

## INFORME

### A LA SUB-COMISION DEL ALCANTARILLADO DE SANTIAGO, SOBRE TRES PUNTOS RELACIONADOS CON EL VALOR TÉCNICO DE LAS PROPUESTAS PRESENTADAS PARA LA CONSTRUCCION DE DICHO ALCANTARILLADO.

---

Con fecha 15 de Noviembre, la Sub-Comision nombrada para dictaminar acerca de las mencionadas propuestas ha pedido de los firmantes del presente informe que contestarán las tres preguntas siguientes:

«1.º ¿Cuál de las dos propuestas presentadas considerara Ud. preferible aceptar para Santiago, en vista del escurrimiento de las aguas de lluvias: el sistema misto del proyecto del señor Santa María, en que dichas aguas corren de tres a cinco cuadras (de 300 a 600 metros) por las cunetas de las calles para caer a los colectores, o el sistema de los proyectos de las sociedades Batignolles-Fould, en los cuales hai un sumidero en el punto mas abajo de cada manzana, por el cual las aguas lluvias caen a las cañerías?

«2.º ¿Cuál de las tres disposiciones de la red de cañerías i colectores cree Ud. que responde mejor a las condiciones topográficas del suelo de Santiago i al trazado de sus calles: la del Proyecto Oficial, elaborado por el señor Santa María, la disposicion en zig-zag del proyecto llamado Solucion B, o la de la Solucion intermediaria A?

«3.º Respecto al lavado de la red del Alcantarillado con agua del rio, i al servicio de incendios, tomados en conjunto, i atendidas todas las consideraciones del caso. ¿Cree Ud. preferible que exista en Santiago una sola cañería bajo presion, haciéndose el lavado con una cañería a flujo libre, como en las Soluciones A i B, o dos redes de cañerías bajo presion como en el proyecto Santa María?

## INTRODUCCION

Examinaremos conjuntamente las dos cuestiones 1.ª i 2.ª, que, de hecho, están íntimamente ligadas.

Para apreciar las ventajas de cada solucion recordaremos los diversos objetivos que todas ellas deben realizar; estos son 1.º) En cuanto a las *aguas usadas*, a las aguas mas putrescibles, i materias sólidas cuyo trasporte hidráulico es admisible, asegurar su alejamiento de la ciudad ántes de que puedan entrar en putrefaccion lo cual exige:

a) Pendientes adecuados de las cañerías privadas para asegurar un escurrimiento rápido i evitar obstrucciones.

b) La realizacion, en la red pública, de velocidades i alturas mínimas de agua suficientes para el buen arrastre de las materias sólidas en suspension; estas velocidades serán distintas, por lo demas, segun que se trate de escurrimiento continuo o intermitente, de cañería o de colector.

II.º) En cuanto al escurrimiento de las *aguas de lluvia*, observaremos:

a) Que será primero superficial en una estension mas o ménos grande i, despues, subterráneo.

b) Que la transicion del escurrimiento superficial al subterráneo se hará libremente o con interposicion de resumideros, sifones, coladores o combinaciones de los mismos.

c) Que el escurrimiento subterráneo exige una velocidad la mayor posible, pero limitada, (así como la pendiente), por consideraciones de conservacion de los conductos.

III.º) En plano esas consideraciones podrán realizarse con trazados mas o ménos variados, siendo los mejores los que aseguren las velocidades necesarias con la mayor economía de implantacion, conservacion i explotacion, cuestion económica que no tenemos encargo de examinar, pero con la cual se relaciona indirectamente la tercera pregunta que se nos pide contestemos.

Veamos como realizan este programa técnico los tres proyectos sometidos a nuestro exámen i que son:

1.º El Proyecto Oficial.

2.º El Proyecto de las firmas Batignolles Fould, Solucion A.

3.º El Proyecto de las mismas firmas (Solucion B), que llamaremos el *Proyecto B*.

De esta crítica paralela, que, por lo demas, limitaremos a los proyectos 1 i 3, resultará el valor técnico relativo de los mismos, abstraccion hecha de su valor económico.

No hablaremos de la *solucion A* por cuanto un estudio previo comparativo entre los proyectos *A* i *B* nos ha hecho preferir el segundo, como basado en principios mas netos, que conducen a un funcionamiento mas seguro i evitan otros inconvenientes que presentaria la adopcion del proyecto *A*, en el porvenir.

## CAPITULO I

### ESCURRIMIENTO DE LAS AGUAS USADAS

#### § I. *Cañería privada*

Tomando en su orijen la formacion del caudal ordinario de las aguas que la red de desagües está llamada a escurrir, para seguirlo en su trayecto subterráneo hasta fuera de la ciudad, debemos preocuparnos ante todo de la recepcion fácil i segura, en tiempo seco, de las *aguas usadas* de las habitaciones en los elementos mas próximos de la canalizacion pública.

