

EL AGUA DE VITACURA

De las diversas opiniones manifestadas en el interesante debate, orijinado por la esposicion del señor Jorje Calvo M. sobre el abastecimiento de Santiago, puedo deducir que no hai acuerdo acerca del oríjen de las aguas de Vitacura.

El primer conferencista las clasifica como aguas «de una napa poco profunda»; el señor Neut las distingue como aguas de «vertientes» o cita en su abono la opinion que el señor Víctor Klein sustenta en su folleto: «El agua potable en las ciudades de Chile, especialmente en Santiago». En la disertacion que acabamos de escuchar, el señor Casanova define la denominacion de «Vertientes de Vitacura» espresando que el señor Klein clasifica las aguas allí captadas entre las de «vertientes del Valle».

Parece no tener importancia averiguar el oríjen de ciertas aguas cuando su clasificacion en cuanto a calidad,—bajo el punto de vista de su composicion química i de su riqueza en bacterios,—está ya definida. Sin embargo, tratándose de Vitacura, única fuente del abastecimiento actual de Santiago, aquel estudio no ha perdido su interes, tanto mas cuanto que es averiguada la *variabilidad* de la composicion química de sus aguas i de su riqueza en bacterios.

Ha dicho el señor Neut: «entiendo que vertiente es un agua que sin causa aparente « o inmediata 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 aparecen; 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 ver- « tientes».

El hecho de haber dado los higienistas un lugar preferente a las aguas que provienen de las vertientes, induce a los defensores de Vitacura a buscar allí un justificativo, una patente limpia para el abastecimiento de Santiago. De aquí estas definiciones calculadas para llegar a un fin determinado.

Es una buena recomendacion para las aguas provenir de «vertientes»; pero no es mas que esto; si sus cualidades no corresponden al oríjen que se les asigna, o se está equivocado en un asunto tan primordial o se está obligado a confesar que no todas las aguas de vertientes merecen la misma fé. Lo segundo es un hecho experimentalmente comprobado. Se observa que ciertas vertientes producen aguas caracterizadas por unas mismas propiedades invariables, tanto físicas como químicas, al paso que en otras las aguas son de composicion variable, variaciones que obedecen casi siempre a cambios climáticos. Los análisis practicados por el Instituto de Higiene autorizan para incluir Vitacura entre estas últimas.

Esta diferencia entre los caracteres de las aguas de vertiente está de acuerdo con la division de éstas en dos grupos: las *vertientes de flancos* i las *vertientes de los valles*.

Unas i otras tienen su origen en las infiltraciones de las aguas meteóricas, producidas casi siempre a distancias considerables i a través de terrenos de naturaleza variable. Afloran a la superficie despues de recorrer a menudo grandes trayectos subterráneos, con la diferencia que las vertientes de flancos brotan libres, por lo jeneral, del peligro de infiltraciones próximas, mientras que las vertientes del valle están espuestas a recibir las infiltraciones, sea de las aguas meteóricas caídas en las llanuras, sea de las aguas de regadío, etc.

Aparte de esta circunstancia, se puede decir de toda corriente subterránea que su calidad es consecuencia de la naturaleza de los terrenos que atraviesa. Si estos no son atacables por el agua o el ácido carbónico, que proviene de la descomposicion de las materias orgánicas, las aguas que afloran en los flancos de las montañas son de buena calidad, de composicion química uniforme, de una temperatura constante i pobres en bacterios. Los higienistas les asignan el primer lugar entre las aguas potables. Todas estas cualidades son tambien comunes a las vertientes de los valles cuando están esceltas de recibir contaminaciones por mezcla con aguas de infiltracion próxima i a través de terrenos cargados de organismos vejetales o animales i en este caso, valdria mas incluir estas aguas entre las de la *napa de los pozos*, calificadas por los higienistas como *peligrosas*.

I que las aguas de Vitacura se acercan a estas últimas resulta de la propia topografía del terreno i de la circunstancia de existir habitaciones i terrenos de pastoreo en la cuenca que recoge las aguas que allí se captan.

Verdad es que las vertientes de valle han sido utilizadas tambien para el abastecimiento de poblaciones; pero esto no es un argumento en favor de Vitacura. En efecto: las vertientes utilizadas lo han sido en terrenos áridos o trasformados artificialmente en áridos i cuando las aguas recojidas han sido declaradas préviamente como potables.

Así, para no citar sino algunos ejemplos, las numerosas vertientes que brotan en el valle de la Vanne provienen del afloramiento de una poderosa napa subterránea; desde 1860 Paris utiliza doce de estas vertientes, despues de haberse reconocido que las aguas eran tan puras que no contenian mas que carbonato de cal; marcaban 19° de hidrotimetría. Las vertientes de la Dhuis que utiliza el servicio privado de Paris desde 1864, aparecen en un suelo de rocas i sus aguas han sido reconocidas como muy puras; no contienen mas que carbonato de cal; acusan 23° hidrotimétricos.

