

2.1.3 Propiedades determinadas.

Con objeto de conocer las características de los morteros en estado fresco y endurecido, a cada mezcla de prueba se le efectuaron las siguientes determinaciones:

- a) En estado fresco. Medición de la consistencia a través de pruebas de fluidez y revenimiento, registro del peso volumétrico, fraguado inicial y pérdida de consistencia (pruebas realizadas en el laboratorio y sobre el terreno respectivamente, con el fin de conocer los tiempos durante los cuales las mezclas son trabajables y evitar así la formación de juntas frías). Se determinó, así mismo el tiempo en que se debe aplicar el curado a través de pruebas de agrietamiento debido a la contracción por secado en mezclas colocadas con y sin refuerzo.
- b) En estado endurecido. Pruebas comparativas de resistencia a compresión acelerada\*, y a 3, 7, 14 y 28 días de edad. También se establecieron comparaciones entre la resistencia a compresión de tabletas recortadas del mortero colocado en el mismo tramo. Para realizar pruebas de permeabilidad se extrajeron núcleos de 5 cm de diámetro.

2.1.4 Resultados obtenidos.

- a) Efecto del curado con membrana. Aunque la necesidad del curado es evidente, en este caso conviene enfatizarla debido al espesor reducido y a la gran superficie expuesta del revestimiento.

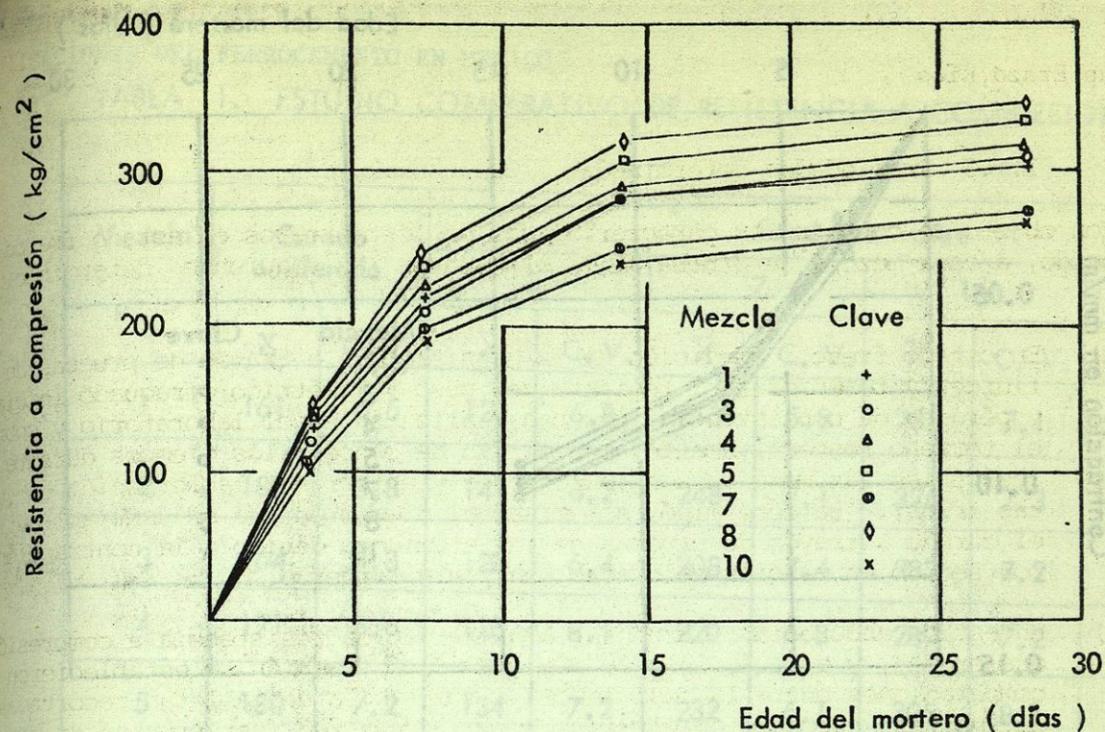
En pruebas comparativas de muestras estándar expuestas al ambiente sin ninguna protección y con recubrimiento de membrana de curado, se obtuvo para estas últimas mayores resistencias y menos contracción por secado, como se observa en las figs. 6 y 7, en que la diferencia entre la contracción por secado promedio es del orden de 0.032 mm/m, menor para las barras curadas y la resistencia a compresión promedio es del orden del 12 por ciento mayor para los cilindros curados.

