



CAPACITACIÓN EN VIVO

Parámetros para valorar la calidad de un carbón activado

PARTE 2

20 MAYO MARTES HORA CDMX 10:00 AM.

Presentado por: **GERMÁN GROSSO**

Carbotecnia
PURIFICACIÓN AVANZADA



NIOSH National Institute for Occupational Safety and Health

UNECE

ASTM

ASTM INTERNATIONAL

American Water Works Association

FEUM FARMACOPEA de los Estados Unidos Mexicanos

Como dijimos en la primera parte de este tema, de entre los organismos que publican estándares para analizar propiedades y capacidad de carbones activados, el más aceptado por fabricantes y usuarios de carbón activado en todo el mundo, es la ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

ASTM E300-03(2009) - STANDARD PRACTICE FOR SAMPLING INDUSTRIAL CHEMICALS

(Práctica estándar para muestrear químicos industriales)



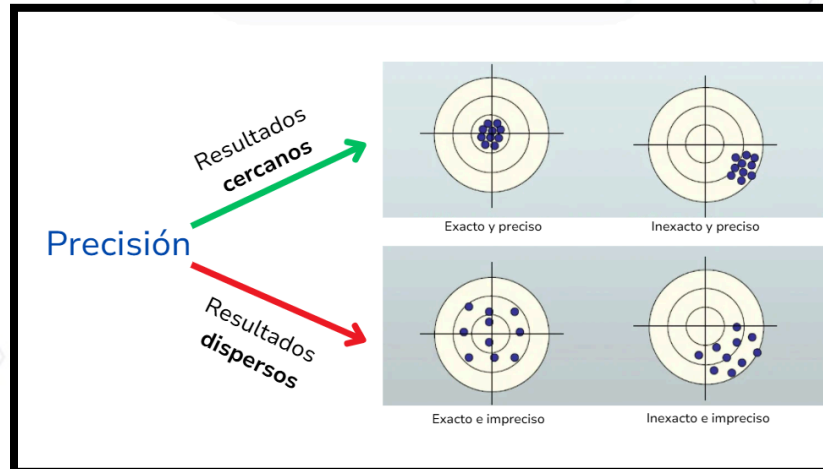
Antes de analizar una muestra de carbón activado, hay que tomar en cuenta el método de muestreo, como el que publica la ASTM en su estándar E300. Esto es muy importante para que la muestra sea representativa. El estándar E300 se basa en la estadística y recomienda, no solo considerar el punto en el que se tomará una muestra de un costal o supersaco, sino el número de muestras que hay que tomar para obtener una muestra compuesta que represente a todo un lote a granel o conformado por varios supersacos o costales.

ASTM E177-20 - STANDARD PRACTICE FOR USE OF THE TERMS PRECISION AND BIAS IN ASTM TEST METHODS

(Práctica estándar para el uso de los términos precisión y sesgo en los métodos de prueba de ASTM)

Criterios de repetibilidad y reproducibilidad

También vale la pena considerar el estándar E177 en el que la ASTM explica los términos relacionados con precisión y sesgo que aparecen en los distintos métodos de prueba que publica.



Hay que recordar que, aunque lo más importante de un método de análisis es la exactitud, es muy conveniente que este tenga un buen grado de precisión. Por medio de la repetición de pruebas, al menos podemos saber qué tan preciso es el método que estamos aplicando.

Bias (sesgo)

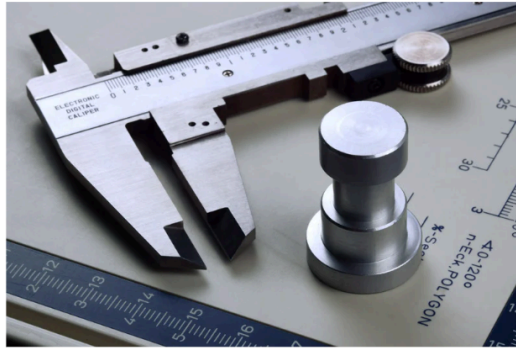


Error sistemático total (no es el error aleatorio)

Proviene del operador, equipo, instrumentos, reactivos, ambientes, tiempo en que se realiza la prueba y otros.

También es importante entender lo que es el sesgo: es el error sistemático. Al ser sistemático, siempre lleva la misma tendencia o dirección. No es el error aleatorio. El sesgo no es inevitable pero sí es el más difícil de evitar.

