

TABLA 3. INFLUENCIA DEL CURADO SÓBRE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL MORTERO UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCION DE LOS MODELOS DE LABORATORIO

Modelo	Membrana de curado	f_c en kg/cm^2 cilindros	C. V. %	f_c en kg/cm^2 tabletas	C. V. %	cil/tab. %
1	A	262	7.5	325	9.8	80.6
	B	271	6.2	296	13.6	91.8
	C	253	8.3	315	10.2	80.0
	-	230	7.8	263	12.5	87.4
\bar{X}		254	7.5	300	11.5	84.9
2	A	291	6.3	330	7.8	88.2
	B	311	7.8	345	9.2	90.1
	C	279	7.1	340	7.9	82.2
	-	262	8.9	281	11.3	93.2
\bar{X}		286	7.5	324	9.1	88.4
3	A	283	8.1	340	13.1	83.2
	B	290	8.0	330	15.4	87.8
	C	261	7.5	335	10.0	77.8
	-	242	8.9	278	12.5	86.9
\bar{X}		269	8.1	321	12.8	83.9



Fig 14. FORMA EN QUE SE REALIZARON LAS MEDICIONES DE CONTRACCION EN EL MODELO

la humedad relativa en el momento de tomar las lecturas. Las observaciones se hicieron dos veces al día, a las 8 y 15 hrs. Lo anterior tuvo por objeto relacionar los cambios en las dimensiones del modelo con la variación de temperatura y humedad, también se hizo un registro de la aparición y desarrollo del agrietamiento determinando el ancho, longitud y localización de grietas.

Las observaciones realizadas dieron por resultado que la membrana de curado sí contribuye a mejorar la calidad de los morteros aumentando su resistencia a compresión, disminuyendo el efecto de contracción por secado en un 11 por ciento como se observó en las pruebas comparativas realizadas entre barras estándar, coladas con las mezclas utilizadas para la construcción de los modelos.

Los movimientos promedio observados en el revestimiento de modelos de laboratorio fue de 0.055 mm/m para gradientes de temperatura de 9°C. El agrietamiento por este efecto fue prácticamente nulo, de donde se puede deducir que el acero de refuerzo contribuye a minimizarlo.

Se observó un ligero agrietamiento debido a la contracción por secado en las zonas donde no se aplicó ningún tipo de curado, sin embargo las grietas se localizaron en puntos donde el refuerzo quedó con demasiado recubrimiento, o bien donde el recubrimiento fue poco; en este segundo caso las grietas siguieron la configuración de la malla. Este fenómeno se observó principalmente en los modelos reforzados con malla hexagonal, la que por su dificultad de colocación, quedó en algunas zonas con poco recubrimiento.

3.2 Construcción de modelos en el campo.

Dado que las pruebas de laboratorio no se consideraron suficientes para los fines del estudio, se efectuaron pruebas de campo, para lo cual se solicitó a la Secretaría de Recursos Hidráulicos un tramo de canal en uno de los frentes de trabajo de las obras del "Plan Hidráulico del Centro" (PLHICEN) en el estado de Hidalgo.

El tramo de pruebas seleccionado quedó comprendido entre los kilómetros 31 + 410 al 31 + 518 del canal Alto Ixmiquilpan.

Esta parte del estudio se llevó a cabo para conocer en condiciones reales el comportamiento del material, resolver los problemas que presenta la mano de obra en situaciones prácticas (determinando su rendimiento efectivo en la construcción del revestimiento) y para conocer los costos que implica el uso del ferrocemento.

El tramo proporcionado por la Secretaría de Recursos Hidráulicos se dividió en varias secciones con objeto de experimentar la influencia de las características de la base sobre el comportamiento del material con diferente volumen de refuerzo, separación entre juntas y forma de curado.

El mortero se mantuvo constante y se utilizó el correspondiente al diseño obtenido a partir del estudio con los materiales de la región, inciso 2.1.5.

El método de colado fue el mismo que se utilizó para los modelos de laboratorio.

3.2.1 Preparación de la base.

A partir de las observaciones realizadas durante las visitas hechas a las

obras PLHICEN, en especial a la zona de Alto Ixmiquilpan donde quedó localizado el tramo experimental, se recomendó que el afine de taludes y plantilla se hiciera colando con lodo, y que los rellenos en los puntos donde hubiera sobreexcavación también se hiciera con lodo. Este afine debería quedar dos centímetros abajo de la sección de proyecto, ya que el revestimiento proyectado fue de este espesor.

La razón de esta recomendación, fue porque se observó que la forma en que normalmente se rellenan y afinan las superficies para recibir concreto (el afine con tierra húmeda compactada a golpe de pisón y los rellenos usando suelo mezclado con cemento) no es adecuada para recibir al ferrocemento. También se observó que en caso de presentarse lluvias la preparación usada es fácilmente erosionable, principalmente, por no alcanzar una buena estabilización, compactación y liga entre los materiales de afine y el terreno natural. El colado de los rellenos y afine de la superficie con lodo permite alcanzar una compactación y una liga adecuadas entre el terreno natural y los materiales de relleno. Para lograr esto, se tuvo la precaución de eliminar las piedras pasando la tierra por un arnero antes de fabricar el lodo. Los errores en el afine fueron despreciables (menores a 0.5 cm) y el costo, el no usar cemento para estabilizar el material, se reduce por lo menos en el costo del cemento.

