

## NOTAS CRÍTICAS

### SOBRE LA TEORÍA SUSTENTADA POR EL INJENIERO

DON JORJE CALVO MACKENNA

EN SUS CONFERENCIAS AL «INSTITUTO DE INJENIEROS» DE QUE «EL AGUA DE VITACURA ES INAPROPIADA PARA LA BEBIDA.»

---

Habiendo visto publicada en los diarios de esta ciudad la teoría enunciada mas arriba i como tambien se publicará en los ANALES, DEL INSTITUTO DE INJENIEROS i será leído en el extranjero, creo de mi deber discutirla i probar su exajeracion a fin de evitar la alarma en el público consumidor i de salvar la Administracion de esta ciudad de un grave cargo, pues por él se podria deducir que descuida la mas grave de sus obligaciones, o sea el saneamiento de la ciudad i gasta sus caudales en dotarla de un agua potable *inapropiada para la bebida*.

Desde luego, deseo dejar constancia que no es mi ánimo sostener ninguna opinion exajerada, digo sí que el agua de Vitacura es perfectamente potable, lo que no impide que en los alrededores de Santiago existan aguadas cuyas vertientes tienen factores que concuerdan a un abastecimiento de agua mas perfecto.

Lo mismo que el padre de familia, miéntras sus recursos, sus necesidades no le permiten ni le obligan a albergarse en un palacio grande i confortable, debe contentarse con una casa mas modesta, así, Santiago, miéntras su desarrollo, sus exigencias, su progreso no le inciten a aumentar i mejorar su servicio de agua potable debe señalados servicios al agua de Vitacura, cuya captacion es oríjen de muchos perfeccionamientos en este ramo.

Paso a refutar uno por uno los capítulos que forman la base de la afirmacion del señor Calvo.

«1.º Por su oríjen, agua proveniente de una napa subterránea poco profunda producida por infiltraciones de aguas superficiales mas o ménos próximas al lugar donde aparecen las llamadas vertientes de Vitacura.»

Por estas palabras se deduce que para el señor Calvo el agua de Vitacura no proviene de vertientes, i que son frutos de una napa superficial formada cerca del punto de Vitacura.

Sin embargo, entiendo que vertiente es un agua que, sin causa aparente e inmedia-

ta brota del suelo, i creo que una vertiente no puede provenir sino de aguas superficiales infiltradas en puntos mas o ménos cercanos al lugar donde aparece; por consiguiente, si las aguas de Vitacura provienen de una napa subterránea i aparecen en Vitacura producidas por filtraciones superficiales mas o ménos próximas son vertientes.

Que la napa subterránea sea de poca profundidad, reconozco que esto suceda en Vitacura i sea precisamente esta poca profundidad la causa de la formacion de las vertientes que se conocian ántes de la captacion, pero esta napa ántes de aparecer en Vitacura ha recorrido un largo camino subterráneo i a distintas honduras.

Efectivamente, el conocimiento que tengo de esos lugares me ha convencido de la justicia con que el señor ingeniero don Víctor Klein trata de la causa por la cual el agua de Vitacura aparece superficial, en la página 18 de su opúsculo: «El agua potable en las ciudades de Chile principalmente en Santiago.»

Dice el señor Klein lo siguiente:

«Las vertientes de Vitacura provienen de las filtraciones del rio Mapocho en el valle que se estiende desde esta parte hácia el oriente, filtraciones que forman un rio subterráneo en la capa permeable i que, llegando a una parte en que esta es estrechada en su ancho como en su profundidad por terrenos impermeables (lo que sucede en este caso), las aguas subterráneas son obligadas a salir a la luz del sol, o, como se dice, a brotar a la superficie. Se nota en esta parte que el rio se encajona entre los cerros que existen en ese lugar, disminuyendo el lecho del rio subterráneo que obliga a estas aguas a salir a la superficie del suelo i formar así las *vertientes de Vitacura*. Estas aguas son, en consecuencia, aguas filtradas por filtracion natural del rio Mapocho, que es formado por aguas de este mismo rio proveniente del cajon de Las Condes en que existen muchas minas i establecimientos, i del estero del Arrayan.»

Por estas líneas ya puede deducirse que no es tan cercano el orjjen del agua de Vitacura.

Ademas, para afirmar que son infiltraciones de aguas superficiales mas o ménos próximas, habria que comprobar la existencia de estas aguas próximas, su calidad, su cantidad, la parte de ella que se infiltra en el suelo comparada con el caudal de produccion de Vitacura.

Afuera de las aguas de lluvia en invierno i de las de regadío en verano, ámbas de mui poca importancia como cantidad infiltrada en las cercanias de Vitacura, no conozco ninguna otra agua superficial en esa vecindad.

