

# protección temporal de la impermeabilización de una cubierta

881-4

CARLOS SAFRANEZ, Dr. ingeniero

## sinopsis

Según lo demuestra la experiencia, al colocar una capa gruesa de mortero como protección temporal de la impermeabilización, se observan con frecuencia fallos en la misma, lo que no ocurre, normalmente, al emplear una capa delgada. Parece que no existe un criterio claro y unánime para explicar este hecho y se pretende aclarar la situación exponiendo los efectos que se producen en la membrana impermeabilizante, al agrietarse la capa de protección.

Se demuestra que lo mismo la fuerza de tracción producida en la capa de protección debido a los cambios de la temperatura ambiente y que actúa sobre la membrana impermeabilizante, como la eficacia de la sujeción de la misma sobre el soporte base, están relacionadas con el espesor de la capa de protección.

A mayor espesor corresponde una mayor fuerza de tracción y una sujeción más eficaz, por lo que la aplicación de una capa de mortero excesivamente gruesa, como protección temporal, puede ser causa de una avería de la membrana impermeabilizante.

## 1. INTRODUCCION

Al estar previsto un solado como protección de la impermeabilización de una cubierta es recomendable, y hasta imprescindible, recubrirla previamente con una capita de mortero pobre de aproximadamente 1 cm de espesor, con el fin de protegerla contra los posibles daños al ejecutar el solado.

Esta protección temporal es también importante al permanecer la impermeabilización una temporada considerable, sin la protección definitiva y expuesta, por consiguiente, a deterioros, debido al tránsito inevitable.

## 2. CAPA GRUESA DE MORTERO COMO PROTECCION TEMPORAL

Se observa que, en algunos casos, esta protección temporal se ejecuta colocando una capa de mortero de espesor considerable, de unos 4 cm y hasta más, sea para permitir el tránsito, sea con la idea de reforzar la protección temporal.

Según demuestra la experiencia, esta protección gruesa no representa ninguna ventaja sino, todo lo contrario, un gran inconveniente que puede producir hasta graves daños en la impermeabilización.

## 3. APARICION DE GOTERAS

Al agrietarse la capa gruesa de mortero, generalmente se corta también la lámina imper-

meabilizante en el mismo lugar de la grieta, con la consiguiente aparición de filtraciones de agua.

Este hecho hace suponer que la lámina colocada no debía reunir las condiciones adecuadas ya que, vista la aparente insignificancia de las grietas o fisuras producidas, de estar en buen estado, debería haber resistido sin agrietarse a la tracción correspondiente.

## 4. RESULTADO DE LA INSPECCION DE LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE

Al descubrir la membrana averiada, se encuentra, normalmente, que ésta da la impresión de estar cortada por un cuchillo y causa sorpresa encontrarla en perfecto estado de conservación y colocación a ambos lados del corte.

Lo chocante es el hecho de que durante el tiempo, en muchos casos bastante considerable, en que la cubierta impermeabilizada permaneció sin ninguna clase de protección, no se observaron filtraciones y que éstas se produjeron solamente después de haber colocado la capa de mortero.

Esta circunstancia parece indicar la posibilidad de que los desperfectos de la impermeabilización se produjeron durante la ejecución de la protección. Pero la coincidencia de las grietas en la capa de protección con los cortes de la membrana impermeabilizante, encon-

trándose la membrana en sí en buen estado de conservación, permite rechazar esta suposición.

Parece que no existe un criterio claro y unánime para explicar este fenómeno, por lo que estimamos conveniente intentar una explicación del mismo, con el propósito de evitar gastos inútiles y discusiones siempre molestas y enojosas.

## 5. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA MAGNITUD DE ESFUERZOS A QUE SE VE SOMETIDA LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE

La capa de protección de mortero se dilata y se contrae continuamente debido a los cambios de temperatura ambiente y, al estar colocada directamente encima de la membrana impermeabilizante, transmite sobre ésta los esfuerzos correspondientes. La magnitud de estos esfuerzos depende de varios factores que vamos a reseñar a continuación.

### 5.1. Juntas de contracción

Con el fin de disminuir los efectos de los cambios volumétricos de la capa de protección, se ordenan juntas de contracción a distancias adecuadas, pero éste no es el caso, normalmente, para las capas de protección temporal.

