

Anclajes estructurales

*Ancrages structurels
Structural anchor devices*

Redactor:

José M^a Tamborero del Pino
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

Rafael Cano Gordo
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE MEDIOS DE
PROTECCIÓN

Esta NTP trata sobre los anclajes estructurales, y es la segunda de una serie que desarrollará el contenido de la NTP 809 sobre descripción y selección de dispositivos de anclaje.

| Vigencia | Actualizada | Observaciones |
|----------|-------------|---------------|
| VÁLIDA | | |

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta NTP es la descripción de los distintos tipos de anclajes estructurales utilizados en la instalación de dispositivos de anclaje. La fiabilidad de este tipo de anclajes y su correcta instalación es básica para la seguridad del dispositivo de anclaje y la de los distintos usuarios.

Según la Directiva Europea de Productos de la Construcción 89/106/CEE (DPC), un "producto de construcción" es cualquier producto fabricado para ser incorporado con carácter permanente a las obras de construcción. Así mismo se entiende que el anclaje estructural se incorpora de forma permanente a la obra de construcción para fijar un dispositivo de anclaje.

Esta Directiva define dos tipos de especificaciones técnicas:

- Las Normas Europeas Armonizadas elaboradas por el CEN, Comité Europeo de Normalización.
- Los DITE, Documentos de Idoneidad Técnica Europeos, elaborados por organismos autorizados (Approval Bodies), miembros de EOTA, European Organisation for Technical Approvals.

Los anclajes estructurales se rigen por las directrices de la EOTA. Su correcta instalación, el campo de aplicación y las especificaciones de calidad vienen reflejadas en el documento que certifica sus características DITE (Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

Siempre que sea posible deben utilizarse anclajes certificados con DITE. Todo anclaje con DITE incluye las instrucciones necesarias para su buen uso e instalación.

Para soportes de material incierto o puntos de anclaje de compleja fijación puede ser necesario recurrir a elementos constructivos auxiliares para distribuir las cargas de manera más segura (collarines sobre pilares, fijaciones pasantes, etc.). Estos elementos pueden incluir en su diseño anclajes estructurales cuya finalidad no es soportar las acciones directamente sino la de fijar dichos elementos.

En este documento no se contemplan los riesgos inherentes al lugar de trabajo donde se instalan los anclajes tratados en otros documentos de esta misma colección.

2. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Se pueden distinguir dos tipos de anclajes estructurales: activos y pasivos.

- *Anclaje estructural activo* es un elemento o conjunto de elementos que, introducidos en un orificio realizado en el soporte, queda fijado como parte del mismo por presiones laterales, adhesión o como consecuencia de su forma (por ej.: anclaje metálico de expansión)
- *Anclaje estructural pasivo* es aquel que se incorpora al soporte en el momento de su conformación (por ej.: anclaje de espera en una zapata de hormigón)

En esta NTP se tratan los anclajes estructurales del tipo activo.

Los anclajes estructurales se pueden clasificar según sus principios de funcionamiento (expansión, adhesión o forma) y por el tipo de material. En la tabla 1 se describen los principios de funcionamiento, las ventajas y los inconvenientes. Además en la figura 1 quedan grafiados los tres tipos de funcionamiento.

3. ELECCIÓN DEL ANCLAJE

Los criterios para elegir un anclaje adecuado se basan en distintos aspectos que se resumen en la tabla 2 y que se desarrollan a continuación.

Material base: tipo y geometría

La gama de anclajes adecuados depende principalmente del tipo y de la resistencia del material base. Siempre que sea posible se debe realizar la fijación sobre hormigón por su resistencia y predictibilidad. Del hormigón se debe conocer su dureza (C20/25, C25/30...) y si la zona donde se aplicará el anclaje está sometida a esfuerzos de tracción (hormigón fisurado) o compresión (hormigón no fisurado). Cuando se desconozcan las características del material base, por ej. bloques de mampostería, se deberán realizar ensayos de las fijaciones. En los bloques de mampostería es recomendable el uso de un anclaje químico.

