

679-3

## los cambios de temperatura en los revestimientos

# epoxi

M. FERNANDEZ CANOVAS,  
ingeniero de armamento y construcción

### sinopsis

Este estudio teórico sobre las tensiones que se producen entre una capa de mortero epoxi y la base de hormigón tiene un fin eminentemente práctico: comprobar que no se produce desprendimiento en las capas de morteros epoxi en revestimientos en general y, particularmente, en pavimentos de este tipo.

Actualmente se están haciendo obras de pavimentación para laboratorios, fábricas, talleres, etc., valiéndose de las inmejorables características resistentes que presentan los indicados morteros, pero todas estas aplicaciones se están realizando de una forma empírica, en lo que se refiere al estudio del comportamiento de estos pavimentos sometidos a cambios de temperatura.

En el presente trabajo se hace un análisis de las tensiones que se producen como consecuencia de estos cambios, y en él el autor llega a interesantísimas consecuencias.

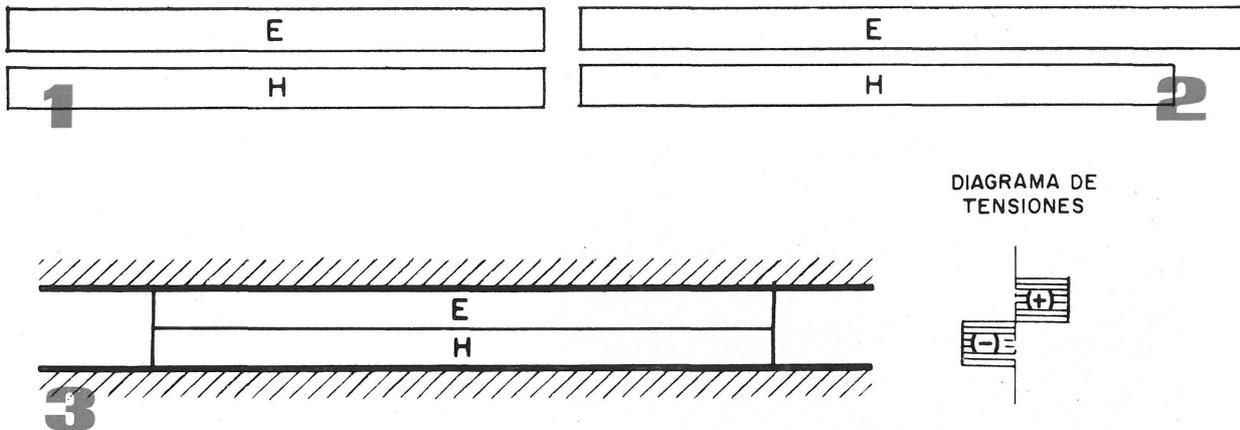
### introducción

Los revestimientos epoxi en suelos industriales se están aplicando cada día más, debido a sus buenas cualidades de resistencia al choque, a la abrasión y a los agentes químicos, tales como aceites, grasas, ácidos, etc.

La técnica de preparación de estos suelos es variada aunque el sistema más empleado consiste en utilizar un revestimiento de mortero epoxi, es decir, un mortero en el que el árido es una arena de granulometría muy estudiada, y el conglomerante, una resina epoxi adecuada. El mortero así formado se adhiere perfectamente al hormigón base, protegiéndolo y creando un solado de unas propiedades excepcionales.

Los revestimientos epoxi no sólo se utilizan en suelos, sino también en aquellos casos en que se requiere una gran resistencia al ataque por agentes químicos, como ocurre en los depósitos destinados a contener aceites, vinos, leche, agua destilada, petróleo, etc., y en general, productos que atacan al hormigón.

Ahora bien, debido a los diferentes coeficientes de dilatación térmica que posee el hormigón base sobre el que se hace la aplicación y la capa de mortero epoxi que se aplica sobre él, aparecen tensiones que es preciso determinar para ver si están dentro de valores admisibles o si, por el contrario, son excesivas, con lo que el hormigón o la capa de mortero se fisurarían con la consiguiente disminución de las resistencias de la base o del revestimiento. Por otra parte, hay que comprobar que estas tensiones no son capaces de separar la capa de mortero epoxi de la base de hormigón.



