

REHABILITACION DE TUBERIAS OBSTRUIDAS POR MATERIALES DEPOSITADOS

Por F. JOSA CASTELLS,
Ingeniero de Caminos.

Se hace en el presente artículo una sucinta descripción de muy curiosos procedimientos, poco conocidos entre nosotros, para limpieza de tuberías de suministro de agua, ensayados últimamente por la Sociedad General de Aguas de Barcelona.

El problema de la pérdida de capacidad de las tuberías de abastecimiento de aguas (y en general de todas las tuberías que contienen agua, tales como las de calderas, calefacción, etc.) como consecuencia de las incrustaciones calcáreas y tuberculizaciones ferruginosas, ha preocupado siempre a los explotadores que, en general, se limitaban a reconocer cualitativamente los hechos hasta que la circulación quedaba tan entorpecida que se precisaba la adopción de una medida definitiva.

La importancia de la reducción de capacidad de las tuberías en función de la incrustación queda bien patente en el gráfico de la figura 2.^a que ha sido obtenido por la Sociedad de Aguas de Utrech (Holanda). En el propio gráfico se indica la forma de determinar el porcentaje de reducción del diámetro, del que se deduce la pérdida en tanto por ciento de capacidad de la tubería.

Para reponer las tuberías a su primitivo estado o, cuando menos, a uno próximo a él, se han ideado varios sistemas mecánicos y sobre todo químicos que han dado resultados variables porque, como todo, tienen características de empleo que se adaptan o no a las necesidades de la instalación a tratar. En general, los métodos mecánicos se basan en la introducción previa de una cuerda o cable en el que se intercala una herramienta raspadora; tirando alternativamente por ambos extremos se llega a reducir la incrustación a fuerza de rascarla. El procedimiento necesita: 1.º Pasar la cuerda previamente, cosa nada fácil. 2.º Si la tubería está muy obstruida, utilizar herramientas de diversos diámetros. 3.º Tener abiertas durante la operación los dos extremos del ramal que se limpia. 4.º Proceder a la limpieza esmerada antes de empalmar de nuevo. 5.º Un plazo de ejecución inevitablemente largo, puesto que el trabajo es difícil de mecanizar.

Los métodos químicos son siempre a base de disolventes ácidos para que ataquen las incrustaciones calcáreas. Las patentes suelen especificar que los ácidos han sido "pasivados" para que disuelvan la incrustación, pero no corroan el material de la tubería. Su utilización se hace, o bien dejando el líquido en

