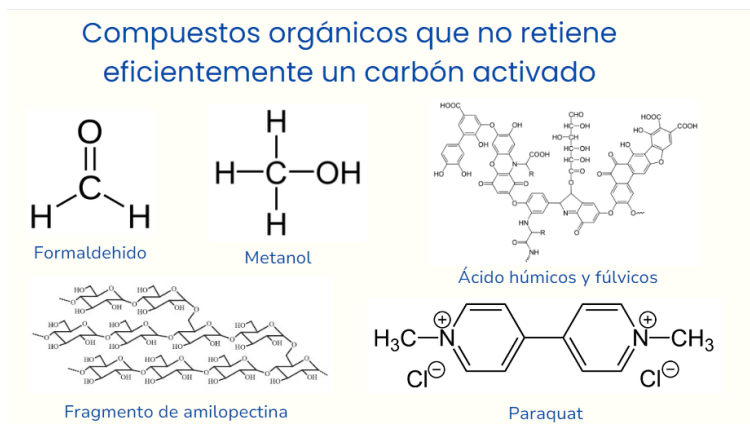
Uno de los límites del carbón activado. La tabla anterior tiene por objeto mostrar que el carbón activado es competitivo frente a otros procesos de disminución de contaminantes orgánicos en agua, para partir de niveles de concentración bajos y alcanzar niveles de concentración muy bajos. Si se parte de niveles relativamente altos, el carbón activado puede realizar la función de purificar, pero su costo puede ser mayor que el de otras tecnologías (los valores de DBO iniciales y finales dependen de diversas variables: composición del agua residual, diseño del digestor, tiempo de residencia del agua en el digestor, etc.).



No hay un adsorbente con mayor capacidad que el carbón activado. Sin embargo, esto no significa que su capacidad sea ilimitada. El carbón no se expande (no se hincha) al adsorber. Las placas gráficas que lo conforman, no adsorben más de tres capas moleculares. A menos de que se forme carbón activado granular biológico, el carbón no destruye moléculas, como lo hacen los tratamientos biológicos o los procesos de oxidación (esto no aplica en el caso de la dechloración o de la eliminación de oxidantes en agua, como ozono o peróxido de hidrógeno, en el que el carbón activado actúa como reactivo o catalizador).

	Fórmula condensada	Masa molar	Nombre
	C_7H_{16}	100	n-heptano
	C_7H_{16}	100	2-etil pentano
	C_7H_{14}	98	metil ciclo-hexano
	C_7H_8	98	tolueno
	C_6H_6O	94	fenol
	$C_6H_{10}O_2$	102	ácido valérico

Otro límite del carbón activado: si aplicamos carbón activado para tratar agua hay que considerar que adsorberá no solamente a la molécula que queremos retener, sino a otras, y tendrá preferencias.



Otro límite del carbón activado: no adsorbe moléculas que no caben dentro de sus poros. Y hay que considerar que adsorbe con menor eficiencia a las moléculas más pequeñas y de carácter más iónico (más polares o que ionizan en agua).



Es importante elegir el carbón cuyo tamaño de poro predominante sea ligeramente mayor que el tamaño de la molécula que queremos retener. En aguas que proceden de pozos profundos, la mayoría de las moléculas orgánicas presentes son pequeñas (las más grandes quedan adsorbidas o atrapadas en los minerales que forman la tierra) y el mejor carbón es uno de concha de coco (microporoso). En aguas procedentes de fuentes superficiales, con frecuencia es necesario someterlas a un proceso de coagulación-floculación-clarificación para separar sólidos no disueltos, semicoloides, coloides y macromoléculas como los ácidos húmicos y fúlvicos. Posteriormente, para retener compuestos orgánicos solubles, el mejor carbón suele ser un mineral bituminoso.

NOM-127-SSA1-2021

Agua para consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
Publicada en el DOF el 2 mayo 2022

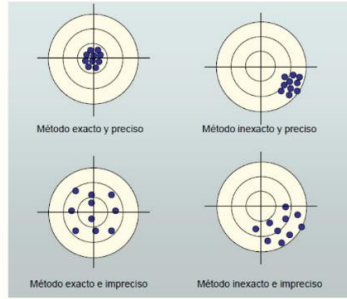
Entra en vigor el 27 de abril de 2023 y sustituye a la última modificación de la norma NOM-127-SSAQ-1994, que se llevó a cabo en 2000.

De observancia obligatoria para los organismos responsables de los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.

