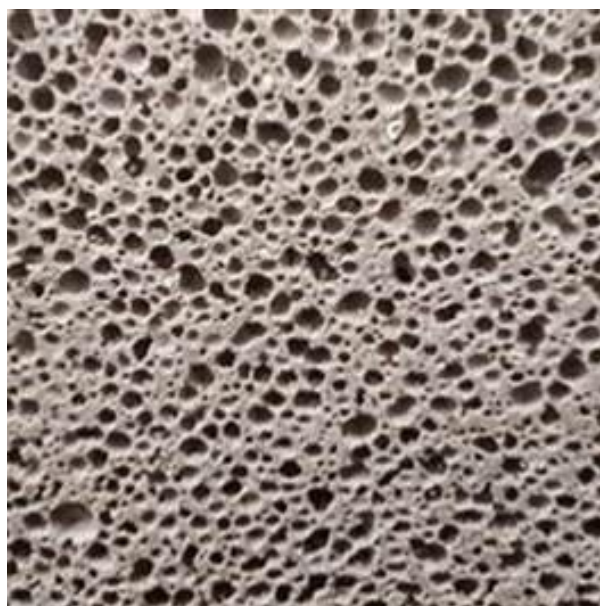


DOCUMENTO TECNICO

EXTEND-SYSTEM

Refuerzo de vigas y losas de hormigón deteriorado en forjados de techo y cubierta



INDEX

1. OBJETO	3
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	3
3. ALUMINIO	4
4. MATERIALES Y COMPONENTES	5
4.1 Viga EXTEND	5
4.2. Cálculo	7
4.3 Soportes	7
4.4 Morteros	8
4.5 Anclajes	8
5. SOPORTES	9
6. CONTROL DE MATERIALES Y DE LA INSTALACIÓN	9
6.1 Perfiles y soportes de aluminio	9
6.2 Control de la instalación	9
7. ENCOFRADO	9
8. ETIQUETADO	10
9. INSTALACIÓN	10
10. CÁLCULO ESTRUCTURAL	10
11. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA NACIONAL	11
11.1 Seguridad estructural	11
11.2 Seguridad en caso de incendio	12
11.3 Sostenibilidad y bajas emisiones de CO ₂ : una ventaja clave	12
12. CERTIFICACIONES	12
13. OTRAS APLICACIONES	13
14. ECONOMÍA	13
15. CONCLUSIÓN	13

1. OBJETO

Definir el sistema de refuerzo para losas de forjado unidireccionales construidas con placas o vigas prefabricadas de RAAC (Reinforced Autoclaved Aerated Concrete), hormigón celular reforzado en autoclave y vigas de hormigón deteriorado por aluminosis o carbonatación, que han perdido su capacidad portante.

Uso previsto:

El sistema consiste en el refuerzo de los elementos estructurales deteriorados mediante la instalación de vigas telescópicas de aluminio EXTEND en la cara inferior de la placa de RAAC o techo afectado. Estas vigas garantizan la estabilidad del forjado incluso en el caso de una pérdida total de la capacidad portante del elemento de RAAC.

El sistema puede tener en cuenta la contribución estructural del forjado existente, en función de los requisitos de diseño y del modelo de cálculo del ingeniero estructural.



Img.1-2: Refuerzo ejecutado en el IES Mataró. Instalación de 350 vigas en 3 semana

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema consiste en la colocación de una viga de refuerzo EXTEND en la cara inferior de la placa de RAAC afectada o viga deteriorada. La transferencia de cargas hacia la viga de refuerzo se consigue mediante el relleno del espacio entre ambos elementos con un mortero de retracción controlada; para placas de grandes interejes, puede instalarse un tablero de encofrado con el fin de garantizar una adecuada distribución de cargas.

La transferencia de cargas hacia los muros de apoyo, vigas principales o vigas de borde que sustentan el forjado se realiza mediante soportes ancladas a dichos elementos mediante anclajes mecánicos o químicos. Estos soportes reciben directamente los perfiles de refuerzo.

