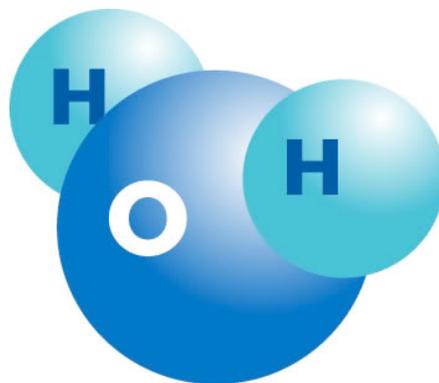


# La química es salud

## Agua potable



Molécula de agua

## Prólogo

*Uno de los grandes beneficios de la química es que nos suministra agua que podemos beber, usar para nuestra higiene y regar nuestras plantaciones.*

*(Bernardo Herradón)*

Este trabajo está dividido en dos partes:

Primera parte: consiste en la búsqueda de información que nos permita conocer y saber las características que tiene que tener el agua para ser potable.

Segunda parte: Diseñar un método sencillo para potabilizar el agua y poner en práctica este diseño, de tal manera que podamos empezar con aguas turbias y terminar con aguas claras y aptas para el consumo.

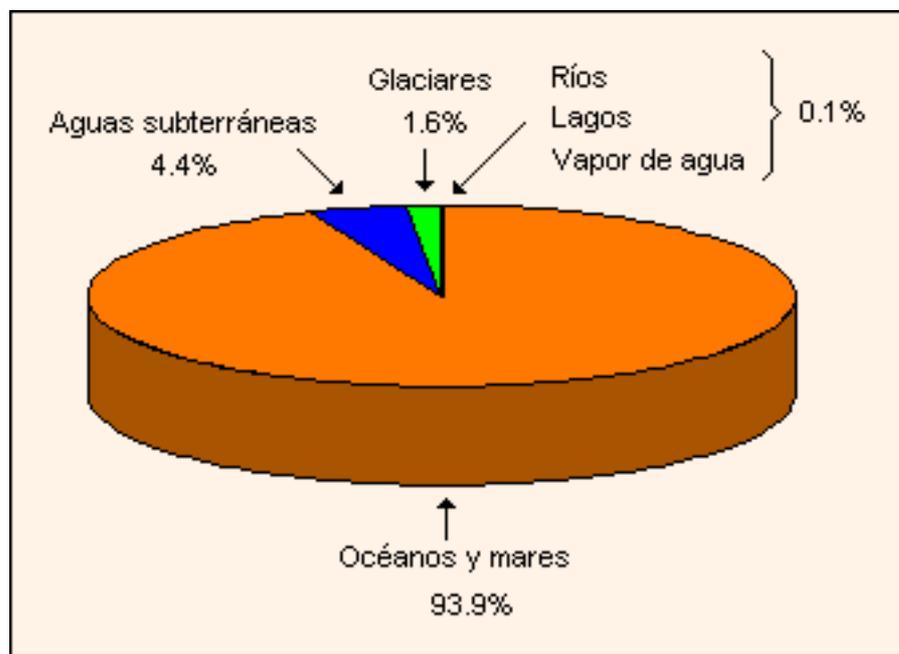
## Introducción

Se denomina agua potable al agua que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido tratada para el consumo humano según unos estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales.

Se calcula que en la Tierra hay unos 1.400 millones de km. cúbicos de agua.

Solamente el 3% de ese agua es agua dulce, es decir 42 millones de Km. cúbicos.

De todo el agua, el 93,9% está en los océanos y mares, el 1,6%



está en los polos y zonas heladas de la Tierra; el 4,4% es agua subterránea y el 0,1% está formando parte de los ríos, lagos y en la