En el apartado 6 vamos a ocuparnos detalladamente de la situación de la membrana impermeabilizante al producirse un agrietamiento en la capa de protección.

### 5.2. Peso de la capa de protección

Debido a su peso, la capa de protección sujeta la membrana impermeabilizante contra su soporte base. A mayor espesor de la capa, corresponde una sujeción más eficaz.

### 5.3. Sistema de impermeabilización

De acuerdo con la fijación de la membrana impermeabilizante sobre su soporte base, distinguimos tres distintos sistemas de impermeabilización, o sea, adherido, semiadherido y no adherido.

Ya que el objeto de esta publicación se limita a analizar la influencia del espesor de la capa de protección sobre la eficacia de la impermeabilización, no vamos a extendernos sobre las ventajas e inconvenientes de los distintos sistemas, indicando solamente que, para el caso que nos interesa, el sistema no adherido resulta el más favorable.

### 5.4. Fuerza de tracción

Al experimentar un cambio volumétrico la masa de la capa de protección, debido a una diferencia de la temperatura ambiente, se produce una tensión  $\sigma$  a la que corresponde una fuerza de tracción  $F$ , siendo  $S$  la sección de la capa.

$$F = \sigma \times S \text{ kg}$$

La fuerza  $F$  es proporcional a la sección  $S$  del mortero afectado. A mayor espesor de la capa de protección corresponde una mayor fuerza  $F$ .

El valor de  $\sigma$  depende de la magnitud de la diferencia de la temperatura  $\Delta T$ , del coeficiente de dilatación  $D$  del mortero y de su módulo de elasticidad  $E$ .

$$\sigma = \frac{\Delta T \times E}{D} \text{ kg/cm}^2$$

La tensión  $\sigma$  es proporcional a la magnitud de las diferencias de temperatura, siendo  $D$  y  $E$  valores constantes.

Para una diferencia de temperatura  $\Delta T$  de  $40^\circ \text{C}$ , con un coeficiente de dilatación  $D$  de  $1/100.000$  y un módulo de elasticidad  $E$  de  $140.000 \text{ kg/cm}^2$ , resulta:

$$\sigma = \frac{40 \times 140.000}{100.000} = 56 \text{ kg/cm}^2$$

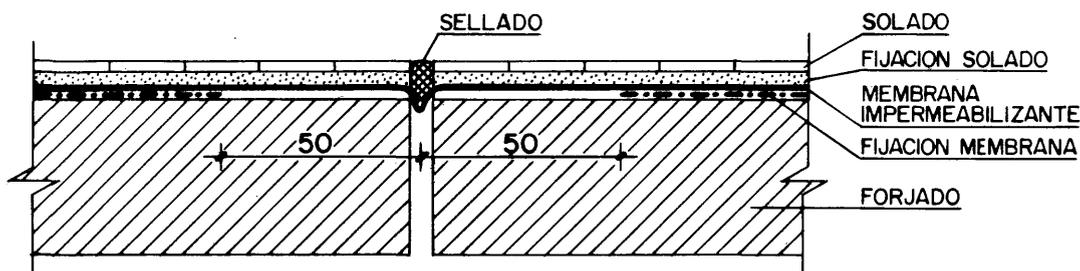
Para un espesor de la capa de 4 cm y una anchura de 100 cm, resulta:

$$F_4 = 56 \times 4 \times 100 = 22.400 \text{ kg}$$

Para un espesor de 1,5 cm, resulta:

$$F_{1,5} = 56 \times 1,5 \times 100 = 8.400 \text{ kg}$$

De acuerdo con lo expuesto, hay que tener bien presente que lo mismo la eficacia de la



1

sujeción de la membrana impermeabilizante contra su soporte base que la fuerza  $F$  producida en la capa de protección debido a los cambios de temperatura ambiente, están relacionadas con el espesor de la capa.

## 6. EFECTOS QUE SE PRODUCEN DEBIDO AL AGRIETAMIENTO DE LA CAPA DE PROTECCION

¿Qué ocurre con la membrana impermeabilizante al agrietarse la capa de mortero colocada directamente encima de la misma?

