

con el contador de la finca otro que instala el laboratorio por medio de tubos de goma con juntas rápidas del tipo Ingersoll, iguales a las que se emplean en las tuberías de aire de los martillos neumáticos. Sobre el contador se monta un aparato registrador, al cual comunica el movimiento el órgano móvil del contador. El contador va integrando, y el diagrama presentará una recta tanto más inclinada con relación al eje horizontal cuanto el caudal sea mayor. Cuando llega a la parte superior se cambia el movimiento y traza hacia abajo. En el modelo representado en la figura 7, desde las 0 a las 3 ha habido un consumo pequeño; de 3 a 5 ha sido nulo; grande, de 5 a 7, etc. Estos registradores permiten, pues, no solamente comprobar el contador de la finca, sino averiguar a qué hora se han realizado los consumos, y, por consiguiente, poner de manifiesto las fugas cuando se comprueba gasto a horas en que no lo ha habido; por ejemplo, de madrugada.

Las fugas más frecuentes son en los retretes, ocasionadas porque la válvula del depósito no cierra bien y deja salir el agua constantemente.

El laboratorio realiza también mediciones de presión en la red; dispone para ello de manómetros registradores con cuerda para mes y medio, que se

montan en los puntos de la red en que conviene estudiar las presiones; existe un banco de pruebas para comprobarlos, que, en esencia, consiste en una prensa hidráulica, cuyo émbolo tiene un centímetro cuadrado de sección, y sobre el cual, en un platillo, puede ponerse un peso de x kilogramos, que originará,

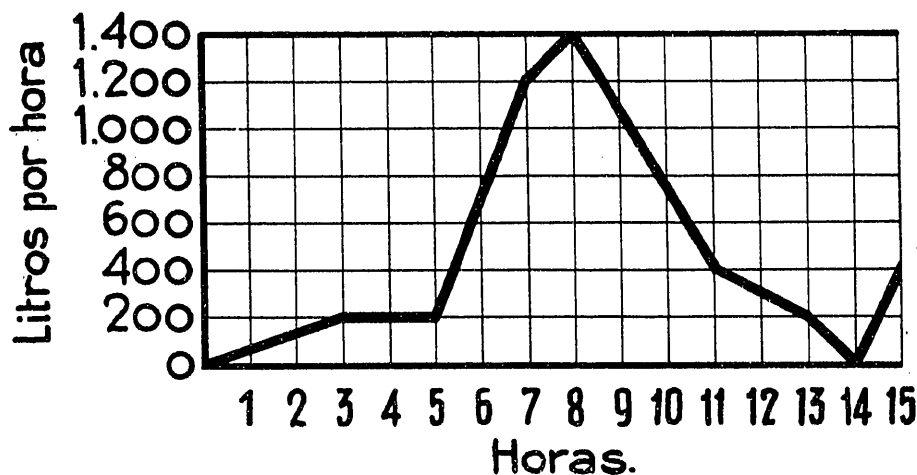


Fig. 7.

por tanto, una presión de x kilogramos por centímetro cuadrado.

El laboratorio de contadores de Canales del Lozoya, que se montó bajo la dirección del ingeniero encargado, Sr. Núñez Casquete, puede considerarse como un modelo desde el punto de vista técnico y de organización.

Juan LAZARO URRÁ
Profesor de las Escuelas de Caminos
y Nacional de Sanidad.

Sobre proyectos de cañerías (Innovación conveniente)

De muy buena fe creen muchos ingenieros, y no he de negar yo que aciertan multitud de veces, que aseguran máximamente en sus proyectos la deseada buena calidad de cada obra, o parte principal de obra, detallando y concretando por entero, en los Pliegos de Condiciones facultativas, a más de la constitución estructural de la misma y la naturaleza y calidad de cada una de sus partes, la dosificación de las mezclas, si en ella entran, el modo de elaborarlas y emplearlas y el pormenor de todas las demás operaciones y disposiciones que a juicio del que proyecta son necesarias o más convenientes para la perfecta ejecución; pero si en general esto es muy conveniente y hasta indispensable muchas veces, y es muy de estimar el celo de quien así procura condicionarlo extremadamente todo al proyectar, es, sin embargo, para algunas especies de obra contraproducente, aun no llegando a un gran extremo en el sistema. Y creo procedente decir algo acerca de esta cuestión, que interesa muy de lleno al sector constructivo de mi especial y ya añeja predilección: las cañerías.

