



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO
A PARTIR DE LLANTAS DE DESECHO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO

P R E S E N T A

ALFREDO ESCUDERO LÓPEZ



MÉXICO DF 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: BENJAMIN RUIZ LOYOLA

Vocal: SELMA SONIA SOSA SEVILLA

Secretario: EDUARDO GUILLERMO MARAMBIO DENNETT

Primer suplente: NAYELY LOPEZ BALBIAUX

Segundo suplente: DAVID CRUZ CRUZ

Sitio donde se desarrolló el tema:

Laboratorio de Química Experimental Aplicada,
Facultad de Química

A S E S O R

Q. SELMA SONIA SOSA SEVILLA

S U S T E N T A N T E

ALFREDO ESCUDERO LÓPEZ

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Química por darme la formación profesional

Gracias profesora Selma Sonia Sosa Sevilla por la dirección, apoyo y conocimiento que me aportó en este trabajo.

Gracias a mis padres y hermanos, por haber depositado en mí su apoyo y confianza.

Gracias a todas las personas que hicieron posible el término de este trabajo.

Gracias Liliana Leyva Luna por impulsarme a cerrar este ciclo.

Gracias a todos mis amigos de licenciatura por dejarme luchar a su lado hombro a hombro.

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI ESPOSA

MARIANA GALLEGOS VALADEZ

Amor, donde quiera que te encuentres quiero decirte, "GRACIAS". Gracias por todo tu apoyo durante mi formación profesional. Gracias por saberme comprender. Gracias por entender y ayudarme a alcanzar uno de mis mayores anhelos.

"SIMPLEMENTE GRACIAS."

Aunque ya no estés a mi lado, más que agradecido estoy orgulloso de ti, por tu gran lucha que hiciste por vivir.

Amor nunca nos despedimos, más sin embargo te sigo y te seguiré amando infinitamente.

Te veo más tarde mi vida. Dios te bendiga y acompañe donde quiera que te encuentres.

GLOSARIO

ac.	ácido
HCl	ácido clorhídrico
H ₂ O	agua
CO ₂	dióxido de carbono
C.A.	carbón activado
C.P.	carbón precalcinado
ZnCl ₂	cloruro de zinc
C ₁₃ H ₁₂ N ₄ S	ditizona (1,5-difeniltiocarbazona)
°C	grados centígrados
g	gramos
NaOH	hidróxido de sodio
h	hora
l	litro
m ³	metros cúbicos
mg	miligramos
ml	mililitros
nm	nanómetros
ppm	partes por millón
Pb (II)	plomo
rp	radio del poro
ton	tonelada
CCl ₄	tetracloruro de carbono

INDICE

	Página
INTRODUCCION	10
1.- ANTECEDENTES	
1.1.1 Carbón activado	12
1.1.2 Activación	12
1.1.3 Proceso de Activación	12
1.1.4 Activación por Proceso químico	13
1.1.5 Clasificación de carbón activado	13
1.1.6 Adsorción con carbón activado	16
1.1.7 Descripción de adsorción	17
1.1.8 Diferencia entre adsorción y absorción.....	18
1.1.9 Ecuación de Freundlich	19
1.2.0 Recuperación de disolventes	21
PLOMO	
1.2.1 Propiedades del plomo	22
1.2.2 Contaminación con plomo	22
1.2.3 Efectos tóxicos	23
1.2.4 Plomo en agua	23
1.2.5 Normatividad	24
2.- METODOLOGIA EXPERIMENTAL	
2.1.1 Reacción	26
2.1.2 Procedimiento	27
2.1.3 Diagrama para la obtención de C.A.	28
2.2.0 CARACTERIZACION	29
2.2.1 Adsorción con azul de metileno	29
2.2.2 Humedad	30
2.2.3 pH	30
2.2.4 Determinación de área específica	31
2.2.5 Adsorción de plomo	31
2.2.6 Espectrofotometría	32
2.2.7 Microscopia electrónica de barrido	33

3.-	SINTESIS DEL CARBÓN ACTIVADO	
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1	Adsorción de azul de metileno en C.A.	36
3.2	Rendimiento	37
3.3	Porcentaje de humedad en C.A. producido.....	37
3.4	Análisis espectrofotométrico	38
3.5	Método espectrofotométrico para la determinación de metales pesados	40
3.6	Caracterización de microscopía electrónica de barrido.....	41
3.7	Espectro infrarrojo de los desechos D₃ , (hidrocarburos)	42
4.-	CONCLUSIONES	44
5.-	BIBLIOGRAFIA	46

ANEXO

FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE ALGUNOS REACTIVOS UTILIZADOS

		Página
1	..... Acido acético	49
2	..... Acido clorhídrico	51
3	..... Carbón activado	53
4	..... Cloruro de zinc	54
5	..... Ditizona	57
6	..... Hidróxido de sodio	59
7	..... Plomo	61
8	..... Tetracloruro de carbono	63

INTRODUCCION

INTRODUCCION:

El carbón activado es el adsorbente más versátil y eficiente para la adsorción de sólidos coloidales, gases, y compuestos orgánicos en solución acuosa. Su capacidad de adsorción se debe no solamente a su gran área específica sino también a su naturaleza, su origen puede partir de la activación del carbón natural o de la carbonización de productos vegetales o animales. Tomando en cuenta los diferentes métodos de elaboración de carbón activado con materiales carbonizables.

Uno de los más grandes problemas de contaminación en el mundo lo ocasionan los neumáticos de desecho, de esto se deriva un serio problema para la salud pública, cuando podría ser la causa de oportunidades para la reducción de contaminantes en el medio ambiente.

El reciclaje de llantas de desecho, ha sido aplicado para el calentamiento de hornos dentro de la industria cementera, no obstante, ya se ha encontrado una aplicación alterna en el cual es de gran importancia debido a que no contamina el medio ambiente. Una de las áreas que más beneficio tendría del reciclado de las llantas, sería, el tratamiento de aguas residuales, ya que puede ser utilizado para la eliminación de plomo.

Con base a lo expuesto el objetivo de este trabajo es la producción de carbón activado a partir de llantas de desecho, utilizando como agente químico el cloruro de zinc, para la eliminación de plomo en aguas residuales. Esta activación química se basa en la deshidratación de la materia prima. En el desarrollo de esta tesis se utiliza un trozo de llanta, tomado de un costado de la misma y que la hacemos reaccionar a una temperatura de 400° C, para llevar a cabo la activación.

Esta tesis está constituida por cuatro capítulos: el capítulo N° 1, presenta una revisión bibliográfica del proceso de activación del carbón activado, su adsorción y aspectos sobresalientes de los efectos toxicológicos. Así como las propiedades y la normatividad con las que cuenta el plomo.

El capítulo N° 2, describe la metodología experimental aplicada para evaluar el proceso de activación del carbón a partir de la llanta de desecho, tomando como muestra un costado de la misma, así mismo hacemos un estudio bibliográfico de la caracterización del carbón activado. Esta caracterización cubre: humedad, pH, determinación de área específica, microscopia electrónica de barrido, adsorción de plomo.

En el capítulo N° 3, se analizan y discuten los resultados obtenidos de acuerdo a las pruebas de obtención del carbón activado, así como la caracterización fisicoquímica y a su vez la adsorción del plomo en solución.

Finalmente en el capítulo N° 4, se presentan las conclusiones de acuerdo al carbón activado obtenido.

ANTECEDENTES

1.1.1 CARBON ACTIVADO

El carbón activado es un producto que posee una estructura cristalina reticular similar a la del grafito; es extremadamente poroso y puede llegar a desarrollar áreas superficiales del orden de 1,500 metros cuadrados ó más, por gramo de carbón.

Todos los átomos de carbón en la superficie de un cristal son capaces de atraer moléculas de compuestos que causan color, olor o sabor indeseables; la diferencia con un carbón activado consiste en la cantidad de átomos en la superficie disponibles para realizar la adsorción. En otras palabras, la activación de cualquier carbón "multiplica" el área superficial creando una estructura porosa.

El carbón activado ha llegado a ser uno de los adsorbentes más importantes y más ampliamente usados debido a su gran variedad y capacidad de adsorción.

1.1.2 ACTIVACION

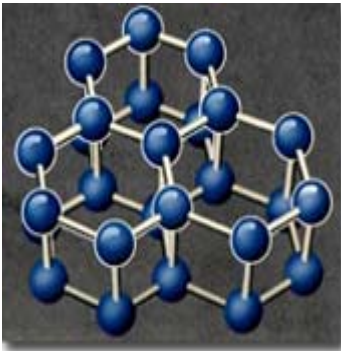


Figura N°1

La figura N°1 muestra como el proceso de activación básicamente reordena los átomos de carbono en anillos tipo benceno para lograr una estructura cristalina reticular similar a la del grafito, en otras palabras, la activación consiste en "multiplicar" la cantidad de poros de un carbón dando como resultado una estructura extremadamente porosa de gran área superficial disponible para llevar a cabo el proceso de adsorción de impurezas que provocan olor, color o sabor indeseable.

1.1.3 PROCESOS DE ACTIVACION

Las características específicas de los distintos tipos de carbones activados dependen principalmente de la materia prima y del proceso de activación utilizado.

Es importante mencionar que una misma materia prima que sea activada por procesos diferentes dará como resultado carbones con propiedades diferentes.

1.1.4 ACTIVACION POR PROCESO QUÍMICO

La Activación del Carbón Por Proceso Químico se basa en la deshidratación de la materia prima, mediante sustancias químicas a una temperatura media (400 a 600 °C.), ésta depende de la sustancia química a utilizar para activar el carbón. Los agentes químicos normalmente utilizados son el ácido fosfórico, el cloruro de zinc y el ácido sulfúrico, en nuestro caso utilizamos el cloruro de zinc y fue llevado a una temperatura de 400° C.



1.1.5 CLASIFICACION DE CARBON ACTIVADO

En términos generales los carbones activados se clasifican en dos grandes grupos:

- Carbones para purificación en fase líquida.
- Carbones para purificación en fase gaseosa.

CARBON PARA PURIFICACION EN FASE LIQUIDA

La adsorción con carbón en fase líquida es útil para eliminar compuestos orgánicos que causan color, olor y sabor indeseables. Esta técnica es en la mayoría de los casos, la opción más sencilla y económica comparada con otras técnicas, por ejemplo: destilación, cristalización, etc.

