

LOS HUNDIMIENTOS DE PAVIMENTO EN MADRID

Por JOSE GARCIA AUGUSTIN

Ingeniero de Caminos.

En este artículo se examinan las circunstancias que deben concurrir para que una fuga de agua en una tubería de red de distribución pueda llegar a producir un socavón y al subsiguiente hundimiento del pavimento. Es para Madrid un problema importante, sobre el que se deberían ir tomando las medidas más aconsejables en forma metódica y continuada, para ir corrigiendo, con el tiempo y dentro de lo posible, la probabilidad de que se produzcan estos accidentes dentro de nuestra capital.

En el diario *ABC* del día 11 de mayo de 1961, apareció un artículo de nuestro buen amigo, el doctor D. Manuel Serra Ribera, del Patronato Juan de la Cierva del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con el sugestivo título, casi siempre de actualidad para los madrileños, de "El socavón: sus causas y sus remedios", que supone una eficaz aportación para el estudio de este accidente ya tan vinculado a nuestra ciudad, y para añadir a la consideración de la serie conjunta de remedios que pueden ponerse en práctica para tratar de evitarlos, dentro de lo posible.

Conozco personalmente el interés del articulista sobre estos asuntos, y el trabajo que ha realizado para discriminar la agresividad del subsuelo de Madrid, por el que se pudiera llegar al establecimiento de un mapa en el que se distinguieran zonas por la intensidad de la agresividad del terreno donde han de ir las conducciones de todos los importantes servicios públicos, que necesita cualquier gran ciudad para subsistir y prosperar. El Canal de Isabel II ha dado todas las facilidades para este estudio, y seguramente espera que pueda ser de utilidad, y que se prosiga en forma adecuada y metódica.

Como Ingeniero que he estado veintitrés años al frente de la red de distribución de agua de la capital de España, me ha parecido conveniente opinar sobre este asunto, y el contenido del mencionado artículo; no es la primera vez que lo hago (véase el núm. 20 de *Gran Madrid*, año 1952).

A pesar de que el título del artículo del señor Serra se refiere a "remedios" en plural, realmente la consecuencia y el consejo es único; ir a la "protección catódica" de las conducciones y elementos metálicos de la red, mediante una ordenada instalación, cuyo coste se amortizaría rápidamente, suponiendo en definitiva una economía en la explotación, y una seguridad para los servicios y la ciudad.

Estamos totalmente de acuerdo con esta conclusión. La protección catódica es un elemento eficaz contra la corrosión electroquímica de los elementos metálicos enterrados que evitaría sus perforaciones y, por tanto, la pérdida de agua en el subsuelo, con todas sus posibles consecuencias, una de las cuales pue-

de ser "el socavón", con el subsiguiente hundimiento del pavimento de la vía pública.

Pero sólo con esta medida no se evitarían las roturas de las conducciones o las pérdidas de agua, que pueden tener otras causas muy distintas a la de la corrosión en sus múltiples manifestaciones. Tales son: las sobrepresiones, los golpes de ariete, las solicitaciones inadecuadas (flexión longitudinal) y la fatiga del material (impactos y vibraciones del tráfico, variaciones de presión), circunstancias todas productoras frecuentes de roturas importantes, que con su pérdida de agua, y en determinadas circunstancias que analizamos, pueden dar origen al "socavón". En muchas roturas se ha visto el tubo en buen estado, en cuanto a su descomposición por corrosión, y que la avería se debió a un trabajo excesivo en flexión longitudinal; otras veces ha sido la fatiga del material que, con el tiempo, llega a producir la rotura, sobre todo en polígonos que se cierran y abren con frecuencia o producida por la alternativa entre la anulación de la presión y la máxima de madrugada; esto último se ha comprobado perfectamente después de las épocas de restricciones, que obligaban a vaciar y llenar la red secundaria todos los días; e incluso en polígonos donde es mayor la diferencia de presión entre horas de madrugada y de máximo consumo o presión mínima.

