

# Obras

## Anclaje Químico de placas metálicas

APOTEN ANCLAJES



**Datos de la obra:**

Anclaje Químico de placas metálicas. APOTEN ANCLAJES. Nave Industrial en Torrehierro.

**Lugar:**

Talavera de la Reina (Toledo)

**Aplicador:**

IMPERTAL, S.L.U.

**Fecha:**

Año 2004

**Productos empleados:**

APOTEN ANCLAJES  
MASTERFLOW 928  
LEGARAN Z  
REPAHAFT

 **BASF**

The Chemical Company

## 1. INTRODUCCIÓN

La adherencia entre acero y hormigón es necesaria para la interacción entre ambos materiales. Sin esta propiedad, el hormigón armado es inconcebible en sus aplicaciones, dado que la barra transmite tensiones al hormigón que le rodea por medio de la adherencia.

Además, la adherencia acero-hormigón influye sobre la rigidez de las piezas, y por tanto, sobre su deformabilidad.

El fenómeno de la adherencia tiene su origen en dos tipos de fenómenos: uno de naturaleza física (físico-química) y otro de naturaleza mecánica.

De los mecanismos físico-químicos se define la adhesión, fundamentada a partir de las fuerzas moleculares desarrolladas en las interfaces de contacto.

De los mecanismos de adherencia de naturaleza mecánica, más importantes en valor absoluto, se encuentran los fenómenos de rozamiento y acuñaamiento. El rozamiento se origina por la irregularidad de las superficies cuando se inicia un deslizamiento relativo entre ellas, y se generan unas tensiones tangenciales en la superficie de contacto.

La suma de adhesión y rozamiento confiere a las barras lisas la totalidad de la adherencia, resultando en cambio una parte relativamente baja de la capacidad total en el caso de barras corrugadas.

El fenómeno importante de adherencia cuando se trata de barras corrugadas, es el acuñaamiento que sufre el hormigón al actuar contra él los frentes de las corrugas. En barra corrugada puede llegar a ser del 70% al 90% de la tensión última de adherencia. Ello significa que en barras corrugadas puede, simplificado, considerarse que la totalidad de tracción de la barra se transfiere al hormigón a través de las corrugas, ignorando la influencia de la adhesión y rozamiento.

### 1.1. Como dimensionar anclajes

En general, y gracias a las elevadas propiedades resistentes y de adherencia de los productos de anclaje, su existencia garantiza la completa transmisión de esfuerzos entre hormigón y acero. Cumpliendo unas recomendaciones de diámetro de taladro se consigue un comportamiento idéntico al anclaje de barra de acero corrugada embebida en hormigón in situ.

Los ensayos realizados demuestran que las recomendaciones de diseño vigentes para barra en hormigón in situ son completamente válidas para anclajes perforados en hormigón endurecido, quedando siempre del lado de la seguridad respecto al comportamiento real.

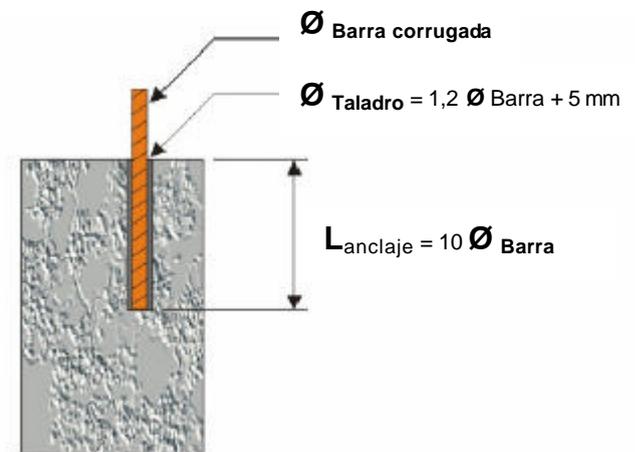
Como norma general, resulta recomendable diseñar los anclajes de modo que su capacidad resistente se corresponda con la del acero y no con la del hormigón. Es decir, conviene garantizar que el acero sea capaz de alcanzar, ante sollicitaciones imprevistas, una tensión equivalente a su límite elástico sin que, previamente se agote su capacidad adherente, recomendación que aún es de mayor interés si la sollicitación es de naturaleza dinámica, pues es el modo de alcanzar un comportamiento más dúctil.