Aunque la mayor parte de los compuestos que adsorbe el carbón activado son de naturaleza orgánica, existen algunas importantes excepciones inorgánicas, como es el cloro, bromo, yodo y el flúor.

La adsorción en la FASE LIQUIDA es resultado de dos fenómenos:

a) Adsorción Física: debida a las fuerzas de Van Der Waals.

b) Adsorción Química: debida a la formación de enlaces químicos.

Es importante mencionar que la adsorción en FASE LIQUIDA es el resultado de un equilibrio entre la adsorción y desorción, en consecuencia, es un fenómeno complejo que puede verse influenciado por muchas variables. La velocidad de la adsorción se verá afectada por la solubilidad, la viscosidad de la solución y por la polaridad del contaminante.

CARBON PARA PURIFICACION EN FASE GASEOSA

El carbón activado para aplicaciones en fase gaseosa es usado en gran escala, en la purificación del aire, de compuestos orgánicos volátiles, particularmente es efectivo para adsorber impurezas presentes en concentraciones de ppm, purificación de gases de proceso, protección ambiental y recuperación de disolventes.

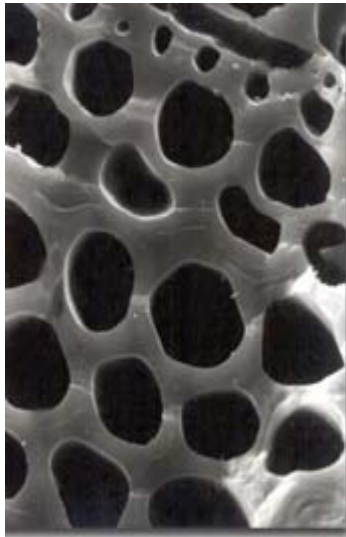
La naturaleza y concentración del contaminante, junto con las condiciones específicas del proceso determinan que tipo de carbón debe utilizarse, generalmente debido a que el tamaño de las moléculas de los vapores es relativamente pequeño, se requiere del uso de carbones microscópicos. En algunas aplicaciones, la actividad del carbón es mejorada impregnándolo con agentes catalíticos.

PROPIEDADES DEL CARBON

Las propiedades más importantes a considerar al seleccionar un carbón son el diámetro de los poros y las características de los mismos. Los poros de un carbón activado se clasifican en tres, de acuerdo a su tamaño:

- Micro poros.
- Poros medios.
- Macroporos.

La figura N° 2 muestra la forma de los poros del carbón activado, los cuales son clasificados de la siguiente manera:



Los micro poros son poros con un radio de 2 nm ó menos y son los que más área superficial proporcionan. Son útiles para adsorber moléculas muy pequeñas, que generalmente se encuentran presentes en purificaciones de gases.

Los poros medios están en el rango de 2 - 50 nm y aunque su contribución al área total es menor que los micro poros, su tamaño les permite adsorber moléculas grandes que por lo general están presentes en purificaciones de líquidos.

Los macroporos casi no contribuyen al área total de un carbón pero su importancia radica en que actúa como vías de acceso a los poros medios y micro poros, afectando la velocidad de difusión de las impurezas en el carbón, son poros con un radio mayor a 50 nm.

Figura N° 2

Cuando la media se inclina hacia los micro poros se dice que el carbón es de "fase gaseosa"; así mismo cuando se inclinan a los poros medios se dice que el carbón es de "fase líquida" y finalmente cuando se inclina a los macroporos el carbón es para "metales pesados en fase líquida".

1.1.6 ADSORCION CON CARBON ACTIVADO

La adsorción es un proceso donde el carbón activado es utilizado para remover por adherencia el plomo contenido en una sustancia en fase líquida o gaseosa. El carbón activado se produce específicamente para alcanzar una superficie interna muy grande (entre 500 - 1500 m² /g). Esta superficie interna es muy grande y hace que el carbón tenga una adsorción ideal. El carbón activado viene en dos variaciones: Carbón activado en polvo (CAP) y carbón activado granular (CAG). La versión de CAG se utiliza sobre todo en el tratamiento de agua municipal, mientras que el CAP se utiliza en adsorción gaseosa, es decir, purificación de gases de proceso, incluso el mismo aire.

La mayoría de las moléculas orgánicas se fijan en su superficie, siendo las que no fijan con facilidad las moléculas más cortas y las más polares (alcoholes y ácidos de menos de tres átomos de carbono), estos compuestos son más biodegradables. Las moléculas más pesadas se adsorben con mayor facilidad, las siguientes sustancias solubles pueden fijar por adsorción:

- Adsorción de sustancias no polares como:
 - Aceite mineral.
 - Poli-hidrocarburos aromáticos.
 - Clorofenol.
- Adsorción de sustancias halogenadas, como son los haluros metálicos.
- Olor.
- Sabor.
- Varios productos de fermentación (levaduras).

El carbón activado se usa por ejemplo en los siguientes procesos:

- Depuración de agua subterránea.
- Decoloración del agua.
- Depuración de aguas para piscinas.
- Refinamiento de las aguas residuales tratadas.

1.1.7 DESCRIPCION DE LA ADSORCION

Las moléculas en fase de gas o de líquido serán unidas físicamente a una superficie, en este caso la superficie es de carbón activado. El proceso de la adsorción ocurre en tres pasos:

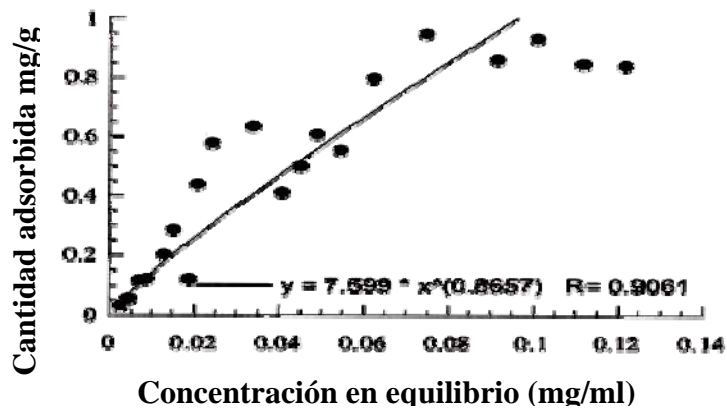
- Macro transporte: Movimiento del material orgánico a través del sistema de macroporos del carbón activado (macroporos > 50nm).
- Micro transporte: Movimiento del material orgánico a través del sistema de micro poros del carbón activado (micro poro < 2nm; meso poro 2-50nm).
- Adsorción: Adhesión física del material orgánico a la superficie del carbón activado en los meso poros y micro poros del carbón activado.

El nivel de actividad de la adsorción depende de la concentración de la sustancia en el agua, la temperatura y la polaridad de la sustancia, una sustancia no polar puede ser totalmente eliminada por el carbón activado. Cada clase de carbón tiene su propia isoterma de adsorción y en el campo del tratamiento de aguas esta isoterma viene definida por la función de Freundlich.

1.1.8 DIFERENCIA ENTRE ADSORCION Y ABSORCION

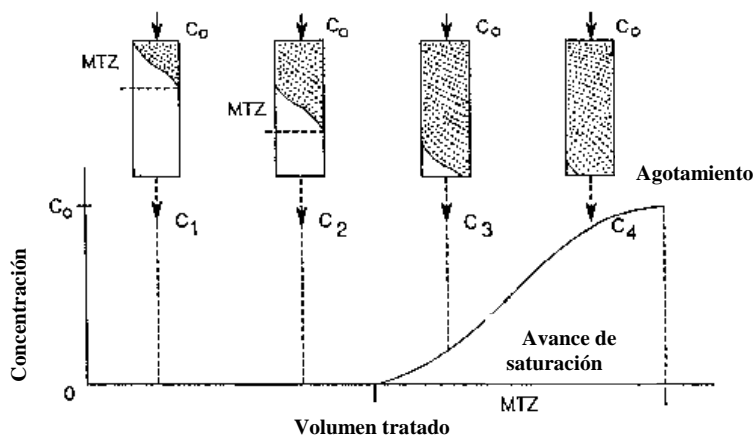
Cuando una sustancia se adhiere a una superficie se habla de adsorción. Cuando la sustancia es absorbida en un medio diferente es llamado absorción. Cuando un gas es atraído dentro de una solución se habla de absorción.

ADSORCION PARA EL C.A. EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS CON PLOMO



Gráfica N° 1

En la gráfica N° 1 se observa la adsorción específica para el carbón activado. En el eje horizontal se encuentra la concentración, y en el eje vertical la cantidad necesaria de carbón. Se puede utilizar este tipo de gráficos para optimizar la columna.



Gráfica N° 2

En la gráfica N° 2: muestra el agotamiento durante el uso de la columna. En el punto C_3 la columna empieza a saturarse en el punto mas bajo y cerca del punto C_4 la columna ya no purifica. Entre el punto C_3 y C_4 se necesita regenerar la columna.

1.1.9 ECUACION DE FREUNDLICH

Existe una ecuación empírica que ha demostrado ser útil para predecir el comportamiento del carbón activado en la mayoría de las aplicaciones en fase líquida:

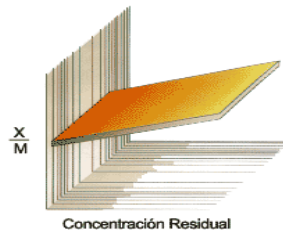
Ecuación de Freundlich.
(A temperatura constante, 21°C)

$$\frac{X}{M} = KC^{1/n}$$

X = Cantidad de impureza adsorbida.
M = Cantidad de carbón.
C = Concentración residual de la Impureza.
K,n = Constantes.

Si se grafica en papel logarítmico esta ecuación se obtendrá una recta.

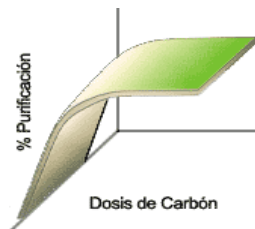
Gráfica N° 3



La gráfica N° 3 es conocida como Isoterma de Freundlich y es de mucha utilidad al evaluar el comportamiento de un carbón activado para determinada aplicación y encontrar la cantidad adecuada.

Resulta interesante recalcar que si se graficaran para una determinada aplicación los datos de la cantidad del carbón vs el porcentaje de impureza removida, se obtendría una gráfica similar a la gráfica N° 4 :

Gráfica N° 4



Donde se puede observar que existe un rango en el cual el carbón activado es eficiente, pero llega el momento en que aunque se agregue más carbón, la ganancia en eliminación es cada vez menor.

