

COINTECS

Sistemas de Refuerzo Estructural

DOCUMENTO TÉCNICO

REPARACIÓN DE FORJADOS CON TENDONES DE ACERO POSTENSADOS

Referencia:	DT-842
Fecha:	Octubre 1997 Rev. Febrero 2006

Sistemas protegidos por patentes de invención nº 9801591, 98002663 y 200002541

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema consiste en introducir unas nuevas armaduras al forjado, compuestas por un conjunto de tendones de acero de alta resistencia, formando bandas que se adaptan bajo el mismo. Se incorporan piezas distanciadoras y de guía, además de una placa de anclaje que permite su postensión. Todo queda perfectamente adherido al forjado y recubierto con mortero sin retracción, quedando resistente al fuego (RF).

Se obtiene un nuevo conjunto de forjado, activo mediante el postensado, con un aumento mayor de la resistencia original y permitiéndole, por tanto, mayores esfuerzos y solicitaciones.

A efectos de cálculo se prescinde de la posible aportación resistente de las viejas armaduras del forjado que se repara.

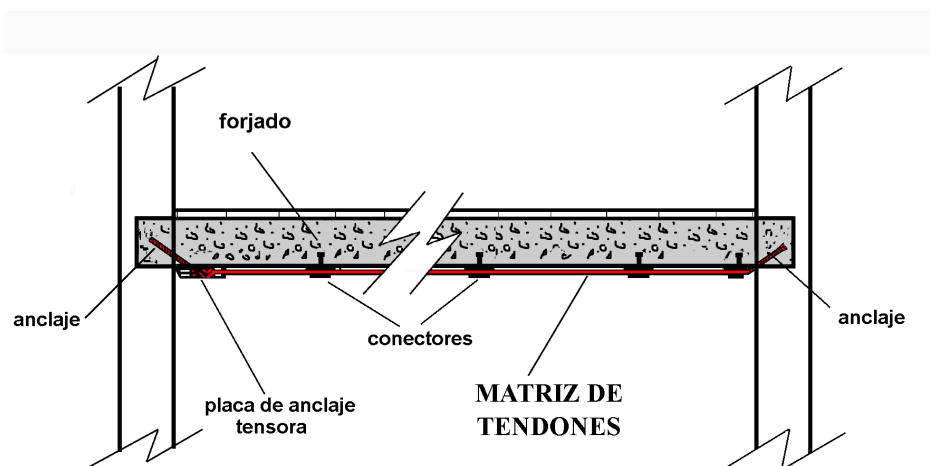


Fig. 1 — Esquema general: Matriz de tendones, anclajes, conectores y placa tensora

Las bandas de tendones preformados se adaptan a la placa de anclaje tensora por un extremo y, por el otro, se introducen directamente al encuentro del forjado con el muro de carga, penetrando con un cierto ángulo por encima del muro. Su fijación se realiza con resinas epoxídicas y expansión mecánica interna, quedando además asegurados los esfuerzos a cortantes del forjado en los apoyos.

Pieza distanciadora de guía



Fig. 2 — Detalle de la pieza distanciadora y de guía de los tendones

Existen elementos distanciadores y guía de los tendones que los unen al forjado, cuya misión es mantener la banda de tendones en posición. Se sitúan a una distancia no mayor de 80 cm entre ellos. Sus características y forma dependen de la tipología del forjado que se repara; COINTECS dispone de diferentes modelos para adaptarse a cada tipo.

La postensión se consigue con el útil de tensado, que actúa entre la placa de anclaje tensora y los extremos libres de los tendones, dejándolos a la tensión requerida de acuerdo con el cálculo del proyecto.

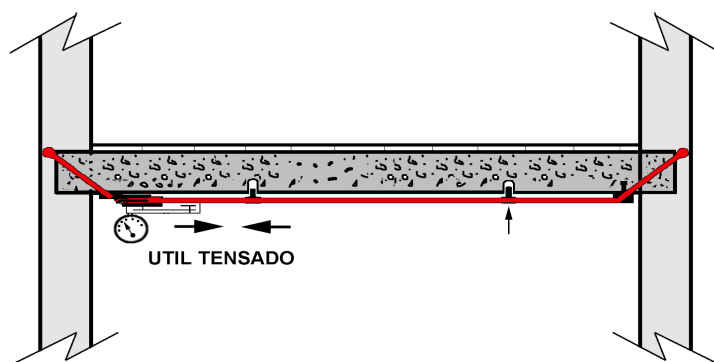


Fig. 3 — Proceso de postensión con útil de tensado

El conjunto se recubre con mortero sin retracción, quedando unido al forjado y consiguiéndose la debida resistencia al fuego (RF) que se precise.