**Para el dimensionamiento de anclajes pasivos en hormigón endurecido, se recomienda la formulación para anclaje de armadura longitudinal, descritos en la normativa EHE Apdo 66.5.2 así como Eurocódigo 2 Env 1992-1-1 Apdo 5.2.3.2.**

A la hora de proyectar un anclaje, hemos de tener en cuenta:

#### 1.1.1. Longitud de anclaje

La longitud de anclaje, pues, es un factor importante desde el punto de vista de la capacidad resistente del anclaje, habiéndose observado que, al menos de modo aproximado, se puede considerar que tal longitud está en proporción directa con la carga última de tracción, si la perforación es cilíndrica.



Para morteros epoxi y tras los ensayos realizados, los autores de los estudios concluyen que si:

$$L_{\text{anclaje}} < 10 \cdot \varnothing_{\text{Barra corrugada}}$$

Se produciría el agotamiento en la interfase resina-hormigón.

En cambio si:

$$L_{\text{anclaje}} > 10 \cdot \varnothing_{\text{Barra corrugada}}$$

Se produciría agotamiento en el acero.

### 1.1.2. Diámetro del taladro

Según el CEB (Comité Europeo del Hormigón) el comportamiento óptimo del anclaje se obtiene con un diámetro de taladro obtenido en la siguiente formulación:

$$\varnothing_{\text{Taladro}} = (1,2 \cdot \varnothing_{\text{Barra corrugada}} + 5) \text{ en mm}$$

## 2. DESCRIPCIÓN

Durante el proceso de instalación del cerramiento perimetral mediante la colocación de placas prefabricadas de hormigón armado en una nave industrial del Polígono Industrial de Torreherro en Talavera de la Reina (Toledo), debido a la falta del zunchado de unión entre los pilares metálicos y motivado por unas condiciones de fuerte viento, se produjo el colapso y arrancamiento de los anclajes de las placas metálicas del hormigón de las zapatas, tal y como se observa en la figura.



Como es apreciable, con el desplome del cerramiento perimetral se produjo la caída de los pilares metálicos que estaban unidos mediante soldadura a las placas metálicas, éstas fueron arrancadas del hormigón de las zapatas a la que se encontraban conectadas mediante anclajes.

Para dar solución al nuevo anclaje a realizar, el **Sr. Pedro Sánchez** (Ingeniero Técnico Industrial) responsable de la empresa **PROYECTOS E INSTALACIONES INDUSTRIALES**, se puso en contacto con el Responsable Comercial de BASF CC en la zona, intentando conseguir una solución basada en anclaje químico que aportara seguridad y elevadas prestaciones resistentes y de adherencia, tratando de garantizar la completa transmisión de esfuerzos entre el hormigón de las zapatas y el acero.

## 3. CONSIDERACIONES PREVIAS

- Las dimensiones de las nuevas placas eran: **500 x 400 x 20 mm.**
- Dichas placas se anclarían al soporte mediante la colocación de 4 varillas roscadas de **20 mm. de diámetro** DIN 976 de acero galvanizado electrolítico calidad 5,6, según especificaciones ISO 898 y DIN 267 parte 9, garantizada según norma ISO 9001 (varilla de Hilti).
- Resistencia a compresión del hormigón **HA 25.**
- Calidad del acero **B 400 S.**

Para el cálculo de la longitud de anclaje y diámetro de taladro a realizar, se utilizó la aplicación suministrada por **BASF CC, ANCLAJES.EXE V 1.1** introduciendo los datos arriba indicados.

**Datos iniciales introducidos por el usuario**

**Selección del usuario entre varios materiales**

**DATOS DEL TALADRO APORTADOS POR EL PROGRAMA**

**DATOS DE CONSUMO EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE ANCLAJES POR PLACA**

El material seleccionado para la ejecución de dichos trabajos fue **APOTEN ANCLAJES**, mortero epoxi fluido para la realización de anclajes de precisión, de fácil aplicación y rapidez de ejecución.