Un carbón activado normalmente adsorbe entre un 10% y un 60% de su peso en impurezas. Desafortunadamente en FASE LIQUIDA es común que la impureza a remover sea en realidad una mezcla de compuestos, y rara vez se conoce su composición exacta. Por esto, la realización de las isotermas tiene una gran importancia.

Cabe aclarar que por lo mismo, la isoterma será sólo aplicable a las condiciones bajo las cuales se realizó, y al cambiar cualquiera de ellas, la isoterma puede cambiar significativamente.

Para que un compuesto sea adsorbido por el carbón activado sus moléculas deben penetrar los poros del mismo, en consecuencia, los poros del carbón deben tener un diámetro mayor que el de las moléculas de la impureza. Se ha visto que en FASE LIQUIDA la mayoría de las impurezas son moléculas medianas y grandes que a su vez requieren de carbones con una gran cantidad de poros medios.

Al ser la adsorción un proceso en equilibrio, cualquier impureza que tenga afinidad con el producto en el que está presente, dificultará la adsorción. Por ejemplo: un contaminante altamente soluble en el medio que se encuentra será más difícil de adsorber que uno de solubilidad media o baja.

Dentro del proceso de adsorción uno de los pasos normalmente más críticos es la difusión de las impurezas a remover hacia la superficie externa del carbón, por esta razón cualquier variable que afecte la difusividad, puede también tener un efecto sobre la adsorción.

1.2.0 RECUPERACION DE DISOLVENTES

En muchos procesos industriales que utilizan disolventes orgánicos se tienen pérdidas por evaporación de los mismos. El uso de sistemas con carbón activado permite su recuperación a un costo que en muchos casos resulta menor que el costo del disolvente recuperado.

Estos sistemas consisten de dos etapas:

- 1) En una primera etapa, la corriente de gas y disolvente pasa a través de una cama de carbón. El carbón adsorbe los vapores hasta saturarse.
- 2) En una segunda etapa, el adsorbedor sale de operación y se somete a un proceso de "desorción" para lo cual se pasa a través de la cama de carbón una corriente de vapor de baja presión o un gas inerte caliente. Una vez completado el ciclo de "desorción" el adsorbedor vuelve a entrar en operación. Por su parte el disolvente es recuperado de los condensados o del gas inerte por alguna técnica de separación apropiada.

En este tipo de aplicaciones es recomendable manejar una temperatura lo más baja posible (menos de 50 °C) y se requiere que la humedad relativa del aire sea menor a 70% (mientras más baja mejor).

El tiempo de contacto normalmente oscila entre 2 y 4 segundos, y la altura de carbón entre 50 y 150 cm.

Existe otra aplicación del carbón activado en fase gaseosa:

-Mascarillas industriales y respiradores como protección contra gases tóxicos. -Mascarillas para uso militar.

En el caso anterior, se recomienda el uso de carbones activados granulares o peletizados que proporcione una alta dureza y un adecuado comportamiento de flujo y caída de presión.

Los carbones para fase gaseosa se caracterizan por tener una gran cantidad de micro poros.

Como se mencionó anteriormente los factores que afectan la longitud de la zona de transferencia de masa y caída de presión en la fase líquida, también aplican en este caso; sin embargo existen algunos factores adicionales que se deben considerar al diseñar un sistema de fase gaseosa, como es la humedad relativa.

PLOMO

1.2.1 Propiedades del plomo.

El plomo³⁷ es uno de los recursos más valiosos que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, el plomo es un metal blando, maleable y dúctil, presenta una baja resistencia a la tracción y es un mal conductor de la electricidad. Al hacer un corte, su superficie presenta un lustre plateado brillante, que se vuelve rápidamente de color gris azulado y opaco, característico de este metal.

Sin embargo, se sabe desde tiempos remotos, que la exposición al plomo puede tener consecuencias adversas para la salud. Actualmente hay constancia de que la exposición al plomo es nociva para algunas partes del organismo, siendo las más afectadas (potencialmente) el cerebro y el sistema nervioso, los riñones, la sangre y el sistema reproductor de ambos sexos. El plomo se considera que pudiera ser cancerígeno y existe algo de preocupación por su influencia negativa sobre el desarrollo del feto y de la capacidad mental de los niños pequeños, que podrían sufrir alteraciones en su coeficiente intelectual.

1.2.2 Contaminación con plomo.

El Plomo³⁷ ocurre de forma natural en el ambiente, los alimentos, el aire, el agua y el suelo son las principales vías potenciales de exposición a este metal. Estas concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

Los niveles de plomo presentes en el ambiente varían ampliamente en el mundo y dependen del grado de desarrollo industrial y urbanización.

Las áreas de mayor contaminación son en general peri-industriales y /o de alta densidad del tránsito automotor cuando se utiliza nafta con plomo.

Las principales vías de ingreso son la respiratoria y la ingestión. Los niños son especialmente vulnerables debido a que absorben mayor cantidad de plomo, están en etapa de desarrollo neurológico, tienen menor capacidad de almacenamiento y están en mayor contacto con el suelo y el polvo.

1.2.3 Efectos tóxicos.

Entre²⁹ 10 y 19 μg algunas investigaciones muestran una disminución del desarrollo intelectual con mayor incidencia de trastornos del comportamiento y del aprendizaje en el niño.

Entre 20 y 44 μg pueden aparecer trastornos bioquímicos (sin síntomas) y alteraciones neurocomportamentales.

Los primeros efectos tóxicos detectables clínicamente (síntomas) se observan con valores mayores a 45 μg .

Las intoxicaciones severas ocurren con valores mayores a 70 μg .

1.2.3 Plomo en agua.

El plomo³⁷ reacciona lentamente con el agua formando hidróxido de plomo, que es ligeramente soluble. Los compuestos solubles de plomo son venenosos. Se considera que el plomo es un constituyente natural menor de las aguas superficiales y subterráneas. Una de las últimas estimaciones realizadas por el Instituto Nacional de Ecología en México a nivel mundial, señalan que alrededor de 97 a 180 mil toneladas anuales de plomo se vierten a los ecosistemas acuáticos provenientes de residuos industriales, efluentes de la minería, fundición, refinación, procesos de manufactura, depósitos atmosféricos y vertimiento de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. Cabe resaltar que los depósitos del plomo atmosférico contribuyen aun contribuyen en gran parte de las aportaciones, lo cual destaca la importancia de las medidas para reducir las emisiones atmosféricas de este metal, además de las de otra índole.

El plomo puede acumularse en los sedimentos de ríos y lagos, o bien ser arrastrado hacia el mar en donde también puede precipitarse y depositarse en los sedimentos marinos que se constituyen en un sumidero en el cual el plomo está relativamente inaccesible. Ya que los suelos retienen por lo general el plomo depositado en ellos, se reduce el potencial de contaminación de los acuíferos.

El agua de consumo humano puede contaminarse con plomo proveniente de la soldadura o de las tuberías y depósitos a base de plomo, dependiendo de la acidez del agua; por ello se ha ido eliminando este tipo de usos del plomo.

1.2.5 Normatividad.

Norma³⁰ Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Agua para uso y consumo humano.

En México los límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud establece concentraciones límites de plomo de 0.05 mg/l; en tanto que los Criterios Ecológicos establecen concentraciones límites para agua marina (en zonas costeras) de 0.006 mg/l y para el agua de consumo pecuario de 0.1 mg/l.

Para efectos de esta Norma se entiende por:

Agua potable, aquella cuyo uso y consumo no causa efectos nocivos al ser humano, para lo cual debe cumplir con los requisitos que establece el Reglamento y la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

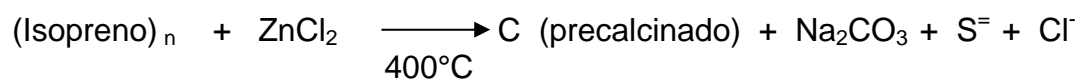
PARTE EXPERIMENTAL

2.0 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

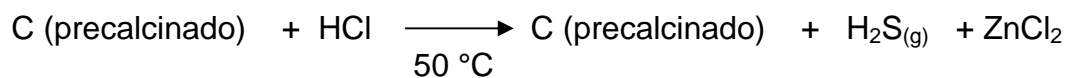
Se presenta a continuación el método de aplicación para la obtención de carbón activado a partir de llantas de desecho, así mismo la materia prima que se utiliza y las técnicas analíticas que se realizan.

