

INVESTIGACION

DE LAS

FUGAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE LAS POBLACIONES

Continuación.

El régimen de la altura piezométrica, en un punto determinado de la red de distribución, es imposible conocerle con exactitud, puesto que en realidad no existe, en atención á que, según se acaba de indicar, la altura piezométrica depende del consumo que en cada una de las zonas ó polígonos en que se divide la red se esté haciendo en el momento de la observación; y como dicho consumo no se subordina á ninguna ley determinada, sino que se verifica según las necesidades del momento, resulta que las oscilaciones de aquella, en cada punto, se verifican de una manera completamente irregular, sin que sea posible determinar la ley de variación; esto no obstante, dentro de esta misma irregularidad podemos obtener, por observaciones repetidas, una cierta ley de variación, si no completamente determinada, al menos pudiéndonos suministrar preciosos datos para el objeto de investigar las grandes fugas; para formarse idea de dicha ley, empezaremos por determinar las principales causas de variación del consumo en toda la población, y por consiguiente, en la zona donde se está haciendo la observación; á este efecto, puede considerarse el consumo dividido en dos grupos principales: uno comprende el que se verifica en las fuentes públicas de vecindad, que podemos considerar constante, y otro el de los servicios particulares, y el resto, de los servicios públicos. El consumo del primer grupo tiene sobre la altura piezométrica una influencia constante; y por lo tanto, no produce variación alguna en la misma, en la hipótesis de que las fuentes de vecindad estuvieran constantemente abiertas; cuando se abran únicamente para tomar el agua, las fuentes de vecindad pueden asimilarse á la primera división del segundo grupo, esto es, á los grifos de servicio particular de que hablaremos ahora. En el segundo grupo de consumo hay que establecer una división en dos subgrupos: primero, el que se hace en las casas particulares, y segundo, el de los servicios públicos. Veamos las causas que influyen principalmente en uno y en otro. En el primero, aun cuando hemos dicho que es irregular, hay que reconocer, sin embargo, que como quiera que las necesidades, bajo el punto de vista del consumo de agua, son próximamente las mismas para todos los individuos sometidos á la influencia de un clima igual y á costumbres análogas dentro de esta irregularidad, se podrá obtener cierta ley de variación, siendo las oscilaciones principales las de la temperatura, que afectan cierta regularidad en las diversas épocas del año.

de donde se deduce que si suponemos que si se hicieran multitud de observaciones en muchos puntos durante varios años, en una red de distribución en que solo hubiera consumo debido á los particulares, incluyendo en éste el servicio de fuentes públicas, y marcáramos las alturas piezométricas correspondientes á tres ó cuatro observaciones diarias para cada punto. hechas á las mismas horas en los diversos días, las curvas de alturas piezométricas obtenidas, tomando por abscisas los tiempos, serían en los diversos años casi iguales, pudiendo por lo tanto determinar las curvas límites de máximas y mínimas alturas piezométricas muy poco distantes entre sí, que en realidad nos darían la ley aproximada de variación que buscamos. Bien entendido que las horas escogidas para las diversas observaciones de cada día sean las que, dadas las costumbres de la población en que se hace la experiencia, indiquen los máximos, mínimos y medios de consumo diario.

En el segundo subgrupo, las variaciones del consumo se hacen de una manera más irregular, pues influyen en él una porción de causas verdaderamente del momento, y otras que afectan cierta regularidad; este subgrupo es el que hay que tener principalmente en cuenta para la investigación de las fugas importantes, en primer lugar, porque siendo grande en el momento en que se está verificando, la cesación del mismo representa una oscilación enorme en la altura piezométrica, y en segundo lugar, porque muchas veces, como acabamos de indicar, se opera de un modo irregular, y pueden, por lo tanto, dar lugar á errores las observaciones en los manómetros. Las causas que producen cierta regularidad en el consumo son las mismas que para el otro subgrupo, es decir, la temperatura, pues es sabido que á medida que la temperatura es mayor, lo es también el consumo para riegos y limpieza del alcantarillado, pero esta regularidad se ve alterada por la no regularidad del servicio de riegos y limpieza, en atención á que éste se hace en diverso orden los diferentes días del año; pero de todos modos, si consideramos únicamente este servicio, aun con su irregularidad, y trazáramos las curvas de alturas piezométricas en la misma forma que antes se ha supuesto para el primer subgrupo, obtendríamos dos curvas límites bastante separadas una de otra, pero afectando curvaturas análogas en las mismas épocas del año, y por consiguiente, nos darían también indicaciones útiles para la investigación de las fugas.

