

El tramo III del Acueducto Tajo - Segura (*)

Por **ENRIQUE DIAZ-RATO ALONSO**

Dr. Ingeniero de Caminos, C. y P.

MANUEL BERMEJO AMAT

AGUSTIN LLORENTE MARTIN

Ingenieros Técnicos de Obras Públicas.

Los autores del presente artículo, que formaron parte del equipo que realizó las obras del Tramo III del Acueducto Tajo-Segura, explican las obras que lo constituyen y describen, con cierto detenimiento, los métodos de ejecución seguidos, para los que se emplearon equipos mecánicos de revestimiento de canales. Se hace un resumen del número de ensayos llevados a cabo, rendimientos obtenidos por los diversos equipos mecánicos, volúmenes de obra ejecutados, y se recogen, finalmente, los presupuestos de contratación y de liquidación del conjunto de las obras del Tramo.

DESCRIPCION GENERAL

El Tramo III, del Acueducto Tajo-Segura, comprende el conjunto de las obras que enlazan el embalse de Alarcón con el túnel de Talave, y están situadas en las provincias de Cuenca y Albacete.

En el anteproyecto se preveía la construcción de una presa de contraembalse, a ubicar en las inmediaciones del pueblo de Alarcón, que sirviera para la finalidad que su mismo nombre indica respecto al salto de Alarcón, y como depósito regulador previo a la conducción de trasvase del tramo objeto del presente trabajo. De este embalse arrancarían el llamado túnel de Tébar, de 11,4 Km de longitud, que discurren paralelos al existente túnel de El Picazo, saldría a unos 700 m de este último.

Los proyectos de ejecución definieron la conducción a partir de la salida del túnel de Tébar, y se pospuso la realización de este enlace dada la posibilidad de utilización conjunta del mismo con la empresa concesionaria del salto del Picazo. Esta conducción está constituida por los canales de El Picazo y de Fuensanta.

El canal de El Picazo, que estaba proyectado todo él en lámina libre, e incluyendo dos túneles y un acueducto, llamado de Santa Quiteria, fue replanteado suprimiéndose los túneles, que fueron sustituidos por sendas trincheras y con canal a cielo abierto. Tiene una longitud de 30,02 Km a cielo abierto, y 0,55 Km de acueducto, con pendiente longitudinal de 0,0002 y fue proyectado para un caudal de 46 m³/seg.

La sección transversal, al igual que la del ca-

nal de Fuensanta, es trapezoidal, con cuatro metros de ancho en solera, cajeros con taludes 3 : 2 y altura de 3,96 m, lo que da un ancho en coronación de 15,88 m.

El canal de Fuensanta tiene 65,59 Km a cielo abierto y un sifón bajo el ferrocarril de Madrid a Cartagena de 0,09 Km, pendiente longitudinal de 0,0001, y está dimensionado para 33 m³/seg, con una berma de 0,60 m.

Entre ambos canales existe, en Villalgordo, una diferencia de cota de 22 m, que se salva mediante una rápida, y que en su día será aprovechado para la producción de energía eléctrica por la empresa concesionaria del salto "Hidroeléctrica Española, Sociedad Anónima", quedando como by-pass la rápida ya construida.

La razón de estar dimensionado el canal de El Picazo para un caudal adicional de 13 m³/seg, sobre los 33 m³/seg de régimen, común a todo el Acueducto Tajo-Segura, es la de sustituir el salto de El Picazo —hoy en explotación, con un caudal modular de 13 m³/seg y con 40 m de desnivel— por el de Villalgordo, que podrá turbinar 33 m³/seg, con un salto bruto de 22 m, más otros 13 m³/seg con un desnivel, hasta el río Júcar, de 73 m.

TRAZADO

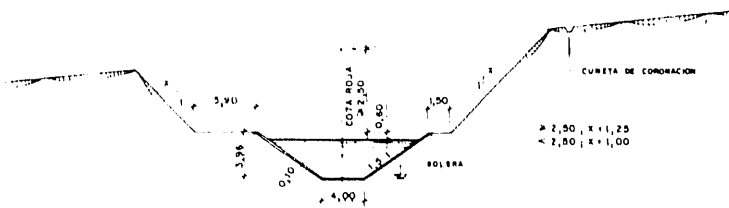
Al comienzo del canal de El Picazo el terreno está constituido por unas calizas margosas cenomanenses, muy diaclasadas, pero que obligaron al empleo de explosivos, al igual que a la altura de Casas de Benítez.

El resto, fundamentalmente, es un conjunto detrítico con conglomerados de base arenosa, en su

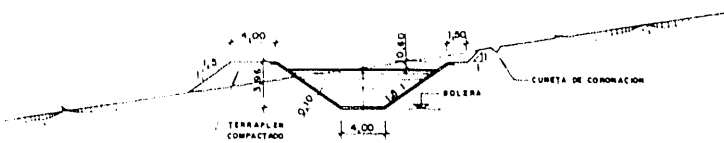
(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista, hasta el 31 de octubre de 1979.

EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA

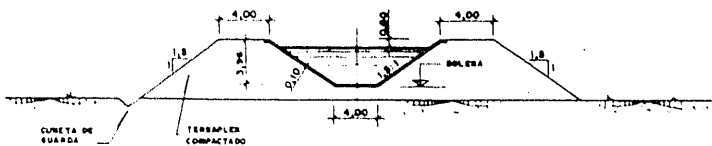
SECCIONES TIPO



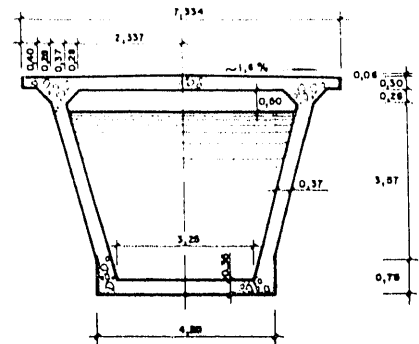
SECCION EN DESMONTE
ESCALA 1:400



SECCION A MEDIA LADERA
ESCALA 1:400



SECCION EN TERRAPLEN
ESCALA 1:400



ACUEDUCTO DE SANTA QUITERIA
ESCALA 1:100

mayor parte, existiendo una mancha de finas y limpias arenas albenses, que dio lugar a algunos problemas durante la ejecución de las obras.