2.1.1 REACCION

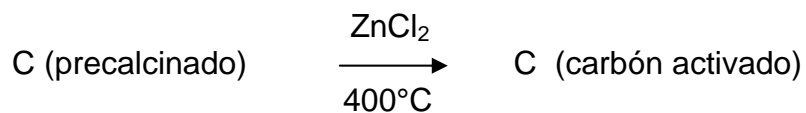
1. TRATAMIENTO



2. PURIFICACION



3. ACTIVACION DEL CARBONO



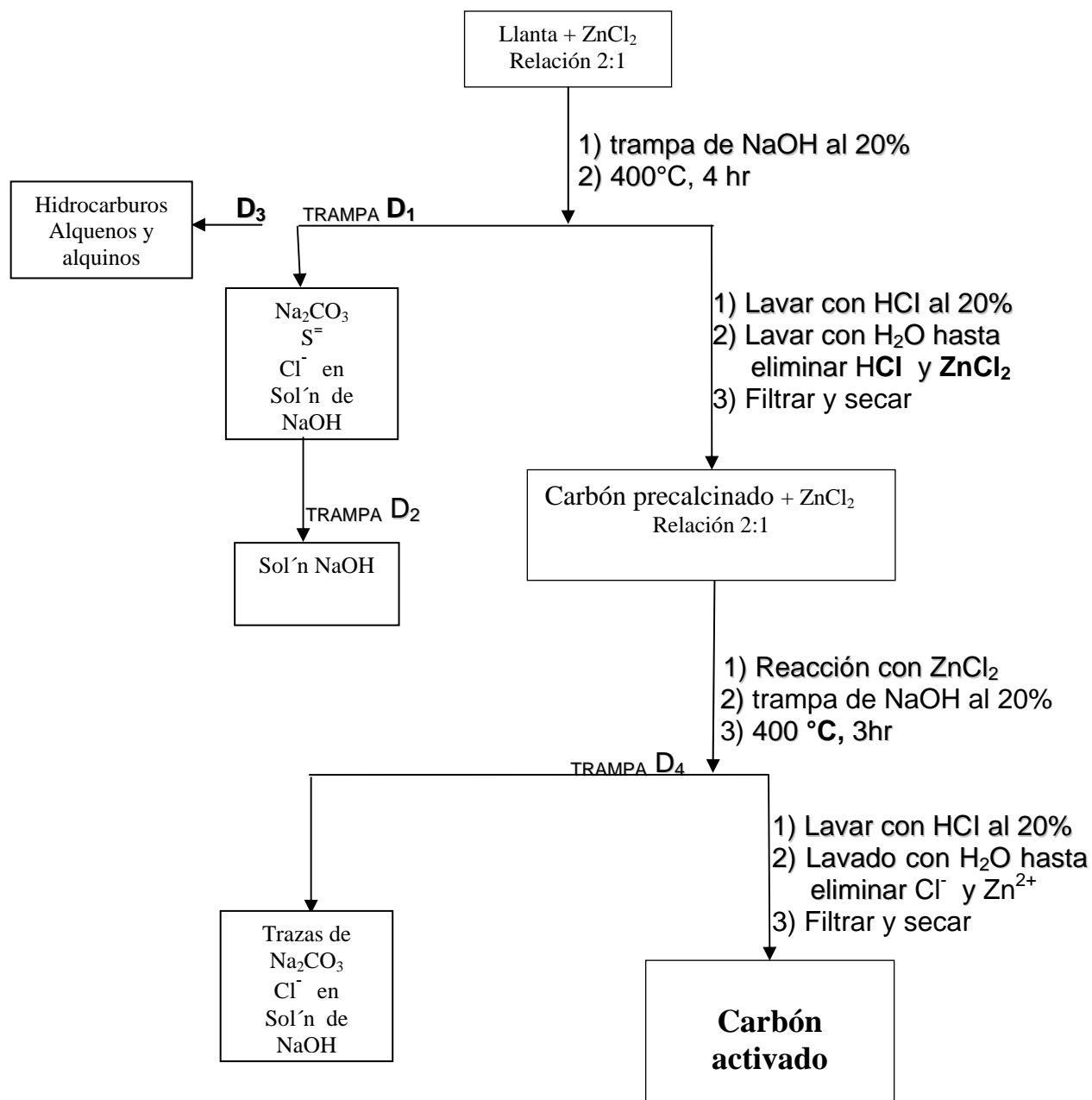
2.1.2 PROCEDIMIENTO

Para la obtención de carbón activado se utilizó como precursor, la parte exterior de una llanta de desecho, sin presencia de alambres de hierro ni nylon, provenientes de una llantera llamada Hulera Mexicana. El material libre de humedad, ya se encontraba triturado, seleccionándose las fracciones de tamaño de partícula regular, no tomando en cuenta un tamaño de tamizado en específico.

Se aplicó el proceso de activación química empleando $ZnCl_2$ como agente activante. El precursor se mezcló con el activante en una relación 2:1 respectivamente. La reacción de activación se llevó a cabo en un tren de reacción mediante un horno tubular. Las trampas fueron colocadas en serie conteniendo éstas una solución de hidróxido de sodio al 20%. Luego se dio inicio a la carbonización a una temperatura de 400 °C durante 4 horas, bajo un flujo de aire.

El producto resultante se lavó tres veces exhaustivamente con ácido clorhídrico al 20% con el fin de eliminar el agente activante así como posibles impurezas contenidas, y posteriormente se lavó con agua nuevamente para neutralizar. Una vez más se coloca el tren de reacción, ahora para llevar a cabo la activación del carbón calcinado, bajo las mismas condiciones de reacción. Así mismo el carbón activado resultante nuevamente se lava de igual manera y finalmente se seco para realizar el tamizado del carbón activado.

2.1.3 DIAGRAMA PARA LA OBTENCION DE CARBON ACTIVADO



- D₁ Los carbonatos obtenidos en las trampas de sosa se neutralizan.
- D₂ La solución de NaOH se neutraliza.
- D₃ Estos desechos son obtenidos dentro del tubo de reacción, y se analizan para determinar el tipo de mezcla.
- D₄ La solución de NaOH con trazas de desechos ácidos se neutraliza.

2.2.0 CARACTERIZACION

La caracterización química del carbón activado se realizó mediante técnicas analíticas.

Las técnicas analíticas utilizadas en el análisis del carbón activado son las siguientes:

- Azul de metileno se describe en la norma American Society for testing an Materials ASTM D-3037 para determinar área superficial.
- Humedad se describe en la norma ASTM D-2867.
- pH se describe en la norma ASTM D-3838.
- Determinación del área específica.

2.2.1 ADSORCION CON AZUL DE METILENO (norma ASTM D-3037)

La determinación de adsorción de azul de metileno ayuda a determinar el área superficial, sin embargo da una indicación de la capacidad de adsorción de un carbón activado, además de poder comparar carbones activados con base a su capacidad de adsorción.

Prueba de adsorción de azul de metileno. Para obtener la ecuación que relacione la concentración remanente de la adsorción por el carbón de azul de metileno, se prepara una solución de azul de metileno de concentración de 1mg/ml de azul de metileno y se disuelve en ácido acético.

En un matraz erlenmeyer de 100 ml previamente pesado(tara), se adiciona aproximadamente 0.2g de carbón seco, agregando después 120 ml de solución de azul de metileno al 0.1%. Se agita durante 15 minutos, se filtra, y el filtrado es corrido en el espectrofotómetro obteniendo la absorbancia, ésta se sustituye en la ecuación.

$$C_i - C_f = C_{ad}$$

En la que

C_i = concentración inicial

C_f = concentración final

C_{ad} = concentración adsorbida

2.2.2 HUMEDAD (ASTM D-2867)

Un vidrio de reloj previamente seco, se coloca dentro de una estufa que se encuentra previamente precalentada a una temperatura que va de 145 a 155 °C. Después de una hora se saca, para ponerla en un desecador. Esta operación es repetida tres veces con finalidad de poner a peso constante el vidrio de reloj.

Una vez concluido el paso anterior, se coloca 1 g de carbón activado del que se obtuvo, y una vez más se repite la operación. Ahora llevamos a peso constante el carbón activado.

Cálculos:

$$\text{Humedad de porcentaje en peso} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

2.2.3 pH (Norma ASTM D-3838)

Se determina la humedad previamente del carbón activado, para posteriormente, mediante el método ASTM D-2867, se toma una muestra de carbón que corresponda a 10g ±0.01 g en base seca y se coloca en el matraz erlenmeyer.

Se lleva a ebullición por separado 110 ml de agua destilada, y se añaden 100 ml de la misma al matraz erlenmeyer, no importando que aun se encuentre caliente. Nuevamente se lleva el agua a ebullición lentamente (para evitar salpicaduras) una vez en ese punto, se deja hervir durante 15 minutos.

Se continúa con una filtración con papel filtro previamente humedecido con agua destilada. Este filtrado se recibe en un matraz kitasato, dejando que enfríe hasta 55 °C. Se mide el pH.

2.2.4 DETERMINACION DEL AREA ESPECIFICA

Teniendo una serie de carbones; se determinan las áreas específicas utilizando la ecuación de BET y la adsorción de azul de metileno. Se obtiene una línea recta que muestra la relación del poder adsorbente medido por el área específica y el que se mide por medio del azul de metileno y por ende la relación entre área y poder decolorante del carbón activado.

2.2.5 ADSORCION DE PLOMO

Algunos compuestos inorgánicos pueden eliminarse por adsorción sobre carbón activado. Metales a nivel de trazas, como el plomo puede ser eliminado con carbón activado granular. La Tabla I presenta una lista de metales según su grado de adsorción. La mayoría de los cationes y aniones presente en las aguas naturales no se adsorben, como es el caso del calcio, sodio, ortofosfatos, nitratos y haluros.

Tabla 1:

Metales y compuestos inorgánicos clasificados en la bibliografía por su potencial de adsorción sobre carbón activado.

Metales fácilmente adsorbibles:

Antimonio, arsénico, bismuto, cromo III, estaño.

Metales de potencial de adsorción medio:

Plata, mercurio, cobalto.

Metales de potencial de adsorción menos bueno:

Plomo, níquel, titanio, vanadio, hierro.

Metales con bajo potencial de adsorción:

Cobre, cadmio, zinc, bario, selenio, molibdeno, manganeso, wolframio, radio.

2.2.6 ESPECTROFOTOMETRIA

La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y otra que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

En un espectrógrafo, el ocular se sustituye por una cámara. No hace falta fotografía en color para identificar las imágenes de la rendija. Se pueden calcular sus longitudes de onda a partir de sus posiciones en la película fotográfica. Los espectrógrafos son útiles en las regiones ultravioleta y visible del espectro, y también en la zona infrarroja hasta los 1200nm.

La espectroscopía en las zonas extremas del ultravioleta y el infrarrojo es similar a la de la zona visible; sin embargo, el vidrio no transmite esas radiaciones, por lo que las lentes y prismas tienen que ser de cuarzo, fluorita, silvina o sal de roca. Las lentes también pueden sustituirse por espejos cóncavos. Para esas longitudes de onda es necesario utilizar emulsiones fotográficas especiales.

2.2.7 MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO

El Microscopio Electrónico de Barrido permite obtener imágenes de gran resolución en materiales pétreos, metálicos y orgánicos.

La luz se sustituye por un haz de electrones, las lentes por electroimanes y las muestras se hacen conductoras metalizando su superficie. Los electrones secundarios se asocian a una señal de TV.

CARACTERISTICAS TECNICAS

Microscopio Electrónico de Barrido.

- Imágenes digitales hasta 2048 x 2048 pixel.
- Resolución de 25 nm a 1 kV y de 3,5 nm a 30 kV.
- Lentes magnéticas y bomba turbomolecular refrigeradas por agua.

Detector de centelleo para electrones secundarios, de Si para electrones dispersados y de Si(Li) para rayos X.

Sistema de Microanálisis de Rayos X.

- Detector de Si(Li) refrigerado con nitrógeno líquido para rayos X.
- Espectros de energía de rayos X con una resolución de 128 eV.
- Detección cualitativa de elementos.

ALGUNAS APLICACIONES DE LA MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO

HORMIGONES Y ARIDOS

- Mineralogía de cementos: klínker, alitas, etc.
- Mineralogía de áridos: granito, calizas, etc.
- Crecimientos cristalinos, texturas, fisuraciones, porosidades, fragilidad, etc.
- Fases reactivas, productos expansivos.
- Interferencia árido pasta, índice de huecos, etc.
- Composición microquímica, alteraciones, etc.
- Cuantificación de parámetros de caracterización.

