

## Cañerías de acero i de fierro fundido

POR

ALLEN HAZEN (Resúmen)

---

(Traducido del «Engineering Record», Junio 17—1911, por Leonardo Lira.)

Una cañería de acero de  $\frac{1}{4}$ " de espesor debe ser i a menudo lo es, mas resistente que una de fundicion de 1", i jeneralmente es mas barata. Al reemplazar el acero a la fundicion en las cañerías, no se ha hecho otra cosa que aprovechar la ventaja que hai en el empleo de un material mas resistente aunque de mayor costo.

Hasta el presente, las discusiones sobre la superioridad de uno de estos materiales en el uso de cañerías de gran diámetro, han versado sobre cuestiones de duracion relativa (real o supuesta) tomadas conjuntamente con los costos relativos. Se ha partido de la base de que el acero es ménos durable a causa de que los perfiles usados son mas delgados i se atacan por el agua con mas rapidez. Pero se ha observado que es mucho mas barato. Por ejemplo: las propuestas para proporcionar en Springfield 12 millas de cañería de 42" en 1908 dieron un costo relativo de 2 para el acero i 3 para la fundicion.

Ahora bien, si el dinero economizado por el uso de cañería de acero en un caso determinado, por ejemplo, es de  $\frac{1}{3}$  del costo de la cañería de fundicion o sea un 50% del valor de la cañería de acero, se comprende que, suponiéndolo colocado ese dinero, economizado a un interes racional, llegue a formar un capital suficiente para colocar una nueva cañería de acero, tomando como plazo un plazo en que se estime que la cañería de acero quedaría inútil.

En las cañerías matrices, fuera del gasto i de la pérdida de resistencia del metal, hai otras circunstancias que limitan la duracion de la cañería. Tanto en las cañerías de acero como en las de fundicion, hai una disminucion continúa en el gasto debida a que la cara interior se va poniendo áspera a causa de los depósitos. La reduccion del gasto i el aumento del consumo limitan por consiguiente el plazo en que una cañería dada puede cumplir las funciones para que fué colocada, i, cuando cesa de cumplirlas, debe colocarse una nueva cañería para ayudarla. Al hacer esto, debe considerarse que la primera cañería ha perdido una parte de su valor i debe atribuírsele

solamente un valor igual a la diferencia entre los costos de una cañería capaz de proporcionar el gasto total i otra capaz de dar el gasto complementario que falta. En la mayoría de los casos, este valor será una fracción del costo primitivo. Así, aunque la cañería esté físicamente sana, una parte de su valor ha desaparecido.

Las cañerías de acero mas antiguas tienen alrededor de veinte años de uso i están todavía en buenas condiciones. Se ha gastado poco en reparaciones i hai fundados indicios para pensar que durarán en servicio, todavía por largo tiempo. En algunas de las cañerías colocadas mas recientemente, se han notado mayores deterioros.

Las quebraduras de una buena cañería de acero provienen de las corrosiones, que pueden deberse a dos causas:

1) *Mecánicas*: el escape de una pequeña cantidad de agua a través de una ruptura accidental (escape que se efectúa a gran velocidad a causa de la gran presión interna del agua) ayuda la acción exterior: los granos de arena que trae el agua se amontonan allí i salen violentamente hacia afuera i, en corto tiempo relativamente, cortan el acero i hacen un agujero de un tamaño suficiente para considerarlo, no ya como pequeña ruptura accidental, sino como daño de consideración. Este proceso de perforación es bastante rápido.

2) *Químicas*: Una propiedad curiosa de las planchas de acero es que la corrosión no se distribuye uniformemente sino que se concentra en zonas reducidas. A veces, un pedazo, por alguna razón, se corroe mas rápidamente que el resto de la plancha, i allí el acero será al fin completamente comido, formándose así un agujero por el cual puede escapar el agua. Evidentemente es una imperfección de la plancha la que permite que nazcan corrosiones que terminan por perforarla mientras que el 99% restante de la plancha permanece completamente libre de corrosiones profundas. No es fácil investigar esta cuestión, porque, cuando la perforación llega a ser aparente, toda la zona en que ella nació, ha sido ya enteramente comida; por consiguiente, no se la puede encontrar. Por consiguiente, deberá estudiarse mucho, antes de usar cañerías de acero en los casos en que ella se encuentre espuesta al agua de mar o a otra agua cargada de sales minerales.

El autor cree que en algunos casos, mas que la economía en el costo, recomiendan el acero su mayor resistencia i su mayor elasticidad. Esta gran elasticidad es debida a la maleabilidad del acero que lo hace capaz de soportar dobladuras i deformaciones por sentamientos en las excavaciones o por movimientos bajo la acción de esfuerzos exteriores, sin que se quiebre ni aminore su resistencia, casos en que la cañería de fundición se habria quebrado.

Las cañerías de fundición, hasta hoi, han sido proyectadas con paredes de un espesor suficiente para resistir, con una fuerza de trabajo dada i con una seguridad dada, la presión interna del agua, con un exceso para los golpes de ariete i generalmente con un sobre espesor arbitrario que debe tomar en cuenta las sopladuras de la fundición. Las pruebas actuales demuestran que, las cañerías así concebidas, se comportan satisfactoriamente: el porcentaje de piezas quebradas en actual uso es pequeño.

Debe observarse, sin embargo, que la gran mayoría de las cañerías que se encuentran en esta situación son de un diámetro inferior a 36". En cuanto a las cañerías de mayor diámetro, la cuestión es un poco distinta. Parece que las fuerzas tomadas en cuenta en las fórmulas no son las únicas que puedan causar la ruptura de las cañerías de fundición. Deben añadirse las fuerzas interiores debidas al desigual enfriamiento de la fundición; las fuerzas debidas a las desigualdades de sentamiento del terreno, i especialmente las fuerzas debidas al peso del relleno del corte soportado por la parte superior de la cañería i transmitidas por las paredes laterales al terreno inferior.