El aprovisionamiento diario de Paris, en aguas de vertientes ha subido a 40,000 ms. mediante la aduccion de las vertientes del Loing i del Lunai, afluentes del Sena. De seis de estas fuentes, cuya captacion debe haberse inaugurado ya, cuatro están en la rivera izquierda del Loing i de las otras dos, la una a la derecha i la otra a la izquierda del Lunai. Estas aguas brotan de la napa acuífera que se escurre sobre el conocido manto cretáceo de Paris, como las de la Vanne de las cuales son vecinas; «ellas son frescas, limpias, agradables, i no contienen mas que carbonato de cal; 22° hidrotimétricos; el análisis bacteriológico no ha denunciado ningun microbio patójeno» dice G. Daries. (1)

(1) DARIES.—Distributions d'eau, Paris 1899.

Me imagino yo que, como las aguas de las vertientes citadas deben ser las que se han captado i siguen captándose en las diferentes ciudades que ha mencionado el señor Neut; pero, no concibo que en ciudad alguna, se acepte la captacion de aguas como las de Vitacura, de composicion química tan variable,—como ha quedado establecido en el curso del debate,—o orijinarias de terrenos tan inadecuados para el establecimiento de drenes. I si por una necesidad imperiosa tuviesen que aceptarse semejantes aguas, presumo que ántes de captarlas se proyectarian las indispensables obras de mejoramiento o de defensa.

Por lo demas, niego que «una vertiente no pueda provenir sino de aguas superficiales infiltradas en puntos mas o ménos cercanos al lugar donde aparecen»; por el contrario, lo mas a menudo las infiltraciones se producen a considerables distancias de los afloramientos, i es a esta circunstancia a la que se debe la mejor calidad de las aguas de vertientes, i esto porque las aguas infiltradas se clarifican abandonando en su camino las materias en suspension i algo se purifican deshaciéndose de los organismos ya sea por oxidacion, ya sea por la absorcion de las raices de las plantas; o sí los terrenos que atraviesan no las cargan de sales minerales, afloran en buenas condiciones para ser utilizadas en la bebida. Como ántes lo hemos dicho, es ménos remota la probabilidad de modificarse estas condiciones, tratándose de *manantiales* o vertientes de los valles mas espuestos a contaminarse por infiltraciones de aguas meteóricas, por infiltraciones de aguas de corrientes superficiales peligrosas o por infiltraciones de aguas de regadío, como es el caso en Vitacura.

Por otra parte, es bueno hacerse cargo de la afirmacion que hace el señor Neut al refutar las conclusiones 4.^a i 6.^a a que llegó el señor Calvo en su conferencia.

Espresó que muchas ciudades europeas «captan sus aguas en napas de filtracion natural» i dió en seguida una larga lista para corroborar su asercion. Otra vez volvemos a decirlo, esta circunstancia no es argumento en favor de las aguas de Vitacura, pues las captadas en aquellas ciudades pueden mui bien provenir de napas profundas infiltradas a distancias considerables del lugar de su captacion, i ser de buena calidad.

Así por ejemplo, el pozo de Colmar, cerca de Franckfort, que ha citado el señor Neut, funciona desde 1885, i ántes de hacer la instalacion se comprobó que existia una napa subterránea mui ancha,—20 kilómetros segun Dabrée, de un espesor considerable 10 metros de altura media; que esta napa corria de sur-este a nor-este con una pendiente de 0.001 a 0.0017, que era la misma corriente subterránea que tiene su orijen en el alto valle del Rhin en la llanura de Sundgau, cerca de Bâle, que atraviesa toda la Alsacia, i que Strasburgo—otra de las ciudades citadas por el señor Neut—utiliza desde 1880 para su alimentacion. Los pozos de reconocimiento habian mostrado que la capa acuffera eminentemente permeable se componia de arenas, gravas i guijarros de 0.02 a 0.25 mui limpios; que «el agua era de buena calidad; pobre en materias orgánicas; de temperatura constante 10°; o marcaba 11° hidrotimétricos».

Este pozo de captacion, nó de filtracion, se ha hecho con revestimiento de albañilería de ladrillos de 0.50 m. de espesor, i en su construccion se ha operado como si se tratase de hincar una torre.

