

mayor cerca de las paredes del filtro que en la parte central, aunque era causada probablemente por la menor rugosidad de las paredes.

Como conclusión podemos decir que conviene emplear grava muy pequeña para aumentar la pérdida de carga a su través, tanto en la filtración como durante el lavado. Como limitaciones, diremos que la capa inferior de grava debe ser suficientemente grande para no meterse por los agujeros de los drenes, y la capa superior debía ser de grava fina, pero no tanto que fuese removida o alterada por la máxima velocidad de lavado.

En la tabla del lavado y en la figura 8, que es la representación gráfica de sus últimas casillas, se puede comparar las pérdidas de carga entre las diferentes porciones del filtro. Las curvas tienen por abscisas la velocidad de subida del agua de lavado en centímetros por minuto, y por ordenadas la pérdida de carga en milímetros.

De estas curvas se sacan las siguientes consecuencias:

La pérdida de carga a través de la grava es una parte muy pequeña de la pérdida total del filtro, pues para la máxima velocidad de lavado vale en nuestro caso 36 mm, que representa solamente un 5,2 por 100 de la pérdida de carga total.

Mientras que la mayor parte de dicha pérdida tiene lugar en la arena, que para dicha máxima velocidad de lavado vale 492 mm, equivalente al 71 por 100 de la pérdida total, correspondiendo el 23,8 por 100 restante al drenaje.

Del examen de la figura 8 se deduce que la curva de la pérdida de carga en la grava tiene su concavidad hacia las  $y$  positivas, lo que indica que aumenta mucho al aumentar la velocidad de lavado, puesto que los huecos de la grava permanecen inalterables durante dicho lavado, mientras que la curva de la pérdida de carga a través de la arena presenta convexidad hacia las  $y$  positivas, lo que indica que no aumenta mucho al aumentar la velocidad de lavado, debido a que si ésta es bastante potente, levanta la arena, causa la flotación de los granos más finos y aumenta los huecos entre dichos granos, y disminuye, por lo tanto, la fricción o rozamiento de la co-

rriente ascendente, lo que determina una menor pérdida de carga que si hubiesen quedado inalterables los huecos de la arena.

Por lo tanto, para cada clase de arena hay una ve-

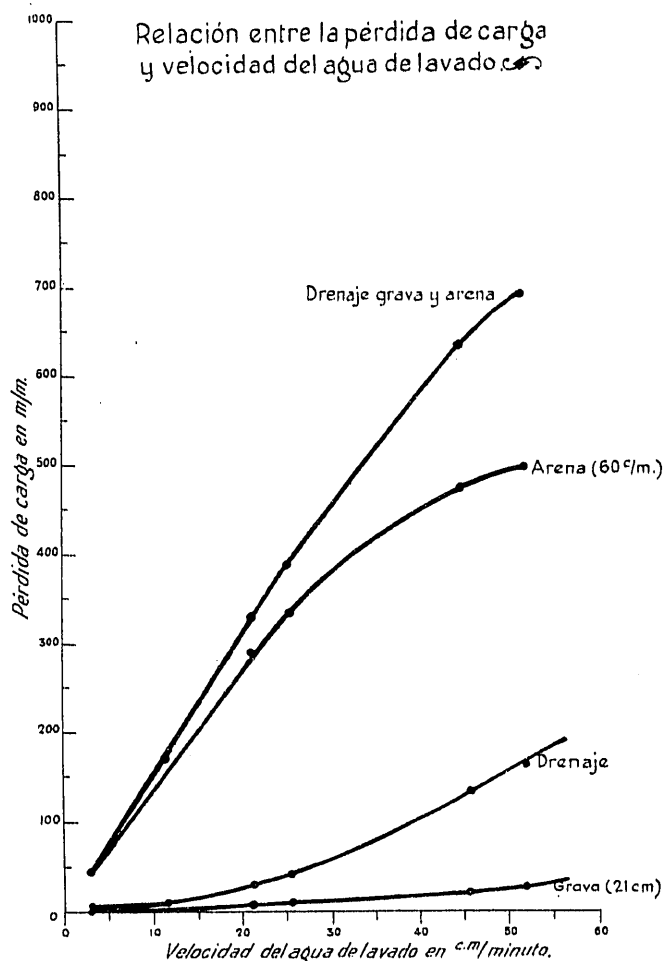


Fig. 8

locidad eficaz de lavado, que por razones económicas no se debe sobrepasar, pues se aumentan los huecos de la arena, pero no la acción de *restregamiento* entre las partículas, que es lo que indica la eficacia del lavado.

