

R - 95181

BU - 1869 (14)

ANÁLISIS HIDROTIMÉTRICO

DE LAS

AGUAS POTABLES DE BURGOS,

Y

GRADOS HIDROTIMÉTRICOS

DE OTRAS DE SU TÉRMINO MUNICIPAL,

POR

D. DOMINGO MARTIN Y PEREZ,

CATEDRÁTICO DE FÍSICA Y QUÍMICA EN EL INSTITUTO PROVINCIAL DE LA MISMA CIUDAD.



**BU
1869
(14)**

BURGOS: 1873.

IMPRESA DE D. TIMOTEO ARNAIZ, plaza de Prim, núm. 17.

I.

Los vapores, desprendidos de los mares que ocupan la mayor parte de la superficie del globo, se elevan en la atmósfera, de donde descienden condensados, constituyendo los diferentes meteoros acuosos. Una parte del agua caída se infiltra en las capas terrestres, mientras el resto corre por la superficie, dando lugar á los arroyos y rios que á su vez devuelven gran porcion del fluido al centro de donde partió, originándose de este modo la circulacion perpétua del agua en la naturaleza.

El agua meteórica no es químicamente pura, sino que contiene en disolucion las sustancias existentes en el aire, como oxígeno, nitrógeno, ácido carbónico y, especialmente la de tempestad, pequeñas cantidades de ácido nítrico y carbonato y nitrato amónico. Las primeras porciones caídas arrastran tambien los cuerpos extraños que hay en suspension en la atmósfera.

Aun menos puras que las anteriores son las aguas de fuentes, arroyos y rios, por haber disuelto, además del aire y ácido carbónico, una cantidad variable de sustancias fijas, en relacion con la naturaleza y solubilidad de los terrenos que atraviesen, y que se obtienen como residuo cuando se evaporan á sequedad.

El conocimiento de la cantidad y composicion de estas materias disueltas es de suma importancia para la higiene, la industria y la agricultura.

:

Se consideran estas aguas divididas en dos grupos, prescindiendo de las minerales ó medicinales. Comprende el primero las aguas potables ó alimenticias, es decir, propias para la bebida y preparacion de los alimentos; correspondiendo al segundo las que sirven para diversos usos industriales, como el lavado de ropas, riegos, máquinas de vapor, &c.

Las del primer grupo son, sin duda alguna, las de mayor importancia para el hombre, y sobre las que debe dirigir preferentemente sus investigaciones, con tanto mayor motivo cuanto que puede decirse que las aguas potables de buena calidad son á propósito para casi todos los usos de la industria, al paso que las propias para algunos de estos pueden ser dañosas para la alimentacion del hombre y de los animales.

Una buena agua potable debe presentar diferentes caractéres que se mencionan en todas las obras de higiene, siendo los principales los siguientes: Ser cristalina, templada en invierno, fresca en verano, inodora, de sabor agradable, debe disolver el jabon sin grumos, cocer bien las legumbres, tener en disolucion una cantidad conveniente de aire, de ácido carbónico y de sustancias minerales; por último, debe estar exenta de sustancias orgánicas.

Veamos de explicar ligeramente lo que cada uno de estos caractéres representa.

Las sustancias extrañas, que las aguas tienen en suspension, son la causa de la falta de diafanidad de estas, les comunican con frecuencia un gusto desagradable, y hasta llegan á hacerlas repugnantes para usadas como bebida. El reposo y la filtracion son los medios que se emplean para obviar este inconveniente. Sin embargo, la transparencia de las aguas no es carácter seguro de su pureza, pudiendo muy bien suceder que contengan en disolucion cantidades excesivas de sustancias fijas, y se presenten perfectamente claras.

Por mas que una agua sea excelente, atendida su composicion química, no convendrá usarla en el caso de que su temperatura no sea apropiada al estado de

la economía. En este concepto el agua de fuente es preferible á la de rio cuya temperatura sufre oscilaciones que corresponden á las del ambiente, mientras que el calor sensible de aquella permanece próximamente constante.

El olor procede de la presencia de sustancias orgánicas en las aguas, si estas no son minerales; y de todos modos se debe prescindir de ellas para el consumo doméstico.

En cuanto al sabor de las aguas no se encuentra definido con exactitud en los autores, limitándose estos generalmente á decir que no debe tener un carácter especial. Pero se observa en algunas aguas un sabor picante bien marcado, debido á exceso de ácido carbónico, que parece no daña á los que las beben habitualmente. Hay que tener en cuenta, en este caso, lo mismo que digimos al hablar de la transparencia de las aguas, que la falta de olor y sabor no es suficiente para juzgar acerca de las buenas cualidades de estas, porque pueden contener sulfato cálcico ó materias orgánicas que no hayan entrado en putrefacción, y no presentar olor ni sabor especial.

Se comprende la condicion relativa á que las aguas de que se trata disuelvan bien el jabon, teniendo presente que cuando abundan en bases térreas, estas, y principalmente la cal, forman con los ácidos grasos del jabon sales insolubles que se precipitan formando grumos.

Las mismas sustancias, antes citadas, son causa de que ciertas aguas no cuezan bien las legumbres, por dar lugar á un leguminato de cal, y en ciertos casos á un oxalato de la misma base, que depositado sobre las legumbres impide el que se reblandezcan por la accion del agua caliente.

