

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

PURIFICACIÓN DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO DE PARÍS

Encargado desde hace años del Laboratorio químico-bacteriológico de análisis de aguas en la Sociedad Hidráulica de Santillana, y apasionado por estos estudios he aprovechado una ocasión para estar en París unos meses en relación con los principales químicos, y como el problema del abastecimiento de agua en las grandes poblaciones, presenta puntos comunes en todas ellas; creo que tiene un cierto interés el saber cómo se han resuelto los problemas en París para ver qué parte de estas soluciones podemos aplicar al abastecimiento de aguas de Madrid.

No consideraré naturalmente el abastecimiento de aguas en toda su extensión, sino algunas de las dificultades que á los químicos biólogos encargados de estos servicios se les han presentado, sobre todo, aquellas cuya solución pueda presentar interés por ser aplicable á la higiene de nuestras aguas.

Además de una cantidad grande de agua impotable del Sena, que se emplea para riegos y otros servicios análogos, la ciudad de París tiene un abastecimiento de agua potable. Este agua procede de dos orígenes; de agua de manantiales captada en las mejores condiciones posible de higiene, y agua de un río, el Marne, que por haber recorrido un país muy habitado llega contaminado al punto de la captación, y el agua necesita ser filtrada antes de pasar á las cañerías de abastecimiento.

Normalmente, el agua de manantial no es sometida á ninguna clase de purificación; se contentan con evitar toda causa de contaminación, y asegurarse por un análisis diario de las condiciones de potabilidad del agua.

Para evitar la contaminación empiezan por determinar la zona en que el manantial recoge su agua. Determinación que se lleva á cabo vertiendo sobre el terreno una materia colorante, la fluoresceína, y viendo si aparece ó no disuelta en el agua del manantial.

Una vez determinada la zona de recogida de aguas se presenta el problema de evitar que en ella se viertan bacterias patógenas que pudieran pasar al agua del manantial. Problema muy semejante al que se presenta en Madrid, en que por ser reducida la cuenca de los ríos que nos abastecen de agua se podía tender á evitar en ella las causas de contaminación.

La cuenca de los manantiales está habitada, y por estar fuera de París, el Ayuntamiento no tiene la menor autoridad sobre los habitantes. La policía higiénica la ejercen sobre todo, por medio de los médicos de la región. En cuanto un médico tiene en su clientela un enfermo del tifus, cólera ó disenteria, da parte de

ello al servicio de higiene de las aguas, al que se remite al mismo tiempo una muestra de heces para confirmar el diagnóstico. El servicio de higiene manda inmediatamente un químico con todo el material de desinfección necesario, proporciona al enfermo orinales desinfectables y se encarga del lavado de sus ropas; apoyado en todo por la autoridad moral del médico. Por este procedimiento se evita completamente la contaminación del agua por las bacterias procedentes del enfermo. La ciudad da al médico una gratificación de 20 francos por cada enfermo ó portador de gérmenes cuya presencia señala. El gasto anual de este servicio representa unos 2.000 francos.

Además de este servicio médico tiene la ciudad guardas reclutados entre la gente de la región, que contribuyen á denunciar á los enfermos y á los portadores de gérmenes, y á convencerles de la necesidad de la desinfección de los productos.

En algunos raros casos en que en un punto determinado se produce una contaminación más importante, se procede á la javelización forzada de las aguas de la región, es decir, se les añade una cantidad grande de hipoclorito sódico ó cálcico, que las esteriliza totalmente; el exceso de cloro libre desaparece del agua cuando ésta se mezcla con la demás. Este método ha sido sobre todo empleado en Nueva York para esterilizar las aguas de algún arroyo que traían bacterias nocivas al depósito general de agua de abastecimiento.

Los manantiales que abastecen París se encuentran en terreno calcáreo; este terreno presenta, para la higiene del agua, el peligro de que á veces se abren en él fisuras por las que pasan al agua del manantial aguas más superficiales ó aguas de ríos contaminados. La mineralización del agua de cada manantial suele ser constante y distinta de las de las aguas superficiales. Por esto, la determinación diaria de la conductibilidad del agua da un dato importante para averiguar en seguida la presencia de aguas con una mineralización distinta de la que presenta corrientemente el manantial. En cuanto se percibe una variación de esta clase, se trata de buscar su origen y de ver si se puede evitar, ó por lo menos suprimir, su peligro para la salud.