*El objeto del presente estudio es analizar los fenómenos mecánicos que tienen lugar en un revestimiento de este tipo, es decir, mortero epoxi sobre una base de hormigón y determinar las tensiones que aparecen cuando se produce un cambio de temperatura, para poder comprobar si éstas se hallan dentro de valores admisibles, o si llega a producirse el despegue del revestimiento.*

*Suponemos primeramente el caso general en que los espesores de mortero epoxi y de hormigón son cualquiera, para luego particularizar el estudio al caso frecuente de que la capa de mortero epoxi sea bastante más delgada que la del hormigón base.*

*Para entrar en este estudio veamos, primeramente, cómo se comportan estas capas de materiales con distintos coeficientes de dilatación térmica y con distintos módulos de elasticidad.*

### **principio de la acción térmica sobre el revestimiento epoxi**

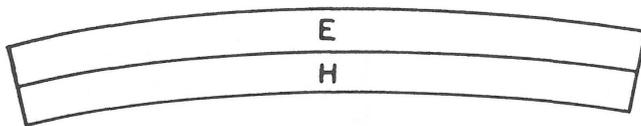
Supongamos, en primer lugar, que tenemos dos láminas separadas de igual longitud, una de mortero epoxi y otra de hormigón (fig. 1).

Si elevamos la temperatura de estas dos láminas separadas, es evidente que la de mayor coeficiente de dilatación se dilatará más que la otra. Estas dos láminas quedarán como muestra la figura 2, no habiéndose producido ninguna tensión por tratarse de una dilatación libre.

Si, por el contrario, las dos láminas de la figura 1 se pegan y se calienta el conjunto, pero impidiendo que existan deformaciones transversales, aparecerá en la lámina que tiene mayor coeficiente de dilatación térmica una compresión uniforme, mientras que la lámina de menor coeficiente de dilatación quedará tendida (fig. 3).

Las fuerzas debidas a estas tensiones dan lugar a un momento flector que hace que cuando desaparece la ligadura que impide la deformación transversal, el conjunto flexe y adquiera la forma de la figura 4. El diagrama de tensiones es el que aparece en la misma figura.

Vistos estos principios, pasemos a estudiar las tensiones que se producen al cambiar la temperatura desde la de ejecución que suponemos es  $t_0$  a una temperatura cualquiera  $t$ .



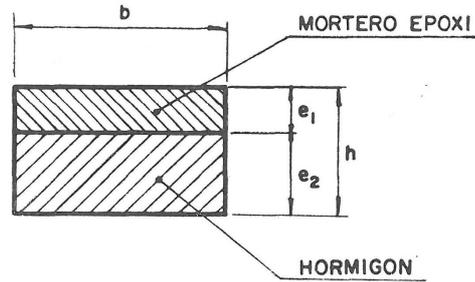
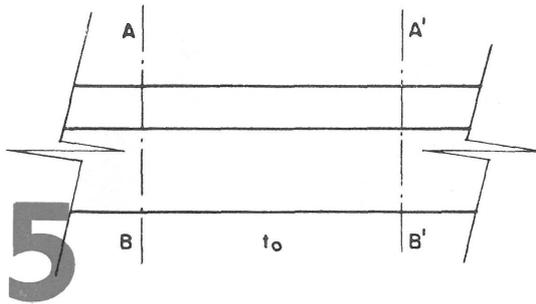
Las anotaciones que empleamos son las siguientes:

$S_e$	superficie transversal de la capa de mortero epoxi;	$e_2$	espesor de la capa de hormigón;
$S_h$	superficie transversal de la capa de hormigón;	$h$	espesor del conjunto hormigón-mortero epoxi;
$\alpha_e$	coeficiente de dilatación térmica del mortero epoxi;	$r$	radio de curvatura de la losa deformada;
$\alpha_h$	coeficiente de dilatación térmica del hormigón;	$I_e$	momento de inercia de la capa de mortero epoxi;
$E_e$	módulo de elasticidad del mortero epoxi;	$I_h$	momento de inercia de la capa de hormigón;
$E_h$	módulo de elasticidad del hormigón;	$E_e \cdot I_e$	rigidez a la flexión de la capa de mortero epoxi;
$\sigma_e$	tensión unitaria en la junta del mortero epoxi;	$E_h \cdot I_h$	rigidez a la flexión de la capa de hormigón.
$\sigma_h$	tensión unitaria en la junta del hormigón;		
$\delta_e$	deformación elástica del mortero epoxi;		
$\delta_h$	deformación elástica del hormigón;		
$t_0$	temperatura de ejecución;		
$t$	temperatura en un momento dado;		
$e_1$	espesor de la capa de mortero epoxi;		