Agua para uso y consumo humano, a toda aquella que no causa efectos nocivos a la salud y que no presenta propiedades objetables o contaminantes en concentraciones fuera de los límites permisibles y que, como lo menciona en sus fracciones 1.3, 3.1 y 5.1, no proviene de aguas residuales tratada.

Vamos a analizar los parámetros que puede resolver el carbón activado en la versión actual de la NOM-127-SSA1.

- 28 jun 2017 Se aprueba el anteproyecto.
- 6 dic 2019 Se publica en el DOF el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-127-SSA1-2017. Se dan 60 días para recibir comentarios.
- 24 ago 2021 Se aprueba la norma definitiva.
- 2 may 2022 Se publica la norma en el DOF.
- 27 abr 2023 Entra en vigor y sustituye a la última modificación de la norma NOM-127-SSAQ-1994, que se llevó a cabo en 2000.



Particularmente importante cuando estamos cerca de:

Límite de detección del método
Límite práctico de cuantificación

Muchos de los límites máximos que permite la norma son muy bajos. Pueden ser cercanos al límite de detección del método de análisis o al nivel práctico de cuantificación. Esto hace fundamental que estemos seguros de la precisión y exactitud de los resultados de análisis con los que contamos. Es increíble la cantidad de recursos que se destinan a decisiones erróneas y acciones sin sentido, debido a un análisis inexacto.

PARÁMETRO	1994	2021	Comentarios
Turbiedad	5.0 UNT	4.0 UNT	Pasará a 3 en abril de 2025
pH	6.5 a 8.5 U de pH	6.5 a 8.5 U de pH	
Color verdadero	20 UC Pt/Co	15 UC Pt/Co	No lo señala la norma de 2021 pero el CA disminuye colores generados por moléculas orgánicas.

PARÁMETRO	1994 mg/L	2021 mg/L	Comentarios
Cianuros totales		0.07	
Dureza total como CaCO3	500.00	500.00	
Fluoruros como F ⁻	1.50	1.50	Bajará a 1.0 de acuerdo con Tabla 3
Nitrógeno amoniacal (N-NH3)	0.50	0.50	
Nitrógeno de nitratos (N-NO3)	10.00	11.00	
Nitrógeno de nitritos (N-NO2)	1.00	0.90	
Sólidos disueltos totales	1000.00	1000.00	
Sulfatos (SO4 ²⁻)	400.00	400.00	
Sustancias activas al azul de metileno	0.50	0.50	

En esta y las siguientes imágenes, comparamos el límite que establecía la versión anterior de la NOM-127-SSA1 (revisada en 2000) con el límite que establece la versión actual. El fondo amarillo corresponde a compuestos que adsorbe el carbón activado y que la misma NOM-127-SSA1-2021 señala como tecnología de tratamiento reconocida. En fondo verde mostramos aquellos compuestos adsorbibles en carbón activado, que no señala la norma, seguramente por omisión. Es interesante notar que la versión actual de la norma es más estricta en cuanto al color máximo permisible.

PARÁMETRO	1994 mg/L	2021 mg/L	Comentarios
Aluminio	0.20	0.20	
Arsénico	0.025	0.025	Bajará a 0.01 de acuerdo con Tabla 5
Bario	0.7	1.3	
Cadmio	0.005	0.005	Bajará a 0.003 de acuerdo con Tabla 5
Cobre	2.00	2.00	
Cromo total	0.05	0.05	
Hierro	0.30	0.30	
Manganeso	0.15	0.15	
Mercurio	0.001	0.006	El mercurio suele encontrarse en el agua en forma de sulfuro de mercurio o de catión metilmercurio. El carbón activado lo adsorbe en ambas formas (no lo señala la norma 127-2021)
Níquel		0.07	
Plomo	0.01	0.01	
Selenio		0.04	

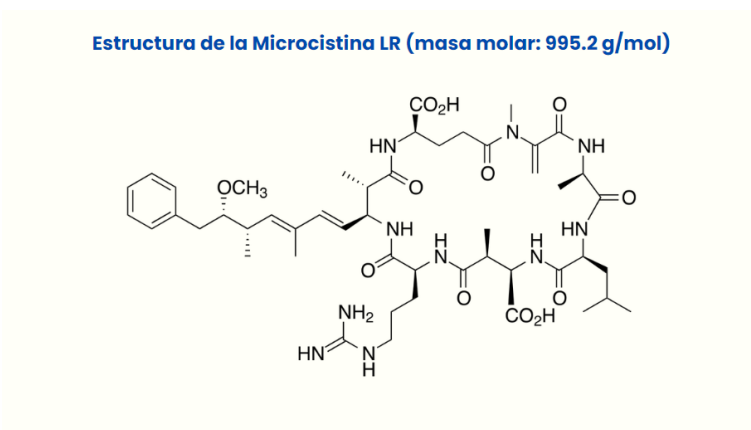
Las dos moléculas en las que suele estar presente el mercurio en cuerpos de agua son cloruro de mercurio y catión de metil mercurio. Ambas son bastante adsorbibles en carbón activado. Podemos observar que el límite máximo permisible aumentó en la versión actual respecto a la anterior.