Recogida el agua con todas estas precauciones, se comprende que no necesite ninguna purificación ulterior y se pueda entregar directamente al consumo. Solamente de un modo excepcional se esteriliza actualmente por el método del hipoclorito, el agua de uno de los manantiales, por haber sido su cuenca campo de una de las batallas más encarnizadas de la guerra, habiendo quedado, como consecuencia de ella, una porción de enterramientos hechos en no muy buenas condiciones, y cuya posición exacta se desconoce en la mayor parte de los casos.

Estudiaremos con más detención la purificación de agua de río por ser el problema más análogo al que se nos presenta en Madrid á los químicos biólogos encargados de la higiene del agua. Tomaremos como tipo la instalación de Joinville para la purificación de las aguas del Marne, instalación que he tenido ocasión de estudiar detenidamente gracias á la amabilidad del Sr. Dictert, Jefe del servicio de higiene de las aguas de París.

El Marne llega á Joinville después de haber atravesado una cantidad grande de poblados. Sus aguas están contaminadas, contienen una enorme cantidad de bacterias, se encuentra gran abundancia de bacterias del colon y se consigue aislar de ellas con gran frecuencia el bacilo tífico y bacilos paratíficos.

La instalación de purificación se encuentra situada á orillas del canal que une al Marne con el Sena, pero la toma de agua se efectúa en el Marne aguas arriba del poblado de Joinville. En esta instalación se somete el agua á la purificación mecánica y á la química.

Por medio de unas ruedas enormes, que proceden del año 60 del siglo pasado, se utiliza la fuerza de una de las esclusas del canal para elevar el agua del río al nivel de los filtros, donde es sometida á una antefiltración y á una filtración lenta. No describiré la parte de ingeniería de estos filtros por ser asunto harto conocido, y no ser además de mi especialidad; veremos únicamente aquello que puede interesar á un químico.

Los antefiltros están constituidos por una capa de un metro de arena bastante fina. El sistema que se empleaba antes de filtración por guijarros ha sido totalmente abandonado por su poca eficacia y por la dificultad de su limpieza. Sabido es que una buena antefiltración es de la mayor importancia para la filtración lenta; cuanto mejor antefiltrada esté el agua, mayor será la duración del filtro lento, cuya limpieza es una de las partidas más importantes en el gasto de la filtración.

La capa de arena filtrante está sujeta sobre un piso de hormigón hecho con piedras algo grandes y poco cemento. Los antefiltros efectúan una filtración rápida; su duración es corta, solamente funcionan hasta que empieza á formarse sobre ellos la capa de algas. Su limpieza tiene que ser frecuente: se efectúa invirtiendo la dirección de la corriente del agua y removiendo al mismo tiempo la arena con un chorro de agua á presión, que los operarios inyectan con unas lanzas especiales. El agua de limpieza sale á la alcantarilla por un canalillo central cuyas paredes son más altas que el nivel del agua cuando el filtro está trabajando.

De los antefiltros pasa el agua á los filtros lentos, donde sufre la verdadera purificación, tanto física como bacteriológica y química. Son estanques de una superficie grande, que contienen, como los antefiltros, una capa de un metro de arena (de grano un poco más fino que la de los antefiltros) sujeta sobre un tamiz de hormigón. Sobre esta capa de arena se recibe el agua del antefiltro en un espesor de un metro. Al principio el agua atraviesa la arena con la misma rapidez que en el antefiltro, pero pronto se desarrolla sobre la superficie de la arena la capa de algas que han de formar el filtro que no atravesarán las bacterias y que han de actuar como desinfectantes del agua. La marcha de la filtración se sigue por el análisis bacteriológico del agua. En cuanto deja de encontrarse el bacilo del colon en 50 centímetros cúbicos de agua analizados, se da ésta como buena y pasa á la canalización general. El agua que pasó antes se reúne con la procedente de los antefiltros y va á servir á filtros ya formados.

