

**CAPACITACIÓN EN VIVO**

## El carbón activado Gama B

La mejor alternativa en el tratamiento de aguas residuales.



Impartido por:  
**GERMÁN GROSÓ**

Martes, 22 de octubre 10:00 AM (Hora CDMX)

Para el equipo de atención a clientes, atenderlo a usted es nuestro propósito y un motivo de gusto.

**NOM-001-SEMARNAT-2021**

TABLA 1  
Límites Permisibles

Parámetro (C) (Indicador de calidad de ambiente)	Ríos, arroyos, cascadas, afluentes			Embalses, lagos y represas			Zonas marítimas costeras			Suelo						
	PM	PD	V1	PM	PD	V1	PM	PD	V1	Riego de áreas verdes		Bifloración y otros algas		Cécticos		
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Oxígeno disuelto (mg/L)	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15
Dureza (mg/L)	60	72	84	20	24	28	20	24	28	31	36	42	100	120	140	20
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	150	180	210	100	120	140	100	120	140	50	72	84	150	180	210	60
Carbono Orgánico Total (mg/L)	30	45	55	25	30	35	21	25	30	15	18	21	30	45	55	15
Nitrógeno Total (mg/L)	25	30	35	15	20	25	30	35	35	NA	NA	NA	NA	NA	15	25
Fósforo Total (mg/L)	15	18	21	5	6	7	15	18	21	NA	NA	NA	NA	NA	5	15
Índice de Bioturbación (Bioturbación)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1						
Capacidad con (BOD-5) (mg/L)	250	500	500	250	500	500	250	500	500	250	500	500	250	500	500	250
Concentración (BOD-5) (mg/L)	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250
pH (VPH)	6-9															
Color verdadero	Longitud de onda									Coeficiente de absorción especíal máximo						
	420 nm									2.0 m <sup>-1</sup>						
	520 nm									5.0 m <sup>-1</sup>						
	620 nm									2.0 m <sup>-1</sup>						
Toxicidad aguda (AT)	2 a las 15 minutos de exposición															

La norma NOM-001-SEMARNAT-2021 aplica a las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Los parámetros marcados en amarillo son en los que incide el carbón activado. También marcaremos en amarillo los parámetros en los que incide el carbón activado y que correspondientes a las otras dos normas en materia de aguas residuales. Los mostramos a continuación.

El usuario debe cumplir con el parámetro de DQO cuando la concentración de cloruros es menor a 1000 mg/L. Y debe cumplir con COT cuando la concentración de cloruros es igual o mayor a 1000 mg/L. Estos parámetros buscan reflejar el contenido de materia orgánica en agua.

El carbón activado adsorbe compuestos que causan color verdadero o toxicidad aguda solamente cuando son de carácter covalente (típicamente moléculas orgánicas).

## NOM-001-SEMARNAT-2021

Tabla 2  
Límites Permisibles para Metales y Cianuros

Parámetros (miligramos por litro)	Ríos, arroyos, canales, drenes						Embalses, lagos y lagunas						Zonas maritimas mexicanas						Suelo					
	PM		PD		VI		PM		PD		VI		PM		PD		VI		PM		PD		VI	
	PM	PD	VI	PM	PD	VI	PM	PD	VI	PM	PD	VI	PM	PD	VI	PM	PD	VI	PM	PD	VI	PM	PD	VI
Arsénico	0.2	0.3	0.4	0.1	0.15	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.1	0.15	0.2	0.1	0.15	0.2	0.1	0.15	0.2	0.1	0.15	0.2
Cadmio	0.2	0.3	0.4	0.1	0.15	0.2	0.2	0.3	0.4	0.05	0.075	0.1	0.1	0.15	0.2	0.05	0.075	0.1	0.1	0.15	0.2	0.05	0.075	0.1
Cianuro	1	2	3	1	1.5	2	2	2.50	3	2	2.5	3	1	1.50	2	1	1.5	2	1	1.5	2	1	1.5	2
Cobre	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Cromo	1	1.25	1.5	0.5	0.75	1	1	1.25	1.5	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1
Mercurio	0.01	0.015	0.02	0.005	0.008	0.01	0.01	0.015	0.02	0.005	0.008	0.01	0.005	0.008	0.01	0.005	0.008	0.01	0.005	0.008	0.01	0.005	0.008	0.01
Niquel	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Plomo	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
Zinc	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20

Parámetros medidos de manera total  
PM: Promedio Mensual  
PD: Promedio Diario  
VI: Valor Instantáneo

El carbón activado adsorbe metales pesados con eficacia solamente cuando forman parte de moléculas orgánicas. El caso más común es el de mercurio. Otros casos son infrecuentes.