Tabla periódica de elementos con categorías de Metal, Metaloides y No metal. Las categorías están indicadas por colores: Metal (azul), Metaloides (verde) y No metal (amarillo).

Por cultura general, los metaloides son los semiconductores.

Tabla 6 - Especificaciones sanitarias microbiológicas			
PARÁMETRO	1994	2021	Comentarios
<i>E. Coli</i> o Coliformes termotolerantes (fecales)	Ausencia o no detectable	< 1.1 NMP/100 mL o no detectable < 1 UFC/100 mL Ausencia/100 mL	
<i>Giardia Lamblia</i>		Ausencia Quistes/20 L	Aplica cuando el agua proviene o tiene influencia de fuente superficial
Tabla 7 - Especificaciones sanitarias de fitotoxinas			
Microcistina-LR		1.0 µg/L	Aplica cuando el agua proviene de fuente superficial
Tabla 8 - Especificaciones sanitarias de radiactividad			
Radiactividad alfa total	0.56	0.5 Bq/L	
Radiactividad beta total	1.85	1.0 Bq/L	
Tabla 9 - Especificaciones sanitarias de residuos de la desinfección			
Aplica según el compuesto usado para desinfectar			
PARÁMETRO	1994 mg/L	2021 mg/L	Comentarios
Cloro residual libre	0.2 a 1.5	0.2 a 1.5	Aplica si se usa un compuesto de cloro
Yodo residual libre	0.2 a 0.5	0.2 a 1.5	Aplica si se usa yodo
Plata total		0.05 a 0.1	Aplica si se usa cualquier forma de plata

El carbón activado elimina el cloro libre por reacción química, adsorbe yodo y retiene plata. Ya que buscamos que el agua que se va a distribuir contenga residuales de estos compuestos desinfectantes, debemos dosificarlos después de haber tratado el agua con carbón activado.



La microcistina LR es un compuesto orgánico muy adsorbible (preferentemente en carbón activado producido a partir de madera o de lignita).

Tabla 10 - Especificaciones sanitarias de subproductos de la desinfección - trihalometanos			
Solo si el agua se desinfecta con un compuesto de cloro			
PARÁMETRO	1994 µg/L	2021 µg/L	Comentarios
Bromodlorometano	200 µg/L la	60	
Bromoformo	suma de	100	
Cloroformo	todos los	300	
Dibromoclorometano	THMs	100	
Tabla 11 - Especificaciones sanitarias de subproductos de la desinfección - ácidos haloacéticos			
Solo si el agua se desinfecta con un compuesto de cloro			
Ácido cloroacético		20	
Ácido dicloroacético		50	
Ácido tricloroacético		200	
Tabla 12 - Especificaciones sanitarias de subproductos de la desinfección - aniones			
Solo si el agua se desinfecta con ozono			
Bromatos		10	
Cloratos		700	
Cloritos		700	
Tabla 13 - Especificaciones sanitarias de subproductos de la desinfección - carbonilos			
Solo si el agua se desinfecta con ozono			
PARÁMETRO	1994	2021	Comentarios
Formaldehido		900	



El formaldehido es molécula orgánica pero muy volátil y muy polar. El carbón activado la adsorbe pero después de haber adsorbido todas las demás moléculas que caben en sus poros.

Tabla 14 - Especificaciones sanitarias de compuestos orgánicos sintéticos			
PARÁMETRO	1994 µg/L	2021 µg/L	Comentarios
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos		10	
Compuestos orgánicos no halogenados		25	
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles purgables		5	
Compuestos orgánicos volátiles no halogenados			
Benceno	10	10	
Estireno		20	
Etilbenceno	300	300	
Tolueno	700	700	
Xilenos (isómeros orto, meta y para)	500	500	

Si el agua rebasa el máximo límite permitido en los parámetros señalados, hay que cumplir con otros parámetros