¿Cómo medir la precisión?



La precisión puede medirse.

Desviación estándar

(es una medición inversa de la precisión)

Es el promedio de la desviación de cada valor medido respecto al valor medio de la población o de la muestra

(Se expresa en las mismas unidades de la variable cuya desviación se mide)

Desviación estándar de una población:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

σ = desviación estándar poblacional

μ = media poblacional

N = número total de elementos

Desviación estándar de una muestra:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

s = desviación estándar muestral

\bar{x} = media muestral

n = número de datos en la muestra

Una de las variables con las que se puede medir el inverso de la precisión, es la desviación estándar, que es el promedio de la desviación de cada resultado de análisis obtenido respecto al valor medio de todos los resultados obtenidos. A todos los resultados obtenidos se les considera “población”, si son todas las partes que forman un lote; y se les considera una “muestra” si solo son parte de un lote. La desviación estándar se expresa en las mismas unidades en las que se expresa la variable que se mide. Si se mide el peso en gramos, la desviación estándar se reporta en gramos. Si se mide la temperatura en °C, la desviación estándar se expresa en °C. Si se mide densidad en g/cm³, la desviación estándar se expresa en g/cm³.

Coefficiente de variación

$$CV_{\text{poblacional}} = \frac{\sigma}{\mu} \times 100\%$$

- σ : desviación estándar poblacional
- μ : media poblacional

$$CV_{\text{muestral}} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

- s : desviación estándar muestral
- \bar{x} : media muestral

Ejemplo:

Tengo 50 canicas y las peso todas. Cada canica pesa entre 18 y 25 g.

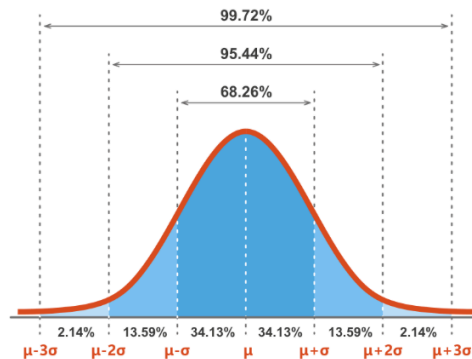
El peso promedio de las 50 canicas es 21 g.

La desviación estándar poblacional es 1.2 g

El $CV_{\text{poblacional}}$ es $1.2 \text{ g} / 21 \text{ g} \times 100 = 5.71\%$

Otra variable con la que se mide el inverso de la precisión es el coeficiente de variación. Es la desviación estándar dividida entre el valor medio de todas las mediciones realizadas, multiplicado por 100. Es decir, el coeficiente de variación expresa el porcentaje promedio que varían todas las mediciones realizadas respecto al valor medio de todas las mediciones.

Porcentaje de la población o de la muestra en una distribución normal



ASTM considera que lo que varían el 95% de los valores medidos (bajo criterios de repetibilidad o reproducibilidad) se puede considerar válido.

En una distribución normal, esto es entre -1.96σ y $+1.96\sigma$ respecto al valor medio, μ .

En una distribución “normal”, el 68.26% de los valores medidos varían menos de lo que es la desviación estándar de toda la población o de toda la muestra. El 95.44% de los valores medidos varían menos de dos veces el valor estándar de toda la población o de toda la muestra. La ASTM considera que el 95% de los valores que más se acercan a la media se pueden considerar suficientemente precisos. Esto es, aquellos que varían respecto a la media menos de ± 1.96 veces la desviación estándar.

Límite de repetibilidad (r) y de reproducibilidad (R)

$r \approx 2.8 \cdot \sigma$ (bajo criterios de repetibilidad)

$R \approx 2.8 \cdot \sigma$ (bajo criterios de reproducibilidad)

Es la máxima diferencia aceptable entre dos resultados

En una distribución normal el 95% de los resultados está entre -1.96σ y $+1.96\sigma$.