Cuando se ve los filtros en función, llama la atención el enorme desarrollo de algas que en ellos hay; se ven algunas que llegan hasta la superficie del agua. Son estas las algas que contribuyen á la purificación del agua, no solamente por la capa filtrante que forman sobre la arena, sino por su acción química.

Estas algas son verdes, contienen clorofila. Como todas las plantas necesitan para su existencia carbono, éste lo toman del anhídrido carbónico del agua que descomponen empleando la energía de la luz del sol en carbono y oxígeno. Este oxígeno naciente contribuye de un modo poderoso á la destrucción de las bacterias del agua.

Al tomar las algas el ácido carbónico precipita el carbonato cálcico que estaba disuelto en el agua, gracias á un exceso de ácido carbónico; este precipitado fino es retenido por el filtro contribuyendo á hacerlo más tupido y más eficaz. La desaparición del bicarbonato cálcico se traduce en el análisis por una disminución de la alcalinidad. Se ve, por lo tanto, que la valoración de la alcalinidad nos puede dar una medida del funcionamiento biológico del filtro.

La enorme influencia de las algas en la purificación del agua por filtración, se ve de un modo claro cuando se estudia la acción del tiempo sobre el funcionamiento de los filtros. Con tiempo claro los filtros funcionan muy bien. Con tiempo nublado ó con viento, su funcionamiento es mucho peor.

Una de las cosas más perjudiciales para los filtros son las heladas. Cuando el agua de la superficie se hiel, las algas dejan de recibir la cantidad de aire y de luz necesarias y cesan en su acción bioquímica. Para evitarlo, se hace en Joinville llegar el agua á lo largo de los bordes del estanque, produciendo una corriente que evita la helada que comienza siempre por los bordes.

Uno de los enemigos de los filtros lentos son las diatomeas, en los del agua del Marne no se encuentra más que una pequeña cantidad de una diatomea del género *Navicula*, que no entorpece la filtración, sino más bien contribuye á formar la capa filtrante.

Pero ha habido instalaciones en que un desarrollo excesivo de diatomáceas atascaban en seguida los filtros y disminuía mucho su duración en servicio. En el mismo París, en la instalación de la Compagnie Générale des Eaux, que abastece á Neuilly, se desarrolló una plaga de diatomeas que entorpecía y hacía casi imposible la filtración del agua.

Casos análogos se han presentado con frecuencia en Norte América en la filtración de aguas de embalse; la dificultad se ha vencido destruyendo las diatomeas, bien sea por el sulfato de cobre ó por los hipocloritos antes de la filtración. En Neuilly el problema era más difícil, porque no se trataba de agua embalsada, sino del agua de un río de la que solamente se tomaba una parte.

Se ensayó el tratamiento aguas arriba por el cobre, pero como había que añadirlo en pequeñas cantidades y de un modo continuo, no se consiguió más que aclimatarlas y hacerlas resistentes al cobre á las diatomeas. Felizmente, sin que se sepa el motivo, la plaga desapareció de un modo espontáneo.

La salida del agua de los filtros está instalada de modo que sea siempre un caudal constante; un sistema de sifón sobre flotador consigue este objeto. El caudal es de 2,40 metros, es decir, que el agua atraviesa la capa de arena filtrante recorriendo esta longitud en veinticuatro horas.

La caída de presión, es decir, la diferencia de nivel del agua antes y después de la filtración indica la marcha del filtro. Cuando empieza á funcionar la caída es de 20 á 40 centímetros. Va aumentando y el filtro se desecha cuando la caída llega á 1,20 metros.

La duración de un filtro es muy variable en cada instalación. Depende en gran parte de la bondad de la antefiltración. La duración corriente en Joinville es de seis meses á un año. En la instalación de Neuilly llegan actualmente á durar hasta dos años en servicio.

