

## Cañerías de fundición i cañerías de acero Mannesmann

---

Traducción, por

PEDRO MICHAELSEN

---

(*Conclusion*)

Director *Kapann*.—El señor Günther acaba de tocar un punto delicado al decir que cuando se tiene en una cañería presiones altas, se puede usar el tubo Mannesmann.—Aunque se tengan las presiones altas ¿no quedan subsistentes los mismos inconvenientes para la cañería Mannesmann? ¿Queda confirmada la utilidad del yute cuando la presión es grande?

Con tubos colados de diámetros grandes he hecho experiencias importantes, de resultados poco satisfactorios. No citaré ninguna fábrica, ni el material empleado, sino que explicaré simplemente los hechos. Es un hecho, observado no solo en nuestro país, sino en todas partes, que las quejas sobre la permeabilidad i los fracasos aumentan en forma alarmante a medida que los diámetros crecen. Me referiré a dos hechos: 1.º La formación de trizaduras (fisuras), i 2.º la presencia de burbujas en el material fundido.

Lo que voi a decir con respecto a la formación de fisuras se refiere solo a tubos que han sido recibidos i colocados con todas las reglas del arte, i en los que, sin embargo, se produjeron fisuras, sin motivo especial que las provocara.

La comision receptora de una canalizacion, presenci6 un caso, en que se trizaron los tubos al medio, porque un lado de ellos habia estado espuesto permanentemente a los rayos del sol, i el otro a la humedad. Se ha presentado el caso de tubos que, colocados en charcos de agua, i en parte espuestos a los rayos solares, se han trizado solos, con fuerte detonacion.

Otro grupo de tubos se trizo por la imprudencia de los trabajadores, que mojaron los tubos con un chorro de agua, estando espuestos al sol.

¿De dónde provienen esas trizaduras? De que en las piezas fundidas de gran tamaño se producen siempre tensiones irregulares. Parece que antes no se fabricaba tubos de grandes diámetros o que se ocultaban estos hechos por miedo, pues no es que se tuviese conocimiento de tales fracasos. Con posterioridad, las quejas han aumentado de día en día.

De ordinario se producen trizaduras en el cordón, porque después que se ha fundido la pieza, se repasa el cordón al torno, i es entónces cuando se le lastima. Si existe una tensión anormal en un caño, se manifiesta al repararlo en el torno, i con probada su existencia, el tubo debe eliminarse.

Todas las fisuras presentan como característica, que las partes del tubo divididas por la fisura, se deslizan una sobre otra o se separan de una cantidad apreciable.

Un tercer caso de tensiones irregulares se manifiesta por un desplazamiento de una parte del extremo del tubo, parte que comienza desde la trizadura.

Esta clase de trizadura no solo se presenta en el cordón, sino con mas frecuencia en el enchufe, siendo acompañada por otras que se presentan en sentido trasversal al tubo, en un punto del perímetro.

En tubos de diámetros aun mayores se observa que primero se separa un pedazo en forma de disco i de un perímetro bastante considerable. Después se producen fisuras longitudinales, de forma lenticular, combinadas de diversas maneras.

Estas demostraciones de tensiones no son, sin embargo permanentes. En un pedazo de tubo que se sacó i examinó, a indicación de los ingenieros especialistas de gas i agua potable se notó que, al sacarse algunos pedazos con un martillo, para ensayo del material, las partículas fueron arrojadas a distancia, como pedazos de granada, mientras que las partes desplazadas en los extremos, separados por la trizadura en cuestión, se volvían a juntar i a ocupar la posición primitiva. Otras observaciones se hicieron en otros tubos, en que los extremos fisurados cambiaban aun más de posición relativa, deslizándose de manera increíble las partes separadas por fisura.

Lo dicho, lo he podido observar en mi práctica varias veces; no se trata, pues de simples casualidades. Cuando sucede esto en una gran cantidad de tubos, i se presentan las trizaduras con cierta regularidad, no es por cierto agradable verse obligado a usarlos en una canalización.

Conozco un caso, en que una canalización de 1.200 m. especialmente bien fundada, se trizó. Los tubos fueron examinados i aparentemente no presentaban fallas. Pero cuando el nivel de la napa de agua subterránea principió a subir i se puso en contacto con la canalización, se trizaron de un golpe 3 tubos. La napa subterránea siguió subiendo i las trizaduras siguieron aumentando de una manera alarmante. Se detuvo entónces el agua subterránea i al mismo tiempo cesaron las trizaduras. En un trecho de 800 m. se trizaron 40 tubos de 1.200 m/m. Sin duda que ha influido en esto el material de los tubos, como tambien el manejo de ellos.