Estas aguas usadas, orijinarias, en su mayor parte de la canalizacion del agua potable— i, por una pequeña fraccion de agua de pozos —van a los desagües cargadas de

materias diversas, materias fecales, grasas, residuos de café, etc., productos del lavado de piezas i patios, abstraccion hecha de los cuerpos estraños provenientes del barrido de las piezas i otros que, por su tamaño, son susceptibles de franquear los sifones de los escusados o los resumideros de los patios, i cuya introduccion por los primeros será siempre mui difícil evitar.

De estas materias, unas tienden a formar, sobre las paredes de los conductos, depósitos que, por su viscosidad, retardan el escurrimiento; las otras, si no son tomadas por una corriente de suficiente velocidad, pueden entorpecer el escurrimiento hasta impedirlo.

Es sabido cuan frecuentes i molestas llegaron a ser estas obstrucciones en Buenos Aires.

Aun cuando el exámen de la cuestion que abordamos no entra directamente en nuestro cometido, está tan lógicamente ligado con el estudio de las mejores condiciones del escurrimiento en la red pública, que no nos es posible desentendernos de él.

Aislado el recinto habitado de los drenes privados por medio de sifones desconectores i, localmente, de depósitos colocados en los orificios de entrada de las aguas usadas a dichos drenes, se admite jeneralmente, en Europa i Norte América, que el escurrimiento normal de estas aguas hasta la calle queda asegurado dándole a los tubos de salida de los servicios privados una pendiente de 0,03 m por metro.

El Proyecto Oficial acepta este mínimo, i con razon lo acepta tambien el proyecto B.

Convendria sin embargo no perder de vista que las condiciones del escurrimiento de las aguas usadas dentro de la casa no serán las mismas en Santiago que en aquellos continentes.

Puede decirse que en Europa todas las casas son de poca profundidad relativa; aquí, para gran parte de la ciudad, ciertas instalaciones privadas estarán a distancias de la calle que alcanzarán muchas veces 50 metros i mas, lo que aumenta los peligros de obstrucciones.

Ademas es preciso no hacerse ilusiones sobre las costumbres locales al respecto, nacidas de la facilidad con que actualmente todo desperdicio puede echarse a la acequia; por eso, i en vista del mayor largo horizontal indicado de la canalizacion privada, es de prever que será mas necesaria aquí que en otras partes una reglamentacion esticta de las instalaciones privadas, con lavados especiales de sus cañerías, imponiéndose ademas la comprobacion minuciosa de la efectividad de las pendientes anunciadas de 0,03, es decir, de las profundidades mínimas de la canalizacion pública bajo el nivel de las calles, o, mas exactamente, de la profundidad del empalme de las cañerías privadas con la red pública, importando tambien que dicho empalme quede encima del nivel de las aguas ordinarias, de manera a asegurar la ventilacion de la red en tiempo normal i a impedir el estacionamiento de las aguas en la parte terminal de cada ramal privado.

Ahora bien, el proyecto oficial establece que las cañerías de todo órden de la red pública tendrán *su eje* a 1<sup>m</sup> 75 bajo el nivel de la vereda. (Páj. 28 proyecto oficial).

En el proyecto B se acepta como regla una profundidad mínima *de la red* de 2 metros (páj. 10 de la Memoria Jeneral), sin indicar qué elemento de perfil trasversal de los

conductos se colocará a esa profundidad. Del exámen de los perfíes lonjitudinales de las cañerías puede inferirse sin embargo que se trata del nivel de los radiers.

Siendo pues los diámetros de las cañerías, en el proyecto B, de 0<sup>m</sup> 35 a 0<sup>m</sup> 70, si restamos medio diámetro de la cifra indicada de 2 metros, vemos que la diferencia, de 1,825 a 1,65 es *comparable* con la cifra de de 1,75 del proyecto oficial.

Si referimos los niveles a la cota de los radiers, obtendremos en el proyecto oficial:

$$\begin{aligned} &\text{de } 1,75 + 0,10 = 1,85 \text{ a } 1,75 + 0,225 = 1^m 975 \\ &\text{En el proyecto B. . . . .} = 2^m 000 \end{aligned}$$

Falta saber si estas cifras son suficientes —i si lo fueran—nos restará averiguar si son realizadas de hecho por ámbos proyectos.

Partiremos de una distancia de 60 metros del eje de la calle al orificio de entrada mas distante de ella, que supondremos en el nivel del último patio.

Pendiente de 0,03 de la cañería privada.