En función de la estructura portante existente, pueden emplearse distintas configuraciones de conexión entre la viga de refuerzo EXTEND y los elementos estructurales. La elección del sistema de fijación entre la ménsula de apoyo y el sustrato (muro o viga) dependerá del material, su estado de conservación y de las cargas a transmitir.

Debido a las características de los materiales empleados, el sistema añade un peso adicional mínimo al edificio. La configuración telescópica de la viga de refuerzo facilita asimismo el transporte, la manipulación y la instalación en obra



Img.3: Vigas EXTEND instaladas para el soporte de placas de RAAC



Img.4: Vigas EXTEND instaladas en configuración de parteluz

3. ALUMINIO

Aluminio

Las características de la aleación de aluminio extrusionado empleada en la fabricación de los perfiles y soportes de apoyo se muestran en la **Tabla 1**.

TABLA 1. DATOS DEL ALUMINIO		
Aleación y tratamiento		
Aleación del suministrador		EN AW-606035
Correspondencia aproximada	Simbólica	EN AW-6063
	Númerica	EN AW-AL Mg0,7Si
	DIN	AlMgSi0,5 F22
Tratamiento		T6
Propiedades físicas		
Peso específico		2.700 kg/m ³
Coeficiente de dilatación térmica lineal (20 a 100 °C)		23·10 ⁻⁶ K ⁻¹
Módulo de elasticidad		69.000 MPa
Coeficiente de Poisson		0,3
Propiedades mecánicas		
Resistencia a tracción (R _m)		≥ 215 MPa
Límite elástico (R _{p0,2})		≥ 190 MPa
Alargamiento (A)		≥ 10 %
Dureza Brinell (HB)		67

4. MATERIALES Y COMPONENTES

4.1 Viga EXTEND

La viga extensible de aluminio está compuesta por dos o tres tramos formados por perfiles tubulares rectangulares con caras de espesores variables. En el caso de las vigas de tres tramos, el perfil de mayor canto se dispone en la posición central.

Cada segmento se conecta de forma telescópica (un perfil se introduce deslizándose dentro de otro).

Las propiedades geométricas y mecánicas de los perfiles base se muestran en las Tablas 2 y 3.

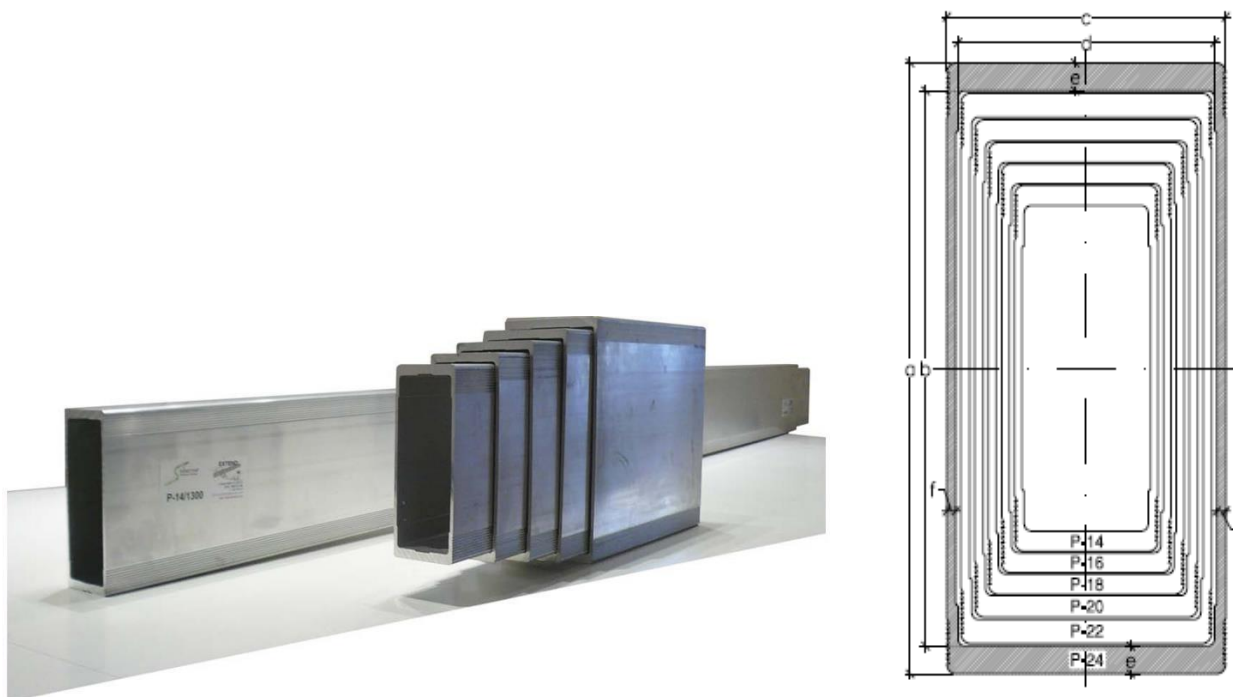
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS PERFILES BASE