En las figs. 15 a 18 se aprecia la magnitud de los rellenos, la forma de hacer el afine y el acabado que se logra con el sistema propuesto.

Durante la realización de las pruebas se observó que las mezclas perdían manejabilidad rápidamente conforme se aplicaban sobre los taludes y plantilla del canal. Esto se debió principalmente al terreno altamente permeable.

Por lo anterior se recomendó que una longitud de 35 m del tramo de prueba, se subdividiera en 5 secciones de 7 m y que a cada una se le regara con agua durante 6, 12, 24, 48 y 72 horas con objeto de poder experimentar sobre terreno con diferente grado de humedad la pérdida de consistencia de las mezclas, así como la aparición y desarrollo del agrietamiento. Para determinar el tiempo en que la pérdida de consistencia constituía un obstáculo para la correcta colocación y compactación del mortero se utilizó un equipo que mide su resistencia a la penetración conforme se va endureciendo. Aunque el equipo (penetrómetro) está recomendado por la norma ASTM C 403 para determinar el tiempo de fraguado del concreto a través de un procedimiento de ensaye bien establecido, el método de prueba seguido no tenía tal objeto y sólo se llevó a cabo con fines comparativos. En las figs. 19 y 20 se presenta la forma en que se realizaron las pruebas de pérdida de consistencia y agrietamiento, sobre las zonas con diferente grado de humedad.

En las figs. 21 y 22 se representan en gráficas los resultados del ensaye con el penetrómetro, donde se muestra el comportamiento de 7 mezclas cuya diferencia entre sí es básicamente el consumo de agua y la relación arena-cemento.

Se observa en estas figuras que la mezcla No. 7, que fue la que se empleó en las pruebas de revestimiento, presenta en ambos casos un mejor comportamiento, manteniéndose por más tiempo manejable. También es clara la influencia de la humedad del terreno, pues para el caso en que se comenzó a humedecer 48 hrs antes de la prueba, la mezcla se mantuvo manejable durante un 70 por ciento de tiempo adicional que en el caso en que se humedeció el terreno durante 6 hrs. Se determinó, a través de las pruebas antes descritas, que el humedecimiento del terreno debería de comenzar 48 hrs antes de cada colado y que para alcanzar la humedad ne-

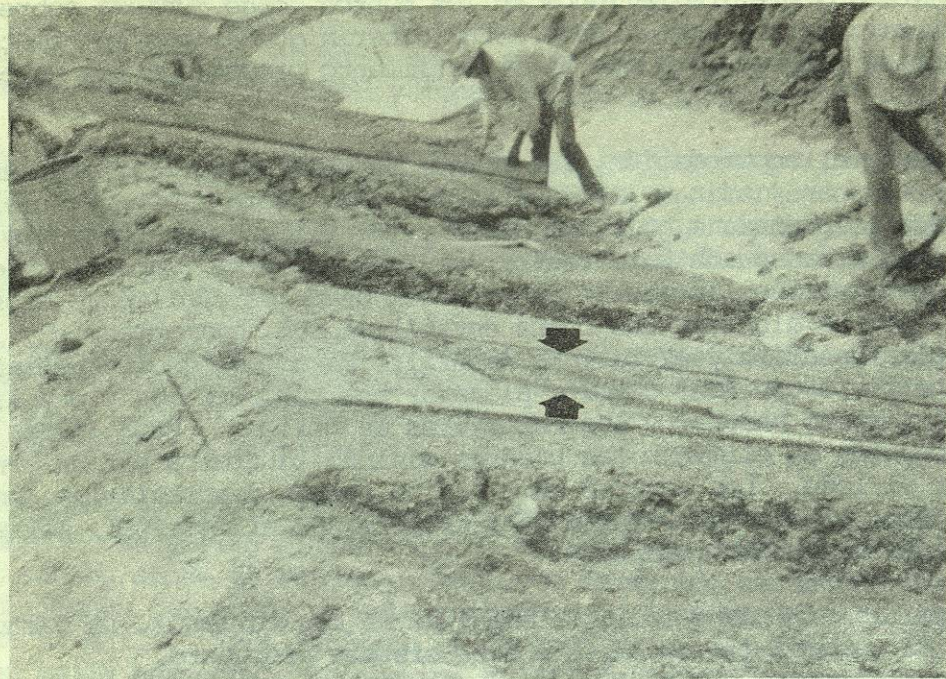


Fig. 15.- Magnitud de los rellenos.



Fig. 16.- Colocación de cerchas para el afine.



Fig. 16.- Acabado en el afine.



Fig. 17.- Colado con lodo para hacer el afine y rellenos de la sección.