

INFORME

SOBRE EL SERVICIO DE AGUA POTABLE I SANEAMIENTO DE PARIS

Paris, 31 de Mayo de 1902.—Señor Ministro: En cumplimiento del decreto número 683, en que el Supremo Gobierno me comisiona para perfeccionar en Europa la ingeniería hidráulica, con especialidad agua potable, saneamiento i distribución de aguas de regadío, tengo el honor de acompañar la memoria de los estudios realizados durante el primer trimestre.

Para que el señor Ministro pueda apreciar mejor el empleo que he hecho del tiempo, me voi a permitir hacer una breve esposicion de antecedentes. Penetrado el Gobierno i Congreso de la necesidad de preparar especialmente el personal de ingenieros ántes de emprender las obras del puerto de Valparaiso i el saneamiento de Santiago, se eligieron los agraciados por concurso juzgado por la Facultad de Ciencias Físicas i Matemáticas, i a pesar de la crítica situacion del Erario i de las considerables economías que el señor Ministro conoce, se envió la comision de ingenieros. En la imposibilidad de darnos instrucciones precisas, por carencia de datos, se nos autorizó para que una vez orientados, en vista de todas las informaciones que recojiéramos i contando con el intelijente i eficaz ausilio de nuestra Legacion, elaboráramos nuestro programa de trabajo.

En estas condiciones hemos llegado a Paris el 14 de Abril. Aunque en el primer momento creí conveniente trasladarme a Bruselas, informaciones posteriores recojidas en la Escuela Central i en la Escuela Nacional de Puentes i Calzadas, me hicieron ver la magnitud e importancia de las obras de agua potable i saneamiento de Paris i tambien la posibilidad de conseguir, por intermedio de la Legacion, un permiso del Ministro de Trabajos Públicos que me permitiera estudiar en detalle i seguir la construccion en Francia de las obras relacionadas con mi comision.

Esto fué lo que solicitamos de US. por intermedio de su secretario con fecha 25 de Abril próximamente.

Como nos dijeran que la tramitacion era un poco larga, i convencido de que para hacer fructífera la inspeccion de las obras era indispensable tener un conocimiento del idioma, que permitiera recojer todas las informaciones i datos necesarios, tomé como profesor de frances al señor J. Lasnier Lachaise, asistiendo tambien a cursos nocturnos en la escuela Carlo Magno. No contento aun con esto i deseoso de hacer mas rápido i provechoso el aprendizaje, he asistido a los cursos de cálculo infinitesimal i mecánica racional

de la Sorbona, ramos fundamentales de los estudios de ingeniería. Adjunto hallará el señor Ministro tres certificados i el otro en comun lo acompaña el señor Quezada.

Aun mas, deseando conocer desde luego los demas puntos donde debo realizar mi programa, he solicitado informaciones a Bélgica e Inglaterra i ya tengo en mi poder una carta del señor Cousin con los datos necesarios.

Antes de abordar el estudio detallado de las obras de agua potable i saneamiento de Paris, he querido orientarme recojiendo informaciones i analizando documentos, procurando así formarme una idea clara del conjunto i rasgos jenerales, condiciones especiales topográficas i climatéricas a fin de dar a cada uno de estos elementos su verdadera importancia en relacion con la solucion adoptada, sin perder de vista lo que puede tener aplicacion en nuestro pais.

No me detendré a encarecer la importancia que tiene el estudio del agua potable de Paris en cuya captacion i distribucion tienen aplicacion casi todos los sistemas conocidos ni de su saneamiento que con el «Separate system» forman los dos sistemas típicos que se disputan la supremacia.

DATOS JENERALES

La distribucion de las aguas de alimentacion i la evacuacion de las aguas sucias de Paris están en manos del servicio municipal, que dirige la explotacion del conjunto de obras destinadas a servir una poblacion de dos millones quinientos doce mil habitantes, repartida en una superficie de siete mil ochocientas hectáreas que encierra el recinto fortificado.