| | Principio de funcionamiento | Ventajas | Inconvenientes |
|----------|--|--|--|
| Anclajes | Por expansión: El anclaje introducido en el orificio se expande por acciones mecánicas ejerciendo presiones laterales que lo fijan al soporte. Metálico o plástico. Ejemplo: anclaje metálico de expansión, taco + tornillo | <ul style="list-style-type: none"> Rápida aplicación. Se puede aplicar la carga inmediatamente y independientemente de factores climáticos. Coste reducido. | <ul style="list-style-type: none"> Crea tensiones internas dentro del soporte. La tensión en soporte implica mayor distanciamiento entre anclajes y mayor distanciamiento entre anclaje y borde del soporte. |
| | Por adhesión: El orificio se rellena de una sustancia química fluida que solidifica y se adhiere a las paredes del mismo. Mientras la sustancia permanece fluida se incorpora al orificio un anclaje (ej. varilla roscada) al que luego se fijaran los otros elementos. Ejemplo: anclaje químico, resina + varilla roscada. | <ul style="list-style-type: none"> No provocan tensiones internas dentro del soporte Permite distancias reducidas entre anclajes. Permite distancias reducidas entre anclaje y borde de hormigón. Mayor capacidad de carga. Idóneo en mampostería. Válido para todo tipo de soporte. | <ul style="list-style-type: none"> Se debe esperar al fraguado del químico para aplicar la carga. El tiempo de fraguado depende de la temperatura. Dificultad para colocar en soportes invertidos (techos). |
| | Por forma: El anclaje se introduce en el orificio y modifica su forma bloqueando su salida. Ejemplo: anclaje metálico por forma, tornillo autorroscante en hormigón. | <ul style="list-style-type: none"> Sin presiones laterales. No provocan tensiones internas dentro del soporte. Permite distancias reducidas entre anclajes. Permite distancias reducidas entre anclaje y borde de hormigón. | <ul style="list-style-type: none"> Los de altas cargas son menos comunes en el mercado. |

Tabla 1. Principio de funcionamiento. Ventajas e inconvenientes

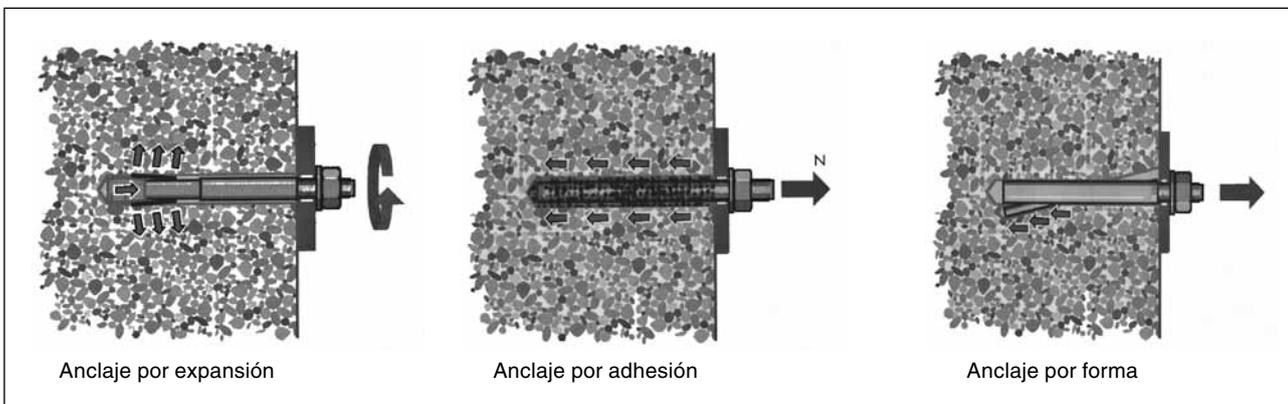


Figura 1. Principios de funcionamiento

| Material base: tipo y geometría | Carga | Entorno | Tipo de instalación | Consideraciones adicionales |
|---|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Hormigón Mampostería Materiales ligeros Espesor del soporte Distancias del anclaje al borde del soporte | <ul style="list-style-type: none"> Intensidad Dirección: <ul style="list-style-type: none"> Tracción Corte Combinadas Tipo: <ul style="list-style-type: none"> Carga estática Carga dinámica | <ul style="list-style-type: none"> Temperatura Humedad Interior o exterior Corrosión. Incidencia de agresores químicos | <ul style="list-style-type: none"> Instalación sencilla o múltiple | <ul style="list-style-type: none"> Seguridad en caso de incendio Economía Disponibilidad |

Tabla 2. Criterios para elegir un anclaje adecuado

En todas las aplicaciones, la distancia mínima entre anclajes y las distancias mínimas a los bordes recomendadas por el fabricante deben ser respetadas para evitar las grietas en el material base durante la colocación y para garantizar la capacidad de carga admisible.

Carga

Los anclajes pueden estar sometidos a cargas de tracción, de corte o combinadas de tracción y corte. Ver figura 2. Estas cargas pueden ser estáticas o pueden variar con el tiempo. Varios tipos de anclajes pueden ser adecuados para ciertos tipos de cargas pero no para otros. Deberían consultarse las recomendaciones del fabricante para seleccionar un anclaje para una determinada configuración de carga.