La diferencia entre dos resultados no es $\sigma + \sigma = 2\sigma$

La diferencia entre dos resultados es: $\sqrt{\sigma^2 + \sigma^2} = \sqrt{2} \cdot \sigma$

Por lo tanto, entre el 95% de los resultados, la diferencia máxima es:

$$1.96 \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma \approx 2.77 \cdot \sigma \approx 2.8 \cdot \sigma$$

Dos variables con las que la ASTM también mide el inverso de la precisión son el límite de repetibilidad (r), y el límite de reproducibilidad (R). El límite de repetibilidad, r, es la máxima diferencia absoluta aceptable entre dos resultados que se obtienen dentro de un laboratorio que sigue los criterios de repetibilidad, y que son: mismo procedimiento de medición, mismo operador, mismo instrumento de medición (utilizado bajo las mismas condiciones), mismo lugar (laboratorio), y mediciones que se repiten en un período corto de tiempo.

El límite de reproducibilidad, R, es la máxima diferencia absoluta aceptable entre dos resultados que se obtienen en dos laboratorios que siguen criterios de reproducibilidad: mismo procedimiento de medición, diferentes operadores, diferentes instrumentos de medición (aunque sean del mismo tipo y cumplan con las especificaciones de la norma), sobre material de ensayo idéntico o lo más similar posible.

Tanto r como R se estiman multiplicando 2.8 por la desviación estándar (siguiendo criterios de repetibilidad o de reproducibilidad, respectivamente) porque el 95% de los valores más cercanos a la media, que están entre -1.96 y $+1.96$ veces la desviación estándar, lo más que se alejan es $1.96 \times \sqrt{2} \times \sigma$ (que es $\approx 2.8 \sigma$).

Número de yodo (NI)

ASTM D4607

Para carbones activados con NI entre 600 y 1450 mg/g:

Se cumple el criterio de repetibilidad: si la diferencia respecto al valor promedio es menor a $\pm 5.6\%$

Se cumple el criterio de reproducibilidad: si la diferencia respecto al valor promedio es menor a $\pm 10.2\%$

El método de prueba ASTM D4607-14 reporta que el máximo coeficiente de variación aceptable para cumplir el criterio de repetibilidad en la prueba de análisis del "Número de yodo" es $\pm 5.6\%$. Y el máximo coeficiente de variación aceptable para cumplir el criterio de reproducibilidad es $\pm 10.2\%$.

Dentro de un mismo laboratorio:

NI entre 945 y 1055 mg/g son válidos
(rango: 110 mg/g)

Entre dos laboratorios:

NI entre 899 y 1101 mg/g son válidos
(rango: 202 mg/g)

Esto significa que, si en un mismo laboratorio que analiza el número de yodo por duplicado y que sigue los criterios de repetibilidad, si un resultado es 945 y el otro, 1055, ya que la variación respecto a la media es menor a $\pm 5.6\%$, la ASTM considera que ambos son suficientemente precisos. Y si dos laboratorios que siguen criterios de reproducibilidad obtienen como resultado, uno 899 mg/g y el otro, 1101 mg/g, ya que la variación respecto a la media es menor a $\pm 10.2\%$, la ASTM también considera que ambos son suficientemente precisos.

Solubles en agua

ASTM D5029

Se cumple el criterio de repetibilidad: si la diferencia respecto al valor promedio es menor a $\pm 20\%$

Se cumple el criterio de reproducibilidad: si la diferencia respecto al valor promedio es menor a $\pm 35\%$

De acuerdo con lo que reporta el estándar ASTM D5029-98, el máximo coeficiente de variación aceptable para cumplir el criterio de repetibilidad en la prueba de “Solubles en agua” es $\pm 20\%$. Y el máximo coeficiente de variación aceptable para cumplir el criterio de reproducibilidad es $\pm 35\%$. Estas diferencias tan grandes reflejan que el método de análisis es muy susceptible a variaciones en los resultados.

Contenido de cenizas totales en CA

ASTM D2866

r (límite de repetibilidad): 0.27 (%), que son las unidades en que se reporta el contenido de cenizas totales)

R (límite de reproducibilidad): 0.54 (%), que son las unidades en que se reporta el contenido de cenizas totales)

El método ASTM D2866-11, en la sección de *Precision and Bias* señala que la máxima diferencia aceptable entre resultados para cumplir el criterio de repetibilidad es 0.27 unidades de “% de cenizas totales”. Y la máxima diferencia aceptable entre resultados para cumplir el criterio de reproducibilidad es 0.54 unidades de “% de cenizas totales”.