El vasto conjunto de instalaciones comprende:

1.) *Para las aguas de alimentacion*

Siete derivaciones de las cuales cinco mui importantes con un gasto total de cuatrocientos mil metros cúbicos por dia.

Veinticinco usinas elevadoras a vapor, que representan una potencia de mas de seis mil caballos i capaces de elevar en 24 horas un volúmen de agua equivalente.

Dieziocho reservorios con una capacidad superior a setecientos mil metros cúbicos.

Dos redes completas de cañerías con una lonjitud total de dos mil seiscientos kilómetros, con veintiseis mil aparatos diversos i ochenta mil tomas para abonados.

2.) *Para las aguas usadas*

Una red de cloacas única de mil cincuenta kilómetros de desarrollo, compuesta esclusivamente de galerías visitables de albañilería, de los cuales sesenta i seis kilómetros de colectores con tres usinas elevadoras, tres mil doscientos reservorios para golpes de agua,

doce mil quinientas bocas de aereacion, diecinueve mil chimeneas de visita, cincuenta mil cloacas particulares i cuatrocientos cincuenta kilómetros de ramales.

3.) *Para la depuracion agrícola de las aguas de cloacas*

Un emisario i conductor capaces de escurrir un millon de metros cúbicos en veinticuatro horas.

Tres usinas elevadoras de cinco mil caballos.

Cuatro campos de depuracion municipales de mas de un mil seiscientas hectáreas.

Dos redes de distribucion i de drenaje, cuyo desarrollo escede de ciento cincuenta kilómetros i que permiten estender las irrigaciones sobre una superficie cuádruple.

El conjunto representa un capital de cuatrocientos ochenta millones, de los cuales trescientos para las aguas i ciento ochenta para el saneamiento.

El funcionamiento de este inmenso i complicado organismo está asegurado por hilos telegráficos i telefónicos especiales que trasmiten las informaciones e instrucciones necesarias.

El agua es de excelente calidad i llega a todos los barrios i todos los pisos.

La red de colectores es completa i la depuracion por el suelo se aplica a la totalidad de las aguas que se escurren en tiempo normal. Falta sólo proveer de cloacas elementales un pequeño número de vias públicas i estender la aplicacion del «todo a la cloaca» que no está establecido mas que en quince mil casas de ochenta mil existentes.

DOBLE SERVICIO DE AGUA

La distribucion de aguas tiene por base la division en dos servicios completamente distintos: uno para las habitaciones o servicio privado; otro para via pública, industrias, patios, caballerizas i jardines o servicio público.

Al *servicio privado* se han destinado las aguas de vertientes lejanas al abrigo de toda sospecha, llevadas por acueductos cerrados a reservorios cubiertos i conducidas despues sin posibilidad de contaminaciones ni variaciones de temperatura hasta la llave del consumidor.

Para el *servicio público* se han reservado las aguas del Sena i del Marne, las del canal del Ourcq, que sirve a la vez de acueducto para conduccion de agua i de via navegable, i finalmente las aguas calientes de los pozos artesianos.

ALIMENTACION DEL SERVICIO PRIVADO

Los acueductos del Dhuis, la Vanne, el Avre i Loing, son los que conducen las aguas del servicio privado.

El acueducto Dhuis lleva a las alturas de Ménilmontant (setenta i cinco metros mas alto que los muelles del Sena) las aguas de la vertiente de Parqui. El desarrollo alcanza

a ciento treinta i un kilómetros i ha sido ejecutado enteramente en corte o en subterráneo con sifones para atravesar los valles i sin ninguna obra aparente. Las partes en acueducto libre son de albañilería i seccion ovoide con una pendiente de un decímetro por kilómetro; los sifones están constituidos por una fila de tubos de fundicion de un metro de diámetro. Este acueducto lleva diariamente veinte a veinticinco mil metros cúbicos al reservorio de Ménilmontant que tiene una capacidad para cien mil.

El acueducto la Vanne, terminado en 1874, es mucho mas importante: proporciona ciento veinte mil metros cúbicos por dia, provenientes de una série de vertientes tributarias del rio de su nombre.