Tampoco es propia para la bebida, como pudiera creerse, el agua químicamente pura, por ser pesada para el estómago y de difícil digestion. Es necesario, por tanto, que contenga disueltas ciertas sustancias extrañas á sus elementos componentes. De las que de

ordinario se encuentran en disolucion, en mayor ó menor cantidad, unas son útiles y necesarias, y otras perjudiciales; figurando principalmente entre las primeras el aire, ácido carbónico y carbonato de cal, y entre las segundas las materias orgánicas y el sulfato cálcico.

El aire y ácido carbónico, que aumentan con la presión y por consiguiente disminuyen con la altitud de los diferentes lugares, dan á las aguas la propiedad de ser ligeras, un sabor agradable, y facilitan las funciones digestivas.

El carbonato cálcico es útil, segun Dupasquier, cuando existe en pequeñas cantidades, porque para disolverse toma ácido carbónico y pasa á bicarbonato, obrando entonces como los bicarbonatos de potasa y sosa, es decir, que es descompuesto por el ácido de los fluidos gástricos, satura los ácidos del estómago y estimula su mucosa por el ácido carbónico desprendido.

Boussingault ha probado, por medio de experiencias, que los animales jóvenes, cuando están desarrollándose, toman del agua que beben la mayor parte del carbonato de cal, necesario para la formación de su sistema óseo. Pero algunos no creen indispensable la presencia de la citada sustancia, afirmando que bastan para este objeto las sales calizas que los alimentos contienen.

Debe prescindirse, para el consumo de una población, de las aguas que presentan sustancias orgánicas en cantidad algo notable, porque estas, además de apoderarse del oxígeno del aire disuelto, producen otro efecto mas perjudicial, cual es el de corromper las aguas que las tienen en disolucion. Pero por muy corrompida que esté el agua, se puede purificar hasta el punto de hacerla potable, poniéndola en contacto con cierta cantidad de carbon animal, removiéndola y dejándola reposar por algun tiempo hasta que quede completamente clara. Despues es necesario agitarla antes de hacer uso de ella, para que disuelva el aire que haya sido absorbido por el carbon.

De las sustancias minerales la mas nociva es, sin duda, el sulfato de cal, no solo porque comunica al agua propiedades indigestas, sino tambien porque la hace impropia para la mayor parte de los usos domésticos é industriales.

No está bien determinada la influencia de las sales magnésicas disueltas; pues que considerándolas unos como causa de ciertas enfermedades, niegan otros que tal efecto produzcan.

Respecto al empleo de las aguas en la industria, queda ya indicada la causa de dar grumos con el jabon, ó lo que es lo mismo, el inconveniente que tienen las sales calcáreas y magnésicas para el lavado de ropas.

Tambien debemos hacer mencion de los depósitos ó incrustaciones que en las calderas de las máquinas de vapor se forman, á causa de la precipitacion de las citadas sales, que ocasionan pérdida de combustible por su mala conductibilidad para el calor, deterioro de los aparatos, y han sido algunas veces causa de terribles explosiones. Hoy se evita la produccion de estos depósitos ó se impide el que se endurezcan para que puedan separarse con facilidad, mediante la presencia en el agua de ciertos cuerpos, entre los que pueden citarse el cloruro amónico y el carbonato de sosa.

No puede dudarse tampoco de la importancia de las materias disueltas ó en suspension en el agua para la produccion agrícola, dependiendo el efecto, que causan, de su composicion y de la del terreno regado. Las sustancias orgánicas tan perjudiciales, como hemos dicho, en las aguas destinadas á la bebida, son por lo general muy apreciabiles en las que se emplean para el riego.

II.

Las condiciones expuestas, á que deben satisfacer las aguas para ser potables, son suficientes, y al mismo tiempo fáciles de comprobar; pero no sirven para comparar entre sí dichas aguas ni determinar su valor

real. Por eso cuando se quiera tener un conocimiento exacto de la naturaleza y proporciones de las sustancias disueltas, hay que recurrir al análisis químico. Pero se observa, examinando los resultados obtenidos en gran número de análisis, que las únicas materias minerales fijas que pueden tener marcada influencia sobre las propiedades de los líquidos de que hablamos son, salvo algunos casos, muy raros, las sales de cal y de magnésia.

Con el objeto de determinar las proporciones de estas sustancias, ideó el Doctor Clarke un método volumétrico que después ha sido desarrollado por Boutron y Boudet, hasta el punto de que no se limita á apreciar en conjunto las cantidades de sales cálcicas y magnésicas, sino que constituye un verdadero procedimiento analítico aplicable á todas las aguas dulces.

Este método hidrotimétrico es de un uso general en el extranjero, se ha aplicado también en varias poblaciones importantes de nuestra patria, y de él nos hemos valido para determinar las cualidades de las aguas de esta ciudad.

Fúndase la hidrotimetría en la propiedad, de todos conocida, que tiene el jabón de dar espuma trasparente con el agua pura, y no verificarlo con las que se encuentran cargadas de sales terrosas, hasta que estas son precipitadas por una cantidad equivalente de jabón, quedando un ligero exceso de este en el líquido.

