

Fig. 24.- Colado de la primera capa de mortero y acabado.

ancho de las grietas como por su longitud. Sólo hubo agrietamiento en lugares -- donde la malla quedó mal colocada. Las dimensiones de los tableros en estudio -- fueron de 10 m lineales.

Respecto al armado de tableros en dos direcciones, aunque es conveniente desde el punto de vista de resistencias no lo es desde el de acabados, por lo que para la solución de casos similares al estudiado se considera más conveniente armar en una sola dirección y que ésta sea desenrollando la malla en dirección perpendicular al eje del canal.

En la fig. 25 se muestran las secciones en que se dividió, el tramo experimental, y la forma en que cada una quedó reforzada.

3.2.3 Juntas.

Con objeto de estudiar la posibilidad de eliminar la mayor parte de las juntas que normalmente se requieren cuando se construyen revestimientos de concreto, el tramo de pruebas se dividió en tableros de diferentes dimensiones que van desde uno de 36 m de longitud, donde se ensayó el colado continuo sin ningún tipo de junta, hasta el estudio de tableros de 3 m con juntas transversales y paralelas -- al eje del canal.

Para determinar la separación entre juntas se compararon 5 tableros de 3, 6, 9, 12 y 36 m respectivamente, los que estaban reforzados con dos capas de malla.

Durante los 2 meses de observación, los tableros no presentaron agrietamiento por contracción o por cambios volumétricos lo que hace pensar que la malla es capaz de absorber dichos movimientos, por lo menos en tableros de hasta 36 m de -- largo.

3.2.4 Curado

A partir de los resultados de laboratorio, inciso 2.4, en que se observó que con cualquiera de los productos utilizados se logra mejorar la calidad de los morteros, aunque no en la misma proporción, se planeó hacer el curado de los modelos de campo utilizando el mismo producto comercial que actualmente usan en los frentes de trabajo de la zona donde se realizó el estudio, aplicándolo con un pulverizador para obtener una capa de curado uniforme.

Con objeto de encontrar la efectividad del producto como membrana de curado, durante las pruebas se emplearon tres tramos de 10 m cada uno para establecer comparaciones. A uno de estos tramos se le curó con agua por 12 hrs, al otro con el producto comercial y al último no se le dio ningún tipo de curado. Se observó -- que el tramo sin curado y el curado con el producto comercial se agrietaron por -- contracción por secado en forma similar y el tramo donde el curado se hizo con -- agua presentó menos grietas en relación con los otros dos. Esto posiblemente se debe a que el producto no formó una membrana impermeable, permitiendo la evaporación del agua de la mezcla. Sin embargo, se observó que la temperatura del mortero en el momento de fraguar fue menor en un 30 por ciento donde se aplicó el producto por lo que se concluye que no funciona como membrana de curado debido principalmente a que en el campo no se aplicó en forma adecuada, pero sí como reflejante, lo que hasta cierto punto es benéfico.

