

Se observa el número de grados que marca la aguja. Se quita la resistencia x y se sacan clavijas del reostato hasta que la aguja indique el mismo número de grados que marcó antes y tendremos

$$\frac{E}{x} = \frac{E}{R} \text{ de donde } x=R$$

resistencia expresada por el reostato.

Si la operación quiere hacerse por el *método de comparación*, se disponen los hilos como en el caso anterior. Se observa el número de grados de la desviación al intercalar la resistencia x , y enseguida se quita la clavija de 1.000 unidades, anotando el número de grados que marque la aguja.

Suponiendo que la primera desviación fué de 48° , y la segunda de 24° tendremos.

$$\frac{X}{1.000} = \frac{48^\circ}{24^\circ}; X = \frac{48}{24} \times 1.000 = 2.000 \text{ unidades.}$$

Empleando galvanómetros de senos ó de tangentes, si los ángulos de desviación son pequeños, los senos y las tangentes se confunden con los arcos y vienen á dar un resultado análogo al que se obtiene con un galvanómetro ordinario teniendo además precisión de buscar los valores en las tablas.

Todos estos métodos tienen el grave inconveniente de necesitar diferentes operaciones, sujetas á error por los cambios que hay que hacer con los hilos ó comunicaciones, muy á propósito para confundir á los que no están familiarizados con estos trabajos.

Nosotros hemos preferido el método diferencial, que es de mayor exactitud, buscando el medio de obtener el resultado con una sencilla lectura y esforzándonos en vulgarizar hasta donde nuestras débiles fuerzas alcanzan, esta clase de ensayos, tendencia nuestra de siempre, hija tanto del buen deseo como del mal efecto que nos ha producido el observar, no sólo en nuestro país, sino en el extranjero, que en casi todos los Centros ó gabinetes de precisión se anida todavía muy arraigada la *nigromancia*, pretendiendo los iniciados hacer pasar casi como sobrenaturales, experiencias y conocimientos que puede adquirir fácilmente cualquiera de medianas luces si se le enseña con buena voluntad.

FLORENCIO ECHENIQUE.

Director de la Escuela, Museo y Talleres de Telégrafos.

LA FILTRACIÓN DE LAS AGUAS DEL LOZOYA ⁽¹⁾

Las intensas turbias que durante varios días se han experimentado en la distribución de aguas de Madrid, haciéndolas impropias para casi todos los usos á que están destinadas, ha sugerido la idea de su filtración y aun se han dado algunos detalles de las instalaciones que con este objeto tiene establecidas la ciudad de Berlín, creyendo que podrían ser aplicables á Madrid. Esta idea de la filtración no es nueva: cuando se estudió la traida de aguas del Lozoya y se redactó el proyecto de Depósito para regularizar las variaciones del consumo, se pensaba ya en aplicarla con objeto de aclarar las aguas turbias, á semejanza de lo que por primera vez se había hecho en Londres pocos años antes, en 1839. El mejor conocimiento que se tuvo de las condiciones del río Lozoya en todo el tiempo que duró la construcción de las obras, hizo desistir de la filtración artificial, pues sujeto aquel río á turbias muy intensas, si bien de corta duración, y dando agua muy pura en la mayor parte del año, se creyó, y no sin fundamento, que la filtración sería imperfecta ó imposible cuando se tratara de aguas turbias, y sería inútil cuando estuvieran claras.

Ha transcurrido de este entonces más de medio siglo, y no

obstante el positivo adelanto que ha tenido el arte de filtrar aguas en grandes masas para el abastecimiento de poblaciones, los términos de la cuestión puede decirse que no han variado, pues hoy como antes es punto menos que imposible desembarazarlas de todas las materias sólidas, y sobre todo del color, cuando se trata de aguas que estén tan cargadas de sedimentos como la que se ha suministrado y se suministra á Madrid en estos días. Y la razón de esto es obvia: los únicos filtros que en la actualidad se emplean para la filtración son los de arena, con capas formadas por materiales de diversa finura, si bien, como se comprenderá fácilmente, la parte verdaderamente activa del filtro reside en la capa superior de arena más fina, y aun más que en ésta, en otra delgadísima que sobre ella se forma con las sustancias que la propia agua va dejando; por lo tanto, cuando es grande la cantidad de materias en suspensión, si la filtración es eficaz, resulta que los intersticios que existen en la capa activa se rellenan rápidamente y el filtro queda inútil muy pronto, cesando el paso del agua. Es un fenómeno análogo al que con frecuencia habrá sido observado estos días en los filtros de porcelana y amianto; pero al paso que en éstos es facilísima la operación de limpiarlos, levantando la capa arcillosa que los obstruye, la operación análoga en los filtros de arena, sobre ser muy delicada y costosa, tiene además el grave inconveniente de inutilizar durante unos días el filtro, pues no existiendo la delgada capa fangosa de que se ha hablado, el agua pasa con excesiva facilidad y la filtración no tiene lugar.