I, a propósito del pozo de Colmar, cabe aquí una observacion jeneral respecto a los drenajes i galerías de captacion. Estas han frustrado tantas esperanzas como rendi-

miento, que hoy día no se recurre ya a este sistema al cual se le encuentra su reemplazante en los pozos de captación. El rendimiento de las galerías no es siempre proporcional a su longitud como lo indica la teoría; i no hai para qué citar ejemplos, pues no tengo noticias de ninguna galería que haya proporcionado el caudal que se creyó al establecerla; «entran en juego múltiples causas de alteración difíciles de prever, i el buen éxito exige terrenos especiales que no se encuentran en todas partes: muy permeables, desprovistos de légamo, lodo o limo, compuesto mas bien de grava que de arena fina». Además, las variaciones de nivel son mas perjudiciales en las galerías que en los pozos. Estos exigen menores gastos de implantación i dan un rendimiento superior a aquellas, como lo ha demostrado la experiencia i lo comprueba la teoría.

Tolosa ha sido alimentada durante mas de cuarenta años con la ayuda de tres galerías de captación construidas por d'Aubuisson hácia 1880 en la rivera izquierda del Garona. La alimentación actual está asegurada por dos galerías i seis pozos de 2.50 m. que dan 8,000 metros cúbicos en 24 horas; las galerías dan 15,000 metros cúbicos; se piensa elevar la dotación de 23,000 a 35,000 ms. cc. en 24 horas por la creación de 12 nuevos pozos semejantes a los anteriores. Los pozos descienden hasta la capa de margas compacta que está bajo la grava, i ellos se han colocado en los puntos en que el espesor de ésta era mayor; las aguas de la napa de los pozos no penetran a la napa subterránea captada, pues las detiene una capa natural de arcilla.

La nueva distribución de Ferrara, inaugurada en 1890 está servida por siete pozos artesianos de 25 a 30 metros de profundidad, escavados en Castel-Franco al pié de los Apeninos a 57 kilómetros de la ciudad.

El servicio de agua de la ciudad de Albi está asegurado desde 1886, por dos pozos de 12 metros de profundidad, establecidos a 10 kilómetros aguas arriba de la ciudad.

La alimentación de Buda-Pesth está asegurada por cinco pozos filtrantes de 5, 9 i 18 metros de diámetro que penetran en el lecho del Danubio hasta 3.50 m. debajo del nivel del estiaje. Los pozos son de albañilería de ladrillos cubiertos con bóvedas esféricas; las aguas llegan a ellos por tubos de fundición de 0.50 metros de diámetro provistos de orificios rectangulares en el sentido de las jeneratrices i colocados debajo de la capa de grava de 4 m. a 6 m. de espesor, que forma el lecho del Danubio. Resulta, pues, que Buda-Pesth se alimenta de las aguas del río Danubio, que por la filtración natural a través de una capa filtrante de 4 a 6 metros resultan de «calidad aceptable».

Nos recordó también el señor Neut que Lyon habia inaugurado la conclusión «de 38 pozos de captación que toman en la orilla del Ródano el producto de la filtración natural»

Esta cita, traída así, sin mayores explicaciones para justificar la filtración natural, podría inducirnos a considerarla como concluyente. Estudiemos, pues, este punto, a la vista del trabajo publicado por Mr. Eugène Resal en los «Anales de Puentes i Calzadas» (1).

Lyon era antiguamente alimentado con la ayuda de galerías de captación que recojian el agua de una napa subterránea situada en la ribera izquierda del Ródano en Saint-Clair. Merced a obras ejecutadas posteriormente en la misma rivera se habia logrado

(1) Tercer trimestre de 1900, pájs. 121 a 150.

elear el volúmen captado a 60,000 metros cúbico por día. Sin embargo, como la estension del servicio de las aguas quedaba debajo del acrecentamiento de las necesidades, la Compañía Jeneral, de acuerdo con el Municipio, i haciendo los gastos a medias, inició en 1892, en el mismo Saint Clair, nuevas obras que se inauguraron en 1895 (Enero) i que permitieron elevar la dotacion a 75,000 metros cúbicos en 24 horas.

Una segunda parte de este mismo proyecto de ensanche consistia en el establecimiento de un nuevo servicio de alimentacion i distribucion, en la rivera izquierda del Ródano en Grand-camp.

Este nuevo servicio inaugurado en Mayo de 1899 comprende 38 pozos de captacion. Antes de ejecutarse estos se practicaron dos sondajes en la línea de eje de los pozos proyectados i a igual distancia del medio i de los extremos del frente que debian ocupar dichos pozos. De estos sondajes se estrajeron muestras de las aguas en diferentes épocas, especialmente cuando las aguas del Ródano se enturbiaban por causa de las crecidas. Estas muestras fueron ensayadas por M. Bellier en cuanto a la composicion química i por el doctor Roux en cuanto al análisis bacteriológico.

