

CONTROL DE LA ABSORCIÓN DE AGUA EN BLOQUES COMPRIMIDOS DE SUELO-CEMENTO

Lucía E. Arias¹ - Carlos E. Alderete² - Rafael F. Mellace³

Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC-FAU-UNT)

I. INTRODUCCIÓN

Es sabido que el hombre requiere para desarrollar las diversas actividades que le permiten satisfacer sus propias necesidades, espacios físicos acordes a tal fin, definidos por una envolvente material, capaz de proveerle privacidad, seguridad y confort. Envolvente que, resuelta con elementos constructivos, técnicas y materiales apropiados debe cumplir con la condición de permanecer inalterable en el tiempo.

Cuando el material empleado en su construcción es la tierra cruda, la condición de durabilidad cobra singular importancia, toda vez que -entre otros factores- el agua le afecta en tiempos muy inferiores a los que se verifican en otros materiales, llegando a comprometer no sólo las condiciones de confort sino también estructurales.

El agua actúa sobre los elementos constructivos de diferentes formas: por capilaridad, por acción directa (v.g. agua de lluvia) o como vapor de agua. El efecto capilar se puede controlar adecuadamente con disposiciones constructivas tradicionales, esto es, mediante sobrecimientos, capas aisladoras, etc. pero controlar la acción del agua, sea directa por efecto de lluvia, sea por condensación intersticial y/o superficial, requiere un estudio particular en función de, por ejemplo, la dirección de incidencia, del volumen de agua considerada, del tiempo de contacto y de las dimensiones de la superficie a tratar (economía).

El presente trabajo estudia el comportamiento de elementos de suelo-cemento comprimido, utilizando materiales y técnicas de conocida eficacia en materiales tradicionales, con el objeto de anular o disminuir la cantidad de agua absorbida por dichos elementos.

II. OBJETIVO

Analizar la absorción de agua en función del tiempo, de probetas prismáticas de suelo-cemento comprimido de 5x5x14 cm, elaboradas con dos tipos diferentes de tierra y la adición de material hidrófugo ya sea incorporado en la masa, aplicado como revestimiento o combinando ambos casos.

III. METODOLOGÍA

- Identificación y determinación de las características de los dos tipos de tierra a utilizar a partir de ensayos normalizados.
- Elaboración de probetas prismáticas de 5x5x14 cm. (prensado mecánico) incorporando en el proceso de mezclado materiales hidrófugos seleccionados conforme a criterios de calidad, rendimiento y costos.
- Realización de ensayos de inmersión total en agua fría, a fin de eliminar variables ambientales (temperatura, humedad, circulación de aire, etc.) durante el tiempo que demanda la experiencia.
- Transformación de los valores absolutos obtenidos en cada medición, en datos porcentuales, para el análisis comparativo de resultados.

IV. PROCEDIMIENTO

IV.1 Identificación de las tierras

Se utilizan dos tipos de tierra de características físicas bien diferenciadas denominada tierra I y tierra II, que se estudian a partir de ensayos normalizados (IRAM)

IV.2 Preparación de las muestras

Las tierras seleccionadas se mezclan con cemento en proporciones 1:10:1 (cemento-tierra-agua) y se moldea una serie de 8 probetas de 5x5x14 cm, comprimidas mediante el uso de una prensa manual, similar a la máquina CINVA-RAM.

Siguiendo el mismo procedimiento, se moldea una segunda serie de probetas con la adición de hidrófugo líquido (10%) en el agua de amasado. Una tercera serie se prepara luego, modificando solamente el tipo de hidrófugo utilizado.

A las 24 horas de moldeadas, todas las probetas se dejan en cámara de curado durante 26 días y luego al aire en el laboratorio durante 30 días. A la mitad de las probetas de cada serie se recubre con dos manos de hidrófugo líquido, espaciadas 24 horas y se dejan secar 7 días al aire libre.

IV.3 Ensayos

Luego de pesarlas, las probetas se colocan en un recipiente con agua potable asegurando que permanezcan completamente sumergidas. Con el auxilio de un reloj - cronómetro y una balanza electrónica (apreciación: 0,1 g), se registra durante 7 días la absorción producida en las probetas, tomando los intervalos de tiempo detallados en planillas *ad hoc*; luego se dejan al aire para medir la velocidad de evaporación del agua absorbida, en los intervalos indicados en las citadas planillas.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

