

El empleo de los tubos Mannesmann en las cañerías de agua potable

POR

RICARDO NEUENBORN

Desde hace tres años a esta parte se ha empleado en Chile i en bastante cantidad, la cañería de acero Mannesmann, haciendo al principio, una fuerte competencia al material de fierro fundido.

En la actualidad se discuten las ventajas e inconvenientes de estos materiales.

Me ha tocado vijilar la colocacion de varios kilómetros de cañería, tanto de fierro fundido frances, como ingles i de acero. A mas de mi esperiencia personal tengo algunos antecédentes reunidos sobre el empleo de estos materiales en otros paises i por esta razon he creido útil dar a conocer el resultado de mis investigaciones.

No creo que sea del caso enumerar las ventajas e inconvenientes del material de fundicion por ser tan conocidas, por lo que me referiré especialmente al tubo de acero.

De paso, diré que las desventajas que se le achacan a la tuberia de fierro fundido en Chile, son tres: 1.^a Su mayor costo, puesta en el pais; 2.^a Su poca resistencia para altas presiones, i 3.^a La quebrazon de tubos.

La primera, hoi por hoi, es mas aparente que real, por cuanto en muchas licitaciones era mas bajo el precio del material de fundicion que el de acero (Talca, Yungay i Cauquenes). Pasados ciertos diámetros el tubo de acero es ventajoso, por cuanto es de fabricacion mas difícil.

La segunda es fácil de subsanar, ya sea colocando en la cañería cajas corta-presion o bien empleando material de fundicion reforzado. Esta última solucion es naturalmente mas cara. El empleo de las cámaras corta-presion se descuida en muchos casos i a mi modo de ver es un estudio que deberia hacerse con cuidado, siempre que se trate de presiones altas.

La quebrazon de los tubos es un inconveniente mas real i mas difícil de evitar.

Esta se debe a dos causas: las presiones interiores, los golpes de arietes producidos por el mal manejo de las válvulas, etc., i a los choques i topones exteriores.

En cierta ocasion tuve que ir a examinar una partida de 100 tubos de 500 milímetros i todos tenian trizaduras visibles. Es de advertir que estos tubos, segun me dijeron, habian hecho mas de un viaje por la costa i tenido que soportar embarque i desembarques, sin ninguna vijilancia.

En la cañeria surtidora para Linares, de 300 milímetros, hubo un porcentaje enorme de quebrazon, debido a que el material era importado directamente por el Fisco i no habia vijilancia en el embarque, desembarque, ni transporte.

La cañeria colocada en la red de distribucion de Concepcion, tiene diámetros de 450 milímetros i 100 milímetros i la quebrazon fué 17% para los tubos grandes i 3% para los pequeños. Los contratistas decian que si ellos pudieran correr con el desembarque de los tubos, la quebrazon seria mucho menor.

En jeneral, en Talcahuano se produce una quebrazon de 10 i 20%. Esta es una seria objeccion para el caso de que, como era antes, sea el Fisco el importador de la cañeria, o bien si lo es el pequeño contratista; pero nada mas fácil que arreglar las condiciones de compra de modo que la fábrica dé el material en la estacion del pueblo en el cual se va a colocar.

Contra estas ventajas remediabiles, tiene el fierro fundido la gran ventaja de su duracion infinita. Calculamos jeneralmente los abastecimientos de agua potable para que puedan servir en un futuro de 50 años, pero hai que advertir que al cambiar la red en ese futuro, el trabajo se reducirá a las cañerias matrices (si la red ha sido razonablemente proyectada) o bien se la cambia íntegra; pero las cañerias estraídas se aprovechan en los barrios alejados del centro, en la estension de la red.

Tal es lo que pasa en Concepcion. Se ha colocado una red de 56 378 metros lineales que abarca los barrios más centrales, pero es indispensable colocar de 20 000 a 30 000 metros mas de cañeria, para alimentar barrios nuevos mas aislados. En esta parte se usará la red vieja que se ha estraído i que está en perfecto estado de conservacion. Esta cañeria tiene marcada la fecha 1871, es de Pont a Mousson i fué colocada en 1881. Tiene 40 años de edad i 30 de servicio.

Terminadas estas digresiones sobre el fierro fundido, estudiemos el material de acero.

Duracion del material

El gran inconveniente del acero es la oxidacion i por lo tanto su poca duracion.

Respecto a experiencias, las citadas en el artículo del señor Michaelsen i que apareció en estos mismos Anales se refieren a pruebas de 5 i 10 años. Los ingenieros Ott, Müller i Borchardt declaran en 1903 que los tubos Mannesmann que ellos han empleado dan mui buen resultado; pero las cañerias a que se refieren han sido colocadas solo en 1895 i por lo tanto la experiencia es solo de 8 años.