El resultado de estos análisis puede resumirse en el siguiente cuadro:

PROMEDIO DE MUESTRAS TOMADAS EL 17 I 20 DE ABRIL DE 1894	POZOS DE SONDAJE	RÓDANO
Grado hidrotimétrico.....	17	15.7
Carbonato de cal.....	0.138	
Otras sales de cal.....	0.039	
Sales de magnesia.....	0.0075	
Residuo seco a 100°.....	0.220	0.168
Productos volátiles al rojo.....	0.036	
Acido sulfúrico.....	0.032	
Cloro.....	0.0015	
Oxígeno consumido por la materia orgánica.....	0.00035	0.00055
Amoniaco.....	no hai	
Nitratos.....	trazas	
Temperatura.....	8°.5	12°.7
Aspecto del agua.....	muy limpia	turbia
Número total de bacterios por cm. cc.....	250	33000
Número de bacterios que licuan la jelatina.....	15	3000

«Los resultados de análisis repetidos,—dice Resal,—han parecido bastante satisfactorios al Comité consultivo de higiene, para que diera su adhesion a un proyecto que tenia por objeto alimentar una gran ciudad con el agua de rio». I agrega «a pesar de las garantías que daban esos análisis i a fin de apartar la posibilidad de una filtracion insuficiente se decidió que no se exijiria a los pozos mas que un gasto insignificante.» I efectivamente, los pozos deben producir 50,000 metros cúbicos en 22 horas, i se han proyectado 38; es decir, que cada uno de ellos solo proporciona 16 ltrs. 6 por segundo, pudiendo proporcionar un caudal normal de 28 litros por lo ménos.

Si semejantes precauciones se toman tratándose de la captacion de aguas de un rio caudaloso de composicion química que no es del todo peligrosa, ¿qué precauciones no de-

berian tomarse tratándose de recojer aguas infiltradas de un rio de escaso caudal francamente peligroso por su composicion química i por su riqueza bacteriana?

Los pozos se han hecho hincando una especie de torre lijeraente cónica de concreto dosificado a razon de 300 kilos de cemento por 450 litros de arena i 900 litros de piedrecillas (lo que proporcionaba al rededor de 1m^3 200 de concreto). En el lugar de la ubicacion de cada pozo se escavaba hasta 0.m50 encima del nivel de estiaje del rio i en el fondo de la escavacion se colocaba un anillo de hierro (rouet en fer), sobre el cual se montaba un cofre desmontable que servia de molde al concreto. Esta especie de torre asi construida se enlucia interiormente con cemento, se la coronaba de una chimenea terminada superiormente por una esclusa i se procedia a su incadura por el aire comprimido. Esta demoraba de 80 a 100 horas por pozo i el gasto por la construccion de cada uno de ellos se ha elevado a 4,000 francos.

Para poder recubrir los pozos por una espesa capa de tierra se limitó su altura a 5 m., pues las investigaciones practicadas para averiguar las causas de contaminacion del agua de Saint-Clair habian demostrado que cuando las crecidas del Ródano recubrian estos pozos terminados al nivel del terraplen, las aguas se introducian a lo largo de las paredes exteriores sin sufrir ninguna filtracion, pasaban bajo el anillo (rouet) «i penetran a los pozos con gran violencia en razon de la carga».

«La capa de tierra arcillosa bien comprimida (corroyée) que cubre los pozos de Grand-Camp los protege de una manera perfecta, como lo ha demostrado la crecida escepcional del 15 de Enero de 1899, que subió hasta cerca de 2 m. encima del terraplen.»

Sin entrar en mayores datalles sobre esta obra, pasemos a dar una ojeada al cuadro que hemos reproducido anteriormente.

Que el grado hidrotimétrico o el residuo seco sean mayores en los pozos que en el rio, está demostrando que las aguas de la napa captada se apropian de elementos solubles del terreno; la cantidad de ácido sulfúrico supera el límite máximo de 0,030 gramos por litro que el Comité consultivo de hijiene de Francia asigna a las aguas potables. Finalmente el aspecto del agua, unido a las consideraciones anteriores i a la circunstancia de la disminucion de materia orgánica, manifiestan a las claras que el agua del Ródano, *sospechosa* por el número de bacterios, al infiltrarse i formar la napa captada por los pozos, abandona las materias terrosas que la enturbiaban, abandona por oxidacion i absorcion por las raices, parte de la materia orgánica i de los bacterios, i absorbe elementos solubles del terreno.

Este es, por lo demas, el efecto de toda filtracion natural. Si los terrenos atravesados son tales que las aguas se mineralizan hasta un punto inaceptable o se cargan de microbios que encuentran en su camino, la filtracion en lugar de mejorar el agua la empeora dándole sí mejor aspecto.

No es, pues, extraño que la filtracion natural sea condenada en principio por los higienistas, pero aceptada cuando las capas filtrantes son adecuadas.

FRANCISCO MARDONES

(Continuará)