El canal de Fuensanta, en La Mancha, discurre por mantos cuaternarios de zahorras, que se asientan sobre sedimentos miocénicos. Sólo afloran unas calizas jurásicas en las inmediaciones de Barrax, que precisaron voladuras.

Los guijarros cuarcíticos y los materiales arcillo-arenosos constitutivos de las zahorras, previamente lavados y clasificados, sirvieron para la elaboración de los hormigones necesarios para la obra.

El canal de El Picazo discurre por la margen derecha del río Júcar, y paralelamente al mismo, a media ladera y a través de un terreno fuertemente ondulado, para incurvarse hacia el SW cuando el Júcar lo hace hacia el SE.

A partir de este punto, entre Villalgordo y Fuensanta, el terreno se suaviza hasta entrar en la gran llanura de La Mancha, en la que el canal, que ya se denomina de Fuensanta, se inscribe en el terreno, con la excepción de la zona de La Roda, en la que necesita una infraestructura de terraplén a lo largo de unos 5 Km.

Se ha procurado lograr alineaciones rectas largas y radios amplios, que en el canal de El Picazo no bajan de 50 m y en el de Fuensanta de 100 m,

todo ello con el fin de favorecer el trabajo de los equipos de refino de la caja de canal y su revestimiento con hormigón hidráulico.

Un camino de servicio de cuatro metros mínimos de anchura, va inmediatamente pegado al canal por su margen izquierda, y tiene continuidad sobre el acueducto y, mediante un puente, paralelo al sifón, sobre el ferrocarril. Solamente en Villalgordo se le dio un mayor desarrollo para salvar el desnivel de la rápida, con una pendiente máxima del 7 por 100.

Las servidumbres de paso afectadas por las obras, fueron restituidas por caminos paralelos al canal que discurren dentro de la banda de terreno expropiado, que tiene 100 m de anchura, enlazando entre sí los puentes que, en número de 68, cruzan el canal.

En el caso de dos carreteras del Estado se introdujeron sendas variantes, que mejoraron sensiblemente el trazado, de acuerdo con las Jefaturas Provinciales de Carreteras de Cuenca y Albacete, y en las ocho restantes se respetó el trazado primitivo.

Igualmente se respetaron las servidumbres de acueducto preexistentes mediante seis pasos superiores y otros tantos sifones bajo el canal, además de otras ocho que se resolvieron con tubería colgada de los puentes.

EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA

DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Las obras fueron realizadas a través de los contratos y por los constructores que se citan:

1. Canal de El Picazo y obras complementarias: DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES, Sociedad Anónima.
2. Canal de Fuensanta y obras complementarias: S. A. FERROVIAL.
3. Puentes sobre el Canal de La Mancha: S. A. FERROVIAL.
4. Camino de servicio del Canal de La Mancha: S. A. FERROVIAL.
5. Rápida de Villalgordo: S. A. FERROVIAL.
6. Restitución de servidumbres de riego: ALDAN, S. A.
7. Repoblación forestal de los canales de El Picazo y Fuensanta: ADMINISTRACION.

Se indican a continuación las características principales, volúmenes de obra realizada y presupuestos de los diferentes contratos.

SISTEMAS DE EJECUCION

Explanación de canal.

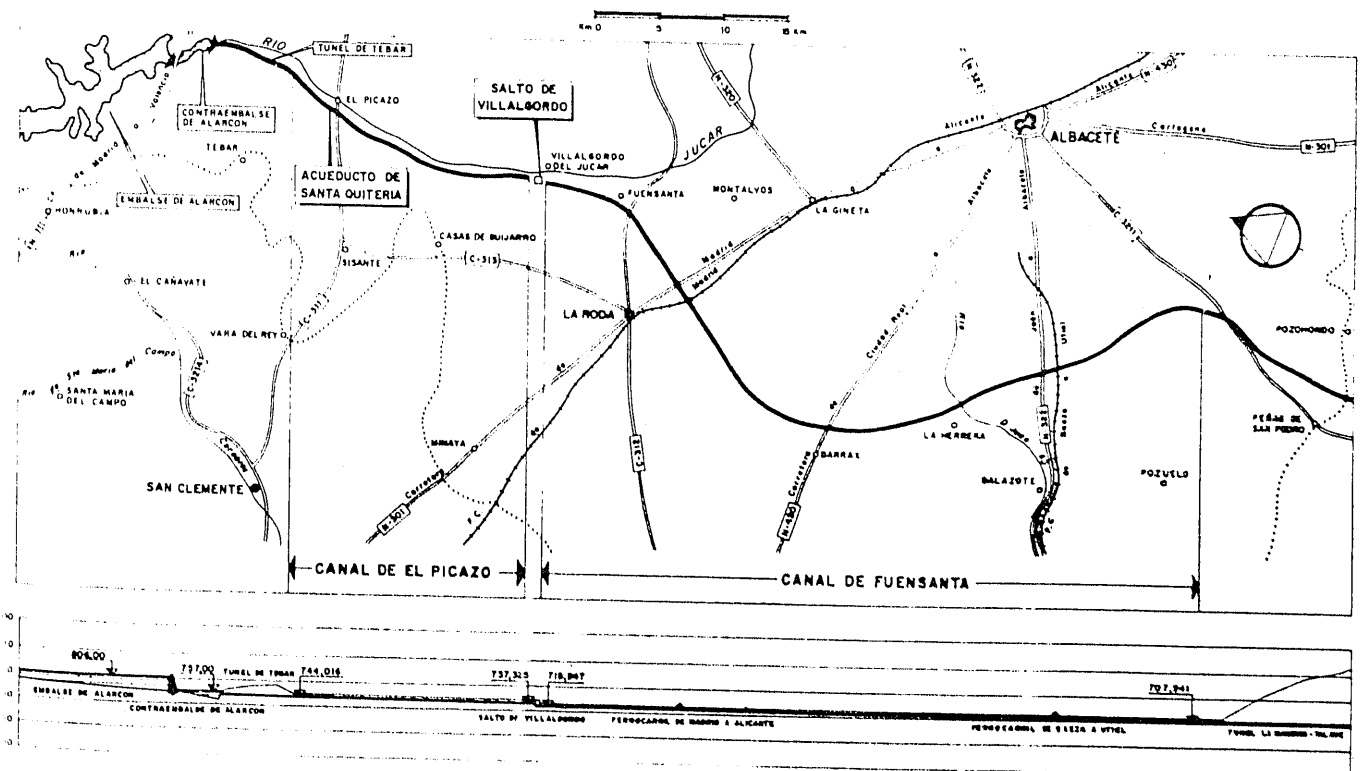
La excavación primaria en canal se llevó a cabo en un 95 por 100 de su longitud con equipos tradicionales de bulldozers, traíllas, palas, etc., y solamente en el 5 por 100 restante de la longitud hubo que recurrir a equipos de perforación y explosivos.