Otra causa de imperfecciones en los caños colados de grandes dimensiones resu-

ta del hecho conocido, de que las sustancias líquidas en solidificación desarrollan gases al ser movidas. Si la cantidad de burbujas i ampollas es considerable se pueden presentar situaciones tan molestas como las ya descritas al tratar de las fisuras. Caños irreprochables por su forma exterior, i examinados a las pruebas reglamentarias, al ser quebrados, presentaban secciones con burbujas en el material. Al aceptar tubos, hai, pues, que hacerlo con muchísimo tino; hai que golpearlos en toda la estension de su superficie, proceso molesto, i que tampoco ofrece una seguridad absoluta.

Si se observan estos hechos, i se toma en consideracion lo espuesto, habrá que admitir que el fierro fundido tiene, para los tubos de grandes diámetros, un lado mui débil: la falta de seguridad.

Esta falta de seguridad no debe olvidarse; i para corregir todos los escapes i demas defectos de una cañeria, es necesario terminar la colocacion i hacer la prueba antes de la fecha estipulada para la entrega, o hacer una serie de esperiencias despues de entregada la canalizacion, a fin de que el ingeniero pueda cerciorarse de si efectivamente la cañeria permanece impermeable, para poder entregarla con plena confianza.

Estas pruebas, experimentos i correcciones, producen situaciones molestas para el ingeniero constructor, a pesar de que no es culpable de los defectos del material.

Director *Günther*.—Lo dicho por el señor Kapaun es mui interesante. No puede asegurarse que las burbujas se formen en la fusion i la coladura, pues no solo se forman burbujas por el desprendimiento de los gases contenidos en la fundicion, sino tambien por el contacto del fierro líquido con el material del molde. Estos gases hai que separarlos. Si la fundicion es débil (aspecto mate), ya no es capaz de espulsar los gases, lo que es, sin duda, un inconveniente. Pero tambien sucede esto con caños de gran calibre i 4 m. de largo, cuando son colados verticalmente: el metal introducido espulsa partículas que enfriándose pronto, quedan suspendidas en forma de granos en la fundicion.

Respecto a las tensiones heterojéneas, se presentan siempre en los tubos de paredes desiguales. Las partes mas delgadas se enfrían mas luego; las mas gruesas, siguen contrayéndose cuando las partes delgadas ya han tomado su forma definitiva. De ahí proviene que se desarrollen esas tensiones.

Si nos imaginamos un cuerpo cilindrico con paredes homogéneas, no se desarrollaran tensiones locales, si el enfriamiento en el molde es completamente céntrico. Pero si se saca un cuerpo de su molde antes de estar completamente frio, i queda espuesto talvez a la accion alternativa de la lluvia i del sol, es claro que, en virtud de sus contracciones desiguales, resultaran tensiones interiores desiguales. Por eso es mui importante fijar el tiempo que debe quedar el tubo en el molde: debe estar completamente frio; en caso extraordinario no podran evitarse las variaciones atmosféricas, i seran inevitables las tensiones locales. Todas las trizaduras características atri-

huidas a este material, provienen de tensiones que con una fabricación cuidada no deben presentarse.

Otro motivo se encuentra en el material mismo. Sé de ciudades como Belgrado, Budapest, Rotterdam y otras, en que los tubos se trizaron en cantidad alarmante. Estos tubos tenían una gran proporción de fósforo; habían sido colados del conocido mineral «Mineta» (oolita de hierro calizo) con el cual se rellenaron las calles de las ciudades de Alsacia y Lorena. Estos tubos tenían que romperse, porque no eran de buen material. El hierro colado es sin duda un material menos seguro que el hierro dulce o el acero, y no puede competir con estos materiales, en cuanto a resistencia por lo cual la técnica moderna, prefiere en muchísimos trabajos el acero a la fundición.

El señor Kapaun ha sabido muy bien hacer resaltar esos inconvenientes; pero ellos no tienen ningún influjo sobre la *durabilidad*: un tubo colado que ha durado hasta hoy, durará también 100 años.

Nosotros solo discutimos la durabilidad de los tubos, y a este respecto sostengo que el tubo de hierro colado tiene una durabilidad mayor que el de hierro dulce o de acero.