Resta tan solo considerar los gastos de agua en servicios públicos completamente eventuales y sin sujeción á una ley, ni aproximada siquiera; tales son los correspondientes á la limpieza de la nieve y barro, que únicamente tienen lugar en determinados días, variables por completo de un año á otro; en este caso es cuando en realidad falta la especie de regularidad que se necesita para utilizar como dato en la investigación de fugas la baja de presión; pero la existencia de circunstancias en que pueda producirse un con-

sumo de agua de esta clase, nos indicará la necesidad de que haya una baja notable de presión, cuya importancia puede también apreciarse por la observación frecuente de los manómetros, y venir en conocimiento de la influencia accidental que en la ley general de variación de la altura piezométrica pueda tener.

No se han mencionado todas las causas que influyen en la variación del gasto en una población, sino que hemos clasificado éste en grupos, siendo fácil colocar cualquiera de ellas en el correspondiente; y únicamente se han hecho ligeras indicaciones sobre el particular, para hacer ver que el fenómeno de variación de la línea de carga está dentro de su irregularidad, sujeto á alguna ley, que aunque no conocida en absoluto, pues esto es imposible, la observación frecuente del mismo en muchos puntos de una red casi puede conducir á conocer las variaciones principales y su importancia aproximada; para que en el momento en que éstos excedan de los límites ordinarios de variación á que da lugar el consumo se pongan en juego los elementos necesarios para determinar si la oscilación anormal obedece ó no á una fuga, y en caso afirmativo, aplicar el correspondiente remedio.

Se ve, pues, que para que las indicaciones de altura piezométrica puedan utilizarse en la investigación de fugas es indispensable la colocación de gran número de manómetros y una observación frecuente de los mismos, con objeto de poder trazar las curvas á que antes se ha hecho referencia. En París se han utilizado los soportes de los faroles de gas para la instalación de manómetros y evitado los efectos de la helada en los tubos al aire que han de transmitir la presión á los manómetros, reemplazando el agua de estos tubos, en la parte donde la helada pueda hacer sentir sus efectos sobre los mismos, por un líquido que no se hiele á la más baja temperatura á que ordinariamente haya de estar expuesto, y al que se transmita la presión del agua por el intermedio, ya de una doble cubeta de mercurio ó por una lámina de caoutchouc; instalados de este modo los manómetros la observación de las oscilaciones de la línea de carga pueden hacerse con gran facilidad y sin que exijan un personal numeroso, y aun podrían colocarse aparatos que automáticamente dieran dibujada la curva de presiones en cada punto, con lo que podría estudiarse detenidamente la ley de variación de que antes se ha hablado, limitándose entonces, para completar las indicaciones del aparato, á consignar en una libreta las principales circunstancias que en cada día hayan podido influir en la variación de la carga, como su temperatura, zonas en que se ha hecho la limpieza de alcantarillas, riegos dados á las calles y en qué horas, si ha habido alguna causa accidental de gran consumo, etc., etc.

Repetiendo durante mucho tiempo las observaciones antes dichas, podrían determinarse también los puntos de la población en que las variaciones

se operaran con más regularidad, y por consiguiente, las en que más sensibles se hicieran las oscilaciones debidas á las fugas, y establecer en los mismos aparatos con un escape que funcionara en el momento en que la baja de presión excediera del límite ordinario, puesto en comunicación con timbres de alarma colocados en los puestos de servicio, para que los agentes encargados del mismo reconocieran los puntos próximos al que correspondiera el aviso.