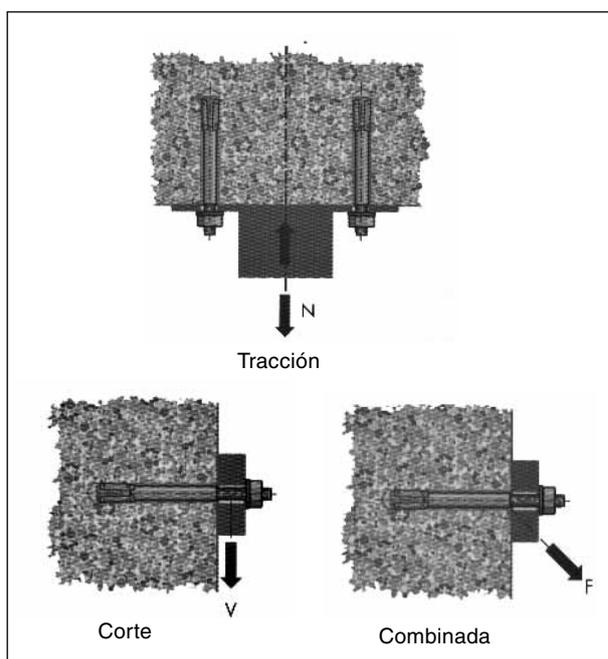


Figura 2. Tipos de carga

Entorno

La vida útil de un anclaje debe ser al menos tan larga como la de la estructura en la que ha sido instalado. Para ello los materiales con los que se fabrican los sistemas de anclaje deben resistir todos los impactos del entorno.

Las acciones independientes de las cargas pueden desgastar los revestimientos de protección como la galvanización de los anclajes. Dichas acciones pueden provocar la corrosión del anclaje debilitando la sección transversal, afectando a su funcionamiento e influyendo negativamente en el aspecto del anclaje a causa de las placas de oxidación.

En ciertas latitudes de Europa las fijaciones que reciben la radiación solar directamente pueden alcanzar temperaturas de 80° C o superiores. El plástico de un taco de poliamida o el mortero de un anclaje químico deben ser capaces de resistir estas temperaturas. También el fuego y el hielo son acciones relacionadas con la temperatura.

En el DITE de cada anclaje se acotan los entornos de aplicación del producto. Para instalaciones interiores y humedad relativa media-baja se recomiendan los anclajes en acero cincado (>5micras). Para instalaciones

en ambientes exteriores, húmedos o con agresiones químicas medias se recomiendan los anclajes en acero inoxidable A4.

Para instalaciones en ambientes altamente corrosivos, como agresiones químicas elevadas (carreteras con incidencia de sales), frecuente contacto o inmersión intermitente con agua (cercano a piscinas o puertos) se recomiendan los aceros con tratamiento HRC (High Corrosion Resistance).

Tipo de instalación

La instalación puede ser simple o múltiple. La *instalación simple* es un montaje con un solo anclaje estructural. El cálculo de capacidad de carga es simple pues no se ve afectado por una limitación de carga debido a la proximidad a otros anclajes.

La *instalación múltiple* es un montaje que incluye varios anclajes estructurales. Se usa la instalación múltiple para aumentar la capacidad de carga. Sin embargo deben tenerse en cuenta las distancias mínimas entre anclajes en la fase de diseño para conseguir la capacidad de carga óptima.

Consideraciones adicionales

En instalaciones donde la edificación y entorno esté sujeto a normativas de resistencia al fuego en sus elementos constructivos, debe comprobarse si el correspondiente anclaje estructural elegido está ensayado y certificado según la resistencia al fuego requerida (F30, F60, F90, F120).

4. INSTALACIÓN

La instalación de anclajes estructurales conlleva una serie de fases necesarias para garantizar la fiabilidad y seguridad de los mismos una vez montados. En el DITE de cada anclaje se especifican todos los parámetros de instalación.

Proceso de instalación

En el proceso de instalación se deben considerar los siguientes aspectos: material base, anclaje, pieza y colocación.

Material base

Deben tenerse en cuenta:

- Estado del material base in situ (resistencia, hormigón fisurado – no fisurado).
- Dimensiones reales del elemento de la edificación que se utiliza para el anclaje (profundidad, anchura, longitud).
- Selección correcta del anclaje.

Anclaje

Deben considerarse:

- Disponibilidad de las instrucciones de colocación/ DITE.
- Número y período de validez de la certificación.
- Espesor máximo de la pieza que debe ser fijada.
- Elección correcta del material del anclaje para el uso al que está destinado.

Pieza

Se tendrá en cuenta el grosor de la pieza, los diámetros de taladro y distancias mínimas entre taladros.