## NOM-002-ECOL-1996

Tabla 1

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Niquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

La norma NOM-002-ECOL-1996 aplica a las descargas de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

## NOM-002-ECOL-1996

(Referirse a esta Tabla 2 de NOM-001-ECOL-1996)

Tabla 2

PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																			
	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES						AGUAS						SUELO	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)	
	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	NA	NA	75	150

La NOM-002-ECOL-1996 señala que la descarga de agua debe cumplir con el parámetro de DBO que señala la NOM-001-ECOL-1996 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997, o con las condiciones particulares de descarga.

**NOM-003-ECOL-1997**

TABLA 1  
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (N/I)	Grasas y aceites mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO (1)	240	≤ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL (2)	1,000	≤ 5	15	30	30

(1) Llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines.

(2) Riego de jardines y camellones en autopistas, camellones en avenidas, fuentes de ornato, campos de golf, abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendio, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones.

En ambos servicios, el agua debe cumplir con el límite en metales pesados y cianuros establecidos en la columna que corresponde a envases naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la NOM-001-ECOL-1996, publicada el 6 enero 1997.

La NOM-003-ECOL-1997 aplica a aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

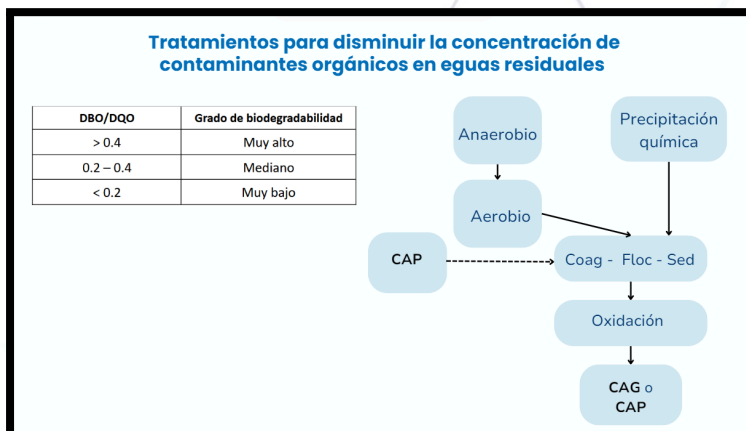
**Parámetros limitados por normas para aguas residuales, en los que incide el carbón activado**

Parámetro	Menor valor limitado como promedio mensual
DBO	20 mg/L
<b>DQO</b>	<b>60 mg/L</b>
COT	15 mg/L
Grasas y aceites	15 mg/L
Color verdadero	Coefficiente de absorción espectral @ 436 nm → 7.0 m <sup>-1</sup> @ 525 nm → 5.0 m <sup>-1</sup> @ 620 nm → 3.0 m <sup>-1</sup>
Toxicidad aguda	2 UT a los 15 min
Mercurio	0.005 mg/L

**Valor típico de DQO en agua de distintos orígenes**

ORIGEN DEL AGUA	DQO TÍPICO (mg/L)
Pozo profundo (mayor a 50 m)	< 6
Pozo somero (menor a 50 m)	6 a 15
<b>Lago o río</b>	<b>20 a 60</b>
Aguas grises (sanitarias)	< 300
Aguas negras (sanitarias)	< 800
Granja porcícola	10,000 a 40,000
Vinazas de la producción de destilados de agave (residuo de la primera destilación o destrozado)	70,000

Se puede observar que los valores más estrictos que deben cumplirse en las descargas de aguas residuales (de acuerdo con las tres normas que aplican) son de un nivel similar al del nivel más alto de contenido de compuestos orgánicos en lagos o ríos.