Se emplea el jabón en disolución alcohólica, y para evitar los errores que resultarían de la variable composición de los diferentes jabones, se titula el líquido por medio de una disolución normal de cloruro de calcio puro y fundido, que contiene $\frac{1}{4000}$ de su peso de esta sal ó sea 0,25 por litro. La bureta de que hay que hacer uso está graduada de tal modo que una capacidad de 2,4 centímetros cúbicos se halla dividida en 23 partes iguales, correspondiendo la primera á la cantidad necesaria para producir espuma persistente con 40 centímetros cúbicos de agua destilada, y cada una de las restantes es un grado. De la composición, pues,

que el líquido normal presenta, se deduce que hay un centígramo de cloruro de calcio en 40 centímetros cúbicos; y por tanto que cada grado corresponde á 0,5 0114 de esta sal por litro y á un decígramo de jabon neutralizado por el mismo litro de la disolucion citada. Si en vez del cloruro de calcio hay en el agua otra sal cualquiera cuya base sea capaz de formar un compuesto insoluble con los ácidos del jabon, podrá ser apreciada con igual facilidad; bastando para esto determinar el peso correspondiente á un grado hidrotimétrico para cada litro de disolucion, lo que se consigue en cada caso por medio de una proporcion sencilla cuyos dos primeros términos sean los equivalentes del cloruro de calcio y de la sal en cuestion; el tercero 0,0114, y el cuarto término nos dará la cantidad buscada.

Pero además de las sustancias fijas disueltas en las aguas, se encuentra con mucha frecuencia un cuerpo gaseoso, el ácido carbónico libre, cuya influencia en las propiedades de aquellas es digna de tenerse en cuenta, y que neutraliza tambien una parte del jabon segun se ha probado por experiencias directas.

Cuatro operaciones sucesivas son necesarias para determinar el ácido carbónico y las sales de cal y magnésia.

Primera. Se toma el grado hidrotimétrico del agua en su estado natural.

Segunda. Se añaden á 50 centímetros cúbicos de agua 2 de disolucion de oxalato armónico á $\frac{1}{60}$, se agita bastante, y despues de unos 30 minutos de reposo, se filtra el líquido, se miden 40 centímetros cúbicos y se aprecia el grado.

Tercera. Se hierve, durante 30 minutos, otro volumen de agua para expulsar el ácido carbónico y precipitar el carbonato cálcico, se deja enfriar completamente el líquido, se reemplaza la cantidad que se haya volatilizado con agua destilada, y se determina el grado de 40 centímetros cúbicos despues de filtrar.

Cuarta. Se toman 50 centímetros cúbicos de esta misma agua hervida y filtrada, se le añaden 2 de la

disolucion de oxalato amónico que eliminan la cal no precipitada por la ebullicion al estado de carbonato. Se agita el líquido, se deja reposar y se toma el grado de 40 centímetros cúbicos despues de filtrar.

Comparando los resultados que dá la hidrotimetría con los que se obtienen por los medios analíticos ordinarios, se vé que son bastante exactos al menos cuando el grado del agua no es superior á 30. Pasando de este límite no puede considerarse como nula la accion ejercida sobre la tintura de jabon, por las sales de potasa y sosa que suelen existir en las aguas; y por consiguiente solo deben considerarse entonces como aproximados los datos que este método proporciona.

Con el fin de evitar repeticiones al ocuparnos de cada una de las aguas en particular, fijémonos en una cualquiera de ellas, por ejemplo, la de la fuente de Santa Maria, y veamos cual es el sencillo cálculo que se efectúa para llegar á la determinacion definitiva de las proporciones de las sustancias disueltas. Los resultados de las cuatro operaciones sucesivas son:

- 1.º Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural. 25º
- 2.º Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar. 8º,5
- 3.º Despues de hervida y filtrada. 12º
- 4.º Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar. 7º

Del tercer resultado se restan 3 grados para tener en cuenta la cantidad de carbonato cálcico que no se precipita por la ebullicion. Esta correccion está justificada por la experiencia de los autores de este método, que consistió en ensayar una disolucion de bicarbonato cálcico despues de descompuesta por una larga ebullicion y filtrada, y observaron que marcaba sensiblemente 3 grados.

Hecho esto, veamos lo que significa cada uno de los cuatro diferentes datos.

El primero, 25º, representa la suma de acciones ejercidas sobre el jabon por el ácido carbónico, el

carbonato de cal, otras distintas sales de la misma base y las sales de magnesia.

El segundo, $8^{\circ},5$, manifiesta la accion del ácido carbónico y sales de magnesia que quedan despues de eliminar la cal; por consiguiente, $25^{\circ}-8^{\circ},5=16^{\circ},5$ corresponden á las sales de cal.

El tercero, $12^{\circ}-3^{\circ}=9^{\circ}$, dá á conocer el efecto producido por las sales de magnesia y las sales de cal distintas del carbonato: iuego $25^{\circ}-9^{\circ}=16^{\circ}$ representan el ácido carbónico y el carbonato cálcico.

El cuarto, 7° , corresponde á las sales de magnesia que no han podido ser precipitadas por la ebullicion ni por el oxalato amónico.