Para facilitar la aclaración de este problema, vamos a tomar, como punto de partida, la impermeabilización de una junta de contracción de una cubierta, ya que una grieta actúa de hecho como una junta de contracción.

### 6.1. Impermeabilización de una junta de contracción a base de una lámina de material sintético

Tenemos delante de nosotros instrucciones para la colocación, en forma **adherida**, de una lámina de material sintético, de una calidad muy superior a las normalmente empleadas en impermeabilizaciones de cubiertas, con un alargamiento a la rotura muy por encima del 100 %.

Para impermeabilizar una junta de contracción se emplea la misma lámina en forma continua, exigiendo solamente que la misma se coloque en forma **no adherida** en una anchura de 50 cm a ambos lados de la junta (fig. 1).

¿Qué significa esta exigencia? Se pretende conseguir que, al dilatarse o contraerse la junta, participe en este movimiento no solamente la longitud de la lámina que recubre la junta, sino también una longitud adicional de la misma de 100 cm.

### 6.2. Anchura de la junta de contracción

La característica más destacada y de mayor importancia de la junta de contracción es el hecho de que su anchura está sujeta a una variación constante, se estrecha o se ensancha continuamente de acuerdo con la temperatura ambiente.

Contando con una diferencia de temperatura de 40° C y tomando, con cierta exageración, una distancia de 15 m como la separación entre las juntas, la diferencia  $\Delta a$  de la anchura inicial de la junta de  $a$  cm, resulta ser de 0,6 cm para un coeficiente de dilatación del hormigón de 1/100.000.

$$\Delta a = \frac{1.500 \times 40}{100.000} = 0,6 \text{ cm}$$

Esta diferencia de la anchura de la junta representa solamente un 0,6 % de la longitud de 100 cm de la lámina afectada, según lo expuesto en el apartado 6.1, siendo su alargamiento a la rotura superior al 100 %.

Aun suponiendo que debido a ciertas circunstancias quedasen afectados solamente 50 cm de la lámina, su alargamiento no supondría más del 1,2 %.

Esta medida de precaución puede parecer exagerada, pero entra de lleno dentro de la tendencia saludable de conseguir un máximo de seguridad con un mínimo de gastos, consistiendo éstos solamente en evitar la adherencia de la lámina en una anchura de 50 cm a ambos lados de la junta.

### 6.3. Agrietamiento de una capa gruesa de mortero

¿Qué ocurre en la membrana impermeabilizante situada fuera de la junta de contracción, al agrietarse, en todo su espesor, una capa gruesa de mortero de protección?

Nos encontramos, precisamente, ante la situación que se pretendía evitar al exigir la colocación **no adherida** de la lámina a ambos lados de la junta (fig. 1).

La membrana impermeabilizante se encuentra **no solamente adherida, sino además fuertemente sujeta** debido al elevado peso de la capa gruesa de mortero, actuando sobre ella una fuerza de tracción  $F$  cuya magnitud es proporcional al espesor de la capa de mortero (ver apartados 5.2 y 5.4).

Al abrirse una grieta y quedar prácticamente impedido el libre deslizamiento de la membrana, resulta afectada solamente una parte sumamente reducida de la misma, la cual tiene que dilatarse de acuerdo con la anchura de la grieta.

Hasta en el caso de grietas muy estrechas, el alargamiento correspondiente puede tener un valor muy elevado y llegar a superar el alargamiento a la rotura de la membrana.

Para el caso teórico de una longitud cero de la membrana afectada por el agrietamiento, a su alargamiento relativo corresponde el valor teórico de infinito, lo que significa una rotura inmediata de la misma.

## 7. EFECTOS AGRAVANTES

Aparte de lo expuesto anteriormente, hay que tener presentes los siguientes factores que contribuyen a agravar aún más la situación.

**7.1.** El agrietamiento de la capa de protección no se produce, normalmente, en forma de un movimiento progresivo, sino en forma repentina y brusca.

**7.2.** Al dilatarse la obra y cerrarse la grieta, aparte del movimiento en sentido horizontal, puede producirse, también un desplazamiento de los bordes de la grieta en sentido vertical, con el consiguiente efecto de cizallamiento, añadiendo un factor importante a los esfuerzos a que se ve sometida la membrana impermeabilizante.

