

Empleo de lámina impermeabilizante en las obras del canal de Villarejo^(*)

Tramo II del Acueducto Tajo-Segura

Por **LUIS ZAPICO MAROTO**

Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.
Ingeniero Director de la Obra.

Con sus 34,19 Km de longitud, el canal de Villarejo forma parte de las obras del Tramo II del Acueducto Tajo-Segura. En el artículo se detallan los ensayos realizados para elegir el tipo de lámina impermeabilizante utilizado y los sistemas empleados para su ejecución.

INTRODUCCION

El canal de Villarejo forma parte de las obras del Tramo II del Acueducto Tajo-Segura extendiéndose su trazado por la provincia de Cuenca paralelamente a la carretera de Madrid-Valencia.

En el plano adjunto de situación puede observarse en traza continua el desarrollo de este canal que tiene una longitud total de 34,19 Km quedando intercaladas dentro del mismo diversas obras en túnel o acueducto correspondientes a otros proyectos integrados en dicho tramo.

Está proyectado para transportar un caudal continuo de 33 m³/seg. con una pendiente longitudinal de 0,0003. Su ancho en base es de tres metros, los cajeros tienen taludes uno vertical por uno y medio horizontal y su calado de régimen asciende a 2,80 metros, disponiendo además de una berma de 45 cm hasta la banquetta. Resulta así un ancho en coronación de 11,40 metros. El canal va revestido con hormigón en masa de 12 cm de espesor.

El trazado atraviesa áreas terciarias con abundante proporción de terrenos yesíferos en los que el yeso se manifiesta en forma de roca o intercalado en arcillas o limos.

Los proyectistas, ante la imposibilidad de conseguir un trazado que pudiera eludir dichos terrenos, preponderantes en toda la zona sur de la provincia de Cuenca, concibieron un dispositivo de drenaje intercalando en el revestimiento elementos huecos prefabricados que se apoyaban sobre un primer revestimiento de hormigón y que

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista, hasta el 31 de diciembre de 1979.

iban cubiertos por el revestimiento definitivo, también de hormigón, con objeto de que en ningún caso aguas procedentes del canal pudieran llegar al terreno y tras disolver los yesos existentes, hubieran de provocar los socavones y hundimientos característicos de los canales situados en este tipo de suelos.

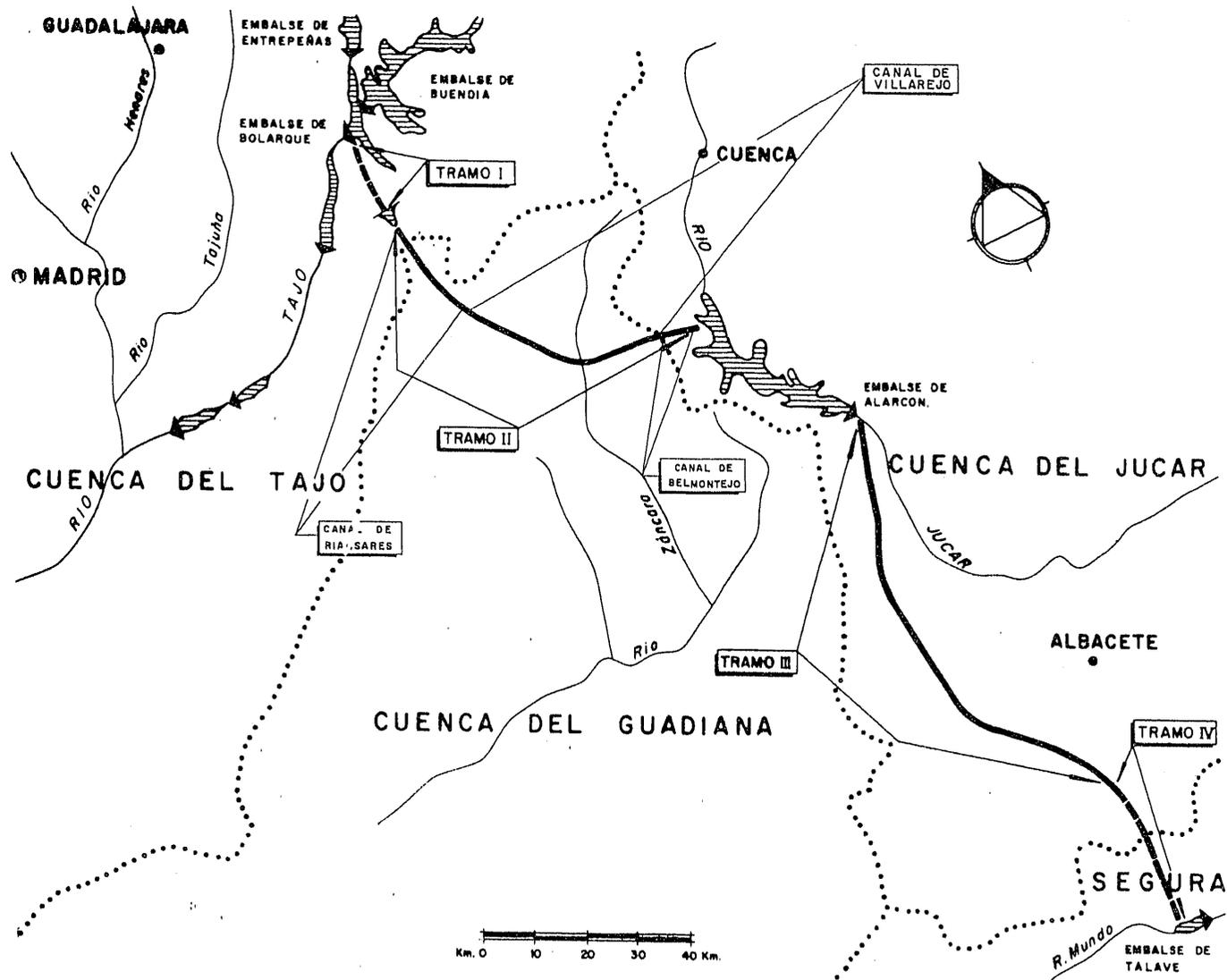
Durante la ejecución de las obras se consideró oportuno volver a estudiar el sistema proyectado, pues se pensaba que era excesivamente costoso al exigir un doble tendido inferior y superior del revestimiento y la introducción de piezas prefabricadas exprofeso que habrían de colocarse prácticamente a mano, constituyendo un sistema que por su rigidez podría hacer inoperante su objetivo de evitar el paso del agua del canal al terreno, ya que esta estructura rígida podría agrietarse con cierta facilidad y perder la estanqueidad inferior proyectada.

