

DAU

15/096 A

Documento de adecuación al uso

Denominación comercial

Geoconnect[®]
LL

Tipo genérico y uso

Conector para la transmisión de esfuerzos cortantes entre elementos estructurales de hormigón: losas, losas y vigas o soportes, y entre muros, creando una junta de dilatación en la unión.

Titular del DAU

STEEL FOR BRICKS GZ SL

Polígono Industrial Alfajarín-El Saco, parcela 10
ES-50172 Alfajarín (Zaragoza)
Tel. 976 79 06 40

www.steelfb.com

Planta de producción

Polígono Industrial Alfajarín-El Saco, parcela 10
ES-50172 Alfajarín (Zaragoza)
Tel. 976 79 06 40

Edición vigente y fecha

A 24.11.2015

Validez

Desde: 24.11.2015
Hasta: 23.11.2020

La validez del DAU 15/096 está sujeta a las condiciones del *Reglamento del DAU*. La edición vigente de este DAU es la que figura en el registro que mantiene el ITeC (accesible en itec.es y a través del siguiente código QR).



Este documento consta de 27 páginas.
Queda prohibida su reproducción parcial.

El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) inscrito en el Registro General del CTE (Resolución de 3 septiembre 2010 – Ministerio de Vivienda).

ITeC

Control de ediciones

Edición	Fecha	Apartados en los que se han producido cambios respecto a la edición anterior
A	24.11.2015	Creación del documento.

Índice

1.	Descripción del sistema y usos previstos	5
1.1.	Definición del sistema constructivo	5
1.2.	Usos a los que está destinado	6
1.3.	Limitaciones de uso	7
2.	Componentes del sistema	7
2.1.	Componente Macho	7
2.2.	Componente Hembra	8
2.2.1.	Componente Hembra de un grado de libertad	8
2.2.2.	Componente Hembra de dos grados de libertad	9
2.2.3.	Material de relleno de la junta de dilatación	10
3.	Fabricación y control de producción	10
3.1.	Fabricación	10
3.2.	Control de producción	10
3.3.	Control de ejecución en obra	11
4.	Almacenamiento, transporte y recepción en obra	12
4.1.	Almacenamiento	12
4.2.	Transporte	12
4.3.	Control de recepción en obra	12
5.	Criterios de proyecto	13
5.1.	Criterios de diseño	13
5.1.1.	Distancia entre conectores adyacentes	13
5.1.2.	Profundidad de empotramiento	13
5.1.3.	Posición del conector	13
5.1.4.	Ancho de junta	13
5.2.	Seguridad estructural	14
5.2.1.	Prestación del conector	14
5.2.2.	Armaduras de suspensión	14
5.2.3.	Dimensionado del conector	16
5.2.4.	Vigas de borde	16
5.3.	Seguridad en caso de incendio	16
5.3.1.	Reacción al fuego	16
5.3.2.	Resistencia al fuego	16
5.4.	Higiene, salud y medio ambiente	16
5.5.	Seguridad de utilización	17
5.6.	Durabilidad	17
6.	Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación	17
6.1.	Criterios de ejecución	17
6.1.1.	Criterios generales de ejecución	17
6.1.2.	Secuencia de ejecución	17
6.1.3.	Colocación de armaduras de suspensión	18
6.2.	Criterios de mantenimiento o conservación	19
6.3.	Medidas para la protección del medio ambiente	19
6.3.1.	Tratamiento de residuos	19
6.3.2.	Condiciones exigibles a las empresas instaladoras	19
7.	Referencias de utilización y visitas de obra	20
7.1.	Referencias de utilización	20
7.2.	Visitas de obra	20
8.	Evaluación de ensayos y cálculos	21
8.1.	Resistencia mecánica y estabilidad	21
8.1.1.	Validación del modelo geométrico para el cálculo de las armaduras de suspensión	21
9.	Comisión de Expertos	24
10.	Documentos de referencia	24
11.	Evaluación de la adecuación al uso	25

12.	Seguimiento del DAU	26
13.	Condiciones de uso del DAU	26
14.	Lista de modificaciones de la presente edición	27

1. Descripción del sistema y usos previstos

1.1. Definición del sistema constructivo

Los conectores Geoconnect® LL son dispositivos de enlace que transmiten los esfuerzos cortantes entre losas, losas y vigas o soportes, y entre muros¹, creando una junta de dilatación en la unión.

La utilización de conectores Geoconnect® LL facilita la ejecución de la unión, que no requiere la construcción de soluciones a media madera o con doble pilar.

Los conectores Geoconnect® LL están formados por los siguientes componentes:

- Componente Macho: vástago de conexión y refuerzo fijo de dicho vástago.
- Componente Hembra: vaina de deslizamiento que incluye un tapón, un refuerzo fijo de la vaina y una placa perforada para clavar.

La conexión entre elementos estructurales se forma mediante la introducción del vástago de conexión del componente Macho en la vaina del componente Hembra, que se encuentra embebida en uno de los elementos estructurales. A continuación se puede proceder al hormigonado del elemento estructural en el que se encuentra el componente Macho, asegurando el recubrimiento mínimo previsto en el proyecto (de 20 mm a 30 mm).

Se presentan dos tipos de conectores Geoconnect® LL según los grados de libertad que admite:

- Conector de un grado de libertad: con desplazamiento del vástago en dirección axial a lo largo de la vaina y desplazamiento impedido en el plano perpendicular al eje del conector (véase la figura 1.1). Corresponde a la familia A1 descrita en la tabla 1 de la ETAG 030-1.

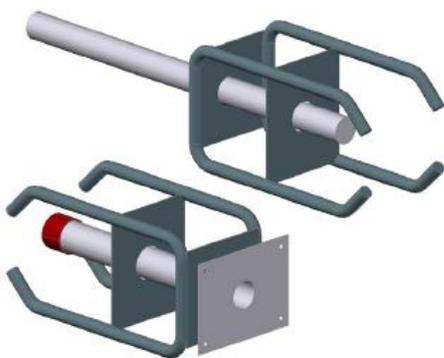


Figura 1.1: Conector Geoconnect® LL de un grado de libertad.

- Conector de dos grados de libertad: desplazamiento del vástago en dirección axial a lo largo de la vaina y en una dirección en el plano perpendicular al eje del conector (véase la figura 1.2). Corresponde a la familia A2 descrita en la tabla 1 de la ETAG 030-1.

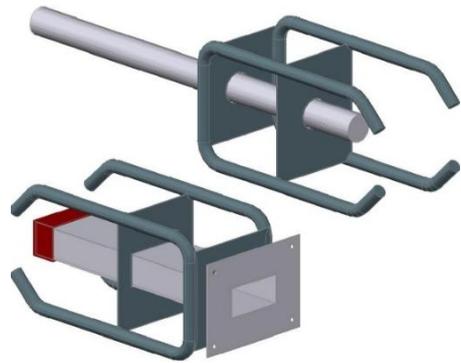


Figura 1.2: Conector Geoconnect® LL de dos grados de libertad.

Las especificaciones de estos componentes se indican en los apartados 2.1 y 2.2.

Se definen dos series de conectores Geoconnect® LL -series I y G- en función del tipo de acero –inoxidable o galvanizado- empleado en el vástago de conexión. El empleo de una u otra serie es función de la protección frente a la corrosión deseada (véase el apartado 1.2).

Combinaciones posibles de vástago y vaina	
Vástago	Vaina
Acero inoxidable (1.4462)	Acero inoxidable (1.4301)
	Polipropileno
Acero galvanizado (1.7225)	Polipropileno

Tabla 1.1: Combinaciones vástago – vaina.

El refuerzo fijo del componente Macho y del componente Hembra es de acero B 500 S según el artículo 32.2 de la EHE-08.

Existen seis dimensiones diferentes de los conectores Geoconnect® LL en función del diámetro del vástago, que permiten ajustar el producto a las condiciones de carga y geometría de los elementos estructurales que conectan.

Se considera que los elementos estructurales unidos mediante conectores Geoconnect® LL están convenientemente diseñados y comprobados. En el presente DAU se definen las especificaciones de diseño que están relacionadas con la adecuación al uso de los conectores, pero no con la comprobación de dichos elementos estructurales.

¹ Véase el apartado 1.2 para la relación exhaustiva de elementos estructurales unidos mediante conectores Geoconnect® LL.

Los refuerzos adicionales que se colocan in situ alrededor del conector se definen según cada proyecto particular.

El ancho nominal de la junta (w) entre elementos constructivos para cada diámetro de conector varía entre 0 mm y 60 mm.

1.2. Usos a los que está destinado

Los conectores Geoconnect® LL se usan en juntas de dilatación entre elementos estructurales donde es necesario garantizar la transmisión -principalmente- de esfuerzos cortantes entre dichos elementos.

Los conectores Geoconnect® LL pueden emplearse en las uniones de los elementos estructurales siguientes:

- Entre losas macizas o aligeradas -de forjado, de cubierta o de cimentación-, prelosas o forjados unidireccionales o bidireccionales, en sustitución de las uniones a media madera. En caso de emplear viguetas prefabricadas, los conectores se ubicarán en las vigas de borde hormigonadas in situ (véase la figura 1.3).

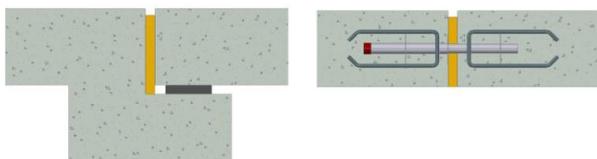


Figura 1.3: Conectores Geoconnect® LL entre losas o vigas, en sustitución de soluciones a media madera.

- Entre losas o vigas y soportes, en sustitución de las soluciones con doble pilar (véase la figura 1.4).