En el canal de El Picazo, para el desbroce general de la traza, se emplearon dos bulldozers Caterpillar, modelo D-5, de 105 CV, que alternaron este trabajo con el extendido de tongadas en los terraplenes.

El equipo principal de excavación estaba compuesto por cuatro mototraíllas autocargables Wabco, dos de ellas de 24,5 m³ de capacidad y 480 CV, y las otras dos de 16,8 m³ de capacidad y 309 CV. Asimismo se dispuso de seis bulldozers Caterpillar, dos modelos D-9 G, de 385 CV, y los otros cuatro modelo D-8 H, de 270 CV de potencia. El equipo de carga lo formaron palas cargadoras Caterpillar, modelos 955 y 977 y camiones Barreiros y Pegaso de gran tonelaje.

Estos equipos, distribuidos en tajos apropiados a sus características, movieron 3.745.000 m³ a lo largo de toda la obra. El equipo de las cuatro mo-

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAMO III



EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA

otraíllas autocargables llegó a mover 20.000 metros cúbicos por día, medidos sobre perfil, llevando el producto excavado a vertedero o a terraplén, y consiguiendo un rendimiento de 250.000 metros cúbicos por mes sobre perfil, ayudado por algún bulldozer ripando la excavación.

Para la ejecución de los taludes de las trincheras, y nivelación de capas de terraplenes, se contó con tres motoniveladoras Caterpillar, modelo 12-S, de 100 CV.

En la zona de excavación en roca se emplearon dos carros perforadores sobre orugas alimentados por compresores Holman, de hasta 17 m³ de capacidad.

La compactación de los terraplenes se llevó a cabo mediante seis rodillos vibrantes Weller, de 5.000 Kg de peso, y otros cuatro Simesa, de 6.000 kilogramos de peso, remolcados por tractores Barreiros de 80 CV. La humectación de las tierras se proporcionó mediante camiones cisterna de 10.000 litros de capacidad.

Este equipo ejecutó 775.000 m³ de terraplén a lo largo de toda la obra, con rendimientos puntas de 12.000 m³/día y 150.000 m³/mes.

En cuanto al canal de Fuensanta, el movimiento de tierras se hizo, fundamentalmente, con bulldozers y traíllas. A efectos de distribución de tajos se dividió la excavación en desmonte en tres equipos diferentes: el primero, que realizaba excavaciones hasta cotas inferiores a dos metros, estaba formado por dos mototraíllas Caterpillar 619, de 13,8 m³ de capacidad y 250 CV, ayudadas por un bulldozer modelo D-8 H, de 270 CV. La distancia de transporte de este equipo era siempre inferior a 250 metros.

El segundo equipo, con el que se excavaban desmontes a partir de los dos metros de cota roja y vaciado de caja de canal, a excepción del último metro, constaba de tres mototraíllas, de las mismas características que las descritas anteriormente, y un bulldozer modelo D-8 H, de 270 CV.

El tercer equipo, que excavaba el último metro de caja de canal, lo formaban una mototraílla autocargable Wabco, modelo B-333-F, de 24,5 m³ de capacidad y 480 CV de potencia, y un bulldozer Caterpillar, modelo D-9 H, de 365 CV de potencia. Este último alternaba su trabajo ripando para los tres equipos, según las necesidades y dureza del terreno.

Finalmente, dos motoniveladoras modelos CAT 12-F y CAT 14-E, de 125 y 150 CV respectivamente ejecutaron el refino de taludes y el rasanteo de explanación.

Estos equipos movieron un total de 5.715.000 metros cúbicos y en el plazo de un año aproxima-

damente 3.500.000 m³ de excavación en canal, siendo el rendimiento medio mensual aproximado de 300.000 m³, con puntas en algún mes de 400.000 metros cúbicos. El máximo diario sobrepasó los 20.000 metros cúbicos.

En cuanto a la compactación de terraplenes —prescindiendo de los que pudiéramos considerar normales a todo lo largo de la obra— se hicieron con los equipos anteriormente descritos y un compactador modelo RVT-100 de 6.000 Kg y 44 CV, arrastrado por un tractor Ebro de 80 CV. El núcleo principal la constituyó un tajo de un volumen aproximado a los 800.000 m³, concentrados en 7 Km de canal.

Para la ejecución de este gran terraplén, con cotas rojas medias de cuatro metros, se contó con unos préstamos de calidad óptima, ubicados en las inmediaciones de la traza.

Cuando la distancia de transporte superaba los dos kilómetros desde el préstamo, se trabajó con palas y camiones: una pala Frisch 1800 B, de tres metros cúbicos y 224 CV, una pala CAT 977-K, de 1,9 metros cúbicos y 170 CV, y otra CAT 955, de 1,3 metros cúbicos y 125 CV. Con la flota de camiones se ejecutaron 110.000 m³/mes como media.

Todos los terraplenes de esta zona, situados a menos de dos kilómetros del préstamo, se ejecutaron con las cinco mototraíllas descritas anteriormente, una vez que este equipo terminó la excavación del canal. El rendimiento con estas máquinas fue de 70.000 m³/mes.