Director *Kapaun*.—Me adhiero a la opinión de que la fundición es más durable que el hierro dulce. Pero es importante tomarle el peso a la declaración del señor Günther, que dijo que el material fundido es un material poco seguro. Precisamente es éste el punto de vista en que me he colocado para mis observaciones. En los tubos de gran diámetro, si no se es absolutamente severo en la elección del metal en la coladura, y aun más en la prueba, la inseguridad es muy grande. Y hay que imaginarse la situación del ingeniero que tenga que colocar 30 Km. de tubos de 1.000 m/m. 1.200 m/m. de diámetro, y que dude de la seguridad de cada pieza.

El señor Günther dijo además que en un material tratado con esmero y cuidado estos defectos no se debían presentar. Eso no es exacto. Si se observan hechos de esta naturaleza, se verá que, dejándose el alma del molde más tiempo que la parte externa, el perímetro interior se enfriará más luego, desarrollándose tensiones, que fácilmente alcanzarán y aun sobrepasarán el límite de elasticidad, pudiéndose siempre constatar la presencia de fisuras, características.

Que estas fisuras sean siempre las mismas y se puedan agrupar, se debe al procedimiento peculiar de cada fábrica, que causa siempre los mismos efectos.

Suponiendo que se saque primero el alma del molde, se llegará teóricamente a fijar fisuras sin el influjo de acciones exteriores. Se llegará también a fijar fisuras de carácter secundario. Si los tubos que entregan ciertas fábricas, presentan siempre trizaduras transversales, se debe esto exclusivamente al proceso de elaboración adoptado. Es pues, imposible que un tubo, aun fabricado con esmero, no tenga defectos. Estos inconvenientes se presentarán con los mejores productos cualesquiera que sean los esfuerzos para mejorar la calidad del tubo. Un ejemplo:

Una firma fué autorizada para fundir faroles, con la condición de colocar no

vios interiores. En el primer ensayo los nervios no se hicieron muy altos; siguieron los ensayos, i finalmente la firma fué incapaz de entregar los faroles con nervios, aun cuando se hizo derroche de cuidado i empeño para satisfacer el pedido. Los nervios habian manifestado fisuras en su nacimiento, i por su debilidad no pudieron soportar la prueba. Esto prueba que no es efectivo que siempre se pueda entregar material bueno, i que para esto basta poner cuidado i empeño.

El punto sostenido por mí, que en toda pieza de fundicion de gran tamaño hai tensiones irregulares, no fué rebatido por el señor Günther.

Director *Günther*.—Yo solo he dicho que el material de fundicion es menos seguro que el fierro dulce o el acero, i que las fallas producidas eran el resultado de una falta de coordinacion entre los diferentes elementos del material de fundicion.

Director *Lemmes*. (De la casa Mannesmann).—Voi a contestar las observaciones del señor Günther. Que el carbono grafítico en el fierro, protege al material contra el moho, es un hecho conocido. Bajo este punto de vista la fundicion es mas segura contra el moho que el fierro dulce o el acero. Los que dicen que los tubos colados son mas durables, se fundan tanto en la mayor proporcion de carbono, como en los mayores espesores. Esto se reemplaza en los tubos de fierro dulce por un tejido molecular mas apretado. Además existe sobre el tubo laminado una película fina, proveniente de la laminacion (Walzhaut) que lo protege contra el moho. Nuestros tubos estan además cubiertos por dentro i fuera por una capa de asfalto, i además tienen un forro exterior de yute impregnado en alquitran.

Hemos dicho que hai tubos con 10 años de servicio que estan en un espléndido estado de conservacion, i que la capa de asfalto tambien se ha mantenido intacta, no habiendo sido protegida con yute.

Cuando se han encontrado tubos corroidos, casi siempre se ha podido comprobar la influencia corrosiva de la composicion del suelo, o la influencia de escorias de la fabricacion de vidrio, o las faltas cometidas en la colocacion, en que el yute alquitranado i la union habian sufrido desperfectos. Es claro que en todas partes se presentaran estas fallas, porque dependen tambien de la conciencia de los mecánicos i armadores.

Nosotros solo queremos constatar que la durabilidad del tubo Mannesmann no es inferior a la del caño colado. Desgraciadamente no podemos referirnos a una experiencia tan amplia como la tiene el caño colado, desde que solo se fabrican tubos Mannesmann desde 13 años atras. Finalmente quiero hacer resaltar que despues de poco tiempo de enterrado el tubo, la proteccion se endurece hasta adquirir resistencia ósea, siendo en verdad, una proteccion efectiva contra el moho.