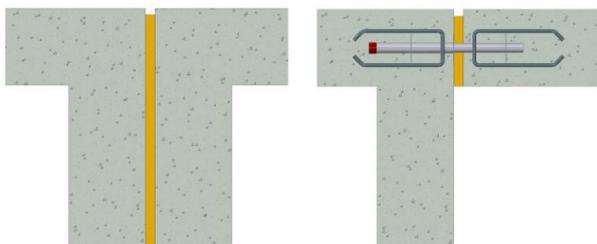


Figura 1.4: Conectores Geoconnect® LL en sustitución de soluciones con doble pilar.

- Entre muros, en sustitución de las soluciones machihembradas (véase la figura 1.5).



Figura 1.5: Conectores Geoconnect® LL entre muros, en sustitución de las uniones machihembradas.

Los tipos de hormigón considerados para los elementos estructurales a conectar son: HA 25, HA 30, y HA 35, de acuerdo con el artículo 39.2 de la EHE-08.

Los conectores Geoconnect® LL se pueden utilizar en las condiciones de exposición siguientes:

- Serie G: exposición interior. Categoría de corrosividad C1² o muy baja, según UNE-EN ISO 12944-2.

Se excluyen las categorías de corrosividad baja, media y alta (C2³, C3⁴ y C4⁵ respectivamente, según UNE-EN ISO 12944-2) para los conectores de la serie G.

- Serie I: exposición interior y exterior con moderada contaminación. Categoría de corrosividad C3 o media, según UNE-EN ISO 12944-2. Incluye las categorías C1 -muy baja- y C2 -baja-.

Se excluye la categoría de corrosividad alta (C4) para los conectores de la serie I.

Para la transmisión entre esfuerzos cortantes entre losas, vigas o forjados y muros, pilotes o soportes, de hormigón armado sin desplazamiento relativo entre ellos pueden emplearse los conectores Geoconnect® MP objeto del DAU 15/095.

² Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C1 y exposición interior en un clima templado: edificios con calefacción y con atmósferas limpias (oficinas, tiendas, colegios, hoteles, etc.).

³ Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C2 y exposición interior en un clima templado: atmósferas con bajos niveles de contaminación- (áreas rurales en su mayor parte).
Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C2 y exposición exterior en un clima templado: edificios sin calefacción donde puede ocurrir condensaciones (almacenes, polideportivos, etc.).

⁴ Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C3 y exposición interior en un clima templado: atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.

Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C3 y exposición exterior en un clima templado: Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesamiento de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas.

⁵ Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C4 y exposición interior en un clima templado: plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.

Ejemplos de ambientes típicos para una categoría de corrosividad C4 y exposición exterior en un clima templado: áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.

1.3. Limitaciones de uso

En la tabla siguiente se muestran las condiciones dimensionales de los elementos estructurales unidos con conectores Geoconnect® LL, expresadas mediante el espesor mínimo de la losa, viga, forjado o muro.

Referencia Geoconnect® LL	Espesor mínimo de la losa viga, forjado o muro (mm)
GC-LL-20	180
GC-LL-22	180
GC-LL-25	200
GC-LL-30	200
GC-LL-35	250
GC-LL-40	250

Tabla 1.2: Dimensiones de los elementos unidos mediante conectores Geoconnect® LL.

Los conectores de un grado de libertad con vainas de acero pueden utilizarse como elementos de estabilización entre los elementos estructurales conectados dado que la holgura entre el vástago y la vaina está limitada a 1 mm, mientras que no deben emplearse para este uso los conectores con vainas de polipropileno.

Los conectores de dos grados de libertad no pueden emplearse como elementos de estabilización entre los elementos estructurales conectados.

No se considera el empleo de los conectores Geoconnect® bajo acciones cíclicas que causen fatiga o fenómenos relacionados.

No se ha evaluado su contribución a la resistencia al fuego.

La prestación de los conectores Geoconnect® LL en zonas con requisitos sísmicos no ha sido evaluada.

2. Componentes del sistema

2.1. Componente Macho

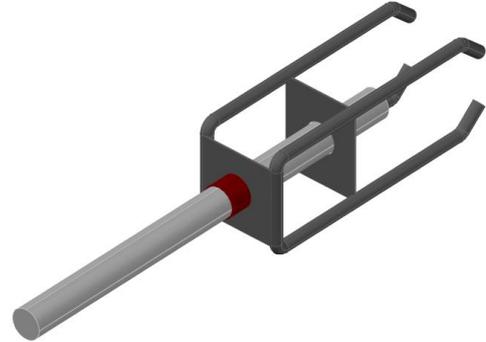
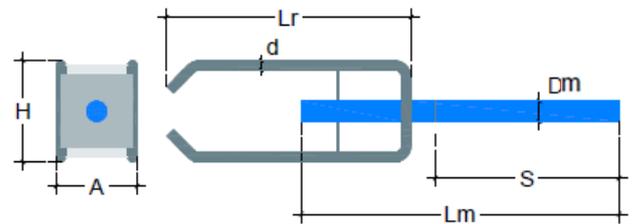


Figura 2.1: Componente Macho.



- D_m Diámetro del vástago
- L_m Longitud del vástago
- S Saliente
- d Diámetro del refuerzo
- L_r Longitud del refuerzo
- H Alto
- A Ancho

Figura 2.2: Dimensiones del componente Macho.

Referencia	Dimensiones del componente Macho (mm)						
	Vástago			Refuerzo			
	D_m	L_m	$S_{(1)}$	d	L_r	H	A
GC-LL-20	20	320	190	10	260	110	85
GC-LL-22	22	350	205	10	260	110	85
GC-LL-25	25	390	225	12	300	125	100
GC-LL-30	30	450	255	12	300	125	100
GC-LL-35	35	520	290	16	350	140	120
GC-LL-40	40	580	320	16	350	140	120

(1) Saliente mínimo (corresponde a un recubrimiento de 30 mm)

Tabla 2.1: Dimensiones del componente Macho.

Tipo de acero del componente Macho		
Característica	Norma	Acero
Vástago	Serie I	EN 10088-3 X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462)
	Serie G	EN 10083-3 42CrMo4 (1.7225)
Refuerzo	Artículo 32.2 EHE-08	B 500 S

Tabla 2.2: Tipo de acero del componente Macho.

Las cartelas están formadas por planchas de 1,5 mm de espesor de acero S235 según UNE-EN 10025-2.

El componente Macho se suministra con el vástago soldado al refuerzo fijo.

2.2. Componente Hembra

Materiales del componente Hembra		
Característica	Norma	Material
Vaina y placa perforada	EN 10088-3	Acero X5CrNi18-10 (1.4301)
	---	Polipropileno
Refuerzo fijo	Artículo 32.2 EHE-08	B 500 S

Tabla 2.3: Tipo de acero del componente Hembra.

Las cartelas están formadas por planchas de 1,5 mm de espesor de acero S235 según UNE-EN 10025-2.

Las características nominales del polipropileno homopolímero con un 20% en peso de carga mineral que constituye la vaina y la placa perforada de material plástico se indican en la tabla siguiente:

Características nominales del material plástico de la vaina y placa perforada		
Característica	Prestación	Norma
Densidad (g/cm ³)	1,04	EN ISO 1183
Índice de fluidez en masa (g / 10 min)		
(230 °C / 2,16 kg)	16	EN ISO 1133
(230 °C / 5,0 kg)	67	EN ISO 1133
Módulo en tracción (MPa)	2.600	EN ISO 527-1, -2
Resistencia a tracción (50 mm/min) (MPa)	33	EN ISO 527-1, -2
Módulo en flexión (MPa)	2.700	EN ISO 178
Resistencia al impacto Charpy (kJ/m ²)		
- Sin entalla (23 °C, tipo 1, de canto)	32	EN ISO 179
- Sin entalla (0 °C, tipo 1, de canto)	18	EN ISO 179
- Con entalla tipo A (23 °C, tipo 1, de canto)	2,5	EN ISO 179
- Con entalla tipo A (0 °C, tipo 1, de canto)	1,5	EN ISO 179
Dureza (hendidura de bola H 358/30) (MPa)	90,0	ISO 2039-1
Temperatura de flexión bajo carga B (0,45 MPa; no recocido) (°C)	115	EN ISO 75B-1, -2
Temperatura de flexión bajo carga A (1,80 MPa; no recocido) (°C)	65	EN ISO 75A-1, -2

Tabla 2.4: Características nominales del material plástico utilizado en la vaina y placa perforada.

2.2.1. Componente Hembra de un grado de libertad

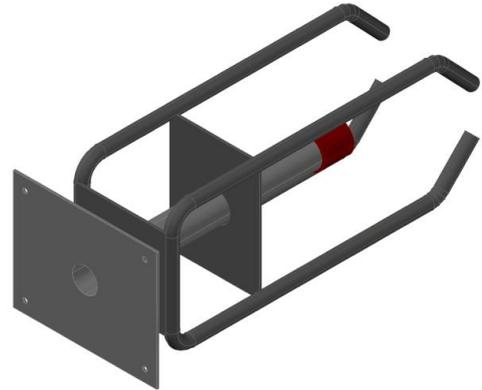


Figura 2.3: Componente Hembra con vaina de acero inoxidable y un grado de libertad.

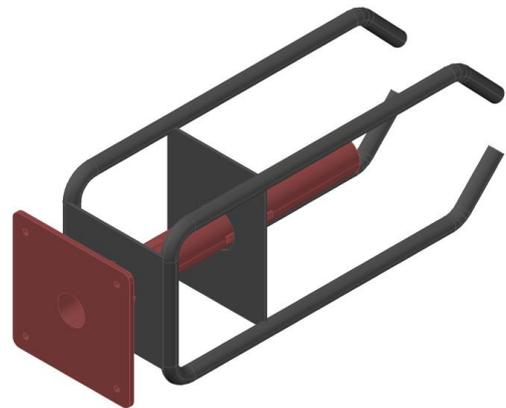
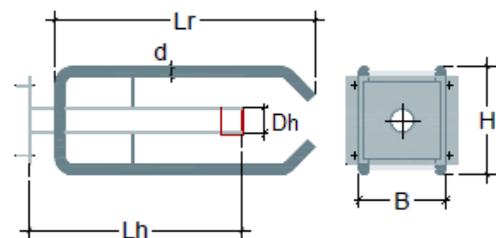


Figura 2.4: Componente Hembra con vaina de polipropileno y un grado de libertad.