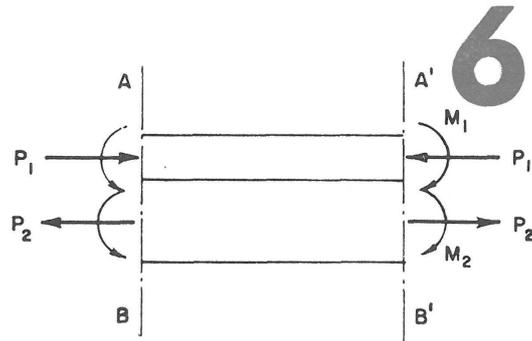
## **a** caso general

En este caso suponemos que las capas tienen un espesor cualquiera, con lo cual, al variar la temperatura, estaremos en el caso de la figura 4, es decir, habrá un cambio de longitud de la losa y al mismo tiempo una flexión de la misma.

Como el coeficiente de dilatación de la resina es mayor que el del hormigón, cuando crece la temperatura la losa se flexa, originando concavidad en la parte del hormigón.



Si suponemos que  $b$  es la anchura de una faja de la losa (fig. 5), al aumentar la temperatura la capa de mortero epoxi quedará comprimida por tener el coeficiente de dilatación superior al del hormigón y la capa de hormigón quedará tendida. Si, por el contrario, la temperatura baja, la capa de mortero epoxi quedará tendida, mientras que la de hormigón pasará a trabajar a compresión.



Si consideramos ahora un elemento de esta faja de ancho  $b$  separado de la pieza por dos secciones A-B y A'-B', las fuerzas internas ligadas a la sección de hormigón se reducirán a una fuerza de extensión  $P_2$  y a un par  $M_2$  (fig. 6). Del mismo modo, para la capa de mortero epoxi las fuerzas internas se reducirán a la de compresión  $P_1$  y al par  $M_1$ . Esto que suponemos, es el caso de aumento de la temperatura sobre la de ejecución  $t_0$ .

Las condiciones de equilibrio de estas fuerzas son:

$$P_1 = P_2 = P,$$

$$\frac{P(e_1 + e_2)}{2} = M_1 + M_2 \quad [1]$$

Como

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= \frac{E_e \cdot I_e}{r} \\ M_2 &= \frac{E_h \cdot I_h}{r} \end{aligned} \right\} \quad [2]$$

y

sustituyendo [2] en [1], se obtiene:

$$\frac{P(e_1 + e_2)}{2} = \frac{E_e \cdot I_e}{r} + \frac{E_h \cdot I_h}{r} \quad [3]$$

La otra ecuación para determinar  $P$  y  $r$  sale de considerar que en la superficie de unión de las dos capas el alargamiento unitario del mortero epoxi y del hormigón han de ser iguales; por tanto:

$$\alpha_h(t - t_0) + \frac{P_2}{E_h \cdot e_2 \cdot b} + \frac{e_2}{2r} = \alpha_e(t - t_0) - \frac{P_1}{E_e \cdot e_1 \cdot b} - \frac{e_1}{2r},$$

o bien, teniendo en cuenta que  $P_1 = P_2 = P$ :

$$\frac{P}{b} \left( \frac{1}{E_e \cdot e_1} + \frac{1}{E_h \cdot e_2} \right) = (\alpha_e - \alpha_h)(t - t_0) - \frac{e_1 + e_2}{2r} \quad [4]$$