Director *Günther*.—A propósito de protecciones de alquitran, mis esperiencias no han dado resultados halagüenos. En tubos colados esta proteccion es completamente supérflua. En Viena se tiene la mejor práctica. Dicha ciudad nunca encarga tubos protegidos porque no los necesita así. Muchos particulares mantienen aun la proteccion, pero es esto un gasto inútil. Yo recomiendo abandonar esa exigencia.

Director *Kapaun*. También se ha convencido de que la protección de coaltar para caños colados es inútil. En el interior no tiene objeto, porque los tubos llenos de agua no tienen aire, i una oxidación es imposible.

Ingeniero *Ott*. La coaltarización de los caños colados i de acero es necesaria. Si los caños colados no fueran alquitranados se produciría una capa de óxido, que es soluble, obteniéndose agua con mohos, en vez de agua clara. En tubos que llevan agua con ácido carbónico disuelto, p. ej. las aguas que nacen de terrenos de formación primaria (Gneis, granito) siempre se producirá moho.

La envoltura exterior de los tubos Mannesmann no puede desaparecer: Se puede dislocar, se puede mezclar con el material que la rodea, pero la tierra no se puede poner en contacto directo con el tubo. En el cruce de un canal usaron tubos colados, encontrándose en ellos huecos que pudieron agrandarse con el cortaplumas, con la facilidad que se recorta la corteza de un árbol, tan blando se había puesto el material.

Las quebraduras de los caños colados son muy comunes. El perjuicio que producen esas quebraduras en las localidades en que el agua es escasa, el trabajo i esfuerzo que cuesta para encontrar las trizaduras, solo lo conoce el inspector de obras.

—No soy enemigo de los caños colados, pues poseen también cualidades extraordinariamente buenas; pero existen otros tubos mejores.

¿Por qué no se considera el tubo Mannesmann con los mismos derechos que se conceden al caño colado? Si no se comienza a experimentar con él no podremos recoger resultados; nosotros hemos empezado ya a ensayar en nuestro terreno carbonífero i los resultados obtenidos son muy satisfactorios.

También en la cordillera es de provecho utilizar el tubo Mannesmann. Usar tubos de hierro dulce no parece tan indicado, porque no se pueden proteger tan bien; como tienen rosca, se sobreponen en una pequeña superficie, facilitando así la destrucción. Nosotros usamos para el cruce de esteros, sifones i puentes, solo el tubo Mannesmann i nadie se ha opuesto a su empleo en estos casos. Yo concedo, que a los mecánicos i operarios haya que enseñarles a manejar el tubo Mannesmann i que el aprendizaje podrá durar algún tiempo; pero es necesario ejercitarlos en el uso.

En algunos puntos donde había que colocar derivaciones hemos sacado pedazos de la canalización para ver su estado; se ha encontrado una pequeña capa de ocre; pero debajo de ella la capa negra, intacta del alquitran.

Director *Günther*. Acaba de decirse que el yute puede desprenderse del tubo; luego puede llegar a la superficie del metal la humedad de la atmósfera, i entonces la oxidación es inevitable.

Por lo dicho se ve que no hemos podido recopilar experiencias i resultados de los tubos Mannesmann, i es posible que dentro de 50 años podamos seguir la discusión con mejor provecho. Pero asegurar hoy día que la *durabilidad del tubo de acero* pueda competir con la del caño colado, es completamente imposible. ¿Donde están las grandes trizaduras de los tubos fundidos? Fijémonos en la canalización de Viena; ahí so-

lo se produjeron roturas, a causa de la excesiva fragilidad del material o por hundimiento del suelo.

En general la canalizacion de Viena se ha conducido mui bien. Que se formen óxidos que enturbien el agua, eso se encuentra en toda agua potable. Pero nunca he encontrado un agua mas clara, que la que tenemos en Viena.

*Presidente* (de la mesa) Como nadie mas usa de la palabra, cierro el debate. Se puede decir que la cuestion ha sido discutida ampliamente en todos sentidos: en la sesion pasada, se ha espuesto como miran estos problemas las fábricas Mannesmann, i en la sesion de hoi, hemos visto como lo miran los fabricantes de caños colados.

Me resta solo, espresar las gracias a los señores que han participado en esta discusion, por los nuevos e interesantes datos que nos han traído de su práctica.