ASTM: MÉTODOS DE PRUEBA PARA VALORAR LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO		
D3467	Carbon Tetrachloride Activity of [Granular] Activated Carbon	Actividad al tetracloruro de carbono de carbón activado [granular]
D3803	Nuclear-Grade [Granular] Activated Carbon	Carbón activado [granular] grado nuclear
D3860	Practice for Determination of Adsorptive Capacity of Activated Carbon	Práctica para determinar la capacidad adsorptiva de carbón activado
D4069	Specification for Impregnated [Granular] Activated Carbon Used to Remove Gaseous Radio-Iodines from Gas Streams	Especificación de carbón activado [granular] impregnado utilizado para retener radio-yoduros gaseosos en corrientes gaseosas
D4607	Determination of Iodine Number of Activated Carbon	Determinación del número de yodo de carbón activado
D5160	Guide for Gas-Phase Adsorption Testing of [Granular] Activated Carbon	Guía para probar adsorción en fase gas de carbón activado [granular]
D5228	Determination of Butane Working Capacity of [Granular] Activated Carbon	Determinación de capacidad de trabajo al butano de carbón activado [granular]
D5742	Determination of Butane Activity of [Granular] Activated Carbon	Determinación de actividad al butano de carbón activado [granular]
D5919	Adsorptive Capacity of Activated Carbon by a Micro-Isoterm Technique for Adsorbates at ppb Concentrations	Capacidad adsorptiva de carbón activado por una técnica de microisoterma para adsorbatos a concentraciones en ppb
D6646	Determination of Accelerated Hydrogen Sulfide Breakthrough Capacity of Granular and Pelletized Activated Carbon	Determinación de capacidad de adsorción de sulfuro de hidrógeno en carbón activado granular y peletizado mediante curva de ruptura acelerada
D7385	Guide for Estimating [Granular Activated] Carbon Saturation by Temperature Rise upon Immersion	Guía para estimar el grado de saturación de carbón [activado granular] por aumento de temperatura al sumergirse

La tabla de la imagen muestra el nombre de pruebas publicadas por la ASTM y que están relacionadas con la capacidad de adsorción de carbón activado. Los estándares cuyo código está encerrado en un óvalo rojo son los que corresponden a las pruebas más utilizadas. La imagen muestra en letras rojas al número de yodo porque, aunque se ha interpretado como una medida del área superficial del carbón activado, en realidad corresponde a la capacidad de adsorción de yodo que presenta el carbón activado (siendo que prácticamente no se aplica carbón activado para adsorber yodo).

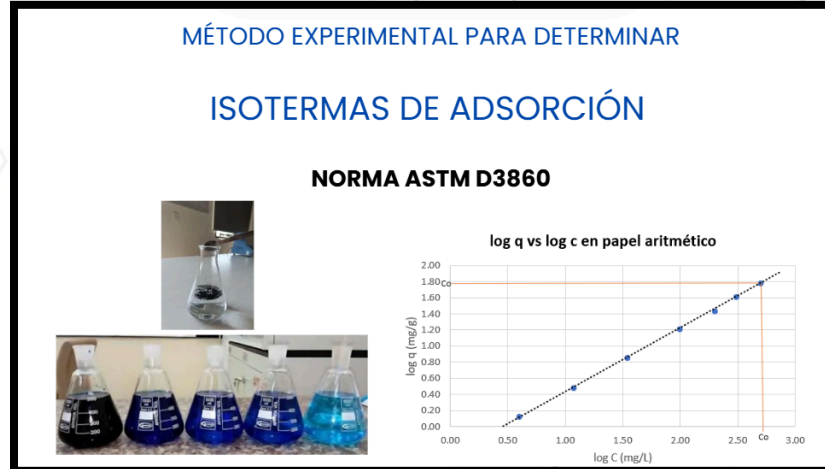
Capacidad de adsorción no considerada por ASTM

- Actividad al azul de metileno
 - Actividad relativa de melazas
- } En determinadas condiciones de equilibrio