Para la extensión de las tierras se suplementó el equipo de nivelación anteriormente descrito, con otras dos motoniveladoras modelo Frisch F-125, de 125 CV, y al equipo de compactación se le adicionaron otros dos vibrantes, modelo Simesa RVT 200, de 8.000 Kg y 70 CV.

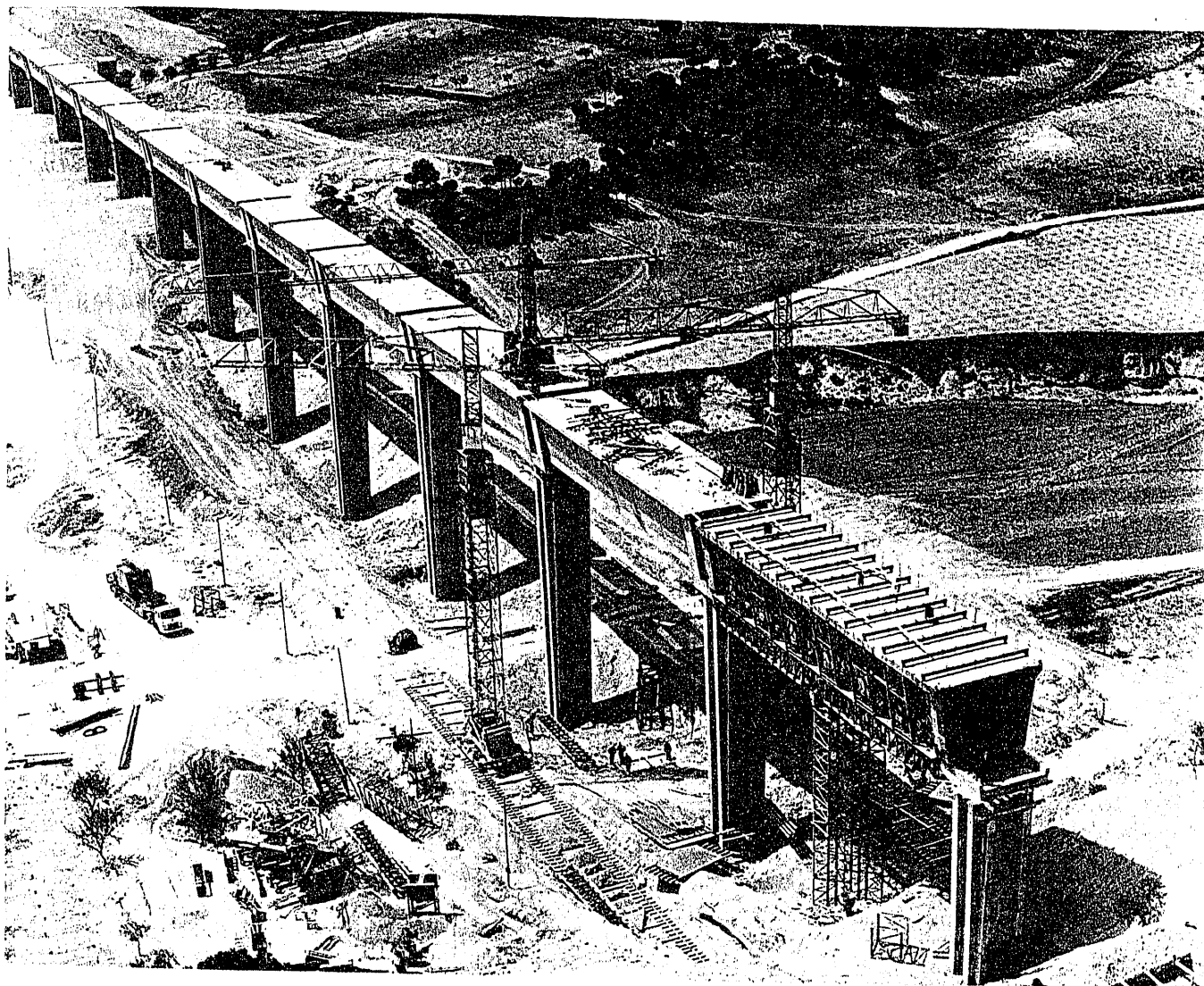
Para el control de la calidad de los suelos se hicieron 197 ensayos de límites de Atterberg, 198 de granulometría, 593 Proctor normal, y la compactación, en tongadas de 40 cm, se controló con 2.628 ensayos realizados con dos equipos del Nuclear Chicago, y 445 con el método de arena.

Refino de caja de canal.

En las zonas de roca se ensayaron dos métodos para conseguir la línea teórica de refino: el relleno de la sobreexcavación con hormigón pobre o con un suelo seleccionado.

El relleno con hormigón se hizo a mano, o bien distribuyéndolo con la máquina refinadora o la pavimentadora (según fuera el equipo Guntert o Rahco respectivamente) no encontrando adecuado el método, tanto por calidad como por coste.

EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA



Sin embargo, se ensayó al final, como suele ocurrir siempre, el sistema que resultó ser mejor de los tres, y que consistió en lo siguiente: Se hizo una excavación por exceso, y a continuación se vertieron, con camión, tierras en la caja del canal de un suelo adecuado. Se extendían sobre solera estos vertidos con una motoniveladora, y posteriormente mediante una o varias pasadas de la refinadora, quedaban distribuidas las tierras a lo largo del perímetro del canal.

La compactación se hacía en solera con un pequeño rodillo autopropulsado, tipo Brasomat, y en los cajeros con estos mismos rodillos tirados por una grúa con pluma que se desplazaba a lo largo de la solera. Lograda así la compactación, la refinadora podía cumplir con su cometido en condiciones normales de trabajo, dejando unas superficies lisas en los paramentos.

Tanto la excavación primaria en caja de canal,

como el terraplenado, se hizo dejando un recubrimiento, sobre la línea teórica de refino, de unos 30 a 40 cm de espesor, para refinar con uno o dos días solamente de antelación al revestimiento del hormigón, al objeto de que no se alterase el grado de humedad de las tierras.

