

LOS SERVICIOS DE ALIMENTACIÓN DE AGUAS EN PARÍS⁽¹⁾

Datos históricos. — Organización. Personal. — París cuenta hoy con una población de cerca de 3 millones de habitantes, repartidos en una superficie de 7.800 hectáreas comprendida dentro del recinto fortificado.

La dotación media de agua diaria de que disfruta en la actualidad es de unos 300 litros por habitante, de los cuales 100 son de agua potable.

A principios del siglo pasado, para 548.000 habitantes y una extensión de 3.800, no excedía la dotación de 15 litros; la población se alimentaba entonces de agua de pozo y de la tomada directamente del Sena, más la de algunos acueductos como el de Arcueil, de escaso caudal, si bien notable por su arquitectura y por estar trazado sobre las huellas de antigua obra romana.

Los primeros trabajos de abastecimiento de aguas públicas se ejecutaron con fondos del Real Tesoro ó de la Villa, sola ó en participación, y de aquí la antigua división en Aguas del Rey y Aguas de la Villa.

El problema ha sido y es de tanta dificultad como importancia, y muy interesante el conocimiento de las vicisitudes por que ha pasado hasta llegar al estado actual. Desde el tiempo del Consulado y del Imperio fueron estudiados numerosos proyectos de abastecimiento, realizados algunos, abandonados otros, interviniendo en tiempo del segundo imperio personalidades de gran fama administrativa como el Prefecto Hausmann y notables Ingenieros como Belgrand, Freycinet y luego Alfand, Conche y Bechmann, hasta llegar á la organización presente, que se acerca bastante á la perfección, pero que no por eso deja de ser objeto de continua atención por parte del Municipio, que acuerda anualmente obras de mejora y ampliación, y obtiene los recursos necesarios para ejecutarlas.

El abastecimiento y distribución de las aguas potables y de limpieza, riegos y usos industriales, y la evacuación de las aguas sobrantes y sucias están hoy en manos del Consejo municipal y de la Prefectura del Sena, que dirigen, suministran y resuelven cuanto concierne á dicho importantísimo servicio, desempeñado, tanto en su parte técnica como administrativa, por Ingenieros de puentes y calzadas, nombrados por el Ministerio de Trabajos públicos á propuesta del Prefecto del Sena, asimilando este servicio á los del Estado para los efectos de ascensos y demás derechos reglamentarios.

El personal auxiliar, formado de Subingenieros, Ayudantes de puentes y calzadas y municipales, Sobrestantes, Capataces, etcétera, ascienden á unos 500 funcionarios, y el personal obrero, peones, fontaneros, mecánicos, fogoneros, escluseros, etc., se acerca á 3.000.

Estos obreros del servicio de alimentación y saneamiento ingresan por categorías, edad y aptitudes físicas y profesionales, que determina un Reglamento general y varios especiales; entran como meritorios y reciben después su título por decreto de la Prefectura; el mes normal para ellos es de veintiséis días, con dos días de descanso remunerado, y un permiso de diez días por año; la jornada es, en general, de diez á doce horas; sólo disfrutan de las de ocho horas los obreros de limpieza del alcantarillado; los trabajos suplementarios de día y de noche dan lugar á retribuciones especiales que se calculan por horas; se paga á los

obreros por quincenas y sufren mensualmente un descuento del 4 por 100 para el retiro, que se completa por la villa de París con un ingreso de 7,50 francos; ambas sumas quedan depositadas á nombre del obrero en la Caja de pensiones para la vejez y continúan los ingresos hasta que la renta alcanza la cifra de 1.200 francos anuales; para tener derecho al disfrute de la pensión es preciso haber cumplido sesenta años, fecha que puede prolongarse de año en año hasta la edad de sesenta y cinco.

Doble distribución de agua. — Su análisis. Caudal diario. — Para la conducción y distribución de las aguas que alimentan á París se dispone de lo siguiente:

Siete derivaciones, de las cuales cinco muy importantes.

Veinticinco elevadoras hidráulicas ó de vapor, representando una potencia total de 6.000 caballos.

Diecisiete depósitos de una capacidad total superior á 800.000 metros cúbicos.

Dos redes completas de distribución, de una longitud total de cerca de 2.600 kilómetros, con 26.000 aparatos diversos y 90.000 tomas para abonados.