Consideramos entonces como sistema sustitutivo el introducir una lámina impermeabilizante entre el terreno y el revestimiento que cumpliera el mismo objetivo propuesto. Este sistema reduciría el costo de la operación si se encontrara un tipo de lámina susceptible de mantenerse estanca con el paso de las máquinas revestidoras mecánicas que habían de realizar el revestimiento del canal.

Es objeto de esta comunicación detallar los ensayos realizados para elegir el tipo de lámina utilizada y los recursos habidos en la construcción de los múltiples tramos en los que se ha utilizado la lámina impermeabilizante.

Podemos adelantar que en total se han empleado unos 90.300 m² de lámina impermeabilizante correspondientes a 5.840 metros de longitud de canal revestido con esta modalidad.

PLANO GENERAL DEL ACUEDUCTO TAJO - SEGURA



ELECCION DEL TIPO DE LAMINA

Con objeto de seleccionar el tipo de lámina que cumpliera los requisitos deseables para su introducción en el trasdós del revestimiento, se realizaron en el otoño de 1970 diversos ensayos in situ además de otros de laboratorio empleando distintos materiales.

Las características principales que debían de cumplir los materiales a ensayar eran las siguientes.

a) La lámina debería mantenerse sin daños, movimientos ni rasgaduras una vez ejecutada sobre ella, con la máquina Rahco de sección completa de que disponía la contrata, el revestimiento del canal.

b) Su velocidad de tendido y colocación habría de ser compatible con los ritmos máximos de revestimiento propios de la máquina Rahco que ascendían a 400 ml por día.

c) La lámina debería ser lo suficientemente flexible para adaptarse sin rasgaduras a las irregularidades del terreno refinado tanto en tierras como en roca.