Otra prueba de la larga filtracion que han sufrido estas aguas, es el hecho perfecto i diariamente comprobado (contrariamente a lo que afirma el señor Calvo) que desde 6 años que se captan las aguas de Vitacura en cajita cerrada, nunca el agua ha variado de una temperatura de 15 a 16°, cualquiera que sea la estacion.

Con esto se comprueba que la infiltracion no es mui próxima i no provienen las vertientes de una corriente superficial.

Las pocas observaciones que he podido hacer a este respecto me hacen creer que esta hondura varia de 12 a 15 metros.

De todo esto se deduce que si las circunstancias anotadas por el distinguido colega, (corriente superficial, infiltraciones próximas) fueran causas suficientes para considerar un agua inapropiada para la bebida, no habria de temerlas en el agua de Vitacura.

El segundo capítulo en que se basa esta grave afirmacion es el siguiente:

2.º Por su composicion química:

Exceso de sulfato de cal i magnesia;

Exceso de sílice;

Poco carbonato de cal;

Escasez de oxígeno;

Presencia de cloro;

Presencia de ácido nítrico;

Presencia de hidrógeno proto-carbonado.

Consideremos estos caracteres uno por uno:

*Exceso de sulfato de cal i de magnesia.* —Sabemos que la *dureza total* de las aguas es el conjunto de sales de calcio i magnesio, sean *carbonatos* o *sulfatos*.

La *dureza permanente* despues de ebullicion se debe solo a los *sulfatos de calcio i magnesia* que no se precipitan por esta ebullicion.

Con estos antecedentes científicos, podemos estudiar los resultados de los análisis practicados en los años 1898 i 1899 por el Instituto de Higiene. (Véase núms. Enero 1899 i Enero 1900 del *Boletín de Higiene i Demografía*.)

*Dureza total.*—En 1898 media 12.44 { máximum 13.25 (en Febrero)  
mínimum 11.50 (en Julio)

En 1899 media 11.83. { máx. 12.83 (Febrero).  
mín. 10.70 (Abril).

*Pureza permanente en 1898* media 5.º, 8.º. { máx. 6.º,66 en Enero.  
mín. 5.º,06 en Noviembre.

En 1899 media 5.º,60. . { máx. 6.º,38 en Enero.  
mín. 5.º,00 en Diciembre.

Comparemos estas cifras con los resultados admitidos por el «Comité Consultatif de Hygiene de Francia.»

Esta oficina afirma que las aguas puras tienen como dureza total de.....	0º a 15º
» » dureza permanente de..	2º a 5º
Que las aguas potables tienen como dureza total de.....	15º a 30º
» » » permanente de.....	5º a 12º

Comparando estos límites con los resultados de dos años de observaciones, se deduce que ninguna exajeracion se hace colocando bajo este punto de vista el agua de Vitacura entre la poblacion.

*Exceso de sílice.*—En la série de análisis hechos por el Instituto no veo mencionar la sílice; es de creer que si no la dosifica, será porque la presoncia de este cuerpo no ofrece peligro en la forma que existe en el agua de Vitacura.

*Poco carbonato de cal.*—Aquí cabe establecer un carácter jeneral de todas las aguas de los valles que rodean a Santiago, es que si se exige cierta cantidad forzosa de carbona-

to de cal en una agua potable, cosa por lo demas que no he visto sostener por ningun autor clásico, todas las aguas de estos valles pecan por el mismo defecto, aunque sean de oríjen andino.

Los carbonatos de cal i magnesia se deducen de la diferencia entre la dureza total i la dureza permanente: comparemos los siguientes resultados:

Agua de Vitacura.....	de 12° total a	6° permanente,	diferencia	6°
» » Ramon.....	» 5° » »	3° » »	» »	2°
Aguas del Mapocho.....	» 4° » »	3° » »	» »	1°
» del Arrayan.....	» 5° » »	2° » »	» »	3°
» del Manzanito (estero andino del Maipo).....	» 6° » »	4° » »	» »	2°

Por esta enumeracion se conoce que es el agua de Vitacura la que relativamente contiene mayor cantidad de carbonatos.

Así que por muchas que sean las exigencias de la presencia del carbonato de cal en el agua potable, dificulto que para Santiago se encuentre una agua a propósito.

Pero, a mi juicio, poca es la importancia de la presencia de mas o ménos carbonato de cal en el agua, pues lo que puede contener el agua es una cantidad mui ínfima en comparacion de la dosis de carbonato que nos suministran los demas alimentos.