Para las aguas sucias existe una red de alcantarillas de unos 1.100 kilómetros de desarrollo, compuesta exclusivamente de galerías accesibles de mampostería, y entre ellas 78 kilómetros de colectores, con tres elevadoras, 3.200 depósitos de desalojamiento, 13.500 bocas, 20.000 registros, 50.000 alcantarillas particulares y 500 kilómetros de ramales de empalme.

Para la depuración agrícola de las aguas sucias de la urbe se dispone de un colector y emisarios capaces de conducir un caudal de un millón de metros cúbicos por cada veinticuatro horas, tres elevadoras de 5.000 caballos de fuerza total y cuatro campos de depuración pertenecientes al Municipio de París, de más de 1.600 hectáreas; existen además redes de distribución y de drenaje cuyo desarrollo pasa de 200 kilómetros y que permiten extender los riegos sobre una superficie cuádruple.

Todo ello representa un capital de unos 480 millones de francos, de los que 300 corresponden á la alimentación de aguas, y el resto al saneamiento.

No interesando á nuestro objeto la relación de cuanto se refiere al saneamiento, prescindiremos de ello y seguiremos ocupándonos de la distribución de las aguas.

Tiene ésta por base la división absoluta en dos servicios enteramente distintos; uno para la vía pública, industrias, patios, cuadras y jardines; y el otro, exclusivamente, para las habitaciones ó servicio particular doméstico.

A este último, llamado servicio privado, se han aplicado las aguas de manantial captadas á grandes distancias de la capital, de 73 á 175 kilómetros, y conducidas por acueductos cubiertos, de 500 kilómetros de longitud total, á depósitos cubiertos también, de modo que las aguas llegan á la llave para su uso conservando la temperatura de origen.

En caso de insuficiencia momentánea son suplidas por agua de río cuidadosamente filtradas, primero sobre lechos de arena fina, y tratadas después por el ozono, de modo que resultan limpias y en un todo equivalentes á las de manantial, desde el punto de vista de la salubridad.

Para el servicio público se han reservado las aguas del Sena y del Marne, en estado natural, bastante puras químicamente para todos los empleos industriales, pero turbias con frecuencia y de temperatura esencialmente variable, por lo cual ha sido preciso segregárlas del consumo doméstico, en vista de las múltiples causas de contaminación á que expone su uso como bebida.

Se emplean también las aguas del canal de navegación de L'Ourcq para el servicio público, así como antiguas derivacio-

(1) De la Memoria presentada al Consejo de Administración del Canal de Isabel II, por el Ingeniero Inspector de la misma D. Luis Marín y Díaz.

nes, poco abundantes y las aguas calientes de los pozos artesianos de Grenelle, Passy, y otros también de escasa importancia, para la alimentación.

Repartidas las aguas entre diversas zonas de distinta altura, alimentan una serie de distribuciones superpuestas que satisfacen las exigencias del doble servicio, evitando las presiones demasiado elevadas y las elevaciones de agua inútiles.

Las aguas de la distribución de París son objeto de análisis regulares efectuados en su Laboratorio municipal, publicados semanalmente en el *Boletín Oficial* y resumidos en el *Anuario de Montsouris*.

Las aguas de manantial afectas al servicio privado son limpias, frescas, de gusto agradable; vistas por transparencia ó refracción tienen color azulado; su temperatura, que varía de 9° á 11° centígrados al surgir del manantial, aumenta muy poco en verano y disminuye apenas en invierno, llegando á las casas á unos 12 ó 13°, como término medio.

Los análisis de las aguas de manantial (de la Dhuis, la Vanne, Avre, Loing y Lunain) dan términos medios poco diferentes de uno á otro año; son aguas calizas, poco cargadas de sulfatos y pobres en materia orgánica y en microorganismos; sus grados higrotrímétricos oscilan de 16°,5 á 23°,1 que se convierten después de la ebullición en 5°,8 y 6°,2; el término medio de bacterias por centímetro cúbico y año varía de 990 á 3.615.

Las aguas del Sena, del Marne y del canal de L'Ourcq reservadas al servicio público, no son nunca limpias y se presentan turbias con frecuencia, su coloración es de un verde amarillento más ó menos pronunciado, son frías en invierno, calientes en verano, y su temperatura varía de 0 á 23 grados; la composición química de las aguas del Sena y del Marne difiere poco de las de manantial; la del canal de L'Ourcq, por el contrario, se aparta notablemente de aquéllas y se presenta mucho más cargada de sal de magnesia y de ácido sulfúrico. Todas contienen una fuerte proporción de materia orgánica y de bacterias por centímetro cúbico (año medio) 54.000, el Sena, en Ivry; 65.500 el Ourcq, en la Villette, y 71.600 el Marne, en Saint-Maur.