En esta imagen podemos ver que el carbón activado se aplica al final o casi al final de un tren de tratamiento. Cuando la cantidad de agua o de solución acuosa a tratar es relativamente alta (por “relativamente alta” me refiero a la mayoría de los casos que ocurren en industrias

medianas o grandes), el carbón activado suele ser rentable cuando la DQO se va a disminuir no más de 100 mg/L. Puede sonar decepcionante, cuando otros procesos hacen una disminución mucho mayor. No obstante, el carbón activado suele ser la mejor tecnología para pasar de niveles bajos de DQO (o de COT) a muy bajos.

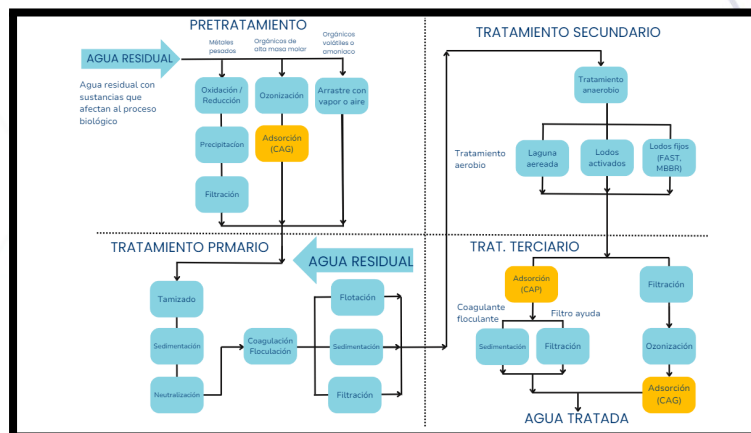
En agua con altas concentraciones de contaminación orgánica:

- Cuando el grado de biodegradabilidad es mediano, alto o muy alto, el primer tratamiento debe ser biológico ya que es el más competitivo económicamente: anaerobio en niveles más altos y aerobio en menos altos.
- Cuando el grado de biodegradabilidad del agua es muy bajo, el primer tratamiento suele ser precipitación química. Esta puede lograrse por distintos métodos: cambio de pH, coprecipitación mediante algún agente químico, oxidación, coagulación-floculación-sedimentación.

Cuando el agua contiene compuestos que responden a la coagulación-floculación, lo más conveniente es aplicar este proceso y optimizarlo. El costo de separación mediante este proceso es mucho más económico que el de aplicar carbón activado.

Cuando la concentración de compuestos orgánicos en el agua después del tratamiento biológico y de la coagulación-floculación (en caso de que se haya requerido) aún siga siendo alta, hay que probar con oxidación.

El carbón activado será competitivo solamente después de haber agotado los procesos previamente mencionados.



En este diagrama se ven con mayor detalle los procesos que pueden conformar un tren de tratamiento de aguas residuales. Es raro aplicar carbón activado antes del tratamiento terciario. Un caso puede ser como pretratamiento mediante la combinación de dosificación de ozono y carbón activado. Esto puede ser de utilidad para romper moléculas refractarias y hacerlas más biodegradables.

Observamos que el carbón activado, sea granular o en polvo, suele aplicarse como parte del tratamiento terciario.

**Un agua muy incrustante agota prematuramente al CAG**



Cuando el agua que proviene del tratamiento secundario tiene una alta tendencia incrustante, precipitarán sales en la superficie del carbón y lo envenenarán prematuramente. En dicho caso, hay que aplicar el carbón en polvo. Y cuando se va a aplicar el carbón activado en polvo, si existe un proceso de coagulación-floculación previo, es común que valga la pena aplicar el carbón antes que el coagulante. Esto, con el objeto de eliminar el carbón, una vez que ha cumplido su función, junto con los flóculos formados. La adición de carbón activado en polvo antes del coagulante y el floculante, suele no dificultar el proceso de coagulación-floculación. La presencia de carbón activado en polvo más bien facilita al proceso de coagulación-floculación. Si se agrega carbón activado en polvo antes del coagulante, es conveniente agregar el carbón al agua (o a la solución acuosa) una media hora antes de agregar el coagulante. Esto, con el objeto de que el carbón realice su función de adsorber, antes de que empiecen a formarse los coágulos. Al agregar el coagulante, este puede envolver a las partículas de carbón activado e impedir que sigan adsorbiendo. Para que el carbón activado en polvo realice su función adecuadamente, es importante que se mantenga en contacto con el líquido mediante una agitación suficientemente turbulenta.