D_h	Diámetro interior de la vaina	d	Diámetro del refuerzo fijo
L_r	Longitud de la vaina	L_r	Longitud del refuerzo fijo
L_h		H	Alto del refuerzo
		B	Ancho del refuerzo

Figura 2.5: Componente Hembra de un grado de libertad.

Dimensiones del componente Hembra de un grado de libertad (mm)						
Referencia	Vaina		Refuerzo fijo			
	D _h	L _h	d	L _r	H	B
GC-LL-20	21	210	10	260	110	120
GC-LL-22	23	225	10	260	110	120
GC-LL-25	26	245	12	300	125	130
GC-LL-30	31	275	12	300	125	130
GC-LL-35	36	310	16	350	140	150
GC-LL-40	41	340	16	350	140	150

Tabla 2.5: Dimensiones del componente Hembra de un grado de libertad.

Dimensiones de la placa para clavar en el componente Hembra de un grado de libertad (mm)				
Referencia	Vaina inoxidable		Vaina polipropileno	
	Anchura	Altura	Anchura	Altura
GC-LL-20	120			
GC-LL-22				
GC-LL-25	130	100	90	90
GC-LL-30				
GC-LL-35	150			
GC-LL-40				

Tabla 2.6: Dimensiones de la placa para clavar en el componente Hembra de un grado de libertad.

2.2.2. Componente Hembra de dos grados de libertad

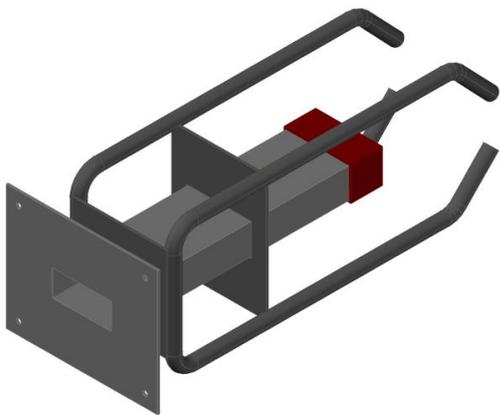


Figura 2.6: Componente Hembra con vaina de acero inoxidable y dos grados de libertad.

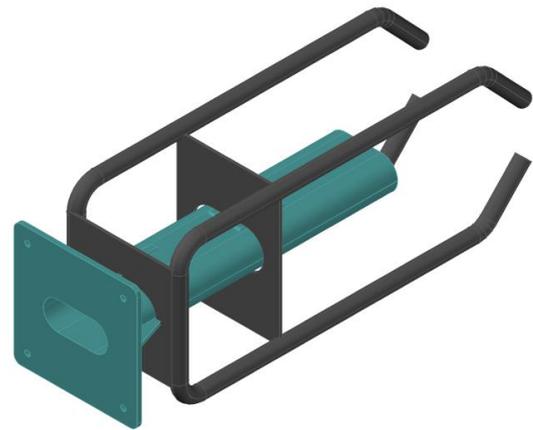
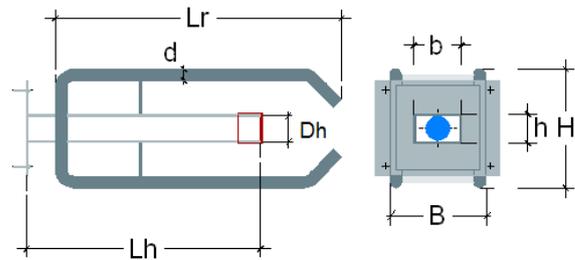


Figura 2.7: Componente Hembra con vaina de polipropileno y dos grados de libertad.



- D_h Canto de la vaina
- b Ancho de la vaina
- L_h Longitud de la vaina
- d Diámetro del refuerzo fijo
- L_r Longitud del refuerzo fijo
- H Alto del refuerzo
- B Ancho del refuerzo

Figura 2.8: Componente Hembra de dos grados de libertad.

Dimensiones del componente Hembra de dos grados de libertad (mm)							
Referencia	Vaina			Refuerzo fijo			
	h	b	L _h	d	L _r	H	B
GC-LL-20-DM	21	46	210	10	260	110	120
GC-LL-22-DM	23	47	225	10	260	110	120
GC-LL-25-DM	26	56	245	12	300	125	130
GC-LL-30-DM	31	62	275	12	300	125	130
GC-LL-35-DM	36	76	310	16	350	140	150
GC-LL-40-DM	41	77	340	16	350	140	150

Tabla 2.7: Dimensiones del componente Hembra de dos grados de libertad.

Dimensiones de la placa para clavar en el componente Hembra de dos grados de libertad (mm)				
Referencia	Vaina inoxidable		Vaina polipropileno	
	Anchura	Altura	Anchura	Altura
GC-LL-20-DM	120			
GC-LL-22-DM				
GC-LL-25-DM	130	100	90	90
GC-LL-30-DM				
GC-LL-35-DM				
GC-LL-40-DM	150			

Tabla 2.8: Dimensiones de la placa para clavar en el componente Hembra de dos grados de libertad.

2.2.3. Material de relleno de la junta de dilatación

Como material relleno de la junta de dilatación se pueden utilizar materiales comúnmente empleados en juntas de dilatación (planchas de poliestireno expandido, masillas asfálticas, etc.). Steel For Bricks GZ SL no suministra la junta de dilatación.

3. Fabricación y control de producción

3.1. Fabricación

Los elementos que forman el componente Macho y el componente Hembra (barra de acero del vástago, refuerzo fijo, vainas y cartela) se adquieren a proveedores autorizados.

El corte de la barra de acero a la longitud requerida para la formación del vástago se lleva a cabo en las instalaciones de Steel For Bricks GZ SL.

El vástago y el refuerzo fijo del componente Macho, junto con la vaina y el refuerzo fijo del componente Hembra se ensamblan en fábrica.

Steel For Bricks GZ SL utiliza la siguiente descripción para referirse a los conectores:

- GC LL xx II; GC LL xx IP, GC LL xx G

Con el significado siguiente:

- GC LL: conector Geoconnect® LL.
- xx: diámetro del vástago en milímetros (véase la tabla 2.1).
- II, IP o G: material utilizado en la combinación vástago-vaina según: II: vástago y vaina en acero inoxidable; IP: vástago en acero inoxidable y vaina en polipropileno; G: vástago en acero galvanizado y vaina en polipropileno (véase la tabla 1.1).

Se añadirán las siglas DM al final de la descripción cuando se trate de conectores de dos grados de libertad. Ejemplo: GC LL xx II DM.

3.2. Control de producción

Steel For Bricks GZ SL garantiza que los elementos que forman el conector son conformes con las especificaciones indicadas en el capítulo 2 mediante la aplicación del Plan de Control acordado con el ITeC.

Este Plan de Control define los controles a realizar para cada uno de los componentes y de los procesos de fabricación.

El control de producción de los conectores alcanza a las materias primas, el proceso de fabricación y el producto final acabado. Dicho control de producción ha sido auditado por parte del ITeC.

En el *Dossier Técnico* del DAU se recoge la información relativa al Plan de Control.

3.3. Control de ejecución en obra

Durante la ejecución en obra, el técnico responsable de la obra deberá llevar a cabo los controles indicados en la tabla 3.1, y además deberá controlar que la ejecución del sistema se realiza conforme a la solución adoptada en el proyecto y considerando los criterios indicados en los capítulos 5 y 6.

A continuación se indican los controles que deben realizarse en el transcurso de la ejecución:

Controles de ejecución en obra			
Característica	Método de control	Criterio de aceptación	Número de muestras
Compatibilidad dimensional: - Espesor mínimo de losa, viga o forjado. - Ancho compatible (conexión entre vigas) - Recubrimientos laterales - Separación entre barras - Dimensiones de vástago y vaina	Comprobación dimensional	Ajuste a la documentación del proyecto	100 %
Distancia y posición de los conectores entre ellos	Comprobación dimensional	Perpendiculares al plano de la junta	100 %
Ubicación de los conectores respecto a los elementos a unir	Comprobación dimensional	Zona inferior del elemento flectado: ajuste de la posición de las marcas de código de color con el proyecto	100 %
Recubrimientos locales	Comprobación dimensional	De 20 mm a 30 mm	100 %
Armadura adicional de refuerzo: - Cuantía - Posición	Comprobación de cálculos	Capacidad resistente ($A_s \cdot f_{yd}$) superior o igual al esfuerzo cortante transmitido por el conector Debe ocupar todo el canto disponible, respetando los recubrimientos mínimos	100 %
Cuantía de la armadura vertical entre conectores	Comprobación de cálculos	Superior a $3,3 \text{ cm}^2/\text{m}$	100 %

Tabla 3.1: Controles de ejecución en obra.

4. Almacenamiento, transporte y recepción en obra

4.1. Almacenamiento

Los conectores Geoconnect® LL son almacenados por Steel For Bricks GZ SL hasta su transporte a la obra.

Tanto en el almacén como en la obra deben controlarse las condiciones de su almacenamiento de modo que no sufran desperfectos antes de su puesta en obra.

Para el correcto almacenamiento, manipulación y traslado de los conectores se deberá seguir la normativa vigente en cuanto a prevención de riesgos laborales.

4.2. Transporte

El transporte de los conectores Geoconnect® LL se lleva a cabo en cajas de distintos tamaños según el modelo y la cantidad solicitada.

Los componentes Macho y Hembra de los conectores Geoconnect® LL se suministran montados.