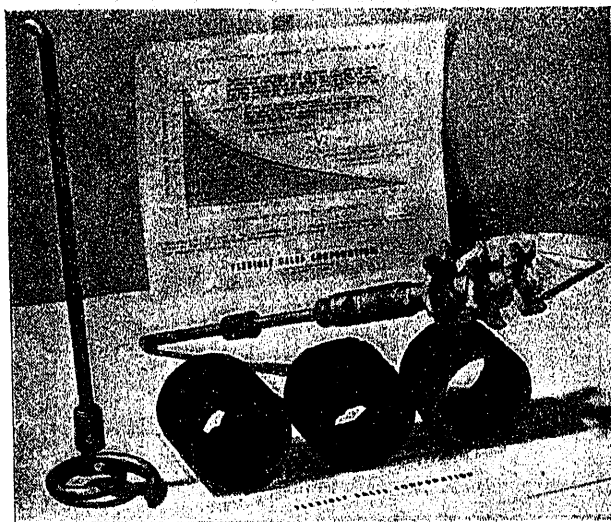
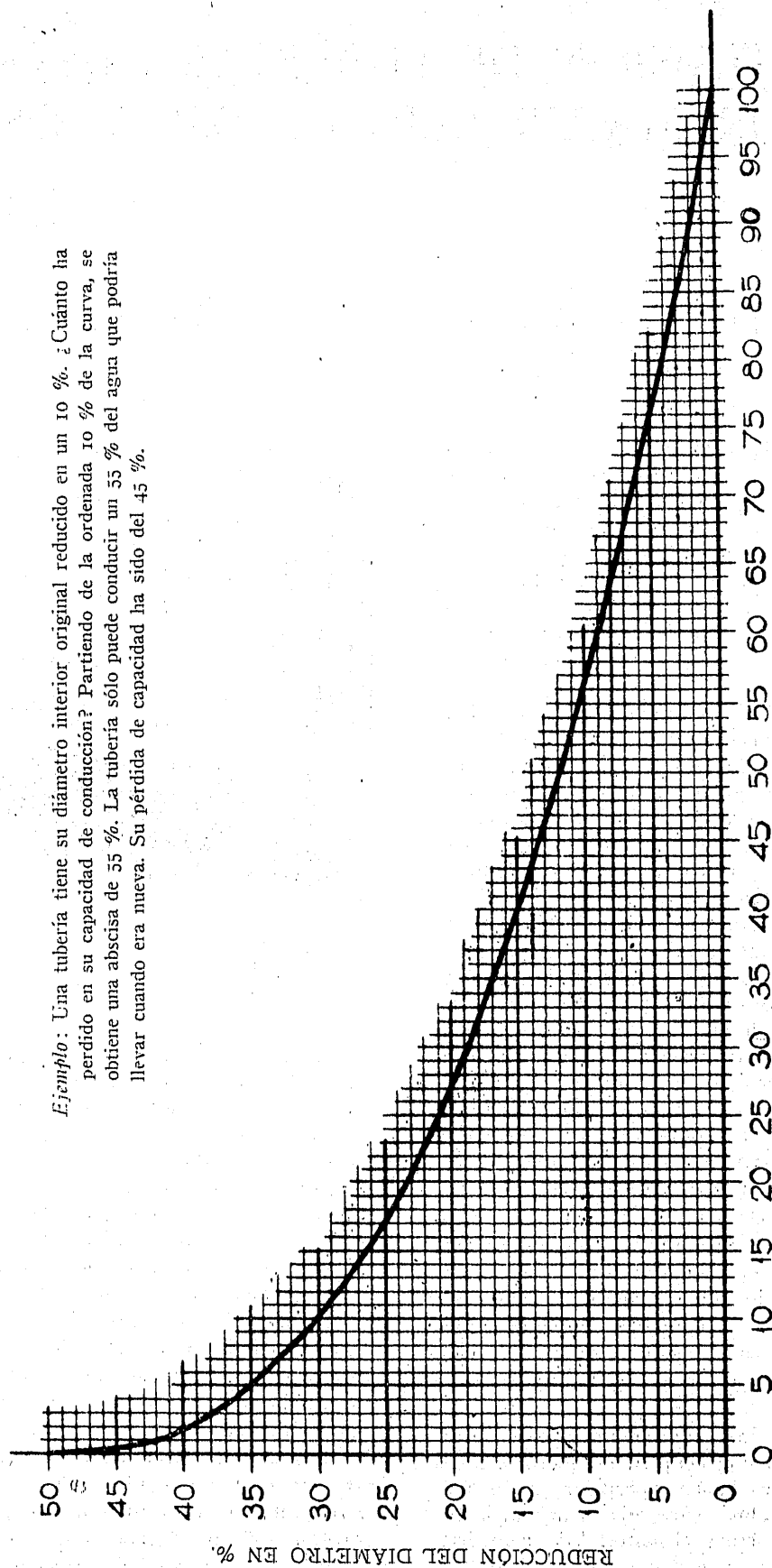


Fig. 1.^a — Utensilio extractor de herramientas perdidas: fresa, dos tubos tuberculizados y uno limpio, cortados en la red a que se refiere este artículo.

la instalación durante un cierto tiempo, o bien estableciendo un circuito cerrado y haciendo circular el líquido con una bomba. Este segundo método es, naturalmente, mucho más perfecto, pero en el caso de tuberías de conducción exige el empleo de una conducción suplementaria para el cierre del circuito que resulta un tanto engorrosa y larga, si no se quiere multiplicar en gran manera el número de calas. Tratándose de conducciones de agua potable el público mira siempre estos sistemas químicos con recelo y, desde luego, hay que proceder a un lavado enérgico antes de emplamar de nuevo el ramal. En el caso de incrustaciones calcáreas, que normalmente son de un espesor bastante uniforme, se prevé que el ataque del líquido también lo ha de ser; pero en el caso de tuberculizaciones ferruginosas (ver figura 1.^a), la obstrucción es tan irregular que en algunos puntos la pared interior del tubo está libre, en tanto que en otros inmediatos el espesor de los tubérculos es del orden de dos tercios del diámetro. Si se hace actuar

