

## **EFFECTO DE UN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE EN LA CAPILARIDAD DE UN MORTERO DE CEMENTO/ARENA EN EL NORTE DE PERÚ**

The effect of a waterproofing additive on the capillarity of a cement/sand mortar  
in northern Peru

Diego Ascate Vásquez <sup>1</sup>, Breitner Díaz Rodríguez<sup>1</sup>, Sandra Rodríguez Céspedes<sup>1</sup>,  
Sandra Peralta Ferrer y Cleiser Tantaquilla Cueva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Privada del Norte

Recibido jul. 2013; aceptado nov. 2013; versión final dic. 2013.

---

### **Resumen**

Esta investigación tiene como objetivo determinar el efecto de un aditivo impermeabilizante, en la capilaridad de un mortero de cemento Portland MS /arena en la ciudad de Trujillo (Perú), basándose en pruebas en el laboratorio de materiales y concreto de la Universidad Privada del Norte. Para tal efecto se elaboraron doce especímenes de mortero de forma cúbica, con cinco centímetros de lado, de los cuales, seis fueron utilizados como patrón y los seis restantes se elaboraron con un aditivo impermeabilizante en polvo, luego de siete días de fraguado se analizaron los especímenes para determinar los efectos en su capilaridad.

**Palabras clave:** Aditivo, capilaridad, mortero, impermeabilización.

### **Abstract**

This research report aims to study the effect of a waterproofing additive on capillarity Portland MS cement / sand mortar in the Trujillo city, Peru, based on testing in the Material and Concrete Laboratory of the Universidad Privada del Norte (UPN) university. For this purpose twelve, cubic shaped (with 5cm each side), mortar specimens were prepared, six of with were used as a control group, the rest of them were prepared with the use of a powder waterproofing additive, after seven days of curing, all of them were analyzed to determine the effects on the capillarity.

**Keywords:** Additive, capillarity, mortar, waterproofing.

## INTRODUCCIÓN

Es frecuente encontrar la humedad en edificios residenciales, viviendas, locales comerciales, centros de formación, establecimientos de salud, entidades financieras, etcétera (Urrutia Díaz, 2005). Este problema persiste sobre todo en las viviendas y resulta incómodo para sus habitantes vivir con la humedad, sensaciones de frío, la aparición de mohos, ácaros, manchas en las tapicerías, y probablemente ocasione enfermedades respiratorias.

*“No es complicado concluir que la humedad en las viviendas es un tema frecuente y común y que genera trastornos en la vida cotidiana, y su control es una tarea difícil porque aparece gradualmente y para poder solucionarlo es necesario saber cuál es el origen o que causa la misma”* (Dib Arguelles, 2009).

La humedad en las edificaciones se genera por las infiltraciones laterales, provenientes de suelos húmedos (sótanos), fenómenos de condensación, filtraciones de redes de agua y desagüe, fenómenos naturales como lluvias, inundaciones y por la ascensión capilar de las napas freáticas (aguas subterráneas). Las patologías que se evidencian en estas estructuras son principalmente las manchas, desprendimientos de pintura (Figura 1), revestimiento, aparición de eflorescencias en paredes, pisos, techos, etcétera (Jiménez López, 2005).

Muchos de los siniestros debidos a patologías, que directa o indirectamente se deben a la humedad suponen aproximadamente el 30% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2008), de allí la importancia en la ejecución de tratamientos específicos para prevenir la humedad en la etapa de ejecución de una construcción o edificación. Se debe considerar además que los procesos patológicos causados por la humedad, una vez ejecutada la construcción, no se deben sólo a una incorrecta ejecución de la

construcción sino a los esfuerzos y al ambiente a los que está sometida, y a otras causas no previstas (Jiménez López, 2005).

Las estructuras y edificaciones son diseñadas y construidas para satisfacer un conjunto de requisitos arquitectónicos, funcionales, estructurales, de comportamiento, estabilidad y seguridad durante cierto tiempo, sin que se generen costos inesperados por mantenimiento y reparación; este tiempo constituye la vida prevista o la vida proyectada en servicio. Normalmente, para las edificaciones convencionales este período de tiempo es de 50 años. Sin embargo, para las obras de infraestructura, algunas recomendaciones estipulan hasta 100 años o más (Sánchez de Guzmán, 2006).

