

## 5. Refuerzo a confinamiento

Se utiliza principalmente en el refuerzo de pilares, silos y depósitos

Se puede utilizar MBrace para aportar la resistencia a confinamiento, perdida como consecuencia de una corrosión de los cercos de acero o baja resistencia a compresión del pilar (la capacidad portante es inferior a la diseñada). De este modo se puede volver a garantizar, después del refuerzo, el factor de seguridad original del elemento constructivo



Ilustración 1.- Refuerzo a confinamiento en cabeza de pilares

### 5.1. Filosofía de Diseño

Aunque el diseño de estructuras sometidas a cargas de flexión está generalmente basado en la teoría de la plasticidad, la cual asume una alta ductilidad de los elementos de refuerzo, el refuerzo a confinamiento de pilares básicamente lleva a un estado tensional multiaxial de compresión, debido al impedimento de la deformación del hormigón en el plano perpendicular a la carga. Como el aumento de esta capacidad de carga es proporcional al aumento de compresión transversal, es necesaria una baja ductilidad de los elementos de confinamiento.

Resultan por lo tanto muy adecuados para esta aplicación los materiales compuestos reforzados con fibras de carbono, los cuales ofrecen un alto módulo de elasticidad y un comportamiento elástico del material hasta rotura.



The Chemical Company

Por lo tanto, se recomienda para refuerzos a confinamiento de pilares la utilización del Sistema MBrace FIBRE

En el diseño de este tipo de refuerzos se utilizan las características resistentes de las fibras (la Hoja de Fibra, no contiene matriz polimérica), así como su sección transversal. Debido al proceso de aplicación, la laminación manual no siempre da una colocación óptima de las fibras en la matriz. Existe también un riesgo de dañar las fibras en los cantos de la sección. Se recomienda, entonces, reducir los valores de diseño del módulo elástico de las fibras por un factor de seguridad F.S.= 1,2, en concepto de posibles daños al material de refuerzo.

Para el diseño de refuerzo a confinamiento de pilares por medio de fibra de carbono, debe tenerse en cuenta la sección del elemento a reforzar.

### 5.1.1. Pilar Sección Rectangular/Cuadrada

La resistencia a compresión del hormigón de un pilar confinado (a lo largo de toda su longitud) con MBrace FIBER, viene dada por la siguiente expresión:

$$f_{ck,cf} = f_{ck} * (1 + 5 * \frac{s_2}{f_{ck}}) \quad si \frac{s_2}{f_{ck}} < 0,05$$

Donde:

$f_{ck}$  : Resistencia a compresión del hormigón sin confinar (MPa)

La contribución del refuerzo de fibras de carbono al confinamiento del hormigón existente, esta dada por:

$$\frac{s_2}{f_{ck}} = 0,5 * a_n * a_s * W_{wd}$$

$a_s$  : factor de reducción longitudinal (depende del espaciado longitudinal de refuerzo: si el confinamiento es completo en todo el pilar  $\alpha_s = 1$ )

$a_n$  : factor de reducción transversal (depende de la posición de la armadura en sección)

$$a_n = \frac{A_{e,cf}}{b_{ox} * b_{oy}}$$

$$A_{e,cf} = b_{ox} * b_{oy} - \frac{m}{6} * (b_{1x} * b_{1y})$$

Siendo:

$A_{e,cf}$ : el área efectiva del hormigón confinado

m: número de barras longitudinales

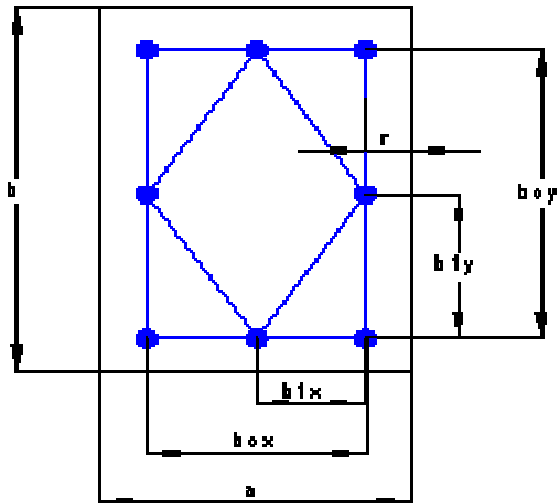
r: recubrimiento

$\emptyset$ : diámetro armadura longitudinal

$$b_{ox} = a - 2 * r - f$$

$$b_{oy} = b - 2 * r - f$$

Si no existe armadura interior  $b_{1x} = b_{ox}$ ;  $b_{1y} = b_{oy}$



$$W_{wd} = \frac{W_{stransv}}{W_{c,cf}} * \frac{f_{ystransv}}{f_{ck}}$$

$W_{stransv}$  : Volumen (por metro de pilar) del refuerzo completo mediante MBrace.