**Antes de saber si se requiere carbón activado:**



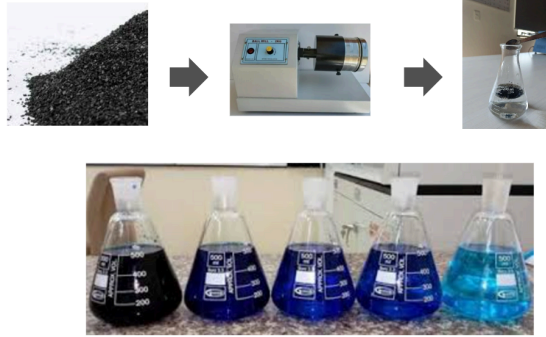
Para saber si se requiere carbón activado, antes hay que optimizar las etapas previas de tratamiento. Esto es mucho más razonable y económico.

## Antes de diseñar e invertir en adsorbedores de CAG...



Antes de diseñar e invertir en adsorbedores de carbón activado...

## Obtener isotermas de adsorción



... hay que hacer pruebas en el laboratorio y determinar isotermas de adsorción. Esto es primordial. Con los resultados de la isoterma se puede encontrar qué carbón activado es el más adecuado y qué dosis es la óptima... esto es importante independientemente de que el carbón activado se vaya a aplicar en forma granular o en polvo.

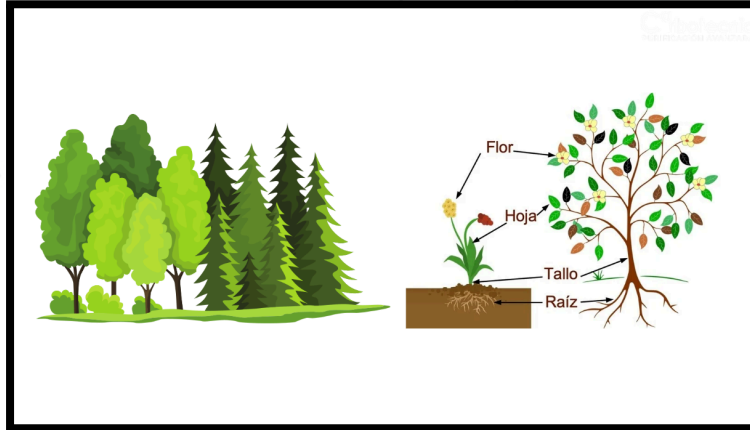


Y después de las pruebas de laboratorio, hay que hacer ingeniería. Los invitamos a que acudan a Carbotecnia para orientarlos o auxiliarlos más allá de una orientación.



# Carbotecnia

¿Qué es eso de que un carbón activado sea el adecuado? Depende mucho de la distribución de tamaño de poro, y esta, a su vez, depende mucho de la materia prima con la que se fabrica el carbón activado. Mientras más densa y rígida es la materia prima, genera poros de menor diámetro.



Los carbones minerales tienen poros de distinto diámetro ya que se formaron a partir de vegetación variada que quedó sepultada en un pantano. Dicha vegetación tenía materiales de diversa densidad y rigidez.



Los carbones que provienen de materias primas muy densas y rígidas generan microporos (menores a 2 nm). En Carbotecnia, a estos carbones activados les llamamos "MICRO". Son adecuados para adsorber moléculas pequeñas, como las que se encuentran en agua de pozos profundos (profundidad mayor a 50 m) o en aire y otros gases.



Los carbones que se producen a partir de materiales poco densos y blandos, como la madera de pino, generan poros grandes, que se conocen como macroporos (mayores a 50 nm). En Carbotecnia les llamamos "MEGA". Son poros adecuados para retener moléculas grandes, como proteínas, grasas, pigmentos y otras que no se evaporan y solamente se encuentran en líquidos.