De la [3] se deduce:

$$P = \frac{2}{r(e_1 + e_2)} (E_e \cdot I_e + E_h \cdot I_h),$$

y sustituyendo en [4]:

$$\frac{2}{b \cdot r(e_1 + e_2)} (E_e \cdot I_e + E_h \cdot I_h) \left( \frac{1}{E_e \cdot e_1} + \frac{1}{E_h \cdot e_2} \right) = (\alpha_e - \alpha_h)(t - t_0) - \frac{e_1 + e_2}{2r}.$$

Si sustituimos ahora los valores de los momentos de inercia

$$I_h = \frac{b \cdot e_2^3}{12} \quad \text{e} \quad I_e = \frac{b \cdot e_1^3}{12},$$

se obtiene:

$$\frac{1}{6r(e_1 + e_2)} (E_e \cdot e_1^3 + E_h \cdot e_2^3) \left( \frac{1}{E_e \cdot e_1} + \frac{1}{E_h \cdot e_2} \right) = (\alpha_e - \alpha_h)(t - t_0) - \frac{e_1 + e_2}{2r};$$

de aquí, y teniendo en cuenta que  $e_1 + e_2 = h$ , obtenemos:

$$\frac{1}{r} = \frac{(\alpha_e - \alpha_h)(t - t_0)}{\frac{1}{6h} \left( \frac{E_h}{E_e} e_2^3 + e_1^3 \right) \left( \frac{E_e}{E_h \cdot e_2} + \frac{1}{e_1} \right) + \frac{h}{2}} \quad [5]$$

expresión que nos da el radio de curvatura de la losa deformada y que nos indica, además, que la curvatura es tanto mayor cuanto: más grande es la diferencia entre los dos coeficientes de dilatación térmica; mayor es la diferencia de temperaturas entre la ambiente y la de ejecución del revestimiento; menores son los espesores de las dos capas consideradas, siendo, además, independiente de la longitud de la losa.

Sustituyendo [5] en [3] y [2], tendremos:

$$P = \frac{b}{6h} \left[ \frac{(\alpha_e - \alpha_h)(t - t_0)}{\frac{1}{6h} \left( \frac{E_h}{E_e} e_2^3 + e_1^3 \right) \left( \frac{E_e}{E_h \cdot e_2} + \frac{1}{e_1} \right) + \frac{h}{2}} \right] (E_h \cdot e_2^3 + E_e \cdot e_1^3) \quad [6]$$

$$M_1 = \frac{E_e \cdot b \cdot e_1^3}{12} \left[ \frac{(\alpha_e - \alpha_h)(t - t_0)}{\frac{1}{6h} \left( \frac{E_h}{E_e} e_2^3 + e_1^3 \right) \left( \frac{E_e}{E_h \cdot e_2} + \frac{1}{e_1} \right) + \frac{h}{2}} \right] \quad [7]$$

$$M_2 = \frac{E_h \cdot b \cdot e_2^3}{12} \left[ \frac{(\alpha_e - \alpha_h)(t - t_0)}{\frac{1}{6h} \left( \frac{E_h}{E_e} e_2^3 + e_1^3 \right) \left( \frac{E_e}{E_h \cdot e_2} + \frac{1}{e_1} \right) + \frac{h}{2}} \right] \quad [8]$$

Como se ve en las expresiones [6], [7] y [8], tanto  $P$  como  $M_1$  y  $M_2$  son proporcionales a la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica, así como a la diferencia de temperaturas entre la ambiente y la de ejecución, creciendo además con los espesores de las capas y siendo independientes de la longitud de la losa.

## **b** caso particular

En la aplicación numérica del caso general hemos observado que cuando el espesor de la capa de mortero epoxi es muy pequeña en comparación con el de la losa de hormigón, el valor de la curvatura adquiere magnitudes despreciables. Dado que las aplicaciones de morteros epoxi se hacen con capas cuyos espesores suelen ser del orden de 4 a 7 mm, se ve que se puede prescindir de considerar la flexión de la losa y, por consiguiente, cabe plantear el problema en la forma que a continuación hacemos.

Al producirse un calentamiento en un revestimiento epoxi sobre hormigón, la dilatación del mortero epoxi quedará restringida debido a la menor dilatación del hormigón, haciendo que la capa de mortero epoxi trabaje a compresión, mientras que el hormigón arrastrado por el mortero epoxi trabajará a tracción.