$$W_{wstransv} = t_f * 2 * (a + b) * n$$

Donde:

n.: número de capas de refuerzo

$t_f$  : espesor hoja



The Chemical Company

$W_{c,cf}$  : Volumen (por metro de pilar) del hormigón confinado.(área de hormigón confinado)

$$W_{c,cf} = A_{c,cf} = b_{ox} * b_{oy}$$

$f_{yd\ transv}$  : para confinamiento con MBrace es

$$f_{ydtransv} = \frac{1}{g_m} * \frac{E}{g_n} * \epsilon_u$$

Donde:

E: Módulo elástico característico del MBrace FIBER

$\gamma_n$ : Coeficiente reductor de E.  $\gamma_n = 1,2$

$\gamma_m$ : Coeficiente de seguridad  $\gamma_m = 1,25$

$\epsilon_u$  : Deformación de diseño de la hoja de MBrace. ( $\epsilon_u=5\%$ )

Para realizar el dimensionamiento del refuerzo, debe calcularse el número de capas de refuerzo (n) con las que se debe cubrir el pilar con el fin de aumentar la resistencia a compresión del hormigón ( $f_{ck}$ ) existente, al valor que se desee ( $f_{ck,cf}$ ).

### 5.1.2. Pilar Sección Circular

El concepto de dimensionamiento está basado en un pilar circular el cual está completamente encamisado con el Sistema MBrace FIBRE.

Debido al refuerzo de confinamiento, el hormigón del pilar está expuesto a un estado de tensiones triaxial.

La resistencia a compresión del hormigón confinado con fibras queda incrementada hasta un máximo de:

$$f_{ck,cf} = f_{ck} + 4 * n * s_x$$



The Chemical Company



Donde:

$f_{ck}$  : Resistencia a compresión del hormigón sin confinar (MPa)

n.: número de capas de refuerzo

$\sigma_x$  : tensión horizontal en el hormigón provocada por el refuerzo a confinamiento con fibras de carbono de compresión

$$s_x = \frac{f_{fd} * t_f}{r}$$

Siendo r, el radio de la base del pilar

Para realizar el dimensionamiento del refuerzo, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones de diseño:

Se diseña el refuerzo, permitiendo una elongación de la fibra de 0,6%

La resistencia a tracción de diseño de la fibra será:

$$f_{fd} (e = 0,6\%) = \frac{E}{1,2} * 0,006$$

Para realizar el dimensionamiento del refuerzo, debe calcularse el número de capas de refuerzo (n) con las que se debe cubrir el pilar con el fin de aumentar la resistencia a compresión del hormigón ( $f_{ck}$ ) existente, al valor que se desee ( $f_{ck,cf}$ ).



The Chemical Company

## 5.2. Detalles constructivos

En cuanto a su aplicación, se debe envolver todo el contorno del pilar con el MBrace FIBRE, a lo largo de la longitud deseada, disponiendo la orientación de las fibras de forma radial. Dada la extraordinaria rigidez de las hojas, es buena su eficiencia en el confinamiento del hormigón. Se establece una zona de solape de la hoja de 10-15 cm. En el caso de pilares rectangulares es necesario un redondeamiento, previo a la aplicación del sistema, de los cantos del pilar ( $r \leq 10$  mm) para contribuir a una mejor adhesión de la fibra.

**BASF Construction Chemicals  
España, S.L.**  
Basters, 15  
08184 Palau-solità i Plegamans  
(BCN)  
Teléfono +34 93 862 00 00  
Fax +34 93 862 00 20  
E-mail [basf-cc@basf-cc.es](mailto:basf-cc@basf-cc.es)

Internet [www.basf-cc.es](http://www.basf-cc.es)

Registro Mercantil de Barcelona  
Hoja B 26999, Folio 128,  
Tomo 31.374  
Sociedad Unipersonal  
N.I.F. A-08445199