Gabriel BARCELÓ  
Ingeniero de Caminos

## El nuevo puente de Puerta de Hierro sobre el río Manzanares, en Madrid

### Historia

Puerta Cerrada, la calle y puente de Segovia y la Antigua Vía de Castilla constituyeron hasta mediados del siglo XVIII la salida de Madrid hacia las provincias castellanas y leonesas, lo que justifica el nombre de la calle y puente que, con aparente paradoja, constituyen hoy día la salida para Extremadura y Portugal.

Al cerrarse el recinto de la Casa de Campo quedó

interceptado el trozo de la Vía de Castilla comprendido en su interior, construyendo Fernando VI en 1750, a modo de "desviación", el puente de San Fernando y la Cuesta de las Perdices, haciendo con ello arrancar la referida vía, hoy carretera de La Coruña, del kilómetro 7 de la carretera de Madrid a El Pardo, poco más allá de Puerta de Hierro.

Encargado el Circuito Nacional de Firms Especiales de las principales carreteras de España, incorporó a la de Madrid a La Coruña el trozo común



Fig. 1. Vista general del antiguo puente de San Fernando, cuya conservación ha sido una de las determinantes del desvío construido

que ésta tenía con la de Madrid a El Pardo, cambiando la denominación de esta última por la de "Puente de San Fernando a El Pardo".

El enorme crecimiento del tráfico que el automovilismo produjo puso de manifiesto la necesidad de ensanchar el puente de San Fernando, por cuya cal-

zada apenas podían cruzarse dos vehículos, obra que realizó la Jefatura de Obras públicas el año 1922, construyendo voladizos de hormigón armado y ejecutando importantes obras de recalce en los cimientos (fot. núm. 1).

Pero pronto este paliativo resultó también inefi-

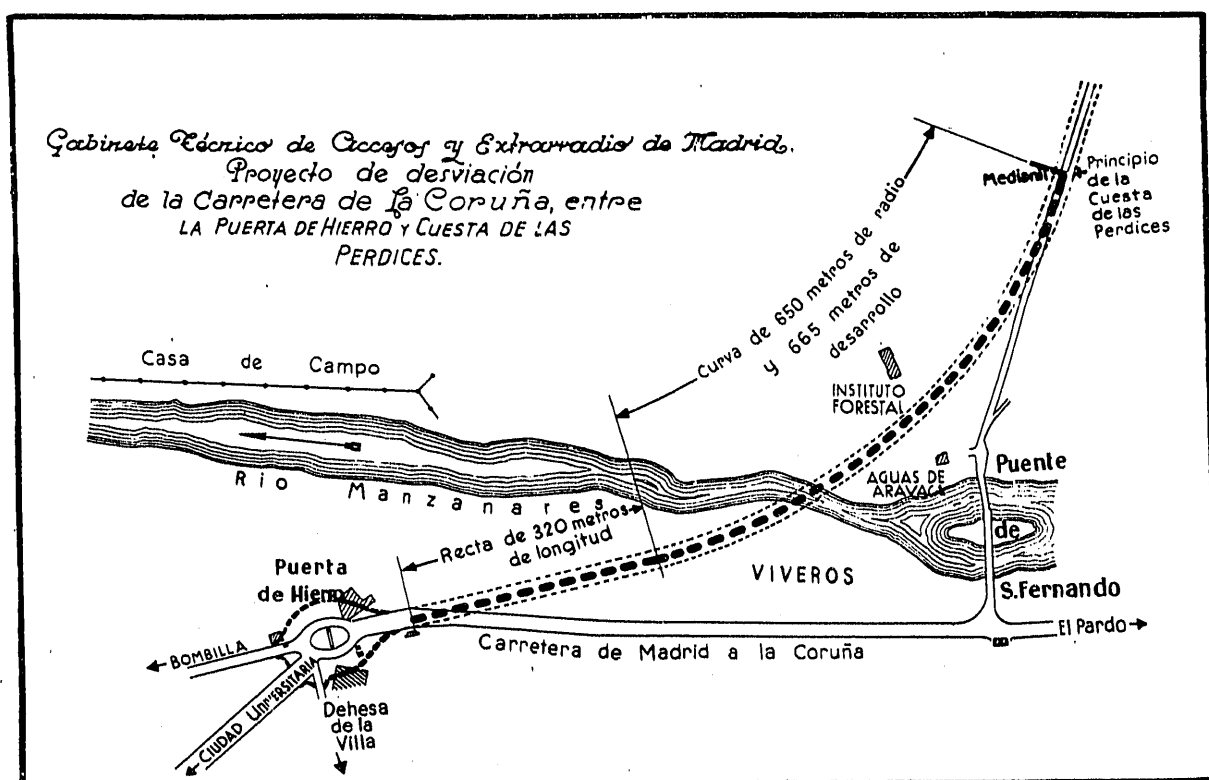


Fig. 2. Plano general de la desviación de la carretera de La Coruña entre Puerta de Hierro y la Cuesta de las Perdices, en la que se encuentra incluido el nuevo puente