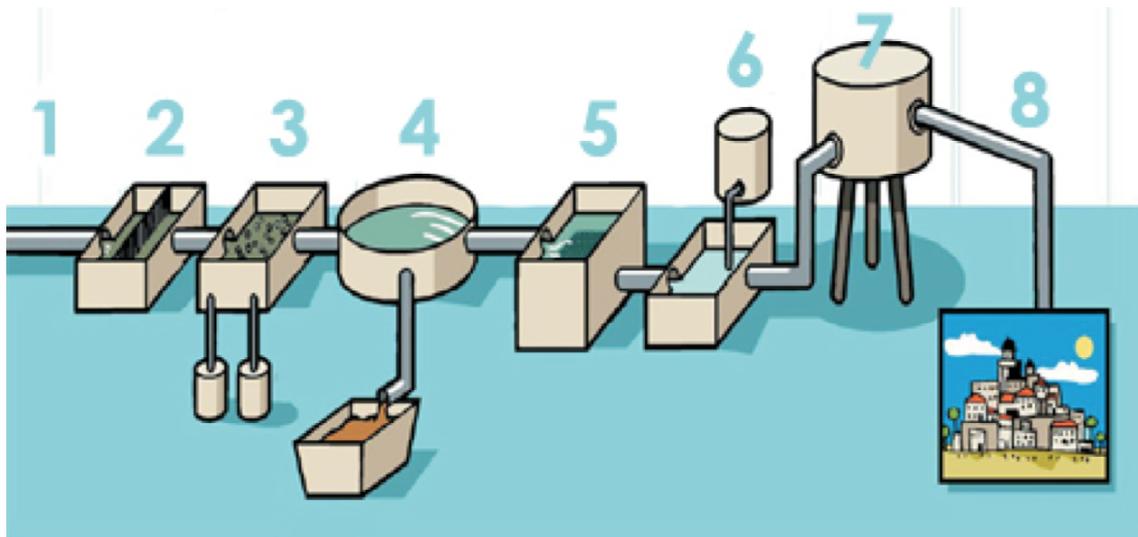
atmósfera (como vapor de agua).

## Potabilización

Al proceso de conversión de agua común en agua potable se denomina potabilización.

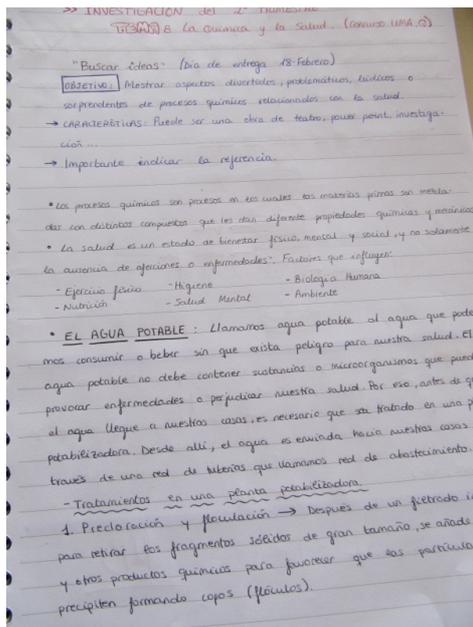
Para que el agua que captamos en embalses, pozos, lagos, etc. sea adecuada para el consumo humano, es necesario tratarla convenientemente para hacerla potable. Este proceso se denomina potabilización y se realiza en las plantas potabilizadoras. Existen diferentes métodos y tecnologías de potabilización, aunque todos ellos constan, mas o menos, de las siguientes etapas:

1. **PRECLORACIÓN Y FLOCULACIÓN.** Después de un filtrado inicial para retirar los fragmentos sólidos de gran tamaño, se añade cloro (para eliminar los microorganismos del agua) y otros productos químicos para favorecer que las partículas sólidas precipiten formando copos llamados flóculos.(Imagen, pasos:1,2 y 3)
2. **DECANTACIÓN.** En esta fase se eliminan los flóculos y otras partículas presentes en el agua.(Imagen, paso 4)
3. **FILTRACIÓN.** Se hace pasar el agua por sucesivos filtros para eliminar la arena y otras partículas que aún pudieran quedar, eliminando a la vez la turbidez del agua. (Imagen, paso 5)
4. **CLORACIÓN Y ENVÍO A LA RED.** Para eliminar los microorganismos más resistentes y para la desinfección de las tuberías de la red de distribución. (Imagen, pasos: 6, 7 y 8)



## Análisis Físicos

El agua potable deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. Estos parámetros se evalúan con un análisis físico del agua:



### Color:

El agua debe ser incolora, una vez filtrada el agua a tratar, la presencia del color se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas, bien de origen vegetal o bien de sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.).

### Olor:

Las aguas destinadas a la bebida no deben tener olor perceptible, sin embargo la presencia de

olor puede ser debida: al desarrollo de microorganismos, a la descomposición de restos vegetales, olor debido a contaminación con líquidos cloacales industriales, olor debido a la formación de compuestos resultantes del tratamiento químico del agua.