Esto puede explicar la impresión de un corte producido por un cuchillo que se observa en las membranas impermeabilizantes averiadas (ver apartado 4).

**7.3.** Una vez producida la grieta, ésta actúa como una junta de contracción, sujeta a un ciclo de contracciones y dilataciones de acuerdo con los cambios de la temperatura ambiente. A pesar de que estos movimientos se producen en forma progresiva y no brusca, debido a su carácter permanente y la resultante fatiga del material, introducen el importante factor tiempo en los esfuerzos a que está sometida la membrana impermeabilizante.

Efectivamente, según lo demuestra la experiencia, las filtraciones de agua que se observan en una cubierta con una protección temporal, se producen, normalmente, al permanecer ésta una temporada relativamente prolongada sin la protección definitiva.

## **8. EFECTOS ATENUANTES**

Por otro lado, podemos contar también con algunos factores que producen un efecto atenuante, al agrietarse la capa de protección.

Debido a las condiciones reales de la obra, la sujeción de la membrana impermeabilizante contra su soporte base no es perfecta, normalmente, por lo que resulta posible un cierto deslizamiento de la misma.

Al tener la membrana impermeabilizante características plásticas, el efecto del agrietamiento de la capa de protección se atenúa, debido a la deformación plástica de la membrana. Para que no se produzcan goteras, la misma debe conservar un espesor suficiente, a pesar de la deformación, para poder resistir, sin agrietarse, los movimientos continuos de la grieta debidos a los cambios de la temperatura ambiente.

Pero, aun suponiendo que el tramo afectado de la membrana tuviera 2 cm de longitud, una grieta de 0,2 cm de ancho representaría un

alargamiento muy notable, y a la larga peligroso, del 10 %.

## **9. PROTECCION TEMPORAL DE LA IMPERMEABILIZACION POR MEDIO DE UNA CAPA DELGADA DE MORTERO**

¿Qué ocurre al colocar una capa de unos 1,5 cm de espesor? Según lo demuestra la experiencia, esta clase de protección temporal no da lugar, normalmente, a ninguna clase de reclamaciones. A pesar de producirse ciertas grietas, éstas no afectan a la eficacia de la membrana impermeabilizante.

¿Cómo se explica este fenómeno, en contra de lo que ocurre con una capa gruesa?

De acuerdo con lo demostrado en el apartado 5, lo mismo el valor de la tracción que ejerce la capa de mortero sobre la membrana impermeabilizante, al modificar su longitud debido a los cambios de la temperatura ambiente, que la eficacia de la sujeción de la misma, están en relación directa con el espesor de la capa de protección. A mayor espesor corresponde una mayor fuerza de tracción, lo mismo que una sujeción más firme, y viceversa.

Este hecho nos facilita la explicación de los resultados favorables obtenidos con el empleo de la capa delgada para la protección temporal de la impermeabilización.

## **10. CONCLUSION**

Resumiendo lo tratado creemos haber podido exponer los factores que provocan el agrietamiento de las membranas impermeabilizantes protegidas temporalmente por medio de una capa de mortero excesivamente gruesa, con la consiguiente aparición de goteras.

Los mismos factores nos ofrecen, naturalmente, la explicación de la coincidencia de las filtraciones de agua con las grietas producidas en el solado en una obra acabada.

La causa inicial de estos fallos de la impermeabilización es el agrietamiento de la capa de protección. Disponemos de medidas constructivas para evitar este agrietamiento y que consisten en la armadura adecuada de la capa de mortero y en la disposición de juntas de contracción con una separación prudente.

Pero estas medidas no se aplican en una protección temporal, por lo que tenemos que insistir en que la aplicación de una capa de mortero excesivamente gruesa, aparte de su coste, representa un problema serio para la eficacia de la impermeabilización, lo que conviene tener muy en cuenta.

## résumé

### Protection temporaire de l'imperméabilisation d'une couverture

Carlos Safránez, Dr. Ingénieur

L'expérience démontre qu'en plaçant une couche épaisse de mortier comme protection temporaire de l'imperméabilisation, on observe fréquemment des défauts dans celle-ci, ce qui n'est pas le cas, normalement, avec une couche mince.