Los filtros de arena y el ozono aplicados á las aguas del Sena y del Marne las desembarazan, como hemos dicho, de las materias en suspensión y de la mayor parte de las bacterias, convirtiéndolas en aguas más limpias y pobres en microbios que las aguas de manantial.

En tiempo normal el servicio privado dispone cotidianamente de una cantidad total de agua de 290.000 metros cúbicos, procedente de los cinco manantiales citados, cifra que en los períodos de sequía desciende á 210.000 metros, y como los filtros del Marne y del Sena, en Saint-Maur y en Ivry, producen un suplemento por lo menos de 60.000, resulta que el caudal total oscila entre 350.000 y 270.000 por cada veinticuatro horas, ó sea de 104 á 135 litros por habitante.

Para el servicio público el conjunto de instalaciones alcanza á un total de 520.000 metros que corresponden á 200 litros por habitante y por día.

Los dos servicios, público y privado reunidos, producen, pues, una alimentación diaria total de 790.000 á 870.000 metros cúbicos, ó sean por habitante, 304 á 335 litros.

Elevadoras de agua y filtros.—Ya hemos dicho que, para proveer durante los períodos de fuertes calores y consumo extremo, en los que son temporalmente insuficientes los caudales de agua procedentes de manantiales, se hallan instalados los grandes filtros de Saint-Maur en el Marne, y de Ivry en el Sena; en caso de accidente en los acueductos de agua potable, ó en caso de sitio ó cerco de París, podrían dichos establecimientos asegurar una

alimentación que supliría á la privación momentánea del todo ó parte de las aguas de manantial.

El de Saint-Maur produce normalmente 25.000 metros cúbicos de agua filtrada por veinticuatro horas, y el de Ivry 35.000 en igual tiempo; el primero se compone de seis depósitos descubiertos de forma cuadrada de 40 metros de lado, midiendo, por consecuencia, 1.660 metros; el segundo comprende dieciséis depósitos de 900 metros cuadrados cada uno, ó sea en total 14.400 metros superficiales.

La disposición y funcionamiento de estos filtros de arena es bien conocida y nos dispensa de hacer su descripción; diremos solamente que requieren mucho espacio, construcción muy esmerada y sumo cuidado en su manejo, todo lo cual se traduce en gastos de personal, material y tiempo, que conducen, unidos á los importantes gastos de establecimiento y de conducción especial, á un considerable coste para el metro cúbico de agua filtrada.

En Saint-Maur se verifica, además, la esterilización del agua por el ozono después de filtrada, disposición que parece va á ser también aplicada en Ivry.

Para que pueda apreciarse la importancia de los mencionados establecimientos de elevación de aguas, filtración y esterilización, reseñaremos brevemente los elementos que los componen según datos tomados sobre el terreno.

Establecimiento de Saint-Maur.—Comprende dos máquinas elevadoras de motor hidráulico, dos de vapor y una de gas pobre; aparatos de esterilización y doce depósitos filtrantes con canales de decantación y prefiltros. Las máquinas hidráulicas se componen de tres ruedas Girard de 12 metros de diámetro accionando bombas horizontales, pudiendo elevar cada una por día 6.000 metros cúbicos de agua bruta del Marne á los depósitos de Menilmontant; cuatro turbinas de eje vertical accionando bombas horizontales, de las que tres pueden elevar diariamente 5.500 metros al bosque de Vincennes.

Las máquinas de vapor son accionadas por doce calderas de 130 metros cuadrados de superficie de calefacción cada una, y timbradas á 6 kilogramos; una de ellas, cuya potencia total es de 1.000 caballos, puede elevar 83.000 metros por día á dichos depósitos; la segunda de estas máquinas puede, según las necesidades, elevar agua bruta ó agua potable, para lo cual las canalizaciones, tanto de aspiración como de impulsión, son distintas y aisladas una de otra para evitar toda mezcla posible entre las dos clases de aguas.

Los motores de gas pobre (2.500 caballos) accionan siete bombas, elevando 25.000 metros diarios cada una, y tres monocilíndricas de 50.000 metros para los filtros; se emplean para ello diez gasógenos.

