

do la figura 6.^a a la viga más afectada directamente por el sol, o sea, la orientada al Este, y en la figura 7.^a la que corresponde en su orientación al Oeste.

En ambos diagramas aparece que en los primeros momentos en que la observación se desarrolla, la temperatura ambiente es superior a la de los elementos metálicos de las vigas principales; hacia las seis de la mañana, poco después de la salida del sol, aumenta la temperatura de las cabezas superiores más que en el ambiente, cortándose las curvas representativas, elevándose rápidamente la que corresponde a las temperaturas de dichas cabezas superiores.

Las temperaturas de las cabezas inferiores aumentan aunque con menor rapidez, como debe ser, por estar más protegidas por el piso, cortándose sus curvas a la de la temperatura ambiente hacia las diez de la mañana, quedando siempre muy por bajo de la temperatura de la cabeza superior, llegando a existir diferencias de 10° al medio día entre ambas cabezas, y mayor la de la cabeza superior que la de la temperatura ambiente en unos 15°.

En la viga directamente afectada por el sol comienza el descenso de la temperatura en las cabezas superiores, o sea las expuestas a los rayos a las quince, y sólo a las diez y ocho horas, en las inferiores, donde hay menor radiación, aunque también ha ascendido menos.

En la viga orientada al Oeste, o sea menos afectada, comienza el descenso al medio día en la cabeza superior, y en la inferior, a las quince.

En los diagramas representados en la figuras 8.^a y 9.^a se señalan las flechas máximas medidas en las vigas más o menos afectadas por los rayos solares, indicándose en las abscisas las horas de observación y en ordenadas los milímetros medidos en estas deformaciones.

Aparecen dos curvas: una de trazos y otra de línea llena, aquélla determinada por mediciones directas siguiendo los métodos expuestos y ésta mediante el cálculo o fórmulas de las que más adelante nos ocuparemos, fórmulas aproximadas únicamente.

Se aprecia la similitud de forma y ritmo, aunque no la coincidencia de ambas representaciones.

En la figura 10 se representan los diagramas completos de las deformaciones en todos los nudos de las vigas izquierdas, apreciándose las curvas de deformación, calculadas y medidas por análogos signos convencionales.

Quede para otro artículo la exposición de algunas fórmulas que tratan de determinar analíticamente los efectos que las variaciones de temperatura producen en las vigas metálicas, para evaluar los esfuerzos suplementarios que son su consecuencia.

D. MENDIZÁBAL

Ingeniero profesor de la E. de C., C. y P.

La actual legislación sanitaria y sus modificaciones convenientes¹

IV

Alcantarillas públicas

El Reglamento de Obras y Servicios municipales contiene en los artículos 6 y 23 disposiciones relativas a las alcantarillas públicas que son acertadísimas, pues exige que siempre que en la misma vía existan conductos para las aguas negras (alcantarillas) y los destinados a la alimentación, deberán éstos encontrarse encima de aquéllos. Estas disposiciones tienen su precedente en el art. 7.º, párrafo f) de la Real orden de 9 de agosto de 1923. Su objeto es evitar que una filtración que se produjera en el alcantarillado pueda encontrar en las capas inferiores tuberías de agua potable, y su redacción es tan concreta y precisa que lo mejor es no modificarla.

En los mismos artículos referidos se preceptúa que se establezcan las canalizaciones subterráneas en forma tal que puedan hacerse fácilmente las reparaciones, reduciendo todo lo posible la parte de pavimento que se levante. El acierto de esta norma general es también evidente; pero refiriéndose en especial a las alcantarillas públicas, aunque se hayan proyectado de tal modo que no se produzcan en ellas depósitos en su funcionamiento normal, se debe prever su limpieza en forma que no sea preciso le-