Cuando la caída de presión alcanza 1,20 metros, el filtro se pone fuera de servicio y se procede á su limpieza. Después de vacío se recoge con unos rastrillos la capa de algas que cubre la arena. De ésta se levantan los 40 primeros centímetros que se recoge en montones y se lava con una corriente de agua. La arena lavada se devuelve al filtro y se vuelve á empezar el trabajo con él.

La capa profunda de la arena, los últimos 60 centímetros, no se lavan, y como poco á poco se van ensuciando, el rendimiento del filtro va disminuyendo; la pérdida de carga inicial va aumentando. Cuando la pérdida de carga al principio del funcionamiento alcanza 40 centímetros, hay que vaciar totalmente el filtro y lavar toda la arena.

Recientemente se ha ensayado en Joinville un método de limpieza de filtros que parece dar buen resultado, ahorrando mucha mano de obra, que ahora está tan cara. Consiste el método en construir en el centro del filtro un canal de desagüe de paredes altas, análogo al de los antifiltros. Una vez vacío el filtro sucio se rastrillan las algas, y por una corriente contraria, ayudada por lanzas con agua á presión, se lava toda la arena en su sitio.

El agua de los estanques filtrantes se recoge separada en un colector en que, según el resultado del análisis, se puede enviar el agua á la ciudad ó volverla á hacer pasar por los filtros. Hasta ahora, se analizaba á diario el agua de cada filtro para ver si estaba en condiciones; ahora, como el agua pasa aún por la purificación química que elimina con seguridad las últimas bacterias, este enorme trabajo se ha simplificado; una vez que un filtro está ya formado, entra en el servicio general y no se analiza más que el agua total de todos los filtros antes y después de la purificación química. Cuando en el agua total se nota alguna anomalía, se busca el filtro del que procede.

Después de la filtración, el agua pasa á la purificación química.

Los métodos de desinfección de las aguas que se emplean hoy principalmente, son: el tratamiento por el ozono; la javelización, ó desinfección por hipoclorito cálcico ó sódico (agua de Javel); el cloro líquido; la esterilización por los rayos ultravioletas.

El último método se encuentra actualmente en vías de estudio; se tropieza con no pocas dificultades técnicas que vencer aparte del precio elevado de la instalación y de su entretenimiento.

La desinfección por el ozono está fundada en la acción bactericida de este gas. El ozono es un oxidante enérgico, es un polímero del oxígeno que se descompone con facilidad dando oxígeno molecular y oxígeno activo capaz de producir oxidaciones á las que se debe el poder desinfectante de este gas.

El hipoclorito sódico ó cálcico es un cuerpo por lo menos tan bactericida como el ozono. Disuelto en el agua se descompone, produciendo cloruro sódico y oxígeno nascente que actúa como oxidante. Tiene la ventaja sobre el ozono de ser mucho más barato y no exigir para su empleo ninguna instalación especial.

Actualmente la industria de la guerra ha desarrollado de un modo enorme la fabricación del cloro líquido. En el comercio se encuentra con facilidad, y á precio reducido, tubos de este gas. Los americanos lo han empezado á emplear para la desinfección de las aguas; al disolverse en ellas, produce con los álcalis que contienen una disolución de hipocloritos que actúa como desinfectante. Hacen llegar el gas por medio de un borboteador de carborundum; se tropieza, sin embargo, en esta operación, con una dificultad técnica que consiste en que si bien el carborundum resiste á la acción del agua y el cloro, no se ha conseguido aún encontrar ningún cemento resistente para sujetarlo. Tratan ahora

de solventar esta dificultad disolviendo el cloro en agua á una presión de dos atmósferas y añadiendo el agua de cloro, así preparada, al agua que hay que esterilizar.

Los dos métodos que se emplean en la instalación de Joinville son la ozonización y la javelización.

La instalación de ozonización es de un gran lujo; está constituida por dos mitades iguales, una montada por la Compagnie Générale de l'Ozone y la otra por la Casa Siemens. Puede estudiarse muy bien en ella las ventajas y los inconvenientes de ambos procedimientos.

No puedo entrar en una descripción detallada de ambas instalaciones, y solamente señalaré algunas de las observaciones hechas en Joinville.