4.3. Control de recepción en obra

En la recepción en obra se deberá controlar, al menos mediante una inspección visual, el estado del material suministrado. En particular se deben considerar los siguientes aspectos:

- No se admitirán dobleces, defectos superficiales o desviaciones geométricas en los vástagos.
- Se deberá presentar documentación del fabricante conforme a que el producto suministrado es el especificado.
- Comprobación visual de que el diámetro del conector suministrado corresponde con el solicitado. Los vástagos disponen del siguiente código de color en su extremo en función del diámetro:

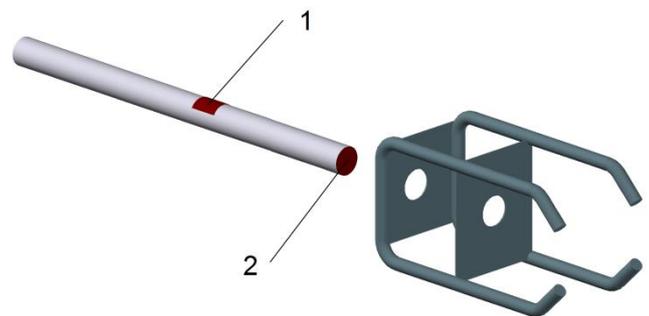
Códigos de color para los vástagos	
Referencia	Color
GC-LL-20	R rojo
GC-LL-22	Negro
GC-LL-25	Azul
GC-LL-30	Morado
GC-LL-35	Verde
GC-LL-40	Naranja

Tabla 4.1: Códigos de color para los vástagos.

La marca con el código de color en el extremo del vástago (marca núm. 2 en figura 4.1) siempre debe quedar en el lado del refuerzo fijo.

El mismo código de color se coloca en el vástago (marca núm. 1 en la figura 4.1) e indica la distancia a respetar para recubrimiento (véase la figura 4.2). El componente Macho se entrega a la obra con el vástago soldado al refuerzo fijo, de modo que el vástago ya está posicionado en relación con dicho refuerzo.

Las vainas de polipropileno también incorporan este código de color, mientras que las vainas de acero inoxidable la incorporan en las etiquetas que llevan adheridas.



- 1: Marca con el código de color en la superficie del vástago.
- 2: Marca con el código de color en el extremo del vástago.

Figura 4.1: Posición de las marcas con código de color en el vástago.

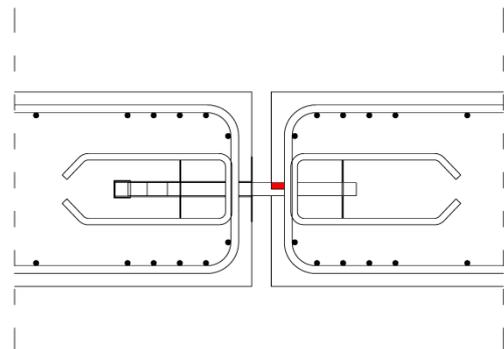


Figura 4.2: Marca con código de color en la conexión entre losas.

5. Criterios de proyecto

5.1. Criterios de diseño

5.1.1. Distancia entre conectores adyacentes

La distancia entre conectores adyacentes se obtiene a partir del resultado de los cálculos (véase el apartado 5.2).

La unión entre elementos estructurales puede asimilarse a un apoyo lineal si los conectores están sometidos a los mismos o parecidos esfuerzos y la distancia máxima entre ellos es como máximo 8 veces el espesor del elemento de hormigón (viga, losa o forjado) que conectan.

Sin embargo, dicha distancia puede ser superior cuando se conecta un forjado realizado mediante viguetas prefabricadas dispuestas paralelamente a la dirección de la junta. En este caso, los conectores se ubican en las cabezas de las vigas transversales, siendo la distancia entre conectores la distancia entre dichas vigas, que acostumbra a ser superior a 8 veces su canto. En cualquier caso, la distancia entre conectores debe estar soportada por el resultado de los cálculos.

Cuando la distancia entre conectores adyacentes sea inferior a 2,5 veces el espesor de la losa, viga o forjado, y el agotamiento del conector se produzca por el fallo a compresión de las bielas de hormigón, se aplicará una penalización en una de las formas siguientes, con objeto de evitar la eventual aparición de fisuras originadas por la intersección de los conos de rotura:

- reducción de los esfuerzos cortantes admisibles mediante un coeficiente igual a $0,4 \cdot e/h$ o
- aumento de la sección transversal de las armaduras de refuerzo mediante un coeficiente igual a $(2 - 0,4 \cdot e/h)^3$, donde:
e: distancia entre conectores adyacentes.
h: espesor de la losa.

La distancia mínima entre conectores adyacentes cuando se prevé que el agotamiento se produzca en el vástago debe ser objeto de análisis específico.

5.1.2. Profundidad de empotramiento

La profundidad máxima de empotramiento del vástago en la losa, forjado, viga o soporte corresponde con la dimensión Saliente (S) indicada en la tabla 2.1 menos el ancho de junta (w) previsto.

La profundidad mínima de empotramiento del vástago en la vaina para cada referencia de conector en función del ancho de junta (w) se indica en la tabla

siguiente. La profundidad mínima será 6,5 veces el diámetro del vástago (D_m) para el ancho de junta máximo. Aplica por igual a los conectores Geoconnect[®] LL de uno y de dos grados de libertad.

Referencia	Profundidad mínima de empotramiento vástago – vaina (mm)						
	Ancho de junta (w) (mm)						
	0	10	20	30	40	50	60
GC-LL-20	190	180	170	160	150	140	130
GC-LL-22	205	195	185	175	165	155	145
GC-LL-25	225	215	225	235	245	255	165
GC-LL-30	255	245	235	225	215	205	195
GC-LL-35	290	280	270	260	250	240	230
GC-LL-40	320	310	300	290	280	270	260

Tabla 5.1: Profundidad mínima de empotramiento vástago - vaina.

5.1.3. Posición del conector

El espesor mínimo de las losas donde se ubicará el conector se indica en la tabla 1.2 en función de la dimensión del conector.

Los conectores se deben disponer en el centro geométrico del elemento a unir de menor canto. En caso contrario, el espesor del elemento a utilizar en los cálculos corresponderá al doble de la distancia desde el conector a la cara de hormigón más próxima, ya sea la cara superior o la inferior.

En caso de losas formadas a partir de pre-losas, el diseñador debe prestar especial atención para permitir la ubicación de las armaduras de refuerzo del conector y las de conexión entre el hormigón prefabricado y el hormigón vertido in situ.

Es posible el uso de conectores superpuestos en finales de viga.

Se debe evitar la presencia de elementos que interfieran con el cono de hormigón alrededor del conector (oberturas, conductos para el paso de tuberías, etc.).

5.1.4. Ancho de junta

El valor del ancho de junta a emplear en los cálculos (w) se determina del siguiente modo:

$$w = w_0 + \Delta w_s + \Delta w_d + \Delta w_r$$

donde:

w_0 : ancho constructivo nominal.

Δw_s : incremento en el ancho de la junta bajo el efecto de la combinación de acciones consideradas en la verificación.

Δw_d : incremento en el ancho de la junta bajo el efecto de las deformaciones diferidas debidas a retracción y

temperatura. Cuando los efectos de esas acciones se contabilicen mediante un valor fijo, dicho incremento se tomará igual a 5 mm, en otros casos dicho incremento se tomará cero y las correspondientes deformaciones se incluirán en Δw_s .

Δw_s : incremento que tiene en cuenta las incertidumbres inherentes a los esfuerzos compartidos entre los conectores en caso de componentes rígidos. Se toma igual a cero cuando uno de los elementos a unir es una losa, en el resto de casos se considerará la mitad del diámetro del vástago.

5.2. Seguridad estructural

5.2.1. Prestación del conector

La prestación del conector se expresará mediante el esfuerzo cortante resistente máximo en la unión. Dicho valor es el menor entre los obtenidos de la comprobación de los siguientes modos de agotamiento:

- En la losa, viga o forjado:
 - Agotamiento por punzonamiento cuando alguno de los elementos a unir es una losa maciza sin armadura a cortante (véase el apartado 2.4.1.2.3 de la ETAG 030-1⁶)
 - Agotamiento por flexión de borde (véase el apartado 5.2.2 del DAU).
- En el vástago:
 - Agotamiento a cortante combinado con momento flector (véase el apartado 6.2.4 del DB SE-A).

La prestación del conector se reducirá por el siguiente coeficiente, en función del número de conectores simultáneamente afectados por el movimiento relativo de los dos elementos estructurales que conectan:

- 0,75 para un conector;
- 0,90 para dos conectores;
- 1,00 para tres o más conectores;

En los cálculos se empleará el límite elástico del acero del vástago declarado por el suministrador del acero, sensiblemente mayor que el valor mínimo indicado en la norma de producto.

5.2.2. Armaduras de suspensión

Las armaduras de suspensión dispuestas a ambos lados del vástago tienen como objetivo asegurar la transmisión de esfuerzo a zonas donde el hormigón se encuentra sometido a compresión.

Dicha armadura de refuerzo adicional próxima al conector ubicado en la losa, viga o forjado responde a las siguientes especificaciones:

- La resistencia frente agotamiento por flexión de borde ($V_{Rd,ce}$) proporcionada por la armadura de refuerzo se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$V_{Rd,ce} = V_{Rd,1} + V_{Rd,2} \leq A_s \cdot f_{yd}$$

Donde $V_{Rd,1}$ es el esfuerzo transmitido por efecto gancho y $V_{Rd,2}$ es el esfuerzo transmitido por adherencia de la parte recta de la barra de acero.

$$V_{Rd,1} = X_1 \cdot X_2 \cdot \sum \Psi_i \cdot A_s \cdot f_{yk} \cdot (f_{ck} / 30)^{1/2} / \gamma_c$$

$$X_1 = 0,25$$

$$X_2 = 0,85$$

$$\Psi_i = 1 - 0,2 \cdot (\ell_{c,i} / c_i)$$

$\ell_{c,i}$: distancia desde el centro del vástago hasta el eje de la barra considerada.

$$V_{Rd,2} = \pi \cdot d_s \cdot \sum \ell'_{1,i} \cdot f_{bd}$$

d_s : diámetro de la barra.