Hoi dia pueden tenerse experiencias de 16 años, pero en ningun caso son con

cluyentes, puesto que una tubería para agua potable debe durar por lo menos 80 a 100 años.

Tomo del artículo del señor Michaelsen algunos datos: el doctor Lemmes, de la Usina Mannesman, en Komotan, dice que la fabricación del tubo se hace laminando un block de acero fundido; después se le forma el enchufe, por compresión. El tubo se prueba a 50 atmósferas i en seguida se cubre con una capa de coaltar i se envuelve en yute alquitranado en caliente. Dice este mismo ingeniero que el tubo tiene una película muy fina proveniente de la laminación (Walzhaut) que lo protege de la oxidación. Asegura, además, que el yute adquiere con el tiempo una resistencia ósea. Se deduce, pues, de lo anterior que los mismos jefes de las Usinas Mannesmann le dan importancia a la cubierta de yute que protege al tubo. En cuanto a los otros ingenieros, todos están de acuerdo en que la duración del material está en razón directa con la de la capa protectora. Llamo la atención sobre este punto, por cuanto los representantes de Mannesmann en Chile aseguran que la cubierta no tiene valor i que solo la colocan por dar gusto a la Dirección de Obras Públicas.

Esto me lo han manifestado a mi personalmente i también al señor Luis Lagarrigue, contratista de las obras de aducción de agua potable de Concepción i a otros ingenieros con quienes he tenido ocasión de hablar.

La aptitud de la oxidación de un material de fierro está en razón inversa de la cantidad de carbono que tienen i por esto el orden es: 1.º Acero; 2.º Fierro dulce, i 3.º Fierro fundido. Toda cañería tiene que ser protegida: la de fundición se cubre con la composición del doctor Aug. Smith, cuyo buen resultado es conocido.

Las pinturas, betunes i capas de asfalto con que se ha querido proteger el tubo de acero, no han dado resultado. Esto lo aseguran muchos ingenieros, entre los que se pueden citar Imbeaux. (Ver su Tratado de Distribución de Aguas). El ingeniero jefe de Nuremberg, Werner, dice que ningún tubo resiste a la acción de la humedad del suelo, pero el moho penetra con mucha mayor lentitud en la fundición que en el acero i como además hai mayor espesor, la duración tiene que ser muy diferente. De un folleto titulado «Estudio comparado de los tubos de fundición, fierro dulce i acero» tomo los siguientes datos sobre la oxidación del tubo de acero.

Entre los ensayos de laboratorio cita los del señor Ledebur, quien sometió a la acción del ácido sulfúrico diluido, la fundición i el acero. La fundición perdió 27% de su peso i el acero 88,6%.

Los señores Nachtwech i Arndt hicieron experiencias cuidadosas respecto a la cantidad de oxígeno que absorben los tubos de material espuestos al aire húmedo i encontró: fundición = 95 c/c; fierro dulce = 213 c/c i acero = 389 c/c. Resultados igualmente favorables dieron las experiencias de Fischer i del señor Krohncke en Alemania.

La única protección que ha dado un resultado más o mes satisfactorio es el yute alquitranado. Esta protección tiene los siguientes inconvenientes:

1.º No resiste al calor. Esto lo he comprobado personalmente en la cañería de Concepción i Talcahuano; el alquitran se derrite muy fácilmente i no resiste la tempe-

ratura de climas templados. En Concepcion el año pasado tuvimos como máximo 28° a la sombra;

2.º Se destruye con suma facilidad. Con escepcion de los diámetros pequeños, el material de 300 mm i mas se destruye la cubierta de una manera lamentable. He visto numerosos tubos de 550 mm que no tenian señales de cubierta protectora.

3.º Es mui difícil parchar los tubos cuya cubierta se ha destruido.

4.º Es mui fácil ocultar los deterioros de la cubierta en los tubos colocados en las zanjas. En Concepcion, un inspector estaba encargado de vijilar tubo por tubo la colocacion de la cañería, a fin de que los deterioros fueran parchados. Esto aumenta el costo de la vijilancia.

5.º El cordon i el enchufe no lleva proteccion, constituyendo un punto débil del tubo.

6.º En Alemania no garantizan la cubierta protectora, sino por 25 años, lo que es un plazo mui corto.

Veamos algunas opiniones sobre los tubos Mannesman de acero.

El señor A. González, jefe de las Obras de Salubridad, en Buenos Aires, es contrario al empleo de la canalizacion de acero por ser su duracion limitada.

En el Congreso Internacional habido en Paris en 1900 se presentó una tabla demostrando la accion de la oxidacion en los diversos metales, encontrándose que el acero es 3 i 4 veces mas atacable que la fundicion. Igual resultado se encontró en la Conferencia de la Sociedad para el adelanto de la industria habida en Berlin el 4 de Enero de 1904.