2. MATERIALES

2.1 Matriz híbrida de tendones de acero de alta resistencia

Conjunto de tendones de acero de alta resistencia preformados situados en paralelo, formando una banda, con elementos de reparto y anclaje en forjado. Referencia COINTECS 4075-1 x 7 + 0, conforme a la Norma UNE-EN 12385-10.

Propiedad	Valor
Sección efectiva	1,37 cm ²
Material	Acero, contenido de carbono > 0,3%
Resistencia específica	15,7 kN/cm ² (16 Tn./cm ²)
Módulo de elasticidad	21.000 kg/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	12 × 10 ⁻⁶
Carga de rotura	> 180 kN (18,4 Tn.)

Dichos materiales son de alta resistencia, utilizándose de conformidad u homologación en un estado miembro de la Unión Europea, o bien con un nivel de calidad certificada equivalente.

2.2 Mortero sin retracción

Mortero hidráulico tixotrópico, a base de cemento, de muy bajo contenido de álcalis, resistente a los sulfatos y exento de cloruros. Su durabilidad en ambientes agresivos es alta. Por sus características técnicas puede estar en contacto con hormigón de cemento aluminoso y con acero galvanizado.

Propiedad	Valor (a 28 días)
Módulo de elasticidad	30.000 N/mm ² (306.000 kp/cm ²)
Adherencia al hormigón	4,0 N/mm ² (0,41 kp/mm ²)
Adherencia al acero	30 N/mm ² (3 kp/mm ²)
Resistencia a compresión	75 N/mm ² (765 kp/cm ²)
Resistencia a flexotracción	9 N/mm ² (91,8 kp/cm ²)
Resistencia a sulfatos	Sin degradación (ASTM C-88, 7 días)

2.3 Elemento de cabecera con conector

Cumplen las especificaciones de las normas DIN 931 y DIN 934 para tornillería, así como las exigencias metalúrgicas de la norma DIN ISO 898, DIN 267 y las normas MV 107/1968.

Propiedad	Valor
Material	Acero al carbono SAE 1010-1015
Resistencia a tracción	65 kp/mm ²
Alargamiento de rotura	> 9%
Configuración	Puente de presión, deformación y acuñación M 8-80 a

El diseño y características disponen de certificado de ensayo emitido por laboratorio acreditado, de la capacidad del esfuerzo a tracción del agarre con la matriz de tendones, cuyo coeficiente de seguridad no será menor de 1,5 veces el esfuerzo resultante.

2.4 Elementos de guía

Su forma permite una guía de los tendones y un anclaje al forjado. Para forjados cerámicos y reticulares se utilizan conjuntos realizados mediante chapa metálica galvanizada y conformada, procedente de banda de acero al carbono laminado en frío.

Propiedad	Valor
Clase de acero	A-37-2
Masa de Zn (recubrimiento mínimo)	275 g/m ² (ambas caras)
Normativa	UNE 36-130-91 (EN 10142)

2.5 Apoyos

Los apoyos se resuelven penetrando los tendones desde la parte inferior del forjado al muro de carga, introduciéndolos hacia arriba con un ángulo de 40-50° sobre el propio muro. Su profundidad será como mínimo equivalente a 15 veces su diámetro, efectuándose doble agarre por una expansión mecánica gracias al preformado existente.

El diámetro de las aberturas es un 25% mayor como mínimo del diámetro de los tendones y van rellenos de resinas epoxídicas para asegurar su adhesión. En caso de utilizar conectores con varilla

metálica rígida, el diámetro de los taladros y varilla será un 20% superior al diámetro de los tendones.