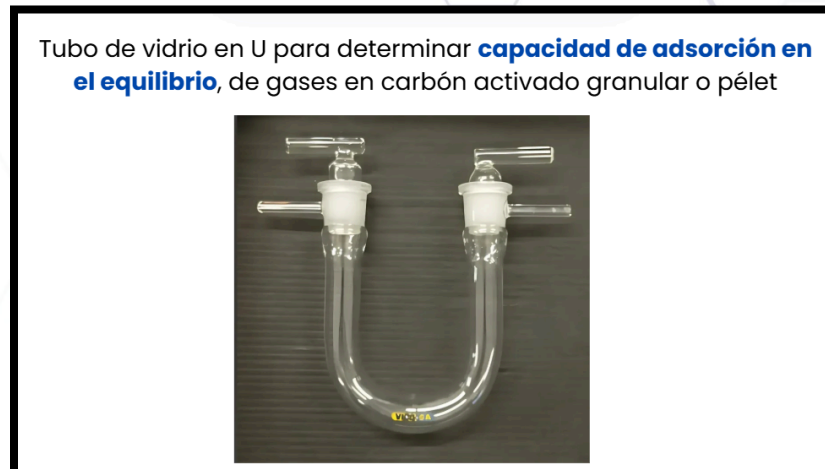
La mejor prueba de capacidad es con el líquido o gas que se va a tratar en campo.

Dos pruebas que se aplican con frecuencia al carbón activado y que no están publicadas por la ASTM son: actividad al azul de metileno y actividad relativa de melazas.

Como aparece en la imagen, la mejor prueba de capacidad es con el líquido o gas que se va a tratar en campo. Si va a ser un líquido, se puede probar mediante el método de prueba ASTM D3860. Si va a ser un gas, se puede probar mediante el método ASTM D5160.



El 21 de mayo de 2024 abordamos el tema del método experimental para determinar la capacidad de adsorción de carbón activado en fase líquida mediante isotermas de adsorción de acuerdo al estándar ASTM D3860.



Este receptáculo en forma de U se puede utilizar para determinar la capacidad de adsorción de un carbón activado granular o peletizado.

Área superficial y tamaño de poro

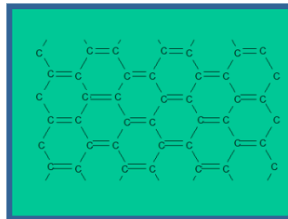
- **Número de yodo**

Equipo de análisis con mayor tecnología

- Área superficial BET
- Distribución de tamaño de poro
- Diámetro predominante de poro
- Volumen total de poros

El área superficial y la distribución de tamaño de poro se determina mediante equipo de mayor sofisticación. En la industria, se ha buscado determinar el área superficial mediante el número de yodo (ASTM D4607) para el que únicamente se requiere una balanza analítica y cristalería.

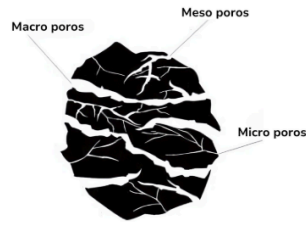
Número de yodo (NI)



- Las placas gráficas que forman microporos adsorben una molécula de yodo por cada región en la que hay un enlace π .
- Cada mg de yodo adsorbido ocupa un área aproximada de 1 m^2 .
- Por lo tanto el NI en carbones eminentemente microporosos, en mg/g, es similar numéricamente al área superficial BET (Brunauer, Emmet y Teller).

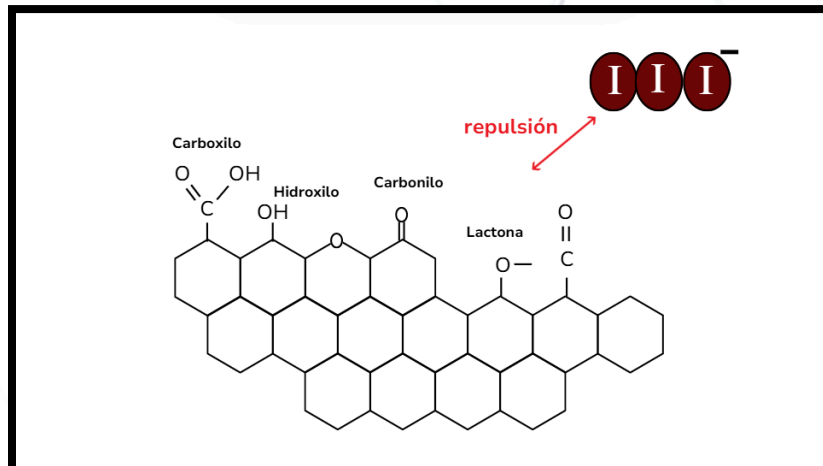
La imagen menciona por qué el número de yodo puede ser proporcional al área superficial BET formada por microporos en un carbón activado.