- b) Resistencia a compresión. En las tablas 1 y 2, se encuentran los resultados del estudio. Se observa que la mezcla No. 7 tiene las características de resistencia, consistencia, contracción por secado y permeabilidad adecuadas para la aplicación propuesta dadas las condiciones ambientales y del terreno de la zona.

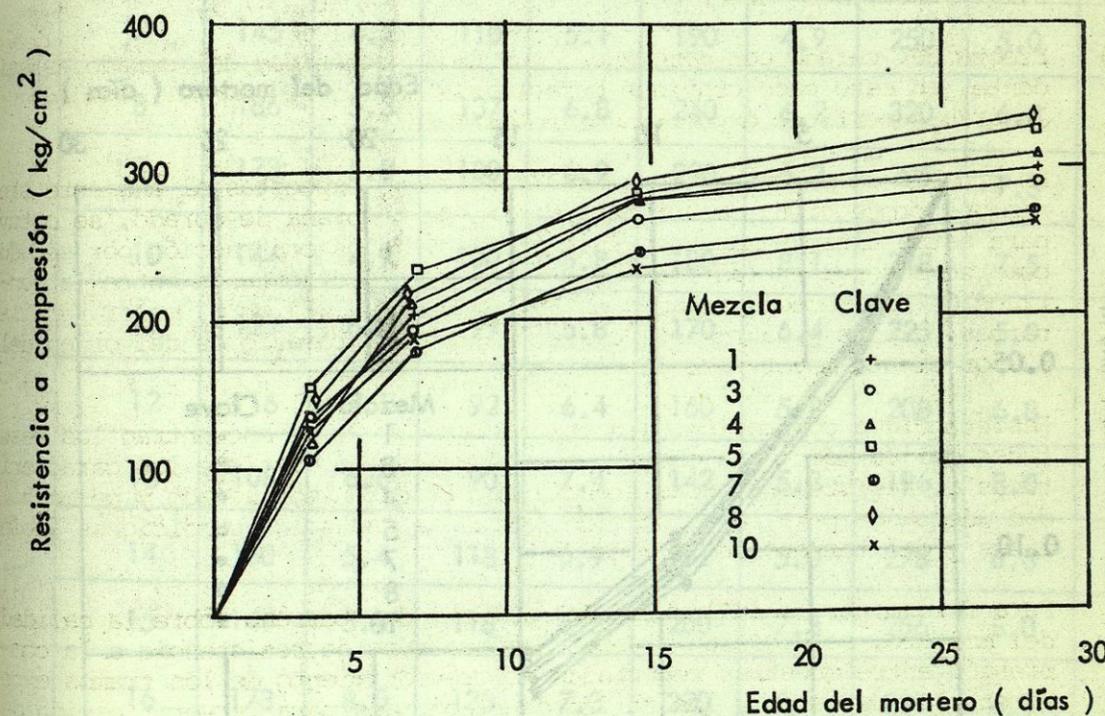
Para determinar la influencia del clima y del terreno sobre la calidad del mortero, se hicieron pruebas comparativas de resistencia a la compresión entre muestras recortadas del revestimiento de los tramos experimentales de campo y los cilindros elaborados para la verificación de calidad de las mezclas utilizadas para el colado de dicho revestimiento.

Se observó que las muestras recortadas de los modelos de campo representaron un incremento del 35 por ciento en su resistencia a compresión en relación a la de los cilindros tomados de las mismas mezclas. Esto mis

\* Método estándar ASTM C 684. Procedimiento, Método de agua hirviendo.