Entónces el desnivel entre estremidades será de  $60 \times 0,03 = 1^m 80$ .

Profundidad de un resumidero supuesto en el último patio de la casa 0<sup>m</sup> 30.

Resulta como profundidad necesaria del empalme con la cañería pública (admitiendo que el último patio no esté mas bajo que la calle) 2<sup>m</sup> 10.

Todavía esta circunstancia no es jeneral, pues en muchas manzanas el nivel de la calle es *mas alto* que el de los patios de las casas. Hemos tomado los perfiles inferiores de varias manzanas en direccion este-oeste, i hemos podido comprobar la efectividad de nuestra afirmacion.

Se desprende desde luego de estas constataciones i cifras que tanto el programa oficial como el de la Sociedad Batignolles *no satisfacen completamente a la condicion de pendiente de 0,03*.

Al indagar como habia sido realizado este programa, notamos que el proyecto oficial no procura todos los datos indispensables en cuanto a las cañerías primarias i secundarias, pudiéndose inferir solamente de los cuadros del señor Santa María que los ramales privados, conectados con las últimas, no realizan siempre la pendiente mínima impuesta ya que señalan una profundidad en cabecera de 1<sup>m</sup> 20, (anexo 1.º de la Memoria Oficial, pájs. 7 i siguientes).

Las primarias tienen profundidad suficiente (anexo I, adjunto).

Del proyecto frances solo tenemos los perfiles lonjitudinales de las cañerías de una zona, los cuales satisfacen al programa correspondiente (anexo II).

En los casos mas desfavorables (calles anchas como Cumming, parte del Brasil, Avenida Capital, Avenida República, etc.,) el proyecto B aventaja al proyecto oficial por cuanto el primero coloca, en dichas arterias, una cañería a cada lado de la calle.

Las profundidades de los colectores i emisarios de ámbos proyectos son satisfactorias (anexos I i III).

En resúmen, bajo este punto de vista, son superiores la condiciones del proyecto B a las del proyecto oficial.

En cuanto a la condicion indispensable de que las cañerías privadas desemboquen encima del nivel de aguas ordinarias de la red pública, convendrá averiguar en vista de datos mas completos hasta que punto queda realizada.

Llamamos tambien la atencion de la Comision a la necesidad de obtener cortes transversales de las calles, en que los proponentes indiquen la colocacion respectiva de las cañerías de distribucion de agua i de los tubos del alcantarillado, siendo inaceptable desde luego la disposicion que coloca a estos dos elementos en un mismo plano vertical.

## § 2. *Velocidades en la red pública*

Tomando en cuenta que ámbos proyectos han debido aceptar la comunicacion libre de la cañería privada con la pública, i suponiendo asegurado el buen escurrimiento en la primera, cábenos examinar ahora las condiciones del trasporte, en la segunda, de las aguas usadas i materias sólidas que llevan en suspension.

Dicho trasporte se hará en condiciones tanto mas favorables cuanto mayores sean las velocidades i profundidades de agua mínima realizadas en la red pública, i cuanto mas se presten sus secciones al fácil paso de las materias sólidas que, habiendo llegado allí, fueran capaces de obstruirlas al juntarse.

Para fijar bajo este punto de vista el valor de la velocidad mínima necesaria, es preciso definir ante todo las diferentes materias que serán admitidas en la red i que deberán ser arrastradas.

Tanto el proyecto *B* como el proyecto Oficial aceptan que las basuras i arenas de la calle deberán ser alejadas subterráneamente, miéntras que la tendencia jeneral, en Europa i Estados Unidos, es escluir las de las alcantarillas por las dificultades que presenta su trasporte hidráulico. Aun la ciudad de Hamburgo, que, en un principio, aceptó la comunicacion libre de la cloaca con la calle, está cambiando actualmente, en gran parte de la red, sus bocas de entrada libre por resumideros que permiten detener las materias indicadas.

El propósito perseguido en los proyectos que analizamos se esplica por el hecho que la topografía de Santiago es particularmente favorable para conseguir buenas pendientes, i que la solucion que aceptan implica una relativa economía en el trasporte de las mencionadas materias.

Vamos a ver si ámbos proyectos realizan esta parte de su programa.

Desde luego ámbos no exigirán las mismas velocidades en sus diversos elementos, pues el primero acepta que el escurrimiento superficial de una parte de las aguas meteóricas puede hacerse sin inconveniente en una estension de 3 a 5 cuadras, miéntras que el segundo recoge dichas aguas en el alcantarillado por medio de bocas de entrada ubicadas en el punto mas bajo de cada manzana «particularmente en los barrios lujosos».