PÉRDIDA DE CAPACIDAD DE UNA CONDUCCIÓN EN FUNCIÓN DE LA REDUCCIÓN DE SU DIÁMETRO
POR MATERIALES DEPOSITADOS

Ejemplo: Una tubería tiene su diámetro interior original reducido en un 10 %. ¿Cuánto ha perdido en su capacidad de conducción? Partiendo de la ordenada 10 % de la curva, se obtiene una abscisa de 35 %. La tubería sólo puede conducir un 55 % del agua que podría llevar cuando era nueva. Su pérdida de capacidad ha sido del 45 %.



CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN REMANENTE EN %.

Curva obtenida por J. G. L. Röder (Utrecht) para Flexible Sales Corporation (Los Angeles).

Figura 2.^a

al líquido hasta hacer desaparecer estos tubérculos, puede prácticamente suponerse que en los puntos primeramente citados, el líquido estará todo el tiempo de la operación atacando el tubo propiamente dicho.

Por cuanto llevamos dicho, se ve que teóricamente se han encontrado soluciones al problema de la desincrustación; sin embargo, en la práctica, para la limpieza de redes de abastecimiento, los métodos no habían llegado a utilizarse en gran escala por las causas que se han apuntado anteriormente, principalmente la de la lentitud en la ejecución. Las cosas en este estado, tuvimos conocimiento de la existencia de los equipos Flexible Steel en los Estados Unidos, e inmediatamente pedimos referencias, enterándonos de que se estaban utilizando en algunos países de Europa y, particularmente, en Holanda. En este último país vimos los equipos e incluso los hicimos funcionar personalmente, quedando tan favorablemente sorprendidos por la eficacia del método que seguidamente propusimos hacer un ensayo a la Sociedad General de Aguas de Barcelona. Las gestiones para conseguir un equipo han sido laboriosas, pero al fin llegó a nuestras manos e hicimos la prueba. Sin per-



Fig. 3.ª — Comienzo del trabajo poco después de añadir dos nuevas barras.



Fig. 4.ª — El motor llega a la cala. Se van a empalmar dos barras más.

sonal entrenado se limpiaron más de 900 m. de tubería de 40, 50 y 60 mm. en veintisiete horas y media de trabajo discontinuo (los tubos de la figura 1.ª pertenecen a esa red).

Los equipos para desincrustar pertenecen a dos tipos: para trabajar sin presión o con presión en la tubería. En Barcelona hemos utilizado sólo el primer tipo, que pasamos a describir. Del segundo, daremos una idea al final del artículo.

Las características que debe reunir y que las pruebas han demostrado que posee el sistema ensayado por nosotros, son las siguientes:

- 1.ª Ser sencillo.
- 2.ª Ser rápido.
- 3.ª Ser barato.
- 4.ª Exigir el mínimo de obras y trabajos, así como ser poco aparatoso.
- 5.ª Que con una sola pasada efectúe el trabajo completo.
- 6.ª Que trabaje empujando y no estirando, para evitar:

- a) El difícil paso inicial de la cuerda o cable.
- b) Para no tener que disponer de dos calas simultáneamente.



Fig. 5.ª — Acoplamiento de dos barras entre sí.

7.ª Que la limpieza del material extraído sea rápida y total.

8.ª Que no perjudique a la tubería.

A lo largo de lo que sigue analizaremos todos estos apartados, sin seguir su orden. En esencia, el equipo se compone de un motor de 3 a 8 CV. (en