Tabla A.1 Límites permisibles de compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos			
Compuestos orgánicos semivolátiles clorados			
PARÁMETRO	1994 µg/L	2021 µg/L	Comentarios
Hexaclorobutadieno		0.60	
Pentaclorofenol		9.0	
2, 4, 6 Triclorofenol		200	
Epiclorhidrina		0.40	
Plaguicidas clorados			
Alacloro		20	
Combinación Aldrin + Dieldrin	0.03	0.03	
Atrazina		100	
Clordano (total de isómeros)	0.20	0.20	
Cianazina		0.60	
DDT y metabolitos	1.0	1.0	
Endrin		0.60	
Lindano		2.0	
Metolacloro		10	
Metoxicloro	20.00	20	
Pendimetalina		20	
Terbutilazina		7.0	
Trifluralina		20	
Herbicidas clorados			
2,4-D	30.00	30	
2,4,5-T		9.0	
2,4,5-TP		9.0	
2,4-DB		90	
Diclorprop		100	
Mecoprop		10	
Plaguicidas clorados derivados de urea			
Clorotoluron		30	No lo señala la norma pero puede retenerse en CA

Tabla A.2 Límites permisibles de compuestos orgánicos no halogenados

Carbamatos y compuestos orgánicos semivolátiles			
PARÁMETRO	1994 µg/L	2021 µg/L	Comentarios
Aldicarb		10	
Carbofurán		7.0	
Ácido edético		600	
Ácido nitrilotriacético		200	
Acrilamida		0.50	
Hidrocarburos poliaromáticos			
Benzo(a)pireno		0.70	
Plaguicidas fosforados			
Clorpirifos		30	
Dimetoato		6.0	
Molinato		6.0	
Simazina		2.0	
Compuestos orgánicos semivolátiles no clorados			
Di-(2-Etilhexil) ftalato		8.0	
Plaguicidas no clorados derivados de urea			
Isoproturon		9.0	

Tabla A.3 Límites permisibles de compuestos orgánicos halogenados adsorbibles purgables

Compuestos orgánicos halogenados volátiles			
PARÁMETRO	1994 µg/L	2021 µg/L	Comentarios
1,2-Diclorobenceno		1000	
1,2-Dicloroeteno (cis + trans)		50	
1,2-Dicloropropano		40	
1,2-Dicloroetano		30	
1,3-Dicloropropeno (cis + trans)		20	
1,4-Diclorobenceno		300	
Cloruro de vinilo		0.30	
Diclorometano		20	
Tetracloroetano		40	
Tetracloruro de carbono		4.0	
Tricloroetano		20	
1,2-Dibromoetano		0.40	
1,2-Dibromo-3-cloropropano		1.0	

Parámetros no incluidos en la NOM-127-SSA1-2021

PARÁMETRO	1994	2021	Comentarios
Olor y sabor	Agradable		
	1994 mg/L	2021 mg/L	
Cianuros (como CN ⁻)	0.07		
Cloruros	250.0		
Fenoles o compuestos fenólicos	0.3		
Sodio	200.00		
Zinc	5.00		
Plaguicidas			
PARÁMETRO	1994 µg/L	2021	Comentarios
Gamma-HCH (lindano)	2.00		
Hexaclorobenceno	1.00		
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03		

La nueva versión de la norma dejó de considerar parámetros que se detectan organolépticamente, como olor, sabor, fenoles y compuestos fenólicos. Dejan al usuario la tarea de rechazar un agua que no es agradable.



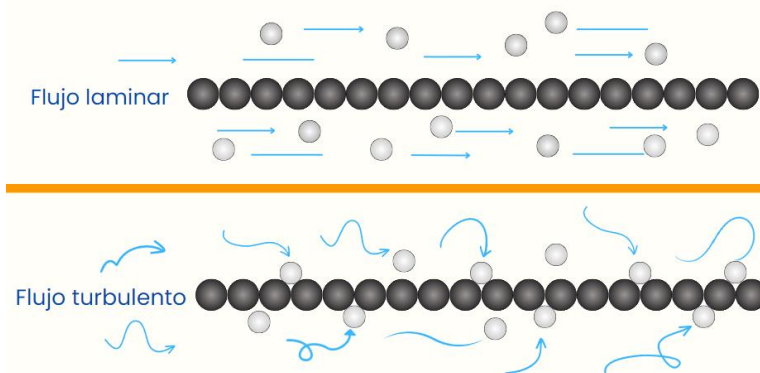
En esta planta que instalamos para tratar agua de pozo contaminada con hidrocarburos, encontramos que el umbral de olor a gasolina, diesel y turbosina corresponde a niveles de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos) menores que los que establece la NOM-127-SSA1-2021.