vantar el pavimento. Si la alcantarilla tiene dimensiones que la hagan visitable, puede hacerse esta operación desde dentro de ella; pero, en otro caso, es preciso dividirla en trozos rectos de menos de 50 m por medio de registros, en los que se puedan introducir los operarios encargados de la limpieza; por consiguiente, se precisarán registros en los cambios de dirección, pendiente, sección, en las confluencias y en trozos rectos, de modo que las longitudes comprendidas entre registros sean inferiores a 50 m; se elige esta distancia porque es la máxima longitud en la que prácticamente se puede hacer bien la limpieza. Las dimensiones de estos registros han de ser suficientes para que se puedan hacer dichas operaciones, y en su fondo habrá el espacio preciso para desviar los caudales afluentes, haciendo que confluyan en la misma dirección. A fin de que las aguas circulen constantemente encauzadas, el fondo de los registros debe presentar canales, teniendo los espacios inmediatos a ellas pendiente hacia las mismas. Las canales deberán ser del mismo material adoptado para la tubería, y los espacios inmediatos estarán, al menos, enlucidos con mortero rico en cemento.

Otra circunstancia que debe tenerse en cuenta es el caso de que la alcantarilla se desarrolle al nivel o por debajo de la capa acuífera. La Real orden de 3 de enero de 1923 dice en su art. 2.º que cuando el suelo de una población o parte del mismo asiente sobre un terreno en que la capa acuífera se encuentre a poca

¹ Véanse los números de 15 de octubre y 15 de noviembre de 1929, páginas 390 y 411, y el de 15 de abril de 1930, página 159.

profundidad (hasta 3 m), deberá realizarse la desecación de dichos terrenos para sanearlos y transformarlos en salubres, rebajando, según el art. 3.º, el nivel de la capa acuífera hasta 4 m. Si en una zona con estas características existe un alcantarillado antiguo permeable, así como las aguas de su interior pasan a mezclarse con las subálveas, éstas utilizan la alcantarilla como dren; si se sustituye por un alcantarillado impermeable, ya el drenaje se imposibilita, y el nivel del agua subálvea sube. Para evitarlo, manteniendo la incomunicación de las aguas de alcantarilla con las subterráneas, basta disponer drenes a nivel inferior de la alcantarilla. De este modo se sana el terreno y se evita que una filtración de la alcantarilla pueda difundirse por la masa de agua que la rodearía caso de no existir el drenaje.

La misma Real orden preconiza los drenes como medio de sanear el subsuelo; si desaguan en una alcantarilla por la que circulen aguas negras, hay que evitar que el agua o aire de la alcantarilla puedan pasar a los drenes; lo primero se evitará siempre que el máximo nivel del agua en la alcantarilla no pueda anegar los drenes, y lo segundo, disponiendo la ingerencia del dren por medio de un sifón. De no tomar estas precauciones, puede infectarse el subsuelo y servir éste para ventilar la alcantarilla.

Resumiendo todo lo expuesto, en mi concepto debía exigirse con relación a las alcantarillas públicas lo que sigue: *Siempre que existan en la misma vía conductos para aguas residuales y los destinados a la alimentación, deberán éstos encontrarse encima de aquéllos. La red pública que por sus dimensiones no sea visitable se compondrá de tramos rectos separados por registros; por consiguiente, se dispondrán registros en los cambios de dirección, pendiente, sección, en las confluencias y además en los trozos rectos, de modo que las longitudes comprendidas entre registros sean inferiores a 50 m; sus dimensiones serán suficientes para que se puedan hacer desde ellos las operaciones de limpieza, y su fondo debe presentar canales del material adoptado para la tubería, que encaucen las aguas afluentes y las desvíen gradualmente para hacerlas confluir en la misma dirección, estando los espacios inmediatos a las canales con pendiente hacia las mismas y al menos enlucidos con mortero rico en cemento.*

Cuando se encuentre la capa acuífera al ejecutar una alcantarilla, se dispondrán drenes a nivel inferior al de ésta; si se hace el desagüe de drenes en una conducción que reciba aguas negras, se dispondrá de modo que el nivel máximo en la conducción no pueda anegar los drenes, y se interpondrá un sifón que evite ventile la alcantarilla por los drenes.