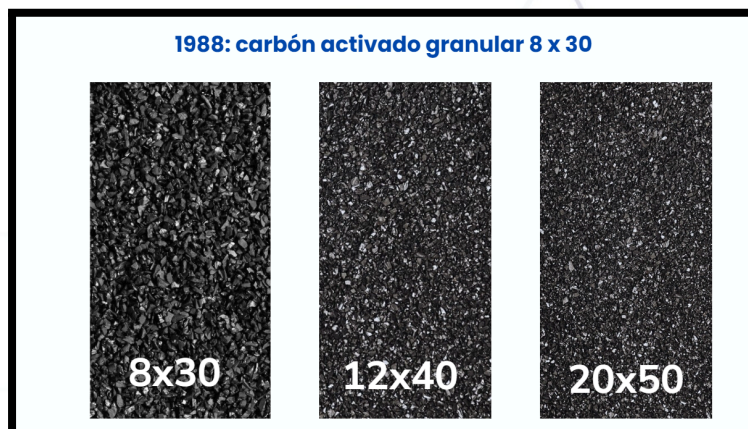
A los carbones activados de origen mineral que, como dijimos, tienen poros de distintos diámetros, en Carbotecnia les llamamos "GAMA". Estos tienen micro (< 2nm), meso (entre 2 y 50 nm) y macroporos (> 50 nm). Le llamamos GAMA B a un carbón activado de origen mineral bituminoso. Por tener poros de distinto tamaño, suelen ser muy adecuados para tratar aguas residuales o aguas de origen natural superficial, que contienen moléculas de distintos tamaños.



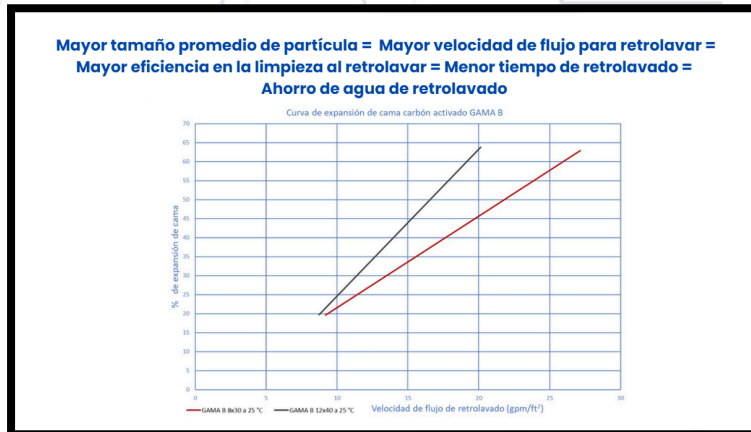
Le llamamos GAMA L a un carbón de origen mineral lignítico. Este tiene poros más grandes que el GAMA B. Es mejor cuando el líquido a tratar tiene moléculas más grandes... por ejemplo, las que constituyen pigmentos que se utilizan mucho en la industria textil.



Cuando iniciamos en el ramo de carbones activados en 1988, casi todo el carbón activado granular que se utilizaba en México era de origen mineral lignítico importado de Estados Unidos. Introdujimos el carbón activado de concha de coco ¡y ahora tenemos que mostrar que los carbones minerales son inocuos, competitivos e importantes! (¡la vida tiene sus partes chuscas!).



También en 1988, para la aplicación en líquidos, prácticamente solo se comercializaba carbón con rango de tamaño de partícula entre las mallas 8 y 30. Introdujimos los carbones 12x40 y 20x50 y ahora muchos no quieren el 8x30. Es cierto que los carbones de menor tamaño de partícula trabajan con mayor cinética (mayor velocidad). No obstante, los carbones de mayor tamaño de partícula tienen ventajas sobre los de menor tamaño de partícula. Y al igual que lo que nos sucede con los carbones activados de concha de coco (que ahora son tan apreciados), actualmente muchos clientes ya no quieren carbones 8x30. Así que hoy tenemos la misión de mostrar que los carbones 8x30 son más adecuados para ciertas aplicaciones.



Ya que los carbones activados granulados de mayor tamaño de partícula se expanden con mayor velocidad de flujo, se limpian mejor al retrolavar, y esto es muy bueno en un carbón que trata aguas residuales (debido a la actividad biológica que ocurre en los gránulos de carbón activado, y que genera biomasa que hay que eliminar mediante los retrolavados).