Tipos de **POROS**
de acuerdo a su
tamaño:



	Díámetro
MICROPOROS	< 2 nm
MESOPOROS	2 a 50 nm
MACROPOROS	> 50 nm

Hay que recordar que, de acuerdo con la IUPAC, microporos son los que tienen un diámetro menor a 2 nanómetros.



El yodo presente en la solución mediante la que se mide el número de yodo se encuentra en forma de ion triyoduro. Mientras mayor es el grado de oxidación del carbón activado, repele más a este ion y el número de yodo resultante es menor. Por esta razón, en el ámbito de la investigación no se utiliza el número de yodo como variable para determinar o para estimar área superficial.

ASTM: MÉTODOS DE PRUEBA PARA VALORAR PUREZA DE CA		
D2866	Total Ash Content of Activated Carbon	Contenido total de cenizas de carbón activado
D2867	Moisture in Activated Carbon	Humedad de carbón activado
D3466	Ignition Temperature of GAC	Temperatura de ignición de carbón activado granular
D3838	pH of Activated Carbon	pH de carbón activado
D5029	Water Solubles in Activated Carbon	Solubles en agua de carbón activado
D5832	Volatile Matter Content of Activated Carbon	Contenido de materia volátil de carbón activado
D6385	Acid Extractable Content in Activated Carbon by Ashing	Contenido de extraíbles en ácido de carbón activado por carbonización total
D6647	Determination of Acid Soluble Iron via Atomic Absorption	Determinación de hierro soluble en ácido por absorción atómica
D6851	Determination of Contact pH with Activated Carbon	Determinación de pH de contacto con carbón activado

La imagen muestra métodos de prueba para valorar la pureza de un carbón activado. Aquellos cuyo código se encuentra dentro de un óvalo rojo, son los que más se utilizan. Incluí la temperatura de ignición ya que, a mayor contenido de cenizas, la temperatura de ignición del carbón activado disminuye. La diferencia entre el método D3838 y el D6851 es que, en el primero, se realiza una extracción de electrolitos más eficiente que en el segundo. Por lo tanto, en el primero se obtiene la máxima variación esperada del pH en un primer extracto acuoso, mientras que, en el segundo, que se lleva a cabo con mayor rapidez y de manera más simple, se mide la variación del pH ocasionada por los electrolitos que se disuelven con mayor rapidez.

Humedad de carbón activado



?

NO
👉
PORBLEM

Establecer un solo valor máximo. Ej:

5% máx







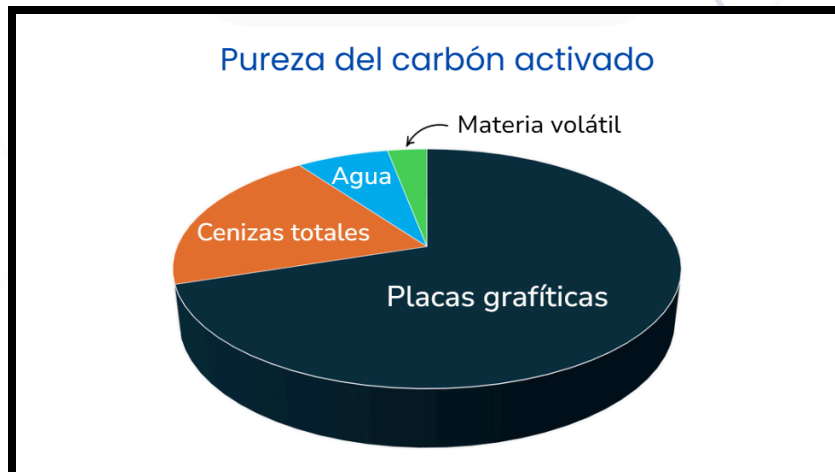


Entre los métodos con los que se determina pureza del carbón, escribí en letras rojas la humedad, porque es tan presente en la atmósfera de casi cualquier entorno, que podría no considerarse una impureza. Aunque el carbón activado (no oxidado) no es hidrofílico (es decir, no atrae agua para retenerla por puentes de

hidrógeno o fuerzas dipolares) y mucho menos higroscópico (no integra al agua en su molécula o red cristalina), parte de la humedad del aire que lo rodea puede condensar en sus paredes, como lo hace en otras superficies. Es prácticamente inevitable que un carbón activado tenga humedad. Por lo tanto, esta no debiera considerarse un “problema de impureza”. Está bien establecer un porcentaje máximo permisible, aunque en casos de incumplimiento, el problema podría resolverse con una disminución del precio del carbón activado.