Mas advierto, desde luego, que no han de entenderse referidas mis afirmaciones de este artículo a las estructuras tubulares que, a la vez que como tubo o cañería, han de trabajar necesariamente a flexión, simple o compleja, ni tampoco a las que por la magnitud de su diámetro no puedan ser construídas sin

junta o empalme, elemental o de conjunto, de la pared, en toda la extensión de la sección transversal. Imagine el lector cualesquiera cañerías que sólo como tales hayan de trabajar, ya sepultadas en zanjas o ya sin enterrar, y cuyos diámetros queden por bajo de unos 2 ½ metros, y a ellas ha de entender que voy a referirme.

Los tramos tubulares para salvar vanos de relativa importancia, con estabilidad propia sobre los apoyos, y los de diámetro superior al límite indicado, son obras que yo no tengo experimentadas ni aun estudiadas para casos prácticos determinados, y sólo acerca de las primeras me atrevo a decir que abrigó la sospecha de que pueda ser notablemente ventajoso prescindir de ellas siempre que sea posible, ciñéndose a la depresión, si no es muy necesario en el lugar de su establecimiento el servicio de puente o pasarela que a la vez pueden prestar y si la carga hidráulica a sufrir no es más elevada que las que permiten proyectar, sin riesgo de abundantes fugas de agua, el tubo-viga de hormigón armado.

En las cañerías a que digo referirme, y, dentro de su variado y extenso campo, concretándome a las que se crea posible y aceptable proyectar de hormigón o análogos productos, a base del cemento portland y asociados o no con otros elementos estructurales, puede asegurarse que el que proyecta, si no lo hace

en puntual repetición de una obra idéntica y de idénticas circunstancias y destino, ya construída y bien probada, o sobre ensayos previos suficientes, corre gran riesgo de que el resultado no responda plena y limpiamente a sus previsiones, salvo, si acaso, cuando los esfuerzos a resistir por la obra son muy pequeños, en relación con el espesor y la cuantía de elementos y factores todos de resistencia acumulados en ella; pero en este último caso el éxito resulta, muy probablemente, merced a un no despreciable exceso de coste que se pudiera, quizá, evitar.

Me permito hacer la afirmación, aunque parezca demasiado terminante —no discreparán de ella, sin embargo, creo, los compañeros que hayan proyectado y construído cañerías de éstas, y hayan luchado con esfuerzos superiores a $4 \div 5$ atmósferas de presión hidráulica interior—, porque reiteradamente he tenido ocasión de observar en mis ensayos que, aun para cargas de prueba no muy elevadas, ha habido que reformar varias veces el proyecto de los tubos, ya en la composición o en la disposición de los elementos estructurales, ya en el detalle de las operaciones de ejecución, ya en una y otra cosa —con relación, todo ello, a lo de primera intención creído mejor, ateniéndonos a lo aprendido en aulas y tratados, revistas, etc.—, para llegar a conseguir el resultado satisfactorio. Fenómeno que, en rigor y dichas las cosas por su nombre, responde a una cierta dosis de desconocimiento —muy natural y lógico hasta el día, aun para los técnicos salidos de las Escuelas superiores (salvo casos de intuición genial que a los más no nos es dada), por no contar todavía la Técnica en la materia con un caudal de datos de experimentación suficientemente extenso y completo y depurado— del detalle más conveniente de las condiciones de constitución y fabricación o construcción para las cañerías a que nos referimos.

Es éste un hecho innegable, concordantemente con el cual, o efecto de él mismo, han surgido y más o menos se han desarrollado, como se sabe, diversas iniciativas particulares de investigación constructiva, sobre la más acertada aplicación del cemento o el hormigón a cañerías, y existen, por tanto, diversas Empresas constructoras especial y machaconamente dedicadas a ensayos y obras de este género: y la experiencia o entrenamiento especial — digámoslo así — de estas Empresas, es evidente que no deben ser despreciados ni desaprovechados. Pero si cada ingeniero que proponga o admita cañerías de cemento en sus proyectos establece para ellas prescripciones detalladas a su libre parecer, ello equivaldría, en general, a hacer imposible la concurrencia de los especializados a la ejecución de las obras, si no a dar, desde luego, una preferencia efectiva a alguno de ellos, mediante coincidencia de las prescripciones del proyecto con las normas y procedimiento propios del constructor que fuere; cosa muy expuesta a ser tachada justamente, dada la no existencia aún de un fallo autorizado y decisivo a favor de ninguno de los sistemas.