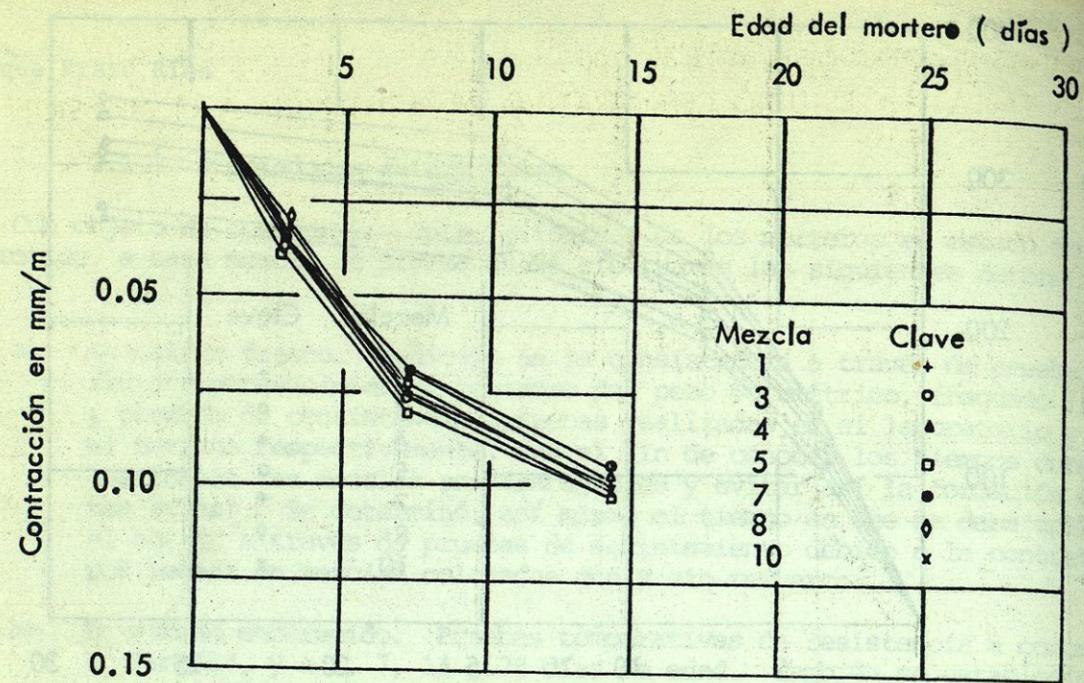


Al ambiente con membrana de curado

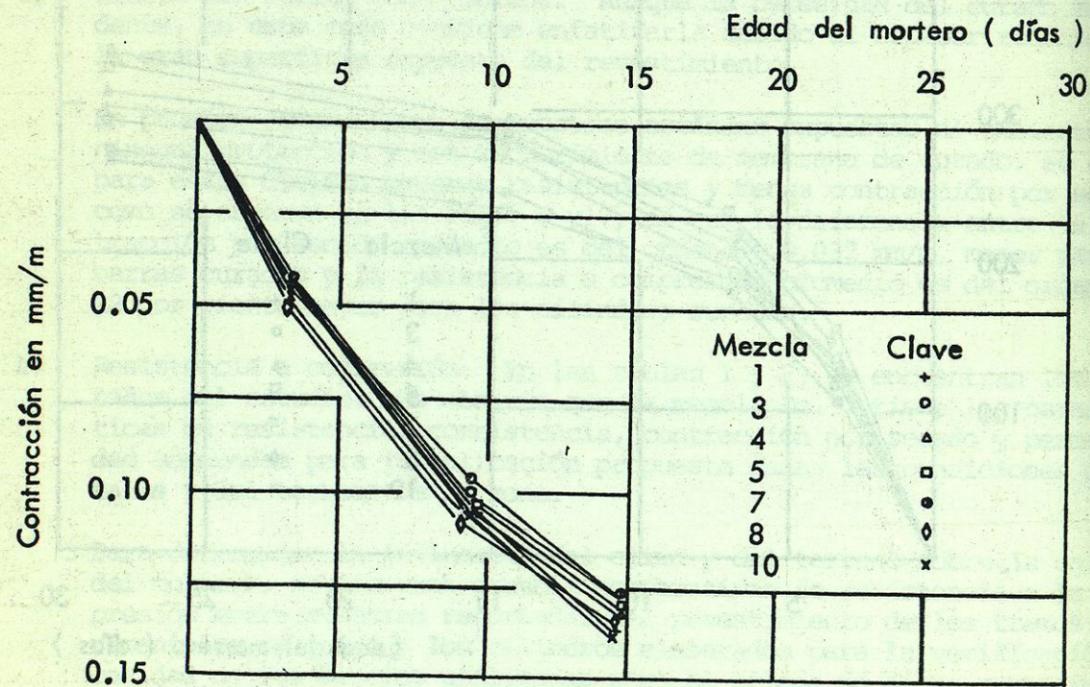


Al ambiente sin membrana de curado

Fig 6. INFLUENCIA DEL CURADO SOBRE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LOS MORTEROS ESTUDIADOS



Al ambiente con membrana



Al ambiente sin membrana

Fig 7. INFLUENCIA DEL CURADO SOBRE LA CONTRACCION POR SECADO DE LOS MORTEROS ESTUDIADOS

TABLA 1. ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A COMPRESION

Mezcla	Curado acelerado		Edad en días							
			3		7		14		28	
	$\bar{X}$	C. V.	$\bar{X}$	C. V.	$\bar{X}$	C. V.	$\bar{X}$	C. V.	$\bar{X}$	C. V.
1	161	6.5	124	6.8	210	5.8	282	7.1	301	6.5
2	180	5.8	141	6.2	248	7.1	326	7.3	350	6.8
3	164	5.3	120	6.4	208	7.4	282	7.2	310	5.1
4	171	6.6	128	8.1	220	6.8	289	7.2	318	7.1
5	180	7.2	134	7.2	232	6.1	305	8.1	336	7.4
6	170	4.9	125	7.3	220	5.4	293	6.4	320	6.1
7	145	4.2	110	5.1	190	4.9	250	5.0	275	5.5
8	186	5.3	137	6.8	240	6.2	320	6.8	350	5.9
9	173	5.8	130	6.9	220	5.3	295	7.3	325	6.3
10	144	4.9	100	5.8	180	8.1	248	7.5	270	7.0
11	129	6.5	99	5.8	170	6.4	225	5.8	248	6.8
12	116	7.1	92	6.4	160	5.8	208	6.8	229	6.7
13	108	6.6	90	7.4	142	5.3	196	8.0	208	7.3
14	160	5.4	118	6.9	211	5.0	278	6.8	300	6.4
15	149	5.8	118	6.3	200	7.3	266	6.0	290	6.1
16	173	8.0	133	7.3	220	8.1	301	6.1	331	7.0

$\bar{X}$  = media en  $\text{kg/cm}^2$

C. V. = coeficiente de variación en %

Los valores presentados en la tabla estan dados en base a esfuerzos promedio de tres cilindros de 5 x 10 cm

TABLA 2. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS MORTEROS DEL ESTUDIO

1. Mezcla	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Proporción unitaria en peso:									
Cemento tipo V	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Arena (seca)	2.00	2.50	3.00	1.75	1.50	2.00	2.50	3.00	1.75
Agua total	0.52	0.49	0.60	0.52	0.56	0.60	0.59	0.50	0.60
3. Contenido de cemento por m <sup>3</sup> de mortero (kg/cm <sup>2</sup> )	547	715	567	709	636	630	590	720	650
4. Fluidez (%)	130	135	145	140	125	147.5	125	130	142
5. Revenimiento (cm)	4.5	4.0	5.5	5.5	6.3	6.0	3.5	4.5	5.5
6. Peso volumétrico (kg/m <sup>3</sup> )	2070	2135	2075	2115	2105	2150	2120	2135	2130