### **Sabor:**

La calificación de sabor del agua es de: agradable u objetable. En este caso es debido a sales disueltas en ella. Por ejemplo, los sulfatos de hierro y manganeso dan sabor amargo.

## **Análisis químicos**

Para poder decidir sobre la potabilidad del agua se requiere el control de un número elevado de parámetros químicos (el amonio, los nitratos y nitritos, son indicadores de contaminación).

### **Determinación de pH:**

El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5, es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9. Las aguas de pH menor de 6,5, son corrosivas.

### **Amonio :**

Este ión tiene escasa acción tóxica por sí mismo, pero su existencia aún en bajas concentraciones, puede significar contenido aumentado de bacterias fecales, patógenos etc., en el agua. La formación del amonio se debe a la descomposición bacteriana de urea y proteínas, siendo la primera etapa

inorgánica del proceso.

### **Nitritos:**

Estos representan la forma intermedia, metaestable y tóxica del nitrógeno inorgánico en el agua. Dada la secuencia de oxidación bacteriana: proteínas → amonio → nitritos → nitratos, los nitritos se convierten en importante indicador de contaminación, advirtiendo sobre una nitrificación incompleta.

### **Nitratos:**

La existencia de éstos en aguas superficiales no contaminadas y sin aporte de aguas industriales y comunales, se debe a la descomposición de materia orgánica (tanto vegetal como animal) y al aporte de agua de lluvia.

### **Cloruros:**

Todas las aguas contienen cloruros. Los cloruros son inocuos de por sí, pero en cantidades altas dan sabor desagradable.

### **Dureza:**

Se habla de aguas duras si tienen un alto contenido de sales de calcio y magnesio disueltas. Las aguas blandas son pobres en estas sales.

## **Análisis bacteriológicos**

Existe un grupo de enfermedades conocidas como enfermedades hídricas, pues su vía de transmisión se debe a la ingestión de agua contaminada. Como son: Fiebres tifoideas y paratifoideas, disentería bacilar, cólera, gastroenteritis agudas y diarreas. Por lo que es conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico.

## Nuestro diseño

En primer lugar: **Captación** de aguas procedentes de arroyos, charcas, etc.



Nos distribuimos por grupos y cada uno debe hacer una captación de diferentes aguas no potables.

En segundo lugar: **sedimentación**, dejamos reposar el agua en la botella para que las partículas en suspensión (arena y otras sustancias sólidas) por efecto de la gravedad se depositen en el fondo

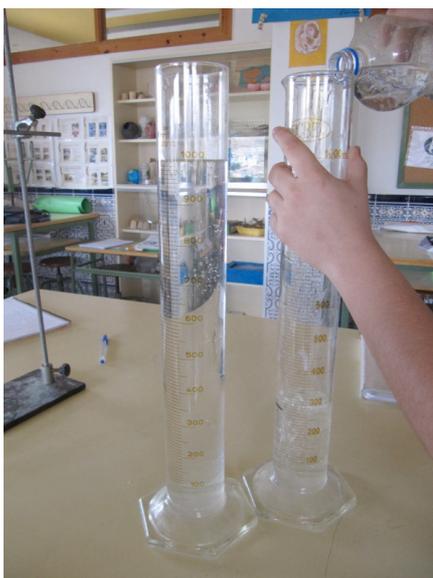


Observaremos como pasamos de aguas turbias a aguas más claras en cuestión de días.

En tercer lugar: **filtración con papel**, pasamos esta agua mas clara a otro recipiente para eliminar toda partícula sólida, para ello podemos usar un papel de filtro.

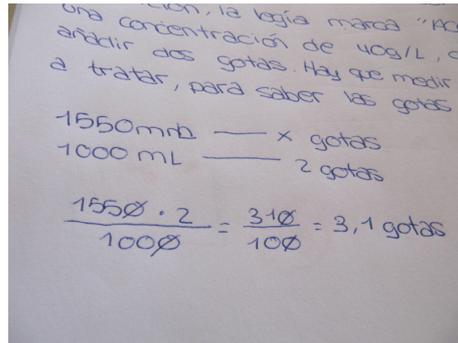
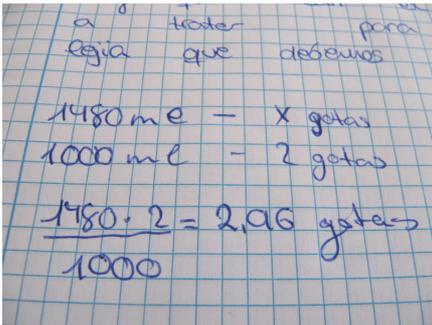


En cuarto lugar: **Cloración**, medimos un volumen del agua que vamos a tratar y calculamos la cantidad de cloro que debemos echar para garantizar la eliminación de bacterias .