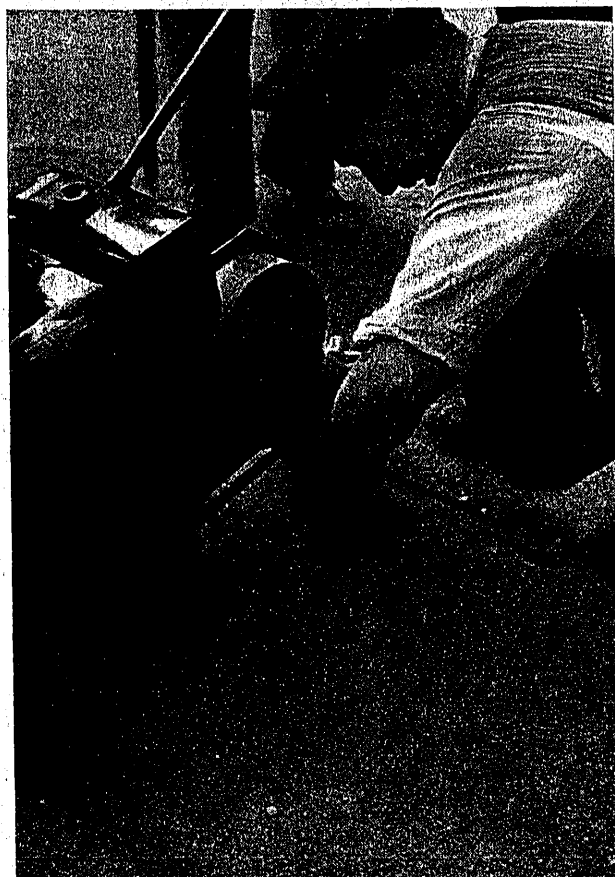


Fig. 6.ª — Acoplamiento de la última barra al motor.



Fig. 7.ª — La bomba de agotamiento y el foso de aspiración.

nuestro caso es de 4 CV.), de un cilindro y cuatro tiempos y dos velocidades; un conjunto de barras de acero especial, de unos cuatro metros (sumando en total, en nuestro caso, 200 m.) y de una fresa o broca, herramienta acoplada en el extremo de la primera barra. En el escudo más claro del motor pueden obser-

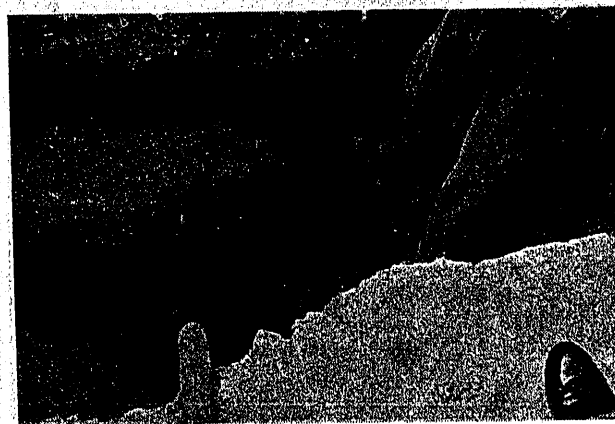


Fig. 8.ª — El agua, clara al iniciarse el trabajo, sale cargada de los materiales pulverizados durante el avance.

varse dos ejes salientes que corresponden a las dos velocidades; el embrague es la palanca inclinada situada en la parte posterior, y el acelerador se encuentra junto a su mano derecha. Acopladas un par de barras y la fresa, se embraga el motor y se le empuja suavemente hacia adelante hasta llegar al borde de la cala; entonces se desembraga el motor, se desacopla la barra inmediata y se acoplan otras dos (operación sencillísima y rápida con las herramientas del equipo) continuando el trabajo. Las barras son muy rígidas, pero están constituidas de forma que permite adaptarlas a curvas de la tubería (no los codos de radio mínimo) resistiendo perfectamente la fatiga que en tal caso produce la flexión y torsión simultánea. Las fresas, una para cada diámetro, también de acero especial, tienen una punta de lanza con bordes cortantes para abrir paso y dos o tres coronas progresivas de dientes rascadores. Existen otras herramientas especiales, así como accesorios para extraer objetos ajenos o del mismo equipo que pudieran quedar en el interior, pero su descripción alargaría demasiado esta exposición.

Para el caso normal de las tuberías de conducción, la cala ha de tener la longitud de un tubo para poderlo extraer, y su profundidad la de la generatriz inferior externa de la tubería, excepto en un metro de longitud inmediatamente al lado de la boca de la tubería, que se debe profundizar medio metro más para introducir en él el tubo de aspiración de una bomba de agotamiento. Para extraer el tubo se corta la circulación del agua, pero en el momento de iniciar la limpieza se abre un poco la válvula de agua arriba, con lo que se consigue arrastrar hacia el foso de aspiración de la bomba los materiales rascados. Al mismo tiempo, el agua hace de lubricante y refrigerante las herramientas.