7. Contracción por secado a 14 días de edad (mm/m) con membrana	0.100	0.098	0.095	0.100	0.108	0.095	0.100	0.100	0.105
8. Contracción por secado a 14 días de edad (mm/m) sin membrana	0.132	0.126	0.125	0.129	0.140	0.125	0.132	0.128	0.138

mo también se observó en las pruebas realizadas en los modelos de laboratorio, aunque para este caso el incremento de resistencia fue del 14.3 por ciento. Este fenómeno es atribuible a la absorción del terreno, -- que ocasionó un cambio en la relación agua-cemento y por lo tanto un incremento en la resistencia a compresión del mortero.

- c) Efecto del uso de aditivo fluidizante, retardante y una combinación de ambos. Debido a las condiciones de clima y suelo se pensó en la conveniencia de usar aditivos con el objeto de mejorar las características de las mezclas en cuanto a manejabilidad; sin embargo, como se aprecia en la tabla 1, donde se encuentran resumidos los resultados del estudio comparativo de resistencia a compresión de los morteros estudiados, las mezclas 11, 12 y 13 en las que se usaron los aditivos antes mencionados presentan baja resistencia en las muestras de campo, fenómeno atribuible a la gran absorción del terreno y a la evaporación también severa -- debida tanto al viento como a la temperatura ambiente, que ocasionaron que las mezclas se quedaran sin el agua suficiente para llevar a cabo -- la reacción química completa del cemento.

2.1.5 Mortero recomendable.

De los resultados de las pruebas, se recomendó el empleo de un mortero con -- relación arena-cemento igual a 2, cuyas principales características y datos para su fabricación son los siguientes:

Conceptos	Datos
a) Por peso	
Cantidades de materiales por kg de cemento	
Cemento	1.000 kg
Arena	2.000 kg
Agua total:	
a) si la arena está seca	0.700 lt*
b) si la arena está saturada	0.600 lt*
b) Por volumen	
Cantidades de materiales en volumen por kg de cemento	
Cemento	1.000 kg
Arena	1.429 kg
Agua total:	
a) si la arena está seca	0.700 lt*
b) si la arena está saturada	0.600 lt*

\* La cantidad de agua de mezclado es aproximada, pues depende del grado de humedad de la arena en el momento de su utilización.