De las tablas anteriores, podemos hacer las siguientes observaciones:

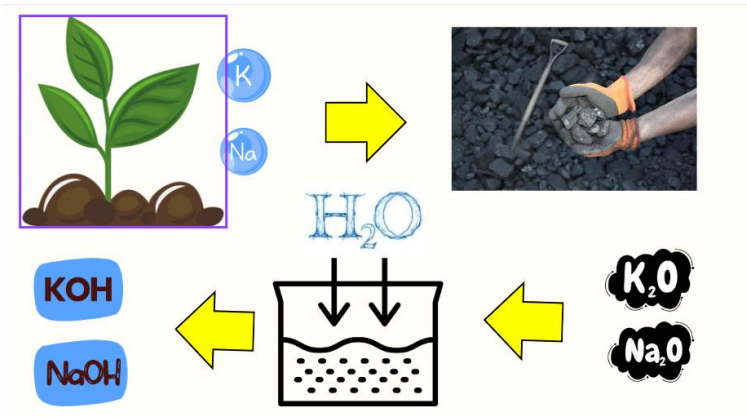
Norma	No. de parámetros	No. de parámetros orgánicos	Porcentaje de parámetros que puede resolver el carbón activado
NOM-127-SSA1-1994 (modificación 2000)	45	17	100.0 %
NOM-127-SSA1-2021 (cuando se cumplen los tres grupos de compuestos orgánicos sintéticos *	51	19	94.7 %
NOM-127-SSA1-2021 (cuando no se cumple ninguno de los tres grupos de compuestos orgánicos sintéticos)	97	67	98.5 %

* Solamente no se adsorbe eficientemente formaldehído

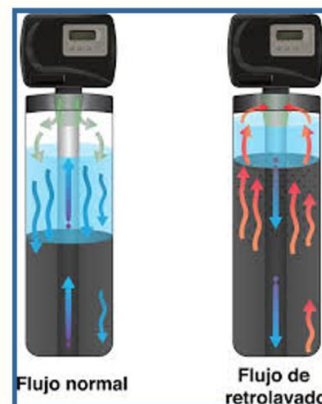
Como habíamos dicho, el carbón activado es una gran solución a un problema complejo.



Si aplicamos carbón activado, debemos seguir ciertos parámetros operativos. Las fuerzas de adsorción de London (las responsables de la adsorción en carbón activado) son de muy corto alcance. Es importante hacer llegar las moléculas a la superficie del carbón. Para esto se requiere un flujo turbulento. En el caso de carbón activado granular, este se logra operando la cama con la velocidad recomendada para el flujo de agua. También se requiere un tiempo de contacto suficiente.



No hay que olvidar que un carbón virgen que se ha activado térmicamente, siempre aumenta el pH de los primeros litros de agua que trata. Esto se debe a que los compuestos con mayor potencial para aumentar o disminuir el pH son el sodio y el potasio, que forman parte de los minerales presentes en los vegetales. No hay que desesperarnos. El agua terminará disolviendo estos compuestos y el pH del agua dejará de variar. Se puede acelerar este proceso inundando la cama de carbón activado en una solución diluida de ácido fosfórico (al 3%) o de ácido clorhídrico (al 0.5%).



Es fundamental no olvidar que hay que retrolavar con cierta frecuencia el carbón activado granular (no menos de una vez a la semana, y ya es el límite) y lograr la expansión de la cama. Si esto no se logra, la cama se petrificará, la cama se quebrará y el flujo terminará canalizándose (el agua ya no circulará a través de los gránulos de carbón, sino a través de los canales de la cama).



En potabilización de agua, ya que el carbón activado granular adsorbe y concentra compuestos orgánicos, siempre se formarán bacterias. Además de que estas son indeseables en un agua potable, generan anaerobiosis y olores a drenaje en el agua tratada. Para evitarlas, cuando la cuenta bacteriana sea inadmisibles a la salida de la cama de CAG, hay que desinfectarlo. El compuesto más eficiente para lograrlo es dióxido de cloro.