Perfil Tipo	Dimensiones (mm)		Área cm ²	I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	Peso kg/m
	h	b						
P-14	145	62	17,85	568,72	69,01	101,33	31,44	4,82
P-16	162	73	20,41	813,58	100,92	162,83	44,79	5,55
P-18	179	84	22,79	1113,29	124,91	249,22	59,27	6,20
P-20	197	95	27,65	1681,65	170,73	380,53	79,90	7,52
P-22	218	107	32,92	2499,49	229,57	566,81	105,70	8,95
P-24	242	120	40,95	3922,98	324,21	866,14	144,36	11,14

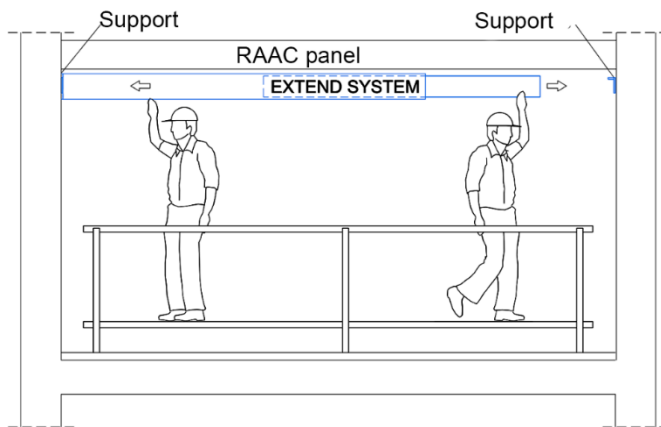
TABLA 3: TIPOS DE VIGAS

Viga Tipo	Perfiles	
V-16	P-14	P-16
V-18	P-16	P-18
V-20	P-18	P-20
V-22	P-20	P-22
V-24	P-22	P-24

Se utilizan seis tipos de perfiles rectangulares para conformar los cinco tipos de vigas.