De todos modos, volviendo al cargo hecho al agua de Vitacura, se ve que proporcionalmente es el agua que contiene mas carbonatos en estos alrededores.

*Escasez de oxígeno.*—Es sabido que existen poquísimas vertientes cuyas aguas brotan conteniendo oxígeno; es menester para esto prever en las obras de captacion i de conduccion de las aguas, medios de fácil aplicacion para saturarlas del oxígeno del aire; las únicas aguas que contengan bastante oxígeno son las de lluvias o de un estero torrentoso despues de cierto trayecto.

Quizas la captacion de las vertientes de Vitacura podria perfeccionar sus instalaciones para absorber mas oxígeno, pero la velocidad con que estas aguas recorren mas de 4 km. de cañerías cuya ventilacion está asegurada, permite la absorcion de una buena parte de oxígeno suficiente para que el agua de Vitacura no sea inapropiada para la bebida; de todos modos, un desperfecto de esta naturaleza afectaria las obras de captacion pero nó la calidad del agua de las vertientes.

En cuanto a cifras, los análisis del Instituto de Higiene no toman en consideracion la presencia o falta de oxígeno.

*Presencia de cloro.*—Vuelvo a observar los resultados de los análisis de los dos años anteriormente citados:

1898 media 0,0157.. { máx. 0,0231.  
                                  { mín. 0,0113.

1899 media 0,0152.. { máx. 0,0180.  
                                  { mín. 0,0104.

El ya citado «Comité Consultatif de Hygiene de Francia» dice:

Que las aguas puras deben tener ménos de..... 0,015 de cloro  
» » » potables tendrán de 0,015 a..... 0,040 » »

Se nota, pues, que el agua de Vitacura se acerca mas al agua pura que el límite en el cual ésta es de dudosa potabilidad.

Con esto queda comprobado que bajo este punto de vista el agua de Vitacura es apropiada a la bebida.

*Presencia del ácido nítrico.*—Los resultados de los análisis dicen:

1898 media 0.0031 . . { máx. 0.0045.  
  { mín. 0.0019.

1899 media 0.0027 . . { máx. 0.0038.  
  { mín. 0.0019.

I la Comisión de aguas de Viena, mui estricta, estima como cantidad aceptable para agua potable hasta la cantidad de 4 miligramos por litro; se nota que solo en un máximo sobrepasa de  $\frac{1}{2}$  milígramo la cantidad fijada. ¿Seria esto causa suficiente para declarar inapropiada para la bebida un agua? Creo que no.

*Presencia de hidrógeno protocarbonado o gas de pantano.*—No he sabido que desde que se han hecho las captaciones se haya encontrado el hidrógeno protocarbonado en el agua de Vitacura; ademas dificulto que en una agua corriente pueda quedar en disolución este gas.

Quizas al afirmar esto, el señor Calvo recordaria haber visto, ántes de hacer las captaciones, que algunas vertientes brotaban en el fondo de un pliegue cerrado del terreno en el cual formaba poza de agua hasta llegar a verterse. En esta poza durante años i siglos se han acumulado detritus vejetales que bajo la accion de los ajentes atmosféricos i por el trajin de animales se han descompuesto formando vega o pantano. Pero esto es un carácter accidental del agua; el agua mas pura puede en circunstancias parecidas dar lugar a gases de pantano; muchos esteros de agua clara i buena pasan en varios puntos de su trayecto sobre pantanos que contienen este mismo gas i sin ir mas léjos puedo llevar al señor Calvo en la Quebrada de Ramon a una vega que existe en la quebradita de los Maitenes i encontrará ahí gas de pantano; sin embargo, no creo que sostenga álguien que el agua de Ramon contenga hidrógeno protocarbonado.

Vamos al 3.<sup>er</sup> cargo.

«3.<sup>o</sup> Por la naturaleza del terreno en que se han construido las obras de captacion, antiguo lecho de rio».

Supongo que esto querrá significar que por ser antiguo lecho de rio o terreno de transporte, ese terreno es impropio para la filtracion; yo creeria mas bien que debe ser de mejor clase que cualquier otro por componerse de materiales lavados depositados por la accion de la gravedad i, por consiguiente, mas análogos a la disposicion de los filtros artificiales.

Dice Debaue en su obra «Distributions d'Eau», pág. 280, hablando de las vertientes:

«Las mejores vertientes son las que no han recorrido un mui largo trayecto en el suelo i han atravesado capas sedimentarias arenosas o calcáreas».

En este caso el terreno ripioso entra perfectamente en la clase de capa sedimentaria arenosa.

Así que no distingo el por qué esta circunstancia pueda ser causa que el agua de Vitacura sea inapropiada para la bebida.