Estas vertientes forman dos grupos: uno, de las vertientes altas, arroja directamente en el acueducto aguas que llegan a Paris por simple gravedad; el otro, de las vertientes bajas, necesita recurrir a bombas elevadoras movidas por caidas del rio Vanne o bien a vapor.

Las aguas de las vertientes cochepies son captadas en un valle vecino, conducidas por acueducto a la Vanne i elevadas en una usina mista, hidráulica i a vapor, hasta el acueducto principal.

La lonjitud total del acueducto la Vanne es de ciento setenta i tres kilómetros, llega a Paris a las alturas de Mont-rouge, al costado del parque Montsouris, a un reservorio de dos pisos, cuatro hectáreas de superficie i doscientos cincuenta mil metros cúbicos de capacidad; su cota de aguas max. está a ochenta metros sobre el mar.

La débil pendiente de que se disponia, no permitió atravesar por sifon todos los valles, franqueando los mas bajos por arcadas de albañilería de disposiciones económicas i atrevidas, pero de difícil i costosa conservacion.

El acueducto es de albañilería de seccion circular con dos metros diez centímetros de diámetro interior i la pendiente es de diez centímetros a trece centímetros por kilómetro; los sifones están formados por dos filas de tubos de fundicion de un metro diez centímetros de diámetro.

El costo del conjunto, incluyendo adquisicion de vertientes, indemnizaciones, reservorio, etc., alcanza a cincuenta millones de francos.

El acueducto del Avre, concluido en 1893, conduce diariamente a las alturas de Saint-Cloud (ciento siete metros sobre el mar) cien mil metros cúbicos de agua, que toma de las vertientes de Breuil i de la Vigne.

El reservorio de Montretout, adonde llegan las aguas, consta de tres compartimentos de cien mil metros cúbicos de capacidad cada uno.

La derivacion tiene un largo total de ciento cinco kilómetros; la pendiente de los trozos de escurrimiento libre es de cuatro decímetros por kilómetro aguas arriba i tres decímetros a partir del Eure.

El acueducto es de albañilería con seccion circular de un metro ochenta centímetros i un metro setenta centímetros de diámetro interior; los sifones están constituidos por dos filas de tubos de fundicion de un metro de diámetro.

Costo total, treinta i cinco millones de francos.

El acueducto del Loing, concluido en 1900, conduce provisoriamente al reservorio Mont-souris cincuenta mil metros cúbicos diarios, que toma de las vertientes bajas de

Loing i Lunai i que una usina elevadora espele hasta el nivel del acueducto la Vanne.

El acueducto es de seccion circular de albañilería con una capacidad mui superior a la necesaria, consultando la estension de la captacion i para poder suplir a la Vanne en caso de accidente o reparacion.

Al atravesar los valles se han sustituido por sifones las arcadas de albañilería, que han dado en la práctica malos resultados.

Los sifones son tubos de fundicion virolados.

En resúmen, este conjunto da para el servicio privado un gasto total de doscientos noventa mil metros cúbicos en veinticuatro horas, o sea ciento doce litros por habitante.

ALIMENTACION DEL SERVICIO PÚBLICO E INDUSTRIAL

En los barrios bajos, todo el centro de Paris i ámbas riberas del Sena, el servicio público e industrial se hace por las aguas del Ourcq. Este canal es una derivacion del rio de su nombre i tiene un desarrollo de ciento siete kilómetros; conduce diariamente doscientos mil metros cúbicos de agua, de los cuales vácia setenta mil en el estanque la Villette (cota cincuenta i dos metros sobre el mar) para alimentar los canales Saint-Denis i Saint-Martin, abandonando ántes ciento treinta mil metros cúbicos a dos galerías de toma establecidas sobre uno de los costados del estanque i que se prolongan por el acueducto de cintura. Estas galerías arrojan el agua en una vasta red de conductos que concurren en la ribera izquierda a los reservorios Saint Víctor, Racine i Vaugirar.