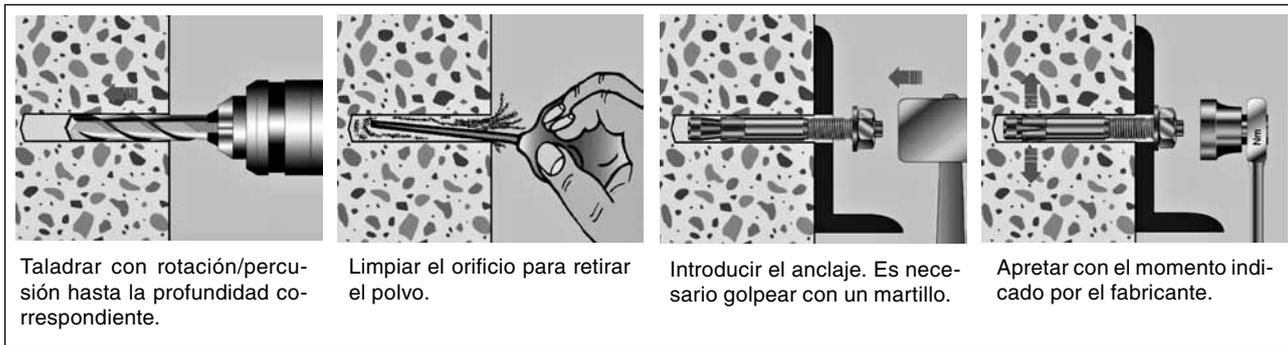


Figura 3. Fases del proceso de instalación de un anclaje metálico de expansión

Colocación

Son aspectos a tener en cuenta:

- Utilización el método de taladrado exigido por las instrucciones de colocación/DITE.
- Tipo y estado del taladro a utilizar.
- Brocas necesarias (borde cortante, longitud de la broca, tope de broca).
- Comprobación de si el elemento de la edificación está armado y/o existen armaduras en la zona del anclaje.
- Herramientas (útiles específicos) requeridas para colocar el anclaje.
- Determinar el tipo de disposiciones constructivas requeridas y estudio sobre si es posible su colocación.
- Comprobación de la posibilidad de taladrar los agujeros perpendicularmente a la superficie del material base de manera que la profundidad del agujero se ajuste a las instrucciones/DITE.
- El proceso de extracción de polvo y escombros del agujero se debe ajustar a los requisitos de las instrucciones/DITE.
- La introducción, la colocación y el ensamblaje de la instalación del anclaje se debe ajustar a los requisitos del DITE.
- La colocación de la pieza debe ajustarse a los requisitos del DITE.
- Se debe respetar el par de apriete para la colocación del anclaje de acuerdo con el DITE.
- Se debe determinar si es necesario ensayar la colocación.
- Realizar un protocolo de instalación respecto a los requisitos del DITE /instrucciones de instalación.
- Se deberían conservar archivos de los protocolos de instalación junto al contrato de obra durante al menos 5 años.

En la figura 3 se resumen los pasos a seguir en el proceso de instalación de un anclaje metálico de expansión.

La capacidad de carga depende del grado de limpieza del taladro utilizado. El proceso limpieza también puede venir especificado en DITE. Ver figura 4.

Errores frecuentes en la instalación de anclajes estructurales

En la instalación de anclajes estructurales se pueden cometer una serie de errores de colocación que aumentan la posibilidad de que aparezcan distintos modos de fallo tratados posteriormente (apartado 5): hacen referencia a agujeros taladrados incorrectamente, apriete sin utilizar llave dinamométrica, tiempo de fraguado del anclaje químico y dimensionado o cálculo de carga incorrecto.

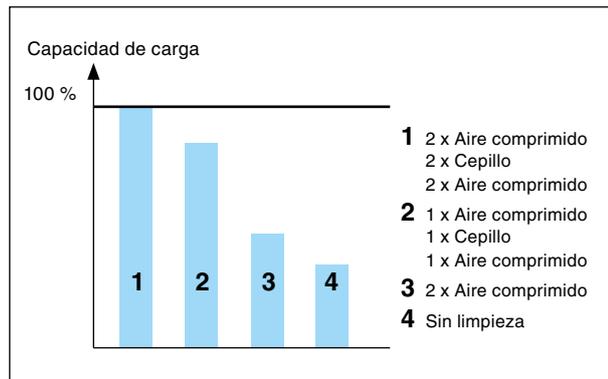


Figura 4. Capacidad de carga según grado de limpieza del taladro

Agujeros taladrados incorrectamente

- Agujeros mal ubicados (ver figura 5).
- Debido a las barras de armadura no pueden alcanzar la profundidad necesaria.
- En contacto con las barras de armadura impide la colocación adecuada de los anclajes.
- Polvo y escombros en el interior del agujero.
- Corte de las armaduras del hormigón.

Apriete sin utilizar llave dinamométrica

- Par de apriete insuficiente: no se produce la expansión completa del anclaje.
- Par de apriete excesivo: se daña el material del soporte o bien se sobrecarga a tracción el vástago del anclaje disminuyendo su capacidad (ver figura 5).

Tiempo de fraguado del anclaje químico

- El endurecimiento de la resina depende de su tipo, composición y temperatura del material base. Debe existir un período de espera entre la colocación y carga de los anclajes. El endurecimiento al tacto de la resina no es suficiente para aplicar la carga al anclaje.

Dimensionado o cálculo de carga incorrecto

- Distancia mínima al borde de hormigón insuficiente. (Ver figura 5).
- Distancia mínima entre ejes de anclajes estructurales insuficiente.
- Solicitud de carga superior a la capacidad de carga del anclaje estructural. (Ver figura 6).