No es fácil evitar totalmente los socavones; no tengamos demasiado optimismo en la rapidez de su desaparición; pero la dificultad y lo complejo del problema no deben ser motivos de excesivo pesimismo, sino antes al contrario, estímulos para intentar todo lo que hoy está al alcance de la técnica, y a veces desgraciadamente no tan al alcance de la economía de los Organismos o Sociedades suministradoras de agua. Hasta ahora la Providencia ha intervenido oportunamente, y todos los socavones no han tenido en ningún caso consecuencias trágicas; pero sin aquella intervención, o llámese si se quiere simple suerte, no podemos decir que estos accidentes urbanos puedan seguir sirviendo únicamente para ingeniosas caricaturas y chistes, que si tolerables hasta ahora, podrían tener que cambiarse por noticia dolorosa.

También se ha observado que los socavones no

tienen lugar siempre en las tuberías más antiguas, que son generalmente las más corroídas, y, sin embargo, se han producido bajo tuberías más recientes, que no acusaban corrosión, pero en las que se daban algunas otras de las circunstancias que señalamos en este escrito.

Realmente el subsuelo de Madrid, donde necesariamente por razones de economía han de ir enterradas las conducciones de servicios públicos, no es geológico, por así decirlo, sino más bien "urbano", o sea formado por el vecindario y órganos rectores, y del que tenemos informes muy deficientes.

Y el problema no es de ahora. El ilustre periodista D. Mariano García Cortés, cronista de la Villa y especializado en sus cuestiones urbanas, publicó un escrito, cuyo título es bien gráfico: "Madrid, hueco". Por él nos enteramos que a Madrid se le llamó la "Villa de las Siete Colinas", que definen sus expansiones medievales apoyándose en otras tantas alturas, que señalan aproximadamente los linderos del viejo casco de la ciudad. Estas alturas, que fueron en tiempo los pivotes o columnas de Madrid eran las de: Palacio o Alcázar, de la que quedan más vestigios. Vistillas. Rastro. San Sebastián, San Ildefonso, Santo Domingo y Salesas.

La mayoría han sido borradas total o parcialmente por efecto de los desmontes que se han hecho en sus cumbres y de los rellenos efectuados en los barrancos y vaguadas que separaban los cerros. Y a los terraplenes iban tierras, cascotes y derribos; a veces caseríos medio demolidos quedaban enterrados, así como servicios urbanos elementales, más o menos deficientes o arruinados. En la construcción de galerías de servicios por el Ayuntamiento se ha comprobado todo esto. Así, en la calle de Bailén, lindando con la plaza de Oriente, muy cerca del Palacio Real, se encontraron muros de más de dos metros y medio de espesor formados por pedernal y ladrillos unidos con una fuerte argamasa; en la esquina de Bailén-Mayor, se han hallado multitud de huesos de cadáveres enterrados hace varios siglos, pues muchos están fosilizados; en la misma calle Mayor, en las inmediaciones con los cruces de Calderón de la Barca y Señores de Luzón, se descubrieron restos de recintos abovedados y bodegas abandonadas.

Todo esto, y más que pudiera decirse sobre este terreno, pone de manifiesto lo difícil y traidor que puede ser el subsuelo madrileño.

"Socavón" es el hueco que resulta al excavar por debajo de alguna cosa, dejándolo sin apoyo, o la superficie sobre falso. La falta de apoyo, o ejecutado éste en falso, produce el subsiguiente hundimiento del pavimento; del que es origen y causa el socavón anterior.

La peligrosidad del socavón la da su profundidad, y en menor proporción su extensión superficial.

Pero para que se forme el socavón, es preciso que

la tierra se desplace de un lugar dejando un hueco y trasladándose encuentre otro, que estará vacío, y lo llene con más o menos volumen de tierras; si todo el subsuelo fuera compacto, sin vacíos apreciables naturales o artificiales, no habría lugar al desplazamiento del terreno; es cierto que el agua es el vehículo que facilita y hace posible el transporte, pero esto no podría producirse si no se encontrara lugar adecuado para que en su arrastre se llegue a depositar en otro sitio, que estaba vacío.