METALES Y ORGANICOS

- Análisis morfológico y fractográfico.
- Análisis de inclusiones.
- Corrosión de superficies y oxidaciones.
- Estudio, análisis y evaluación de fases.
- Cartografía de elementos químicos.
- Ataques superficiales por alteración.

RESULTADOS

3.1 ADSORCIÓN DE AZUL DE METILENO EN C.A.

Se prepara una solución de concentración conocida (0.1%) de acuerdo a como lo marca la Norma ASTM D-3037, y se realiza el procedimiento como lo marca la misma, a la sustancia filtrada se le realiza la absorbancia.

	Absorbancia C.A. de Laboratorio	Absorbancia C.A. Obtenido
Azul de metileno 0.1%	4.174×10^{-3}	4.174×10^{-3}
Azul de metileno filtrado con C.A.	0.176×10^{-3}	0.170×10^{-3}

$$C_i - C_f = C_{ad}$$

$$\text{C.A. de laboratorio} \quad 4.174 \times 10^{-3} \quad - \quad 0.176 \times 10^{-3} \quad = \quad \mathbf{3.998 \times 10^{-3}}$$

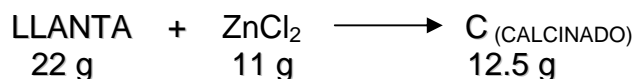
$$\text{C.A. de Obtenido} \quad 4.174 \times 10^{-3} \quad - \quad 0.170 \times 10^{-3} \quad = \quad \mathbf{4.004 \times 10^{-3}}$$

Este método ayudo a la obtener una indicación de capacidad de adsorción del C.A. producido y lograr compararlo con el de laboratorio.

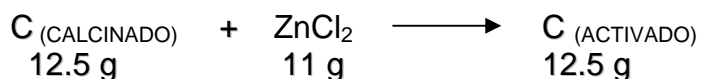
Podemos ver notablemente que se logro obtener ligeramente un mayor beneficio del C.A obtenido. Por lo tanto tiene una mayor área superficial para la capacidad de adsorción.

3.2 RENDIMIENTO

La reacción se llevó a cabo con la parte de un costado de una llanta, utilizando como agente activante el ZnCl_2 en una relación 2:1 respectivamente. El rendimiento obtenido en la reacción es de 56.8%, obteniendo como producto, carbón calcinado. Para poder activar este carbón calcinado, se continua el mismo procedimiento inicial, hacer reaccionar este ultimo con el ZnCl_2 nuevamente en una relación 2:1. El producto final es el carbón activado, en el cual el rendimiento en esta segunda reacción es del 100%. El tamaño de partícula es de 0.8 cribas, quedando un pH final de seis.



% rendimiento = 56.8 %



% rendimiento = 100 %

3.3 PORCIENTO DE HUMEDAD EN CARBON ACTIVADO PRODUCIDO

inicio	Cantidad de muestra = 1 g
3hrs a 100°C	0.996 g

En la determinación del porcentaje de humedad nos damos cuenta que el adsorbente retuvo muy poca cantidad de humedad una vez sintetizado, lo cual al llevarlo a la eliminación de ésta, se determinó que sólo el 0.4 % de la masa total fue humedad.

$$\% \text{ de humedad en el adsorbente} = \frac{0.004 \text{ g}}{0.996 \text{ g}} \times 100 \% = 0.4 \%$$

% de humedad = 0.4%

3.4 ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICO

El adsorbente producido y el carbón comercial (LQ1000) fueron aplicados para eliminar Pb^{2+} en solución. Para el proceso de adsorción, el C.A se muele y se tamiza en la malla #325. Pesamos cuatro muestras iguales de 0.3g de C.A, y se vierten a una solución de 100 ml de nitrato de plomo a una concentración de 10, 25, 50 y 100 ppm. Se agita durante 1 hr con agitación constante con ayuda de una barra magnética, al final del tiempo de agitación se filtran las muestras para posteriormente obtener la transmitancia.

Tabla N° 1

Lecturas del análisis espectrofotométrico de las soluciones con plomo interactuadas con C.A. de laboratorio.

ppm de plomo	Transmitancia nm
10	0.011
25	0.012
50	0.015
100	0.021

Grafica de las lecturas del análisis espectrofotométrico del C.A. de laboratorio.

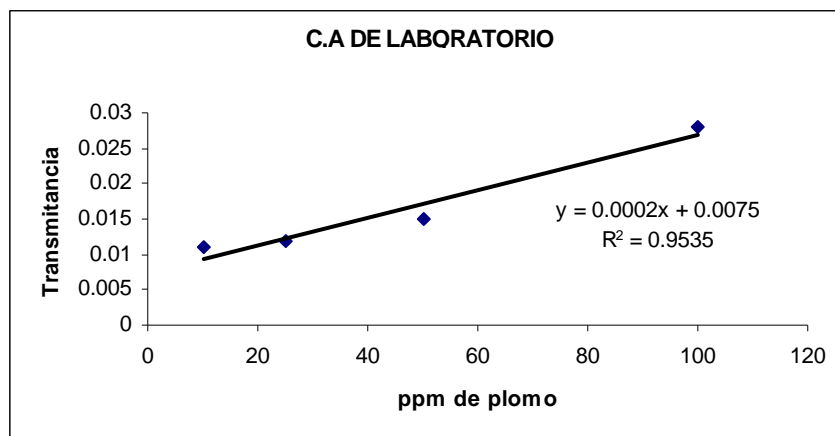
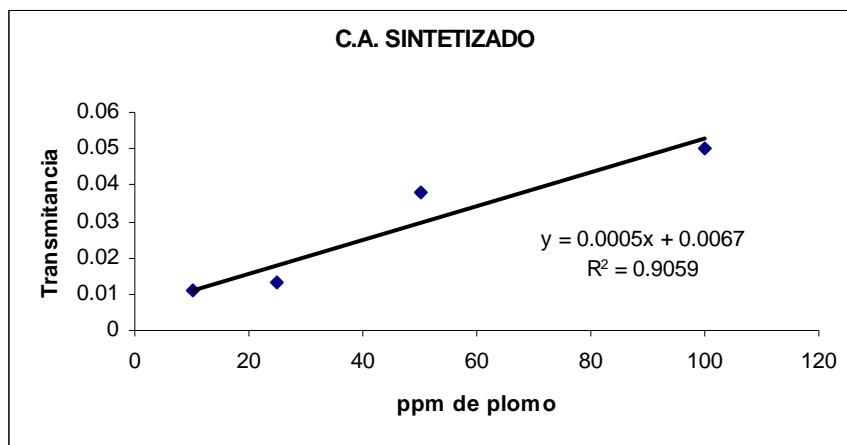


Tabla N° 2

Lecturas del análisis espectrofotométrico de las soluciones interactuadas con el C.A. elaborado en laboratorio.

ppm de plomo	Transmitancia nm
10	0.011
25	0.013
50	0.038
100	0.50

Grafica de las lecturas del análisis espectrofotométrico del C.A. elaborado en laboratorio.



3.5 METODO ESPECTROFOTOMETRICO PARA LA DETERMINACION DE METALES PESADOS

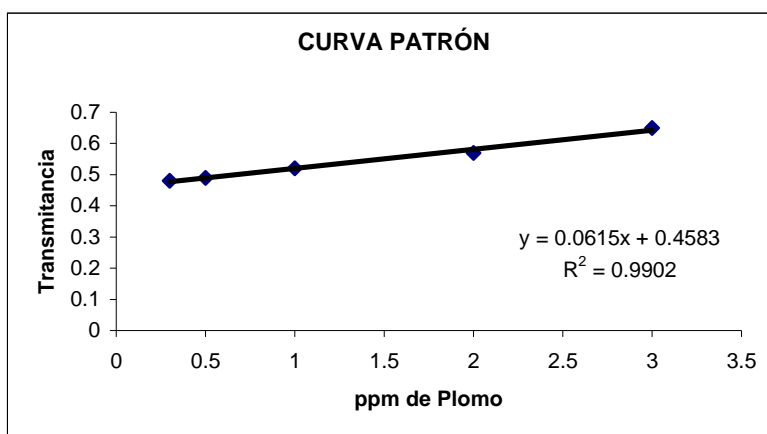
EQUIPO: Spectronic 20

Elemento determinado	Condiciones del método del reactivo	Longitud de onda en la absorbancia	Rango en ppm
Pb ²⁺	Ditizona (I); 1 mg /ml	510 nm	0.4 - 3

Tabla de datos para desarrollo de color para la curva patrón.

ppm de plomo en 10 ml de solución	transmitancia nm
0.3	0.048
0.5	0.049
1.0	0.052
2.0	0.057
3.0	0.065

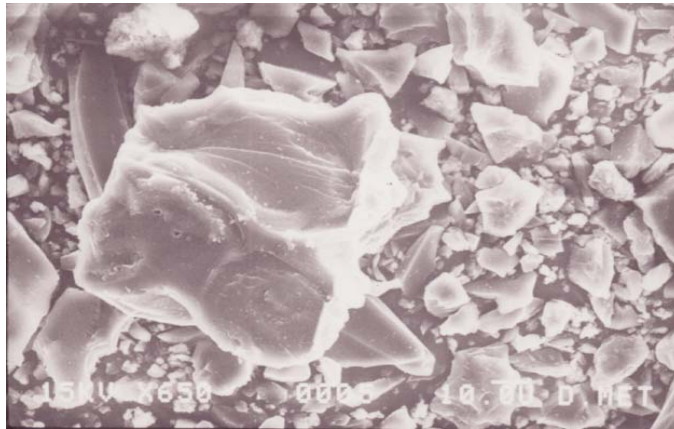
Grafica de los datos para desarrollo de color para la curva patrón.



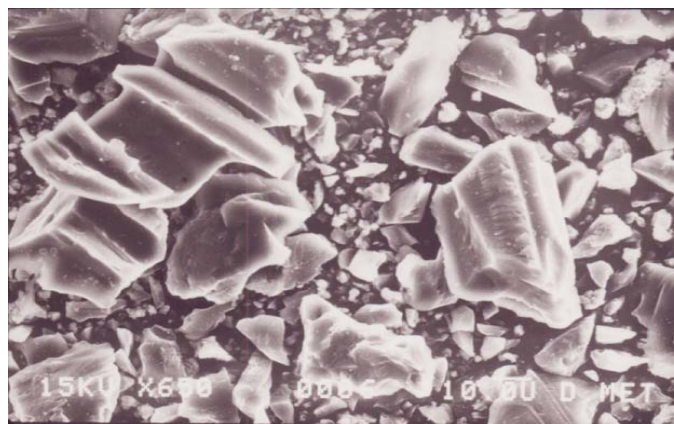
En la determinación del método espectrofotométrico para la determinación de plomo se prepararon cinco soluciones con distintas concentraciones en ppm de plomo, en el cual se dejaron interactuar con la solución de ditizona, únicamente con la finalidad de determinación del desarrollo de color para la curva patrón.