Tratamiento de aguas residuales

La legislación española ha enfocado este tema en los últimos años con una orientación moderna y adecuada: el Estatuto Municipal, al ocuparse en el artículo 180 de la competencia municipal, incluye en ésta la aprobación y construcción de los proyectos de tratamiento de aguas residuales; y en el art. 185, relacionado con el 184, se concede la declaración de utilidad pública y la necesidad de ocupación de los terrenos necesarios para la depuración, una vez aprobados definitivamente los correspondientes proyectos. El art. 42 del Reglamento de Obras y Servicios municipales concede servidumbre de paso al emisario, si es subterráneo, y la expropiación forzosa si es descu-

bierto; y el 43 autoriza la aplicación de la expropiación forzosa a todos los terrenos que exija la depuración. Nuestra legislación da facilidades legales, que ya es bastante.

En la Real orden del 3 de enero de 1923 sobre Instrucciones técnicas sanitarias para pequeños Municipios, hay disposiciones que, con aún mayor razón, se deben aplicar a los grandes, pues en éstos es mayor el peligro de su incumplimiento. Así, el art. 34 dice que «para reducir los riesgos de contaminación del suelo y del agua subterránea, no se verterán las aguas residuales directamente en los cursos de agua (ríos o arroyos), ni en pozos absorbentes, salvo en los casos en que el volumen de estas aguas impuras sea muy inferior (veinte veces como mínimo) al que en la época de estiaje llevan dichos cursos de agua, o los citados pozos se encuentren a gran distancia (500 ó más metros) de todo poblado y nivel inferior al de éstos. Como general será obligatoria la depuración de las aguas negras, aunque sin forzarla, hasta límites que la hagan excesivamente costosa». En los artículos 40, 41 y 42 describe, respectivamente, los procedimientos de depuración agrícola, biológicos por fosos sépticos y filtros bacterianos, y mecánicos de sedimentación, y sigue ocupándose de los mismos y exponiendo datos prácticos en los 43 y 44.

El art. 45 de la citada Real orden contiene tres prohibiciones, que han pasado con carácter general e imperativo al art. 13 del Reglamento de Sanidad municipal, destinadas a evitar que las aguas residuales se empleen en riegos o abonos de sustancias que se comen en crudo y, en general, las molestias y peligros que se puedan producir. En el art. 9.º del mismo se prescribe la previa depuración antes de desaguar a los ríos, salvo que la autodepuración se realice antes de llegar la masa líquida al primer poblado aguas abajo, dejando la elección del sistema de depuración que se emplee al estudio que en cada caso se haga. Si el desagüe se verifica en el mar, no se prescribe la depuración, pero sí que se evite la contaminación de mariscos, etc., las descargas al descubierto y que las mareas refluyan a la costa los materiales vertidos.

Examinando el conjunto de estas disposiciones se forma un juicio muy favorable de nuestra legislación. El sistema depurador que se emplee debe ser en cada caso, como dice el art. 9.º del Reglamento de Sanidad Municipal, objeto de una solución particular, y en cuanto a la cuantía de la depuración se deduce que debe ser suficiente para que las aguas del curso a que se viertan no lleguen al primer poblado aguas abajo en condiciones más desfavorables que las que tenían antes de recibir el afluente; sin embargo, entiendo que la idea de nuestro legislador al decir primer poblado, debe ser extensiva a cualquier aprovechamiento, aunque esté situado antes de poblado, siempre que la contaminación del agua pueda influir desfavorablemente en la salubridad pública. Las consideraciones que hace el citado art. 9.º respecto a parques ostrícolas, y las prescripciones del citado artículo 13 del mismo Reglamento son igualmente muy acertadas, y finalmente, el art. 15, más categórico que los anteriores, dice que no podrán aprobarse los proyectos de evacuación de las aguas negras y materias residuales para aldeas ni urbes ni para industrias, si no van completados con sistemas de depuración que hagan inofensivas dichas materias, o por sistemas de dilución, desinfección, sumersión, absorción, desagüe, etc., inocuos para la salud pública.