En cuanto al porcentaje de humedad, los usuarios en algunas ocasiones establecen dos montos máximos de humedad. Por ejemplo: 3 – 5%. La razón es que consideran que 3% como el máximo deseable y 5% como el límite máximo permisible. El problema de especificarlo así en el caso de licitaciones es que se puede entender erróneamente que el carbón activado debe tener una humedad de entre el 3% y el 5%. Considero, por lo tanto, que hay que el cliente debe aclarar el significado del rango o debe establecer únicamente el porcentaje máximo aceptable.

Finalmente, tan no suele ser problema la humedad, que se venden carbones activados con un contenido relativamente algo de humedad para que, al verterlos en donde se van a utilizar, no salga polvo volando y ensucie toda el área. En este caso, el proveedor y el cliente acuerdan un precio que evidentemente será menor que el precio del carbón activado con su humedad típica (y de menor valor).



La capacidad de adsorción y la pureza de un carbón activado son cualidades distintas. Un carbón activado de alta capacidad de adsorción puede no ser muy puro, y viceversa. La capacidad de adsorción de un carbón se mide por unidad de masa del mismo (típicamente en gramos) y esa masa incluye las impurezas del carbón. Por lo tanto, mientras mayor sea el contenido de impurezas de un carbón

activado, la capacidad de adsorción de lo que realmente es carbón (y que está formado por placas grafiticas) debe ser mayor, para compensar la presencia de dichas impurezas.

Contenido total de cenizas en carbón activado

Se somete la muestra de carbón activado a 650°C en una mufla hasta alcanzar peso constante.

Los carbones de origen vegetal tienen un contenido total de cenizas de entre 1 y 4%. Los carbones de origen mineral pueden alcanzar valores de hasta 20%.

- Solubles en agua (y, por lo tanto, en ácidos) -> modifican pH
- Solubles en ácidos (y no en agua) -> modifican pH
- Insolubles en agua y en ácidos.

Las cenizas que contiene un carbón activado son compuestos inorgánicos que se caracterizan porque no gasifican a la temperatura a la que sufre combustión un compuesto inorgánico para convertirse, principalmente, en dióxido de carbono y vapor de agua. Las cenizas que contiene un carbón activado provienen principalmente de los minerales que forman parte de la planta de la que se obtiene el carbón activado. Las cenizas totales permanecen después de que todos los átomos de carbono que forman las placas grafiticas han gasificado como CO₂ en una mufla a 650°C. Cierta proporción de estas cenizas es soluble en agua. Otra parte no es soluble en agua, pero sí en ácido (es decir, en una solución ácida). Y otra parte es insoluble tanto en agua como en ácido. Un fabricante de carbón activado puede disminuir el contenido de cenizas solubles en agua o en ácido. El proceso tiene un costo, pero es posible. Lo que no es posible es disminuir el contenido de cenizas insolubles en agua y en ácido.

ASTM: MÉTODOS DE PRUEBA PARA MEDIR TAMAÑO DE PARTÍCULA DE CA		
D2862	Particle Size Distribution of Granular Activated Carbon	Distribución de tamaño de partícula de carbón activado granular
D5158	Determination of Particle Size of Powdered Activated Carbon	Determinación de tamaño de partícula de carbón activado en polvo
ASTM: MÉTODOS DE PRUEBA PARA VALORAR RESISTENCIA MECÁNICA DE CA		
D3802	Ball-Pan Hardness of [Granular] Activated Carbon	Dureza balín-plato de carbón activado [granular]
D5159	Dusting Attrition of Granular Activated Carbon	Generación de polvo por fricción de carbón activado granular
ASTM: MÉTODOS DE PRUEBA PARA MEDIR DENSIDAD DE CA		
D2854	Apparent Density of [G]AC	Densidad aparente de carón activado [granular]
D8176	Mechanically Tapped Density of Activated Carbon (Powdered and Fine Mesh)	Densidad de carbón activado (pulverizado y de malla fina) compactado por vibración

