



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Edificació
de Barcelona

Máster Universitario en Construcción Avanzada en la Edificación

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

APEO DE MUROS SIN NECESIDAD DE REFUERZOS EN CIMENTACIÓN: TÉCNICA DE LA DOBLE PREFLEXIÓN

Proyectista: José Carlos Hernández Maestre

Director: Susana Pavón

Codirector externo: Marc Sanabra Loewe

Convocatoria: septiembre/octubre 2022

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

RESUMEN

Es usual encontrar en las edificaciones existentes en los cascos urbanos del territorio español sistemas de soporte de las cargas solicitadas mediante estructuras convencionales.

Factores como los cambios normativos y uso del suelo se apoyan en la rehabilitación estructural para la conservación del patrimonio edificado. Es en este ámbito en dónde se emplea una de las técnicas más comunes en soluciones estructurales para la supresión de soportes en la reformulación de espacios de un proyecto arquitectónico: "el apeo".

En este trabajo, se analizan los métodos constructivos, puntos de aplicación y las implicaciones en cuanto a transmisión de cargas efectuadas en el área de intervención a partir de un caso de referencia. Se evalúan los estados tensionales, resistencias a los esfuerzos y deformaciones a las que son sometidos los elementos que conforman el sistema estructural del apeo sobre y bajo de la zona intervenida de las técnicas de apeo pasivo, la técnica de la preflexión simple y la doble preflexión.

El apeo con doble preflexión es una técnica nueva en estudio que consta de un sistema de vigas preflexadas o predeformadas con barras tensoras y que permite una redistribución de esfuerzos que mantienen invariantes los estados tensionales iniciales del muro una vez finalizado el apeo. Con ello se logra evitar intervenciones adicionales de refuerzo de los elementos estructurales en niveles inferiores al apeo.

En este trabajo de fin de máster, se realiza un estudio comparativo de las tres técnicas de apeos con métodos analíticos y uso software de elementos finitos (MEF). Se hace mediante la integración de la descripción del procedimiento y secuencia de tensado de barras para los apeos de preflexión simple y preflexión doble.

Con la aplicación de la técnica de doble preflexión en muros de carga se logra demostrar que es posible evitar intervenciones en plantas inferiores o en cimentación.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

ABSTRACT

It is usual to find in the existing buildings in the urban centers of the Spanish territory support systems for the requested loads by means of conventional structures.

Factors such as regulatory changes and land use are supported by structural rehabilitation for the conservation of the built heritage. It is in this area where one of the most common techniques is used in structural solutions for the suppression of supports in the reformulation of spaces of an architectural project: Transfer beam design for wall opening.

In this paper, the construction methods, application points and the implications in terms of load transmission carried out in the intervention area are analyzed from a reference case. The stress states, resistance to stresses and deformations to which the elements that make up the structural system of the shoring above and below the intervened area of the passive shoring techniques, the simple prestressed steel beam technique and the double prestressed steel beams are subjected are evaluated.

Shoring with double prestressed steel beams is a new technique under study that consists of a system of preflexed or predeformed beams with tension bars and that allows a redistribution of forces that keep the initial stress states of the wall invariant once the shoring is finished. With this, it is possible to avoid additional interventions to reinforce the structural elements at levels below the propping.

In this master's thesis, a comparative study of the three surveying techniques is carried out with analytical methods and the use of finite element software (FEM). It is done through the integration of the description of the procedure and sequence of bar tensioning for simple pre-flexing and double pre-flexing shoring.