De aquí se deduce en resúmen:

Ácido carbónico libre.	$25^{\circ} - 23^{\circ},5 = 1^{\circ},5$
Carbonato cálcico.	$16^{\circ} - 1^{\circ},5 = 14^{\circ},5$
Sulfato y cloruro cálcico.	$15^{\circ},5 - 14^{\circ},5 = 2^{\circ},0$
Sales de magnesia.	$7^{\circ},0$
	<hr/>
	$25^{\circ},0$

Multiplicando ahora cada uno de estos números por el equivalente de un grado hidrotimétrico, que corresponde á cada una de las expresadas sustancias, tendrémós por fin para composicion de un litro de agua:

Ácido carbónico—lit. 0,0075	
	<hr/>
Carbonato cálcico.	0,149
Sulfato y cloruro cálcico.	0,028
Sales de magnesia.	0,087
	<hr/>
	0,264

III.

Como se vé, no se determinan por la hidrotimetría las sustancias orgánicas que tienen una importancia de primer órden en las cualidades de las aguas.

Ya digimos que no basta para probar la pureza de estas, en cuanto á la carencia de las sustancias á que nos referimos, la falta de olor y sabor especial. Para asegurarse de ella, se deja una porcion de liquido du-

:

rante un mes en una vasija, á una temperatura de 20 á 25 grados, se sujeta á una destilacion fraccionada, y se vé si entonces presenta olor y sabor desagradables que se concentrarian en las primeras porciones obtenidas. Tambien puede servir para este objeto el cloruro aúrico. Si añadiendo al agua algunas gotas de reactivo hasta que tome un tinte amarillento, éste no se modifica por la ebullicion, se puede concluir que la proporcion de materias orgánicas no es importante; pero si, por el contrario, el líquido ensayado toma color violeta, esto indica la presencia de un exceso de dichas materias que reducen la sal de oro al estado metálico.

El permanganato potásico, en disolucion, es hoy muy usado para reconocer la presencia de las citadas sustancias orgánicas. Monnier prepara la disolucion con un gramo de la sal cristalizada para litro de agua; y por tanto corresponde un miligramo á cada centímetro cúbico.

La operacion se efectúa vertiendo en un matraz un litro del agua que se quiere ensayar, se eleva su temperatura á 65°, despues de acidulada con 2 centímetros cúbicos de ácido sulfúrico puro, y se vá añadiendo la disolucion hasta que se obtiene un color rosa persistente. El número de centímetros cúbicos empleados dá inmediatamente, en miligramos, el peso del reactivo descompuesto por un litro de agua, que es proporcional á la cantidad de sustancias orgánicas disueltas.

Habiendo hecho uso sucesivamente de estos procedimientos, resulta que el agua del rio Arlanzón es la única de las ensayadas que presenta las materias dichas en proporcion algo alarmante; otras dan indicios de éllas, y en alguna ni aun estos se observan. Queda ya indicado el método de purificacion que pudiera emplearse.

Se nota en la mayor parte de las aguas de Burgos escasa cantidad de gases disueltos, pudiendo remediarse con facilidad este defecto, agitándolas en contacto del aire, para que disuelvan la cantidad de este que les es necesaria para sus buenas cualidades digestivas.

Lo contrario sucede respecto á sustancias minerales fijas que existen en cantidad bastante crecida, como lo prueban diferentes reactivos y el alto grado hidrotimétrico que casi todas ellas marcan. Pero debemos hacer distincion entre las aguas que presentan un exceso de bicarbonato cálcico, y aquellas otras en que á éste acompaña, en proporcion notable, el sulfato de la misma base.

Las primeras, que precipitan bastante por la ebullicion, haciéndolo poco tratadas por el cloruro bárico, son las de las fuentes de Santa Maria, eras de Santa Clara, plaza de Vega y paseo de la Quinta.

Las segundas que, tanto por el cloruro de bario como por la ebullicion, dan precipitado abundante, son las del Vivero y de las fuentes de la Trinidad, San Estéban, San Pedro y paseo de las Pastizas.

El agua del rio Arlanzón es la que contiene menor cantidad de sustancias minerales fijas, variando éstas con las estaciones, segun la mayor ó menor cantidad de agua de lluvia ó nieve que se le agrega. Asi que el grado hidrotimétrico que en el mes de Junio resultó ser $12^{\circ},5$, ha descendido en Diciembre á 8° .

Las aguas, que contienen cantidad excesiva de bicarbonato de cal, pueden purificarse haciéndolas hervir por algunos instantes, para que desprendiéndose el exceso de ácido carbónico, se precipite la mayor parte del carbonato neutro. El mismo resultado se obtiene añadiendo agua de cal hasta que dejen de precipitar con este reactivo.

Respecto á las que abundan en sulfato cálcico, hay que valerse de otro procedimiento que consiste en tratarlas por una pequeña cantidad de carbonato sódico, proporcional á la de sulfato que manifieste la correspondiente análisis. Sucede, en este caso, que se da lugar á carbonato cálcico, insoluble, y sulfato sódico. Se decanta el líquido despues de depositado el primero de estos cuerpos; y el agua así purificada, si no es muy apropósito para bebida por el sulfato sódico disuelto, se puede emplear con ventaja para los demas usos.

IV.