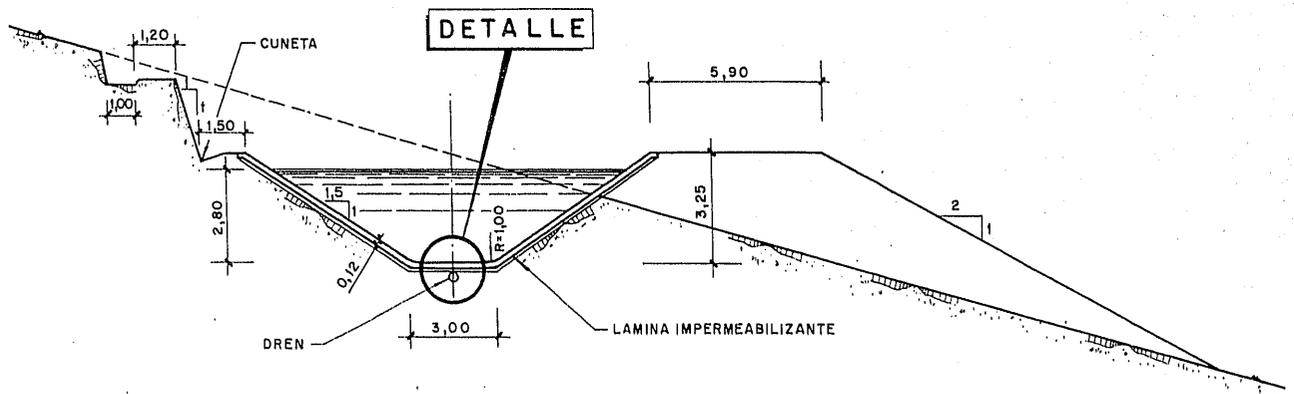
d) En ningún momento, por su escasa rugosidad, debería presentar problemas adicionales de descuelgue del hormigón fresco en los taludes de revestimiento.

e) Debería ser estable e inatacable por los agentes químicos y naturales del terreno, con carácter permanente una vez protegidos por revestimiento de hormigón.

EMPLEO DE LAMINA IMPERMEABILIZANTE EN LAS OBRAS DEL CANAL DE VILLAREJO

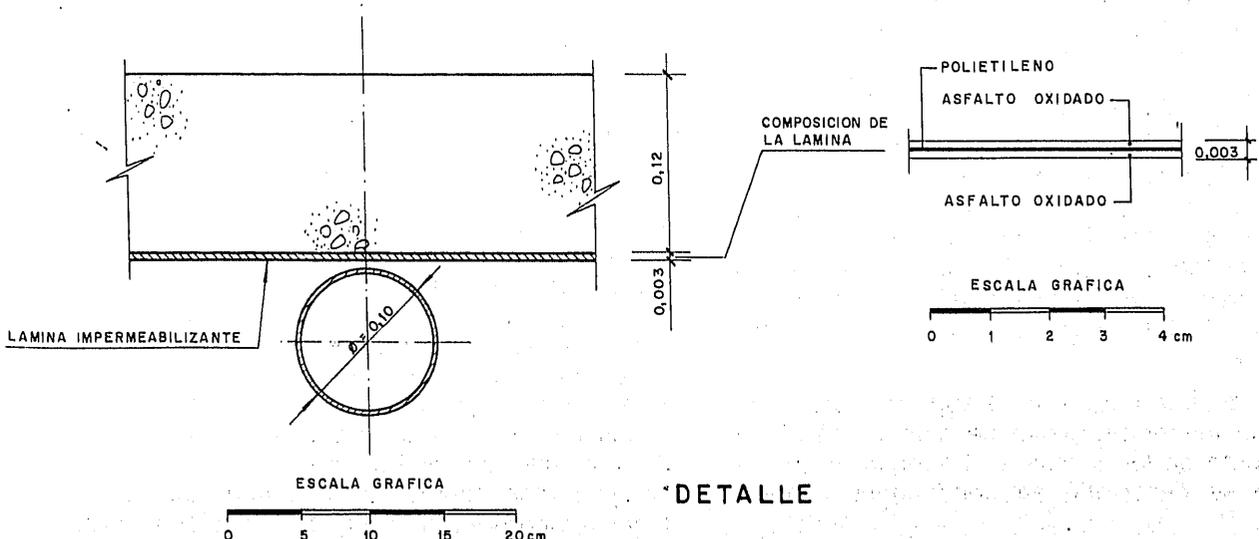
En los ensayos se emplearon láminas de cloruro de polivinilo, caucho sintético, butilo y de mortoplast o similares, comprobándose que esta última, consistente en una lámina de polietileno de 0,1 mm de espesor recubiertas por ambas caras con asfalto oxidado catalítico en espesor igual hasta alcanzar un espesor total de tres milímetros, era la más adecuada, ya que las otras, o bien favorecían deslizamientos del hormigón por su escasa rugosidad, o se desgarraban al paso de la máquina tendedora de hormigón dada la dificultad de obtener en ellas un anclaje superior generalizado al terreno, o bien se adaptaban mal a las desigualdades y ondulaciones locales del terreno refinado.

Ensayo de colocación de lámina impermeabilizante tipo Mortoplast en el canal del Riansares.



SECCION DEL CANAL DE VILLAREJO

ESCALA GRAFICA
0 1 2 3 4 5 m.



DETALLE



Tramo de colocación experimental con lámina impermeabilizante tipo Morterplast en el canal de Villarejo.