La presion del agua del Ourcq es débil, pero basta para asegurar una gran estension al servicio de la calle, fábricas i patios i se la utiliza hasta en el bosque de Bologne. En la estremidad sud-ocste la red es deficiente, pero se suple con un refuerzo de veinte mil metros cúbicos que la usina di Javel estrae del Sena i que eleva hasta el reservorio de Grenelle (cota cincuenta i dos metros) por la misma red.

En los barrios de altitud media el mismo servicio se hace con agua del Sena, que proporcionan tres grupos de reservorios situados al sur, al este i al oeste a cotas comprendidas entre setenta i seis i ochenta i nueve metros i ligados entre sí por una red única de conductos. Estos tres grupos de reservorios que ocupan los vértices de un triángulo equilátero, son alimentados por una série de usinas repartidas sobre las dos riberas del Sena i de las cuales la mas importante, la del Ivry, puede elevar diariamente ciento treinta mil metros cúbicos i comprende nueve máquinas a vapor de ciento sesenta caballos en agua subida i capaces en conjunto de elevar hasta trescientos cincuenta mil metros cúbicos en veinticuatro horas.

En los barrios altos, al norte i al este, el servicio industrial se hace con agua del Marne estraida por la gran usina de Saint Maur, que consta de ocho máquinas hidráulicas i cuatro a vapor con una potencia total de mil quinientos caballos.

Las bombas pueden elevar cien mil metros cúbicos, de los cuales un octavo es arrojado en el lago Grenelle para alimentacion del bosque de Vincennes, el resto se vierte (a la cota cien) en los estanques inferiores de Ménilmontant.

Como las aguas del Marne no pueden alcanzar las alturas de Chaumont, Montmar-

tre i Belleville, se han instalado usinas auxiliares para elevar tanto las aguas del rio como las del servicio privado.

Los pozos artesianos proporcionan a la distribucion un contingente escaso, salvo el de Passy, cuyo gasto de cuatro a cinco mil metros cúbicos, constituye la alimentacion del bosque de Boulogne, i el de Grenelle, de doscientos a trescientos metros cúbicos, que se vierten en el canal del Ourcq.

Si todas estas instalaciones funcionasen de una manera completa, se podrian entregar diariamente quinientos treinta mil metros cúbicos o sea doscientos litros por habitante; pero es preciso contar con las distintas causas de descanso forzado, de las cuales la mas frecuente consiste en la necesidad de visitar i reparar las máquinas, lo que reduce en un cuarto el gasto total.

RÉJIMEN DE LA DISTRIBUCION

En todas las partes de la doble red de distribucion de agua, los conductos están continuamente en servicio i en presion, todas las canalizaciones forman red de mallas, pudiendo hacerse la alimentacion en un punto cualquiera por dos lados a la vez.

En todas las ramificaciones se han colocado llaves i tambien a intervalos cortos en conductos largos.

Todas las tomas de agua para servicio público o particular se hacen dejando los conductos en carga, debido a lo cual, a pesar de la multiplicidad de trabajos en cada dia, las interrupciones del servicio son casi nulas.

Como en una série de redes tan complejas el cálculo seria impotente para determinar exactamente las condiciones del escurrimiento i las pérdidas de carga, se han colocado en los puntos mas importantes aparatos indicadores i registradores de nivel o de presion.

Aparatos avisadores permiten limitar las consecuencias de los escapes i apresurar el aislamiento i las reparaciones.

Todas las maniobras, sin escepcion, se hacen por los empleados del servicio municipal i bajo su sola responsabilidad; la compañía de aguas, a pesar de su calidad de administrador interesado, en nada se inmiscuye i sólo se concreta a las relaciones con los abonados.

En todas las calles el pavimento se lava dos veces por dia; el riego con piton en las vias frecuentadas se estiende a todas las calles anchas, limitando a las ordinarias el uso del tonel.

Este enorme desarrollo del servicio público que exige a cierta hora el empleo de un volúmen considerable de agua, ocasiona un descenso brusco i jeneral de la presion en los conductos de todos los barrios, lo que impide que llegue a los pisos superiores de las casas i perjudica el servicio de ascensores i el de incendio.