La empresa encargada de realizar la aplicación de los materiales fue **IMPERTAL, S.L.U.**

#### 4. MATERIALES EMPLEADOS

Entre los materiales empleados en el mantenimiento de la estructura, tenemos que destacar:

- **APOTEN ANCLAJES** **48 Kg**

Se tuvo que proceder a la colocación de 29 nuevas placas metálicas, con un número de 4 anclajes por placa, lo que nos suponía un consumo de 1,33 Kg. por placa, llevando el consumo total de la obra a unos 39 Kg. iniciales. Por aumento en las longitudes de los taladros realizados se llegó a un consumo total de 48 Kg.

- **MASTERFLOW 928** **1.050 Kg**

Mortero fluido sin retracción utilizado en nivelación de placas, apoyos de puente, etc.

La superficie de la placa es de  $0,5 \times 0,4 \text{ m}^2 = 0,2 \text{ m}^2$ . Al tener 29 placas tendríamos que nivelar una superficie total de  $5,8 \text{ m}^2$ . La densidad de amasado del producto es de  $2,40 \text{ g/cm}^3$  en aplicaciones superiores a 5 cm. Con estos valores somos capaces de conocer el espesor medio de producto aplicado:

$$\text{Consumo} = \frac{1.050 \text{ Kg}}{5,8 \text{ m}^2} = 181,03 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \text{ consumo de material por m}^2$$

$$\text{Espesor} = \frac{181,03 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}}{2,40 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1.000 \text{ g}} \cdot \frac{1 \cdot 10^6 \text{ cm}^3}{\text{m}^3}} = 0,075 \text{ m} = 7,5 \text{ cm de espesor medio}$$

Para aplicaciones es espesores superiores a 5 cm. el material se ha de mezclar con un relleno calibrado especial (**GROUT FILLER**), de esta forma evitamos la figuración del grout. La mezcla se realizará con 2 partes de **MASTERFLOW 928** y 1 parte de **GROUT FILLER**.

- **LEGARAN Z** **25 Kg**

Material en base cementosa utilizado como protección frente a la corrosión de las armaduras.

- **REPAHAFT**

**50 Kg**

Puente de unión utilizado para mejorar la adherencia entre el hormigón endurecido y el grout **MASTERFLOW 928** utilizado para nivelar y conseguir el perfecto asiento de la placa metálica.

## 5. TRABAJOS REALIZADOS

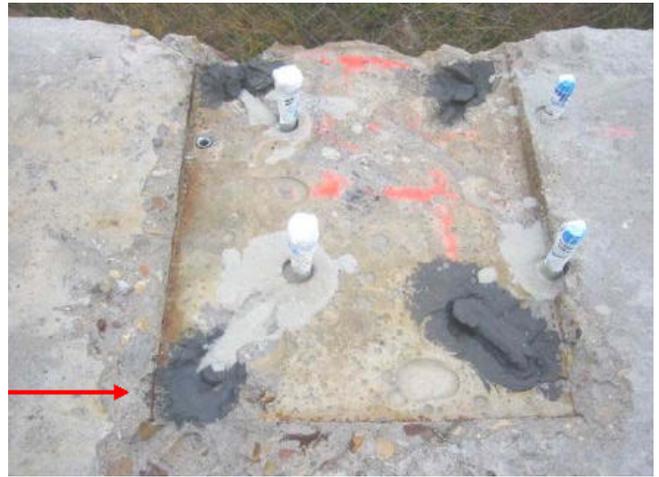
### 5.1. Preparación del soporte

La calidad de la reparación depende en gran medida de la adecuada preparación del soporte, dado que una mala preparación del mismo no nos asegura la perfecta adherencia de los materiales aplicados. Se tenía que proceder a la limpieza del hormigón, eliminación de las partes mal adheridas, etc. A su vez, se realizó el replanteo de las nuevas placas metálicas, ya que se tuvo que cambiar la disposición inicial de las barras de anclaje.



Estado inicial del soporte sin la preparación previa.  
Replanteo de los nuevos taladros.

Se procedió a la eliminación de las barras de anclaje que se encontraban mal adheridas. Las que no pudieron ser eliminadas, fueron rebajadas y recubiertas con **LEGARAN Z** para evitar problemas posteriores de corrosión, tal y como se muestra en las siguientes figuras.