Esta operación de acabado se hizo con máquinas refinadoras que formaban parte de los equipos de hormigonado del canal. En el de El Picazo se utilizó el sistema Rahco y en el de Fuensanta el Guntert-Zimmerman, ambos americanos, y que trabajaban a sección completa.

En ambos equipos la refinadora consiste, esquemáticamente, en una estructura portante de los elementos de corte, estructura que se apoya en sus extremos sobre las banquetas del canal, y que tiene un perfil trapecial que se ciñe al del perímetro sobre el que va a trabajar. Lleva sobre sí y en su parte superior, los elementos motrices ne-

EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA

cesarios para su desplazamiento en el sentido longitudinal del canal, y para el accionamiento de los elementos de corte.

La refinadora Rahco tiene la particularidad de que los apoyos están enlazados a la estructura rígida, mediante barras telescópicas, y articuladas, que permiten subir o bajar la estructura respecto del plano de los apoyos. Esta característica es sumamente interesante, ya que dota a la máquina de gran facilidad para entrar o salir del tajo, pudiendo de esta manera salvar ciertos obstáculos o discontinuidades en la traza, como puede ser el paso de vaguadas resueltas hidráulicamente mediante sifón o acueducto.

Los elementos de corte de los cajeros consisten en sendos tornillos sin fin, que al girar recortan el terreno y le ayudan a bajar hacia solera. En ésta el corte lo hacen una o dos norias de eje horizontal y normal al eje del canal, que cortan el terreno y elevan el producto de la excavación hasta verterla, en una combinación de tolvas y cintas que lo lanzan, al borde de la explanación del canal.

En cuanto al desplazamiento en planta y alzado de la refinadora Rahco, está confiada a un sistema de dirección y nivelación, que transmite a los mandos de la máquina las indicaciones recibidas mediante un par de sensores —de línea y cota— que van en constante contacto con un cable que materializa la línea teórica del eje del canal, pero desplazada sobre la banqueta derecha.

En el sistema Guntert-Zimmerman los elementos de corte los constituyen una serie de cangilones en cadena que recorren el perímetro de la caja del canal y que vierten, a su retorno, por la parte superior de la estructura, sobre una tolva seguida de una cinta transportadora que lanza las tierras excavadas a vertedero. Esta máquina es rígida, lo que la inhabilita para su desplazamiento

fuera de la caja de canal, con las consiguientes servidumbres, pero tiene, en cambio, cuatro pares de sensores de dirección y nivelación, lo que da una mayor perfección al acabado de refinado a lo largo de todo el perímetro por igual, y como último elemento de refino dispone de una chapa metálica, que hace de maestra, y da el acabado a la superficie de caja, reproduciendo el perfil teórico en su integridad.

Revestimiento de hormigón.

Las pavimentadoras tienen un bastidor semejante al descrito anteriormente para las refinadoras, y con las particularidades de rigidez y deformabilidad características de los modelos citados.

La pavimentadora Rahco recibe el hormigón a colocar en unas cintas transportadoras, y lo distribuye mediante una cadena de paletas que arrastra el material, y lo deposita a todo lo largo del perímetro, por la parte frontal de la máquina, según el sentido de avance. Al proseguir éste, el hormigón excedente sobre la línea teórica es recortado por una maestra, para ser alisado superficialmente después, mediante un patín, de 45 cm de anchura, que es el que constituye el encofrado deslizante. Este patín, al mismo tiempo, vibra superficialmente el hormigón, al estar unido a unas barras vibrantes colocadas a lo largo del perímetro del canal.

El hormigón se recibe también en una cinta, en la pavimentación Guntert-Zimmerman, que lo descarga sobre otra móvil, la cual en su extremo recorre la línea de tolvas de alimentación de una serie de trompas por las que cae el hormigón a un conjunto de cajones, abiertos por sus caras superior e inferior, y dispuestos a lo largo del perímetro del canal a revestir. Dentro de estos cajones

PROGRAMACION DE LAS OBRAS

Contrato	Contratista	Ejecución de las obras	
		Comienzo	Terminación
Canal de El Picazo.	Dragados y Construcciones, S. A.	11-6-1969	12-6-1974
Canal de Fuensanta.	S. A. Ferroviál.	20-6-1969	9-5-1974
Puentes sobre el Canal de La Mancha.	S. A. Ferroviál.	10-9-1971	30-11-1973
Camino de servicio.	S. A. Ferroviál.	20-12-1972	20-6-1974
Rápida de Villalgordo.	S. A. Ferroviál.	9-9-1974	9-3-1975
Restitución de servidumbres.	Aldán, S. A.	22-11-1971	6-12-1973

EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA

puede llegar a alcanzar el hormigón un espesor de 40 cm, y es vibrado por vibradores de aguja, de frecuencia variable, y embebidos en la masa de hormigón.

Tras estos cajones de alimentación va situado un patín, de dos metros de anchura, sobre el que descansa parte del peso de la pavimentadora, por lo que fratas el paramento al tiempo que presiona el hormigón sin arrollarlo, gracias al perfil en esquí que tiene el patín.

Finalmente va un segundo patín, o regla de acabado, de 70 cm de anchura, que deja la superficie totalmente terminada.

Los mecanismos de dirección y nivelación son exactamente iguales a los descritos para la refinadora de las respectivas casas.

Las incisiones para las juntas de contracción en ambos sistemas Rahco y Guntert-Zimmerman, se hacen con guillotina en fresco las transversales, y mediante unas quillas bajo los patines de encofrado deslizante las longitudinales.

Las juntas de contracción se sellaron con mastic bituminoso de aplicación en caliente, suministrado por IMCISA, con un buen comportamiento en los seis o siete años transcurridos.

Dentro de la dificultad que entraña determinar rendimientos, debido a averías, variaciones climatológicas, problemas de suministro de hormigón, diferencia de calidad de los terrenos para refino, etcétera, se pueden dar los siguientes:

REFINO

Equipo	Refino (ml/hora)		
	Terreno blando	Terreno tránsito	Terreno duro
Rahco	40	20	No trabajó
Guntert-Zimmerman..	35	22	12

REVESTIMIENTO

Equipo	Rendimiento			
	Diario (m.l.)		Horario (m.l.)	
	Punta	Medio	Punta	Medio
Rahco	400	180	42	15
Guntert-Zimmerman..	460	250	68	27

Debe hacerse notar que, dado que el espesor teórico del revestimiento era de 10 cm, el volumen de hormigón por metro lineal de canal era de 1,90 metros cúbicos.