caz, pues el ensanche efectuado no pudo permitir siquiera la construcción de andenes para peatones, y el Gabinete Técnico de Accesos y Extrarradio de Madrid se encargó el pasado año de 1933 de estudiar

se en la figura número 2, la que asimismo da clara idea de la magnífica perspectiva que el monumento ofrece viniendo hacia Madrid como fondo del nuevo trozo de carretera.

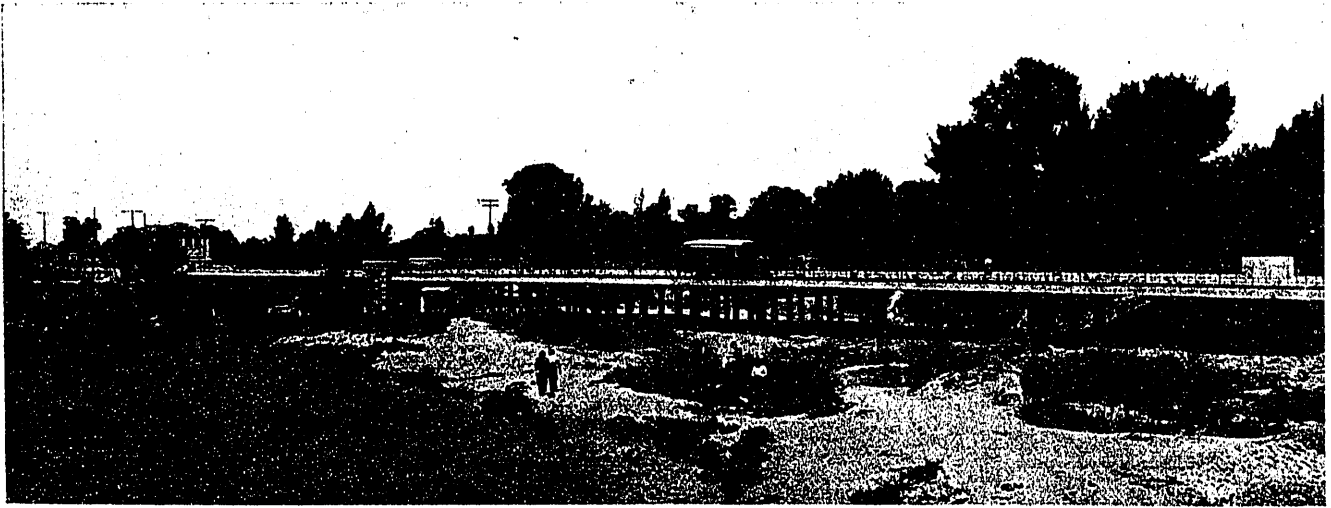


Fig. 3. Vista general del nuevo puente de Puerta de Hierro

la sustitución del antiguo puente por otro de modernas características.

#### *Discusión de soluciones*

La construcción de un nuevo puente sobre la planta del antiguo presentaba dos inconvenientes: desaparecía una obra que, aunque no de gran valor artístico, sí tiene el suficiente para ser respetada, y no se mejoraba el mal trazado del puente, construido con la antigua preocupación de cruzar normalmente el río.

El Gabinete tenía en sus planes la prolongación de la carretera de El Pardo hasta la Sierra del Guadarrama, obra que ha de aumentar en considerable proporción el tráfico de aquella carretera. Por otra parte, es otro de sus proyectos transformar Puerta de Hierro en una gran plaza de ordenación de tráfico, respetando su óvalo central y monumento artístico. Esta ordenación aconsejaba separar desde la plaza las dos carreteras de La Coruña y El Pardo-Sierra, evitando con ello el nudo peligroso de arranque normal y cambio de rasante que producía el puente de San Fernando. Después de múltiples tanteos sobre el terreno, fué elegida una solución de extrema sencillez.