De varias aguas que se encuentran fuera de la poblacion, pero en su término municipal, únicamente se ha determinado el grado hidrotimétrico que sólo dá á conocer, como ya sabemos, la suma de acciones ejercidas sobre la tintura de jabon por el ácido carbónico y las sales de cal y magnesia. Sin embargo pueden deducirse de este conocimiento algunas consecuencias importantes acerca de las propiedades de las aguas y aplicaciones á que puedan prestarse.

Indica, desde luego, el grado hidrotimétrico el número de órden del agua ensayada en una clasificacion metódica que tenga por punto de partida el agua pura representada por 0°.

Fundándose Seeligmann en los resultados de un gran número de investigaciones hidrotimétricas, propone dividir las aguas en las tres clases siguientes:

1.^a Aguas cuyo grado hidrotimétrico no es superior á 30°. Estas aguas son de excelente uso para la bebida y el labado de ropas, cuecen bien las legumbres y son ligeras para el estómago.

2.^a Aguas que marcan de 30° á 60°. Sin ser precisamente insalubres, son menos favorables á la salud, impropias para el labado y muchos usos industriales, y cuecen mal las legumbres.

3.^a Aguas que marcan mas de 60°. Estas son impropias para todos los usos domésticos é industriales. Tambien dá á conocer el grado hidrotimétrico el número de decigramos de jabon que el agua neutraliza por litro, antes de que pueda producir la espuma ó el efecto útil sobre la ropa que se quiera blanquear. Así que suponiendo que cierta agua marque 30 grados, como cada uno de éstos representa un decígramo de jabon destruido, descompondrá en pura pérdida 3 gramos por litro.

Basta una ligera ojeada por la lista que damos al fin, para conocer la diferencia que las diversas aguas que la constituyen, presentan en este concepto. Por

ejemplo, la distinta cantidad de jabon perdido, haciendo uso del agua del rio Pico, que la que resulta de valerse de la del Arlanzón.

Damos aqui por terminado este insignificante trabajo que voluntariamente nos hemos impuesto, y del que quedaríamos suficientemente recompensados si llegara á ser de alguna utilidad para la higiene y la industria de esta poblacion.

Burgos 1.º de Enero de 1873.

*Domingo Martin
y Percy.*

AGUA DE LA FUENTE DE SANTA MARIA.

Despues de depositada por un mes, apenas se percibe en esta agua algo de olor y sabor, recogiendo las primeras porciones de la destilacion fraccionada.

Se enturbia por la ebullicion, desprendiendo antes bastantes burbujas gaseosas.

No altera el cloruro aúrico por la ebullicion.

Tres miligramos de permanganato potásico bastan para dar el tinte rosa persistente á un litro de agua, á 65,° acidulada con 2 centímetros cúbicos de ácido sulfúrico puro.

La tintura de campeche dá un color violaceo muy marcado.

El nitrato argéntico, con unas gotas de ácido nítrico, pone el líquido opalino.

El cloruro bárico enturbia.

El oxalato amónico dá precipitado blanco.

El fosfato sódico amoniacal dá tambien precipitado blanco, despues de separar el anterior.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural.	25°
Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar.	8°,5
Tercera. Despues de hervida y filtrada.	12°
Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar.	7°
De donde se deduce:	
Ácido carbónico.	1°,5
Carbonato cálcico.	14°,5
Sulfato y cloruro cálcico.	2°
Sales de magnésia.	7°
	<hr/>
	25°,0

Composicion de un litro de agua.

Ácido carbónico—lit. 0,0075	
	Gramos.
Carbonato cálcico.	0,149
Sulfato y cloruro cálcico.	0,028
Sales de magnésia.	0,087
	0,264

AGUA DEL DEPÓSITO DE LA QUINTA.

No se nota en esta agua olor ni sabor desagradables despues de depositada por un mes, ni tampoco en las primeras porciones destiladas.

Por la ebullicion se enturbia, desprendiendo antes algunas burbujas gaseosas.

Vertiendo unas gotas de cloruro aúrico sobre este agua, hasta que tome color amarillo, no cambia este por la ebullicion.

Con dos miligramos de permanganato potásico, sobre un litro de agua, se obtiene el tinte rosa persistente.

La tintura de campeche produce color violaceo.

El nitrato argéntico, con unas gotas de ácido nítrico, vuelve el líquido ligeramente opalino.

El cloruro bárico dá precipitado blanco.

El oxalato amónico tambien produce precipitado blanco.

Despues de separar éste se obtiene nuevo precipitado blanco con el fosfato sódico amoniacal.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural. 33°

Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar. 41°

Tercera. Despues de hervida y filtrada. 21°

Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar. 10°

De donde se deduce:

Ácido carbónico.	1°
Carbonato cálcico.	14°
Sulfato y cloruro cálcico.	8°
Sales de magnésia.	10°
	—————
	33°

Composicion de un litro de agua.

Ácido carbónico—lit. 0,005

	Gramos.
Carbonato cálcico.	0,144
Sulfato y cloruro cálcico.	0,112
Sales de magnésia.	0,125
	—————
	0,381

FUENTE DE LA PLAZA DE VEGA. ⁽¹⁾

En las primeras porciones de la destilacion, despues de depositada por un mes, apenas se nota algo de olor y sabor. Al calentar esta agua desprende bastantes burbujas, y despues al hervir se enturbia.