Distribución de tamaño de partícula de CAG

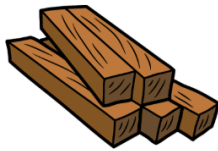
Número Malla (U.S. STD. Sieve)	Abertura (mm)
4	4.76
5	4.00
6	3.35
8	2.38
10	2.00
12	1.68



El tamaño de las partículas que forman un carbón activado tanto granular como en polvo se mide con mallas cuyos orificios son cuadrados. Por decirlo de manera simple, el “número de malla” es el número de orificios que tiene una malla en una pulgada lineal. Si el número de orificios en una pulgada no es un valor entero, se redondea en el número entero superior. Los fabricantes de mallas pueden utilizar alambres de distintos calibres, lo que hace que la abertura pueda variar. La ASTM se basa en la malla estándar americana (U.S. Standard Mesh).

Para el caso de carbones activados granulares (aquellos en los que más del 90% en peso de sus partículas son mayores a la malla 80), de acuerdo con el método ASTM D2862, se puede reportar la distribución de tamaño de partículas de dos maneras: (a) Porcentaje en masa de material retenido en cada malla (suele reportarse el rango de mallas en la que se encuentra el 90% en peso de las partículas, el porcentaje en masa de material que no pasa la malla de mayor abertura y el porcentaje en masa de material que pasa la malla de menor abertura); y (b) Tamaño efectivo de partícula y coeficiente de uniformidad.

Recomendación de ANSI/AWWA



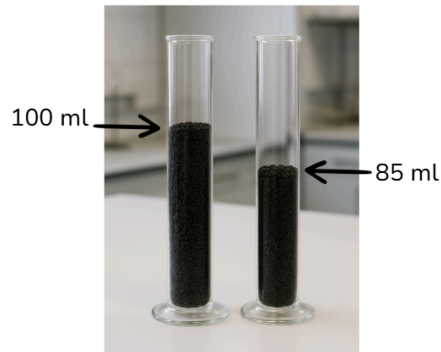
CAP producido a partir de madera	CAP producido a partir de otras materias primas (concha de coco, carbones minerales, etc.)
95% < malla 100	99% < malla 100
85% < malla 200	95% < malla 200
60% < malla 325	90% < malla 325

Para el caso de carbones activados en polvo (aquellos en los que más del 90% en peso de sus partículas son menores a la malla 80), se reporta el mínimo porcentaje que pasa la malla 100; el mínimo porcentaje que pasa la malla 200 y el mínimo porcentaje que pasa la malla 325.

La resistencia mecánica de carbones activados granulares se suele medir en términos de dureza, de acuerdo con la prueba ASTM D3802. Hay que mencionar que la resistencia mecánica, como propiedad de un sólido, tiene distintos componentes: resistencia a la compresión, al impacto, a la tensión, a la torsión, a la erosión. Esta complejidad ha llevado a desarrollar métodos de prueba distintos. Por ejemplo, la prueba ASTM D5159 busca reflejar la resistencia a la erosión. En cuanto a la prueba ASTM D3802, se llama *Ball-Pan* y consiste en colocar la muestra sobre la malla nominal más cerrada del rango de tamaño de las partículas, junto con balines de acero en el equipo Ro-Tap durante 30 min. La dureza reportada es el porcentaje de partículas que mantuvieron su tamaño de manera que no pasaron por los orificios de la malla.

Densidad aparente de carbón activado granular

- Densidad aparente compactada y base seca (ASTM D2854)
- Densidad aparente “como se recibe” (descompactada y base húmeda)



La densidad aparente es la masa de material (carbón activado granular o en polvo) que ocupa un volumen determinado. Dicho volumen incluye el volumen de los poros del carbón y el volumen interparticular (el que hay entre las partículas). Tanto el método ASTM D2854 como el ASTM D8176 buscan la densidad aparente del material compactado y en base seca. La compactación de ambos tipos de carbones (granulares y en polvo) se logra por vibración o por golpes ligeros de la probeta que contiene al carbón sobre una superficie. La compactación ocurre porque los materiales se acomodan entre sí, sin dejar cavernas. Para el caso de carbones activados granulares, al compactar los gránulos, el volumen que ocupaban antes de la compactación disminuye alrededor del 15%.

También se puede reportar la densidad aparente “como se recibe” el material. Esto es, la densidad no compactada y base húmeda. Este parámetro le es útil a usuario que desea saber la cantidad de material que debe adquirir para llenar un volumen determinado.

Gracias por su atención

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