Img.5: Perfiles de aluminio EXTEND

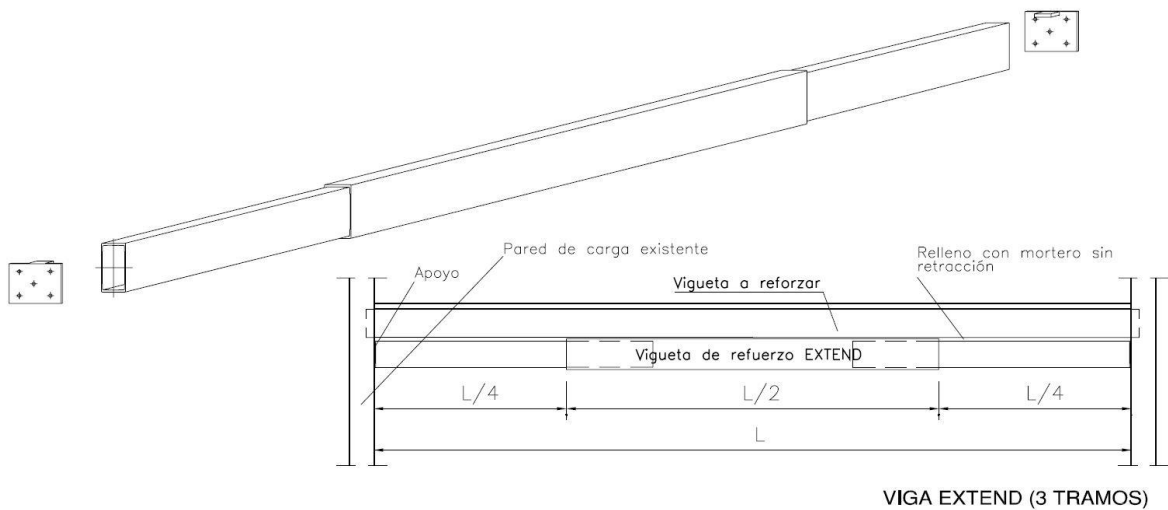


Img.6: esquema de montaje sistema EXTEND

Configuración general: la viga estará compuesta por **dos o tres tramos**

Viga de tres tramos:

- Segmento central: **$L/2$**
- Segmentos laterales: **$L/4$ + empotramiento mínimo**

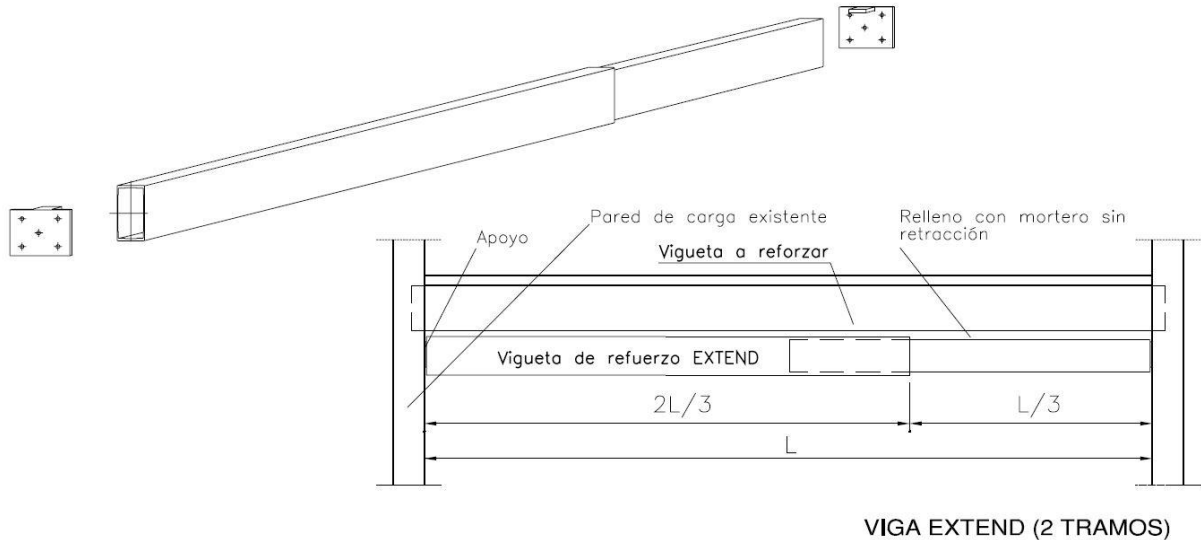


Img.7: esquema longitudes perfiles en vigas de 3 tramos

Viga de dos tramos:

Perfil mayor: $2L/3$

- Perfil menor: $L/3$ + empotramiento mínimo



Img.8: esquema longitudes perfiles en vigas de 2 tramos

La longitud mínima de empotramiento será al menos tres veces el canto del mayor de los perfiles.

4.2. Cálculo

El cálculo de la viga EXTEND se basa en el análisis estructural clásico:

- Viga compuesta por dos o tres perfiles con distinta inercia.
- Cálculo de un elemento formado por tramos con inercia variable.
- Consideración de las propiedades del aluminio (Tablas 1 y 2).

NOTA:

Se dispone de un ábaco de predimensionado y de un software de cálculo específico para facilitar la selección de la viga adecuada en función de la carga y la luz (Img. 16).