#### *Solución adoptada*

Consiste simplemente en unir por una curva de amplísimo radio (650 m) la alineación recta con que atraviesa la carretera de La Coruña la glorieta de Puerta de Hierro y la alineación, también recta, que tiene la Cuesta de las Perdices, según puede apreciar-

se en la figura número 2, la que asimismo da clara idea de la magnífica perspectiva que el monumento ofrece viniendo hacia Madrid como fondo del nuevo trozo de carretera.

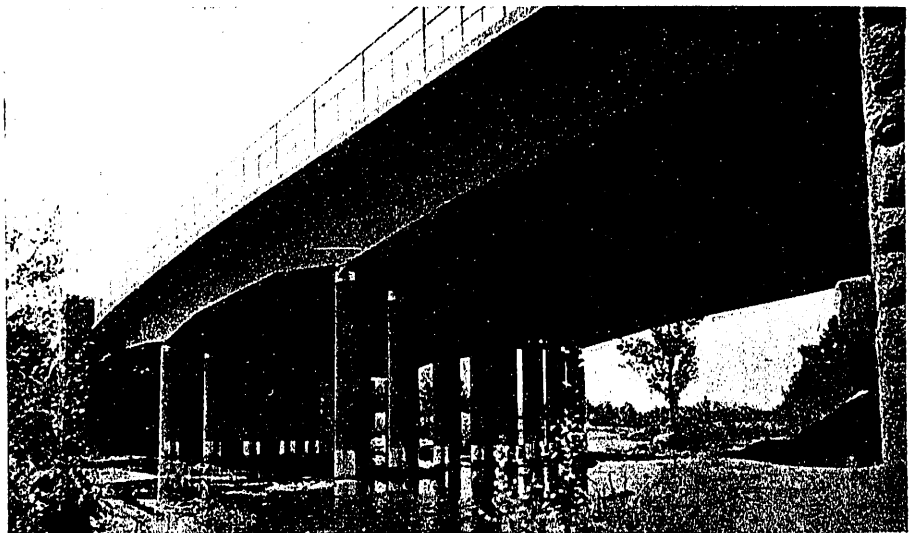


Fig. 4. Tramos de viga continua y apoyos móviles

margen izquierda, que constituye un paseo muy concurrido, cortándola con la barrera infranqueable de un alto terraplén (fot. núm. 3).

La altura de la rasante fijada para la obra ha sido la mínima que permitiera el paso de personas por la margen del río, pues el desagüe estaba asegurado siempre, y la anchura de calzada, 12 m (cuatro vías).

La elección de tramos rectos (fot. núm. 4) ha respondido a la necesidad de evitar las grandes áreas de cimentación que exigen los arcos, ya que en el cauce del Manzanares las corrientes subálveas son de mucha importancia, y era preciso evitar en lo posible los agotamientos. Por ello se escogió, después

de examinar los tipos de puentes de hormigón armado de luz aproximada construídos últimamente en Alemania y en los Estados Unidos, un tipo de viga

un agradable contraste con el cemento blanco con que se ha paramentado el hormigón (fot. núm. 4).

El costo total del puente por metro cuadrado de superficie de vía, descontado el pavimento, ha resultado de 412 pesetas.

Conociendo el Gabinete la especialización y meritoria labor científica que en el cálculo de ese tipo de estructuras adornan a nuestro compañero D. Carlos Fernández Casado, obtuvo su Junta Ordenadora, presidida por el Excmo. Sr. Ministro, autorización para llamar a colaborar en el cálculo de la obra a dicho especialista, que ha realizado una labor digna de todo elogio.

En el estudio de este proyecto, como en todos los que atiende el Gabinete, han intervenido, con el ingeniero director, autor de estas líneas, los ingenieros del mismo señores Olmo, La Torre y Marín. Es sistema éste que, por per-