Hervida con unas gotas de cloruro aúrico no le reduce.

Un litro de agua solo necesita dos miligramos de permanganato potásico para producir el tinte rosa persistente.

La tintura de campeche dá color violaceo.

El nitrato argéntico, con unas gotas de ácido nítrico, pone el liquido bastante opalino.

Con el cloruro bárico se enturbia bastante.

Con el oxalato amónico se obtiene precipitado blanco.

El fosfato sódico amoniacal, despues de separar por filtracion el anterior precipitado, dá otro poco abundante.

(1) El agua de esta fuente es la misma que la de la Plaza de Prim, Flora, Santa Clara y las Casillas.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural.	18°5
Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar.	6°5
Tercera. Despues de hervida y filtrada.	41°
Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar.	5°
De donde se deduce:	
Ácido carbónico.	4°5
Carbonato cálcico.	9°
Sulfato y cloruro cálcico.	3°
Sales de magnésia.	5°
	<hr/>
	18°5

Composicion de un litro de agua.

Ácido carbónico—lit. 0,0075

	Gramos.
Carbonato cálcico.	0,093
Sulfato y cloruro cálcico.	0,042
Sales de magnésia.	0,062
	<hr/>
	0,197

FUENTE DE LAS ERAS DE SANTA CLARA.

Despues de un mes de depósito se nota en esta agua algo de olor y sabor desagradables que aumentan en las primeras porciones de la destilacion.

Se enturbia mucho por la ebullicion, desprendiendo antes muy pocas burbujas gaseosas.

Altera muy poco el cloruro aúrico por la ebullicion.

Necesita cuatro miligramos de permanganato potásico para producir en un litro el tinte rosa persistente.

La tintura de campeche dá color violaceo intenso.

El nitrato argéntico, con unas gotas de ácido nítrico, pone el líquido bastante opalino.

El cloruro bárico la enturbia.

Precipita bastante con el oxalato amónico.

El líquido que resulta de separar por filtración el anterior precipitado, vuelve á precipitar con el fosfato sódico amoniacal.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural. 34°

Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar. 10°

Tercera. Despues de hervida y filtrada. . . . 14°

Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar. 10°

De donde se deduce:

Ácido carbónico. 0°

Carbonato cálcico. 23°

Sulfato y cloruro cálcico. 1°

Sales de magnésia. 10°

34°

Composicion de un litro de agua.

Gramos.
Carbonato cálcico. 0,237

Sulfato y cloruro cálcico. . . . 0,014

Sales de magnésia. 0,125

0,376

FUENTE DEL PASEO DE LA QUINTA.

Las primeras porciones de la destilación, despues del correspondiente depósito, apenas dejan percibir algo de olor y sabor desagradables.

Desprende esta agua algunas burbujas gaseosas

cuando se la calienta y se enturbia bastante al hervir.

No altera el cloruro aúrico por la ebullicion.

Tres miligramos de permanganato potásico son suficientes para dar lugar al tinte rosa persistente en un litro de agua.

Con la tintura de campeche se obtiene un color violaceo bien marcado.

Con el nitrato argéntico, con algo de ácido nítrico, se pone el liquido opalino.

El cloruro bárico enturbia.

Con el oxalato amónico precipita en blanco.

El fosfato sódico amoniacal, despues de filtrado el liquido que se trató por el oxalato, tambien produce precipitado blanco.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural. 23°

Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar. 8°,5

Tercera. Despues de hervida y filtrada. 12°

Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar. 7°,5

De donde se deduce:

Ácido carbónico. 1°

Carbonato cálcico. 13°

Sulfato y cloruro cálcico. 1°,5

Sales de magnésia. 7°,5

23°,0

Composicion de un litro de agua.

Ácido carbónico—lit. 0,005

	<u>Gramos.</u>
Carbonato cálcico.	0,134
Sulfato y cloruro cálcico.	0,021
Sales de magnésia.	0,094
	<hr/> 0,249

AGUA DEL RIO ARLANZON. ⁽¹⁾

Se nota en ella olor y sabor desagradables, despues de un mes de depósito, que aumentan en las primeras porciones destiladas.

Desprende algunas burbujas gaseosas por la elevacion de temperatura, enturbiándose algo al hervir.

Reduce, aunque poco, el cloruro aúrico por la ebullicion.

Son necesarios ocho miligramos de permanganato potásico para dar á un litro de agua el tinte rosa persistente.

Con la tintura de campeche toma color violaceo bastante marcado.

El nitrato argéntico, con algo de ácido nítrico, pone el líquido bastante opalino.

El cloruro bórico la enturbia.

El oxalato amónico enturbia bastante.

Despues de filtrar el líquido anterior, produce sobre él precipitado poco abundante el fosfato sódico amoniacal.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural.	12°,5
Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar.	4°
Tercera. Despues de hervida y filtrada.	8°
Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar.	3°
De donde se deduce:	
Ácido carbónico.	1°
Carbonato cálcico.	6°,5
Sulfato y cloruro cálcico.	2°
Sales de magnésia.	3°
	<hr/>
	12°,5

(1) Tomada de un poco mas arriba del puente de la via férrea.