$\ell'_{1,i}$: longitud efectiva de anclaje de la barra considerada

$$\ell'_{1,i} = \ell_{1,i} - \ell_{1,min}$$

$\ell_{1,i}$: longitud de anclaje de la barra considerada

$$\ell_{1,min} = (0,5 \cdot d_b + d_s)$$

d_b : diámetro del mandril de la barra.

f_{bd} : valor de cálculo de la tensión última de adherencia de barras corrugadas (véase el apartado 8.4.2 de EN 1992-1-1).

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

- La disposición de las armaduras de suspensión a ambos lados del vástago responde al modelo geométrico indicado en la figura 5.1.

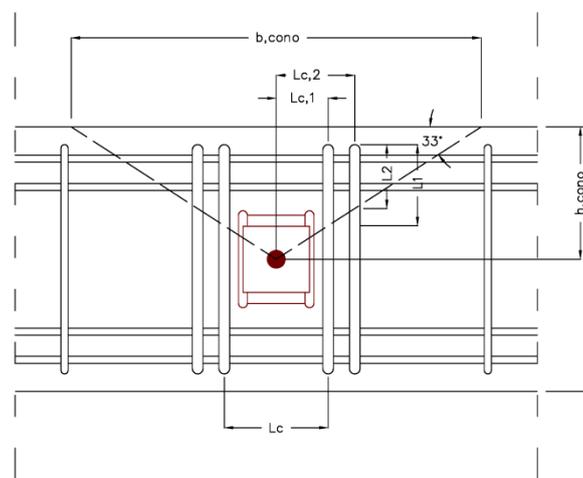


Figura 5.1: Modelo geométrico de disposición de armaduras de suspensión a ambos lados del vástago.

⁶ La ETAG 030-1 establece un cálculo del punzonamiento más restrictivo que la EHE (a 1,5 cantos en lugar de a 2 cantos).

Este modelo geométrico equivale a las siguientes consideraciones de cálculo:

- El cono de hormigón se inicia en el centro del vástago ($h_{\text{cono}} = h_{\text{losa}} / 2$).
- El ángulo de inclinación de las bielas de hormigón es 33° ($b_{\text{cono}} = (2 \cdot h_{\text{cono}}) / \tan 33^\circ$).
- Consideración del esfuerzo transmitido por efecto gancho: el esfuerzo transmitido por el gancho se pondera si el cono de hormigón resultante del modelo de cálculo no incluye completamente la parte de la barra afectada por el gancho. Esto ocurre cuando la longitud de la barra dentro del cono de hormigón es inferior a la suma del diámetro de la barra y la mitad del diámetro del mandril de la barra ($0,5 \cdot d_b + d_s$).

Esta ponderación se introduce en la fórmula de cálculo del esfuerzo transmitido por efecto gancho mediante un coeficiente de reducción, expresado mediante el cociente entre la longitud real y la longitud teórica.

- Su resistencia a tracción ($A_s \cdot f_{yd}$) no será inferior al valor de cálculo del esfuerzo cortante transmitido por el conector.
- Puede tener disposición de cercos (cerrados) o estribos (abiertos en "U"). Si la disposición es en estribos, las ramas horizontales deben tener, como mínimo, una longitud igual a la longitud de anclaje, correspondiente al tipo de barra utilizado.
- Tanto si tiene forma de cercos o estribos, debe ocupar todo el canto disponible del elemento estructural en el que se aloja, respetando siempre los recubrimientos a los bordes superior e inferior (mínimo 20 mm y máximo 30 mm).

Los valores de diseño del esfuerzo cortante correspondientes al estado límite último de fisuración ($V_{Rd,s}$) para el agotamiento por flexión de borde se obtienen mediante la siguiente expresión:

$$V_{Rd,s} = 0,77 \cdot V_{Rd,ce}$$

Donde $V_{Rd,ce}$ es a la resistencia frente agotamiento por flexión de borde.



Figura 5.2: Disposición de los estribos de la armadura de suspensión y armadura de borde. Vista tridimensional.

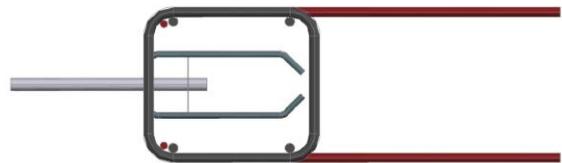


Figura 5.3: Disposición de armaduras de suspensión con estribos. Alzado.

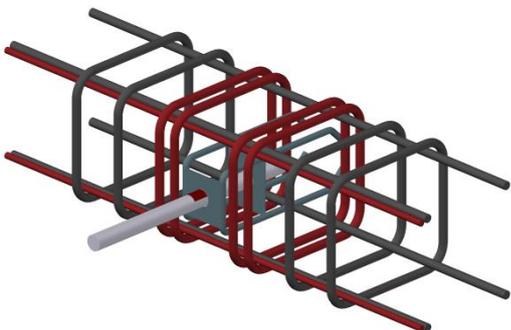


Figura 5.4: Disposición de los cercos de la armadura de suspensión y armadura de la viga de borde. Vista tridimensional.

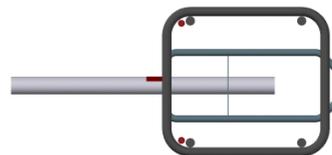


Figura 5.5: Disposición de armaduras de suspensión con cercos. Alzado.

Notas:

- En las figuras se ha omitido el hormigón para facilitar la comprensión.
- La disposición de armaduras indicada obedece a un ejemplo y no presupone tipo.

5.2.3. Dimensionado del conector

El dimensionado de los conectores se llevará a cabo mediante la comprobación de cada una de las siguientes desigualdades entre esfuerzos cortantes actuantes y esfuerzos cortantes resistentes, según si se trata de una comprobación de un Estado Límite Último –ELU- o del Estado Límite de Servicio -ELS-.

- $V_{Sd,u} \leq V_{Rd,u}$ (ELU en situación persistente o transitoria)
- $V_{Sd,s} \leq V_{Rd,s}$ (ELS)
- $V_{Sd,a} \leq V_{Rd,a}$ (ELU en situación accidental)

La primera desigualdad debe comprobarse en todos los casos, la segunda desigualdad únicamente en casos en los que la fisuración de la losa o forjado es perjudicial (por ejemplo: por presencia de pavimentos continuos). La tercera sólo aplica en situaciones accidentales.

Los valores de $V_{Rd,s}$ se han obtenido a partir de los ensayos y corresponden con los valores resistentes en el momento de aparición de las fisuras en la losa o forjado.

A continuación se indican los datos que se deben emplear en las comprobaciones (EHE-08):

- Estados Límite Últimos:
Coeficientes parciales de seguridad de las acciones según tabla 12.1.a del artículo 12.1 de la EHE-08.
Las combinaciones de acciones para las situaciones de proyecto persistentes o transitorias y accidentales se definirán de acuerdo con los criterios del artículo 13.2 de la EHE-08.
- Estados Límite de Servicio:
Coeficientes parciales de seguridad de las acciones según tabla 12.2 del artículo 12.2 de la EHE-08.
Las combinaciones de acciones para las situaciones de proyecto persistentes y transitorias se definirán de acuerdo con los criterios del artículo 13.3 de la EHE-08.

5.2.4. Vigas de borde

Se formarán vigas de borde a lo largo de la longitud de la junta de la losa en la que se instalarán los conectores. El dimensionado de dichas vigas se realizará teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

- La viga constituye un apoyo lineal para la losa adyacente.
- Los conectores forman apoyos individuales móviles para la viga.

- Las características de la armadura de refuerzo vertical de borde uniformemente distribuida son las siguientes:
 - Sección transversal no inferior a 3,33 cm² por metro lineal en el borde de la losa para acero B 500.
 - Se permite el uso de armaduras de refuerzo cuyo límite elástico se encuentre entre 400 MPa y 600 MPa. En este caso, la superficie mínima de las secciones transversales se calculará proporcionalmente a la sección definida en el apartado anterior para acero B 500.
 - El uso de los valores publicados (resistencias a cortante) conlleva que dicha armadura de borde se ubica a lo largo del extremo de la losa, además de la armadura propia asociada a cada conector.

El Departamento Técnico de Steel For Bricks GZ SL llevará a cabo el dimensionado de las vigas de borde, comprobando el agotamiento por compresión oblicua, por flexión y por cortante.

5.3. Seguridad en caso de incendio

5.3.1. Reacción al fuego

Los únicos componentes del conector Geoconnect® LL que pueden quedar expuestos a los efectos del fuego son el vástago y la vaina.

El vástago –ya sea de acero inoxidable o acero aleado galvanizado- se clasifica A1 y A1_{FL} sin necesidad de ensayo al estar fabricado a partir de materiales incluidos en el cuadro 1.2-1 del Real Decreto 312/2005 de 2 de abril de 2005, modificado por el Real Decreto 110/2008 de 12 de febrero de 2008. Por tanto, cumplen con las exigencias incluidas en el DB SI del CTE.

La clasificación de la vaina de polipropileno es F. La vaina de acero inoxidable se clasifica A1 y A1_{FL} sin necesidad de ensayo al igual que el vástago.

5.3.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego, expresada mediante los criterios de capacidad portante, estanquidad y aislamiento térmico, de la junta entre elementos constructivos unidos mediante conectores Geoconnect® LL no ha sido evaluada.

Si existen exigencias de sectorización que afecten a los elementos constructivos a unir y que se extiendan a la junta donde se ubican los conectores Geoconnect® LL, se deberán prever medidas en fase de proyecto que permitan alcanzar la prestación exigida en la unión.

5.4. Higiene, salud y medio ambiente

La presencia de los conectores Geoconnect® LL no interviene ni afecta en el cumplimiento de las

condiciones adecuadas para garantizar la higiene y salud de los ocupantes de las obras de construcción siempre y cuando la junta quede correctamente tapada.

5.5. Seguridad de utilización

La presencia de los conectores Geoconnect® LL no interviene ni afecta en el cumplimiento de las condiciones adecuadas para limitar el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, siempre y cuando la junta quede correctamente tapada.