Aquí se presenta una cuestión importante: a quién corresponde determinar que el sistema de depuración propuesto hace al afluente inofensivo para la salud pública, y vigilar, cuando el sistema proyectado lo sea, que se ha construido de acuerdo con esa condición. Se comprende la importancia del asunto y que por afectar a más intereses que los representados por el Ayuntamiento no debe dejarse a la exclusiva competencia de éste.

La cuestión no es nueva ni en España ni en el extranjero; en la sección tercera de la Rivers Pollution Act. 1876, se prescribió que las autoridades locales emplearan los mejores medios prácticos para hacer inofensivo el afluente descargado en arroyos y ríos. Se solicitó repetidas veces el Local Government Board que prescribiera un tipo de pureza para los afluentes, a fin de considerar inofensivos a los que le satisficiesen; pero siempre rehusó hacerlo, por entender que cada caso debía considerarse como especial. En 1898 se constituyó la Royal Commission of Sewage Disposal, cuya Memoria octava, publicada en 1912, trata de este asunto y dice que se debería fijar por una autoridad central un tipo de pureza medio; pero que el grado de dilución en la corriente a que vierta es el principal factor para que en casos particulares se exija por esa autoridad central un efluente más depurado si la dilución es pequeña, o se tenga por dicha autoridad central mayor tolerancia, y aun no se exija depuración si la dilución es grande, pudiendo descargarse las aguas residuales cuando la dilución es superior a 500 volúmenes sin depuración alguna, bastando en este caso proveer las rejillas y disposiciones que juzgue necesarias la citada autoridad central. De lo expuesto se deduce que cada caso debe estudiarse especialmente, y que a una autoridad central debe corresponder la facultad de determinar en cada caso la depuración precisa.

También la legislación española es partidaria, como se ha visto, de que se estudie cada caso en particular, y de su examen se obtiene el convencimiento de que es a la Administración pública a quien corresponde fijar si el sistema de depuración empleado es inofensivo. En efecto: la admirable exposición de motivos de la ley de Aguas de 3 de agosto de 1866 (la primera de su género en Europa), que tiene carácter de interpretación auténtica, no sólo de dicha ley, sino aun de la actual de Aguas, pues no introdujo modificaciones esenciales en aquélla, declara la intervención del Estado en defensa de la salud pública, incluso en las aguas privadas; que la policía de las aguas públicas corresponde a la Administración; igualmente la de las privadas en cuanto pueda afectar a la salubridad pública, y señala la diferencia entre el uso y el aprovechamiento, siendo característico de éste no abusar (y es un abuso utilizar las aguas públicas vertiendo en ellas sustancias que puedan dificultar otros usos). En correspondencia con estos puntos de vista está la vigente ley de Aguas: en los artículos 62, 133 y 222 se imponen limitaciones a la existencia, uso y aprovechamiento de aguas públicas y privadas por causa de salubridad pública; en los artículos 226 y 227 se declara la policía de las aguas públicas a cargo de la Administración, y que a ésta corresponde la vigilancia de las privadas para que no puedan afectar a la salubridad pública; y en los artículos 69, 128, 219 y 220 se tiende a impedir la impurificación de las aguas por el uso que de ellas se haga. Por consiguiente, es contrario a la ley de Aguas

impurificar éstas en forma que pueda causar perjuicio a la salubridad pública, y corresponde a la Administración la policía y vigilancia de este extremo.