RESULTADOS TÉCNICOS

De los datos anteriores resulta que el agua disponible alcanza a trescientos doce litros por día i por habitante, pero que no conviene contar en la práctica con mas de doscientos sesenta litros.

Escediendo ya de doscientos veinte litros el consumo medio, queda sólo un pequeño márgen disponible, lo que en días de gran calor ha hecho necesario recurrir al agua del Sena tomada aguas arriba de Paris, sistema mui criticado por los higienistas, que ahora se ha reemplazado construyendo vastos establecimientos de filtracion por arena en Saint Maur i en Ivry para tratar las aguas del Sena o del Marne.

El agua del servicio privado se paga a razon de treinta i cinco céntimos el metro cúbico; el agua para ascensores a sesenta céntimos el metro cúbico, i el agua de rio o industrial, a dieciseis céntimos el metro cúbico.

SEGUNDA PARTE.—SANEAMIENTO DE PARIS

Red única de cloacas

Su utilizacion, consagrada primeramente a las aguas lluvias, industriales i las aguas usadas de la casa, se ha ido estendiendo sucesivamente a las aguas provenientes de las fosas, tinas filtrantes i water closets i finalmente a las materias escrementales, constituyendo el sistema denominado «todo a la cloaca».

La red está caracterizada por el empleo esclusivo de cloacas de suficiente altura para ser recorridas de pié i para alojar en su interior las cañerías de agua i de trasmision de fuerza, hilos telegráficos i telefónicos, correo neumático, etc.

El volúmen total de agua escurrido por año alcanza a ciento setenta i cinco millones de metros cúbicos; por día, a cuatrocientos ochenta mil metros cúbicos o sea ciento noventa i dos litros por habitante. Esta cifra es inferior al agua distribuida, diferencia que se explica por las pérdidas de evaporacion, infiltracion, etc., compensando los suplementos que dan las lluvias.

Al punto de vista del drenaje de las aguas usadas, Paris se divide en tres zonas, servida cada una por una red de cloacas independientes cuyas aguas se reunen en una sola galería principal llamada gran colector.

1) Zona sur.—Comprende poco mas o ménos toda la ribera izquierda i la parte de la ribera derecha que se estiende desde Auteuil hasta la Madeleine i Batignolles. Su gran colector Bievre, o de la ribera izquierda, atraviesa el Sena por el sifon del Alma, luego toma el nombre de colector Marceau i va a juntarse en Levallois-Perret, a corta distancia del Sena, con el gran colector Asnière de la segunda zona. En esta primera zona se distingue: en la ribera izquierda, las grandes cloacas de Bievre, Saint-Michel, Bosquet i Grenelle; en la ribera derecha, los colectores Debylli i Montaigne.

2) Zona central.—Formada de la mayor parte de la ribera derecha del Sena hasta la línea de los bulevares exteriores, tiene por emisario jeneral el gran colector de Asnières, que nace en la plaza de la Concordia i llega al rio aguas arriba del puente de Asnières. Sus principales afluentes son: por una parte, la galería de los muelles en la ribera derecha, de Rivoli, de Sebastopol; i por otra parte, el colector de los ribazos, que recibe las aguas de toda la parte norte de Paris.

3) Zona norte.—Se compone de las alturas i vertientes de esta rejion drenada por el colector jeneral del norte. Éste parte de los bulevares exteriores, sale de Paris por la puerta de la Chapelle i se va a vaciar al Sena en Saint-Denis, recoje fuera de las fortificaciones las aguas sucias de los alrededores.

Una derivacion establecida a su salida de la ciudad permite enviar directamente a Gennevilliers todo o parte de sus aguas.

Reconocida la insuficiencia de los dos primeros grandes colectores i del sifon del Alma, se han construido últimamente:

a) Un nuevo colector jeneral llamado Clichy, destinado a aliviar tanto el colector Marceau como al Asnières i que, partiendo de la plaza de la Trinidad, sigue la calle de Clichy para rematar en la usina elevadora de Clichy.

b) Un segundo sifon que atraviesa el Sena aguas arribas del puente de la Concordia para ausiliar el del Alma i que lleva al colector de Asnières una parte de las aguas de la ribera izquierda; ademas está unido con el colector Clichy prolongado hasta la plaza de la Concordia, que recibe tambien las aguas de las grandes cloacas de Provence i del boulevard Haussmann.