With the application of the double preflexion technique in load-bearing walls, it is possible to demonstrate that it is possible to avoid interventions in lower floors or in foundations.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Tabla de contenido

Tabla de contenido	4
1. Justificación	9
2. Objetivos.....	10
3. Metodología.....	11
4. Estado de la cuestión.....	12
4.1. Comprobaciones generales.....	13
4.2. Comprobaciones locales	14
5. Marco teórico.	18
5.1. Introducción.....	18
5.2. Caso de estudio	20
5.2.1. Características del proyecto inicial.....	21
5.3. Apeos pasivos.....	25
5.3.1. Vigas	25
5.3.2. Soportes.....	27
5.3.3. Pasadores de fijación	32
5.4. Apeo con preflexión simple.....	33
5.4.1. Metodología de cálculo	34
5.5. Apeo con preflexión doble	38
5.5.1. Metodología de cálculo	38
6. Análisis de resultados.....	60
6.1. Comparativa de modelos de calculo	61
6.1.1. Estado inicial.....	62
6.1.2. Apeo pasivo	66
6.1.3. Apeo preflexión simple	70
6.1.4. Apeo preflexión doble.....	74
6.2. Conclusiones previas.....	79
6.2.1. Método analítico	79
6.2.2. Método por elementos finitos	80
7. Mediciones	87
Conclusiones.....	89
Bibliografía	92
Anexos	94

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Imagen 1. Proceso constructivo de apeos pasivos. Fuente: Elaboración propia.....	15
Imagen 2. Proceso constructivo de apeos con preflexión simple. Fuente: Elaboración propia	16
Imagen 3. Proceso constructivo de apeos con preflexión doble. Fuente: Elaboración propia	17
Imagen 4. Estado inicial de la zona de intervención. Fuente: Elaboración propia.....	21
Imagen 5. Estado reformado al finalizar la intervención. Fuente: Elaboración propia.....	22
Imagen 6. Diagrama de momentos flectores y cortante. Fuente: Elaboración propia	26
Imagen 7. Abaco multicanto para apeo convencional. Pernús (2022),.....	27
Imagen 8. Posicionamiento y fijación de asnillas. Fuente: Elaboración propia.	29
Imagen 9. Zonas de emplazamiento de asnillas bajo forjados de viguetas. Fuente: Sanabra (2020).....	29
Imagen 10. Tabla 4.3. características mecánicas de los aceros de los tornillos, tuercas y arandelas. Fuente: Documento Básico SE-A (2019, p. SE-A-12)	32
Imagen 11. posiciones de los gatos para realizar la preflexión. Fuente: Brufau (2010).....	33
Imagen 12. Esquema preflexión simple con tensores. fuente: elaboración propia.....	34
Imagen 13. Diagrama de momentos flectores y cortante con cargas gravitatorias. Fuente: Elaboración propia	39
Imagen 14. Localización de esfuerzos entre apoyos de vigas. Fuente: elaboración propia.....	42
Imagen 15. Pasos de rosca adicionales por deformación de vigas a partir de carga de tesado inicial. Fuente: elaboración propia.....	44
Imagen 16. Pérdidas de tensión por tesado de barras consecutivo. Fuente: elaboración propia	45
Imagen 17. TENSOR A: deformaciones en cada tensor debido a la aplicación de carga unitaria en tensor A. Fuente: Elaboración propia.....	46
Imagen 18. TENSOR B: deformaciones en cada tensor debido a la aplicación de carga unitaria en tensor B. Fuente: elaboración propia.	46
Imagen 19. TENSOR C: deformaciones en cada tensor debido a la aplicación de carga unitaria en tensor C. Fuente: elaboración propia.	47