En estas condiciones, una desviación de un centímetro en el espesor del hormigón colocado, suponía una variación de volumen del 10 por 100, y según las mediciones llevadas a cabo, los excesos de hormigón colocado se estiman, según la calidad del refino de la caja como sigue:

Equipo	Exceso de hormigón	
	Buen refino	Mal refino
Rahco	8 %	36 %
Guntert-Zimmerman..	2 %	8 %

Hormigones para canal y obras de fábrica.

Para las obras del canal de El Picazo se montó una central de lavado y clasificación de áridos, con una torre de hormigonado.

Los áridos se llevaron del producto de la excavación del canal, y se clasificaron en cuatro tamaños, después de la operación de lavado. Como toda esta instalación se ubicó en las inmediaciones del río Júcar, en las afueras del pueblo de El Picazo, el transporte exigió gran número de camiones, con agitador, pero en ningún caso se rebasó el límite de sesenta minutos, fijado en los pliegos de condiciones, como tiempo máximo entre fabricación y colocación.

Para el canal de Fuensanta se utilizó una planta móvil, constituida por dos hormigoneras, que se desplazaba a lo largo de la obra a saltos de ocho kilómetros.

Los áridos procedían del producto de la excavación del canal, y del río Júcar, que se lavaron y clasificaron en dos centrales diferentes, llevándose los áridos posteriormente a los emplazamientos sucesivos de la central de fabricación del hormigón.

El control de calidad de los hormigones puede cuantificarse en las siguientes cifras, que reflejan los trabajos de laboratorio:

EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA

Número de ensayos	Picazo	Fuensanta	Suma
Equivalente de arena	150	492	642
Terrones de arcilla	362	743	1.105
% de finos de áridos	12	717	729
Granulométricos de áridos	478	1.026	1.504
Análisis de cementos	261	284	545
Consistencia (cono de Abrams) ...	—	571	571
Agua	2	118	120
Los Angeles	15	137	152
Probetas rotas	6.029	3.045	9.074
Suma	7.309	7.133	14.442

a los que hay que añadir los ensayos de consistencia (cono de Abrams) hechos "in situ", que se elevan entre ambos canales a 59.100.

OBRAS COMPLEMENTARIAS

El camino de servicio, que discurre por la margen izquierda del canal, se trató superficialmente con una capa de aglomerado asfáltico de cuatro centímetros de espesor y 3,50 m de anchura, que se solapa con el hormigón del canal, para impermeabilizar superficialmente la banqueta e impedir que el agua se cuele por el trasdós del revestimiento. A este fin la pendiente transversal del camino es hacia el canal, con lo que las curvas resultan con contraperalte en algunos casos. Asimismo la margen derecha del canal, en zonas de desmonte, también fue impermeabilizada superficialmente con losas de hormigón de 10 cm de espesor, con caída hacia el canal.

Para la fijación de los taludes de desmonte y terraplén, primeramente se repoblaron con herbáceas mediante los siguientes trabajos:

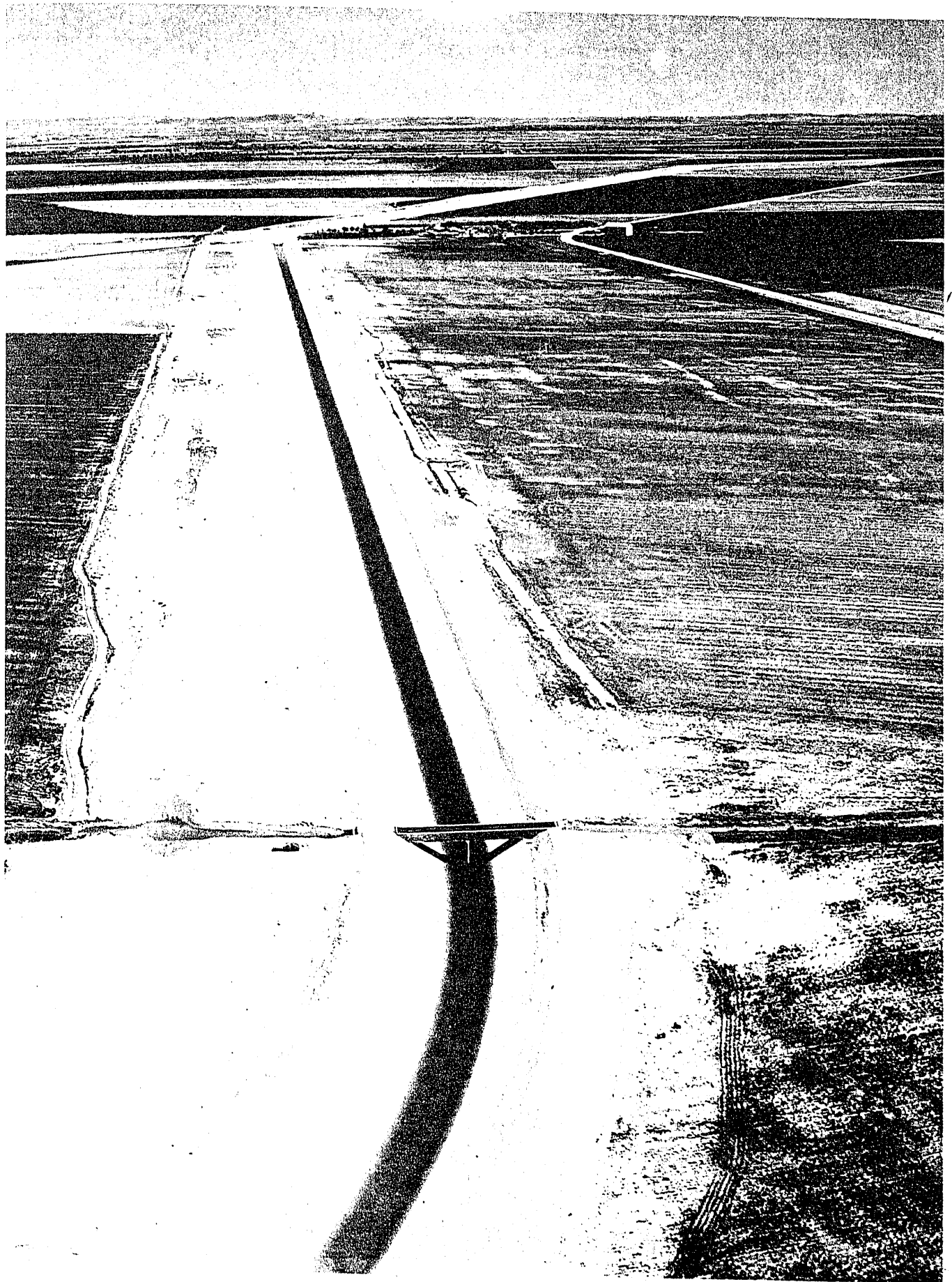
- Tratamiento químico y térmico de las semillas y partículas vegetales, adecuado al fin perseguido, para su rápido establecimiento, arraigo y desarrollo.