V.1 Identificación de las tierras

EXAMEN	Muestra A "Ti - I "		Muestra B "Ti - II "	
PESO UNITARIO IRAM N° 1520	1,06 Kg/dm ³ .		0,96 Kg/dm ³ .	
GRANULOMETRÍA IRAM N°s 10507/12	V. Húmeda	Mf = 0,43	V. Húmeda	Mf = 0,26
SEDIMENTOMETRÍA IRAM N° 10515	Arena = 42 %		Arena = 70 %	
	Limo = 30 %		Limo = 28 %	
	Arcilla = 28 %		Arcilla = 0,2 %	
LIMITES ATTERBERG IRAM N°s 10501 / 2	Límite Líquido Límite Plástico Índice Plasticidad	LL = 29,4 LP = 16,0 IP = 13,4	Límite Líquido Límite Plástico Índice Plasticidad	LL = 45,0 % LP = 29,4 % IP = 15,6 %
PRUEBA DE ALCOK RETRACCIÓN	Molde ABCP (40x85x600 mm)	21 mm= 3,5% N° grietas = 3	Molde ABCP (40x85x600 mm)	8 mm= 1,2 % N° grietas = 0

	Molde CINVA-RAM (40x40x600 mm)	20 mm= 3,2 % Nº grietas = 2	Molde CINVA-RAM (40x40x600 mm)	21 mm= 1,2 % Nº grietas = 1
COMPACTACION NORMAL (Próctor) IRAM N° 10511	Peso unit. máx. = 1.550 Kg/dm ³ Humedad óptima = 21 %		Peso unit. máx. = 1.600 Kg/dm ³ Humedad óptima = 22 %	

TABLA 1 - Identificación de tierras Ti-I y Ti-II: Ensayos Normalizados

V.2 Absorción de agua en función del tiempo

a) Tierra I

Probeta	Peso (g)	1 m	5 m	10 m	15 m	30 m	1 h	2 h	24 h	48 h	7 d
I-P	811	2,5	6,1	8,5	10,31	11,12	11,13	11,14	11,2	11,2	11,2
I-A	636	4,17	8,88	11,71	13,36	14,46	14,7	14,86	15,64	16,51	16,82
I-B	637,5	4,23	8,39	11,05	12,7	13,72	13,8	13,88	14,82	15,06	15,45

TABLA II: Absorción de agua en función del tiempo para tierra Ti-I

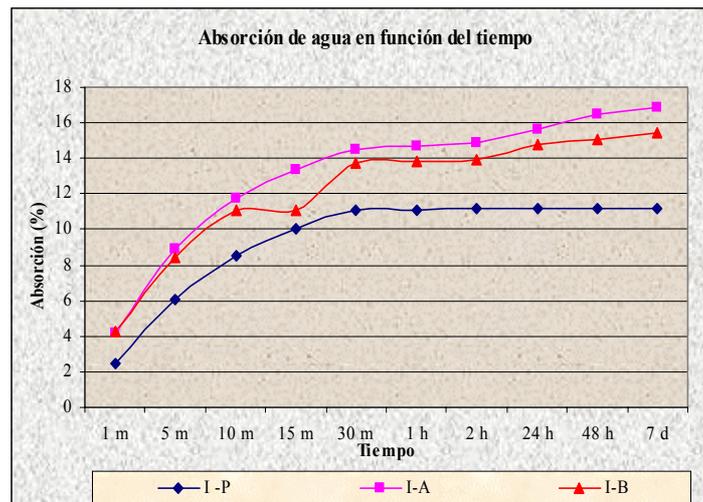


Fig. 1: Variación de la absorción para tierra Ti-I

Las curvas indican en porcentaje, la absorción registrada en función del tiempo en probetas con aditivos hidrófugos y sin ellos (probetas patrón).

Se observa en todos los casos, que la cantidad de agua absorbida crece rápidamente en los primeros 30 minutos, incorporando en su masa entre el 80% y el 90 % del total registrado a los 7 días. A continuación, el incremento se hace notoriamente lento: la curva de absorción se puede considerar asintótica si se tiene en cuenta que la incorporación del 10% al 20 % restante, se produce a los 7 días, en idénticas condiciones de exposición.

Las probetas con aditivos hidrófugos, manifiestan respecto de la muestra patrón un aumento de la absorción de entre el 30% y 50 %.

La concordancia de los resultados para ambos tipos de hidrófugo, induce a pensar que los efectos registrados se deben, más que por las características del aditivo, por el aumento de la porosidad de las mezclas. Con el objeto de verificar este razonamiento, se moldean probetas cilíndricas de 10x20 cm, compactadas en 3 capas con un pisón Próctor. Se preparan 3 series: una, patrón de referencia y otras dos con los aditivos estudiados.