CASO

**Empresa ubicada en zona agrícola
cuenta con pozo profundo.**

**Desea destinarla a los bebederos de
la planta.**

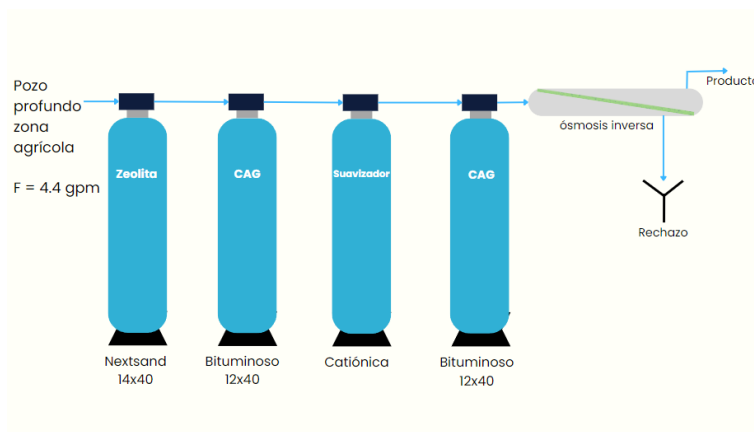
**Debe cumplir con todos los
parámetros de la nueva versión de
la norma NOM-127-SSA1-2021.**

Nos solicita apoyo un cliente y proveedor con el que llevamos muy buena relación. Este cliente-proveedor diseñó e implementó el tren de tratamiento de agua que veremos a continuación para uno de sus clientes al que llamaremos “usuario final”.

No cumple con la NOM-127-SSA1-2021 en el siguiente parámetro:

PARÁMETRO	Agua cruda	Máximo permitido por la NOM-127-SSA1-2021
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos (mg/L)	0.0339	0.01

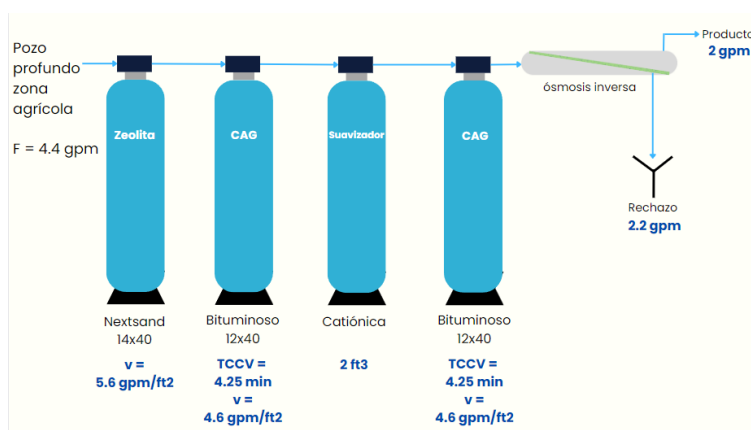
Los compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos incluyen herbicidas. Ya que se trata de una zona agrícola, no es raro que estos se encuentren presentes en el agua de los pozos.



El usuario final contrata a nuestro cliente-proveedor quien diseña e instala el tren de tratamiento que podemos ver en la imagen. Es un tren muy protegido, con dos pasos de carbón activado, que típicamente se instalan antes y después del suavizador.

PARÁMETRO	Agua cruda	Agua osmotizada	Máximo permitido por la NOM-127-SSA1-2021
Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos (mg/L)	0.0864	0.0252	0.01

El usuario final arranca el tren de tratamiento de agua. El agua producto de la ósmosis inversa no cumple con el parámetro de compuestos halogenados adsorbibles fijos (Nota: sí cumplió con el de compuestos orgánicos adsorbibles purgables). Aunque Carbotecnia no instaló el tren de tratamiento (son trenes de tratamiento que también ofrecemos al mercado) ni proveyó el carbón activado, por la buena relación y por el hecho de que somos especialistas en carbón activado, nuestro cliente-proveedor acudió a nosotros para buscar la causa y la solución al problema.



Acudimos al sitio. El tren había arrancado cuatro meses antes. Lo primero que hicimos fue cerciorarnos de que el usuario estaba llevando a cabo el retrolavado de los equipos con medios granulares con una frecuencia de al menos dos veces por semana. El usuario estaba retrolavando con buena frecuencia. Haciendo mediciones, nos cercioramos de que el flujo de retrolavado era el adecuado para expandir las camas. La falta de expansión es la principal causa de petrificación de la cama, cuarteamiento de la misma y canalización del flujo (lo que lleva a que el agua no se trate adecuadamente). Nuestro cliente-proveedor diseña bien los trenes de tratamiento de agua que ofrece al mercado y esta no fue la excepción: encontramos zeolita de buena calidad (Nextsand), velocidad adecuada en el filtro de zeolita, carbón activado de marca prestigiada y buen grado de activación ($900 \text{ m}^2/\text{g}$), tipo de carbón activado adecuado (bituminoso, aunque consideramos que uno de concha de coco sería mejor para este caso), raengo de tamaño de partícula adecuado (12x40), tiempo de contacto (TCCV) y velocidad adecuados en los adsorbedores de carbón activado, volumen adecuado de resina suavizadora (que estaba suavizando adecuadamente), membrana de ósmosis inversa de buena marca, presión de operación adecuada de la ósmosis inversa y un alto porcentaje de rechazo, lo que mejora la calidad del agua osmotizada respecto a una operación en la que se minimiza el porcentaje de rechazo. Hasta aquí,