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Imagen 20. TENSOR A. Tensión unitaria por carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.....	49
Imagen 21. TENSOR A. Deformaciones por cada tensor con aplicación de carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.....	50
Imagen 22. TENSOR B. Tensión unitaria por carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.....	50
Imagen 23. TENSOR B. Deformaciones por cada tensor con aplicación de carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.....	51
Imagen 24. TENSOR C. Tensión unitaria por carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.....	51
Imagen 25. TENSOR C. Deformaciones por cada tensor con aplicación de carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.....	52
Imagen 26. Vista 3D general de la estructura. Fuente: elaboración propia.....	57
Imagen 27. IZQ. Deformaciones generales del muro; CENTRO: Compresiones generales del muro; DER: tracciones generales del muro. Fuente: elaboración propia.....	58
Imagen 28. IZQ. Deformaciones generales del muro; CENTRO: Compresiones generales del muro; DER: tracciones generales del muro. Fuente: elaboración propia.....	58
Imagen 29. IZQ. Deformaciones generales del muro; CENTRO: Compresiones generales del muro; DER: tracciones generales del muro. Fuente: elaboración propia.....	59
Imagen 30. IZQ. Deformaciones generales del muro; CENTRO: Compresiones generales del muro; DER: tracciones generales del muro. Fuente: elaboración propia.....	59
Imagen 31. Reacciones del proceso de pretensado. Fuente: elaboración propia.....	60
Imagen 32. Flecha resultante del proceso de pretensado con apeo finalizado. Fuente: Elaboración propia.....	60
Imagen 33. Deformaciones del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.....	62
Imagen 34. Deformaciones del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.....	63
Imagen 35. Esfuerzos de compresión del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.....	64
Imagen 36. Esfuerzos de compresión del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.....	64

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Imagen 37.Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.	65
Imagen 38.Esfuerzos de tracción del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.	65
Imagen 39. Deformaciones del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.	66
Imagen 40. Deformaciones del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.	67
Imagen 41. Esfuerzos de compresión del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.	67
Imagen 42. Esfuerzos de compresión del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.....	68
Imagen 43.Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.	69
Imagen 44. Esfuerzos de tracción del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.	69
Imagen 45. Deformaciones del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.	70
Imagen 46.Deformaciones del muro en la planta de estudio. Fuente: elaboración propia.	71
Imagen 47. Esfuerzos de compresión del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.....	72
Imagen 48.Esfuerzos de compresión del muro en la planta de estudio. Fuente: elaboración propia.....	72
Imagen 49. Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.	73
Imagen 50. Esfuerzos de tracción del muro en la planta de estudio. Fuente: elaboración propia.	73
Imagen 51. Deformaciones del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.	74
Imagen 52.Deformaciones del muro en la planta de estudio. Fuente: elaboración propia.	75
Imagen 53. Esfuerzos de compresión del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.....	76
Imagen 54. Esfuerzos de compresión del muro en la planta de estudio Fuente: elaboración propia.....	76

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Imagen 55. Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

..... 77

Imagen 56. Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

..... 78

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

1. Justificación

Cuando se prevé adaptar la estructura de edificios existentes a usos funcionales o con estándares normativos actualizados y nuevos materiales en la realización de proyectos arquitectónicos de rehabilitación, es frecuente encontrar elementos que tienen un papel determinante en la estabilidad de la estructura. Esto generalmente condiciona la visión del proyectista en lograr su objetivo.

Dentro de las intervenciones a realizar, se encuentran prácticas usuales en este ámbito, como la eliminación parcial o total de muros de carga, con el fin de generar espacios más diáfanos para diversos usos. Es en este entorno, donde la utilización de la técnica del apeo se convierte en una solución común para el soporte de elementos verticales superiores a la sección de muro eliminada, alterando el estado de esfuerzos y deformaciones de los sistemas estructurales inmediatamente adyacentes e inferiores. Lo cual deriva por lo general en la intervención y refuerzo de estos.

En este trabajo no se pretende establecer una caracterización ni recopilación de los casos en que se utilizan apeos, pues su aplicabilidad y complejidad dependen factores específicos de cada proyecto. Lo que se pretende, es realizar una optimización del sistema constructivo de los apeos en muros mediante la doble preflexión que permita evitar intervenciones en los niveles subyacentes y sobrecostos adicionales asociados. Se parte de la idea de aplicación en el Palau Maldà de Barcelona concebida por el arquitecto Marc Sanabra Loewe.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

2. Objetivos

Objetivo General

Evaluar vías de aplicación para los apeos con doble preflexión, en elementos verticales de soporte de cargas tipo muros en proyectos de rehabilitación, mediante un análisis técnico y económico en comparación a los métodos tradicionales.