3.6 CARACTERIZACION DE MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO (Análisis realizado por el departamento de microscopia electrónica de barrido) Realizo: M en C Guillermina Gonzáles

El análisis de microscopía electrónica se realizó en una porción de una muestra en polvo obtenida a 400°C. Las imágenes que se presentan a continuación corresponden al estudio realizado a una amplificación de 650X.



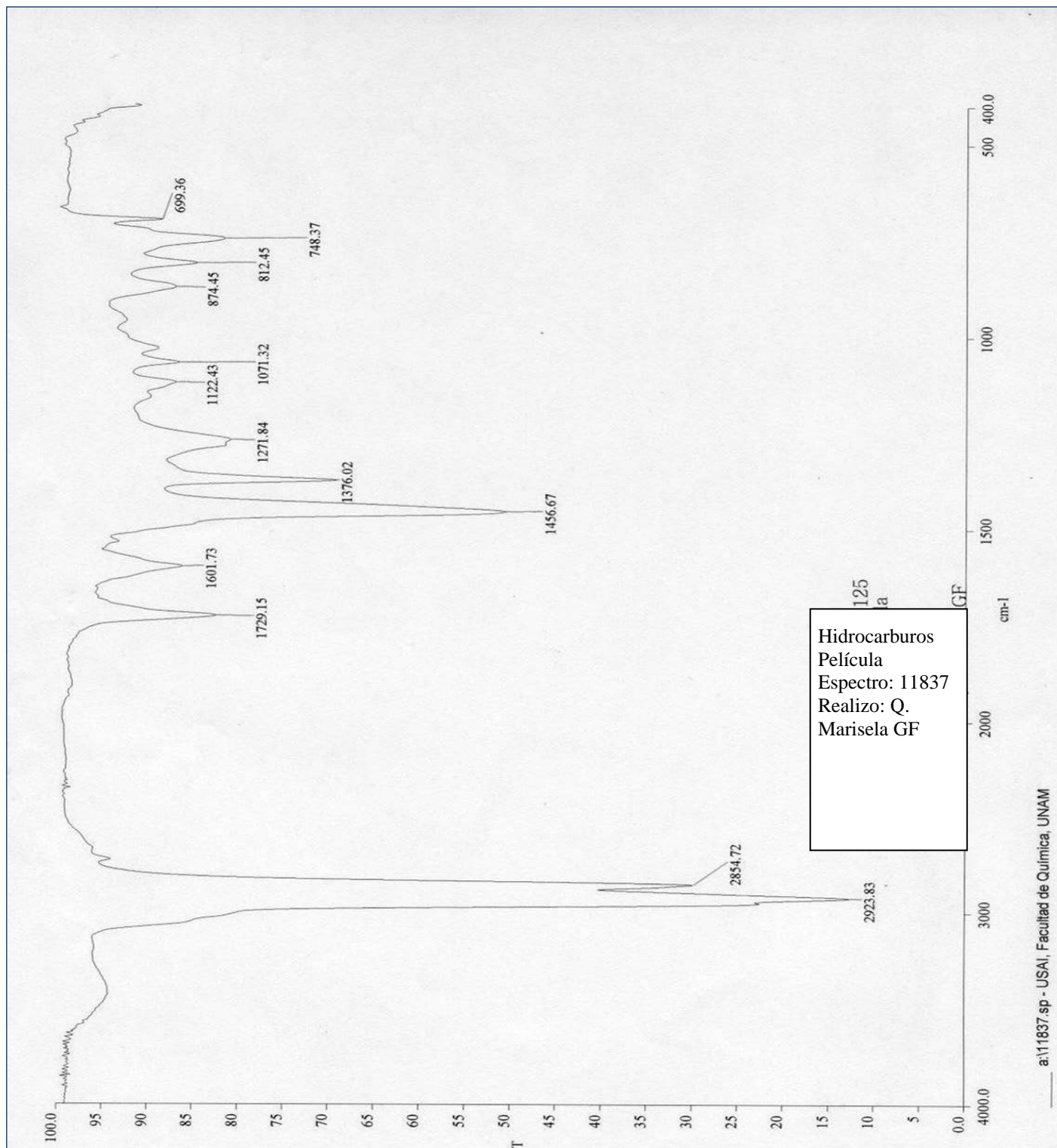
a) Esta es una muestra del carbón activado comercial. La MEB fue tomada a una amplificación de 650X.



b) Esta es una muestra del carbón activado caracterizado. La MEB fue tomada a una amplificación de 650X.

En las imágenes a) y b) se observan partículas muy semejantes tanto en el C.A. comercial como el C.A. caracterizado, la amplificación es la misma de 650X para ambos, y en estas dos tomas tenemos una gran distribución de formas y tamaños de partículas muy semejantes.

3.7 ESPECTRO INFRARROJO DE LOS DESECHOS **D₃**
 (Análisis realizado por el USAI de la facultad de química)



El espectro de infrarrojo únicamente sirve para aproximar que mezcla se obtuvo, aunque no es un análisis confiable. Este espectro muestra de acuerdo a las señales características que se tiene una mezcla de alquenos y alquinos.

CONCLUSIONES

1. El presente estudio permitió evaluar la factibilidad de producir carbón activado, por método químico, a partir de llantas de desecho y su aplicación para remover el ión plomo.
2. Para la activación de este material se evaluó con cloruro de zinc como agente activante, la relación de las cantidades entre la materia prima y el cloruro de zinc es de 2:1, respectivamente.
3. El rendimiento obtenido es de 56.8 %, siendo comprobada su efectividad de activación mediante términos de desarrollo de propiedades fisicoquímicas, uno de estos que llamo la atención es la determinación del área superficial con el colorante azul de metileno.
4. Al término del estudio se encontró que una vez procesada la materia prima, se obtiene el adsorbente con aceptables características fisicoquímicas ya que es comparable al valor obtenido para un carbón activado comercial de origen mineral.
5. La caracterización del carbón activado, nos ayudó a saber la capacidad de adsorción con el ión plomo. Es una aportación más que podría ayudar a reducir la contaminación, llevando a cabo la obtención de carbón activado a partir de llantas de desecho.

BIBLIOGRAFIA

1. Bansal, R.C., Donnet, J.B. and Stoeckli, F. Active Carbon. Marcel Dekker, New York (1998).
2. Garrido, J., Linares-Solano, A., Martín-Martínez, J.M., Molina-Sabio, M., Rodríguez-Reinoso, F. and Torregrosa, R. J. Chem. Soc., Faraday Trans. 83, 1081 (1987).
3. Caturla, F., A., Martín-Martínez, J.M., Molina-Sabio, M., Rodríguez-Reinoso, F. and Torregrosa, J. Colloid Interface Sci. 124, 528 (1988).
4. Mattson, J.B. and Mark, H.B. Activated Carbon. Marcel Dekker, New York (1971).
5. Rodríguez-Reinoso, F., Molina-Sabio, M. and Muñecas, M.A. J. Phys. Chem. 96, 2707 (1992).
6. Molina-Sabio, M., Pérez, V. and Rodríguez-Reinoso, F. Carbón 32, 1259 (1994). 168.
7. F. Rodríguez Reinoso, Introduction to Carbon Technologies. (Editores: H. Marsh, E.A. Heintz, F. Rodríguez Reinoso), Publicaciones de la Universidad de Alicante, p. 35-101 (1997).
8. F. Rodríguez Reinoso, en Handbook of Porous Solids (Editores: F. Schüth, K.S.W Sing, J. Weitkamp), Wiley-VCH, Weinheim, Alemania, 3, 1766-1827 (2002).
9. L.R. Radovic, C. Moreno-Castilla, J. Rivera-Utrilla, Chemistry and Physics of Carbon. (Editor: LR Radovic). Marcel Dekker. 27, (2000).
10. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, A5, 124, VCH, Weinheim, Alemania (1986).
11. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 4^a ed. 4, John Wiley, New York (1992).
13. By John W. Hasster. Activated Carbon. Chemical publishing Co., inc.1951.
14. Producción de carbón activado a partir de material de desecho y su aplicación para la remoción de Hg contenido en agua. Gabriela Anguiano Cortes (2000) tesis Facultad de Química. UNAM México D.F.
15. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos.

16. Antal Jr. M.J., Allen S.G; Dai X, Shimizu B. Tam M.S., Gronli M. Attainment of the theoretical yield of carbón from biomasa. Ind Eng. Res. 39, 4024-4031. (2000).
17. Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, título primero, capítulo único. Artículos 7, 153-A, 153-F fracción III. Artículo 423, fracciones VI y VII. Artículo 509.
18. Anteproyecto NOM-SSA1-1999 evaluación biológica de la exposición laboral., índice biológico máximo de exposición laboral a plomo.
19. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo- España. última revisión 9 de Noviembre de 1999.
20. Guía de Respuestas a Emergencias con Materiales Peligrosos. Centro de Información Química para Emergencias. Año 2001.
21. Wastewater Engineering; Metcalf & Eddy; 3th ed.; 1991
22. Revista Pharmanews, 14, 6 - Junio 2004
23. NOM-033-STPS-1993 Higiene Industrial Medio Ambiente Laboral. Determinación de plomo y compuestos inorgánicos de plomo. Método de Absorción Atómica.
24. NOM-010-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
25. NOM-114-STPS-1994. Sistemas para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo.
26. INTI- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards
27. www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/folletos/98/98.html
Periférico 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, Delegación Coyoacán, México D.F. Última Actualización: 31/03/2005
28. http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761552490/Espectroscopia.html#s14
29. http://www.ciat.hc.edu.uy/contaminacion_con_plomo.htm
30. <http://www.respyn.uanl.mx/iii/2/contexto/042SSA13.html>
31. <http://www.melbar.com.br/aplica4es.htm>
32. www.segulab.com/clorhidrico.htm
33. www.confemetal.es/uniplom/propiedades.htm - 6k
34. <http://www.clarimex.com/p-liquida.html>
35. <http://www.textoscientificos.com/quimica/carbon-activo/adsorbatos>
36. <http://www.clarimex.com/p-liquida.html>
37. <http://www.arqhys.com/arquitectura/plomo-propiedades.html>