5.6. Durabilidad

El mantenimiento de las prestaciones de los conectores durante la vida útil del edificio está relacionado con los siguientes componentes:

- Vástago:

Los conectores Geoconnect® LL se pueden utilizar en las condiciones de exposición siguientes:

 - Serie G: exposición interior. Categoría de corrosividad C1 o muy baja, según UNE-EN ISO 12944-2.
 - Serie I: exposición interior y exterior con moderada contaminación. Categoría de corrosividad C3 o media, según UNE-EN ISO 12944-2. Incluye las categorías C1 -muy baja- y C2 -baja-.
- Elementos estructurales de la losa, viga, forjado, muro, pilote o soporte:

Su durabilidad depende del cumplimiento de las indicaciones contenidas en la EHE-08, en especial en lo que se refiere a:

 - La definición de la agresividad identificada por el tipo de ambiente.
 - La definición de detalles estructurales y formas que faciliten la evacuación del agua.
 - El establecimiento de medidas de proyecto que faciliten el mantenimiento y sustitución de elementos de equipamiento (apoyos, juntas, drenajes, etc.) que tengan una vida útil menor que la de la estructura.
 - El establecimiento de una estrategia para la durabilidad según el artículo 37.2 de la EHE-08. Entre los aspectos a tener en cuenta destaca la adopción de un espesor de recubrimiento adecuado para la protección de las armaduras de suspensión.

6. Criterios de ejecución, de mantenimiento y conservación

6.1. Criterios de ejecución

6.1.1. Criterios generales de ejecución

Los conectores Geoconnect® LL se suministran a la obra con las características del vástago (tipo, longitud y diámetro) y refuerzo fijo definidas en el proyecto, sin que sea necesario actuar sobre ellos.

6.1.1.1. Medios humanos y materiales necesarios para la construcción

El posicionamiento y atado del conector Geoconnect® LL al encofrado puede ser realizado por el operario encargado de la manipulación de las armaduras.

Debe prestarse especial atención a la colocación de las armaduras de suspensión a ambos lados del conector. Dichas armaduras deben ajustarse escrupulosamente a la disposición prevista en el proyecto, ya que de ello depende la prestación del sistema.

El transporte de los conectores en la obra puede realizarse sin medios especiales.

6.1.1.2. Manipulación en obra. Condiciones de seguridad

Se utilizarán guantes para la manipulación de las armaduras.

Se aplicarán las medidas preventivas necesarias para evitar los riesgos asociados a la construcción de los elementos estructurales en los que se ubiquen los conectores (caídas a distinto nivel, cortes producidos por la armadura, golpes y caída de la carga en el vertido del hormigón, etc.).

6.1.1.3. Verificaciones previas a la ejecución

Deben verificarse aquellos aspectos previos a la ejecución recogidos en la tabla 3.1. Además, se debe comprobar que ningún elemento singular (bajante, obertura, etc.) interfiera con los conectores.

6.1.2. Secuencia de ejecución

- Encofrar el elemento estructural (losa, viga o forjado, etc.) en el que se prevé colocar los componentes Hembra. A continuación fijar los componentes Hembra al encofrado con clavos colocados a través de los orificios de la placa perforada de los componentes Hembra.

- Colocar las armaduras del elemento estructural.

La armadura de borde acostumbra a ser prefabricada, de modo que puede ser necesario modificar la posición de los estribos de dicha armadura para evitar interferencias con los vástagos o refuerzos del conector Geoconnect® LL.

A continuación se colocan las armaduras de suspensión a ambos lados del conector, necesarias para la correcta transmisión de esfuerzos.

- Verter y vibrar el hormigón en el elemento estructural.
- Retirar el encofrado del frontal del elemento estructural cuando el hormigón haya endurecido y colocar el material de relleno de la junta de dilatación.
- Introducir los vástagos de los componentes Macho en las vainas de los componentes Hembra a las profundidades especificadas en los planos de la estructura.

La marca de color en el vástago indica la penetración del vástago en la vaina (véase el apartado 4.3). Ambos datos se definen en los planos de la estructura.

- Encofrar el elemento estructural (losa, viga o forjado, etc.) en el que se colocan los componentes Macho.
- Colocar las armaduras del elemento estructural.

Puede que sea necesario modificar la posición de los estribos de dicha armadura para evitar interferencias con los vástagos o refuerzos del conector Geoconnect® LL, al igual que sucede con la armadura de borde del elemento estructural que aloja a los componentes Hembra.

A continuación se colocan las armaduras de suspensión a ambos lados del conector, necesarias para la correcta transmisión de esfuerzos.

- Verter y vibrar el hormigón en el elemento estructural.

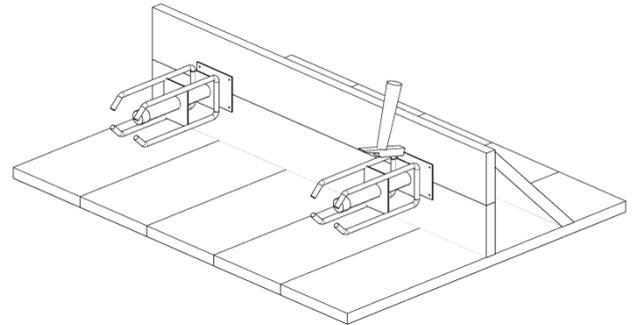
6.1.3. Colocación de armaduras de suspensión

Se debe prestar especial atención a la correcta colocación de las armaduras de suspensión a los lados del conector Geoconnect® LL y en ambos elementos estructurales a unir.

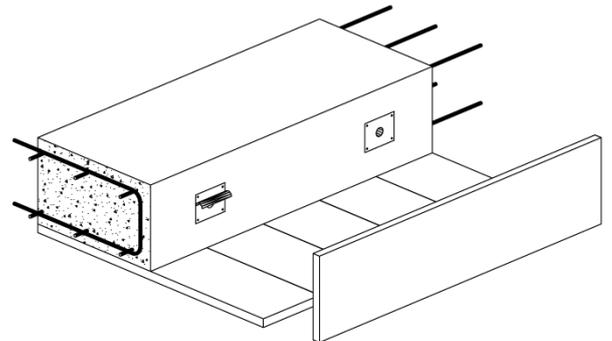
La distancia entre las armaduras, así como la distancia entre las armaduras y el vástago, debe responder a las indicaciones de los planos del Proyecto, que se debe determinar de acuerdo con el modelo geométrico indicado en el apartado 5.2.2 del DAU.

La distancia entre barras debe permitir realizar el vibrado correcto del hormigón.

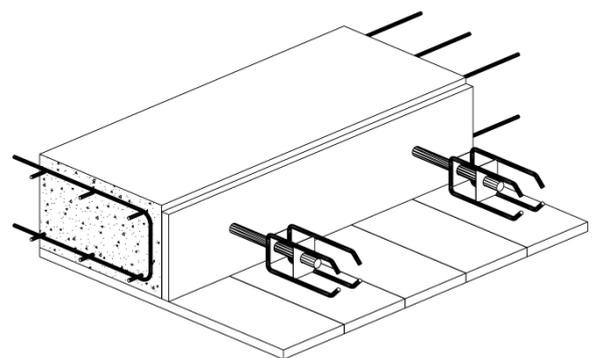
No se admiten cercos o estribos inclinados respecto a la vertical.



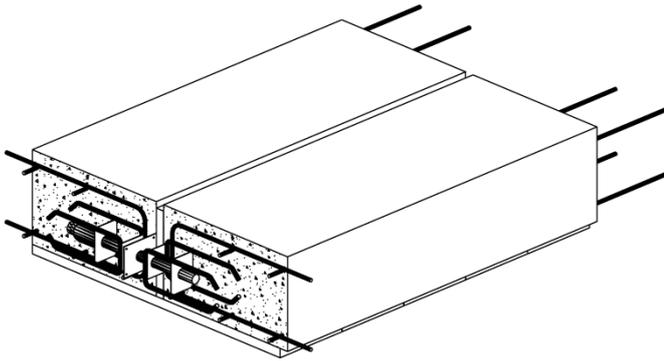
1. Encofrar el elemento estructural y fijar los componentes Hembra al encofrado. Colocar el resto de armaduras.



2. Verter y vibrar el hormigón, retirar el encofrado del frontal del elemento estructural.



3. Introducir los vástagos de los componentes Macho en las vainas de los componentes Hembra.



4. Encofrar el elemento estructural en el que se colocan los componentes Macho, colocar el resto de armaduras y verter y vibrar el hormigón.

Figura 6.1: Secuencia de ejecución.

6.2. Criterios de mantenimiento o conservación

El mantenimiento de las estructuras unidas mediante conectores Geoconnect® LL debe inscribirse en las actividades de mantenimiento que la Propiedad deberá programar y efectuar, a partir de la entrada en servicio de la estructura, de acuerdo con el artículo 103 de la EHE-08 y de forma coherente con los criterios adoptados en el proyecto.

De forma general, compete a la Propiedad conservar el Proyecto de Construcción completo, así como los proyectos que, eventualmente, le sucedan en virtud de reparaciones, refuerzos, ampliaciones, etc., así como las memorias o informes vinculados a la historia de la estructura.

En particular, las estructuras unidas mediante los conectores Geoconnect® LL deben formar parte del Plan de Inspección y Mantenimiento, que define las actuaciones a desarrollar durante toda la vida útil de los mismos.

6.3. Medidas para la protección del medio ambiente

6.3.1. Tratamiento de residuos

Los conectores Geoconnect® LL se suministran a la obra sin que sea necesario actuar sobre ellos, de modo que no se prevé la generación de residuos derivados de la manipulación del producto.

Únicamente se prevé la generación de residuos a consecuencia de desperfectos en el producto por una manipulación incorrecta o por causas accidentales.