La desecación del aire presenta serios inconvenientes; se consigue haciéndole pasar un serpentín enfriado por una máquina de distensión de amoníaco. No se consigue nunca una desecación buena, y la humedad que queda hace que con facilidad salten chispas en los ozonizadores, disminuyendo el rendimiento en ozono y aumentando el rendimiento en gases nitrosos.

De los dos tipos de ozonizadores, el de la Compañía del ozono se caracteriza por estar formado por electrodos en forma de placas, mientras que los de la Casa Siemens son electrodos concéntricos. Es más fácil el montaje de los primeros por el difícil centraje en los ozonizadores Siemens; en cambio, las condiciones de aislamiento son mejores en estos últimos; en Joinville ha habido ya dos casos de electrocución en los primeros.

La llegada del aire ozonizado al agua se efectúa en el sistema de la Compañía general, por aspiración; en el sistema Siemens, por compresión. Siendo como son todos los tubos de gres, se producen grietas con suma frecuencia, y con el sistema de aspiración entra por ellas una cantidad de aire no ozonizado que diluye este reactivo. En cambio, en el otro sistema sale ozono por las grietas y hace pronto irrespirable el aire de la sala.

Como emulsionador no se emplea más que un pozo sencillo á cuyo fondo llega el agua mezclada con el aire ozonizado; se han suprimido todas las placas intermedias porque se ha encontrado que no servían para nada.

Desde el punto de vista químico se ha encontrado que la marcha de la ozonización es muy irregular. La concentración en ozono del aire tratado varía á cada momento, siendo bastante irregulares los resultados obtenidos en la desinfección del agua. Los dieléctricos se rompen con mucha frecuencia, estando obligados constantemente á parar para reparar averías.

Todas estas dificultades técnicas han hecho á los americanos desistir hace tiempo de la ozonización de las aguas.

Con el método de la ozonización compite el de la javelización.

Los efectos obtenidos por uno y por otro, son muy parecidos desde el punto de vista de la desinfección del agua. Aparte de la inseguridad y la complicación, el tratamiento por el ozono es un método muy caro. Sin contar la amortización de la instalación, puede calcularse que el tratar un metro cúbico por el ozono cuesta 0,05 pesetas, mientras que la javelización cuesta en París 0,002 pesetas por metro cúbico. Es verdad que el ozono no deja en el agua ningún residuo después de su tratamiento, pero el introducir algún miligramo de cloruro sódico ó cálcico por litro de agua no parece que haya de tener mucha importancia para la higiene.

Los químicos americanos fueron los primeros que se decidieron á desinfectar sus aguas en grandes proporciones por el empleo de hipocloritos. A los químicos europeos les costó algún trabajo seguirles.

La inundación del año 1910 anegó y estropeó la instalación de filtros de Joinville. Siguió un verano muy caluroso y París se

encontró con que el agua de manantial no era suficiente para el abastecimiento, había que recurrir al agua del Marne que no se podía filtrar y en cuarenta y ocho horas se montó la javelización de las aguas no filtradas, como último recurso. Los resultados obtenidos fueron tan satisfactorios que hoy ha quedado la javelización como único método de purificación química del agua.

La falta de carbón producida durante la guerra ha hecho que no se disponga de la energía eléctrica necesaria para la fabricación del ozono; la instalación ozonizadora se ha parado y en su lugar no marcha hoy más que la instalación de hipoclorito.

Puede emplearse para la desinfección del agua una disolución de hipoclorito sódico que se encuentra en el comercio con el nombre de agua de Javel; es el método más sencillo, porque no hace falta más que añadir al agua la cantidad necesaria de la solución previamente valorada. El inconveniente del método está en el precio elevado del agua de Javel y lo caro y molesto de su transporte. Puede prepararse el agua de Javel por doble descomposición del hipoclorito cálcico con el carbonato sódico; pero es esta una operación engorrosa que no presenta ninguna ventaja. Que quede en el agua después del tratamiento una pequeña cantidad de cloruro sódico ó de cloruro cálcico es igual. Recientemente el empleo del hipoclorito sódico vuelve á estar en boga; se encuentran en el comercio unos aparatos sencillos de electrolisis que permiten fabricarse en el sitio de empleo, su solución de hipoclorito sódico, partiendo de una disolución de cloruro sódico.