Figura 5. Rotura de anclaje. Distancia mínima al margen de hormigón no respetada o par de apriete excesivo



Figura 6. Rotura de anclaje. Anclaje no adecuado al esfuerzo por efecto palanca

5. MÉTODO DE DISEÑO

El método de cálculo y diseño de los anclajes está especificado en los anexos de la ETAG (Guía de homologaciones técnicas europeas): ETAG 001 Anclajes metálicos o químicos en hormigón. Anexo C: Método de diseño y ETAG 020 Anclajes plásticos en hormigón o mampostería. Anexo C: Método de diseño.

Dentro del anexo C, se distinguen los métodos de cálculo A, B y C. El cálculo según el método A es el más idóneo y completo, se contemplan todos los modos de fallo posibles así como la distancia entre anclajes y al borde del soporte. Los métodos B y C son menos exhaustivos.

Siguiendo el método de diseño del anexo C, el método de cálculo A evalúa cada uno de los modos de rotura, obteniendo un valor βN por cada uno de ellos, siendo β la relación entre carga de cálculo y resistencia de cálculo, βN para las cargas a tracción y βV para cargas a cortadura. Si $\beta < 1$, la carga de cálculo no supera la resistencia.

Para cargas a tracción, βN debe ser inferior a 1 en todos sus modos de rotura: $\beta N \leq 1$.

Para cargas a cortadura, βV debe ser inferior a 1 en todos sus modos de rotura: $\beta V \leq 1$.

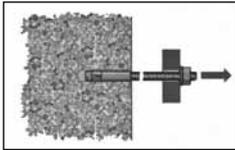
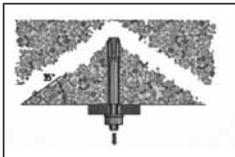
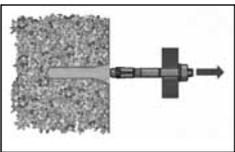
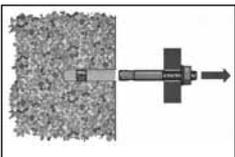
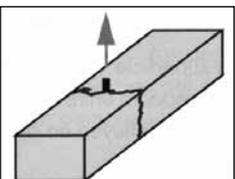
En cargas combinadas, se tomará entre todos los modos de rotura el mayor valor βN y βV . Su suma debe ser inferior a 1,2: $\beta N + \beta V \leq 1,2$.

Modos de fallo de los anclajes

En este apartado se describen los distintos modos de fallo: a tracción y a cortante.

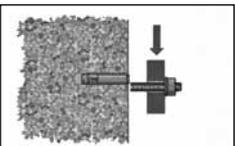
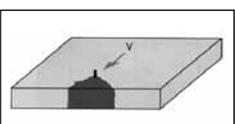
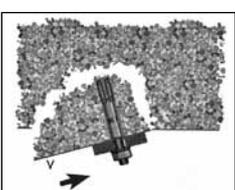
a. Modos de fallo a tracción

Pueden ser:

- a.1. Rotura del acero a tracción: La rotura en el acero contempla la rotura del eje del perno, de la parte roscada del perno o del casquillo del anclaje. La rotura del acero generalmente se produce cuando se da gran profundidad de inserción y en hormigón de alta resistencia. 
- a.2. Rotura por cono de hormigón: El cono de rotura del hormigón se produce al aplicar fuerzas de tracción centradas en el anclaje en soportes de poca resistencia. 
- a.3. Rotura por arrancamiento: Se produce cuando la resistencia generada por la fricción entre los elementos expansibles del anclaje y los laterales del agujero taladrado es inferior a la carga de tracción ejercida. El anclaje es literalmente arrancado del agujero con todos sus componentes. 
- a.4. Rotura por extracción por deslizamiento: Al verse superada la resistencia, un anclaje de expansión puede fallar al deslizarse el perno a través del casquillo de expansión, permaneciendo el casquillo dentro del agujero. 
- a.5. Rotura por fisura del soporte: cuando el soporte es un cuerpo esbelto la carga aplicada puede producir la fisura del mismo y permitir el deslizamiento sobre este. 

b. Modos de fallo a cortante

Pueden ser de tres tipos:

- b.1. Rotura del acero a cortante: la rotura del acero se produce con carga cortante en los anclajes alejados de los bordes. 
- b.2. Rotura en el borde del hormigón: Cuando un anclaje está ubicado cerca de borde de un componente de la edificación o en una esquina, y recibe una carga en la dirección del borde, puede producirse una rotura en el borde de hormigón. 
- b.3. Rotura por efecto palanca: Este modo de fallo se produce en las fijaciones que tienen una profundidad de inserción reducida y que se encuentran alejadas de los bordes. 

Capacidad de carga del anclaje

La capacidad de carga siempre está condicionada por variables tales como tipo de material de soporte, dimen-

| CONDICIONANTES DE LA CAPACIDAD DE CARGA | |
|---|--|
| Tipo de soporte | Tipo: hormigón, mampostería, estructura metálica Espesor de pared o techo |
| Dimensionado del dispositivo de anclaje | Distancia entre ejes (anclajes estructurales) y bordes del soporte |
| Tipo de instalación | Instalación simple Instalación múltiple |

Tabla 3. Condicionantes de la capacidad de carga

sionado del dispositivo de anclaje y tipo de instalación. Ver tabla 3.