Tras la entrada en vigor de la Decisión 2000/532/CE y de sus modificaciones, donde se establece una nueva Lista Europea de Residuos (LER), es obligatorio que

los productos tengan asignado un código LER que permita al usuario conocer el tipo de gestión de residuos que le corresponde. En la tabla 7.1 se indica el código LER para los componentes del conector Geoconnect® LL.

Los residuos generados deberán ser gestionados según la legislación vigente por un gestor autorizado a tal efecto (véase el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición).

Componentes del conector Geoconnect®	Código LER
Vástago y armaduras de refuerzo	17 04 05

Tabla 7.1: Códigos LER.

6.3.2. Condiciones exigibles a las empresas instaladoras

La instalación de los conectores Geoconnect® LL puede ser llevada a cabo por los operarios de la propia obra. No es necesaria la intervención de operarios especializados.

Sí es necesario un grado elevado de esmero a la colocación y posicionamiento de las armaduras de suspensión con arreglo a la información del proyecto.

7. Referencias de utilización y visitas de obra

7.1. Referencias de utilización

Los conectores Geoconnect® LL se llevan ejecutando desde mayo de 2013.

Se han aportado como referencias de utilización la siguiente relación de obras:

- Palacio de Justicia de La Rioja. C/Marqués de Murrieta. Logroño.
- 34 viviendas. C/Almansa. Pozuelo de Alarcón. (Madrid).
- Almacén automatizado SIBCO-Mega Plant-Jeddah. Arabia Saudí.
- Lonja Puerto Riera. Plaza da Lonxa. Ribeira. (A Coruña).
- Almacén automatizado. RCR Engineering. Bolivia.
- Hospital de Vigo Álvaro Cunqueiro. Estrada Clara Campoamor. Parroquia de Beade. Vigo. (Pontevedra).
- Edificio residencial El Carmen. C/Eslava, C/De la Serna y Callejones de El Perchel. Málaga.
- Edificio residencial Mirasierra. C/Jardines de la Condesa y C/Mirador de la Reina. Urbanización Mirasierra. (Madrid).
- 51 viviendas. Valdebebas. (Madrid).
- Palacio de Formación y Congresos de Fuerteventura Los Pozos. Paseo marítimo de Puerto Rosario. Fuerteventura. (Gran Canaria).
- Reconstrucción y ampliación de edificio de 97 viviendas. Residencial San Mateo. Avenida Juan Carlos I. Lorca. (Murcia).
- 33 viviendas. Mosquera. (Málaga).
- 117 viviendas. Paseo Urumea. San Sebastián-Donostia. (Guipúzcoa).
- 14 viviendas. Edificio La Bastica. Vitoria-Gasteiz.
- 284 Viviendas. Ensanche de Vallecas. Madrid.
- Nueva sede del Banco Popular. C/Juan Ignacio Luca de Tena. Madrid.
- 149 viviendas. Ensanche de Vallecas. Madrid.
- 47 viviendas. Plan parcial Roza Martín. Majadahonda. (Madrid).
- Biodomo. Parque de las Ciencias de Granada. C/Profesor Agustín Escribano. Granada.

7.2. Visitas de obra

Se ha efectuado un muestreo de obras realizadas con Los conectores Geoconnect® LL, ejecutadas y en proceso de ejecución.

Las obras seleccionadas fueron inspeccionadas por personal del ITeC, dando lugar al Informe de visitas de obras recogido en el *Dossier Técnico del DAU 15/096*.

El objetivo de las visitas ha sido, por un lado contrastar la aplicabilidad de las instrucciones de puesta en obra con los medios humanos y materiales definidos por Steel For Bricks GZ SL y, por otro, identificar los aspectos que permitan evitar posibles patologías que puedan afectar al sistema ejecutado.

Los aspectos relevantes destacados en el transcurso de la realización de las visitas de obra se han incorporado a los criterios de proyecto y ejecución indicados en los capítulos 5 y 6 respectivamente.

8. Evaluación de ensayos y cálculos

Se ha evaluado la adecuación al uso de los conectores Geoconnect® LL en relación con el cumplimiento del *Procedimiento Particular de evaluación del DAU 15/096*.

Este procedimiento ha sido elaborado por el ITeC considerando la reglamentación española de construcción aplicable en cada caso:

- en edificación se consideran las exigencias básicas que establece el CTE para cada uno de los requisitos básicos,
- en otros ámbitos de la construcción se considera la reglamentación específica de aplicación,

así como otros requisitos adicionales relacionados con la durabilidad y las condiciones de servicio del sistema.

Los ensayos que forman parte de esta evaluación han sido realizados en los laboratorios de Applus, sobre muestras representativas del producto objeto del DAU tomadas en las instalaciones del titular por personal del ITeC. Todos los informes de ensayo y de cálculos, así como el informe de toma de muestras, quedan recogidos en el *Dossier Técnico del DAU 15/096*.

8.1. Resistencia mecánica y estabilidad

Se han llevado a cabo ensayos con el objetivo de validar el modelo geométrico que permite calcular la prestación de la losa frente al modo de fallo de las armaduras de suspensión.

8.1.1. Validación del modelo geométrico para el cálculo de las armaduras de suspensión

Se ha empleado el método de verificación núm. 2 indicado en la ETAG 030-1: *Dowels for structural joints. Part 1: General*.

La evaluación ha contemplado los conectores de uno y dos grados de libertad, y el empleo de vainas de acero inoxidable y de polipropileno.

Se han ensayado 18 pares de losas con las dimensiones y configuración indicadas en la ETAG 030-1. Las características de las probetas ensayadas se indican en la tabla 8.1, los resultados de ensayo se indican en la tabla 8.2 y la evaluación de resultados en las tablas 8.3 y 8.4.

Dichos resultados han permitido ajustar el modelo geométrico para el cálculo de las armaduras de suspensión de modo que cumpla los requisitos indicados en la ETAG 030-1.

Características de las probetas ensayadas

Número de probeta	Modelo de conector	Resistencia del hormigón en el momento del ensayo (N/mm ²)	Penetración del vástago en la losa (mm)	Ancho de junta (w) [mm]	Material del vástago	Material de la vaina
3-20-1	GC-LL-20	26,0	155	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
4-30-1	GC-LL-30	22,3	220	10	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
5-30-1	GC-LL-30	21,9	220	10	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
6-30-1	GC-LL-30	21,2	215	20	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
7-40-1	GC-LL-40	24,8	285	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
8-40-1	GC-LL-40	26,0	285	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
9-40-1	GC-LL-40	22,4	280	20	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
11-20-2	GC-LL-20-DM	27,2	150	20	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
13-30-2	GC-LL-30-DM	24,8	220	10	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
14-30-2	GC-LL-30-DM	22,6	220	10	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
15-30-2	GC-LL-30-DM	20,2	215	20	Acero inoxidable 1.4462	Acero inoxidable 1.4301
16-40-2	GC-LL-40-DM	20,7	285	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
17-40-2	GC-LL-40-DM	21,9	285	10	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
18-40-2	GC-LL-40-DM	27,5	280	20	Acero inoxidable 1.4462	Polipropileno
19-40-1	GC-LL-40	21,6	285	10	Acero galvanizado 1.7225	Polipropileno
20-40-1	GC-LL-40	21,3	280	20	Acero galvanizado 1.7225	Polipropileno
21-40-2	GC-LL-40-DM	20,5	285	10	Acero galvanizado 1.7225	Polipropileno
22-40-2	GC-LL-40-DM	20,2	280	20	Acero galvanizado 1.7225	Polipropileno

Tabla 8.1: Características de las probetas ensayadas.

Resultados de ensayo. Agotamiento por flexión de borde

Número de probeta	Estado límite último			Estado límite de servicio		
	Carga ($F_{u,test,ce}$) [kN]	Cortante ($V_{u,test,ce}$) [kN]	Desplazamiento ($d_{u,test,ce}$) [kN]	Carga ($F_{s,test,ce}$) [kN]	Cortante ($V_{s,test,ce}$) [kN]	Desplazamiento ($d_{s,test,ce}$) [kN]
3-20-1	48,63	32,42	12,6	32,7	21,8	4,3
4-30-1	87,92	58,61	5,4	50,0	33,3	2,5
5-30-1	93,01	62,01	4,5	72,0	48,0	2,9
6-30-1	43,78	29,19	12,6	36,6	24,4	3,5
7-40-1	66,45	44,30	3,3		No apreciable	
8-40-1	91,15	60,77	12,5	75,8	50,5	8,0
9-40-1	115,21	76,81	15,1	97,0	64,7	6,7
11-20-2	45,10	30,07	13,9	39,4	26,3	8,0
13-30-2	83,47	55,65	10,5	65,1	43,4	8,7
14-30-2	83,52	55,68	6,4	60,0	40,0	4,7
15-30-2	86,86	57,91	8,5	78,0	52,0	7,4
16-40-2	76,18	50,79	7,8	66,9	44,6	8,3
17-40-2	101,85	67,90	4,2		No apreciable	
18-40-2	101,79	67,86	5,6		No apreciable	
19-40-1	146,33	97,55	6,9	85,0	56,7	3,4
20-40-1	132,79	88,53	5,1	105,0	70,0	3,4
21-40-2	90,83	60,55	4,5	76,8	51,2	3,7
22-40-2	108,26	72,18	5,5	76,3	50,9	4,1

Tabla 8.2: Resultados de ensayo.