La mas estensa de las tres zonas es la del sur, que sirve una superficie de tres mil ciento nueve hectáreas; la del centro, dos mil seiscientas veintisiete, i la del norte, sólo mil doscientas noventa i ocho hectáreas.

Todas las aguas recojidas se escurren por simple gravedad hasta las fuentes de Saint-Denis i Levallois; sólo se exceptúan las que provienen de las islas San Luis i Cité, que están a un nivel demasiado bajo. Para allanar esta dificultad se han establecido máquinas elevadoras en la plaza Mazas i en el muelle de los Plateros, para enviar estas aguas por los sifones Morland i de la Cité a los colectores de los muelles en ámbas riberas del Sena.

Cloacas diversas i obras accesorias

El tipo corriente en las calles ordinarias presenta una altura interior de dos metros treinta centímetros i una luz de un metro cuarenta entre los arranques, la cuneta veinticinco centímetros de profundidad i cuarenta centímetros de abertura i la banqueta de cuarenta centímetros de ancho.

La pendiente de las arterias principales de cuneta mediana con dos banquetas, varia de treinta centímetros hasta un metro cincuenta centímetros por kilómetro, la de las cloacas elementales de banqueta única varia segun el relieve del suelo, desciende rara vez de cinco metros por kilómetro, estando jeneralmente comprendida entre uno i tres centímetros por metro. Mas allá de tres centímetros de pendiente la marcha sobre las banquetas es difícil i peligrosa, haciéndose entónces en escalones.

Los acordamientos de las distintas arterias se hacen en curva i uno o varios escalones se colocan en la estremidad de cada afluente cuyo radier queda por lo ménos a veinte centímetros encima del de la cloaca en que se vácia.

Todos los colectores modernos son de albañilería de bolones con mortero de cemento i enteramente revestidos interiormente con cemento, cuyo espesor se refuerza en las partes espuestas al desgaste, radier i banqueteta; una capa de mortero de cemento cubre el trazado de la bóveda. Los espesores de las paredes son bastante débiles: veinte centímetros para las cloacas elementales, cuarenta a sesenta centímetros para los grandes colectores; estas dimensiones, aunque atrevidas, han sido plenamente justificadas por la práctica.

Las chimeneas de visita van bajo las aceras con tapones de fundicion i espaciadas de cincuenta en cincuenta metros i desembocan alternativamente en uno i otro lado de la via: galerías de dos metros de altura ligan la chimenea de descenso con la cloaca, terminando allá por escalones.

Las bocas libremente abiertas al lado de la acera se unen a la cloaca por ramales de radier fuertemente inclinados.

Las cloacas particulares destinadas a encerrar los conductos de evacuacion de las aguas sucias de las casas riberanas, son tambien de albañilería de un metro ochenta centímetros de altura que, en vista de reglamentos recientes, deben estar cerradas por un muro en piñon a plomo, de la penetracion en las cloacas, que debe ser atravesado por el conducto de evacuacion que desemboca en el pié derecho de la cuneta.

Los vertederos por los cuales se escapan las aguas superabundantes en las lluvias excepcionales son constituidos por aberturas practicadas en los piés derechos al nivel de las banquetetas: ranuras permiten agregar alzas formadas por viguetas de maderas.

En un pequeño número de puntos i notablemente a la cabeza de los sifones o a la entrada de las usinas, se colocan rejillas para detener los cuerpos. Se encuentran en los mismos puntos cámaras de arena aguas arriba de las rejillas; algunas otras cámaras de depósito para las materias pesadas se han dispuesto en sitios convenientes elejidos en vista de la comodidad de estraccion.

Dios guarde a US.—*Servando A. Oyanel.*—Al señor Ministro de Chile en Francia.