Como norma y caso general, el terreno se apelmaza y desciende con el agua, que puede salir al exterior en el sitio de la rotura del tubo, y con los impactos del tráfico se forman esas depresiones, de tamaños muy diferentes, tan molestas para los vehículos; son los clásicos "baches", que acompañan a toda pérdida de agua en el subsuelo, pero éste no se desorganiza ni traslada. Pero si existen huecos próximos mal acondicionados, naturales o artificiales, y que va por sí mismos han tenido que producir una alteración en el terreno, hacia ellos va el agua como camino más fácil que el de salir a la superficie a través de un cimiento y un pavimento, resistentes e impermeables, necesarios totalmente en la gran ciudad, arrastrando las partículas más finas del subsuelo, que se hace cada vez más suelto y poroso, y, por tanto, más fácil a la circulación del agua, aumentando su velocidad, y con ello la potencia del arrastre, y acelerándose este fenómeno, se descalza la tubería que lleva a trabajar a flexión en malas condiciones, rompiéndose entonces ésta en una superficie apreciable, con lo que casi instantáneamente aumenta muy rápidamente la corriente de agua y el arrastre ya en masa del terreno envolvente de los tubos hacia aquellos huecos o canalizaciones, produciéndose en definitiva un muy rápido traslado de una gran cantidad de tierras y agua de un lugar a otro; de una parte el terreno que envuelve la tubería se vacía y se traslada por el agua a otros huecos o lugares próximos y adecuados, y el excelente pavimento oculta este rápido desplazamiento, con el gravísimo inconveniente, que sólo se aprecia cuando ya se ha formado el socavón, y en brevísimo tiempo se hunde el pavimento por falta de resistencia, vibraciones, etc., arrastrando todos los servicios enterrados y agravando el caso.

El desarrollo del fenómeno en el tiempo puede ser largo en sus fases iniciales de avería, de pérdida de agua, lento arrastre, pequeños asientos; pero en su final es rapidísimo, e instantáneo casi el socavón y el hundimiento. Para evitar la fase final hay que acudir a remediar la avería en sus comienzos. Unas veces será la original fuga de agua la que dé comienzo a todo este fenómeno; otras veces el asiento del terreno, los impactos y vibraciones del tráfico, serán el origen de la avería que empiece a producir la pérdida de agua y el principio del mismo fenómeno, si las circunstancias son favorables; o la combinación de am-

bas situaciones. Es casi imposible en la mayoría de los casos, establecer sin género de duda cuál será, de estas dos causas, el origen del proceso que pueda dar lugar al socavón.

No todas las roturas de tubos o elementos de red, con su pérdida de agua, produce socavaciones; es preciso que se den en mayor o menor grado, las circunstancias citadas; normalmente se forman baches más o menos apreciables, y el agua sale con facilidad al exterior sin trabajar en la forma explicada, bajo el pavimento que todo lo oculta.

De todas las roturas en la red del canal de Isabel II, aproximadamente alrededor del 0,60 por kilómetro, lo que supone unos 480 anuales, solamente un 4 por 100 producen socavones, es decir, que anualmente se tienen unos 20 socavones de mayor o menor importancia, pero siempre de las citadas características.

Comprueba todo lo anterior el que los socavones más importantes y peligrosos han tenido lugar sobre obras o trabajos más o menos recientes en obras del subsuelo y bajo las tuberías del Canal.

Así, por ejemplo:

Glorieta de Atocha (hoy del Emperador Carlos V), de los mayores, con desplazamiento de unos 3.000 m.³ de tierras; Plaza de Colón, que casi afectó al monumento; y el muy reciente de La Cibeles; jalonan todos ellos una serie muy importante de socavones a lo largo de la vaguada del Abroñigal (paseos Recoletos-Prado), y donde se han construido el Colector Axil y el túnel de Enlaces Ferroviarios.

Las obras de la estación subterránea de Enlaces Ferroviarios, bajo el Paseo de Recoletos, hubo que suspenderlas y después rescindir las, pues en su ejecución aparecieron en la Galería del Canal donde va alojada la Arteria de la Zona Baja, unas grietas muy alarmantes, como consecuencia de asentamientos del terreno, que hubieran afectado gravemente a la tubería de 1.000 mm.

Puede suponerse lo que hubiera ocurrido en el caso de una tubería enterrada: la importancia del asiento del terreno hubiera roto la tubería y con la clase de terreno y su fácil desplazamiento hacia las obras del túnel, el socavón se hubiera formado fácil y rápidamente con todas sus gravísimas consecuencias. Algo de esto pasó en la Glorieta de Atocha, en cuyo socavón aparecieron en sus paredes una serie de capas de echadizos sucesivos, seguramente relacionados con las etapas urbanísticas de la ciudad; el hundimiento tuvo lugar momentos después del paso sobre el pavimento en falso de un autobús, comprobándose que el fenómeno fué rapidísimo.