ANEXO

Ficha de Datos de Seguridad

100062 Ácido acético 96%			
Símbolos de peligro	 C		
Información general del producto			
Frase R	R 10-35	Frase S	S 23.2-26-36/37/39-45
Densidad	1.05 g/cm ³ (20 °C)	Número HS	2915 21 00
GGVS Categoría de embalaje	A	WGK	1 (poco contaminante del agua)
Clase de almacenamiento VCI	3 A Sustancias líquidas inflamables	Categoría de almacenamiento	Almacenar entre +15°C y +25°C.
Datos químicos / físicos			
Temperatura de ignición	463 °C	Solubilidad en agua	(20 °C) soluble
Concentración de saturación (aire)	38 g/m ³ (20 °C)	Punto de fusión	16.6 °C
Densidad	1.05 g/cm ³ (20 °C)	Valor de pH	~2.5 (10 g/l, H ₂ O, 20 °C)
Punto de ebullición	117.9 °C	Presión de vapor	15.2 hPa (20 °C)
Limite de explosión	4 - 19.9 Vol%	Temperatura de inflamabilidad	39 °C
Información de seguridad			
Frase R	R 10-35 Inflamable. Provoca quemaduras graves.		
Frase S	S 23.2-26-36/37/39-45 No respirar los vapores. En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara. En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta).		
Características de peligrosidad	inflamable, corrosivo		
Símbolos de peligro	 C corrosivo		
WGK	1 (poco contaminante del agua)		
Eliminación de residuos	4 Las soluciones acuosas de ácidos orgánicos se neutralizan cuidadosamente		

con hidrogenocarbonato sódico (Art. nr. 106323) o hidróxido sódico (Art. nr. 106462). Antes de verterlos en el recipiente colector D, controlar el pH con papel indicador universal (Art. nr. 109535). Los ácidos carboxílicos aromáticos pueden precipitarse con ácido clorhídrico diluido y posteriormente ser filtrados. Precipitado: Recipiente colector C. Filtrado: Recipiente colector D.

Almacenamiento / transporte

Número HS	2915 21 00	Clase de almacenamiento VCI	3 A Sustancias líquidas inflamables
GGVS Categoría de embalaje	A	WGK	1 (poco contaminante del agua)
Categoría de almacenamiento	Almacenar entre +15°C y +25°C.		

Clasificación (Transporte terrestre)

GGVS	8/CF 1 II	GGVE	8/CF 1 II
ADR	8/CF 1 II	RID	8/CF 1 II

Clasificación (Transporte marítimo)

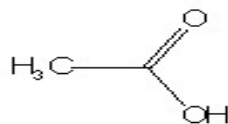
IMDG-Code	8/II	Número UN para transporte marítimo	2789
------------------	------	---	------

Clasificación (Transporte aéreo)

Transporte de carga aéreo (IATA DGR)	8 3 II	Número UN para el transporte aéreo	2789
CAO CARGO Instrucciones de embalaje para el transporte de carga aéreo	813	PAX Instrucciones de embalaje para transporte en aeronaves de pasajeros	809

Datos toxicológicos

LD 50 oral	DL 50 oral rata 3310 mg/kg	LD 50 dérmica	DL 50 dermal conejo 1060 mg/kg
-------------------	----------------------------	----------------------	--------------------------------



Ficha de Datos de Seguridad

100317 **Ácido clorhídrico 37%**

Símbolos de peligro



C


Información general del producto

Frase R	R 34-37	Frase S	S 26-36/37/39-45
Densidad	~ 1.19 g/cm ³ (20 °C)	Número HS	2806 10 00
GGVS Categoría de embalaje	A	WGK	1 (poco contaminante del agua)
Clase de almacenamiento VCI	8 B Sustancias no combustibles corrosivas		

Datos químicos / físicos

Solubilidad en agua	(20 °C) soluble	Densidad	~ 1.19 g/cm ³ (20 °C)
Presión de vapor	190 hPa (20 °C)		

Información de seguridad

Frase R	R 34-37 Provoca quemaduras. Irrita las vías respiratorias.
Frase S	S 26-36/37/39-45 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Úsense indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara. En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta).
Características de peligrosidad	corrosivo
Símbolos de peligro	 C corrosivo
WGK	1 (poco contaminante del agua)
Eliminación de residuos	12 Los ácidos inorgánicos y sus anhídridos se diluyen o hidrolizan, si fuese necesario, vertiéndolos y agitándolos con cuidado en agua con hielo. A continuación se neutralizan con sodio hidróxido (Art. nr. 105587) (guantes, campana extractora). Antes de recogerlos en el recipiente colector de categoría D, controlar el pH con las varillas indicadoras universales de pH (Art. nr. 109535).

Almacenamiento / transporte			
Número HS	2806 10 00	Clase de almacenamiento VCI	8 B Sustancias no combustibles corrosivas
GGVS Categoría de embalaje	A	WGK	1 (poco contaminante del agua)
Clasificación (Transporte terrestre)			
GGVS	8/C 1 II	GGVE	8/C 1 II
ADR	8/C 1 II	RID	8/C 1 II
Clasificación (Transporte marítimo)			
IMDG-Code	8/II	Número UN para transporte marítimo	1789
Clasificación (Transporte aéreo)			
Transporte de carga aéreo (IATA DGR)	8 II	Número UN para el transporte aéreo	1789
CAO CARGO Instrucciones de embalaje para el transporte de carga aéreo	813	PAX Instrucciones de embalaje para transporte en aeronaves de pasajeros	809

Ficha de Datos de Seguridad

102181 Carbón activado			
Fórmula empírica (según Hill)	C		
Información general del producto			
Densidad	~ 1.8 - 2.1 g/cm ³ (20 °C)	Número HS	3802 10 00
RTECS	FF5250100	Número CE	231-153-3
WGK	nwg (no contaminante del agua)	Clase de almacenamiento VCI	10-13 Otros líquidos y sustancias sólidas
Número CAS	7440-44-0		
Número de artículo	Embalaje	Cantidad	
1.02181.1000	Bolsa de plástico	1 kg	
Datos químicos / físicos			
Fórmula empírica (según Hill)	C	Solubilidad en agua	(20 °C) insoluble
Densidad	~ 1.8 - 2.1 g/cm ³ (20 °C)	Valor de pH	~4 - 7 (50 g/l, H ₂ O, 20 °C)
Información de seguridad			
WGK	nwg (no contaminante del agua)		
Almacenamiento / transporte			
Número HS	3802 10 00	Clase de almacenamiento VCI	10-13 Otros líquidos y sustancias sólidas
WGK	nwg (no contaminante del agua)		

Fichas de Datos de Seguridad

108816 Cinc Cloruro para análisis

Fórmula empírica (según Hill)	Cl ₂ Zn
Fórmula química	ZnCl ₂
Masa molar	136.28 g/mol
Número CAS	7646-85-7
Número CE	231-592-0
Número de índice CE	030-003-00-2

Identificación de peligros

Nocivo por ingestión. Provoca quemaduras. Muy toxico para los organismos acuaticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuatico

Datos químicos / físicos

Fórmula empírica (según Hill)	Cl ₂ Zn	Estado físico	Sólido
Solubilidad en agua	4320 g/l (25 °C)	Color	Blanco
Punto de fusión	283 °C	Temperatura de ignición	No combustible
Densidad de amontonamiento	1400-1800 Kg/cm ³ (25 °C)	Punto de ebullición	732 °C
Presión de vapor	1.33 hPa (428 °C)	Punto de inflamación	No inflamable
Densidad	(25° C) 2.91 g/cm ³	Olor	Inodoro

Estabilidad y reactividad

Condiciones a evitar
Calentamiento Fuerte.
Materias a evitar
Sodio, oxidantes fuertes.
Productos de descomposición peligrosos en caso de incendio
Información complementaria
Incompatible con metales diversos.

Información relativa al transporte

Transporte terrestre ADR, RID
UN 2331 ZINKCHLORID, WASSERFREI,8,III

Transporte fluvial ADN, ADNR no ensayado

Transporte marítimo IMDG-Code
UN2331 ZINC CHLORIDE, ANHYDROUS,8,III
EmS : F-A S-B

Las informaciones relativas al transporte se mencionan de acuerdo a la reglamentación Internacional y en la forma como se aplican en Alemania. Pueden existir posibles diferencias a nivel nacional en otros países comunitarios.

Consideraciones relativas a la eliminación

Producto:
Los productos químicos han de eliminarse siguiendo las normativas nacionales. Bajo [www. Retrologistik.de](http://www.Retrologistik.de) encontrará indicaciones específicas de productos así como contactos.

Embalaje:
Los envases de productos Merck han de eliminarse siguiendo las normativas nacionales. Bajo www.retrologistik.se encontrará indicaciones especiales para las peculiaridades nacionales así como contactos.

Medidas de lucha contra incendios

Medios de extinción adecuados:
Adaptara los materiales en el contorno.

Riesgos especiales:
Incombustible. Posibilidad de formación de vapores peligrosos por incendio en el entorno. En caso de incendio puede producirse: cloruro de hidrogeno.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios: Permanencia en el área de riesgo sólo con sistemas de respiración artificial e independiente del ambiente. Protección de la piel mediante observación de una distancia de seguridad y uso de ropa protectora adecuada.

Primeros auxilios

Tras inhalación: aire fresco. Avisar al médico
Tras contacto con la piel: Aclarar con abundante agua. Extraer la sustancia por medio de algodón impregnado con polietilenglicol 400. Despojarse inmediatamente de la ropa contaminada.
Tras contacto con los ojos: Aclarar con abundante agua, manteniendo los párpados abiertos (al menos durante 10 minutos). Avisar inmediatamente al oftalmólogo.
Tras ingestión: beber abundante agua, evitar vómitos (¡riesgo de perforación ¡) . Avisar inmediatamente al médico. No efectuar medidas de neutralización.

Medidas a tomar en caso de vertido accidental

Medidas de precaución relativas a las personas: Evitar la inhalación de polvo. Evitar el contacto con la sustancia. Proceder a ventilación en lugares cerrados.

Medidas de protección del medio ambiente:
No lanzar por el sumidero.