La máquina de esterilización por el ozono es capaz de tratar 90.000 metros cúbicos de agua por día; comprende dos tipos de ozonadores, sistema Otto y Siemens Frisé, y se compone de:

- 1.º Cuatro bombas centrífugas, accionadas por motores trifásicos de 110 voltios, 50 períodos elevando el agua filtrada á las columnas de esterilización llamadas de Self-Contact, cada una puede elevar 30.000 metros cúbicos por día á 10 metros.
- 2.º Dos frigoríferos tipo Douane, accionados por diámanos y destinados á sacar el aire que ha de enviarse á los ozonadores.
- 3.º Dos ventiladores que hacen circular el aire al través de los frigoríferos y le envían á los ozonadores.
- 4.º Tres alternadores transformando la corriente 115 voltios, 50 períodos en corriente de 120 voltios 500 períodos.
- 5.º Diez columnas de Self-Contact.

Según datos suministrados por el Ingeniero Jefe de este servicio en la Prefectura del Sena, M. Colmet-Daage, los coeficien-

tes útiles de esta instalación, en la que se ocupan 130 obreros, fueron durante el año de 1912 para las máquinas de vapor de 74,88 por 100 y para las hidráulicas de 60,41 por 100.

Establecimiento en Ivry. Núm. 1.—Destinado á alimentar de agua bruta del Sena los depósitos correspondientes, se compone de nueve máquinas Farcot, de una potencia total de 1.500 caballos, y capaces de elevar en conjunto 120.000 metros de agua por día; ocupa 75 obreros; el coeficiente útil en 1912 fué de 78,94 por 100.

Establecimiento en Ivry. Núm. 2.—Está situado aguas arriba del precedente y contiene 14 máquinas elevadoras y una instalación filtrante capaz de producir un caudal de agua filtrada de 70.000 metros en veinticuatro horas y en marcha normal, pudiendo llegar hasta 120.000 metros en caso de necesidad. Ocho de las máquinas son Weyher-Richmond y seis Farcot: su potencia total, 2.000 caballos; ocupa el establecimiento 102 obreros; el coeficiente de utilización en 1912 fué de 77,83 por 100.

Resumen.—Como vemos, la característica del abastecimiento de aguas de París y lo que constituye el servicio de la explotación técnica es la construcción y conservación de las diversas máquinas elevadoras y depósitos reguladores y filtrantes situados en dicha capital y en el departamento del Sersa.

La población se halla servida por tres redes de distribución, á saber:

1.º La red baja (75 metros) alimentada por los establecimientos de la Villette, Auteuil y Javel.

2.º La red media (82 á 87 metros) por Bercy, Austerlitz, é Ivry, números 1 y 2.

3.º La red alta (100 á 110 metros) por Saint-Maur, Austerlitz, Gentilly, Ourcq, Montmartre, Charonne, Menilmontant y Montsouris.

Para la red baja y media se emplean las elevadoras propiamente dichas, por cuanto las de la red alta, á excepción de las de Saint-Maur, toman el agua ya elevada por las anteriores.

Los barrios altos de París son alimentados por las aguas de los manantiales Avre, Loing y Lunain; las aguas de los ríos Sena, Marne y Ourcq se destinan, como hemos dicho, al servicio público de riegos, lavado de calles, limpieza de alcantarillas y usos industriales, y, por último, la filtración y la esterilización del agua del río se emplea como suplemento necesario de agua potable para la alimentación.

Depósitos.—Ambos servicios, público y privado, son auxiliados por dos series enteramente distintas de depósitos, de los que cada compartimiento juega un papel perfectamente definido é inmutable, aunque á veces un cierto número de depósitos, perteneciendo respectivamente á cada uno de dichos servicios, se encuentran reunidos en un mismo recinto, adosados ó superpuestos.

Cuando existe superposición, corresponde siempre al piso superior el servicio privado y al inferior el público, de suerte que si el agua de manantial no es del todo absorbida por la distribución y existe un sobrante, éste es vertido automáticamente en el recipiente para sus usos públicos, mientras que nunca puede producirse vertimiento ó comunicación cualquiera en sentido inverso.

Las altitudes del nivel superior de los diversos depósitos del servicio privado varían entre 75,50 metros (Passy) y 136 metros (Montmartre). La zona de servicio público servida por el canal Ourcq tiene su depósito á altitudes de 52 y 47 metros, los del Sena á 65 y 86 metros y los del Marne á 100 metros en Menilmontant.

Existen depósitos perteneciendo á los dos servicios, como el de Menilmontant, en el cual la Dhuis ocupa el piso superior y el

Marne el inferior; el de Passy, en el cual un compartimiento de agua de manantial se halla superpuesto por un lado y adyacente por otro, á compartimientos servidos por agua de río; el de Charonne, con departamentos separados para cada red de distribución, y el de Montmartre, que cuenta con tres pisos, los dos superiores de agua potable, y el inferior de agua de río.