«4.º Por las obras de captacion mismas, los higienistas consideran como sospechosas las aguas de drenaje».

Esta puede observarse junto con el 6.º que dice:

«6.º Porque la filtracion natural está hoy universalmente condenada por los higienistas, la filtracion natural clarifica pero no purifica el agua».

Si el señor Calvo quiere decir que las obras de captacion puedan ser hechas de un modo mas perfecto, estoy de acuerdo con él, pero afirmar que científicamente i prácticamente los higienistas condenan las aguas de drenaje i de filtracion natural, creo que es algo exajerado.

En Mayo de 1899, la segunda ciudad de Francia, Lyon, inauguró la conclusion de la construccion de 38 pozos de captacion de 11 m. de hondura que toman en la orilla del Ródano el producto de la filtracion natural para aumentar en 50,000 m<sup>3</sup> diarios, la cantidad de 75,000 m<sup>3</sup> diarios de que disponia la ciudad por obras de drenaje i pozos filtrantes hechos en 1858 i aumentados en 1883 en la otra orilla del mismo rio.

Estos trabajos se ejecutaron previo numerosos i dificultosos trámites administrativos e hijiénicos a los cuales se somete hoy dia en Francia todo proyecto de distribucion de agua potable.

En la misma Francia podria sobre 240 captaciones de agua citar 70 de ellas que toman agua por drenajes, pozos o galerías filtrantes.

*En Alemania:*

Franckfort, modelo de instalaciones sanitarias, toma una parte de su alimentacion en agua potable de una napa subterránea, cuya corriente va del Mein al Rhin.

Colmar, no lejos de Franckfort, toma tambien sus aguas por pozos de 10 m. de hondura.

Ademas, pueden citarse:

Leipzig, Nuremberg, Wiesbaden, Strasbourg, Aix-la-Chapelle, Mielhouse i varias otras ciudades que captan sus aguas en napas de filtracion natural.

*En Inglaterra,* podemos citar:

Tarnham, Rugby, Landgote, Paisley, Ayr, Kilmownock i otras que usan el drenaje.

*En Bélgica,* ademas de otras aglomeraciones, las dos mas importantes, Bruselas i Lieja, usan tambien los productos de la filtracion natural.

Por esto se ve que ni las galerías i pozos filtrantes, ni la captacion de aguas por filtracion natural son universalmente condenados.

Vuelvo a repetirle, no sostengo que las obras de captacion de Vitacura sean de las mejores, i creo que se podria, ejecutándolas de un modo mas conforme a los progresos modernos, conseguir agua de mejor calidad i en mayor cantidad, pero por eso declarar que las obras de drenaje son sospechosas i que la filtracion natural está hoy universalmente condenada, es sostener una teoria desmentida por la práctica.

«5.º Por la falta de proteccion de los drenes contra las aguas de regadío».

Este cargo ya no puede probar que el agua de Vitacura es inapropiada para la bebida, pues si este defecto existiese, seria de fácil remedio.

En Vitacura los drenajes pueden recibir el agua de regadío solo por el lado oriente

i por ese deslinde, la propiedad de la Empresa de Agua Potable está separada de la vecina por una zanja que, gracias a un buen declive i a los cuidados de la Empresa, recibe los derrames de regadío i los lleva inmediatamente aguas abajo de toda captacion.

En cuanto a la cantidad insignificante de agua que del riego penetra en el suelo i llegue a los drenes, esta debe recorrer un trayecto a lo ménos de 30 m. horizontales i 8 a 10 verticales si no aparece en la barranca i es recojida por una segunda acequia de proteccion que lleva estas agnas de vertientes superficiales, aguas abajo de la captacion.

Si estas precauciones no parecen suficientes, hai camino para aumentarlas.

«7.º Por la desidia o ignorancia de los encargados de cuidar el agua recojida por los drenes».

A fuer de pecar por presuntuoso, creo interpretar estos cargos algo graves i personales como dirigidos a los subalternos que directamente atienden el agua viviendo en Vitacura.

Sin embargo, el único cuidado que exige directamente el agua es de tener aseada la cajita de captacion con sus compuertas i coladera; los demas cuidados son el aseo jeneral del terreno i una atencion constante que toda corriente superficial esté perfectamente espedita impidiendo en lo posible toda infiltracion en el terreno; hasta hoi entiendo que es la primera vez que se formulan cargos contra el modo de vijilar los drenes.

Creo que en la Empresa de Agua Potable atenderá todos los cargos comprobados i que se separarán inmediatamente los empleados ignorantes o descuidados.

JORJE NEUT,  
Ingeniero Jefe de la Seccion Técnica.