Otro espectacular socavón fué el de Santa Engracia-Luchana, en cuyo lugar por debajo de las tuberías existía el túnel del ferrocarril Metropolitano e importante alcantarilla que se llenó totalmente de tierras hacia la calle de Luchana, en una muy apreciable longitud.

En la calle de Orense, con terreno de huerta próximo, flojo y más bajo, fué el lugar donde se desplazó una gran masa de tierras, descalzando la tubería provisional enterrada de 1.000 mm. de diámetro y agravando las consecuencias de la rotura.

En la esquina de la calle del General Mola con la de Ayala, fué una alcantarilla la que se llenó de tierra, y el socavón se puso de manifiesto al hundir el pavimento un gran camión totalmente cargado de neumáticos, que quedó con el eje trasero dentro del socavón, y al que tuvieron que rescatar los bomberos.

Las perforaciones clásicas de la corrosión, dando salida al agua, pueden ser motivos de que se produzca el fenómeno descrito si las circunstancias son favorables. Impedir o disminuir la corrosión por la protección catódica es ya no sólo conveniente, sino necesaria; pero es que además, y aunque no se produzca el socavón, se puede evitar la pérdida de agua, que tiene su valor, y suprimir los perjuicios al pavimento y al tráfico. Por todo esto, sería muy conveniente establecerla en la red de Madrid.

Pero a veces la pérdida de agua no tiene lugar por la corrosión, sino, como hemos expuesto, por sobrepresiones, trabajos en flexión, fatiga del material, desorganización de llaves y otros elementos, etc. La protección catódica por sí sola no evitaría los posibles socavones en estos casos.

Todas las obras del subsuelo son necesarias a la ciudad, y no puede prescindirse de ellas, a pesar de la natural desorganización que introducen en el mismo; es un mal necesario que hemos de aguantar.

Pero precisamente por esto deben cuidarse al máximo estas obras subterráneas, evitando el que puedan producirse asentamientos en el terreno, que con el tiempo llegan a desorganizar las tuberías; y las instalaciones de los tubos deben realizarse con las máximas garantías: buen asiento; relleno adecuado, alineaciones en planta y alzado correctas, evitando cambios bruscos, etcétera.

Deben también investigarse las roturas antes de que lleguen a ser graves, descubriéndolas lo más pronto posible, no dando tiempo a que el agua escapada trabaje en el oculto subsuelo. El Canal tiene aparato adecuado para esta delicada operación de detección de fugas, que puede dar buenos resultados, si se dispone del personal que hay que adiestrar, y del que no se ha dispuesto en cantidad suficiente para intentar organizar este servicio.

Pero con este aparato no sería posible obtener algo realmente práctico, si con él hubiera que salir al azar para recorrer una red que ya tiene los 1.000 kilómetros. Es preciso una labor previa de orientación e investigación de pérdidas en los polígonos de la red, reduciendo la longitud a controlar, con el fin de dedicar y limitar la detección de fugas a los polígonos de mayores pérdidas, que serán naturalmente los más peligrosos. Ultimamente teníamos en estudio este asunto.

to, que debe proseguirse, y del que puede obtenerse buenos resultados.

El Canal dispone de un registro del estado de las tuberías de la red; es ya bastante extensa esta información, y de ella puede deducirse el plan de sustitución de las canalizaciones empezando por las de peor estado, y por las zonas que puedan estimarse de mayor peligrosidad.

La sustitución de tuberías es operación ingrata, y posiblemente no se pueda llevar a la práctica mientras al mismo tiempo no se vaya a la sustitución del pavimento por el Municipio. Pero ya es urgente, por lo menos en parte de la red; se evitarían roturas y calas, aunque no totalmente los socavones, que no siempre tienen lugar por roturas en tuberías más antiguas, a pesar de ser en teoría las más propensas a las averías. Son casi 100 kilómetros de red los que tienen los cien años de edad.