Como la longitud total de los dos cuerpos ha de ser siempre la misma, tendremos que los dos alargamientos de la resina y del hormigón al calentarse serán también los mismos. Fundándonos en esta propiedad tendremos:

### **a) mortero epoxi**

Alargamiento debido a la dilatación térmica:

$$l_e - l_0 = l_0 \cdot \alpha_e (t - t_0).$$

Acortamiento debido a la menor dilatación térmica del hormigón:

$$\delta_e = \frac{P \cdot l_0}{E_e \cdot S_e}.$$

Alargamiento total:

$$l_0 \cdot \alpha_e (t - t_0) - \frac{P \cdot l_0}{E_e \cdot S_e} \quad [9]$$

### **b) hormigón**

Alargamiento debido a la dilatación térmica:

$$l_h - l_0 = l_0 \cdot \alpha_h (t - t_0).$$

Alargamiento debido a la mayor dilatación térmica de la capa de mortero epoxi:

$$\delta_h = \frac{P \cdot l_0}{E_h \cdot S_h}.$$

Alargamiento total:

$$l_0 \cdot \alpha_h (t - t_0) + \frac{P \cdot l_0}{E_h \cdot S_h} \quad [10]$$

Igualando los alargamientos totales en la junta de la capa de mortero epoxi y de hormigón, dados por las expresiones [9] y [10], tendremos:

$$l_0 \cdot \alpha_e (t - t_0) - \frac{P \cdot l_0}{E_e \cdot S_e} = l_0 \cdot \alpha_h (t - t_0) + \frac{P \cdot l_0}{E_h \cdot S_h},$$

y despejando  $P$ :

$$P = \frac{(\alpha_e - \alpha_h)(t - t_0) E_h \cdot S_h}{1 + \frac{E_h \cdot S_h}{E_e \cdot S_e}} \quad [11]$$

Conocido el valor de  $P$ , podemos determinar el de  $\sigma_e$  y  $\sigma_h$  por medio de:

$$\sigma_e = \frac{P}{S_e} \quad \text{y} \quad \sigma_h = \frac{P}{S_h} \quad [12]$$

Estas expresiones nos dan los valores de las tensiones en la capa de mortero epoxi y en la de hormigón.

El valor de la tensión de cizalladura en la junta de unión de las dos capas se determina conociendo el valor de  $P$  dado en [6] del caso general, o bien por el valor de  $P$  que da la expresión [11] para el caso particular que acabamos de estudiar.

## aplicación numérica

### ensayos previos

Mortero epoxi. Se ha preparado un mortero epoxi para los ensayos previos con una relación resina/árido de 1/6.

La resina empleada en este mortero epoxi ha sido la ARALDITE GY-250, de la casa CIBA. El árido empleado ha sido el correspondiente al tamaño número 4 de la arena normalizada que prepara el Instituto Eduardo Torroja.

Se fabricaron probetas normalizadas de  $4 \times 4 \times 16$  cm para los ensayos de flexotracción y de compresión; probetas tipo 8 para ensayos de tracción; probetas de  $1 \times 1 \times 10$  pulgadas para el ensayo de dilatación térmica, y una probeta formada por un cubo de hormigón cuya resistencia característica era de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y que llevaba adosadas a dos de sus caras opuestas unas capas de mortero epoxi de la misma dosificación que el empleado en las probetas que anteriormente hemos mencionado. Esta probeta se había estudiado de tal forma que permitiese el realizar, mediante un ensayo de compresión, la determinación de la tensión de cizallamiento entre la capa de mortero y el hormigón. La forma de esta probeta especial puede verse en la fotografía que se acompaña al principio de este artículo.

Los resultados de los ensayos son los que a continuación se indican:

Compresión ... ..	836 $\text{kg/cm}^2$
Flexotracción ... ..	246 $\text{kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad ... ..	144.000 $\text{kg/cm}^2$
Densidad del mortero ... ..	1,96 $\text{kg/dm}^3$
Tensión de cizallamiento ... ..	58 $\text{kg/cm}^2$
Coefficiente de dilatación térmica ...	$2,7 \times 10^{-5} \text{ mm/}^\circ\text{C}$ .