El cloro lo utilizaremos en forma de lejía (hipoclorito de sodio  $\text{NaClO}$ ), el número de gotas que añadiremos depende del tipo de lejía comercial, las recomendaciones para el agua potable según la concentración son:

- 20 gr/litro 4 gotas
- 40 gr/litro 2 gotas
- 80 gr/litro 1 gota
- 100 gr/litro 0.8 (aprox. 1 gota)



Dejaremos un tiempo de contacto de 15 minutos antes del siguiente paso.



### En quinto lugar: **Filtración con carbón activo.**

El carbón activo se compone en un 75-80% de carbono y un 5-10% de cenizas. Físicamente se presenta en polvo o en grano. Se caracteriza por su estructura interna, formada por un gran número de poros de tamaños similares. La adsorción con carbón activo consiste en retirar del agua las sustancias solubles, retener sustancias no polares, como aceite mineral, polihidrocarburos aromáticos, cloro y derivados, sustancias

halogenadas como I, Br, Cl, H, F, sustancias generadoras de malos olores y gustos en el agua, levaduras, residuos de la fermentación de materia orgánica, microorganismos, herbicidas, pesticidas, etc., todo ello sin alterar la composición original del agua, respetando los oligominerales y sin generar residuos contaminantes.

Vamos a armar un filtro de carbón activado elemental, para ello necesitaremos:

-Recipiente: debe ser de uso alimentario y preferentemente rígido ya que si no lo es, con la manipulación la cama de carbón que contenga se romperá creando canales por los que circula el agua sin entrar en contacto con el carbón. Podemos usar una botella de plástico de dos litros le cortamos la base y le hacemos perforaciones en la tapadera con una mecha de unos 2 - 3 mm.



-Soporte para contener la cama de carbón: . El carbón que vamos a usar es de dimensiones pequeñas, si no usáramos algo similar a un "falso fondo" el carbón se iría arrastrado por el agua, para esto, se puede usar una capa de piedritas de acuario (previamente, lavadas y hervidas) . La cama inferior de piedras la haremos con  $\frac{1}{2}$  kg de grava para peceras.

-Carbón activado: No debe ser carbón común. Para manipularlo, usaremos una mascarilla o un pañuelo, para protección respiratoria. El carbón activado puede comprarse en Droguerías o Droguerías



industriales (siempre debe ser de uso alimenticio). Colocaremos aproximadamente unos 700 ml de carbón activado.

-Dispensador de agua: Es cualquier medio que haga que el agua que ingresa al recipiente, no desarme la parte superior de la cama de carbón. Para esto se puede usar una capa de piedras de acuario, idéntica a la usada para hacer las veces de falso fondo. Usaremos otro  $\frac{1}{2}$  kg de grava para pecera.



Una vez realizado nuestro filtro , nos preguntamos:¿ Cómo estimar a que velocidad debe pasar el agua para que el filtro sea eficiente?

Tras buscar la información sabemos que es necesario que el agua esté en contacto con el carbón activado de 2 a 30 minutos.

Para asegurar que el tiempo de contacto sea adecuado, se debe regular la velocidad de ingreso del agua al filtro.



Colocamos el agua en un recipiente con llave de paso y medimos el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido, una probeta.

El tiempo de contacto entre el agua y el carbón activado se conoce como EBCT (Empty Bed Contact Time) y se calcula con la siguiente ecuación:

$$EBCT = 0,9997 * V / Q$$

Donde:

V es el volumen del lecho de carbón (en litros)