2.6 Casquillos

En los montajes realizados sin placa de tensión se utilizan casquillos bitendón deformables, debidamente ensayados por laboratorios oficiales homologados. Se efectúa una conformación para asegurar el par de extremos de tendones, mediante normas de utilización del fabricante, que garantiza la correcta solidarización de los mismos y su debida resistencia.

3. PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

Las fases de montaje del sistema serán las siguientes:

- Descubrir el forjado en toda su longitud, mediante desmontaje del falso techo o picado de revestimiento.
- Apuntalamiento del forjado objeto de refuerzo, si fuese necesario, por condiciones de seguridad.
- Saneamiento de las partes dañadas de las viguetas objeto de intervención, eliminando las zonas degradadas.
- Marcado con la plantilla de cabecera en los puntos donde haya que efectuar las perforaciones, mediante brocas de diámetro superior en un 25% al diámetro de los tendones. Las perforaciones se realizarán con la profundidad y ángulo correspondientes. A continuación, previa limpieza de los taladros, se deberán rellenar con resinas epoxi, introduciendo la cabeza de los tendones y expandiéndolos, debiendo rebosar al exterior el exceso de componente.
- En las placas de anclaje tensoras se procederá igualmente, introduciéndose los anclajes previo vaciado, limpieza y posterior relleno con componente epoxídico.
- Una vez endurecido el componente de los anclajes, se introducen los extremos libres de los tendones en los alojamientos de acuñación y se realiza el tensado mediante el útil, aplicando la tensión requerida según cálculo para cada forjado.
- En el caso de utilización de casquillos bitendón, el montaje se realiza sin placas de anclaje tensoras, solidarizando los extremos de los tendones en el encuentro forjado-muro de carga, y uniendo los extremos libres con dichos casquillos en un punto intermedio.
- El conjunto se someterá individualmente a una presión de prueba un 15% superior a la de trabajo, cuidando de no someter a esta presión de prueba dos conjuntos contiguos simultáneamente.
- Mientras están en tensión, se solidarizan y aseguran mediante su acuñación con el esfuerzo adecuado según instrucciones del fabricante. Posteriormente se pueden cortar los extremos sobrantes y retirar los útiles.
- Se sitúan los elementos de soporte y guía adecuados al tipo de forjado, colocándolos a una distancia no mayor de 80 cm entre ellos.

- Finalmente se aplica al conjunto el mortero sin retracción para la protección del sistema, con especial cuidado en aplicarlo dentro del tiempo requerido. El recubrimiento estará en función de la resistencia al fuego (RF) que se desee conseguir.

4. MEMORIA DE CÁLCULO

En cada caso se comprobará la estabilidad y resistencia del sistema, deduciéndose de este estudio el dimensionado de los tendones. Asimismo se justificará la adecuación del procedimiento para soportar los esfuerzos y deformaciones que puedan derivarse de las acciones a las que va a ser sometido.

El modelo de cálculo empleado no tiene en consideración la posible aportación resistente de las barras de acero del forjado existente.

El fabricante suministrará las características geométricas y mecánicas de la banda de tendones utilizados.

Para su cálculo se seguirá la teoría general de resistencia de materiales, considerando que para cada tipo de forjado es necesaria una justificación de cálculo basada en la consideración original de un conjunto de vigueta mixta, en donde tanto el hormigón o cerámica como los nuevos armados deberán obtener los coeficientes de seguridad establecidos para cada uno según la

normativa vigente y en consideración a las nuevas solicitaciones.