Evaluación de resultados

Número de probeta	Estado límite último (ELU)			Estado límite de servicio (ELS)		
	Cortante obtenido del ensayo ($V_{u,test,ce}$) [kN]	Cortante de cálculo ($V_{u,cal,ce}$) [kN]	$V_{u,test,ce} / V_{u,cal,ce}$	Cortante obtenido del ensayo en ELU ($V_{s,test,ce}$) [kN]	Cortante obtenido del ensayo en ELS ($V_{u,test,ce}$) [kN]	$V_{s,test,ce} / V_{u,test,ce}$
3-20-1	32,42	35,45	0,91	21,8	32,42	0,67
4-30-1	58,61	28,14	2,08	33,3	58,61	0,57
5-30-1	62,01	53,36	1,16	48,0	62,01	0,77
6-30-1	29,19	27,43	1,06	24,4	29,19	0,84
7-40-1	44,30	47,37	0,93	No apreciable	44,30	---
8-40-1	60,77	38,62	1,57	50,5	60,77	0,83
9-40-1	76,81	70,22	1,09	64,7	76,81	0,84
11-20-2	30,07	29,50	1,02	26,3	30,07	0,87
13-30-2	55,65	44,67	1,25	43,4	55,65	0,78
14-30-2	55,68	42,59	1,31	40,0	55,68	0,72
15-30-2	57,91	40,20	1,44	52,0	57,91	0,90
16-40-2	50,79	44,21	1,15	44,6	50,79	0,88

Evaluación de resultados

Número de probeta	Estado límite último (ELU)			Estado límite de servicio (ELS)		
	Cortante obtenido del ensayo ($V_{u,test,ce}$) [kN]	Cortante de cálculo ($V_{u,cal,ce}$) [kN]	$V_{u,test,ce} / V_{u,cal,ce}$	Cortante obtenido del ensayo en ELU ($V_{s,test,ce}$) [kN]	Cortante obtenido del ensayo en ELS ($V_{u,test,ce}$) [kN]	$V_{s,test,ce} / V_{u,test,ce}$
17-40-2	67,90	57,92	1,18	No apreciable	67,90	---
18-40-2	67,86	65,37	1,04	No apreciable	67,86	---
19-40-1	97,55	38,62	1,70	56,7	97,55	0,58
20-40-1	88,53	70,22	1,55	70,0	88,53	0,79
21-40-2	60,55	29,50	1,38	51,2	60,55	0,85
22-40-2	72,18	44,67	1,30	50,9	72,18	0,70

Tabla 8.3: Evaluación de los resultados.

Se ha utilizado una distribución log normal para el tratamiento estadístico de los valores $V_{u,test,ce} / V_{u,cal,ce}$.

Tratamiento estadístico de $V_{u,test,ce} / V_{u,cal,ce}$		
Media [kN]	Desviación estándar	X_2 (5 % fractil de $V_{u,test,ce} / V_{u,cal,ce}$ con un nivel de confianza del 75 %)
0,27	0,22	0,85

Tabla 8.4: Tratamiento estadístico de $V_{u,test,ce} / V_{u,cal,ce}$.

El valor medio de los valores $V_{s,test,ce} / V_{u,test,ce}$ (véase la tabla 8.3) es 0,77. En consecuencia, el valor de diseño correspondiente al estado límite de servicio de fisuración ($V_{Rd,s}$) es el siguiente:

$$V_{Rd,s} = 0,77 \cdot V_{Rd,ce}$$

9. Comisión de Expertos

Este DAU ha sido sometido a la consideración de una Comisión de Expertos, tal y como se indica en el *Reglamento del DAU* y en la Instrucción de trabajo para la elaboración del DAU.

La Comisión de Expertos ha estado constituida por representantes de distintos organismos e instituciones, que han sido seleccionados en función de sus conocimientos, independencia e imparcialidad para emitir una opinión técnica respecto al ámbito cubierto por este DAU.

La relación general de los expertos que han constituido las comisiones de expertos de los DAU puede ser consultada en la página web del ITeC itec.es.

Los comentarios y observaciones realizados por los miembros de esta Comisión han sido incorporados al texto del presente DAU.

10. Documentos de referencia

- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- ETAG 030-1: Conectores para juntas estructurales. Parte 1: General.
- UNE-EN 10088-3: Aceros inoxidables. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro para productos semiacabados, barras, alambón, alambre, perfiles y productos calibrados de acero resistentes a la corrosión para usos generales.
- UNE-EN 10083-3: Aceros para temple y revenido. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro de aceros de calidad aleados.
- UNE-EN 12944-2: Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 2: clasificación de ambientes (ISO 12944-2).
- DAU 15/095. Conectores Geoconnect® MP.
- UNE-EN 10025-2: Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.
- DB SE-A. Seguridad estructural. Acero.
- RD 312/2005 de 2 de abril de 2005, modificado por el RD 110/2008 de 12 de febrero de 2008. Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego.
- DB SI. Seguridad en caso de incendio.
- Decisión 2000/532/CE de 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos.
- RD 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

11. Evaluación de la adecuación al uso

Vistas las siguientes evidencias técnicas experimentales obtenidas durante la elaboración del DAU 15/096 siguiendo los criterios definidos en el *Procedimiento Particular de Evaluación del DAU 15/096*, elaborado por el ITeC:

- resultados de los ensayos y cálculos,
- información obtenida en las visitas de obra,
- control de producción en fábrica,
- instrucciones del montaje y ejecución del sistema,
- criterios de proyecto y ejecución del sistema,

y teniendo en cuenta la metodología prescrita por el *Reglamento del DAU*, la autorización y registro del ITeC para la concesión del DAU* y lo indicado en el apartado 5.2 del artículo 5 del *Código Técnico de la Edificación*, relativo a la evaluación de productos y sistemas constructivos innovadores, se considera que el ITeC tiene evidencias para declarar que el sistema constructivo, ejecutado a partir del conector Geoconnect® LL fabricado en la planta de producción de Alfajarín, y construido de acuerdo con las

instrucciones que constan en este DAU, es adecuado para la construcción de:

- uniones entre losas macizas o aligeradas -de forjado, de cubierta o de cimentación-, prelasas o forjados unidireccionales o bidireccionales, en sustitución de las uniones a media madera;
- uniones entre losas o vigas y soportes, en sustitución de las ménsulas y de las soluciones con doble pilar;
- uniones entre muros, en sustitución de las soluciones machihembradas;
cuando es necesaria la transmisión de esfuerzos cortantes a través de una junta de dilatación.

puesto que da respuesta a los requisitos reglamentarios relevantes en materia de resistencia mecánica y estabilidad, protección contra incendios, salud e higiene, así como los requisitos de durabilidad y servicio.

En consecuencia, y una vez sometido este documento a la consideración de la Comisión de Expertos y recogidos los comentarios realizados por la Comisión, el ITeC otorga el DAU al producto fabricado por Steel For Bricks GZ SL.

La validez del DAU queda sujeta a las acciones y condiciones de seguimiento que se especifican en el capítulo 12 y a las condiciones de uso del capítulo 13.

* El ITeC es un organismo autorizado para la concesión del DAU (BOE 94, 19 abril 2002) para productos de construcción (edificación e ingeniería civil) y está inscrito en el Registro General del CTE:

www.codigotecnico.org/index.php/menu-04-registro-general-organismos/menu-organismos-autorizados

DAU 15/096
Documento
de adecuación al uso



El Director Técnico del ITeC



12. Seguimiento del DAU

El presente DAU queda sujeto a las acciones de seguimiento que periódicamente lleva a cabo el ITeC, de acuerdo con lo establecido en el *Reglamento del DAU*. El objeto de este seguimiento es comprobar que las características del producto y del sistema constructivo, así como las condiciones de puesta en obra y de fabricación, siguen siendo válidas para los usos a los que el sistema está destinado.

En caso de que existan cambios relevantes que afecten a la validez del DAU, éstos darán lugar a una nueva edición del DAU que anulará a la anterior (esta nueva edición tomará el mismo código del DAU que anula y una nueva letra de edición).

Cuando las modificaciones sean menores y no afecten a la validez del DAU, éstas se recogerán en una lista de modificaciones, que se incorporará como capítulo 14 del DAU; además, dichas modificaciones se incorporarán al texto del DAU.

El usuario del DAU debe consultar siempre la versión informática del DAU disponible en formato pdf en la página web del ITeC itec.es, para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia. Este documento es también accesible a través del código QR que consta en el sello del DAU.

13. Condiciones de uso del DAU

La concesión del DAU no supone que el ITeC sea responsable de:

- La posible presencia o ausencia de patentes, propiedad intelectual o derechos similares existentes en el producto objeto del DAU o en otros productos, ni de derechos que afecten a terceras partes o al cumplimiento de obligaciones hacia estas terceras partes.
- El derecho del titular del DAU para fabricar, distribuir, instalar o mantener el producto objeto de DAU.
- Las obras reales o partidas individuales en que se instale, se use y se mantenga el producto; tampoco es responsable de su naturaleza, diseño o ejecución.

Asimismo, el DAU nunca podrá interpretarse como una garantía, compromiso o responsabilidad del ITeC respecto a la viabilidad comercial, patentabilidad, registrabilidad o novedad de los resultados derivados de la elaboración del DAU. Es, pues, responsabilidad del titular del DAU la comprobación de la viabilidad, patentabilidad y registrabilidad del producto.

La evaluación del DAU no supone la conformidad del producto con los requisitos previstos por la normativa de seguridad y salud o de prevención de riesgos laborales, en relación con la fabricación, distribución, instalación, uso y mantenimiento del producto. Por lo tanto, el ITeC no se responsabiliza de las pérdidas o daños personales que puedan producirse debido a un incumplimiento de requisitos propios del citado marco normativo.

14. Lista de modificaciones de la presente edición

La versión informática del DAU recoge, si las hubiera, las actualizaciones, modificaciones y correcciones de la edición A del DAU 15/096, indicando para cada una de ellas su fecha de incorporación a la misma, de acuerdo con el formato de la tabla siguiente. Los cambios recogidos en la tabla se incorporan también al texto del DAU, que se encuentra disponible en la página web del Instituto, itec.es.

El usuario del DAU debe consultar siempre esta versión informática del DAU para así cerciorarse de las posibles revisiones del mismo que hayan podido ocurrir durante su vigencia.

Número	Página y capítulo	Donde decía...	Dice...
--------	-------------------	----------------	---------



**Institut de
Tecnologia de la Construcció
de Catalunya**

Wellington 19
E-08018 Barcelona
tel. 933 09 34 04
fax 933 00 48 52
qualprod@itec.cat
www.itec.es