- Adición, a la mezcla de semillas, de partículas vegetales de celulosa y de productos diversos, a fin de que aumente la capacidad de retención de agua del suelo, y que ayuden a la fijación del conjunto estabilizando las partículas finas existentes.
- Distribución de semillas y partículas vegetales, en suspensión en un medio acuoso, lanzadas desde los bordes del talud y con la densidad necesaria de celulosa, que permita una buena cama de siembra y un "arropado" adecuado de la misma.
- Y, finalmente, extensión de una capa protectora de paja larga, trabada con una emulsión asfáltica, que contribuye a formar un micro-clima que facilita la germinación y constituye una cubierta, que presta protección mecánica al talud hasta tanto se establece la cubierta vegetal definitiva.

Una vez estabilizado así el talud, se procedió a su repoblación con frondosas y resinósas.

Las 1.000 hectáreas aproximadamente de terreno expropiado, han sido repobladas en su totalidad con coníferas de distintas variedades, intercalando en las zonas más húmedas bosquetes de frondosas, constituidas principalmente con chopos, acacias, sauces y ailantos.

EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA



EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA

CARACTERISTICAS DEL TRAMO III

1. CANAL DE EL PICAZO

SECCION TRAPEZIAL REVESTIDA DE HORMIGON

Ancho en coronación	15,88 m
Ancho en base	4,00 m
Altura	3,96 m
Calado de régimen	3,36 m
Pendiente longitudinal	0,0002
Caudal de régimen	46 m ³ /seg
Longitud a cielo abierto	30,02 Km
Longitud en acueducto	0,55 Km
Longitud total	30,57 Km

2. CANAL DE FUENSANTA

SECCION TRAPEZIAL REVESTIDA DE HORMIGON

Ancho en coronación	15,88 m
Ancho en base	4,00 m
Altura	3,96 m
Calado de régimen	3,36 m
Pendiente longitudinal	0,0001
Caudal de régimen	33 m ³ /seg
Longitud a cielo abierto	65,59 Km
Longitud en sifón	0,09 Km
Longitud total	65,68 Km

3. PUENTES SOBRE EL CANAL DE LA MANCHA

Número	68
Luz libre mínima	16,90 m
Número de vigas	374
Superficie de tableros	9.170 m ²

4. CAMINO DE SERVICIO DEL CANAL DE LA MANCHA

Longitud total	96 Km
Anchura	3,50 m
Capa de rodadura	5 cm

5. RAPIDA DE VILLALGORDO

Longitud en planta	140 m
Desnivel	22 m
Caudal de régimen	46 m ³ /seg

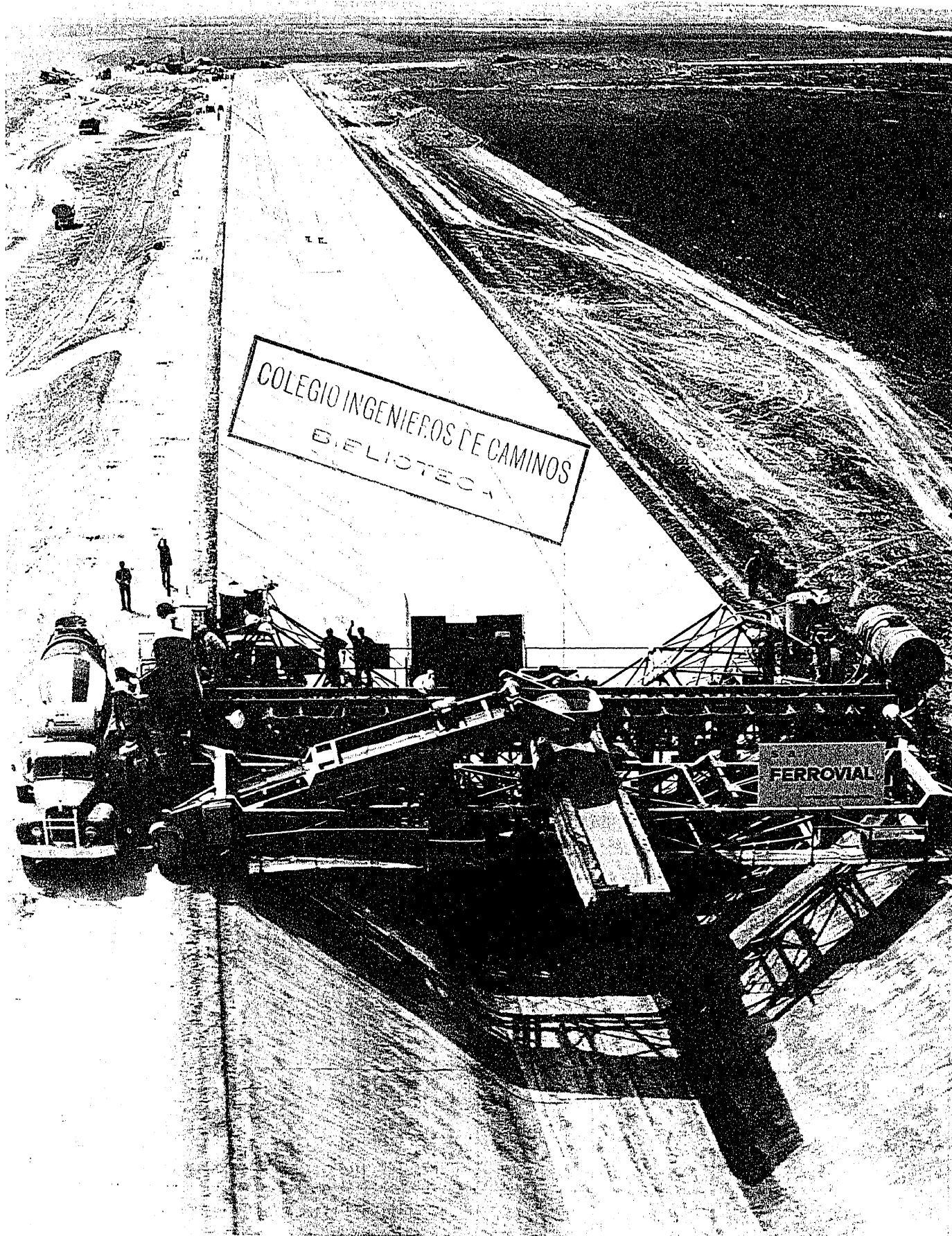
6. RESTITUCION DE SERVIDUMBRES (RIEGOS)