En las PTAR que atendemos y que tratan aguas de origen sanitario, el carbón activado más competitivo que hemos encontrado es uno mineral bituminoso 8x30 al que llamamos GAMA B 8x30. Así que, este es un caso en el que tenemos la misión de mostrar al mercado que, para tratamiento terciario de aguas residuales, es mejor un carbón activado mineral que uno de concha de coco, y es mejor un carbón activado 8x30 que uno 12x40.

En la empresa tenemos una PTAR tipo FAST de Bio-Microbics, muy eficiente. Parte de la eficiencia se debe a una cultura de administración de residuos líquidos en la que participa toda la organización. No se vierten a los drenajes sustancias que afecten negativamente a las

# Carbotecnia

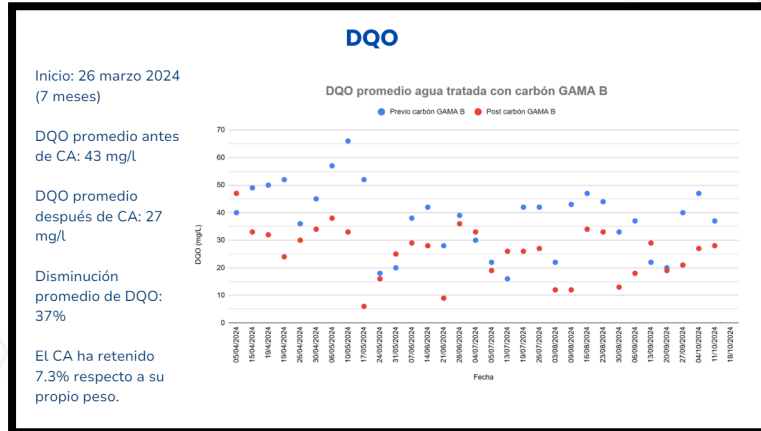
bacterias aerobias que realizan su trabajo. El carbón activado se aplica como tratamiento terciario en los pequeños recipientes de fibra de vidrio que se observan a la derecha.



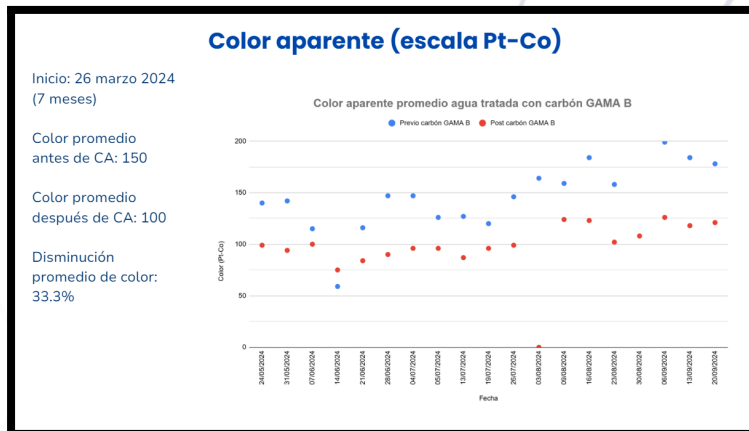
Actualmente, todo el carbón activado mineral bituminoso proviene de China. Cualquiera compra en China, pero no cualquiera tiene la seguridad de comprar la mejor calidad y consistencia en dicha calidad. Después de muchos años de estar en el mercado, hicimos un socio comercial afín a nuestra empresa y con el que atendemos el mercado de México y de Latinoamérica. Es un socio que tiene la misma política de ética y calidad que nosotros. Sus carbones, como los nuestros, tienen el certificado NSF/ANSI 60.