En Joinville se emplea una disolución de hipoclorito cálcico preparada por extracción con agua del cloruro de cal del comercio. Estudiaremos con algún detalle la instalación, porque tiene interés por ser el método químico más sencillo y barato para desinfección de las aguas.

El cloruro de cal se encuentra en el comercio en barricas de madera, hay que poner mucho cuidado que las duelas no sean de pino ni de madera resinosa; se forman, si no, á expensa de la resina, una serie de derivados clorados que comunican al agua un olor intenso de yodoformo. Este mismo olor se percibe cuando se hace pasar aguas que contienen aún cloro libre por tubos recién pintados con alquitrán.

Para preparar la solución se extrae varias veces el cloruro con agua, separando la solución por decantación. Las soluciones de hipoclorito atacan mucho á la madera, hay que prepararlas en recipientes de gres ó de cemento; si se emplean recipientes de madera hay que parafinarlos previamente.

Supongamos que se quiera preparar un metro cúbico de solución de cloruro de cal por día. Se fabrican tres cubas de una capacidad de 1,400 metros cúbicos cada una. En la primera se encuentran 200 kilogramos de cloruro de cal agotado ya por dos lavados. En la segunda se encuentran 200 kilogramos de cloruro agotado por un lavado. En la tercera se colocan 200 kilogramos de cloruro de cal nuevo, destruyendo por medio de un pisón los terrones que presenta.

Se añaden 1,200 metros cúbicos de agua á la primera cuba y se agita bien durante una hora con un rastrillo de madera.

Después de la agitación se deja reposar veinticuatro horas. Esta agua, que contiene ya un poco de cloro, se separa por decantación y se hace pasar á la segunda cuba, que contiene un producto más rico en cloro. Se agita y deja decantar, como se ha hecho en la primera cuba. El líquido decantado se hace pasar del mismo modo por el cloruro reciente. Se obtiene así una solución que contiene 50 á 55 gramos de cloro libre por litro. El cloruro de cal, extraído tres veces, está totalmente agotado; es sustituido por cloruro fresco. Con este sistema se consigue hacer un lavado continuo de cloruro. El barro que queda en las cubas puede emplearse para el abono del campo, da excelentes resultados.

La solución de hipoclorito se envía por una bomba al depósito, del que ha de pasar al acueducto, donde se mezcla con el agua por esterilizar. Es curioso hacer notar que esta solución de hipoclorito, á pesar de su gran concentración, no ataca á los tubos de hierro por donde pasa; los de Joinville tienen siete años de vida.

Para hacer llegar la solución de hipoclorito al agua hace falta un dispositivo especial, que permita regular de un modo exacto la cantidad de líquido que cae. En Joinville se hace caer una cantidad de solución por una llave de gres, que regula la salida de un recipiente del mismo material, en que el nivel constante se consigue gracias á un flotador de madera, con un obturador de vidrio que cierra la llegada de solución. Se determina con frecuencia la cantidad de solución que cae por minuto.

Se hace llegar la solución al agua en el tubo de aspiración de las bombas elevadoras, que hacen pasar el agua á los depósitos.

¿Qué cantidad de hipoclorito hay que añadir al agua?

El tratamiento puede hacerse en dos formas: ó bien se añade una gran cantidad de este desinfectante y después se elimina el exceso de cloro activo, añadiendo al agua bien sea sulfito sódico, ó hiposulfito, ó amoníaco; ó se añade el hipoclorito en tal proporción que desaparezca él sólo del agua, que lo consume en la oxidación de su materia orgánica.

En las aguas claras, en las que no existen partículas en suspensión, en las que se puedan refugiar las bacterias, el segundo sistema de tratamiento suele ser suficiente. Es el que se sigue con las aguas del Marne filtradas.

Se ha visto que para obtener una desinfección casi total del agua, la acción del hipoclorito debe durar unas tres horas. Se mide de tal modo el hipoclorito añadido que tarde tres horas en desaparecer del agua; durante este tiempo, el agua recorre las canalizaciones sin llegar á los consumidores.