Composicion de un litro de agua.

Ácido carbónico -lit. 0,005	
	Gramos.
Carbonato cálcico.	0,067
Sulfato y cloruro cálcico.	0,028
Sales de magnésia.	0,037
	<hr/> 0,132

FUENTE DE LA TRINIDAD.

Al mes de tenerla depositada se percibe muy poco olor y sabor en las primeras porciones de la destilacion.

Se enturbia bastante por la ebullicion, dando antes algunas burbujas gaseosas.

No altera el cloruro aúrico por la ebullicion.

Dos miligramos de permanganato potásico bastan para comunicar el tinte rosa persistente á un litro de esta agua.

La tintura de campeche produce color violaceo.

Con el nitrato argéntico, añadiéndole algo de ácido nítrico, se pone el líquido opalino.

El cloruro bárico dá abundante precipitado blanco.

Con el oxalato amónico se obtiene tambien precipitado abundante.

El fosfato sódico amoniacal, despues de separar el anterior precipitado, produce otro precipitado blanco.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural. 34°

Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar. 41°5

Tercera. Despues de hervida y filtrada. 23°

Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar. 40°5

De donde se deduce:

Ácido carbónico.	1°
Carbonato cálcico.	13°
Sulfato y cloruro cálcico.	9°,5
Sales de magnésia.	10°,5
	<hr/>
	34°,0

Composicion de un litro de agua.

Ácido carbónico—lit. 0,005

	Gramos.
Carbonato cálcico.	0,134
Sulfato y cloruro cálcico.	0,133
Sales de magnésia.	0,131
	<hr/>
	0,398

FUENTE DE SAN ESTÉBAN.

Esta agua presenta muy poco olor y sabor desagradables en las primeras porciones destiladas despues de un depósito de un mes.

La ebullicion la enturbia bastante, dando antes pocas burbujas gaseosas.

No se nota alteracion en el cloruro aúrico despues de hervida el agua con este reactivo.

Tres miligramos de permanganato potásico son suficientes para que un litro de esta agua adquiera el tinte rosa persistente.

Con la tintura de campeche toma color violaceo.

El nitrato argéntico, con unas gotas de ácido nítrico, la enturbia.

Con el cloruro bárico se obtiene un precipitado blanco abundante.

El oxalato amónico produce tambien bastante precipitado.

Separado éste, se dá lugar á otro bastante marcado por el fosfato sódico amoniacal.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural.	37°
Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar.	15°
Tercera. Despues de hervida y filtrada.	26°,5
Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar.	14°,5
De donde se deduce:	
Ácido carbónico.	0°,5
Carbonato cálcico.	13°
Sulfato y cloruro cálcico.	9°
Sales de magnésia.	14°,5
	<hr/>
	37°,0

Composicion de un litro de agua.

Ácido carbónico—lit. 0,0025	
	<u>Gramos.</u>
Carbonato cálcico.	0,134
Sulfato y cloruro cálcico.	0,126
Sales de magnésia.	0,181
	<hr/>
	0,441

FUENTE DE LAS PASTIZAS.

Las primeras porciones destiladas, despues de un mes de depósito, presentan algo de olor y sabor desagradables.

Dá pocas burbujas gaseosas cuando se calienta, y se enturbia bastante por la ebullicion.

Hervida esta agua con unas gotas de cloruro aúrico, no se nota reduccion de este.

Con tres miligramos de permanganato potásico se comunica á un litro de agua el tinte rosa persistente.

La tintura de campeche produce color violaceo.

El nitrato argéntico, con algo de ácido nítrico, pone el líquido bastante opalino.

El cloruro bórico dá lugar á un abundante precipitado blanco.

Lo mismo sucede con el oxalato amónico.

El fosfato sódico amoniacal, despues de separar el anterior precipitado, produce otro bastante abundante.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural. 48°

Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar. 20°

Tercera. Despues de hervida y filtrada. 33°

Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar. 49°,5

De donde se deduce:

Ácido carbónico. 0°,5

Carbonato cálcico. 47°,5

Sulfato y cloruro cálcico. 10°,5

Sales de magnésia. 49°,5

48°,0

Composicion de un litro de agua.

Ácido carbónico—lit. 0,0025

Gramos.

Carbonato cálcico. 0,180

Sulfato y cloruro cálcico. 0,147

Sales de magnésia. 0,244

0,571

FUENTE DE SAN PEDRO.

Apenas se nota en esta agua algo de olor y sabor desagradables, despues del correspondiente depósito

por un mes, recogiendo las primeras porciones destiladas.

Muy pocas burbujas gaseosas se desprenden al calentarla, y por la ebullicion se enturbia bastante.

No se nota que altere el color del cloruro aúrico, hervida con este reactivo.

Dos miligramos de permanganato potásico bastan para dar el tinte rosa persistente á un litro de esta agua.

El nitrato argéntico, con unas gotas de ácido nítrico, enturbia bastante.

Con el cloruro bárico se obtiene precipitado abundante.

Por el oxalato amónico tambien precipita mucho.

Filtrado el liquido, para separar el precipitado anterior, produce otro con el fosfato sódico amoniacal.

HIDROTIMETRÍA.