Otros depósitos como los de Montretuot, en Saint-Cloud y Montsouris, se hallan exclusivamente afectos á las aguas potables de manantial; ambos son de suma importancia; costaron 5 millones de francos el primero y 7 el segundo; su capacidad respectiva es de 300.000 y 207.000 metros cúbicos.

Los depósitos exclusivamente destinados al servicio público son los de la Villette, en el que termina el canal de Ourcq, y donde comienzan los de San Dionisio y San Martín, y otros secundarios muy antiguos que no citamos por su escasa importancia.

Las aguas del Sena se almacenan en el depósito de Grenelle y otros, y como depósitos mixtos existen los de Menilmontant, Passy, Belleville y Montmartre, ya mencionados.

Como construcción no ofrecen estos depósitos nada de particular; generalmente son de mampostería con mortero de cemento, y de ladrillo las bóvedas de las cubiertas, de tipo sumamente ligero, y apoyadas en pilares y muros estribos también de ladrillo; la capa de tierra de recubrimiento suele tener 0,40 metros de espesor, muy bastante para conservar en todo tiempo la temperatura del agua depositada.

Distribución.—La distribución de las aguas está perfectamente estudiada para cada zona y el sistema seguido es el llamado de mallas, ó sea una vasta red comprendiendo cada manzana de casas, de modo que en un punto cualquiera puede el agua llegar por dos lados, circulando por todas partes y siendo muy limitadas las interrupciones de servicio á causa de modificaciones ó reparaciones de las cañerías. La disposición de las arterias principales como de las cañerías de servicio y secundarias, nada ofrecen digno de mención: los diámetros generalmente empleados varían de 0,10 á 1,10 metros; por excepción las hay menores, y mayores sólo existen algunas muy contadas, como la de hormigón de 1,30 del depósito de Montsouris y otras de palastro de acero de 1,50 metros de diámetro.

La característica de esta distribución es que, por regla general y salvo muy contadas excepciones, las cañerías van por las alcantarillas, completadas cuando hace falta por galerías secas visitables, construídas especialmente, sistema que facilita extraordinariamente la vigilancia y las reparaciones.

Los tubos son de fundición vertical, cilíndricos, de extremos lisos, sin enchufes, cordones, bridas ni disposición alguna destinada á facilitar su unión; se colocan al tope, dejando un huelgo de algunos milímetros y se ensamblan por medio de un manguito corto y de un cierre de plomo vertido en caliente, en la forma y con las precauciones bien conocidas por los constructores de esta clase de obras.

Explotación.—No creemos necesario entrar en detalles sobre el servicio de explotación, laboratorio, ensayo y precinto de contadores, etc., porque nada de particular ofrecen; nos limitaremos á consignar algunos precios medios y noticias que interesa conocer y son las siguientes:

Precio del caballo utilizado en trabajo efectivo por las máquinas de vapor que consumen 1,50 kilogramos de carbón por caballo-hora útil, 684 francos.

Idem del caballo en iguales condiciones, para las máquinas hidráulicas, 151 francos.

Idem del metro cúbico de agua elevada á los depósitos, 0,176 para las bombas de vapor y 0,0044 para las hidráulicas.

El precio de 1,000 metro cúbico de agua elevado á un metro de altura es, para las máquinas hidráulicas de 0,14, y para las de vapor 0,289, término medio, sin comprender el interés y la amortización de los gastos del primer establecimiento.

El salario medio anual de los obreros de doce horas de jornada viene á ser de 2.600 francos, y para los de diez horas de jornada 2.300 francos.

Como hemos dicho, el servicio municipal de París se ocupa sólo de la alimentación y distribución de las aguas de su abastecimiento.

La intervención de la Compañía general de las aguas es ajena á la explotación técnica y tiene por misión exclusiva la venta de agua á los particulares, viniendo á ser dicha Compañía para la villa de París una especie de agente comercial, encargado de las relaciones con los consumidores y de la percepción de los productos, mediante una prima sobre éstos determinada por un tratado especial entre la Compañía y el Ayuntamiento, fijando una escala gradual de un 25 por 100 para ingresos inferiores á 6 millones de francos, descendiendo á un 5 por 100 para los superiores á 12 millones.

Este último tipo es el que viene cobrando la Compañía, puesto que los productos desde hace muchos años son superiores á 17 millones anuales.