Pasivado de los antiguos pernos con LEGARAN Z

Se realizaron los nuevos taladros, eliminando de su interior las partículas que pudiesen restar adherencia entre el **APOTEN ANCLAJES** y el hormigón.



Debido a la utilización del **APOTEN ANCLAJES**, material en base epoxi, se tiene que utilizar sobre un soporte seco, por lo que se procedió al secado de los mismos.





superficie con un grout, **MASTERFLOW 928**, de esta forma conseguimos una correcta regularización de la superficie de contacto y se garantiza una eficaz y homogénea transmisión de esfuerzos entre el hormigón de la base y la placa metálica.

Previamente, con el fin de asegurar la adherencia del grout con el hormigón de la zapata, se procedió a aplicar un puente de unión, **REPAHAFT**, a toda la superficie sobre la que se vertería el grout.

## 5.2. Colocación de pernos de anclaje

Una vez los taladros estuvieron limpios y secos, se procedió al vertido del mortero epoxi fluido **APOTEN ANCLAJES**, y se colocaron los pernos de anclaje en su posición final.



## 5.3. Nivelación de la base de las placas metálicas

Para conseguir un nivel de planimetría óptimo y obtener un contacto total entre la placa metálica a colocar y el hormigón de la zapata, se optó por la nivelación de la

En determinados rellenos, tal y como se puede apreciar en las figuras, se tuvo que optar por la colocación de un encofrado lateral intentando evitar las pérdidas de material.

Una vez endurecido el **MASTERFLOW 928**, se colocaron las placas metálicas en su posición definitiva realizando el apriete de las tuercas. La obra ya estaba lista para proceder a la unión de los pilares metálicos con las placas mediante soldadura y poder colocar nuevamente los paneles prefabricados de hormigón armado.



# Soluciones inteligentes de BASF Construction Chemicals

En cualquier problema de construcción, en cualquier estructura que Vd. esté construyendo, BASF Construction Chemicals tiene una solución inteligente para ayudarle a ser más efectivo.

Nuestras marcas líderes en el mercado ofrecen el más amplio rango de tecnologías probadas para ayudarle a construir un mundo mejor.

**Emaco**® - Sistemas de reparación del hormigón

**MBrace**® - Sistemas compuesto de refuerzo

**Masterflow**® - Grouts estructurales y de precisión

**Masterflex**® - Selladores de juntas

**Masterseal**® - Revestimientos e impermeabilizantes

**Concresive**® - Morteros, adhesivos y sistemas de inyección a base de resinas

**Conica**® - Pavimentos deportivos

**Conideck**® - Sistemas de impermeabilización con membranas aplicadas manualmente o por proyección.

**Coniroof**® - Sistemas de cubiertas a base de poliuretano.

**Conibridge**® - Membranas de PU para protección de tableros de puente.

**Mastertop**® - Soluciones de pavimentos industriales y decorativos.

**Ucrete**® - Soluciones de pavimentos para ambientes agresivos.

**PCI**® - Sistemas cementosos de revestimiento, impermeabilización y adhesivos de cerámica

**BASF Construction  
Chemicals España, S.L.**

Basters, 15  
08184 Palau Solità i  
Plegamans

Telf. : +34 -93 - 862.00.00

Fax. : +34 -93 - 862.00.20

*BASF es el líder mundial de la industria química: The Chemical Company. Su cartera de productos abarca desde productos químicos, plásticos, productos para la industria transformadora, productos fitosanitarios y química fina, hasta petróleo y gas natural. Como socio de confianza para prácticamente todos los sectores, las soluciones inteligentes de sistemas de BASF y los productos de alto valor ayudan a sus clientes a lograr su propio éxito. BASF apuesta por las nuevas tecnologías y las utiliza para abrir nuevas oportunidades de mercado. Combina el éxito económico con la protección del medio ambiente y con la responsabilidad social, contribuyendo así a un futuro mejor. BASF cuenta aproximadamente con 94.000 empleados y contabilizó unas ventas de más de 42,7 mil millones de euros en 2005.*

*Encontrará más información acerca de BASF en Internet en la página [www.basf.com](http://www.basf.com)*

  
The Chemical Company