Ante esta problemática, en este estudio establecemos el efecto de un aditivo impermeabilizante en la capilaridad de un mortero de cemento/arena, entendiéndose por capilaridad al ascenso del agua que está en contacto con sus caras, a través de los poros capilares. También identificamos las propiedades de la arena existente en la ciudad de Trujillo y la utilización del aditivo mencionado, con la finalidad de controlar uno de los tipos de humedad.

Para ello comparamos dos tipos de morteros (Molina Escobar, 2006) y utilizamos 12 muestras de 5cm x 5cm x 5cm, cada una, que se dividieron en dos grupos de seis especímenes con mortero normal y seis con aditivo impermeabilizante del mismo tipo.



**Figura 1. Desprendimiento de pinturas por efecto de humedad en tabiquería**

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la investigación experimental utilizamos una balanza con sensibilidad de 0.1 gr, estufa con temperatura de  $100 \pm 10^{\circ}$  C y probeta con precisión de 1 ml y los siguientes materiales: 2000 gr de agregado fino y agua potable, ambos de la ciudad de Trujillo y aditivo impermeabilizante en polvo (Sika, 2010).

Para la composición del mortero seguimos el procedimiento de la norma de referencia NTP 334.051 (Indecopi, 2006)/ ASTM C-109 (American Society for Testing and Materials, 1999), donde las proporciones en peso de materiales para el mortero fueron determinados por métodos analíticos con los valores de sus ensayos de agregado fino (agregado del río).

En el desarrollo del experimento preparamos 06 especímenes de mortero cemento Portland MS/arena simple y 06 de mortero cemento Portland MS /arena con aditivo impermeabilizante, y se evaluó la influencia en la absorción, capilaridad y resistencia a la compresión, usando una relación C:A= 1:4 y relación agua : aditivo = 1:4 , en peso.

Las cantidades que fueron mezcladas para formar la bachada para cinco cubos de ensayo, fueron calculadas con los datos obtenidos en laboratorio, referente al peso específico de masa del cemento, arena, pesos unitarios y porcentaje de absorción. Fue importante realizar el ensayo de contenido de humedad porque este valor varía con la humedad relativa del medio ambiente.

El diseño de cálculo para el grado de absorción, capilaridad y ensayo a compresión uniaxial, se detalla a continuación:

**Tabla 1. Especificaciones técnicas**

Variable	AGUA	CEMENTO	ARENA
P.E. ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1	3.1	2.56
P.U.S.S ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	-	1500	1493
C.H. %	-	-	4.28
ABSORCIÓN %	-	-	2.4

Fuente: Elaboración propia.

\*Dosificación cemento, arena y agua = 1/ 4 / 0.75

\*Cantidad de aire incluido = Aire incluido 1%

\*Porcentaje por desperdicio= 10%

**Tabla 2. Materiales del mortero**

Materiales	Materiales por $\text{m}^3$	Materiales secos
Cemento	8.87 bls	376.98 kg
Agregado fino	1.004 $\text{m}^3$	376.98 kg
Agua diseño	282.68 L	1499 kg

Fuente: Elaboración propia.

Colocamos una capa de 25mm (1") de espesor (aproximadamente la mitad del molde de vidrio), en cada uno de los compartimientos y los apisonamos con 32 golpes, aplicados sobre la superficie en cuatro etapas de ocho golpes adyacentes cada una, como se ilustra en la Figura 2.



**Figura 2. Elaboración de especímenes de mortero**

Los golpes de cada etapa se dieron siguiendo una dirección perpendicular a los de la anterior y la presión del compactador (13mm \* 16 mm \* 150 mm según NTP 334.003:2008 (Indecopi, 2008) - ASTM C 230 (American Society for Testing and Materials, 2008). Por la presión aseguramos el llenado de los compartimientos. Luego completamos las cuatro etapas de compactación en cada compartimiento, antes de seguir con la siguiente fase. Una vez terminada la etapa de la primera capa en todos los compartimientos, se llenaron con una segunda capa.