IMPORTANTE:

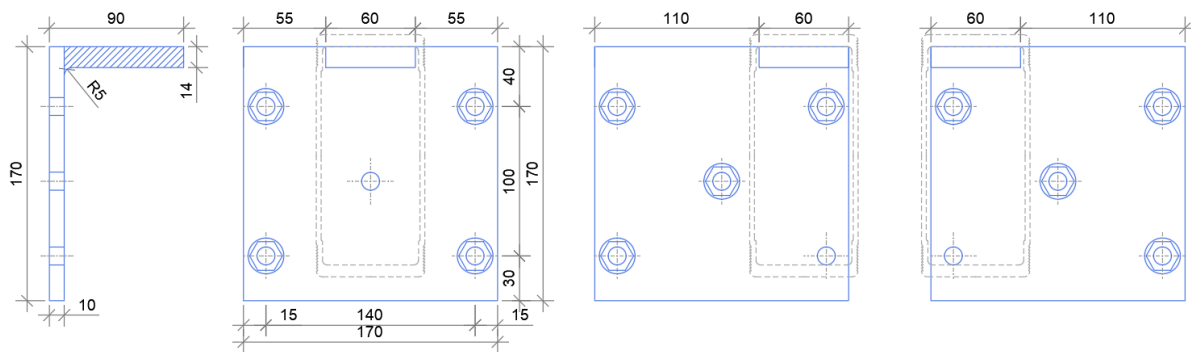
Para garantizar la integridad estructural en una viga de rigidez variable, el perfil de menor sección debe introducirse en el perfil de mayor sección una longitud equivalente a tres veces el canto del perfil mayor.

La longitud mínima de solape y el relleno con mortero de retacado actúan como una unión rígida, comparable a una conexión soldada.

4.3 Soportes

Los soportes de apoyo son componentes de aluminio que transmiten las cargas desde la viga EXTEND al elemento estructural mediante anclajes.

Existen quince ménsulas estandarizadas, y pueden diseñarse soportes específicos para situaciones especiales.



Img.8: Ejemplo de soportes de apoyo (se muestran 3 de 15 tipos estándar).



Img.9: Soporte especial continuo viga



Img.10: Anclajes, varillas roscadas y segmento de viga

4.4 Morteros

La viga EXTEND se instala aproximadamente 25 mm por debajo del elemento a reforzar. Este espacio se rellena completamente con mortero estructural R4 sin retracción, garantizando una transferencia eficaz de cargas.

4.5 Anclajes

El tipo, número y disposición de los anclajes (mecánicos o químicos) se determinarán en función de: El material de base, su estado de conservación, y las cargas a transmitir. Los anclajes se especifican en el proyecto técnico.



Img.11: Soporte



Img.12: Fijaciones



Img.13: Resina

5. SOPORTES

Cada responsable de proyecto debe identificar el tipo de elemento portante (muro, viga principal u otro) al que se fijará el sistema EXTEND. El método de anclaje se decidirá en función del material de apoyo, las condiciones de carga y las limitaciones de obra.

Aunque EXTEND-SYSTEM incluye una solución estándar aplicable en la mayoría de los casos, cada proyecto debe verificar su idoneidad y compatibilidad con las condiciones reales de la obra.

El sistema está compuesto principalmente por perfiles y soportes de aluminio fabricados por Séneton S.A. La instalación requiere anclajes mecánicos o químicos, normalmente pernos o barras roscadas M12 x 115 mm con arandelas y tuercas, así como resinas bicomponentes (por ejemplo, Fischer V410 o equivalente).

Todos los materiales auxiliares deben disponer de marcado CE y de documentación del fabricante que acredite su idoneidad para aplicaciones estructurales.

Antes de la instalación, el equipo de proyecto y el contratista deberán revisar y validar la configuración adoptada.

6. CONTROL DE MATERIALES Y DE LA INSTALACIÓN

6.1 Perfiles y soportes de aluminio

Cada lote deberá ir acompañado de certificados del proveedor que confirmen:

- la composición química,
- las propiedades mecánicas, y
- las tolerancias geométricas (DIN 7615).

6.2 Control de la instalación

La instalación deberá ejecutarse bajo una adecuada supervisión en obra.

Los trabajos se realizarán por personal cualificado, de acuerdo con las directrices técnicas de SENETON S.A.