El módulo de elasticidad del mortero epoxi se ha determinado hallando la frecuencia propia de vibración de una probeta de  $4 \times 4 \times 16$  fabricada con el mortero.

## aplicación

### CASO GENERAL

En los cálculos que siguen suponemos que se trata de hacer una aplicación epoxi sobre un suelo de hormigón formado por una losa de 20 cm de espesor y con una resistencia característica a compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> en probeta cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de longitud.

Hemos tomado para el módulo de elasticidad del hormigón el valor de  $\bar{E}_h = 21.000 \sqrt{\sigma_{bk}} = 21.000 \sqrt{210} = 300.000$  kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo con las recomendaciones hechas por la Instrucción H.A.-61.

Como valor del coeficiente de dilatación térmica del hormigón hemos tomado el de  $\alpha_h = 1 \times 10^{-5}$ , que es una cifra bastante normal.

Suponemos que el espesor de la aplicación epoxi es de 0,7 cm y que esta aplicación se ha realizado con un mortero epoxi teniendo una relación resina/árido, en peso, de 1/6. Para este mortero, y de acuerdo con los ensayos previos podemos tomar como valor del módulo de elasticidad el de  $\bar{E}_e = 150.000$  kg/cm<sup>2</sup>, y el de  $\alpha_e = 2,7 \times 10^{-5}$ , como coeficiente de dilatación térmica.

Suponemos también que la aplicación del mortero sobre el hormigón se ha realizado a una temperatura ambiente de 20°C, y que previamente se había hecho una limpieza adecuada de la superficie del hormigón al objeto de que la adherencia del mortero a aquélla fuese buena.

Hechas todas estas suposiciones, que son completamente normales, elevemos ahora la temperatura del pavimento a 70°C. De acuerdo con la fórmula [5], tendremos:

$$\frac{1}{r} = \frac{(2,7 - 1) 10^{-5} (70 - 20)}{\frac{1}{6 \times 20,7} \cdot \frac{3 \times 10^5}{1,5 \times 10^5} - 20^3 + 0,7^3 \cdot \frac{1,5 \times 10^5}{3 \times 10^5 \times 20} + \frac{1}{0,7} + \frac{20,7}{2}} = \frac{85}{197,8} \times 10^{-5} \text{ cm}^{-1},$$

que es una curvatura prácticamente despreciable.

Sustituyendo valores en las fórmulas [6], [7] y [8], para un ancho de losa de 1 cm, tendremos:

$$P = \frac{1}{6 \times 20,7} \cdot \frac{85 \times 10^{-5}}{197,8} (3 \times 10^5 \times 20^3 + 1,5 \times 10^5 \times 0,7^3) = 83,4 \text{ kg.}$$

$$M_1 = \frac{1,5 \times 10^5 \times 1 \times 0,7^3}{12} \cdot \frac{85}{197,8} \times 10^{-5} = 0,02 \text{ cm} \cdot \text{kg.}$$

$$M_2 = \frac{3 \times 10^5 \times 1 \times 20^3}{12} \cdot \frac{85}{197,8} \times 10^{-5} = 860 \text{ cm} \cdot \text{kg.}$$

La tensión máxima en el hormigón obtenida añadiendo a la tensión de tracción producida por la fuerza  $P$  la tensión debida al momento flector será:

$$\sigma_h = \frac{P}{b \cdot e_2} + \frac{M_2 \cdot e_2}{2 \cdot I_h} = \frac{83,4}{1 \times 20} + \frac{860 \times 20 \times 12}{2 \times 1 \times 20^3} = 17,1 \text{ kg/cm}^2.$$

En la cara inferior de la losa de hormigón tendremos una tensión, que será de compresión, y cuyo valor será:

$$\sigma_h = \frac{P}{b \cdot e_2} - \frac{M_2 \cdot e_2}{2 \cdot I_h} = \frac{83,4}{1 \times 20} - \frac{860 \times 20 \times 12}{2 \times 1 \times 20^3} = -8,7 \text{ kg/cm}^2.$$