CROQUIS EJEMPLO DE CALCULO

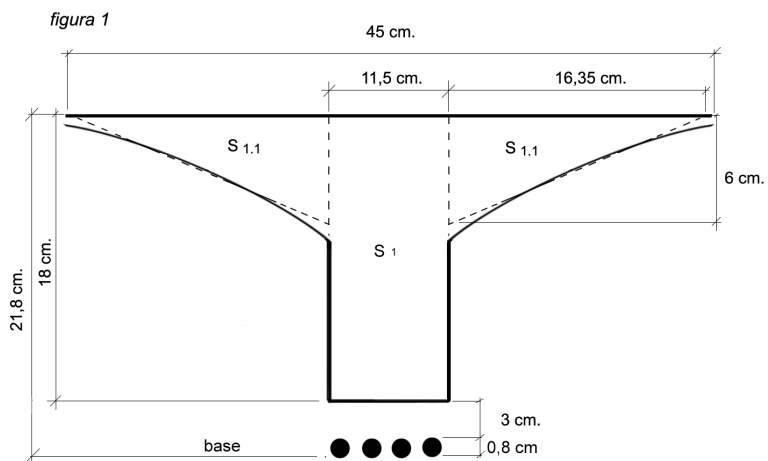


figura 2

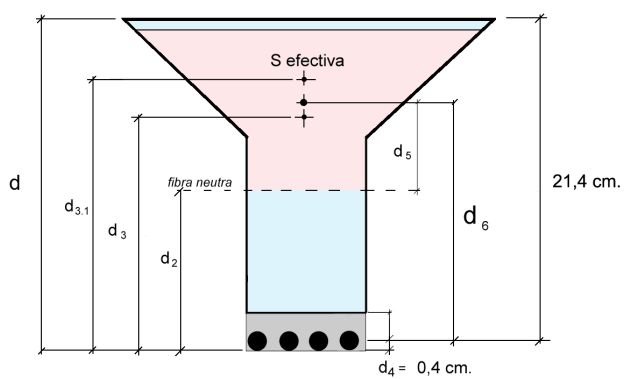


Fig. 4 — Croquis de ejemplo de cálculo: secciones tipo y fibra neutra

5. CONTROLES DE CALIDAD

El control de los materiales y componentes utilizados en la fabricación del sistema será realizado por COINTECS o por laboratorios acreditados, cuando no se disponga de los certificados de los fabricantes que garantizan la calidad del producto.

COINTECS tiene registrados los controles y certificados para garantizar la calidad y trazabilidad de los productos. A los suministradores de los materiales se les exige certificados de garantía de las características de los mismos en cada partida recibida.

Patentes de invención

Sistemas protegidos por patentes nº 9801591, 98002663 y 200002541.

6. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

A continuación se presenta una selección de fotografías que documentan distintas tipologías de forjados intervenidos, el proceso de montaje y el acabado final del sistema de refuerzo con tendones postensados.

Forjados cerámicos



Fig. 5 — Forjados cerámicos: estado previo a la intervención

Forjado unidireccional



Losa armada

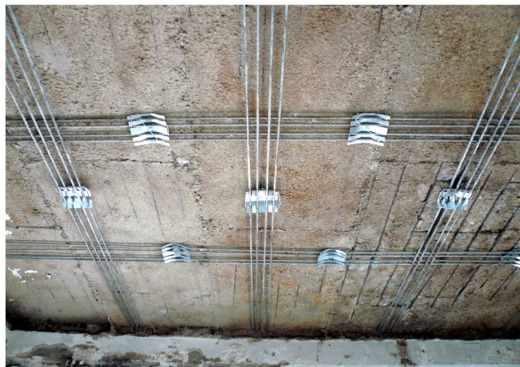


Fig. 6 — Forjado unidireccional y losa armada con sistema de tendones instalado

Anclaje de placas

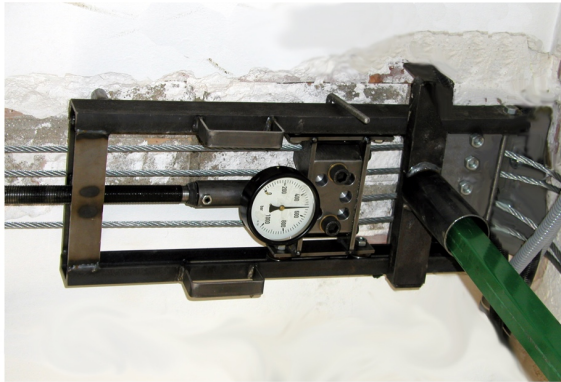


Anclaje de tendones



Fig. 7 — Detalle de anclaje de placas y tendones en muro de carga

Tensado



Elementos distanciadores de guía



Fig. 8 — Proceso de tensado y elementos distanciadores de guía instalados

Forjado unidireccional acabado



Fig. 9 — Resultado final: forjado unidireccional con refuerzo terminado y recubierto