7. ENCOFRADO

En losas de RAAC u otros elementos de baja resistencia o cohesión, las zonas degradadas o sueltas deberán eliminarse previamente mediante demolición controlada y reconstruirse utilizando mortero estructural de reparación.

Una vez estabilizado el sustrato, se instala un encofrado auxiliar continuo mediante tableros composite colocados perpendicularmente a los paneles de RAAC.

Este encofrado:

- recoge y transfiere las cargas del panel de RAAC a las vigas EXTEND,
- concentra y canaliza las cargas distribuidas hacia las vigas, y
- proporciona una superficie estable que mejora el trabajo compuesto entre el forjado y el refuerzo.

8. ETIQUETADO

Los perfiles estarán marcados con el nombre de la marca, el tipo de perfil y la longitud.



Img.14: Ejemplo de etiqueta.

9. INSTALACIÓN

La naturaleza extensible de la viga permite una instalación muy sencilla en espacios confinados, facilitando su posicionamiento final.

Debe verificarse que la longitud de inserción entre los perfiles EXTEND cumple el requisito mínimo, equivalente a tres veces el canto del perfil de mayor sección, ya que de ello depende la rigidez de la unión y se garantiza la coherencia entre el modelo analítico y el comportamiento real del sistema.

Debe prestarse especial atención a la correcta aplicación del mortero estructural tixotrópico R4, o de un producto de prestaciones equivalentes, entre el panel afectado y la viga de refuerzo. El mortero debe rellenar completamente el espacio entre ambos elementos para asegurar una adecuada transferencia de cargas.

Antes de la instalación del sistema, deberá evaluarse el tipo y el estado del sustrato de apoyo con el fin de determinar el tipo y número adecuados de anclajes. Asimismo, deberán seguirse las instrucciones de manipulación y seguridad de morteros y resinas proporcionadas por sus fabricantes.



Img.15: Manipulación de las vigas



Img: 16: instalación de las vigas por dos operarios

El ensamblaje de los dos perfiles se realiza mediante la introducción del perfil de menor sección en el de mayor sección, de forma ajustada y telescópica. Para la instalación en obra, la viga se apoya en uno de sus extremos y se extiende hasta que apoya en el soporte opuesto. A continuación, el espacio entre la viga EXTEND y el panel a reforzar se rellena con mortero de retracción controlada.

10. CÁLCULO ESTRUCTURAL

La estabilidad y resistencia del sistema deberán verificarse para cada proyecto, determinándose a partir de este análisis las dimensiones de los perfiles EXTEND. El procedimiento deberá asimismo justificar la idoneidad del sistema para resistir las acciones mecánicas y deformaciones asociadas a las cargas de proyecto.

Se asume la existencia de una estructura de apoyo con capacidad suficiente. En principio, si las placas de RAAC apoyan actualmente sobre la estructura existente, dicha estructura será también apta para soportar el sistema EXTEND. En caso de duda, deberán realizarse los ensayos correspondientes.

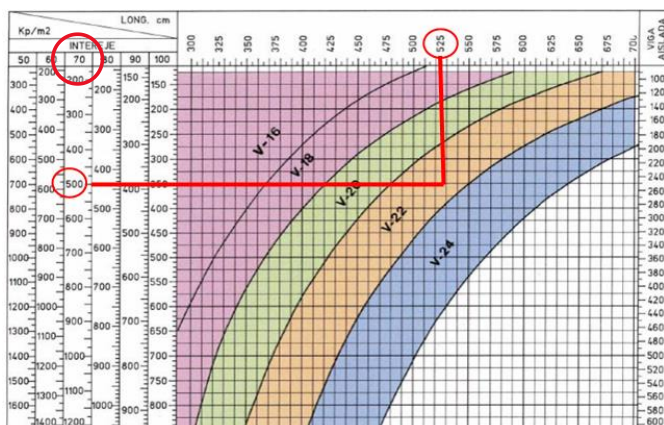
Tal como se indica en el alcance del presente documento, el modelo de cálculo puede tener en consideración la posible contribución estructural de las placas o viguetas de RAAC existentes.