La tensión máxima en el mortero epoxi obtenida añadiendo a la tensión de compresión producida por la fuerza  $P$  la tensión debida al momento flector será:

$$\sigma_e = \frac{P}{b \cdot e_1} + \frac{M_1 \cdot e_1}{2 \cdot I_e} = \frac{83,4}{1 \times 0,7} + \frac{0,02 \times 0,7 \times 12}{2 \times 1 \times 0,7^3} = 119,2 \text{ kg/cm}^2.$$

En la cara superior del revestimiento epoxi, tendremos:

$$\sigma_e = \frac{P}{b \cdot e_1} - \frac{M_1 \cdot e_1}{2 \cdot I_e} = \frac{83,4}{1 \times 0,7} - \frac{0,02 \times 0,7 \times 12}{2 \times 1 \times 0,7^3} = 118,8 \text{ kg/cm}^2.$$

Como se ve, tanto las tensiones a tracción para el hormigón, como las de compresión para el mortero epoxi, son perfectamente admisibles. El esfuerzo de cizallamiento en la zona de la junta y para un ancho de 1 cm es de 83,4 kg, pudiendo ser perfectamente absorbido en cuanto la losa tenga una longitud superior a 2 cm, ya que la tensión para la cual se produce el cizallamiento según el ensayo previo realizado es de 58 kg/cm<sup>2</sup>.

En la figura 7 se muestra el diagrama de distribución de tensiones, y en la figura 8, el correspondiente a deformaciones.

DIAGRAMA DE TENSIONES

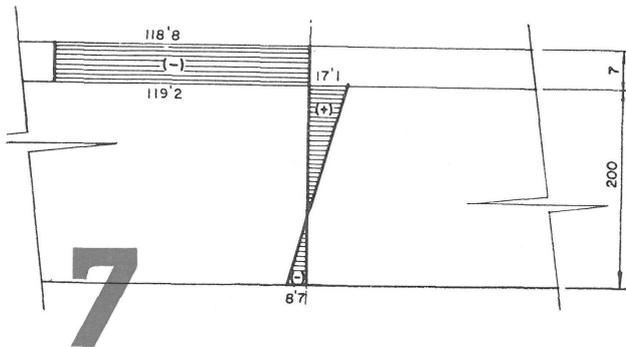
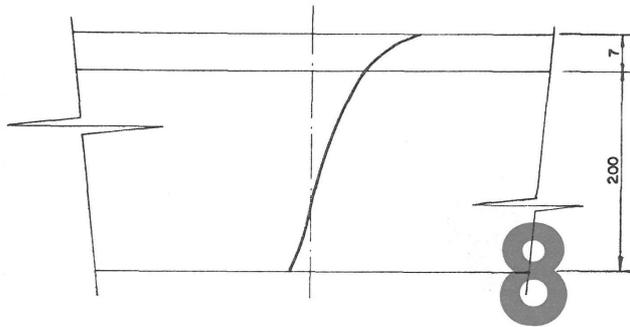


DIAGRAMA DE DEFORMACIONES



## CASO PARTICULAR

Suponemos que nos referiremos al mismo revestimiento tratado en el caso general anterior y que está sometido a las mismas condiciones de temperatura.

Aplicando la fórmula [11], y suponiendo un ancho de losa de 1 cm, tendremos:

$$P = \frac{(2,7 - 1) 10^{-5} (70 - 20) 3 \times 20 \times 1}{1 + \frac{3 \times 10^5 \times 20 \times 1}{1,5 \times 10^5 \times 0,7 \times 1}} = 88,0 \text{ kg.}$$