Il semble qu'il n'existe pas de critère clair et unanime pour expliquer cet état de chose et l'on désire ici éclaircir cette question en montrant les effets qui se produisent dans la membrane imperméabilisante quand la couche de protection se fissure.

Il est démontré ici que la force de traction produit dans la couche de protection, due aux changements de température ambiante, qui agit sur la membrane imperméabilisante, ainsi que l'efficacité de la fixation de cette dernière au support de base, ont en relation avec l'épaisseur de la couche de protection.

Plus la couche est épaisse plus la traction est forte et la fixation plus efficace, ce qui implique qu'une couche de mortier excessivement épaisse, comme protection temporaire, peut être cause d'avaries de la membrane imperméabilisante.

## summary

### Temporary protection of the water-proofing of a roof

Carlos Safránez, Dr. in engineering

As experience tells us, when placing a thick mortar layer for temporary protection for the water-proofing, it is common to detect faults or cracks, which do not normally occur when mortar layer is thin.

There does not seem to be a clear and unanimous explanation of this fact and an attempt is made to clarify the situation through an understanding of the effects on the waterproofing membrane when the protective layer cracks up.

It is shown here that the traction generated in the protective layer by atmospheric temperature changes, acting on the waterproofing membrane and the effects on the effectiveness of its fastenings to the supporting base, are both related to the thickness of the protective layer.

The thicker the layer, the greater the traction force and thus the greater fastening efficiency. Therefore, the application of an excessively thick temporary protection, can cause damage to the water-proofing membrane.

## zusammenfassung

### Vorübergehender Schutz der Imprägnierung eines Daches

Carlos Safránez, Dr. Ing.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei Aufbringung einer dicken Mörtelschicht als vorübergehender Schutz der Imprägnierung häufig Fehler festgestellt werden, die normalerweise bei einer dünnen Schicht nicht auftreten.

Anscheint besteht kein eindeutiges, klares Kriterium zur Erklärung dieser Tatsache, und man versucht, das Problem durch die Darlegung der Wirkungen zu klären, welche in der Isoliermembrane hervorgerufen werden, wenn es in der Schutzschicht zu Rissen kommt.

Es wird gezeigt, dass sowohl die Zugkraft, die in der Schutzschicht auf Grund der Schwankungen der Umgebungstemperatur entsteht und auf die Imprägniermembrane einwirkt, als auch die Wirksamkeit der Befestigung derselben auf der Auflage mit der Stärke der Schutzschicht verbunden sind.

Einer grösseren Dicke entspricht eine höhere Zugkraft und eine wirksamere Befestigung, wodurch bei Anwendung einer übermässig starken Mörtelschicht als vorübergehender Schutz Störungen in der Isoliermembrane hervorgerufen werden können.

# publicación del i. e. t. c. c.

## PLACAS

**K. Stiglat y H. Wippe**

Drs. Ingenieros

Traducción de Juan Batanero  
Dr. Ingeniero de Caminos

con la colaboración de  
**Francisco Morán**  
Ingeniero de Caminos

Este libro, cuidadosa y magníficamente editado, reúne, quizás, la más completa colección conocida de tablas para placas, por los numerosos casos de vinculación y de carga estudiados y por la abundancia de relaciones de dimensión y de datos ofrecidos, que cubren prácticamente todo el campo de las losas en edificación. Permite desarrollar, con comodidad, rapidez y una aproximación suficiente, los cálculos de dimensionamiento y comprobación, obviando las dificultades que como es sabido, presenta el desarrollo numérico de los métodos de cálculo de estos elementos, evitando enojosas operaciones.

Trata la obra sobre «Zonas de Placas», «Placas sobre apoyos puntuales», «Placas apoyadas en dos, tres y cuatro bordes» y «Placas apoyadas elásticamente», tipos que en la actualidad disponían de una documentación, incompleta o nula, para la determinación de esfuerzos. Los corrimientos de la placa, como valores previos para la determinación de los momentos, han sido obtenidos por medio del Cálculo de Diferencias, método que se ha comprobado como suficientemente satisfactorio, aún en su forma simple, aplicado con un cierto control.

Un volumen encuadernado en tela, de 30,5 × 23,5 cm, compuesto de 92 págs. Madrid, 1968.

Precios: España, 925 ptas.; extranjero, \$ 19.50.