El software de cálculo modeliza la viga EXTEND como un refuerzo o sustitución funcional, representada como un sistema de barras isostático con apoyos simples en sus extremos. Las vigas se consideran simplemente apoyadas y formadas por tramos de inercia variable, siguiendo los principios de la teoría estructural clásica y cumpliendo los límites de flecha establecidos por la normativa aplicable.

El diseño y la verificación estructural se realizarán de acuerdo con el Eurocódigo 9 – Proyecto de estructuras de aluminio.

El ingeniero dispone de un **ábaco de predimensionado**, basado en la separación entre vigas, la luz y las cargas aplicadas. Estos valores preliminares deberán confirmarse posteriormente mediante el software de cálculo específico.

Las vigas EXTEND pueden soportar cargas de hasta 10 kN/m², en función del tipo de viga, la luz y la separación entre vigas.



Img. 17. Ábaco de predimensionado: En primer lugar, se define la separación entre vigas o el ancho del panel; a continuación, la carga requerida y la luz de la viga entre apoyos. La intersección de estos parámetros determinará la viga necesaria para cumplir un límite de flecha de L/300.

11. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA NACIONAL

Se consideran los siguientes aspectos:

- seguridad estructural,
- seguridad en caso de incendio,
- durabilidad,
- higiene, salud y seguridad,
- medio ambiente,
- accesibilidad y uso seguro,
- uso sostenible de los recursos.

11.1 Seguridad estructural

Los ensayos confirman que el modelo de cálculo reproduce el comportamiento real del sistema.

El proyecto técnico deberá incluir un anexo de cálculo que verifique la resistencia, la estabilidad y la aptitud al servicio.

Aunque EXTEND refuerza el forjado, este forma parte de un sistema estructural global; por tanto, deberá verificarse el comportamiento estructural del conjunto.

El aluminio aporta un peso adicional mínimo, pero los elementos verticales y las cimentaciones deberán comprobarse igualmente.

El sistema no corrige flechas preexistentes.

11.2 Seguridad en caso de incendio

El aluminio es un material no combustible con clasificación de reacción al fuego Euroclase A1, conforme a la legislación europea (Decisión de la Comisión 96/603/CE y su modificación 2005/403/CE). Esto significa que no propaga la llama ni produce humo, siempre que no se apliquen recubrimientos orgánicos.

No obstante, la reacción al fuego no debe confundirse con la resistencia al fuego. Tanto el acero como el aluminio pierden resistencia mecánica con el aumento de la temperatura. Por ello, cuando se requiera una resistencia al fuego R30, R60, R90 o R120, deberán aplicarse sistemas adicionales de protección contra el fuego (pinturas intumescentes, paneles aislantes, etc.).

La estructura de refuerzo y sus anclajes deberán estar adecuadamente protegidos para cumplir los requisitos de resistencia al fuego aplicables al edificio en el que se instalan.

En caso necesario, podrá instalarse un falso techo con las prestaciones de protección contra incendios requeridas.

11.3 Sostenibilidad y bajas emisiones de CO₂: una ventaja clave

El aluminio es un material sostenible, con una baja huella de carbono, y es totalmente reciclable al final de su vida útil. Su bajo peso reduce además las emisiones asociadas al transporte y la instalación.

EXTEND-SYSTEM es una solución plenamente alineada con los objetivos de sostenibilidad y economía circular, lo que la hace especialmente adecuada para hospitales y edificios públicos con exigentes requisitos de eficiencia ambiental.

12. CERTIFICACIONES

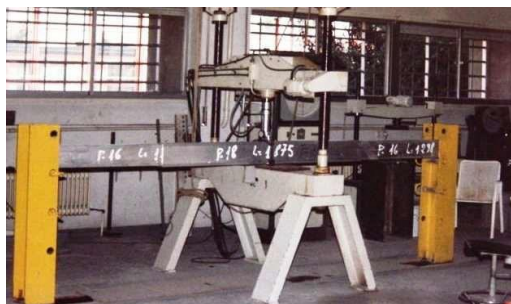
Entre 1992 y 1993, las vigas EXTEND fueron ensayadas por:

- El Laboratorio de la Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Generalitat de Cataluña,
- El Laboratorio de Materiales de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- En 1993, el IETcc-CSIC emitió el [Documento de Idoneidad Técnica \(DIT\) n.º 270](#), reconociendo EXTEND como un sistema aprobado para la reparación de techos mediante vigas telescópicas de aluminio.
- En 2009, el [DIT 270R/09](#) renovó dicha aprobación conforme a la normativa actualizada CTE.