Resulta en efecto de ahí que las velocidades mínimas necesarias en las cañerías de orden inferior serán distintas para el proyecto oficial i para el proyecto *B*; solo serán idénticas en los colectores de ámbos proyectos.

Esperiencias minuciosas hechas en varias ciudades de Europa, han demostrado que el buen arrastre de las materias en suspension (escluyendo las materias sólidas prove-

nientes del barrido de las calles, etc.) exige, en las canalizaciones con escurrimiento continuo, velocidades mínimas de  $m$  0,60 a  $m$  0,75, mientras que en conductos con escurrimiento intermitente se requieren velocidades iguales a  $1\frac{1}{2}$  veces las anteriores para el arrastre de los depósitos que se forman mientras dichos conductos quedan en seco.

La obligación de aumentar las velocidades para las cañerías no visitables, es además evidente por el mayor peligro que en ellas encierran las obstrucciones, y las mayores dificultades que ellas oponen a su alejamiento.

Esa necesidad de realizar velocidades determinadas resulta del efecto coagulante que ejercen sobre las arenas las materias orgánicas, distribuidas en las aguas de alcantarillado, así como las diversas combinaciones químicas de las grasas que allí se encuentran más o menos saponificadas, acción que hace perder a las primeras su estado de división.

Como se ve, para los colectores de ámbos proyectos y para las cañerías con lavado continuo, podrán aceptarse (siempre que se escluya del alcantarillado el producto grueso del barrido de las calles), velocidades mínimas más próximas de  $m$  0,60 que de  $m$  0,75, a causa de la mayor dilución que resultará, aquí, del lavado continuo si éste se hiciera con aguas relativamente limpias.

Pero en las cañerías primarias del proyecto oficial (asemejables hasta cierto punto a la segunda categoría de conductos observados en las esperiencias citadas) la velocidad mínima aceptable, en el momento de los lavados—siempre que éstos sean de suficiente duración, y admitiendo la hipótesis restrictiva ya hecha, (de instalaciones privadas convenientes y de esclusión del barrido grueso de las calles)—deberá ser de  $m$  0,90 a  $m$  1,10.

Para cañerías limpiadas únicamente por golpes de agua, puede regularse por esperiencia directa el funcionamiento de los aparatos automáticos hasta conseguir una buena limpieza, siempre que dichos aparatos tengan una capacidad suficiente y estén colocados a distancias convenientes.

Veámos ahora cuáles serán las velocidades probables en las dos redes propuestas; si ellas se apartaran poco de las velocidades mínimas que acabamos de señalar, podremos decir que los conductos correspondientes estarán en buenas condiciones de funcionamiento escluyéndose el barrido grueso de las calles, pero, al mismo tiempo, deberemos admitir que, exigiendo el arrastre de las materias provenientes de este barrido velocidades superiores a los anteriores mínimos, deberá optarse por una de las dos medidas siguientes:

1) o escluir de ámbas redes el barrido grueso de las calles;

2) o bien modificar ámbos proyectos de manera a asegurar, en una u otra forma, el buen transporte de esas materias, aumentando desde luego las velocidades que fueran reconocidas insuficientes.

Ahora bien, las velocidades probables—es decir las anunciadas en el proyecto *B*, o por nosotros,—no concuerdan.

Un exámen detenido de las causas de tales diverjencias nos ha demostrado que están en la aceptación de coeficientes que, según nuestro modo de ver, no son los que la práctica aconseja para las condiciones de escurrimiento en que nos encontramos,

Efectivamente la fórmula aplicada por los autores del proyecto, para los colectores por ejemplos la última fórmula de Bazin, con el coeficiente experimental que corresponde a «aguas limpias i paredes nuevas i mui lisas»; sin embargo no es dudoso que, por lo ménos durante el dia, dejen de ser asemejables a aguas limpias, estas aguas de lavado mezcladas con las aguas usadas i las materias que ellas deben trasportar; (éstas son desde luego las condiciones de escurrimiento que mas nos interesan); pero aun en la noche no es lícito admitir que se trata de aguas limpias, si se toma en cuenta cuán cargadas vienen a menudo las aguas del Mapocho i sobre todo las del Maipo, que son las que han de hacer el servicio de lavado: (Véase *Anexo IV*).

Por fin tampoco puede decirse que las paredes de los conductos quedarán «mui lisas» pues se ha observado en todas partes—i los infrascritos han podido observarlo personalmente como ingenieros en sus respectivos servicios de Gante i Rotterdam—que, aun cuando se trata de canalizaciones bien lavadas, sus paredes se van cubriendo poco a poco con una capa de sedimentos de composicion compleja, cuyo efecto es retardar el escurrimiento.

(Continuará)