Las indicaciones manométricas en la forma expuesta, no son sólo utilizables para corregir las fugas de agua, sino que pueden prestar un servicio importantísimo cuando se trate de ensanchar la red de distribución; en efecto, cuando se estudia un proyecto de esta clase, se hace bajo la hipótesis de una cierta extensión en la población que ha de servirse, y bajo otras de consumo siempre con la debida amplitud para poder oponerse á las circunstancias anormales de un gran consumo; con estos datos, el plano y relieve de la población se determinan los diversos diámetros de las cañerías con la condición de que el servicio se haga en buenas condiciones y de que entre la multitud de soluciones que puede tener el problema se escoja la más económica; resultan de estas hipótesis ciertas líneas de carga que generalmente, y para que la distribución se encuentre en buenas condiciones, no son las que después han de resultar por varias razones: la primera y principal, porque las hipótesis de consumo que han servido de base para la redacción del proyecto no son generalmente ciertas, y después, porque la población cuando se abastece, generalmente no está terminada; resulta de aquí una incertidumbre sobre lo que realmente ha de suceder en las líneas de carga influenciada por una ú otra causa; pero como se ha dicho antes, las líneas efectivas son más elevadas; supongamos, como sucede ordinariamente, que la población crece y se van haciendo derivaciones de la red establecida para surtir de agua los nuevos barrios, y entonces, las líneas de cargas descienden y varían de forma, y la amplitud dada á los cálculos del proyecto permite hacer estas derivaciones sin gran detrimento de la parte de población para que estaban determinadas las tuberías; pero se comprende que si tal procedimiento de derivar se continúa, llegue un momento en que el descenso de la línea de carga sea tal que una gran parte de la población pueda quedarse sin agua, y entonces ya no es posible restablecer el buen servicio sino inutilizando la parte de red que se ha aumentado con la pérdida consiguiente, y sin lograr abastecer de agua los nuevos barrios; se hace indispensable en este momento estudiar un proyecto de distribución para éstos, que podrá ser exclusivo, ó que podrá estar enlazado con la antigua red: en el primer caso, claro está que no se necesitan para el cálculo las alturas piezométricas de los puntos de la red antigua; pero sí en el segundo, para poder efectuar el enlace con todo acierto y con el menor coste posible: ahora bien, conocidas

son las ventajas, bajo todos puntos de vista, de las distribuciones en que las diversas tuberías están enlazadas y por consiguiente, la conveniencia de conocer las alturas piezométricas mínimas en los extremos de la red antigua para poder ensanchar la distribución.

También se puede sacar otro partido de las ya tantas veces mencionadas observaciones de presión, puesto que donde tales datos no se conozcan es imposible fijar de una manera aproximada la altura de carga en los diversos puntos de la población, cuyo conocimiento es indispensable para la utilización del agua en muchos servicios, como por ejemplo, para la instalación de ascensores, duchas, pequeños motores, etc.

Cuanto se lleva dicho se refiere á las fugas de agua de gran importancia y que puedan dar lugar á los desastrosos efectos señalados; y aunque las fugas pequeñas, según se ha indicado, sólo causan el perjuicio de la pérdida de agua correspondiente, en tanto que no se conviertan en grandes, y por lo tanto, no existe gran interés en corregirlas, mientras la cantidad de agua disponible para el abastecimiento sea más que la suficiente para atender á todas las necesidades del servicio, creemos conveniente indicar los procedimientos empleados para la investigación de los mismos para los casos en que pueda tener importancia, no sólo por la pérdida de agua, sino para evitar que una pequeña fuga pueda, si no se corrige á tiempo, convertirse en grande, dando lugar á cuantiosos gastos, que hubieran podido ser casi nulos si se hubiera puesto el remedio cuando aún no tenía importancia.

Esta investigación es mucho más delicada que la de las grandes fugas, y además de ser muy costosa, es difícil evitar todas las fugas en una distribución, porque son muchísimas las causas que puedan producirlas, y por consiguiente, á cada momento tienen lugar, y aun en las galerías, que se pueden visitar con frecuencia, pasan en el momento de la observación desapercibidas, y poco después ya son visibles; tales son las que resultan poco después de establecida una toma que en el momento de terminarla no han aparecido, otras que aparecen con intermitencia, las oscilaciones de la temperatura que también da lugar á nuevas fugas de las que nos ocupan, y otra porción de fenómenos conocidos de todo el que con alguna frecuencia haya ejecutado obras de distribución.

Las fugas que nos ocupan pueden tener lugar en la vía pública, en el interior de los edificios, ó en ambos sitios á la vez; la investigación de las de la segunda categoría no tiene interés para las Compañías que explotan la red de distribución, siempre que las concesiones de agua se hagan por el sistema de contador, porque entonces el interés de la investigación está en los usuarios del agua, y en esta hipótesis por lo menos se circunscribe para las Compañías la zona de sus observaciones limitándola á la vía pública, ó sea á las de la primera categoría: cuando la concesión del uso del agua no

se hace por medio de un contador, entra también en la zona de observaciones el interior de los edificios, donde es muy difícil investigar detenidamente todas las tuberías, por la vejación y molestias que tal procedimiento llevaría consigo, aparte de que esta clase de fugas se suelen corregir por los usuarios del agua, porque de no hacerlo así, ellos serían los perjudicados: cualquiera que sea el sistema de concesión de agua, únicamente las Compañías explotadoras tienen necesidad, para defender sus intereses, de imponer á los usuarios cierta clase de aparatos que impidan el abuso del agua, aun permitiendo el uso en el caso de concesión á caño libre, aparatos que periódicamente visitan para cerciorarse de que continúan en buenas condiciones, é imponiendo á los que las alteren fuertes multas. Otras veces, cuando la concesión es por el sistema de aforo se limitan á comprobar el aforo, en una palabra, visitan los edificios para asegurarse de la buena marcha de los aparatos, cualesquiera que éstos sean; en definitiva, que la observación de las fugas pequeñas debe en realidad limitarse en la vía pública.