En igual criterio están inspiradas otras muchas disposiciones posteriores; pero, a fin de ser breve, no citaré más que una muy característica: el Reglamento de 16 de noviembre de 1900 sobre enturbiamiento e infección de las aguas públicas, que prohíbe en los artículos 1.º y 2.º el desagüe en cauces públicos de líquidos con materias que enturbien o contaminen el agua con perjuicio de los usos generales de la misma. Exigen los artículos 3 y 6 que el proyecto de clarificación de las aguas turbias que hayan de verter a los cauces públicos sea informado por las Divisiones Hidráulicas, a quienes corresponde proponer las reformas que procedan y la determinación en cada caso particular del grado de pureza que requiera el agua que haya de verterse en los cauces públicos. Según el artículo 12, se preferirá que se arrojen las aguas turbias y sucias en el mar a verterlas en los cauces públicos, y se hará en parajes marcados por el ingeniero director de las obras del puerto al que el vertido pueda afectar, y por el ingeniero jefe de la provincia en los demás casos, de modo que el oleaje disemine las materias en suspensión, impidiendo sean arrastradas con perjuicio de calado, la navegación o la pesca. Los artículos 13, 14 y 15 determinan que la División Hidráulica informará sobre el procedimiento de depuración de las aguas sucias, para evitar que infecten la corriente, y conseguir que ésta pueda utilizarse en los usos a que inferiormente está destinada, pudiendo la Administración inspeccionar, cuando lo crea conveniente, el funcionamiento de la estación depuradora. Las aguas a que este Reglamento se refiere son las procedentes de lavado de minerales o residuales de industrias; pero como su finalidad es conservar la pureza de las aguas públicas, hay la misma razón para que se adopten análogas medidas con relación a cualesquiera otras aguas que, como las residuales de poblaciones, puedan impurificar la corriente.

De todo lo dicho parece deducirse que es a las Divisiones Hidráulicas a las que corresponde determinar si es admisible la depuración propuesta en el proyecto aprobado por el Ayuntamiento, e inspeccionar las obras de depuración que se realicen, así como su ulterior funcionamiento. Es natural que así sea: en este caso se ventila el interés público; debe intervenir la Administración pública, la cual, en lo que afecta a las aguas terrestres, está representada por las Divisiones Hidráulicas, que son las competentes legalmente, y sobre todo técnicamente, y si se vierte en el mar corresponde por iguales motivos al ingeniero director del puerto que pueda ser afectado y al jefe de Obras públicas de la provincia.

Este criterio no es contrario a la autonomía municipal, pues según se vió en el primero de estos artículos, dicha autonomía está subordinada al interés público general. Con relación a este punto es interesante observar que el art. 150 del Estatuto Municipal subordina la competencia de los Ayuntamientos a la *observancia de las leyes generales del Reino*, y el artículo 151 dice: «La competencia municipal no será obstáculo para la de los institutos y servicios análogos a los municipales, dependientes del Estado, de las regiones o de las provincias.» «La coordinación entre la competencia del Municipio y la del Estado, la región o la provincia ha de mantenerse especial-

mente en los servicios de vigilancia y seguridad, en los sanitarios y en los sociales.»

De acuerdo con este criterio, el art. 40 del Reglamento de Obras, Servicios y Bienes municipales dice que cuando en un proyecto de abastecimiento de aguas se solicite la concesión de aguas públicas o terrenos de dominio público, la información pública y la confrontación del proyecto serán practicados en el plazo de tres meses por la Jefatura de la División Hidráulica correspondiente. El art. 42, refiriéndose a proyectos de alcantarillado, dice que cuando exijan la ocupación de terrenos de dominio público o hagan verter la aportación de una red de desagüe en aguas públicas, la concesión correspondiente se ajustará a lo prevenido en el artículo anterior; este artículo es indudablemente el 40, a que acabo de hacer referencia; por consiguiente, cuando para los proyectos de evacuación de aguas residuales se ocupen terrenos de dominio público o se vierta el afluente en aguas públicas, deben ser objeto de información pública y confrontación por la Jefatura de la División Hidráulica correspondiente. Vemos, pues, que en el mismo Estatuto se reconoce explícitamente la competencia de las Divisiones Hidráulicas, para los casos en que la policía del interés público las está encomendada, y con la misma razón se hubiera podido reconocer la del ingeniero director del puerto que pueda ser afectado y la de la Jefatura de Obras públicas en los casos en que las considera el Reglamento de 16 de noviembre de 1900.

Aunque todo lo expuesto indica con suficiente claridad el espíritu de la ley, sería conveniente, por la importancia del asunto, concretarlo en forma categórica y que asegurase completa eficacia. La forma de conseguirlo no es difícil, y en el mismo Estatuto se encuentra el ejemplo. Si bien el art. 180 del mismo

declara que es de la exclusiva competencia municipal proyectar, construir y aprobar las obras de tratamiento de aguas residuales que tengan por objeto dotar de estos servicios a los núcleos de población enclavados en los términos municipales correspondientes, el art. 182 ordena que dichos proyectos sean sometidos a las Comisiones sanitarias provincial y central en su caso, las cuales devolverán el proyecto a la respectiva Corporación municipal, para que subsane los defectos de que adolezca, sin cuyo requisito no será ejecutivo el acuerdo.