Img. 18: Organizaciones certificadoras

Desde 2014, los perfiles EXTEND disponen de [marcado CE conforme a la EN 1090](#) (Control de Producción en Fábrica para componentes estructurales).



En agosto de 2023, el Gobierno del Reino Unido confirmó la aceptación indefinida del marcado CE, con validez equivalente al UKCA para productos de construcción.

Img.19: Ensayo de carga en el laboratorio de la Dirección General de Arquitectura y Vivienda.

13. OTRAS APLICACIONES

En edificios con elementos estructurales dañados, las vigas EXTEND pueden utilizarse como refuerzo provisional, en sustitución de los apeos tradicionales, lo que simplifica significativamente los trabajos de instalación y mejora la movilidad dentro de las zonas de intervención.

Además, el sistema es desmontable y reutilizable, lo que permite su reutilización en otros proyectos con patologías estructurales similares.

14. ECONOMÍA

El aluminio, material principal utilizado en el sistema de vigas telescópicas, aunque relativamente costoso, compensa ampliamente su precio gracias a su bajo peso, su rápido montaje y la menor necesidad de mano de obra especializada durante la instalación.

La configuración telescópica simplifica la instalación, ya que no requiere mediciones precisas en obra, incluso en situaciones en las que los muros o elementos portantes no son paralelos.

Dado que la viga está compuesta por segmentos generalmente inferiores a tres metros, resulta fácil de transportar y manipular, permitiendo su instalación en espacios confinados o de difícil acceso.

Los métodos tradicionales suelen implicar la colocación de grandes cantidades de madera o vigas de acero, a menudo requiriendo soldaduras, para el apuntalamiento de paneles de RAAC. Estos trabajos pueden ser intensivos en mano de obra y exigir personal altamente especializado. El sistema EXTEND ofrece una alternativa más rápida, ligera y eficiente.

15. CONCLUSIÓN

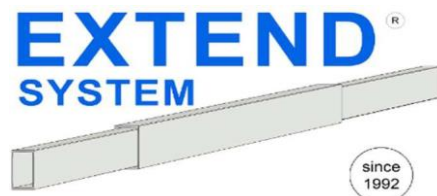
EXTEND-SYSTEM proporciona una solución eficaz, ligera y versátil para el refuerzo de forjados, cubiertas y techos afectados por RAAC u otras patologías estructurales que comprometen la capacidad portante.

El uso de aluminio estructural de alta calidad y la configuración telescópica de los perfiles permiten una instalación rápida y segura, con un impacto mínimo sobre la estructura existente.

El sistema puede utilizarse tanto como refuerzo o como sustitución funcional del elemento deteriorado, garantizando la estabilidad incluso en casos de pérdida total de la capacidad portante del panel de RAAC. La disponibilidad de distintos tipos de apoyos y anclajes permite una correcta adaptación a una amplia variedad de configuraciones estructurales.

El bajo peso del aluminio, la facilidad de transporte y la posibilidad de reutilización de los componentes convierten al EXTEND-SYSTEM en una alternativa técnicamente robusta y económicamente eficiente frente a los métodos tradicionales de apuntalamiento o refuerzo.

Gracias a su rápida instalación, al cumplimiento de los requisitos de seguridad y normativos, y a su idoneidad para edificios sensibles como hospitales y equipamientos públicos, EXTEND-SYSTEM se presenta como una solución moderna, segura y sostenible para abordar de forma fiable los problemas asociados a estructuras basadas en RAAC deterioradas.



EXTEND SYSTEM by Séneton S.A.

Benet Cortada 45, 08174, Sant Cugat del Vallès. BARCELONA, SPAIN

www.extend-system.com/es/ | seneton@seneton.com | +34 4140 016