Si á un litro de agua se le añaden 3 miligramos de cloro activo en forma de hipoclorito, se agita fuertemente y se valora el cloro libre restante al cabo de quince minutos, se averigua por diferencia el número de miligramos de cloro activo que este agua consume en un cuarto de hora. Se ha encontrado de un modo empírico que este número de miligramos aumentado de 0,5 es la cantidad de cloro activo que tarda tres horas en desaparecer del agua.

Adosado á la instalación de filtros hay un laboratorio en el que se hacen continuamente los análisis relacionados con la marcha de las operaciones. Veamos ligeramente cuáles son los métodos empleados.

Los métodos clásicos para la valoración del cloro libre en solución neutra, son en general engorrosos. Por la alcalinidad del agua la valoración no se puede hacer de un modo directo. Dienert y Wandenbulke han encontrado que esta valoración puede hacerse de un modo directo si se añade al agua cloruro ó sulfato amónico. La valoración se hace del modo siguiente: A un litro de agua se añade, aproximadamente, un centímetro cúbico de una solución de sulfato amónico al 1 : 100; se añade, después, una pequeña cantidad de yoduro potásico y algo de solución de almidón como indicador. Con una bureta muy estrecha se deja caer

una solución $\frac{N}{35,5}$ de ácido arsenioso, hasta que desaparezca el color azul. El número de centímetros cúbicos gastados indica los miligramos de cloro activo que hay por litro de agua.

Se valora con frecuencia la alcalinidad del agua; se emplea como indicador el anaranjado de metilo; ya hemos visto la importancia de este dato para conocer la actividad bioquímica de los filtros.

El nitrógeno nítrico se valora por colorimetría. Su cantidad

aumenta por la filtración, las algas de los filtros oxidan amoníaco, produciendo ácido nítrico.

Finalmente, como análisis químico corriente se valora la materia orgánica por el método del Laboratorio de Montsouris, bien conocido de todos.

Los métodos de análisis bacteriológicos presentan también gran interés.

La numeración de las colonias se hace en cajas de Roux sobre gelatina, contando aparte las colonias liquidantes y los mohos. Son datos á los que no se da demasiada importancia.

Tiene especial interés la investigación y la dosificación de las bacterias del colon, pues sobre ella está basada la marcha de todas las operaciones.

Corrientemente se hace la investigación del *B. coli* añadiendo por pesada 50 gramos de agua á 5 centímetros cúbicos de una solución de peptona fenicada al 1,3 por 100, que se encuentra esterilizada en un matraz.

La falta de peptona y su precio elevado ha hecho sustituir en estas operaciones la peptona de carne por extracto de levadura autolizada. Éste se prepara manteniendo durante veinticuatro horas á 50 grados la levadura de cerveza para producir la autólisis; en el producto obtenido se coagulan las albúminas por el calor y se filtra. Esta sustitución ha representado para la villa de París una disminución en el gasto de peptona de 5.000 á 2.000 francos anuales.

El agua mezclada con la peptona fenicada se coloca en una serie de cinco tubos de ensayos estériles, que tienen hacia su mitad un tubo horizontal de comunicación. Por una inclinación se reparte el líquido haciendo que todos contengan la misma cantidad.

Se colocan en la estufa á 41 grados. Al cabo de veinticuatro horas se ve cuál de los tubos se ha enturbiado, y resembrando de él se hace la serie de reacción características del coli; fermentaciones, reacción del indol, etc., para cerciorarse de que se trata de esta bacteria. Si se ha enturbiado uno, se dice que hay un bacilo del colon por 50 centímetros cúbicos de agua; si dos, etc.

Cuando se trata de aguas muy contaminadas hay que diluirlas previamente con agua estéril.

Con el agua javelizada, el método del caldo fenicado puede dar resultados erróneos, porque á veces se encuentra en ellas bacterias del colon que si bien no están muertas, tienen una vitalidad muy reducida, que las hace inaptas para desarrollarse en presencia del fenol. Estas aguas se siembran además en agua de peptona con rojo neutro (sin añadir glucosa, pues como acaba de demostrar Rochaix, esta adición es perjudicial), y cultivando á 41 grados, se ve en cuántos tubos el color del rojo neutro pasa al amarillo fluorescente.