Los resultados son evidentes a simple vista, tan pronto como los mismos comenzaron a evaporar el agua de moldeo hasta equilibrarse con la humedad ambiente.

Las probetas con aditivos, muestran gran porosidad superficial y una pequeña expansión diametral (2 a 4 mm.) no presentes en las probetas patrón. Se comprueba que los aditivos generan un mayor porcentaje de vacíos en la masa, incrementando en consecuencia la cantidad de agua absorbida por las muestras.

b) Tierra II

Probeta	Peso (g)	1 m	5 m	10 m	15 m	30 m	1 h	2 h	24 h	48 h	7 d
II-P	797,5	2,88	6,64	9,3	10,97	11,72	11,85	11,91	12,54	12,8	13,04
II-A	547,5	6,03	12,51	16,89	19,18	21	21,55	21,73	22,65	23,01	23,38
II-B	575,5	4,07	11,9	15,9	18,42	20,33	20,59	20,76	21,63	22,07	22,41

TABLA II: Absorción de agua en función del tiempo para tierra Ti-II

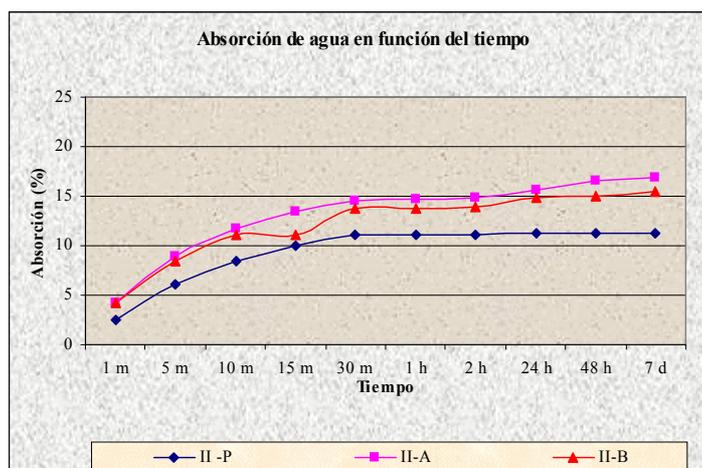


Fig. 2: Variación de la absorción para tierra Ti-II

En la Fig. 2 se observa un comportamiento similar al descrito para las muestras realizadas con la tierra I. Se verifica un aumento de la absorción en los tres casos, con sólo haber modificado una sola variable -el tipo de tierra-.

En las muestras patrón fue de un 15 % promedio, mientras que en las que contienen aditivo hidrófugo de acción físico-química en su masa, fue de un 40 %. La justificación se encuentra al analizar las propiedades físicas de ambas tierras.

Según se observa en las planillas de identificación de las tierras, el peso unitario de la tierra II es un 10 % menor que el de la tierra I. Esto indica el contenido de partículas más livianas o de mayor porcentaje de vacíos en su masa.

Del ensayo de sedimentación se desprende que la tierra II no posee arcilla, es decir, no contiene la fracción granular más fina; la distribución de la curva granulométrica

sigue una traza menos extendida que la tierra I. Conceptualmente se concluye que la tierra I permite obtener mayor compacidad.

La arcilla se comporta como un aglomerante natural que al envolver los granos de arena y limo los impermeabiliza, disminuyendo el volumen de vacíos a ocupar por el agua absorbida.

Respecto de la muestra patrón, los aditivos empleados producen el mismo comportamiento que en el caso de la tierra I, aumentando el porcentaje de absorción en ambos casos, en un 80 % aproximadamente.

Ello refuerza el razonamiento sobre el efecto provocado por los aditivos: las arcillas poseen la propiedad de aglutinar partículas generando tensiones de adherencia intergranular (cohesión) en la tierra; la cantidad y composición química de aquellas determinará la magnitud de éstas.

Por lo tanto, como la tierra II no contiene arcilla, la acción desarrollada por los aditivos pudo ser mayor, dado su baja cohesión.

c) Tratamiento superficial

Esta alternativa busca, a través de métodos simples y de aplicación posterior a la ejecución de la mampostería, estudiar el mecanismo de absorción de muestras con tierra de diferentes características- Tierra I y Tierra II, tratadas con resinas poliuretánicas.