La cuestión importante es que las tensiones desarrolladas por estas otras fuerzas vienen, en su mayoría, a agregarse a las que resultan de la presión interna. Las tensiones resultantes del peso del relleno son de importancia en las cañerías de gran diámetro i alcanzan a influir en el espesor de las paredes. En otras palabras las cañerías de gran diámetro concebidas con tales fórmulas no son tan resistentes como las de pequeño diámetro. Las posibilidades de quebradura en las primeras es mayor que en las segundas. I es posible, en pocos minutos, causar daños por miles de pesos por la quebradura de una cañería en un barrio populoso.

La ventaja de las cañerías de acero consiste principalmente en el hecho de que sus paredes son maleables. La cañería debe deformarse por el peso del material colocado encima, por las desigualdades de sentamiento i por otras fuerzas, i, sin embargo, debe conservar su resistencia. Aunque las cañerías de acero han sido proyectadas nominalmente con coeficientes de seguridad no superiores a los empleados para las cañerías de fundición, cuando se toman en cuenta todas las circunstancias, resulta que los actuales coeficientes son mas altos. En los cientos de miles de cañerías de acero de gran diámetro en servicio en los últimos veinte años, ha habido pocas quebraduras de importancia i no ha llegado al conocimiento del autor la noticia de que alguna de ellas tuviera carácter destructivo.

En las cañerías de fundición, en el caso de producirse una quebradura, el pedazo salta, i toda el agua que trae la cañería se descarga hasta que se vacía el estanque o se concluye la fuente. Por otro lado, las pocas quebraduras que ha habido en las cañerías de acero, han sido de poca consideración, i permitían la salida del agua, pero en ningún caso del gasto total de la cañería. En dos ocasiones, la cañería se cortó a escuadra, dejando una abertura circular completa, al través de la cual pasaba el agua. Sin embargo, los extremos de la cañería quedaron intactos i permanecieron en su posición i las cañerías continuaron en servicio hasta que se las pudo reparar por medio de manguitos. En otra ocasión, una junta defectuosa se rompió en la prueba, saltando un trozo afuera i dejando una abertura de consideración, pero esto fué reparado antes de poner en servicio la cañería.

Las corrosiones de las cañerías de acero que han ocurrido a veces i de las que se ha hablado tanto en los últimos años, resultantes del enmohecimiento o de otra corrosión del metal, i que alcanzan a veces a perforar completamente las planchas, dan vías de agua pequeñas, que no interrumpen el servicio continuo de la cañería i que pueden ser reparadas fácilmente por completo sin cortar el agua.

Las quebraduras que ha habido en cañerías de acero i de las cuales tiene conocimiento el autor, han tenido lugar siempre que se ha usado un acero relativamente duro. El acero dulce es el más maleable, i, aunque tiene una resistencia a la estension mas baja, es el que da cañerías mas seguras. Si hai quebraduras, debe buscarse si hai acero duro que haya escapado a la inspeccion, i debe verse si se estaba mui cerca del límite superior de las tensiones admitidas en las especificaciones. Para mayor seguridad debe usarse el acero dulce.

Las cañerías con doble remachadura, a causa de las cabezas de los remaches i de otras irregularidades en las juntas, tienen un exeso de resistencia al escurrimiento. Para obtener el mismo gasto, las cañerías con doble remachadura deben tener un diámetro superior en 4% al de una cañería de fundicion o de acero, de una pieza.

Con los cambios de temperatura, las cañerías de acero tienden a estirarse o contraerse, pero la tierra les impide esto. Esa tendencia se convierte entonces en tensiones que tratan de estender o comprimir el acero pero que no alcanzan a dar valores de consideracion cuando las cañerías estan bien concebidas. Como estas tensiones en todo caso están a ángulo recto con las que resultan de la presion del agua, su existencia no afecta directamente la resistencia de la cañería, aunque ellas tratarán de hacer salir cualquier trozo quebrado i, agregadas a otras tensiones, pueden llegar a ser un factor de consideracion en la produccion de ciertas quebraduras que se han notado en las cañerías de acero. Deberá tomarse medidas para evitar estas tensiones: los detalles de conecciones i juntas deben estudiarse cuidadosamente.

No se ha formado tipos de cañería de acero como se ha hecho con las de fundicion. Se necesita mas arte para obtener en este caso un tipo seguro i bueno. Afortunadamente, las características primitivas de tales cañerías fueron concebidas por hombres competentes i los precedentes establecidos son buenos.

Las cañerías de 30" pueden ser remachadas con facilidad en el campo, aunque el espacio interior es mas bien pequeño para el trabajo. El diámetro 36" es remachado con mas facilidad, i esto marca el límite mínimo ordinario de las cañerías de acero, tal como se fabrican hoi. En Springfield, para cruzar el rio, se usaron dos cañerías de 30". En este caso se usó cañería de acero, no porque fuese mas barata, sino que porque se pensó que era mas resistente i daba mas garantías en un servicio especialmente difieultoso.

Resumiendo: con el aumento de los diámetros el precio de las cañerías de fundicion crece mas rápidamente. La economía que se obtiene usando cañería de acero en vez de fundicion es relativamente pequeña para un diámetro de 36", i probablemente es nula en un diámetro de 30", pero crece rápidamente con el diámetro de 48" i los mayores. I esto se verifica aun conservando para el calculo de las cañerías de fundicion, las fórmulas usadas antiguamente. Si se toman en cuenta las esperiencias de Talbot i se da entonces mayor espesor a las cañerías de gran diámetro, las diferencias serán mayores.