En tales condiciones se comprende sin esfuerzo, que emprender la filtración sería una verdadera temeridad, y es seguro que no ha de intentarse, á menos que se quiera dar aquí el espectáculo de que desconocemos por completo estas materias, cuando ya se tiene sobre ellas, en todas partes, una considerable experiencia. Es preciso, á este propósito, que no se olvide el ejemplo de Marsella: esta población se surte de las aguas del río Durançe, que en sus avenidas contienen una cantidad de materias en suspensión próximamente igual á la que en circunstancias análogas contienen las del Lozoya, habiéndose creído, como ahora se indica aquí, que el establecimiento de filtros podría constituir una solución para remediar el gravísimo mal de las turbias. Se establecieron, pues, dos filtros, que funcionaron desde 1852; pero lo caro del procedimiento, su ineficacia para devolver á las aguas su limpidez natural, y sobre todo la rapidez con que se destruían, determinaron su abandono en 1857, es decir, cinco años después de instalados.

Será sin duda inútil insistir, presentando otros datos, después de lo expuesto, en la ineficacia de los filtros de arena para clarificar aguas, cuando éstas son excesivamente turbias; mas es indispensable consignar que hoy no se establecen los filtros en parte alguna con este solo objeto. Desde que los trabajos de Plazze y Proskower, en Berlín, y de Perey Flankland, en Londres, demostraron que la filtración tenía por efecto principal el de reducir el número de bacterias contenidas en el agua, ha podido darse cuenta de muchos hechos, antes sin explicación, y se ha comprendido que el valor y la eficacia de los filtros residen precisamente en la depuración bacteriológica que operan en las aguas. Ciertamente que una agua clara, transparente, se adapta mejor que otra ligeramente cargada de materia en suspensión, arcilla generalmente, para todos los usos domésticos, principalmente para la bebida, y aun para algunos usos industriales; mas éste, que pudiera considerarse como el lado estético ó sentimental del asunto, cede en importancia y en valor práctico de la pureza bacteriológica, pues ésta se halla íntimamente relacionada con las verdaderas condiciones de potabilidad, de la que en general es el más seguro si no la proporción de bacterias, no el grado de transparencia del agua. Si fuera necesario presentar á este propósito un ejemplo bien decisivo para demostrar la eficacia de la filtración, en cuanto á la verdadera potabilidad del agua se refiere, bastaría recordar lo ocurrido en 1893 en las poblaciones de Hamburgo y Altona, abastecidas ambas con aguas del impuro río Elba, si bien Altona, situada aguas abajo de Hamburgo, tiene que surtir.

(1) Del *Heraldo de Madrid*.

se de aguas más impuras aún, porque el río en esta parte ha recibido ya la evacuación del alcantarillado de la última de dichas poblaciones. Se recordará que en el año citado la gran metrópoli comercial de Alemania fué azotada por el cólera, produciendo 9.000 víctimas, ó sea el 13 por 100 de su población, mientras que esta proporción fué de 2 por 100 tan sólo en Altona, donde se empleaban aguas previamente filtradas. No hay que decir con esto que Hamburgo procedió, desde luego, al establecimiento de filtros.

Puede afirmarse que hoy está reconocido por todos que éstos son indispensables cuando se trata de aguas fuertemente cargadas de microorganismos, y que se halla plenamente justificada la prohibición que existe en Alemania de abastecer con agua de esta clase las poblaciones, sin que preceda la depuración. Afortunadamente, las del Lozoya, desde este punto de vista, sin ser irreprochables, son muy admisibles, pues contienen menor número de bacterias que algunas de las subterráneas que contienen los viajes antiguos de Madrid, y que, procediendo, en general, de los grandes embalses del Pontón y de El Villar, han sufrido ya, por una sedimentación prolongada, una enérgica y eficazísima depuración.

No quiere decirse con todo esto que no deba pensarse en la filtración de las aguas del Lozoya, principalmente con el fin de disminuir su riqueza en microorganismos y secundariamente en obtener una mayor transparencia cuando las aguas no estén completamente claras; pero se comprenderá con lo dicho que es indispensable, ante todo, resolver previamente el problema de las turbias, pues sin ello será imposible plantear tan siquiera el de la filtración.

Se ha citado estos días, sin duda con mejor deseo que acierto, la instalación de Berlín. El caso es por completo distinto. Berlín se surte actualmente de las aguas del lago Tegel, que es un ensanchamiento del río Havel, y de las del lago Müggel, que es otro ensanchamiento del Spree. Son aguas extraordinariamente puras, efecto sin duda de la sedimentación, casi siempre claras, tomando algún color únicamente cuando el viento agita la superficie de los lagos. Se tienen allí, por lo tanto, todas las condiciones que requiere una buena filtración, no obstante lo cual, y lo citamos como dato curioso, las aguas filtradas tienen un ligero color pajizo.