TABLA III: Absorción de agua en función del tiempo para tierra Ti-I y tierra Ti-II, para probetas patrón y tratamiento superficial

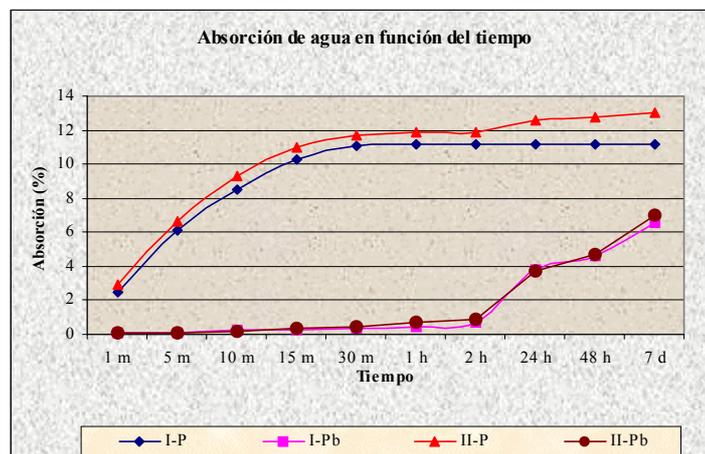


Fig. 3: Variación de la absorción para tierra Ti-I y tierra Ti-II, para probetas patrón y con tratamiento superficial

Se observa una importante reducción en la cantidad de agua que absorben las muestras, en cada período de medición. A los 30 minutos, la absorción es menor a 0,5 % en peso, mientras que a los 7 días no supera el 7 % para ambos tipos de tierra (50 a 60 % menos que sin tratamiento superficial).

El proceso de absorción en las muestras con tratamiento superficial responde a una distribución aproximadamente lineal, mientras que en las patrón se asemeja a una curva parabólica, registrando un valor máximo a los 30 minutos.

Esto resulta importante, si se tiene en cuenta el tiempo de contacto directo del agua de lluvia sobre el material, respecto de la cantidad de agua que este podría absorber en ese lapso.

VI. CONCLUSIONES

La absorción de agua en probetas de tierra-cemento comprimido, sin recubrimiento o sin incorporación de hidrófugo, alcanza valores entre 10 y 14 % del peso original (medido en estado seco al aire), dependiendo del tipo de tierra empleada.

Si bien estos datos son obtenidos a 7 días, se comprueba que del 80 al 90 % del total de agua se absorbe durante los primeros 15 minutos.

El uso de recubrimiento en las probetas reduce considerablemente la cantidad de agua absorbida, alcanzando valores máximos del 6 al 7 % a los 7 días, lo que significa una disminución del 40 % respecto de aquellas probetas sin tratamiento.

El uso de aditivos hidrófugos (de uso masivo y reconocida eficacia en el medio) incorporados en la mezcla durante el proceso de elaboración de las probetas, produce un incremento de entre el 40 y el 50 % en la cantidad de agua absorbida, respecto de las muestras patrón para ambos tipos de tierra.

El tratamiento superficial de las probetas con resina poliuretánica, produce un retardo importante de la absorción de agua durante las primeras 2 horas de ensayo; luego se igualan los valores finales con las probetas sin tratamiento.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Mellace R.; Alderete, C. "Ensayos Físico-mecánicos de suelos y componentes constructivos de Tierra Cruda". Publicaciones LEME, Serie: Componentes Constructivos de la Envolvente. FAU-UNT, Tucumán, 1996.

CYTED-HABITED - Red Temática Habiterra "Sistematización del uso de la tierra en viviendas de interés social". Lima, Perú. 1993 / Salvador, Bahía, Brasil, 1993.

Gallegos, Héctor. "Albañilería Estructural". Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. 2ª Edición corregida y aumentada. 1989.

Arias, Lucía Elizabeth: Ingeniera Civil, orientación Estructuras. Docente asignaturas Construcciones 1 y Arquitectura de Tierra Cruda - FAU - UNT. Integrante del CRIATIC y de equipos de investigación en proyectos del CIUNT y de la ANPCyT. Investigador Categoría IV (CIN) - ce: arias-alderete@arnet.com.ar

Alderete, Carlos E: Ingeniero Civil, orientación Estructuras. Docente asignaturas Construcciones 1 y Arquitectura de Tierra Cruda - Director del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME - FAU - UNT). Integrante del CRIATIC y de equipos de investigación en proyectos del CIUNT y de la ANPCyT. Investigador Categoría IV (CIN) - ce: calderete18@hotmail.com

Mellace, Rafael F: Arquitecto. Profesor Titular asignaturas: Construcciones 1; Arquitectura de Tierra Cruda; y Diseño y Construcción con Madera - FAU - UNT - Director Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATIC - FAU - UNT). Director Proyectos de investigación del CIUNT y de la ANPCyT - Investigador Categoría I (CIN). ce: rfmellace@arnet.com.ar