En la lámina elegida se unía en cambio una cierta rigidez en el tendido con la flexibilidad suficiente para adaptarse al terreno dada su gran elasticidad y un magnífico agarre al terreno y a las banquetas, conseguido por simple calentamiento superficial del material asfáltico. Además su colocación era sumamente sencilla y monolítica al pegarse fácilmente las bandas unas a otras por los bordes mediante calentamiento con soplete, sujetándolo a intervalos mediante este procedimiento al terreno de apoyo. Su colocación con un equipo de operarios reducido superaba con mucho el máximo ritmo realizado por la máquina de revestimiento.

Puede decirse que en los 90.300 m² colocados no hubo el menor problema de colocación ni de deslizamiento de las masas de hormigón y que la operación se desarrolló en condiciones inmejorables.

EJECUCION Y COMPORTAMIENTO DE LOS TRAMOS EN CANAL QUE DISPONEN DE JUNTA IMPERMEABILIZANTE

Si bien hubiera sido posible el renunciar a tratar las juntas de contracción del canal existiendo detrás la lámina impermeabilizante, consideramos oportuno disponer de doble cierre de impermeabilidad, el proporcionado por las juntas y por la lámina, lo que sin duda ha acentuado más la estanqueidad de conjunto disminuyendo sustancialmente las pérdidas de agua procedentes del canal propiamente dicho, pero sin embargo, ha creado una cámara estanca entre el hormigón de revestimiento y la lámina a efecto de subpresiones. Pese a ello una muestra del adecuado comportamiento del conjunto lo muestra los resultados estadísticos de fisuración habida en los tramos de canal con lámina incorporada o sin ella, habiéndose redu-



Revestimiento de hormigón empleando la máquina Rahco sobre lámina impermeabilizante tipo Morterplast en el canal de Villarejo.

cido la fisuración a un 30 por 100 cuando existe la lámina.

Una sensible ventaja ante la presencia de terrenos agresivos como lo son los yesíferos del empleo de lámina impermeabilizante estriba en el hecho de que se puede prescindir por completo del empleo de hormigones especiales que ya no están en contacto con dichos terrenos, pues siempre que no hemos empleado lámina impermeabilizante ha habido que acudir ante la presencia de aguas seleníticas al empleo de hormigones de tipo antisulfato, habiéndose utilizado en este canal los pas-puzolánicos en todas aquellas zonas en que se decidió, por la menor o escasa proporción de yesos en el terreno o bien por su mayor consistencia a efectos de la disolución posible de los yesos, el revestir directamente sobre el terreno empleando dichos hormigones antisulfato.

También se ha empleado la lámina impermeabilizante en el caso de altos terraplenes con objeto

de tener una mayor seguridad de que las aguas al canal no pudieran filtrarse hacia sus banquetas creando problemas de inestabilidad y también podemos decir que tales terraplenes se han comportado perfectamente siendo la altura del más importante de ellos de 16 metros.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el empleo de lámina impermeabilizante en el canal de Villarejo, por la magnitud de su aplicación, permite a nuestro juicio asegurar el interés y la utilidad del empleo de láminas de este tipo, siempre que se quiera evitar la posibilidad de filtraciones del agua del canal hacia los terrenos circundantes (*).

Por otra parte, el sistema empleado es sumamente sencillo y económico, ya que todas las operaciones que se realizan para la colocación de la lámina son extraordinariamente simples, por lo que el coste del revestimiento impermeabilizante incluido el costo de la lámina se mantiene en cifras moderadas.

También se ha podido apreciar las ventajas de la existencia de la lámina impermeabilizante entre los tajos de refino y de revestimiento en épocas de lluvia como consecuencia de la protección resultante de los taludes refinados no produciéndose en ningún momento el menor contacto entre el hormigón fresco y el terreno ni mezcla alguna por tanto de las arcillas en el intradós del revestimiento en construcción.

Por todas estas razones, creemos sumamente indicado acudir a este tipo de protección, tanto en el caso de paso de canales sobre terrenos de naturaleza agresiva como cuando en altos terraplenes sea sumamente conveniente cortar radicalmente el paso del agua desde el canal al terreno.

(*) También en los canales de Riansares y Belmontejo del Tramo II del Acueducto Tajo-Segura se han realizado revestimientos con lámina impermeabilizante, empleando otras máquinas, la Izard de sección completa en el canal de Belmontejo y taluderas de media sección en el canal de Riansares, esta última con taludes de revestimiento uno por uno, no habiéndose presentado ningún problema, por lo que puede observarse que el sistema es susceptible de aplicación en una abundante gama de taludes y de sistemas de revestimiento. Entre ambos canales se han realizado otros 27.400 metros cuadrados de lámina.