Primera operacion. Grado hidrotimétrico del agua en su estado natural. 50°

Segunda. Despues de precipitar por el oxalato amónico y filtrar. 48°

Tercera. Despues de hervida y filtrada. 35°,5

Cuarta. Despues de tratar la anterior por el oxalato amónico y filtrar. 48°

De donde se deduce:

Ácido carbónico.	0°
Carbonato cálcico.	17°,5
Sulfato y cloruro cálcico.	14°,5
Sales de magnésia.	18°
	<hr/>
	50°,0

Composicion de un litro de agua.

	<u>Gramos.</u>
Carbonato cálcico.	0,180
Sulfato y cloruro cálcico.	0,203
Sales de magnésia.	0,225
	<hr/>
	0,608

por un mes, recogiendo las primeras porciones deshidratadas. Muy pocas porciones pasaron se despiden al calentarse, y por la ebullición se enturbia bastante. No se nota que altere el color del cloruro sódico, hervido con este reactivo.

Dos miligramos de peróxido de potasio bastan para dar el líquido persistente a un litro de esta agua. El último argentino, con unas gotas de ácido nítrico, enturbia bastante.

Con el cloruro bario se obtiene precipitado abundante.

Por el oxalato amónico también precipita abundante.

Tratado al hidrógeno, para separar el precipitado amoniacal, produce el oxalato sódico amoniacal.

HIDROTIMETRIA

Robinson operador. Cierta hidrotimetría del agua en su estado natural.

Principales resultados de las pruebas por el oxalato amónico y litina de (Robinson).

Conferencia. Después de hervida y filtrada.

Después de tratar la anterior por el oxalato amónico y litina.

Después de tratar.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

Acido carbónico.

GRADOS HIDROTIMÉTRICOS

DE LAS

AGUAS DEL TÉRMINO MUNICIPAL DE BURGOS.

Fuentes situadas en los términos de la Cartuja de Miraflores y Barrio de Cortes.

	Grados.
Prior.	39
La Teja.	35
Valdrevilla.	37
Fuendorada.	22
Linarejos.	23
Celemín.	21,5
Hincha Orzas.	21
Roda Pozos.	30
Los Perros.	18
Peña el Gallo.	27
Canaleja (camino de Cardeñadijo).	24
Cortes.	18
Pesquera.	21
Nava.	23
Valde la Casa.	23

Fuentes situadas en los términos de los Pisones y Escobilla.

Del Cardenal.	26
Del Barreñon.	26
Pinto.	22
De la Granja de Escobilla.	31
Helada.	29
Fuentes Blancas.	26
Valdeparaiso.	30
Malrostro.	43,5
La Piedra.	31
Grande.	27

Fuentes situadas en el término de San Zoles.

	Grados.
De la Madre Juana.	30
San Zoles.	36
Valdechoque.	32
Media luna.	39
Caño de Arcos.	59
Los Mansos.	28
Hajjosa.	40

**Fuentes situadas en los términos de Villargamar
y Hospital del Rey.**

De Villargamar.	24
Del Pollo.	29
Novaleja	40,5
Chopos de Tudanca.	26
Comendadores.	22,5
Molino de los Guindales.	33
Del Piojo.	36
Arroyuelos.	27,5
Ahogados.	27,5
Vuelta de los coches.	24,5

**Fuentes situadas en el valle entre Villargamar
y Villagonzalo Pedernales.**

Los Gallegos.	35
Redondilla.	39
La Maestra.	19,5
Mala.	27
De la Gigantilla.	45

Fuentes situadas á la derecha del camino de Villalonguejar.

Bermeja.	33
Fuente el Rey.	29
Val de San Martín ó el Arco.	41

FUENTES.	Grados.
Cebadera.	25
Valdeterradillos.	36
Valdemoro.	44
Tejera.	47
Mojahaba.	45
Prado de San Miguel.	22

**Fuentes situadas en los términos del Vadillo, Buenavista
y Barrio de Villatoro.**

Vadillos.	51
Buenavista.	55
Fuente el Cura.	43
Nevera.	51
La Plata.	41
Peñuela.	38
Blanca.	36
Villatoro.	38
Fres del Val.	36
Duardo.	33
Barranquillo.	47
Arenillas.	51
El Pardillo.	32
Arco de San Juan.	25
Las Coplas.	25, 5
Canaleja.	32
Del Piojo y huerta fuera.	86
Descalzos.	48

RIOS.

De Cardeña (tomada en el pison 2.º).	25, 5
Pico (tomada junto al puente muderillo).	82

Distrito	Vecinos
27	Cebadas
30	Valdetarradillos
44	Valdemoro
47	Tegua
45	Mojanada
32	Piñedo de San Miguel

Vecinos situados en las tercias del 2.º distrito. Burestán y Heredo de Villatoro.

51	Vadillos
55	Buenavista
43	Fuente el Cura
51	Nevera
41	La Plata
38	Pañeira
30	Blanca
38	Villatoro
30	Tres del Val
33	Dardo
47	Erasquinillo
54	Arenillas
32	El Partillo
25	Aro de S.
25	Las Gopas
32	Canales
30	Del Pico
48	Descalzos



De Cadenas (tomada en el picon 2.º) 25 5
 Pico (tomada junto al puente maderillo) 32