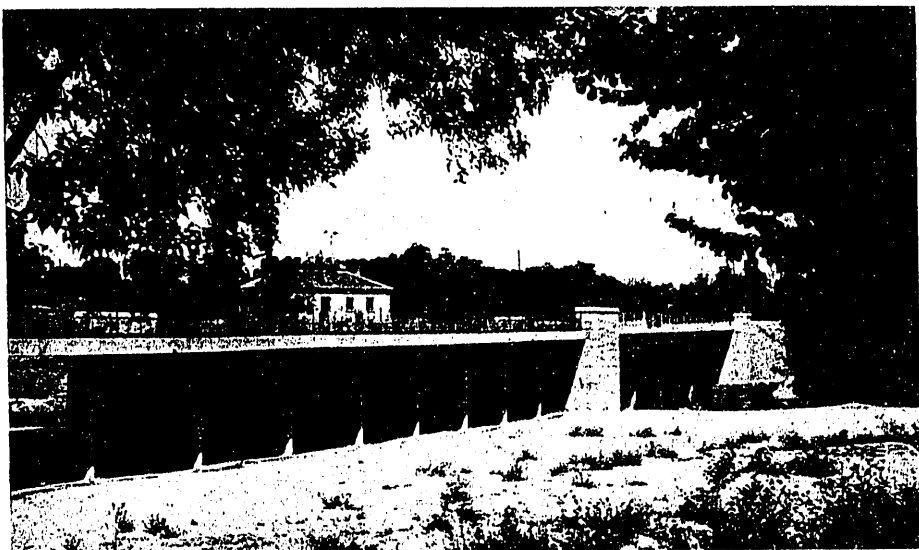


Fig. 5. Losa continua sobre apoyos aislados tronco-cónicos, que sustituye al terraplén de avenidas

continua y apoyos móviles sobre columnas circulares cimentadas sobre pilotaje de hormigón armado. El zócalo de estas columnas está constituido por un tubo de fundición que protege al hormigón contra las erosiones producidas por los arrastres fluviales.

Como sustitución del terraplén de avenida de la margen izquierda se eligió una sencilla estructura (fot. núm. 5), constituida por un tablero continuo de hormigón armado, soportado por columnas cilíndricas con capiteles tronco-cónicos, que aseguran el monolitismo.

La barandilla de los tramos es una sencilla combinación de tubos soldados a la autógena, y la del resto de la obra es un seto vivo (fot. núm. 6), conseguido con una tela metálica, que se recubre de plantas trepadoras, cuyas raíces se entierran en arriates proyectados a este fin en el voladizo, obteniéndose con ello un magnífico efecto estético, sin necesidad de recargos ornamentales, casi siempre de dudoso gusto.

Todo el pavimento de la obra está constituido por una capa de hormigón asfáltico, que recubre la estructura de hormigón.

Todas las partes metálicas, como barandilla de los tramos, apoyos móviles y zócalos de las pilas, se han pintado con pintura de aluminio, que produce

mitir una libre discusión de las objeciones que en deseo de encontrar la mejor solución se presentan, juzgo más fecundo que el tradicional de "encargo"

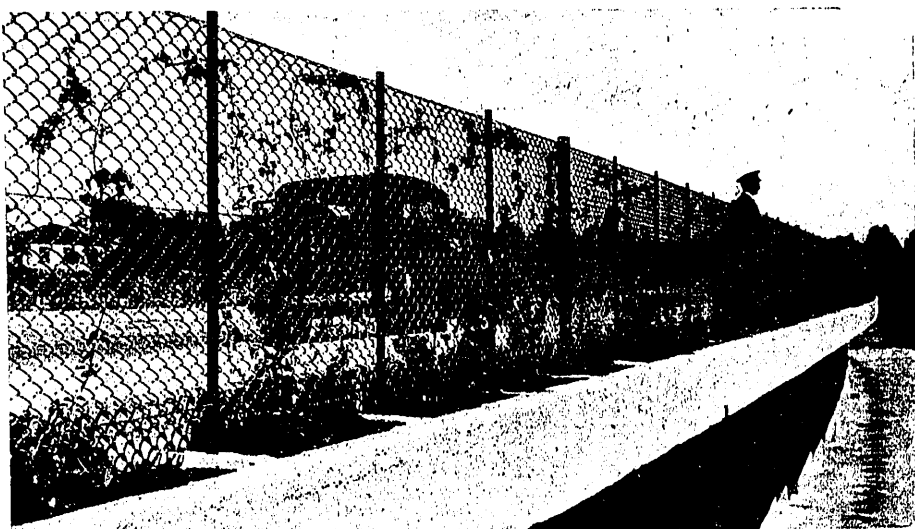


Fig. 6. Detalle de la barandilla preparada para formar seto vivo

del proyecto a un solo ingeniero y "examinado" del Jefe.

Y termino esta nota remitiendo al lector curioso de más detalles al artículo que sobre el cálculo de la estructura del puente va a publicar en un próximo número el Sr. Fernández Casado, y a otro que sobre el desarrollo de la construcción publicará el ingeniero encargado de las obras, Sr. De la Torre.

Alberto LAFFON  
Ingeniero de Caminos