Las galerías de servicios proyectadas por el Ingeniero municipal señor Paz Maroto, es una solución ideal, si bien con gran limitación por su carestía. Con ellas se evita la corrosión de los tubos, se defienden de las vibraciones e impactos del tráfico, se efectúa su inspección directa, y se corrigen a tiempo las fugas de agua, que además ya en todo caso no serían peligrosas, pues se conduce directamente a la alcantarilla más próxima por la misma galería, sin afectar al terreno. Existe ya una red en Madrid, no muy amplia, y que sería preciso ampliar eligiendo acertadamente las calles o lugares más importantes, de más intenso tráfico, tuberías de mayor diámetro, zonas peligrosas, etc. Es imposible acertar en su ubicación de tal manera que pudieran evitar todos los posibles futuros socavones. No cabe más que establecerlas ponderando adecuadamente las circunstancias citadas. Pero no debe descartarse que "el travieso socavón" aparezca en lugar distinto donde se hayan ya establecido unas galerías de servicio: sólo teniendo toda red en galería, lo cual es imposible económicamente, podría tenerse la seguridad casi absoluta.

La "Comisión Técnica para la Mejora y Conservación de las obras e instalaciones del subsuelo y galerías de servicio", creada por Decreto de la Presidencia de 22 de noviembre de 1952, se ocupó detenidamente de todos estos asuntos, elevando una propuesta a la Superioridad, que en sus líneas generales aconsejaba:

Organización de un servicio de detección de fugas y averías. Creemos ahora que es preciso completarla con una investigación previa por polígonos, para medir sus pérdidas de agua, y acudir a las más peligrosas.

Vigilancia metódica y constante de las alcantarillas y colectores, con aviso inmediato de los accidentes que se observen (grietas, filtraciones, sobre todo de aguas

claras que presume ya la existencia de una fácil vía de agua, etc.).

Plan de galerías en calles y plazas principales y canales de servicios, sobre todo en el Madrid antiguo, como solución fundamental. Su importancia económica y el concepto de capitalidad aconsejan la aportación estatal. Seguramente su gran montante económico ha sido la causa de que la propuesta no se tomara en consideración por el Gobierno.

Exigencia de que las construcciones y rellenos que se ejecuten en el subsuelo urbano tengan la debida estabilidad y compacidad (fábrica y terreno), evitando los huecos, los asientos, etc.

Relleno adecuado de toda mina o construcción subterránea que deba quedar abandonada (pozos y galerías auxiliares de obras principalmente).

Impedir que los agotamientos puedan producir la extracción de tierras o arenas arrastradas por el agua, dejando terreno flojo poco compacto.

Estudio de las urbanizaciones, evitando en lo posible los rellenos, o limitando su espesor, y consolidarlos perfectamente.

Estudio sistemático del subsuelo de Madrid, por Organismos o Empresas especializadas en estos trabajos (sondeos, inyecciones, prospecciones, etc.).

Añadiremos: lo de la protección catódica, bien establecida; protección de pinturas, barnices y materiales; empleo de materiales no metálicos en sitios de posible máximo ataque y peligrosidad, si otras circunstancias son favorables a este uso, y en este caso reduciendo o suprimiendo la junta metálica y, a ser posible, el mayor número de piezas atacables por la corrosión.

Y que los organismos que urbanicen Madrid tengan planos bien detallados de los desmontes y terraplenes ya realizados o por realizar, y que deben consultar todas las Empresas usuarias del subsuelo para acondicionar en debida forma sus instalaciones, proporcionándose de esta forma los datos que hoy faltan.

En definitiva podemos decir que el fenómeno de los socavones es complejo y oscuro en su desarrollo y fraguado, que sólo se pone claramente de manifiesto en forma espectacular y ostensible en su última fase, con un peligro grave evidente durante un tiempo muy corto. Su desaparición en mayor o menor grado, requiere una serie de medidas constantes y metódicas, que necesitan una organización adecuada de la que hoy no se dispone, ni en medios ni en elementos, ni en personal, pero que será cada día que pase más precisa, entre otras cosas ante el natural envejecimiento de una parte importante de la red de distribución de agua. Señaladas quedan las series de medidas que es preciso poner en práctica y que ya se aportaron en su mayor parte por la Comisión Técnica citada.