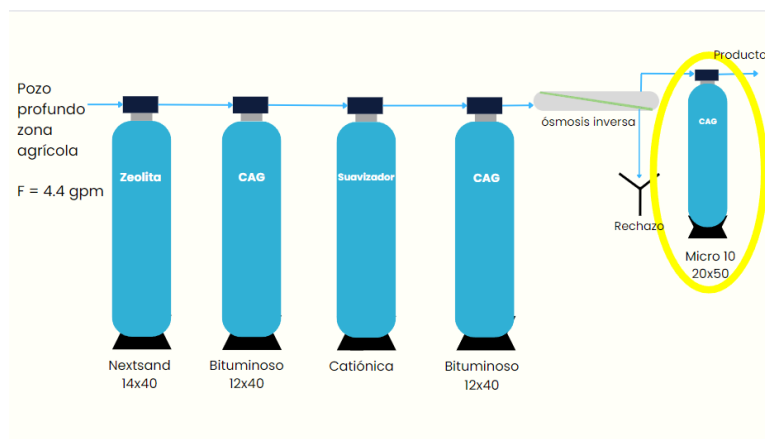
no encontramos razón alguna para no lograr cumplir con el parámetro de compuestos orgánicos adsorbibles fijos.

PUNTO DE MUESTREO	COT (mg/L)	DQO (mg/L)
Agua cruda	0.547	No detectable

ANÁLISIS FISCOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO
pH	7.5
Sólidos disueltos totales (mg/L)	336
Dureza total (mg/L como CaCO ₃)	97.7
Alcalinidad total (mg/L como CaCO ₃)	225.7
Índice de Langelier @ 20°C	0.24
Tendencia del agua	Equilibrada

Solicitamos análisis de carbono orgánico total y DQO en el agua cruda y encontramos que sus niveles eran muy bajos (típicos de pozos profundos). Pudimos haber solicitado únicamente COT o DQO pero cuando hay problemas consideramos buena práctica solicitar ambos. Al estar correlacionados, permiten tener la certeza de que no hay un error en los análisis. El nivel estático de agua de este pozo es de 60 m bajo el nivel del suelo, lo que corresponde a un pozo profundo. Cuando la carga orgánica del agua a tratar es muy alta, puede ser razón de que el carbón no logre disminuir el parámetro que nos interesa. Los bajos niveles de COT y DQO mostraron que este no era el caso. También llevamos a cabo un análisis fisicoquímico del agua y encontramos que no tenía una importante tendencia incrustante, que puede ser causa de que el carbón activado no se desempeñe con toda su eficiencia (un índice de Langelier positivo suele corresponder a un agua incrustante, pero valores de entre -0.3 y +0.3 suelen reflejar un agua bastante equilibrada. De todo lo anterior, hasta aquí no habíamos encontrado la causa del problema.



Propusimos colocar un adsorbedor adicional para tratar únicamente el agua producto de la ósmosis inversa. Utilizamos carbón activado granular de concha de coco. Lo consideramos más adecuado para agua de pozo profundo ya que el agua de estos pozos suele contener compuestos orgánicos pequeños (los medianos y grandes suelen ser adsorbidos por los diversos minerales que forman las capas de tierra. El área superficial del carbón activado aplicado fue superior a 1000 m²/g. Utilizamos un carbón de muy pequeño tamaño: 20x50. Este tamaño permite que el carbón activado adsorba con una muy alta cinética (velocidad). Diseñamos la cama para tener un TCCV (tiempo de contacto en cama vacía) superior a 5 min. Habíamos prelavado el carbón activado con agua de muy buena calidad (SDT de 130, dureza de 30 mg/L como CaCO₃ y DQO indetectable). Arrancamos la prueba y dejamos correr agua por el tren que incluía la columna de prueba de CAG durante alrededor de dos horas.