La ficha técnica o DITE del anclaje indica la capacidad de carga diferenciando los tipos de carga (ver ejemplo en tabla 4).

- Capacidad de carga a tracción N
- Capacidad de carga a cortadura V
- Momento flector permisible
- Capacidad de carga tras ensayo de fuego (si tiene ensayo)

Todos los datos de capacidad de carga están condicionados por el dimensionado y tipo de instalación. El ejemplo de la tabla 4 contiene una serie de datos de capacidad que se explican a continuación:

- Tipo de material base de soporte donde se ha ensayado: hormigón C20/25 no fisurado.
- Tipo de instalación: anclajes aislados sin influencia de bordes de hormigón.
- Temperatura máx. durante aplicación y post-aplicación a corto plazo (información válida para anclajes químicos): 50° C máx. durante aplicación, 80° C máx. en post-aplicación a corto plazo.
- Condiciones de dimensionado para cargas a tracción:

$$M8: s \leq 3 \cdot h_{ef} \quad c \geq 1,5 \cdot h_{ef}$$

Para M8: Distancia entre anclajes (s) debe ser menor o igual que 3 veces la profundidad efectiva de anclaje (h_{ef}).

Para M8: Distancia al borde (c) debe ser mayor o igual que 1,5 veces la profundidad efectiva de anclaje (h_{ef})

$$M10-M24: s \geq 2 \cdot h_{ef} \quad c \geq 1 \cdot h_{ef}$$

De M10 hasta M24: Distancia entre anclajes (s) debe ser mayor o igual que 2 veces la profundidad efectiva (h_{ef}).

De M10 hasta M24: Distancia al borde (c) debe ser mayor o igual que profundidad efectiva de anclaje (h_{ef})

- Condiciones de dimensionado para cargas a cortadura:

$$c \geq 1,5 \cdot h_{ef}$$

Distancia al borde (c) debe ser mayor o igual que 1,5 veces la profundidad efectiva de anclaje (h_{ef})

Todos los datos de capacidad de carga están condicionados por las características de instalación. El ejemplo de la tabla 5 contiene una serie de parámetros de instalación imprescindibles para garantizar la capacidad de carga. Se describen en la tabla 6 y figura 7.

Características de instalación muy importantes son las distancias entre anclajes y las distancias entre anclajes y bordes del material base.

Según los resultados experimentales, el cono de rotura del hormigón forma un ángulo aproximado de 35° con la superficie del hormigón. El diámetro del cono de la rotura es, por tanto, aproximadamente tres veces la profundidad de inserción. El espaciado crítico obtenido entre anclajes estructurales es de $s=3h_{ef}$, más allá del

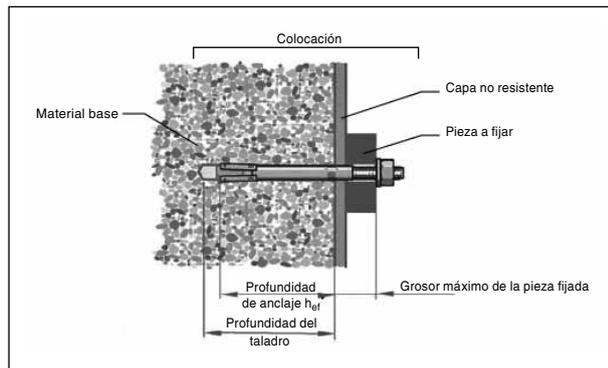


Figura 7. Características de instalación

cual los conos de rotura de los anclajes próximos no se cruzan y los anclajes no se afectan entre sí. Si el espaciado de las fijaciones es menor que esta cantidad, los conos de hormigón de las fijaciones próximas pueden cruzarse. (Ver figuras 8 y 9). Cuando el espaciado es de $s > 3h_{ef}$, no se incrementa la carga de rotura.

La distancia al borde es aquella distancia entre el eje del anclaje estructural al borde del material de soporte más próximo.

Cuando un anclaje estructural está ubicado cerca del borde del material base, a una distancia menor que la distancia crítica del borde $C=1,5 h_{ef}$, la carga de rotura del anclaje se reduce. El tamaño del cono de rotura de hormigón es decreciente en comparación con el de los anclajes ubicados lejos de los bordes (ver figuras 10 y 11).