Q el flujo del agua expresado en litros/min

0,9997 es un factor de multiplicación

Si como recipiente usásemos una botella conteniendo 0,7 litros de carbón activado y quisiéramos tener un tiempo de contacto de al menos 2 minutos (el mínimo recomendado), debiéramos dejar pasar agua a un flujo de:

$$2 = 0,9997 * 0,7 / Q$$

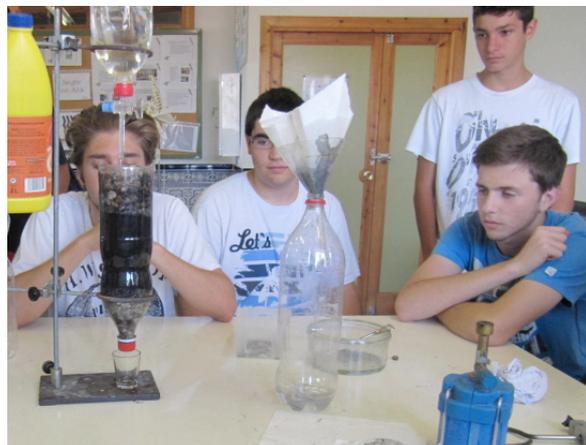
de donde:

$$Q = 2 / (0,9997 * 0,7)$$

o sea:  $Q = 1,3996$

Es decir que debiéramos dejar salir agua de nuestro filtro a un flujo de 1,3996 litros por minuto.

Controlamos el tiempo desde el inicio y vemos que tarda 5 minutos en salir, con lo que el caudal es adecuado:



## Resultados

Los primeros resultados no fueron los esperados, ya que no colocamos suficientes piedras para sujetar el lecho de carbón activo y el agua obtenida estaba negra.

Para solucionar este problema añadimos más piedras y además cambiamos el tapón por otro con un boquete más grande y con papel de filtro en su interior. De esta manera conseguimos nuestro objetivo de obtener agua filtrada y purificada:



Para demostrar que el agua así tratada no tiene olor, ni color, ni sabor... voluntariamente se probó:



Y comprobamos que no tenía sabor.

Hemos aprendido mucho con este trabajo:

El tratamiento de aguas contaminadas ha sido uno de los grandes avances de la Ciencia para evitar grandes epidemias en la humanidad.

El cloro, "el indispensable elemento 17" es una sustancia esencial en este avance, ya que la mayoría del agua tratada para ser potable lo es con cloro.

También hemos aprendido propiedades muy interesantes de otro elemento, el carbono. El carbono activado es carbón poroso, con un grado muy alto de porosidad, es un gran adsorbente, capaz de atrapar ciertas moléculas presentes en el agua, eliminando del agua olores y sabores.

En el proceso de crear nuestro filtro hemos disfrutado mucho y hemos sido rigurosos midiendo masa y volúmenes de los materiales utilizados. Los resultados iniciales nos han sorprendido, pero hemos sido capaces de resolver las dificultades que han surgido planteando posibles soluciones que hemos llevado a la práctica y han funcionado.

Nos sentimos orgullosos del trabajo conseguido:



## Autores

Este trabajo ha sido realizado por los alumnos de 1º Bachillerato tecnológico, del IES Bezmiliana, Rincón de la Victoria, Málaga, durante el curso escolar 2012/2013, para participar en el V Concurso convocado por la UMA, con el lema:

*"La química es salud":*

Enrique De los Reyes Gámez, Massamba Diakhaté, Alonso García Doña, José David Gómez García, Marina Luque Gámez, Cristina Olea Rodríguez, Pelayo Pola Facorro, Antonio Portero Porras, Rafael Romera Amil, Daniel Serrano Serra, Miguel Vega Salado.

Ha sido coordinado por sus profesoras: Ana M<sup>a</sup> Martínez Martín e Inmaculada Durán Torres.

## Referencias

<http://quimicaparaingenieria.blogspot.com.es/2012/12/potabilizacion-del-agua.html>

[http://mimosa.pntic.mec.es/~vgarci14/agua\\_potable.htm#Recursos](http://mimosa.pntic.mec.es/~vgarci14/agua_potable.htm#Recursos)

<http://www.protecciocivil.org/web/wp-content/plugins/downloads-manager/upload/Como%20potabilizar%20el%20agua.pdf>

[http://www.ambientum.com/revista/2003\\_03/CARBON.htm](http://www.ambientum.com/revista/2003_03/CARBON.htm)

<http://www.terra.org/categorias/articulos/los-filtros-domesticos-de-carbon-activo>

[http://www.cerveceroscaseros.com.ar/interior/todoslostitulos.php?aj\\_go=more&id=1182875102&archive&s](http://www.cerveceroscaseros.com.ar/interior/todoslostitulos.php?aj_go=more&id=1182875102&archive&s)