La venta de agua de manantial se hace exclusivamente por contador al precio uniforme de 0,35 francos el metro cúbico y la tendencia es que éste sea lo antes posible, el único y definitivo medio de venta.

Dicha cifra de 0,35, se elevó á 0,60 para los ascensores hidráulicos en los que se consideraba, con razón, que era un desperdicio emplear como fuerza motriz el agua potable de consumo privado; este aumento de precio produjo, como se esperaba, una disminución importante de este elemento de consumo y la conversión al empleo de la electricidad ó del aire comprimido como fuerza motriz para los ascensores.

Para los inmuebles, en los que los alquileres de los locales habitables son inferiores á 800 francos, se conceden abonos á tanto alzado desde 3 á 20 francos anuales por alojamiento y para un consumo que no exceda de 20 metros por persona.

Las aguas del río sólo se entregan, sea por aforo ó por contador, á los inmuebles alimentados con agua de manantial; el precio del agua es de 60 francos anuales por cada metro cúbico hasta 5 diarios, y desciende en escala gradual hasta 25 francos para consumos superiores á 123 metros cúbicos; para baños y lavaderos el precio es de 35 francos para más de 20 metros cúbicos, y de 25 para más de 60.

Estudios y mejoras.— El Servicio técnico se ocupa del estudio de nuevos proyectos de conducción de agua, basados en acuerdos recientes del Consejo municipal, y en ultimar los expedientes de expropiación de derivaciones nuevas, adquiriendo cuantas parcelas de terreno sean necesarias para completar la zona de protección de dichas derivaciones.

Durante el año de 1913 se ha establecido en el manantial de Villemer la esterilización por el ozono para destruir el *bacillus coli* que se encontraba frecuentemente en dichas aguas.

Se trata también de duplicar la producción del establecimiento de Ivry, para lo cual se dispone de un crédito total de 3.175.000 francos; los trabajos van muy adelantados y se cree que para el próximo verano se podrá obtener un volumen suplementario de 60.000 metros cúbicos de agua filtrada, que elevará la producción diaria de este establecimiento á 120.000 metros cúbicos.

En cuanto á la esterilización de las aguas, si hubiere lugar, se determinará el procedimiento que deberá emplearse basándose

se en los resultados comparativos del tratamiento por el ozono en Saint-Maur y en Villemer, y otros experimentos de diversos sistemas que se ensayan actualmente en Ivry.

Respecto de las aguas de río, como no dispone la distribución de depósitos susceptibles de acumular durante un gran número de horas las cantidades de agua necesarias para el consumo, dado que éste pasa de 500.000 metros cúbicos y la capacidad total de los depósitos no llega á 200.000, es preciso elevar el agua para asegurar directamente el consumo, y al efecto, se han invertido recientemente fuertes sumas para nuevas salas de máquinas, galerías de aspiración, cañerías, etc.; en la adquisición sólo de terrenos para realizar dichas mejoras se han invertido 1.250.000 francos.

En las regiones de alimentación de los acueductos y cuencas de los manantiales se han organizado durante el año un servicio médico de vigilancia, encargado de registrar los casos de fiebre tifoidea que se produzcan y de realizar las medidas de desinfección y otras que puedan evitar la propagación de dicha enfermedad.

Por ley de Junio de 1907 se autorizó un empréstito de 31 millones para las necesidades más urgentes del servicio de agua de París, mejoras de la distribución, depuración, etc. La mayor parte de los trabajos previstos en dicho empréstito estaban ejecutados en 1.º de Enero del pasado año, y puede decirse que en su totalidad están muy próximos á ser terminados. Mas como existen todavía muchos por ejecutar para asegurar la marcha normal del servicio, en el empréstito general de 900 millones, autorizado por ley de Diciembre de 1909, se reservan 125 para las aguas y saneamiento de París, que habrán de dedicarse, repartidos en diversos ejercicios, en asegurar en condiciones satisfactorias el importante servicio de abastecimiento.

Aparte de dichos 125 millones, se han previsto igualmente otros 5 para trabajos preliminares y compra de terrenos en vista del ensanche y prolongación proyectados para el canal de Ourcq.

Conclusiones.— De cuanto queda expuesto se deduce que el abastecimiento de aguas de la capital de Francia es un problema en extremo complejo por razón de las singulares circunstancias que lo integran, y puede decirse que no ha llegado á su completo desarrollo, sino que requiere nuevos é importantes trabajos, necesitados por el constante aumento del consumo que viene observándose; el incremento consiguiente de los ingresos podrá aplicarse en gran parte á la prosecución de las diversas obras iniciadas para satisfacer las exigencias del servicio y mejorarle lo posible.