La Compañía de «Lanas de los Vosgos» colocó un tubo de fierro dulce; a los 23 años tuvo que reemplazarlo.

En Pretoria se colocó una cañería de acero mui bien protegida con yute. Al cabo de 12 años las pérdidas eran considerables por estar la cañería completamente destruida en tal forma que no se atrevian a accionar las válvulas.

En Sant Ettiene colocaron cañería de fierro dulce pintada con bitúmen. No duró 30 años.

Igual resultado dió la cañería para gas colocada en Reims, Amiens, Nancy, Orleans, Roma i Madrid.

En vista del mal éxito del tubo de fierro dulce protegido con bitúmen, el acero Mannesman no ha tenido buena acogida en Francia. En varias ciudades que habian empleado tubos de acero han debido cambiarlos por fierro fundido: Colonia, Manheim, Dagsburg, Hof, Kiel, Rochester.

En Dusseldorf i Essen, cunas del acero, se emplea fierro fundido.

En Coolgardie (Australia) el problema del agua era mui complicado. En 1895 se hizo un ante-proyecto que captaba las aguas del Helena River; se necesitaba una surtidora de 565 Km de largo con $D = 762$ mm i una pérdida de carga total de 376 m. La canalizacion se divide en 8 secciones que comprenden 8 usinas elevadoras con 20 bombas Worthington con una potencia total de 6 187 HP, de los cuales 2 475 eran de reserva.

La red de distribución para las ciudades i usinas comprendía 360 Km de cañería i se colocaron de fundición. La cañería surtidora era de acero Merphan Ferguson sin costura. El trabajo se comenzó en 1898 i se terminó en 1904. El costo fué 67 000 000 de francos. Se contaba vender 11 500 m³ diarios en el presente i 23 000 en el futuro.

Esta cañería funcionó bien durante 18 meses, al cabo de los cuales se cortó varias veces.

En 1909, a los 5 años se comprobó que el metal era atacado por el agua; dos corrosiones se observaron: una esterna, debida a la destruccion de la capa protectora asfaltada que permitia la accion de la humedad de la tierra i otra interna debida a un fenómeno electrolítico íntimamente ligado a la presencia del oxígeno disuelto en el agua. En Belecke (Westfalia) se colocaron tubos de acero para agua i duraron 5 años.

En Hochscheid se colocó cañería de acero; en 1907 i 1910 habia 300 m l en mal estado. Se atribuyó a que siendo un sistema con elevacion mecánica i no trabajando las bombas de una manera continua, el aire penetraba al interior de los tubos i los atacaba.

En Petsa los tubos de acero colocados se deterioraron al cabo de un año. En Wolfenbuttel, en terrenos un poco áridos, habia tubos de fierro fundido desde hacia 15 años i solo habian sido atacados superficialmente i en cambio los tubos de acero colocados despues fueron destruidos.

En Einsfeld se colocó cañería de acero en 1900 i en 1909 los tubos estaban atravesados por el orin.

Podria citar otras ciudades en que el acero protegido ha dado mal resultado, pero creo que con lo espuesto basta para llegar a la conclusion de que la duracion de este material es incierta.

Ventajas del material de acero Mannesmann

Son las siguientes:

a) *Resistencia a la presión interna.*—Es talvez la principal ventaja, porque a mi modo de ver es la única razon que puede obligar el empleo de esta cañería, siempre que no hayan razones en su contra, como ser la naturaleza salina del terreno, etc.

b) *Menor peso.*—Esta ventaja lo es para el caso de que la cañería se coloque en terrenos movibles o terraplenes i en puentes que no han sido calculados para estas cargas adicionales. Comparemos algunos pesos de la cañería de acero i de fundición:

D	Peso fundición	Acero
100	25	11,6
200	60	32
300	97	44
400	140	66
550	220	115
1 100	674	

Ignoro hasta que diámetro se fabriquen tubos de acero, pues los mayores que conozco son de 550 mm. Hasta este diámetro la proporción del peso es de uno a dos.

Las ventajas que el menor peso da para la colocación de la cañería son solo relativas, por cuanto se refieren a casos particulares, como sería la travesía de terrenos malos, lo cual es fácil de remediar a veces con muy poco aumento de costo. En cuanto a la travesía de puentes es un caso más particular todavía y para tomarlo en cuenta sería necesario reunir dos circunstancias: cañerías de gran diámetro y puentes débiles. La travesía de puentes con tubos de acero tiene el inconveniente de que como la cubierta queda sometida a la acción del sol es destruida en poco tiempo y se saca la cubierta y se cubre el tubo con una capa de pintura; hay que renovar la pintura cada cierto número de meses.