Para aquellos diseños del dispositivo de anclaje que no se adapten a las indicaciones de instalación de la

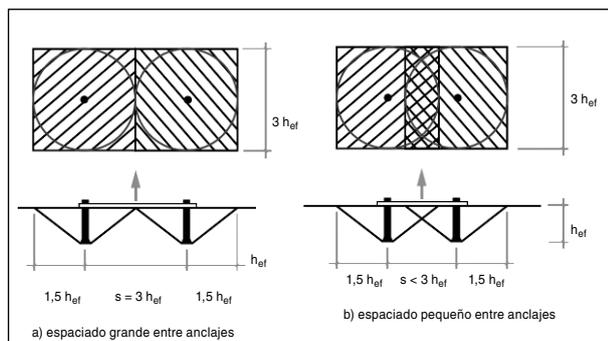


Figura 8. Distancia mínima entre anclajes

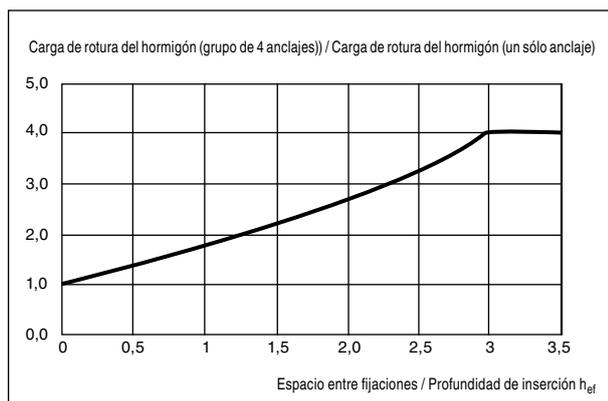


Figura 9. Gráfica de carga de rotura por distancia entre anclajes

| DATOS DE CAPACIDAD | | | | | | | | |
|--|---|---|------|------|------|------|-------|-------|
| Métrica de la varilla de anclaje (mm) | | | M8 | M10 | M12 | M16 | M20 | M24 |
| Carga a tracción Anclajes aislados sin influencia de bordes de hormigón | Hormigón C20/25 no fisurado (M8: $s \leq 3 h_{ef}$, $c \geq 1,5 h_{ef}$ M10-M24: $s \geq 2 h_{ef}$, $c \geq 1 h_{ef}$) | N_{zul} (kN) = C20/25 50°C ^a /80°C ^a | 7,9 | 11,9 | 15,9 | 19,8 | 29,8 | 35,7 |
| Carga a cortadura Anclajes aislados sin influencia de bordes de hormigón | Hormigón C20/25 no fisurado $c \geq 1,5 h_{ef}$ | N_{zul} (kN) = C20/25 | 5,1 | 8,0 | 12,0 | 22,3 | 34,9 | 50,3 |
| Momento flector permisible | | N_{zul} (Nm) | 10,9 | 21,1 | 37,7 | 94,9 | 185,7 | 320,6 |
| Resistencia al fuego | | F30 (kN) | 2,3 | 3,64 | 5,26 | 9,79 | 15,28 | 22,01 |
| | | F60 (kN) | 1,29 | 2,04 | 3,07 | 5,72 | 8,93 | 12,86 |
| | | F90 (kN) | 0,79 | 1,3 | 2,0 | 3,68 | 5,75 | 8,28 |
| | | F120 (kN) | 0,53 | 1,0 | 1,5 | 2,67 | 4,16 | 6,0 |

Tabla 4. Ejemplo de datos de capacidad de un anclaje

| CARACTERÍSTICAS | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| Distancia entre anclaje mín. | S_{min} [mm] | 40 | 45 | 55 | 65 | 85 | 105 |
| Distancia entre anclajes ideal | $S_{cr,N}$ [mm] | 240 | 180 | 220 | 250 | 340 | 420 |
| Distancia al borde mín. | C_{min} [mm] | 40 | 45 | 55 | 65 | 85 | 105 |
| Distancia al borde ideal | $C_{cr,N}$ [mm] | 120 | 90 | 110 | 125 | 170 | 210 |
| Espesor de soporte mín. | h_{min} [mm] | 110 | 120 | 140 | 160 | 220 | 260 |
| Profundidad efectiva del anclaje | h_{ef} [mm] | 80 | 90 | 110 | 125 | 170 | 210 |
| Diámetro de broca - Ø | d_0 [mm] | 10 | 12 | 14 | 18 | 25 | 28 |
| Diámetro de corte de taladro - Ø | $d_{cut} \leq$ [mm] | 10,5 | 12,5 | 14,5 | 18,5 | 25,5 | 28,5 |
| Profundidad de taladro mín. | $H_0 \geq$ [mm] | 80 | 90 | 110 | 125 | 170 | 210 |
| Diámetro de taladro pieza a fijar | $d_f \leq$ [Nm] | 9 | 12 | 14 | 18 | 22 | 26 |
| Par de apriete | T_{ins} [mm] | 10 | 20 | 40 | 80 | 120 | 180 |
| Diámetro cepillo de limpieza - Ø | D [mm] | 11 | 13 | 15 | 19 | 27 | 29 |