Más que con la de Berlín, tiene semejanza la distribución de Madrid con la de Londres. Sabido es que las aguas que abastecen esta gran población, proceden en una pequeña parte de pozos artesianos, y el resto se extrae de los ríos Támesis y Lea. Grandes depósitos descubiertos, á los que pronto se agregará uno nuevo, actualmente en construcción, de una capacidad enorme, sirven para almacenar el agua de los ríos, extraída de ellos cuando no tienen avenida, y que constituyen la reserva para atender al consumo mientras la avenida dura; en estos depósitos se verifica la sedimentación previa de las aguas para desembarazarla de las sustancias más pesadas, y para reducir notablemente, como ha demostrado Frankland, verdadera autoridad en el asunto, su riqueza en microorganismos. Una disposición análoga es la que debe aplicarse á Madrid, lo cual será posible una vez construido el tercer depósito.

Sin duda será inútil presentar mayores datos relacionados con la filtración de aguas, materia por extremo conocida de cuantos se ocupan en el abastecimiento de poblaciones, y será inútil igualmente que reproduzcamos aquí las disposiciones adoptadas en muchas capitales, Berlín entre ellas, pues cualquiera podría encontrarlas con todos los detalles necesarios en cuantos tratados sobre la materia corren en manos de los estudiantes de Ingeniería. Era, sin embargo, preciso hacer las indicaciones que preceden para destruir esa especie de leyenda de los filtros, que tan sólo podía conducir á extraviar la opinión del vecindario de Madrid, en materia que tan de cerca le interesa.

Mientras tanto, no parece que pueda adoptarse para las turbias otro medio verdaderamente eficaz que el de acelerar cuanto se pueda la construcción del tercer depósito, y también el esta-

blecimiento de una nueva presa en el río Guadalix, así como la prolongación del canal actual, con el fin de evitar el tener que dar entrada á las turbias que ocasionan algunos arroyos inferiores á la presa del Villar. No estaría de más habilitar de nuevo el depósito menor, ciertamente de escasa capacidad para las actuales necesidades de Madrid, pero de reparación poco costosa y de gran utilidad en las presentes circunstancias.

Con todo esto y el enfreno del inmoderado consumo que hoy existe, para que en lo porvenir no alcance cifras extraordinarias, quedarán vencidas las turbias, y, lo que es también muy importante, se habrá mejorado la pureza bacteriológica del agua y se habrá preparado el camino para hacer prácticamente posible la filtración lenta en grande escala que requiere la sedimentación previa.

En las circunstancias actuales pueden ser útiles elementos los filtros domésticos y el empleo del alumbre para aclarar el agua destinada á toda clases de usos, menos la que se emplee en la bebida, preparación de alimentos y otros análogos.

El alumbre disuelto en el agua en pequeña proporción tiene, en efecto, la notable propiedad de aclararla rápidamente, formándose un precipitado que arrastra al fondo, no sólo las materias minerales, sino también toda especie de microorganismos. El empleo del alumbre se ha extendido en muchas poblaciones de los Estados Unidos en los últimos años, haciéndose posible con él la filtración rápida por medios mecánicos.

Hasta el presente, el uso de las aguas tratadas por este procedimiento, empleadas para la bebida y demás usos domésticos, ningún inconveniente ha ofrecido, si bien hay que notar que el agua sólo contiene después de filtrada cantidades extremadamente pequeñas de alumbre, lo cual no sucederá seguramente cuando no se filtre el agua, y sobre todo cuando, habiendo empleado una cantidad excesiva de alumbre, no se haya dejado sedimentar durante bastante tiempo. Conviene sobre todo no emplear más alumbre que el puramente preciso, y es preferible á los polvos el alumbre en terrón, que debe sacarse en cuanto el agua empieza á aclarar.

Sensible es que una capital de la importancia de Madrid esté sujeta á tan graves inconvenientes, como son los que se derivan de las turbias, lo cual revela indudablemente deficiencias que serán más ó menos difíciles y costosas de remediar, pero que es indispensable de todo punto que tengan término prontamente; pero acaso más sensible que esto sería el que no buscásemos los remedios racionales que la ciencia y la práctica aconsejan, que no los planteásemos oportunamente con método y, finalmente, que no sustituyéramos á los arrebatos de nuestra fantasía meridional, impotente en estas materias para alcanzar el fin, la razonada perseverancia de las razas del Norte, en la que reside en gran parte el principal secreto de muchos de los éxitos que nos asombran.

RÍA DEL GUADALQUIVIR

VIENTOS

Existe un agente, que influye notablemente en el régimen y movimiento de las aguas de la ría, no solamente de un modo indirecto, provocando las lluvias, y los temporales, sino de una manera directa, ocasionando ciertos efectos que no puede menos de tenerse en cuenta, al tratar de las obras de su mejora: este agente es el viento, que hay que empezar por estudiar antes de ocuparnos de cuanto concierne á las aguas, consideradas en sí mismas y de una manera directa.

Desembocando la ría del Guadalquivir en la costa del Norte del mar del Saco de Cádiz, los movimientos de la atmósfera en la ría serán necesariamente una derivación de los de la atmósfera en este mar; y la modificación que este movimiento haya de sufrir, para llegar al juego de la atmósfera en la ría, no puede ser notable, ya porque la distancia desde el mar á Sevilla no es de consideración para este efecto, ya porque afectando el valle del Guadalquivir en su parte inferior la forma de una extensa y baja llanura, sin que existan accidentes oro-