Procedimientos de recogida /Limpieza:
Recoger en seco y proceder a la eliminación de residuos. Evitar la formación de polvo.

Manipulación y almacenamiento

Manipulación :

Sin otras exigencias.

Almacenamiento:

Bien cerrado. Seco. Temperatura de almacenamiento: sin limitaciones.

Controles de exposición / protección personal

Protección personal:

Los tipos de auxiliares para protección del cuerpo deben elegirse específicamente según el puesto de trabajo en función de la concentración y cantidad de la sustancia peligrosa. Debería aclararse con el suministrador la estabilidad de los medios protectores frente a los productos químicos.

Protección respiratoria: necesaria en presencia de polvo. Filtro P 2.

Protección de los ojos: precisa

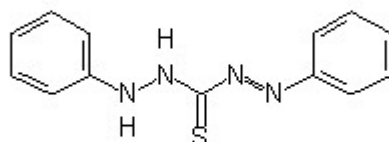
Ficha de Datos de Seguridad

103092		Ditizona (1,5-difeniltiocarbazona)	
Sinónimos	1,5-Difeniltiocarbazona		
Fórmula empírica (según Hill)	C ₁₃ H ₁₂ N ₄ S		
Símbolos de peligro	 Xi		
Información general del producto			
Frase R	R 36/38	Frase S	S 26
Número HS	2930 90 70	Número CE	200-454-1
Masa molar	256.33 g/mol	WGK	3 (muy contaminante del agua)
Clase de almacenamiento VCI	10-13 Otros líquidos y sustancias sólidas	Número CAS	60-10-6
Número de artículo	Embalaje	Cantidad	
1.03092.0005	Frasco de vidrio	5 g	
1.03092.0025	Frasco de vidrio	25 g	
Datos químicos / físicos			
Fórmula empírica (según Hill)	C ₁₃ H ₁₂ N ₄ S	Solubilidad en agua	insoluble
Punto de fusión	~ 168 °C (descomposición)	Masa molar	256.33 g/mol
Información de seguridad			
Frase R	R 36/38 Irrita los ojos y la piel.		
Frase S	S 26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.		
Características de peligrosidad	irritante		
Símbolos de peligro	 Xi irritante		
WGK	3 (muy contaminante del agua)		
Eliminación de residuos	3 Reactivos orgánicos líquidos relativamente inertes desde el punto de vista		

químico: Recipiente colector A. Si contienen halógenos. Recipiente colector B. Residuos sólidos: Recipiente colector C.



Almacenamiento / transporte

Número HS	2930 90 70	Clase de almacenamiento VCI	10-13 Otros líquidos y sustancias sólidas
WGK	3 (muy contaminante del agua)		



Fichas de Datos de Seguridad

105589 Sodio hidróxido en solución 30%

Sinónimos	Lejía de sosa		
Símbolos de peligro	 C		
Información general del producto			
Frase R	R 35	Frase S	S 26-36/37/39-45
Densidad	1.33 g/cm ³ (20 °C)	Número HS	2815 12 00
GGVS Categoría de embalaje	M	WGK	1 (poco contaminante del agua)
Clase de almacenamiento VCI	8 B Sustancias no combustibles corrosivas		
Número de artículo	Embalaje	Cantidad	
1.05589.0250	Frasco, plástico	250 ml	
1.05589.1000	Frasco, plástico	1 l	
Datos químicos / físicos			
Solubilidad en agua	(20 °C) soluble	Densidad	1.33 g/cm ³ (20 °C)
Información de seguridad			
Frase R	R 35 Provoca quemaduras graves.		
Frase S	S 26-36/37/39-45 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Úsese indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara. En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta).		
Características de peligrosidad	corrosivo		
Símbolos de peligro	 C corrosivo		
WGK	1 (poco contaminante del agua)		
Eliminación de residuos	13 Las bases y alcoholatos se diluyen, si fuese necesario, vertiéndolas y agitándolas con cuidado en agua. A continuación se neutralizan con ácido clorhídrico (Art. nr. 100312) (guantes, campana extractora). Antes de recogerlas en el recipiente colector D ó E, controlar el pH con varillas		

indicadoras universales (Art. nr. 109535).

Almacenamiento / transporte			
Número HS	2815 12 00	Clase de almacenamiento VCI	8 B Sustancias no combustibles corrosivas
GGVS Categoría de embalaje	M	WGK	1 (poco contaminante del agua)
Clasificación (Transporte terrestre)			
GGVS	8/C 5 II	GGVE	8/C 5 II
ADR	8/C 5 II	RID	8/C 5 II
Clasificación (Transporte marítimo)			
IMDG-Code	8/II	Número UNO para transporte marítimo	1824
Clasificación (Transporte aéreo)			
Número UN para el transporte aéreo	1824	CAO CARGO Instrucciones de embalaje para el transporte de carga aéreo	813
PAX Instrucciones de embalaje para transporte en aeronaves de pasajeros	809		



Ficha de Datos de Seguridad

Plomo (II) gránulos para análisis			
Fórmula empírica (según Hill)	Pb (II)		
Símbolos de peligro	 T  N		
Información general del producto			
Frase R	R 61-E20/22-33-50/53-62	Frase S	S 53-45-60-61
Densidad	4.53 g/cm ³ (20 °C)	Número HS	7804 20 00
GGVS Categoría de embalaje	A	Número CE	231-100-4
Masa molar	331.20 g/mol	WGK	nwg (contaminante del agua)
Clase de almacenamiento VCI	Sustancias no combustibles tóxicas	Número CAS	7439-92-1
Número de artículo	Embalaje	Cantidad	
1.07362.0250	Frasco, plástico	250 g	
1.07362.1000	Frasco, plástico	1 kg	
Datos químicos / físicos			
Fórmula empírica (según Hill)	Pb (II)	Solubilidad en agua	(20 °C) casi insoluble
Punto de fusión	~ 470 °C	Masa molar	331.20 g/mol
Densidad	4.53 g/cm ³ (20 °C)		
Información de seguridad			
Frase R	R 61-E20/22-33-50/53-62 Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto. También nocivo por inhalación y por ingestión. Peligro de efectos acumulativos. Muy tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.		
Frase S	S 53-45-60-61 Evítese la exposición - recábense instrucciones especiales antes del uso. En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta). Elimínese el producto y su recipiente como residuos peligrosos. Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones		

	específicas de la ficha de datos de seguridad.		
Características de peligrosidad	tóxico para la reproducción, nocivo, peligroso para el medio ambiente		
Símbolos de peligro	 T tóxico  N peligrosa para el medio ambiente		
WGK	nwg (no contaminante del agua)		
Eliminación de residuos	15 Soluciones y sustancias sólidas que contengan metales pesados: Recipiente colector E. El níquel Raney (también el níquel) se puede, en suspensión acuosa, disolver bajo agitación con ácido clorhídrico (Art. nr. 100312) (Categoría E). El propio níquel Raney o los residuos sólidos procedentes de filtraciones no deben secarse, ya que con toda seguridad se autoinflaman en contacto con el aire.		
Almacenamiento / transporte			
Número HS	7804 20 00	Clase de almacenamiento VCI	6.1 B Sustancias no combustibles tóxicas
GGVS Categoría de embalaje	A	WGK	nwg (contaminante del agua)
Clasificación (Transporte terrestre)			
GGVS	9/M 7 III	GGVE	9/M 7 III
ADR	9/M 7 III	RID	9/M 7 III
Clasificación (Transporte marítimo)			
IMDG-Code	9/III	Número UN para transporte marítimo	3077
Clasificación (Transporte aéreo)			
Número UN para el transporte aéreo	3077	CAO CARGO Instrucciones de embalaje para el transporte de carga aéreo	911
PAX Instrucciones de embalaje para transporte en aeronaves de pasajeros	911		

Fichas de Datos de Seguridad

102222 Carbono Tetracloruro para análisis			
Fórmula empírica (según Hill)	CCl ₄		
Símbolos de peligro	 T  N		
Información general del producto			
Frase R	R 23/24/25-40-48/23-52/53-59	Frase S	S 23.2-36/37-45-59-61
Densidad	1.59 g/cm ³ (20 °C)	Número HS	2903 14 00
GGVS Categoría de embalaje	G	Número CE	200-262-8
Masa molar	153.82 g/mol	WGK	3 (muy contaminante del agua)
Clase de almacenamiento VCI	6.1 B Sustancias no combustibles tóxicas	Número de índice CE	602-008-00-5
Número CAS	56-23-5		
Número de artículo	Embalaje	Cantidad	
1.02222.1000	Frasco de vidrio	1 l	
1.02222.2500	Frasco de vidrio	2.5 l	
Datos químicos / físicos			
Fórmula empírica (según Hill)	CCl ₄	Temperatura de ignición	> 982 °C
Solubilidad en agua	0.8 g/l (20 °C)	Concentración de saturación (aire)	754 g/m ³ (20 °C)
Punto de fusión	-23 °C	Masa molar	153.82 g/mol
Densidad	1.59 g/cm ³ (20 °C)	Punto de ebullición	76.7 °C
Presión de vapor	120 hPa (20 °C)	Viscosidad cinemática	0.00061 (20 °C)
Información de seguridad			
Frase R	R 23/24/25-40-48/23-52/53-59 Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel. Posibles efectos cancerígenos. Tóxico: riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada por inhalación. Nocivo para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Peligroso para la capa de ozono.		

Frase S	<p>S 23.2-36/37-45-59-61 No respirar los vapores. Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados. En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstresele la etiqueta). Remitirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado. Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.</p>
Características de peligrosidad	<p>tóxico, cancerígeno, peligroso para el medio ambiente</p>
Símbolos de peligro	<p> T tóxico</p> <p> N peligrosa para el medio ambiente</p>
WGK Eliminación de residuos	<p>3 (muy contaminante del agua)</p> <p>2</p> <p>Los disolventes orgánicos y sustancias que contienen halógenos han de ser recogidos y reciclados mediante pago, además de por las empresas de eliminación de residuos, por las empresas suministradoras según la normativa de la HKW. Sin embargo, los disolventes que contienen halógenos tienen que almacenarse por separado durante la recogida y cumplir la especificación .Disolventes muy sucios o mezclas que contengan halógenos: Recipiente colector B. Atención: ¡No utilizar recipientes de aluminio, y para residuos clorados que contengan agua tampoco utilizar recipientes de acero inoxidable (Peligro de inestabilidad por corrosión)!</p>