El producto bruto de la venta del agua que en 1878 no pasó de 8 millones y medio de francos, se elevó en 1889 á 12 millones, en 1899 á 19 millones, y luego ha seguido aumentando, pasando hoy de 25 millones anuales la suma de los ingresos debidos directamente á los establecimientos públicos, más lo que aporta la Compañía general de las Aguas como producto de las concesiones á particulares.

Para el capital de 300 millones invertido en el abastecimiento de aguas de París y tomando un promedio de los gastos en el último decenio, resulta una renta efectiva de 4,4 por 100 con la que se cubren, próximamente, el interés y la amortización de los diversos empréstitos realizados para ejecutar las obras.

El consumidor de agua contribuye á formar dicha renta proporcionalmente al servicio que recibe, de modo que la villa de París es la que resulta verdaderamente beneficiada disfrutando gratis el servicio público de las aguas.

La doble distribución lleva consigo una complicación extraordinaria, pero se impone por la escasez relativa de aguas pota-

bles, que viene á ser una tercera parte de la dotación total, habiéndose salvado con acierto las principales dificultades del sistema, dentro del cual, como hemos visto, es imprescindible la depuración y esterilización del agua del río para suplir, en determinados momentos, las diferencias de las de manantial.

Prescindiendo del sobreprecio que dichas operaciones representan para el coste del metro cúbico de agua, puesto que son obligadas, haremos constar que los establecimientos de filtración y ozonización son modelos dignos de ser imitados, en los casos similares de aguas de río, como lo requieren las del Marne y del Sena. Es claro que si dichas aguas después de filtradas y esterilizadas pueden subsistir, en cuanto á la salubridad, á las de manantial, nunca pueden ofrecer, como éstas, la condición de temperatura constante que las hace muy apreciables en verano por lo frescas (de 10 á 12 grados), y que es con frecuencia causa de su insuficiencia para el consumo en ciertos días muy calurosos, por razón del abuso que cometen los vecinos dejando correr el agua para que no se eleve la temperatura en las cañerías.

En cuanto á la presión del agua, puede decirse que es constante y moderada en las diversas zonas y pisos, consistiendo la fácil alimentación de los barrios altos, y el servicio de incendios por chorro directo.

Por lo que se refiere exclusivamente al servicio público, no puede negarse que París es, entre las capitales de Europa y después de Roma, la que dispone de mayor caudal por habitante (200 litros), y esto contribuye al buen estado de limpieza de sus calles y al incomparable aspecto de sus paseos, jardines y parques.

La colocación de las cañerías de distribución en las alcantarillas en galerías especiales es también una circunstancia característica del abastecimiento, que ofrece grandes ventajas para la vigilancia, reposiciones y reparaciones del material, de que no disfrutaban otras muchas capitales de Europa.

UN SUEÑO

DIQUES DE PROTOZOARIOS (1)

Valor acreditado ante la sana crítica supone mi atrevimiento al proponer se estudie un específico, más bien receta de curandero, para defensas marítimas, ítem más ante la insana de los piosos, bien intencionados ó cultos, siquiera estos últimos lo sean al creerse versados en estas disciplinas por haber leído el título de alguna obra más ó menos ingenieril. Y terminada esta brusca presentación, cierro los ojos ante la desconfianza que siento por lo mucho que ignoro y lo poquito que dudo saber y me decido á entrar sin más ni más en materia, pidiendo mil perdones si para aderezar y desfigurar aquellas faltas presumo de erudito tomando de aquí y allá la poca enjundia de este trabajito hijo de un ensueño.

El estudio de la flora marina ha descubierto fenómenos cuyas causas originaron controversias y dudas: el color del agua se sabe hoy que es debido unas veces á la animalidad y otras á la enorme cantidad de plantas que viven en el mar. Las aguas del río Tajo tienen, en general, color rojizo, debido á contener en su seno unas diminutas plantas fucáceas que, para ocupar un milímetro cuadrado, sería necesario reunir 40.000 unidades. Según el Dr. J. Schleiden, la flora marina comprende sólo una agrupación de vegetales: algas ó fucos. La estructura de estas plantas es gelatinosa, blanda, de órganos redondeados ó alargados, colores brillantes. Hay especies gigantescas de más de 400 metros

de longitud. La flora marina es más rica en la zona templada; sin embargo, James Ross encontró grandes extensiones de algas entre bancos de hielo. Solían clasificarse, según sus colores, en tres secciones: verdes (*Chlorospermas*), rojas (*Rhodospemas*) y pardas ó negras (*Melanospemas*), siendo estas últimas las más abundantes; las verdes suelen ser flotantes.