La investigación del bacilo de Ebert y los paratíficos se hace lo mismo para las aguas que para las heces que envían á analizar, con el caldo al verde de malaquita. El agua de peptona con verde, al $\frac{1}{2.000}$ da excelentes resultados en este laboratorio. De este medio se siembra en placas de Endo, de gelosa-lactosa tornasolada ó de gelosa al plomo.

Veamos como ejemplo algunos resultados obtenidos por la javelización.

	Bacilo coli en 100 centímetros cúbicos.	Colonias por centímetro cúbico.
Agua antes del tratamiento.	500	4.460
Agua una hora después.	2	38
Agua tres horas después.	0	9

París, Agosto, 1919.

DOCTOR A. MADINAVEITIA.

Transporte de remolacha

en las regiones de Aragón, Navarra, Rioja y Cataluña
en la campaña de 1918-19.

por

DON JUAN A. SANZ Y GALLEGO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1).

Consideraciones generales.—Nombrado, por Real orden del Ministerio de Abastecimientos, de 17 de Septiembre de 1918, Delegado del Comité de Transportes en Zaragoza, para el transporte de la remolacha en las regiones de Aragón, Navarra, Rioja y Cataluña, era preciso hacer un previo estudio de su repartición, para lo cual no había más base que los datos facilitados por la Oficina Central de Azucareras y Alcohólicas, que se reducían á la cantidad de remolacha facturada en las estaciones en la campaña anterior, disminuída en un 20 por 100, pues se suponía en aquella época que la cosecha de remolacha sería menor en esta proporción que la del año anterior.

La industria azucarera y alcohólica, con la base de la remolacha, está constituida en estas regiones por las Sociedades, con las fábricas siguientes:

Azucarera general de España, con las fábricas de Calatayud, Casetas, Puebla de Híjar, Aragón, Alagón, Cortes (Rapperrie), Marcilla y Calahorra, Industrias Agrícolas, con las fábricas de Epila y Santa Eulalia, Azucarera del Ebro con su fábrica de Luceni y sus asociadas de Terrer y Compañía de Alcoholes de Bilbao en Zaragoza, Industrial Navarra con su fábrica de Tudela, Sociedad Morató y Sampera con la fábrica Azucarera del Gállego é Industrial del Duero, La Rasa y las Alcohólicas, Bodegas Bilbao de Rieja, Unión Alcohólica con su fábrica de Zaragoza y la Alcohólica del Pilar.

Representan estas fábricas una capacidad industrial desde el punto de vista de consumo de remolacha en campaña de cien días, de 1.140.000 toneladas distribuídas en la forma siguiente:

	Toneladas.
La Rasa.....	35.000
Terrer.....	35.000
Calatayud.....	80.000
Santa Eulalia.....	70.000
Rieja.....	20.000
Epila.....	115.000
Casetas.....	60.000
Alagón.....	90.000
Luceni.....	80.000
Tudela.....	90.000
Calahorra.....	60.000
Marcilla.....	60.000
Aragón.....	90.000
Gállego.....	100.000
La Puebla.....	80.000
Unión Alcohólica.....	35.000
Alcohólica del Pilar.....	30.000
Compañía de Alcoholes (Zaragoza).....	10.000
TOTAL.....	1.140.000

En esta capacidad no se ha incluido la correspondiente á la Rapperrie de Gallur por haber funcionado con el cupo correspondiente á la fábrica de Alagón, ni la nueva Azucarera de Cortes, la cual, en virtud del convenio, no ha trabajado esta campaña.

Como quiera que la capacidad agrícola de las regiones, aun en años de buena cosecha, no podrá rebasar la cifra de 900.000 toneladas, existe una diferencia de 240.000 toneladas que representan un 21,05 por 100 de la capacidad industrial.

(1) Extracto de la Memoria oficial presentada por nuestro distinguido compañero que ha realizado tan brillante campaña.