Al finalizar la compactación, las caras superiores de los cubos quedaron un poco más altas que el borde superior de los moldes. La superficie de los cubos fue alisada con la parte plana de la espátula, retirando el mortero sobrante con un movimiento de vaivén NTP 334.051:1998 (Indecopi, 2008) - ASTM C 109 (American

Society for Testing and Materials, 2008), para finalmente rotular a las probetas de los mortero elaborados.

Luego de 24 horas de fraguado, procedimos a desencofrar, para poder etiquetarlos y se inició el proceso de curado durante siete días (Figura 3). Finalmente, se dejó secar a temperatura ambiente 24 horas, con sus respectivas etiquetas.



**Figura 3. Curado de las probetas de mortero cemento/arena**

### **Procedimientos y Actividades**

Posterior a los siete días de fraguado medimos las muestras con el *vernier* y se determinó el promedio de cada dimensión. Seguidamente fueron colocadas en el horno a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, hasta obtener el peso constante y determinar el peso seco de la muestra.

Luego colocamos unos tacos de 1cm de altura (Figura 4), dentro de la bandeja y las muestras de mortero sobre dichos tacos; seguidamente vertimos agua hasta alcanzar la altura de los tacos (1cm).

Las muestras se dejaron dentro del agua durante tres horas y posteriormente sacamos la bandeja con las muestras. Estas fueron secadas por todas las caras con mucho cuidado para obtener el peso del mortero con el agua absorbida.

Por la diferencia de pesos obtuvimos la cantidad de agua absorbida (P) ver Figura 5, luego medimos el fleco capilar en  $\text{cm}^2$ , que es el área humedecida del mortero a partir de 01 centímetro medido (S). Para determinar la capilaridad utilizamos las siguientes expresiones:

$$S = 2(a + b) * h_i$$

$$K = \frac{P * t}{S}$$

Dónde:

a: Ancho promedio de la muestra.

b: Profundidad o largo de la muestra.

$h_i$ : Altura que alcanza la humedad de la muestra.

P: Peso del agua absorbida (gr).

S: Área lateral del fleco capilar ( $\text{cm}^2$ ).

t: Tiempo de exposición con el agua (min).



**Figura 4. Ensayo de capilaridad de los morteros cemento/arena**





**Figura 5. Pesado de muestras para la determinación del peso absorbido por capilaridad**

## RESULTADOS

De los doce cubos de mortero cemento/arena, obtuvimos los siguientes resultados de capilaridad.

**Tabla 3. Resultados de ensayo de capilaridad – muestras sin aditivo**

Espécimen N°	1	2	3	4	5	6
Peso seco gr	254.9	244.5	246.5	252.4	244.5	252.8
Peso muestra absorbida gr	266	248.8	262	260.8	257.4	266.6
Agua absorbida gr (p)	11.1	13.3	12.5	9.4	12.9	10.8
Ancho promedio cm	5.07	5.05	5.02	5.03	4.96	5.03
Profundidad cm	5.03	5.06	4.97	5.01	5.06	4.98
Altura de fleco cm	3.8	4	3.9	3.6	3.5	3.3
Área del fleco capilar (S) $cm^2$	24.847	25.843	23.856	24.724	25.847	23.846
Tiempo min. (t)	186	186	186	186	186	186
K Capilaridad	83.1	95.72	97.46	70.72	92.83	84.24

Capilaridad Promedio = $\frac{gr*min}{cm^2}$ :	87.34
Desviación Estándar:	9.19
Coefficiente de Variación:	11.52%

---

Fuente: Laboratorio de Materiales y Estructuras – UPN.

**Tabla 4. Resultados de ensayo de capilaridad – muestras con aditivo**

Espécimen N°	1	2	3	4	5	6
Peso seco gr	257.7	254.2	258.7	257.7	255.7	252.7
Peso muestra absorbida gr	260.1	256.8	261.3	260.5	258.7	254.7
Agua absorbida gr (p)	2.4	2.6	2.6	2.8	3	2
Ancho promedio cm.	5.10	5.57	5.04	5.15	4.97	5.12
Profundidad cm.	4.95	5.2	5.15	5.04	5.08	4.98
Altura de fleco cm.	3.1	3.2	3.32	3.15	3.1	2.9
Área del fleco capilar (S) $cm^2$	18.938	16.424	16.234	15.842	17.244	15.837
Tiempo min. (t)	186	186	186	186	186	186
K Capilaridad	23.57	29.44	29.79	32.87	32.36	23.49
Capilaridad Promedio = $\frac{gr*min}{cm^2}$ :						28.58
Desviación Estándar:						14.31
Coefficiente de Variación:						14.5%