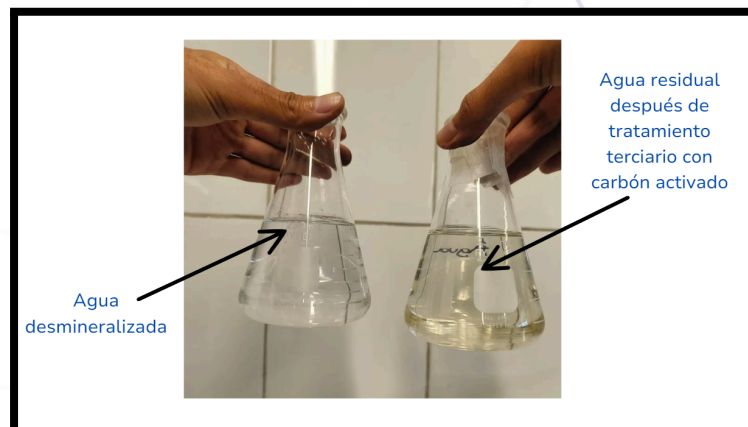
Independientemente del buen oficio de nuestro socio comercial en China, en Carbotecnia realizamos un trabajo estricto de aseguramiento de calidad. No sale un lote de carbón de la empresa sin certificado de calidad.



Durante el año pasado probamos diversos carbones activados granulares como tratamiento terciario y el GAMA B 8x30 mostró ser el más competitivo. Este año, en los últimos días de marzo instalamos una cama de este tipo de carbón y le hemos dado seguimiento hasta ahora. En siete meses, la DQO ha disminuido de un valor promedio inicial (antes del carbón activado) de 43, a uno final de 27. La disminución es de 37%. Por pruebas que hemos realizado, sabemos que es posible lograr que este carbón activado funcione como carbón activado biológico y que, como tal, tenga un alto tiempo de vida útil.



En el mismo periodo, el color aparente en la escala Pt-Co ha disminuido de un valor inicial de 150 a uno final de 100. La disminución promedio es de 33%.



El agua residual tratada de origen sanitario después de pasar por el tratamiento terciario mediante carbón activado granular tiene un tono ligeramente amarillo. Este tono no implica que el agua incumpla con el límite máximo permitido por la NOM-001-SEMARNAT-2021 en cuanto a color verdadero.

## Coefficiente de absorción espectral en agua residual de origen sanitario tratada con GAMA B

Fecha	Color aparente post tratamiento con carbón GAMA B (Pt-Co)	Coeficiente de absorción espectral (a) Color verdadero post tratamiento con carbón GAMA B (m <sup>-1</sup> )			Límite máximo permisible del coeficiente de absorción espectral (a). De acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-2021 (referencia al método de medición de color en la NMX-AA-017-SCFI-2021)		
		λ = 436 nm	λ = 525 nm	λ = 620 nm	λ = 436 nm	λ = 525 nm	λ = 620 nm
20/sep/2024	121	1,50	0,70	0,40	7,0 m <sup>-1</sup>	5,0 m <sup>-1</sup>	3,0 m <sup>-1</sup>
27/sep/2024	115	1,50	0,60	0,30			
11/oct/2024	75	1,60	0,78	0,46			

En esta imagen podemos ver que después de 7 meses de operación de la cama de GAMA B 8x30, aunque el tono del agua tratada es ligeramente amarillo, el agua cumple con facilidad el parámetro de color.



Parte importante del servicio de ofrecer a usted el carbón activado tipo GAMA B 8x30 es que contamos con inventarios suficientes.

## Logística



También ofrecemos una logística ágil para hacerle llegar el carbón en el menor tiempo posible y debidamente empacado y paletizado. También podemos entregarle el carbón activado en supersacos.

El agua que se trata con carbón activado no debe contener capa de aceite iridiscente o con aceite emulsionado.  
→ Hay que coalescer o romper la emulsión antes del CA.



Es importante mencionar que, además del correcto dimensionamiento de los adsorbedores de carbón activado, debemos cerciorarnos de operarlos correctamente. Por ejemplo, hay que evitar que el agua que entre a los adsorbedores contenga aceites flotando o emulsionados, ya que estos se impregnan en el carbón y habría que reactivarlos para que vuelvan a operar correctamente.

**Para que el CAP realice su función, debe mantenerse suspendido en el líquido durante una hora**





El carbón activado tipo GAMA B 8x30 también puede suministrarse pulverizado. En este caso, es importante dosificar el carbón en un punto en el que se mantenga en contacto con el agua a tratar mediante agitación. Estos son solo dos ejemplos de lo que hay que cuidar para que el carbón activado, en forma granular o en polvo, realice su función adecuadamente.

Gracias por su atención

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