Por cualquier lado que la cuestión se mire —con espíritu sereno y amplio y desligado, por supuesto, de rutinas—, se verá que para los proyectos de cañerías de cemento debe ser, al menos por ahora, preferido el modo de condicionar, francamente opuesto al indicado en el comienzo de este artículo y más o menos seguido en casi todos aquellos hasta el día. Es,

sin duda alguna, mejor, en lugar de concretar al por menor cosas y operaciones, con gran riesgo de pecar, ya por defecto, ya, innecesaria y onerosamente, por exceso —la armadura metálica, por ejemplo, puede ser, contra el parecer más generalizado acaso aún, en innumerables casos suprimida; díganlo, si no, numerosas cañerías de uralita y de hormigón en masa que desde hace años en servicio lo demuestran—, limitarse a definir bien y exigir las características esenciales que la obra debe ofrecer en sí y en su servicio, y dejar a la experiencia y arte constructor propios de quien se compromete a construirla, todo el detalle de las condiciones relativas a los elementos a emplear y a las operaciones de ejecución y aun, en cierta parte también, a la constitución de la estructura. Y no creo que porque la adopción de este sistema obligue al técnico que proyecta a reavivar sus conocimientos referentes a esfuerzos de rotura, límites de elasticidad, coeficiente a adoptar en cada caso para determinar la carga máxima de trabajo efectivo admisible, etc., etc., y ponerse cada vez lo posible al día en la materia —para no caer en evitables exageraciones o inoportunidades, contraproducentes casi siempre desde algún punto de vista, al definir y concretar las condiciones de las pruebas—, pueda ello ser motivo suficiente para que los ingenieros no tercios o rutinarios, y que ya quizá lo han aplicado, más o menos aproximadamente, en algunos casos, se resuelvan a seguirlo siempre en los proyectos a que nos referimos¹.

No hay que perder de vista que con ello podrá resultar ganando, y no muy poco, la economía general del país —y el progreso de la vida y bienestar de las gentes, en cuanto les afecta la mayor o menor facilidad para que se prodiguen las buenas conducciones de aguas—, al no ser ya impedido o muy dificultado y particularizado, como hasta hoy lo es, el acceso de los constructores especializados a la ejecución de estas obras, y con ello la lógica baja o reducción consiguiente en los costes efectivos de las mismas².

Angel BLANC
Ingeniero de C., C. y P.

¹ No presento en este mismo artículo un ejemplo concreto de cómo aplicaría yo este modo de condicionar facultativamente la realización de las cañerías, porque el lector supongo lo habrá sido también de lo que en algún otro artículo tengo manifestado acerca de límites de elasticidad del hormigón bien elaborado (al menos el que yo llamo "archicompacto") en el trabajo de tensión, y coeficiente de seguridad que en consecuencia es adecuado, y podrá, poco más o menos, figurárselo y agradecerme que hoy no le cause más.

Acaso algún otro día, para quien prefiera evitarse una rebusca en esta Revista y cerciorarse de si en algo rectifico lo ya dicho otras veces, dedicaré un breve artículo exclusivamente a eso.

² Por el mismo desco de no extenderme hoy más no hago reseña de una interesante Memoria de cierta casa constructora, en la cual se hace demostración de la economía que anualmente resultará, aun sólo en las conducciones costeadas o subvencionadas por la Administración pública, cuando los técnicos oficiales acabemos de convencernos de que podemos dejar de dar la preferencia exclusiva al hierro, en los casos en que puede ser ventajosamente reemplazado por otros materiales, y de creer lo mejor, en otros, el hormigón armado o el hierro hormigonado, tal como venimos proyectándolos y construyéndolos. Pero parece indudable que pasará de un millón de pesetas, quizá muy crecido, lo que habrá de costar menos el volumen global de obras de cada año —supuesto este volumen de conjunto análogo o equiparable a un promedio aproximado de los alcanzados en los cinco años últimos—, y podrá ser invertido, por ejemplo, en adelantar el buen abastecimiento de agua potable a numerosas poblaciones de las muchísimas que aún lo necesitan en España.