Tabla 5. Ejemplo de características de instalación

| CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN | | |
|-----------------------------------|-----------------|---|
| Distancia entre anclajes mín. | S_{min} [mm] | Distancia mínima que se debe respetar entre los ejes de los diversos anclajes que coincidan en un mismo soporte. |
| Distancia entre anclajes ideal | $S_{cr,N}$ [mm] | Distancia entre los ejes de anclajes a partir de cual se obtiene el mayor rendimiento de carga. |
| Distancia al borde mín. | C_{min} [mm] | Distancia mínima que se debe respetar entre el eje de un anclaje y el borde de hormigón más cercano. |
| Distancia al borde ideal | $C_{cr,N}$ [mm] | Distancia entre eje de anclaje y borde de hormigón a partir del cual se obtiene el mayor rendimiento de carga. |
| Espesor de soporte mín. | h_{min} [mm] | Espesor mínimo que debe tener el soporte donde se fijan los anclajes. |
| Profundidad efectiva del anclaje | h_{ef} [mm] | Longitud del segmento de anclaje que absorbe el trabajo solicitado. |
| Diámetro de broca | d_0 [mm] | Diámetro nominal de la broca a utilizar. |
| Profundidad de taladro mín. | H_0 [mm] | Profundidad del taladro en el soporte mínimo. |
| Diámetro de taladro pieza a fijar | d_f [mm] | Diámetro del taladro en la pieza que se desea fijar. |
| Par de apriete | T_{ins} [Nm] | Indica el par de apriete con la que se debe apretar el anclaje. Necesidad de utilizar una llave dinamométrica para su medición. |

Tabla 6. Descripción de las características de instalación

ficha técnica o DITE del anclaje, existen programas de cálculo de anclajes desarrollados por los fabricantes. Habitualmente se realiza el cálculo según ETAG001 Anexo C método A y se elabora un detallado informe de cálculo. También proporcionan información adicional referente a los casos de aplicación, los productos, así como información técnica general referente a la evaluación, el cálculo y la planificación desde la perspectiva de la ingeniería.

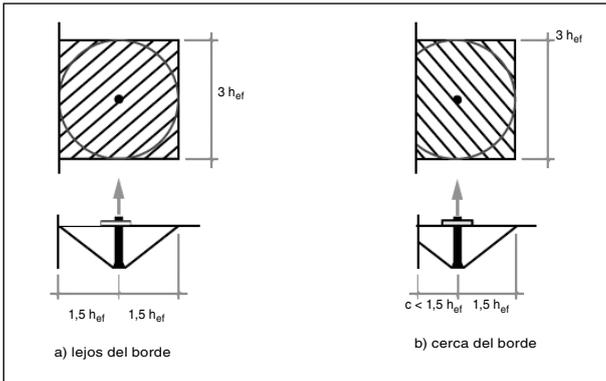


Figura 10. Distancia mínima al borde de material base

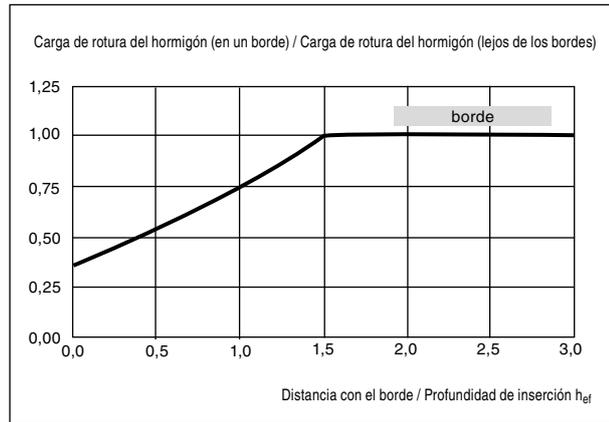


Figura 11. Gráfica de carga de rotura por distancia al borde

6. RECOMENDACIONES FINALES

Siempre que sea posible se deben utilizarse anclajes certificados con DITE. El técnico que diseñe la instalación debe considerar los datos técnicos del producto y seguir las recomendaciones del fabricante. La instalación de los anclajes debería ser supervisada en obra por un profesional competente.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) RD. 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos. (B.O.E. 10.I.2004)
- (2) ETAG 001. Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for use in concrete. Brussels 1997
- (3) ETAG 020. Guideline for European Technical Approval of Plastic Anchors for multiple use in concrete and masonry for non-structural applications. Brussels 2006
- (4) Manual Würth de técnicas de anclaje. Principios básicos, aplicaciones, práctica. Künzelsau 2007

Empresas colaboradoras

GAMESYSTEM

P.I. Urtinsa II. C/ Aeronáutica, 5
28923 Alcorcón
(Madrid)

IGENA S.A.

C/ Rafael Riera Prats, 61
08339 Vilassar de Dalt
(Barcelona)

WÜRTH ESPAÑA, S.A.

P.I. Riera de Caldes. Joiers, 21
08184 Palau-solità i Plegamans
(Barcelona)

CYESA

Pol. Polizur (sector A)
C/ Montclar, s/n
08290 Cerdanyola del Vallés
Barcelona)