Colocamos columna con CAG para tratar el agua producto y obtuvimos lo siguiente:

Punto de muestreo	Compuestos orgánicos halogenados adsorbibles fijos (mg/L)
Agua cruda	0.2469
Efluente del primer tanque de CAG	0.0660
Efluente del segundo tanque de CAG	0.0274
Agua osmotizada	0.0282
Efluente de columna con CAG Micro 10 20x50	0.0776

El mismo laboratorio que había hecho los análisis anteriores acudió al sitio el día de la prueba, tomó muestras, las analizó y reportó los resultados que se muestran en la imagen. Suena razonable que los compuestos orgánicos adsorbibles fijos disminuyan en los dos pasos de CAG (carbón activado granular). Luego, no suena nada razonable que no disminuyan en el permeado de la membrana de ósmosis. Y lo que llama mucho la atención es que su concentración aumentó.

↓

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	D	LDM	LPC	ANALIZADO	FECHA	AN
A	COMPUESTOS ORGANICOS HALOGENADOS FIJOS	ISO 9562:2004	mg/L	0.0282	1	0.0003	0.0050	18/04/23		MTE
A	COMPUESTOS ORGANICOS HALOGENADOS PURGABLES	US EPA 9021-1992	mg/L	0.0017	1	0.0008	0.0050	10/04/23		MTE
OBSERVACIONES ANALITICAS: NINGUNA										

NOTAS EXPLICATIVAS PARA MEJOR INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS
LDM: Límite de Detección del Método. LPC: Límite Práctico de Cuantificación. Entiéndase que para los Métodos No Instrumentales el valor de la columna LPC corresponde a la Cantidad Mínima Cuantificable (CMC). D: Dilución efectuada a la Muestra. NA: No Aplica. AA: Prueba Acreditada o Aprobada (ver Tablas).
Recomendaciones Legales: AN: Clave del Analista que realizó la prueba. ND: Significa que el resultado del análisis es un valor menor al expresado en la celda LDM o en su defecto, el expresado en la columna del LPC. Otra forma de expresión es <LDM ó <LPC. NE: Análisis No Efectuado. B.S.: Base Seca.
- Para calcular la Cantidad Mínima Detectable en la muestra analizada, se debe multiplicar el LDM por la dilución efectuada (D).
- Si el resultado es mayor que el Límite de Detección del Método (LDM) y menor que el Límite Práctico de Cuantificación (LPC), debe ser tomado como estimado.
- En los casos en los que se reportan métodos alternos estos han sido Autorizados por la dependencia correspondiente y de acuerdo al Art. 49 de la LPMN.
(i) El análisis fue realizado con el Método Extranjero (EPA, ISO, SM, ASTM, etc) que se indica, el cual es un Método Alterno al Método Nacional (NMX o NOM).
El reconocimiento de este Método Alterno por las autoridades competentes se indica en la columna AA.
- Los valores de las Incertidumbres Expandidas de cada uno de los parámetros reportados en este informe se encuentran a su disposición previa solicitud.
- Para el caso de superficies vivas/verdes y medio ambiente, el método reportado corresponde al procedimiento aplicado para la determinación analítica.

Solicitamos apoyo a un investigador especialista en carbón activado. Le enviamos los resultados de los análisis y nos hizo ver que las pruebas para analizar compuestos orgánicos adsorbibles, tanto fijos como purgables, no estaban acreditadas. Revisó el método de análisis y consideró que los cloruros presentes en el agua (es el catión más común en el agua) podían estar siendo una interferencia.

Indagando en el medio, y por algunos comentarios que nos hicieron, parece que estas pruebas aún no se habían estandarizado en EMA y que, por lo tanto, no estaban acreditadas por ningún laboratorio. Esta información no está confirmada.

Como habíamos mencionado en este webinar, la certeza de los resultados en los análisis es fundamental. Sin dicha certeza, no podemos tomar decisiones y no debemos realizar inversiones en tiempo y ni otros gastos.

Considerando que no está acreditada la prueba y considerando lo que comentó el investigador al que acudimos, el resultado de los análisis no forzosamente reflejó una realidad. De hecho, no es razonable que no disminuyan los compuestos orgánicos halogenados adsorbibles en este tren con tres camas de CAG y una membrana de ósmosis inversa. Si observamos, el parámetro se refiere a “adsorbibles” y la prueba consiste en adsorber estos compuestos en carbón activado. Con estos argumentos, nuestro cliente-proveedor y su cliente, el usuario final dieron por concluido el conflicto.

Habrá que investigar si las pruebas de análisis de compuestos orgánicos halogenados adsorbibles y purgables ya está acreditada por algún laboratorio.

Gracias por su atención

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