Las pruebas anteriores sirvieron además para demostrar que la correcta colo-

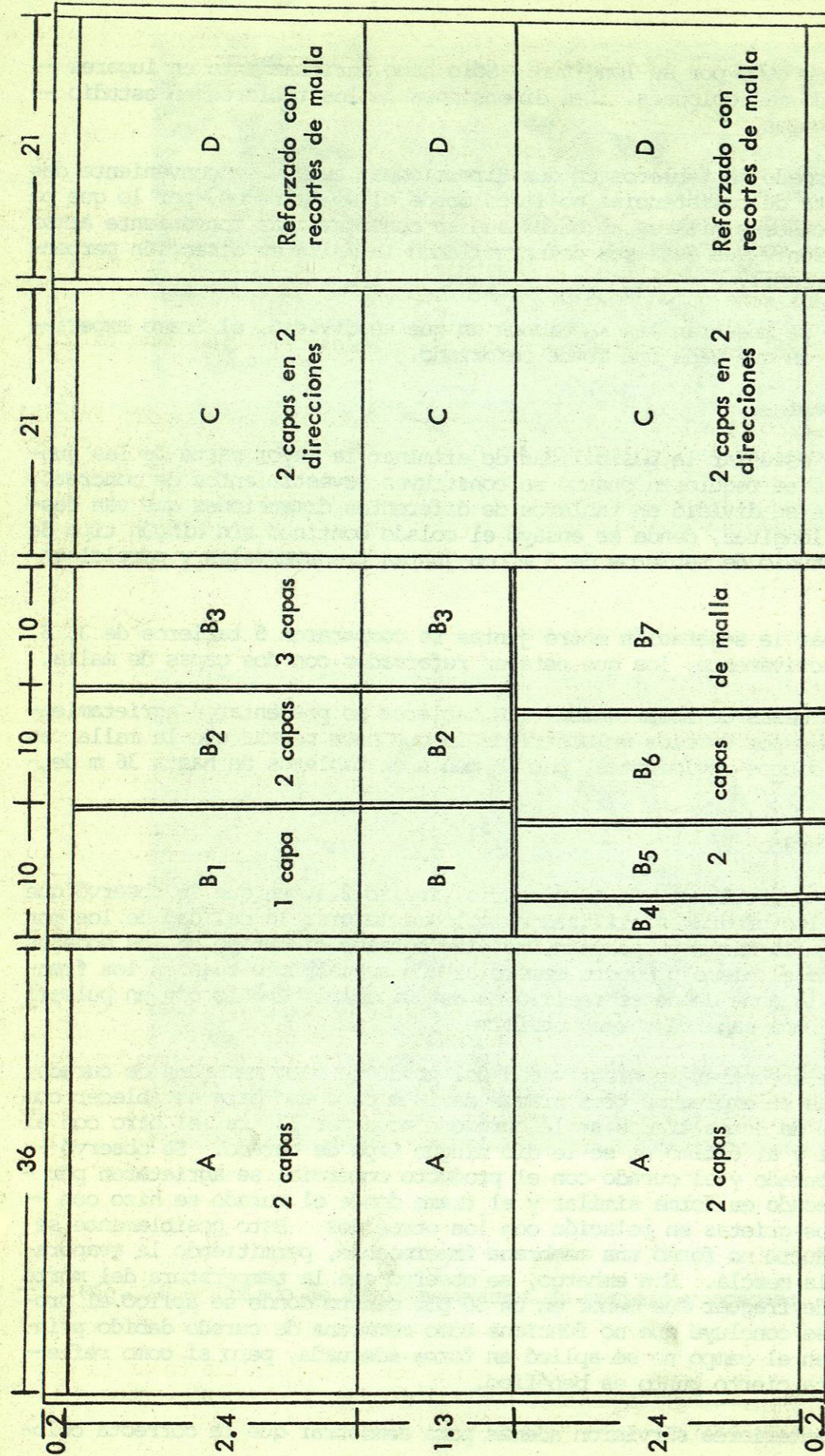


Fig 25. DIVISION DEL TRAMO DE PRUEBAS

cación de la malla contribuye notoriamente al control del agrietamiento.

3.3 Otras determinaciones.

a) Pruebas de permeabilidad.

Para la realización de estas pruebas se obtuvieron núcleos de 5 cm de diámetro nominal tanto de modelos de laboratorio como de campo. Para los modelos de laboratorio se obtuvieron un total de 36 muestras, 12 por cada modelo, formada por 3 núcleos de cada zona curada con diferente tipo de producto.

De los modelos de campo se obtuvo un total de 30 núcleos; 10 de cada talud y 10 de la plantilla.

Las muestras se colocaron en permeámetros sometiéndolas a una presión inicial de 1.5 kg/cm², la cual se mantuvo por un lapso de 60 hrs después de las cuales se continuó la prueba incrementando la carga en 0.1 kg a intervalos de 1 hr hasta alcanzar una presión de 4 kg/cm²; esta presión se sostuvo durante 59 hrs al final de las cuales se suspendió la prueba por considerar que las condiciones de ensaye eran suficientemente severas para las condiciones de servicio a que estará sometiendo el ferrocemento.

De estas pruebas se obtuvo que el ferrocemento es prácticamente impermeable, sólo se observó en algunos casos un humedecimiento superficial en las muestras sin que llegara a establecerse el flujo.

b) Pruebas fisicoquímicas realizadas al agua de mezclado.

Para determinar la influencia de la calidad del agua de mezclado sobre la de las mezclas se realizó una serie de pruebas fisicoquímicas a cuatro muestras de agua tomadas de diferentes lugares. La primera fue colectada en el canal Xochitlán. La segunda y tercera muestras se tomaron de un arroyo donde cargan las pipas que reparten el agua a los frentes de trabajo y de uno de los depósitos donde se almacenó el agua en el tramo de prueba, respectivamente. La cuarta muestra fue tomada del río cuyas aguas, mezcladas con las de algunos canales del sistema de riego, fluirán por el canal en construcción.

Los resultados obtenidos se reportan en la tabla 4, donde se observa que las concentraciones de sulfatos y cloruros están dentro de los límites de tolerancia, el pH es relativamente bajo pero también dentro de los límites establecidos, lo que podría ser objetable es la cantidad de sólidos totales. Sin embargo, la literatura existente respecto a la calidad del agua de mezclado, tolerable hasta 2000 p.p.m. de sólidos totales y en las muestras estudiadas se encontró hasta 1238 p.p.m. por lo que el agua de mezclado utilizado para las pruebas se considera con calidad suficiente como para no ocasionar daño al mortero.