Longitud total de acequias revestidas	2.881 m
Longitud total de tuberías	487 m
Número de cruces en el canal	20

RESUMEN DE VOLUMENES DE OBRA

Contrato	Excavación total (m ³)	Terraplén (m ³)	Hormigón (m ³)	Cemento (Tm)	Acero (Tm)	Cable pretensado (Tm)	Aglomerado (Tm)
Canal de El Picazo	3.745.000	775.000	115.200	32.200	276	36,9	—
Canal de Fuensanta	5.715.000	1.703.000	147.000	44.000	219	—	—
Puentes sobre el canal de La Mancha	—	—	13.300	3.900	518	66,6	697
Camino de servicio	—	—	1.700	392	—	—	41.000
Rápida de Villalgorde	33.000	3.200	3.500	1.000	36	—	—

EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA



EL TRAMO III DEL ACUEDUCTO TAJO-SEGURA

CONSIDERACIONES FINALES

Se ha intentado una cuantificación apriorística de las posibles pérdidas en los 100 Km aproximados de canal que constituyen este tramo.

Para ello nos hemos basado en los ensayos de permeabilidad del hormigón de revestimiento, realizados en el Instituto Eduardo Torroja, sobre una muestra extraída con sonda del revestimiento realizado, toma que se realizó en puntos que por su textura superficial, de grietas de retracción, parecían los más desfavorables.

Según este ensayo no pudieron evaluarse las pérdidas por permeabilidad sobre la muestra extraída, que tenía 10 cm de espesor. Realizado sobre cinco centímetros de hormigón, el resultado obtenido fue de 0,012 l/m² h., con una carga de 5 Kg/cm².

Siendo el área mojada de 16,6 m²/ml, las pérdidas por permeabilidad del hormigón de revestimiento en 100 Km de canal resultan de 174.500 metros cúbicos por año.

La evaporación media, medida a lo largo de cinco años en las dos estaciones meteorológicas instaladas en dos puntos de la obra, resulta ser de 1.922,6 mm/año, que aplicados a 1.100.000 m² de superficie de evaporación, a calado de régimen supone una pérdida anual por evaporación de 1.845.800 metros cúbicos.

De igual forma, aplicando la pluviometría media de 407,4 mm/año a la cuenca receptora del

canal, que es de 26 m²/ml mínimos, resulta un total anual de 1.059.240 metros cúbicos.

El saldo aproximado de estos tres conceptos supondría una pérdida anual media del orden de 1.000.000 de metros cúbicos, a lo que habría que añadir las más importantes pérdidas, que serían las que se produjeran a través de juntas y grietas en el revestimiento de hormigón, de imposible evaluación teórica.

Sin embargo, con una base empírica, podemos añadir que a lo largo de los siete años en que el canal se encuentra terminado, y sin entrar en explotación, el saldo ha sido favorable, pues se ha logrado acumular un importante volumen de agua en el canal para procurar una mejor conservación del mismo. No se trata, evidentemente, de ningún milagro, sino de que la cuenca receptora del canal es muy superior a lo estimado en los párrafos anteriores, dado que en aquéllas no se computan las superficies receptoras correspondientes a desmontes, e incluso a pequeñas vaguadas que tienen acceso directo al canal.

Todas estas consideraciones se hacen con el único fin de evaluar, muy someramente, las pérdidas que puede haber en el transporte durante la explotación del Acueducto Tajo-Segura, y que si bien en el Anteproyecto General de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España se habían estimado en un 10 por 100 del total a transportar, equivalente a 100 millones de metros cúbicos, consideramos que esta previsión, afortunadamente, puede resultar excesivamente conservadora.

RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Contrato	Adjudicación		Primer reformado líquido	O. Complem. líquido	Liquidación definitiva obra ejecutada	Revisión de precios
	Integro	Líquido				
Canal de El Picazo	437.040.337	224.507.621	26.254.092	28.748.615	283.397.418	58.250.947
Canal de Fuensanta	699.081.818	287.196.617	40.398.315	43.086.760	399.364.254	65.013.330
Puentes sobre el canal de La Mancha	71.262.750	57.990.000	8.684.364	—	72.412.860	3.531.725
Camino de servicio	56.003.914	39.900.000	7.514.906	—	51.353.831	4.324.833
Rápida de Villalgordo	11.562.169	11.504.358	2.204.273	—	14.774.990	—
Restitución de servidumbres	4.446.416	4.425.000	—	—	4.439.752	—
Sumas	1.279.397.404	625.523.596	85.055.950	71.835.375	825.743.105	131.120.835