Antes de iniciar la operación el agua sale naturalmente clara. Tan pronto como se inicia el rascado el agua se enturbia y así se mantiene hasta unos minutos (como máximo diez en el caso de 200 m. de longitud limpiada), después de parar o desembragar el motor, quedando entonces en condiciones de ser puesto de nuevo el ramal en servicio; no obstante, para mayor seguridad, se puede forzar el caudal de limpieza durante el tiempo de extracción de las barras, operación que se hace sin desacoplarlas, tirando del motor en marcha a lo largo de la calzada y doblando cuantas esquinas sean precisas. Luego, con calma, mientras se empalma el tubo y se cierra la cala se desempalman las barras y se preparan para el transporte al punto final que ha sido limpiado. Como se conoce con exactitud (por el número de barras empleadas) el extremo del tramo limpiado, conviene extraer en la etapa sucesiva el penúltimo tubo desincrustado; así, el último sirve de guía al comienzo del trabajo.

Los resultados técnicos pueden apreciarse en la fotografía número 1 y en el esquema de la red lim-



Fig. 9." — Uno de los *fish* del plomo de empalme de los tubos encontrados durante la prueba. Estos elementos son desmenuzados y arrastrados con el resto de los materiales.

piada, aunque en este último el aumento de presión conseguido no es espectacular debido a que por tratarse de un "fondo de saco" de la red, los caudales son pequeños en relación con el diámetro de la tubería.

Por lo que se refiere a la cuestión económica, no daremos cifras, porque con ellas se puede jugar fácilmente y, además, porque tendrían escaso valor por tratarse de personal no entrenado. Cualquiera puede, sin embargo, hacer su composición de lugar sabiendo que, en las condiciones citadas, con un encargado y cuatro peones se repusieron en sus condiciones casi primitivas 934 m. de tubería prácticamente inútil de 40, 50 y 60 mm. en veintisiete horas y media de trabajo, con un equipo cuyo coste total no es fácil aún fijar, pero que no sobrepasará el de 350 m. de una nueva tubería colocada para sustituir a la antigua.

La fresa no perjudica a la tubería por varias razones, pero la principal es porque la operación de limpieza no habrá que hacerla más de una o dos veces en la vida de aquella. La corona de mayor diámetro de la fresa deja un huelgo de unos 3,5 mm. entre sus dientes y la pared interior del tubo. Con una velocidad de rotación adecuada y avanzando len-

Aunque hemos hablado sólo de la aplicación del sistema a las redes de abastecimiento y personalmente sólo tenemos experiencia en ellas, hoy día se utiliza en otros países de Europa para desincrustar tubos de caldera, de calefacción, etc., con buen resultado.

[illegible]

128 mts de ϕ 0'04 } en 27 h. 30'
806 mts de ϕ 0'06 }

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

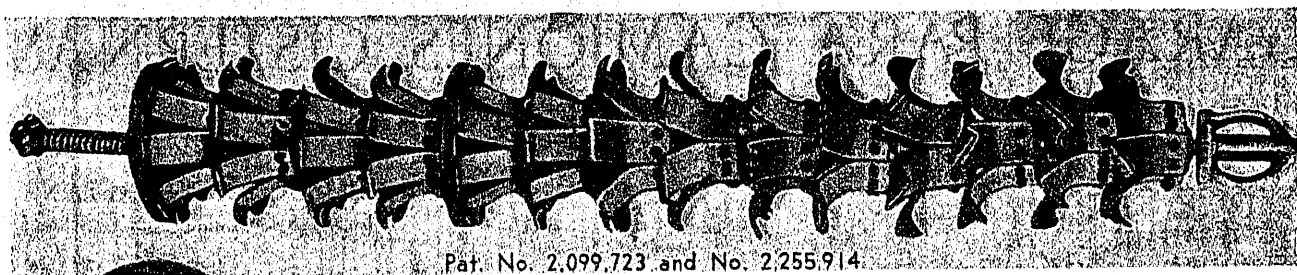


Fig. 11. — Un Flexible Pressure Line Scraper para trabajar limpiando bajo presión.