3.4 Conclusiones.

De las observaciones y pruebas efectuadas se obtuvieron las conclusiones siguientes:

a) La realización de los rellenos y afine con lodo permitió tener la sección del canal mejor perfilada con los taludes y más resistentes a la erosión por efecto del viento y lluvia.

TABLA 4. ANALISIS FISICOQUIMICO DEL AGUA DE MEZCLADO

Punto de Muestreo	1	2	3	4
pH (método potenciométrico)	8.0	8.7	8.7	8.2
Cloruros (Cl ⁻), en mg/l	45	295	300	150
Sulfatos (SO ₄ ⁻²), en mg/l	120	212	212	140
Dureza total, en mg/l de CaCO ₃	208	396	388	408
Dureza de calcio, en mg/l de CaCO ₃	120	172	164	160
Detergentes, en mg/l	1.9	2.1	1.0	1.0
DBO ₅ , en mg/l	7.3	0.6	0	0
DBO _U , en mg/l	13.5	0.6	0	0
Sólidos totales, en mg/l	587	1144	1238	428
Sólidos totales fijos, en mg/l	492	1076	1029	276
Sólidos totales volátiles, en mg/l	95	118	209	152
Sólidos suspendidos totales, en mg/l	209	134	121	160
Sólidos suspendidos fijos, en mg/l	197	118	114	87
Sólidos suspendidos volátiles, en mg/l	12	16	7	73
Sólidos filtrables totales, en mg/l	378	1060	1117	268
Sólidos filtrables fijos, en mg/l	295	958	915	189
Sólidos filtrables volátiles, en mg/l	83	102	202	79

- 1.- canal Xochitlán
- 2.- arroyo
- 3.- tambo
- 4.- río

La preparación de la base con una capa de mortero de un centímetro resultó más eficiente que la hecha con suelocemento, pues aparte de presentar menor permeabilidad, impedía que el refuerzo quedara en contacto directo con el suelo, reduciendo la posibilidad de corrosión.

- b) Se encontró que para el caso estudiado la forma más eficiente de colocar el refuerzo fue desenrollando la malla en sentido transversal al eje del canal y que no es conveniente reforzar en dos direcciones pues dificulta la colocación y el colado, aparte de que no se logran buenos acabados.

De la observación de tableros reforzados con diferente volumen de refuerzo se puede decir que aparentemente dos capas de malla resultan suficientes para impedir el agrietamiento en el revestimiento en tramos de hasta 36 m de longitud y que se puede usar el desperdicio de los rollos de malla (recorte) siempre y cuando los traslapes queden cuatrapeados.

- c) De las observaciones efectuadas sobre tableros de diferente longitud para determinar la separación óptima entre juntas, se obtuvo que el ferrocemento admite que la separación entre juntas quede determinada por el avance que se alcance durante la jornada de trabajo.
- d) De las observaciones efectuadas se obtuvo que la temperatura ambiente fue determinante en el comportamiento de las mezclas, reflejándose sobre todo en los consumos de agua y en el tiempo de fraguado inicial. Los incrementos en el consumo de agua fueron hasta un 8 por ciento superiores al consumo de diseño, cuando se alcanzaron temperaturas ambiente superiores a 28°C, y el tiempo de fraguado inicial se vio reducido hasta en un 60 por ciento.
- e) En cuanto al producto aplicado para curar, se puede decir que principalmente sirvió como reflejante notándose su influencia en la temperatura alcanzada en las mezclas colocadas, la cual varió entre 40 y 50°C, de acuerdo con la cantidad de producto aplicado, y temperaturas del orden de 65°C en las zonas donde no se aplicó. En cuanto a su efectividad para evitar evaporación del agua se puede decir que fue poca, debido a que no se llegó a formar una verdadera membrana.
- f) Fue posible minimizar el efecto de la contracción por secado debido principalmente al manejo constante de las mezclas hasta darles el acabado final y a la colocación adecuada de las mallas de refuerzo.
- g) Las pruebas realizadas en el campo demostraron que el método de construcción diseñado es adecuado y que la mano de obra es fácilmente adaptable al sistema, logrando buenos acabados y una velocidad de colado promedio del orden de 10 m lineales de canal por hora.
- h) Las pruebas de permeabilidad indicaron que las mezclas utilizadas son prácticamente impermeables y que en caso de presentarse inicialmente pequeñas fugas, éstas se autosellan con el tiempo. Los mejores resultados de esta prueba se obtuvieron de las muestras tomadas de la plantilla de los modelos de campo y de laboratorio, reforzados en ambos casos con malla de metal desplegado E-6-22. Lo anterior se debió posiblemente