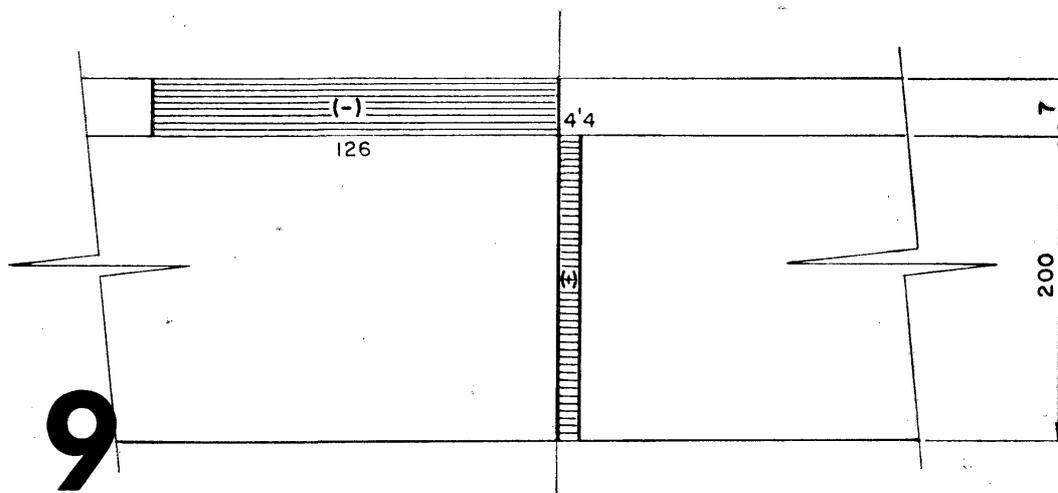
Aplicando las fórmulas [12] tendremos las tensiones en el mortero epoxi y en el hormigón, que son:

$$\sigma_e = \frac{88}{0,7 \times 1} = 126 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Compresión}),$$

$$\sigma_h = \frac{88}{20 \times 1} = 4,4 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Tracción}).$$

Estas tensiones son admisibles y muy parecidas a las deducidas con más precisión en el caso general. El diagrama de tensiones en este caso es el de la figura 9.

## DIAGRAMA DE TENSIONES



## **Les changements de température dans les revêtements Epoxi**

M. Fernández Cánovas, ingénieur d'armement et de construction

Cette étude théorique sur les contraintes qui se produisent entre une couche de mortier epoxi et la base de béton a pour fin, éminemment pratique, de vérifier qu'aucun affaissement dans les couches de mortiers epoxi ne se produit dans les revêtements en général et, particulièrement, dans les revêtements de sol de ce type.

Des travaux de revêtement de sol sont actuellement réalisés pour des laboratoires, usines, ateliers, etc., grâce aux superbes caractéristiques de résistance que présentent les mortiers. Mais toutes ces applications s'effectuent d'une façon empirique, en ce qui concerne l'étude du comportement de ces revêtements soumis à des changements de température.

Ce travail fait une analyse des contraintes qui se produisent comme conséquences de ces changements et son auteur arrive à de très intéressantes conclusions.

---

## **Temperature changes on Epoxi surfaces**

M. Fernández Cánovas, armaments and construction engineer

This theoretical study on the stresses that arise between a layer of epoxi mortar and the concrete base has an essentially practical purpose: to check that there is no failure in the adherence between the epoxi mortars when used as surfacings in general, and especially in pavements of this type.

At present, pavements are being prepared for laboratories, workshops, and similar, taking advantage of the excellent properties of these epoxi mortars, but all these uses are being done in an empirical manner, in so far as the probable behaviour of these pavements under the effect of temperature changes is concerned.

In this paper an analysis is given of the stresses that result from these temperature changes, and the author reaches significant conclusions.

---

## **Die Temperaturwechsel in den Epoxiauskleidungen**

M. Fernández Cánovas, Militäringenieur

Diese theoretische Untersuchung über den Spannungen, die sich zwischen eine Epoximörtelschicht und der Betongrund bewirken, hat einen besonderen praktischen Zweck: bestätigen, dass es keine Abblätterung in den Epoximörtelschichten in Auskleidungen im allgemeinen und besonders in Strassendecken dieses Types.

Heutzutage macht man Strassenbefestigungswerke für Laboratorien, Fabriken, Werkstätte, usw., da die oben genannten Mörtel ausgezeichnete Charakteristiken haben, aber alle diesen Anwendungen führt man von einer empirischen Form durch, in Bezug auf der Verhaltenuntersuchung dieser Strassendecken, die zu Temperaturwechsel unterworfen sind.

In der vorliegenden Arbeit untersucht man die Spannungen, die als Erfolg dieser Wechsel erscheinen und in der der Verfasser zu wichtigen Folgen gelangt.