Equipos para trabajar con presión en la tubería.

Cuando se dispone de presión suficiente en la tubería (presión que aumenta inversamente al diámetro de la tubería), hay un procedimiento mucho más cómodo y barato si la longitud a limpiar es larga y si los materiales adheridos son del tipo ferruginoso, es decir, no excesivamente duro. Supongamos una tubería de alimentación de 300 mm. Tomamos un tramo de 1.500 m., cortamos el agua y sacamos un tubo de cada extremo; dejamos abierto el inferior y el de agua arriba lo sustituimos por uno nuevo, con un Flexible Pressure Line Scraper (fig. 11), cerramos sus juntas y abrimos la llave que habíamos

cerrado para cortar el servicio. La presión sobre los tapones impulsa al Scraper hacia adelante y una parte del agua pasa entre el tapón y la tubería; las coronas, al avanzar, rozan y giran, doblándose hacia atrás las primeras cuando la obstrucción es grande. El agua que circula delante del utensilio arrastra parte del material raspado, pero éste, en su mayoría, avanza en las proximidades del tubo hasta llegar a la boca de salida, en donde como a modo de explosión salen, a veces, unas toneladas de materiales. El sistema quizás parezca inverosímil, pero la realidad es que en América hay, hoy día, varios miles de kilómetros de *feeders* que han sido limpiados en esta forma.

Tiene algunas limitaciones el empleo del rascador a presión, como son: la de que no puede emplearse, por ahora, en pequeños diámetros; que no puede arrancar las incrustaciones calcáreas duras; y, por último, el de la presión. Sin embargo, la presión, cuando falta, puede ser producida artificialmente, y así se ha hecho con éxito en Holanda pidiendo la colaboración de los bomberos; en vez de conectar el tubo de agua arriba a la red y abrir la llave de paso, se conecta el tubo al coche de bomberos que suministra el agua a la presión necesaria.

En este sistema es curioso hacer notar que durante el trabajo del Scraper no se pierde contacto con él, como tal vez pudiera presumirse, hasta que sale al exterior. La marcha del aparato puede seguirse por encima del pavimento a causa de una ligera vibración que se nota bajo los pies. Para más seguridad, últimamente se aplica al Scraper un material radioactivo que permite seguir su marcha con detectores.

Con cuanto llevamos dicho creemos haber dado una idea muy sucinta, pero clara de estos métodos, que aunque no son nuevos sí son bastante desconocidos y que aplicados en forma intensiva restablecerían en su capacidad original muchas redes que hoy han quedado insuficientes, no por falta de diámetro, con una gran economía en todos sus aspectos, de presupuesto, de tiempo y de materiales.

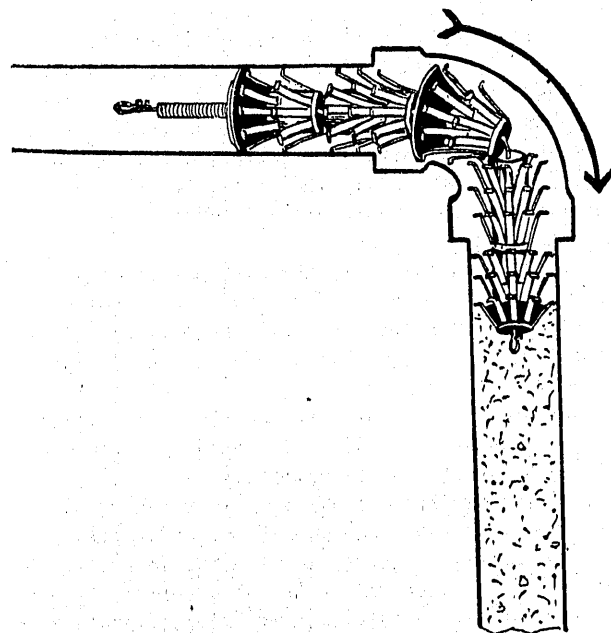


Fig. 12. — El Flexible Pressure Line Scraper pasando un codo de 90°.