Se dividen las algas en la Botánica moderna en tres órdenes y éstos en 16 familias. El primer orden (*Conferboideas*) se divide en seis familias. El carácter distintivo de este orden es que de las celdillas de sus plantas nacen los esporos que las reproducen.

El segundo orden (*Piceas*), más elevado que el primero é inferior al tercero, se divide en seis familias. Se diferencia del anterior en que sus órganos de nutrición y reproducción son distintos.

El tercer orden (*Florideas*) se divide en cuatro familias. A este orden corresponden las verdaderas algas cuya vida requiere las aguas más saladas.

Próximo á las Azores, al SO. del banco de Terranova, se encuentra una inmensa isla de plantas pielagídeas compuesto del fucos nadador, el más común del Océano (*Sargassumbacciferum*). Es una especie de ramas frondas rollizas; sus raíces, así como su fructificación, son desconocidas. El inmenso banco que forman se llama mar del Sargazo. Está situado en el centro del circuito formado por la corriente del Gul Stream, entre los paralelos 37 y 38. Constituyó un obstáculo que tardó varios días en salvar Colón en su viaje de descubrimiento de América. Estas algas flotantes tienen una vegetación exuberante. En estos mares de sargazo no se registran corrientes ni marejadas, viniendo á ser estos obstáculos, individualmente ligeros, un dique para las olas y corrientes. Entre Dunquerque y Brest en el mar del Norte existe otra zona tranquila en la que flotan algas de la especie *Filum*.

Citaremos otros varios ejemplos de la acción sedante que contra las marejadas ejercen otros elementos también ligeros individualmente.

Es conocido el efecto de calmante que ejerce la lluvia en la acción del viento sobre el mar.

Es un hecho conocidísimo de los marinos holandeses que pescan el bacalo en las costas de Groelandia, que una ligera capa de aceite sobre la superficie del mar impide que rompan las olas y defiende, por consiguiente, las embarcaciones, constituyendo, por lo tanto, su aplicación una protección. Los aceites vegetales dan mejor resultado que los minerales. La acción del aceite se atribuye al efecto de engrase protector de la delgada película que forma suavizando la acción del viento sobre la masa del agua.

En los mares del Norte la mar se calma cuando empiezan á formarse los primeros cristales de hielo.

En general, los cuerpos flotantes ejercen la misma acción de sedante sobre las rompientes: algas, bancos de hielo, bancos de sardinas, una red de pescador, una balsa de madera y los mismos barcos en posición oblicua á la marejada determinan una zona de calma relativa. Pero de todos, el que á juicio nuestro merece un estudio detenido y ensayos diversos, son esos protozoarios, esas algas que hoy empiezan á estudiarse en esa nueva ciencia de Oceanografía, á la que tan interesantes trabajos lleva aportado el ilustre catedrático D. Odón de Buen.

Debieran, á juicio nuestro, hacerse ensayos repetidos y estudios más detenidos de la aplicación de las algas en los trabajos marítimos, como defensas ó barreras, flexibles y elásticas á la par que tenaces, marcando con ello un camino, cuya meta, aunque me tachen de iluso — me atreveré á decirlo —, podría ser la solución económica de las obras de defensa contra las marejadas y corrientes. Y si el resultado que indico no se alcanzara, nunca dejaría de ser fructífero el trabajo, pues todo lo que á la ciencia Oceanográfica se refiere tiene en la actualidad un interés científico inmenso. Aquellos protozoarios, plantas y animales al mismo tiempo, pues sus gérmenes, agitándose como animalitos localmente, se multiplican en forma tal que pueden constituir por su número una fuerza titánica ya que individualmente sean tan débiles como la partícula de cemento portland: con el que en cautidad, sin embargo, se fabrican esos grandes monolitos que la moderna ingeniería inventó para resolver el problema de la defensa de los puertos.

Y aquí hago punto en espera de que respondan á esta invitación los que sepan y quieran, reconociendo que mi atrevimiento es hijo legítimo del padre más prolífico de la Humanidad, la ignorancia.

MANUEL BECERRA.

(1) Del Boletín de la Asociación de Ingenieros civiles, de Melilla