Pues bien: bastaría que, para el caso de que tratamos, se concretase en la siguiente forma: *Una vez aprobados por el Ayuntamiento Pleno los proyectos de evacuación o depuración de aguas residuales, y simultáneamente con su tramitación en la Comisión Sanitaria Provincial, serán sometidos al conocimiento de la Jefatura de la División Hidráulica correspondiente, si vierten o pueden afectar a aguas terrestres, públicas o privadas, superficiales o subterráneas, y a la Jefatura de Obras públicas de la provincia y al ingeniero director del puerto a que puedan afectar, si vierten al mar o pueden influir en algún puerto, los cuales devolverán el proyecto a la Corporación municipal para que subsane los defectos de que adolezca, sin cuyo requisito no será ejecutivo el acuerdo municipal. Si los defectos son de escasa importancia, podrá quien devolvió el proyecto dispensar al Ayuntamiento la nueva remisión del mismo una vez modificado, pero en otro caso deberá remitirlo nuevamente. Corresponde a la Jefatura de la División Hidráulica, o a la de Obras públicas y al ingeniero director del puerto, en sus casos, la inspección de las obras de desagüe y depuración y del funcionamiento posterior, debiendo poner en conocimiento del Ayuntamiento y corregir éste los defectos que se observen.*

José M.^a CANO RODRÍGUEZ
Ingeniero de Caminos

La relatividad del tiempo en Física

En un artículo mío, publicado en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, sobre «Nuevo procedimiento de deducir las fórmulas de transformación de Lorentz», ponía de manifiesto, sin llegar a explicármela, una anomalía que se produce en la teoría de la relatividad restringida al adoptar, para medir espacio y

longitud también infinita en sentido contrario y con la misma velocidad constante c ; por la vía 2 circula un tren M con velocidad constante $v < c$ y en el sentido indicado en la figura 1.^a. En este tren va instalado un aparato tal que cada vez que las ruedas han efectuado un cierto número de revoluciones dis

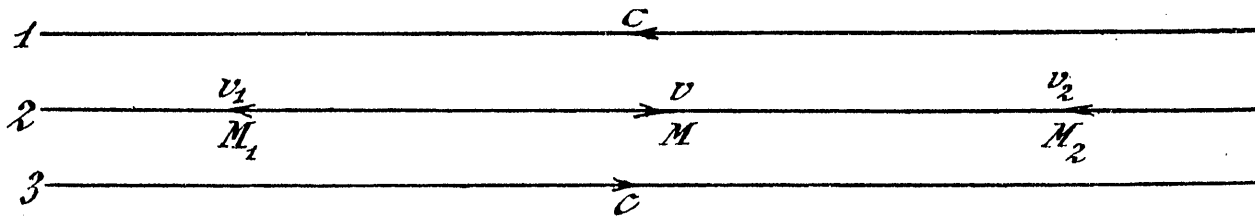


Fig. 1.^a

tiempo, la media geométrica de ciertas dimensiones en lugar de su media aritmética.

Pensando en ello creo haber encontrado su explicación, así como también la de la relatividad del tiempo en Física, en una forma que estimo original y clara, que es la que desarrollo a continuación.

Supongamos (fig. 1.^a) tres vías rectilíneas de longitud infinita; por las 1 y 3 circulan dos trenes de

para simultáneamente dos flechas que atraviesan normalmente las vías y se hincan en los trenes de velocidad c , una en cada tren, admitiéndose que dicho cruce se efectúa instantáneamente.

Imaginemos otro tren M_1 en un punto muy lejano del punto M y con velocidad constante $v_1 < c$, de sentido contrario a la velocidad v y tendiendo a separar ambos trenes. Al llegar la flecha del tren