Para esta determinación pueden emplearse dos métodos distintos, uno fundado en el ruido que produce el agua á su paso por las llaves y otro en la baja de presión; para aplicar cualquiera de ellos es indispensable aislar completamente la zona sujeta á observación durante las horas de la noche. en que tal aislamiento no puede perjudicar á las cañerías del agua, y observar si estando cerradas todas las llaves de comunicación hay, no obstante, paso de agua por medio del ruido que necesariamente ha de producirse en alguna llave, si efectivamente el agua de la zona aislada está en movimiento, este ruido puede hacerse más sensible por un cierre parcial de alguna de las llaves intermedias, pues la disminución de sección le aumenta ó reforzando el sonido por medio de un micrófono; para el empleo del manómetro el procedimiento es análogo; se aísla una zona del abastecimiento, y es evidente que el manómetro debe marcar constantemente la misma carga si no hay fuga de ningún género; en cualquier punto de la parte aislada; la baja de presión anunciará, por consiguiente, la existencia de la fuga. M. Church, Ingeniero de la conducción de Crotón (New-York), fundado en este procedimiento, ha empleado un aparato de su invención al que ha dado el nombre de *detector*; dicho Ingeniero reemplaza la llave de paso por una de tres vías provista de un tubo al cual puede atornillarse un manómetro.

Por último, M. Deacon, Ingeniero director de la distribución de aguas en Liverpool, ha mandado construir un aparato llamado contador de pérdidas empleado con éxito, fundado no en la baja de presión, sino que funcione por el paso del agua directamente, y cuyo movimiento se transmite convenientemente á un lapicero, el que gráficamente señala las diversas circunstancias del consumo en la zona sujeta á observación. El aparato se reduce

á un disco horizontal que se mueve dentro de un cono de eje vertical; dicho disco lleva una varilla normal á él en su centro, que transmite el movimiento del mismo á un lapicero, que marca sobre un papel arrollado en un cilindro movido por un aparato de relojería; este aparato se interpone en la tubería principal de toda la zona sujeta á observación y está dispuesto para que el agua pase entre el disco y el cono, produciendo á su paso el movimiento del primero y, por consiguiente, el del lapicero unido al mismo; ahora bien, el papel que se mueve en virtud del aparato de relojería tiene una graduación hecha experimentalmente, en la que se acusan los gastos según la posición del lapicero sobre el mismo, y es evidente que si un aparato de esta clase se interpone en la conducción principal de la zona que se observa completamente aislada y por medio de señales acústicas, un agente hace la observación de las llaves de toma de esta arteria anotando la hora de la observación y cerrándoles, y después retrocede en sentido inverso abriendo las llaves que antes cerró y anotando también la hora la comparación de las líneas que el lapicero habrá dejado marcadas durante el período en que se han ido cerrando las llaves y durante en el que se han ido abriendo en unión de las anotaciones obtenidas, marcando las llaves y horas en que se han hecho funcionar, nos dará, no solamente la pérdida total de agua sino también la que tiene lugar por cada una de las ramas que arrancan de la arteria considerada; esta operación puede repetirse para cada una de éstas y llegar á determinar no sólo el sitio de la fuga, sino su importancia.

Los datos obtenidos con las experiencias practicadas durante la noche, á la hora en que no se cause perjuicio á los usuarios del agua, sirven de base para que en unión de otros, tomados al día siguiente en los puntos en que se hayan señalado las fugas, permitan completar el reconocimiento y corregir éstas.

D. M. M.

EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA ESCOLLERAS

OBJETO DE ESTA NOTA.—Conocida es de todos los Ingenieros la larga controversia que originó la insuficiencia de las canteras señaladas por la Administración para las obras del Puerto de Málaga. Que el cerro de San Telmo no podía dar en un plazo razonable la piedra necesaria para la ejecución de las escolleras y de las fábricas, es una cuestión resuelta desde larga fecha; pero se había exagerado tanto la dificultad de hallar canteras que reuniesen las condiciones necesarias, que la Administración tenía un interés