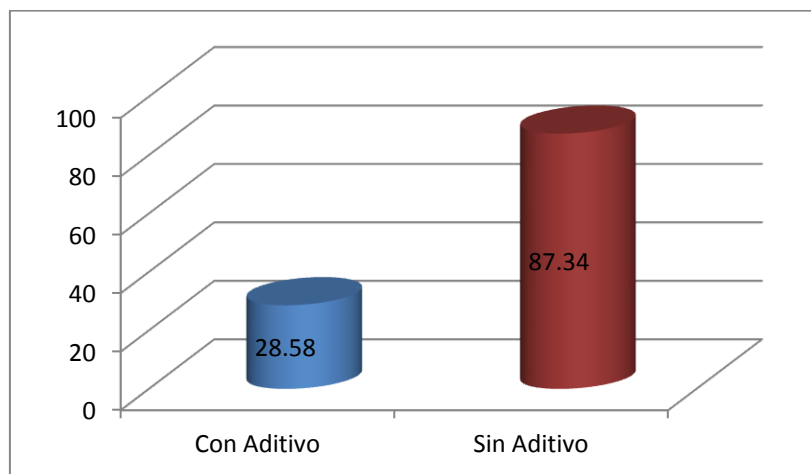
---

Fuente: Laboratorio de Materiales y Estructuras – UPN.

## DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos, se puede evidenciar que al adicionar un aditivo impermeabilizante, se disminuyó de 87.34 gr\*min/cm<sup>2</sup> a 28.58 gr\*min/cm<sup>2</sup>, lo que representa una disminución de 32% (Figura 6).

Estos resultados se deben a que el aditivo impermeabilizante es de tipo hidrófugo y tapa lo poros capilares presentes en la mezcla, de éste modo impide que el agua pueda transportarse libremente a través de su estructura, lo cual se evidencia en una disminución del fleco capilar y del peso del agua absorbida durante el ensayo de capilaridad.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6. Resultados de capilaridad de los morteros con aditivo y las muestras sin aditivo**

## CONCLUSIONES

1. Los aditivos hicieron del mortero un material más impermeable.
2. La capilaridad de los morteros con aditivo son menores que las que no contienen el aditivo, lo que representa un 32.72% menos.

3. El área del fleco capilar de los morteros con aditivo es mucho menor que los morteros sin aditivo en un 33%.

### **Agradecimiento**

Al ingeniero Wiston Henry Azañedo, por su asesoría.

**Nota.** Las imágenes contenidas en este artículo tienen la respectiva autorización de sus autores y protagonistas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

American Society for Testing and Materials (1999). *Standard Method for Determining Compressive Strength of Hydraulic Mortars*. Washington.

American Society for Testing and Materials. (2008). *Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement*. Washington.

Dib Arguelles, S. (2009). *Diagnóstico, Prevención y Reparación de Humedades en Viviendas* (Licenciatura). Universidad de las Américas Puebla. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Cholula. Recuperado a partir de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/dib\\_a\\_s/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/dib_a_s/)

Indecopi. (2006). CEMENTOS. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lad.* 4a. ed. Lima.

Indecopi. (2008). CEMENTOS. *Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.* 3a. ed. Lima.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2008). *Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda*. Lima: INEI.

Jiménez López, L. (2005). *Humedades en la construcción*. Ediciones CEAC.

Molina Escobar, K. A. (2006). *Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escorias de horno* (Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, Guatemala.

Sánchez de Guzmán, D. (2006). *Durabilidad y patología del concreto*. Bogotá: Instituto del Concreto.

Sika. (2010). *Sika® 1 Impermeabilizante de Fraguado Normal*. Recuperado 4 de diciembre de 2010, a partir de <http://www.sika.com.pe/Construccion/Modules/GetFile.ASP?Type=4&Code=190&VO=1>

Urrutia Díaz, E. (2005). *Mk\_kikePiTbull*. Recuperado 25 de enero de 2013, a partir de <http://www.urrutiaekinsanepitbull.blogspot.com/>