- Analizar las técnicas convencionales de apeos en muros de fábrica estructural: apeos pasivos y apeos con preflexión simple.
- Describir el proceso de cálculo y ejecución de apeos de las tres técnicas de apeos en un único caso de estudio: apeos pasivos, apeos con preflexión simple y apeos con preflexión doble.
- Determinar las repercusiones en las plantas situadas bajo el apeo aplicado.
- Realizar una comparación de presupuesto (mediciones) de las tres técnicas de apeos estudiadas.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

3. Metodología

Este trabajo final de máster (TFM) pretende explicar el proceso realizado para el planteamiento, análisis, diseño y ejecución de la técnica de apeo con doble preflexión para muros de carga en proyectos de rehabilitación. El procedimiento se realizará en 3 fases:

La primera fase consiste en recopilar información técnica de los métodos de apeos convencionales en muros de carga. Se enfoca en la concepción y ejecución del sistema constructivo, con el análisis de casos puntuales extraídos de un componente bibliográfico, así como la exposición de ejemplos basados en la experiencia personal.

En la segunda fase, de forma similar a la anterior, se aportan ejemplos del diseño y cálculo de apeos con preflexión simple.

Una tercera fase, en la que se analiza un apeo con doble preflexión a partir de la idea desarrollada en un caso de ejemplo. Se pretende aplicar este método tomado de las fases anteriores, obteniendo parámetros técnicos suficientes que permitan realizar una evaluación comparativa entre las técnicas aplicadas.

Por último, se realiza un análisis de sensibilidad entre las técnicas estudiadas, identificando los aspectos de optimización de recursos e intervenciones estructurales de mayor envergadura.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

4. Estado de la cuestión

Se conoce como “apeo” a la discontinuidad generada en un soporte mediante la supresión de uno o varios tramos de su longitud, reemplazando el tramo intervenido con una estructura alternativa, cuya función es la desviación de la carga hacia el resto de la estructura. Los esfuerzos desviados, sobrecargan los elementos adyacentes de soporte, lo que puede requerir de refuerzos adicionales en las plantas inferiores y/o en cimentación, si la capacidad resistente de estos elementos, el suelo de fundación o ambos se ven superados. Actualmente, se suele emplear esta técnica mediante apeos pasivos (técnica que no se aplica ni pretensado, ni predeformación de vigas) y su variación con preflexión simple (técnica que emplea predeformación de vigas).

Como lo define Calderón (2009, p. 2-11) en su tesis:

“Los apeos son sistemas estructurales que actúan frente a fuerzas de tipo gravitatorias. Sirven para complementar o sustituir una estructura de carácter provisional o permanente. Los apeos permanentes se diferencian de los provisionales en que la consistencia y eficacia de sus elementos estructurales se integran en el sistema reforzado con un carácter permanente.”

En estructuras de edificación, se emplean los apeos para la adaptación de la estructura a usos funcionales o con estándares normativos actualizados, pero no siempre es posible la intervención de refuerzo de soportes en las plantas inferiores y/o cimentación. Es en este ámbito donde se propone la técnica de doble preflexión.

El reconocimiento exhaustivo de las condiciones de estado inicial de la edificación impactará directamente en la calidad de la solución aportada. En este sentido, para la aplicación práctica de un apeo se debe partir de la definición de las acciones exteriores y esfuerzos incidentes sobre la zona de estudio, caracterización de los elementos estructurales existentes y que han de equilibrarse con la instalación de la nueva estructura.

Actualmente, se suele utilizar esta técnica mediante apeos pasivos y su variación con preflexión simple.

En estructuras de edificación, se emplea esta técnica para la adaptación de la estructura a usos funcionales o con estándares normativos actualizados, pero no siempre es posible la intervención de refuerzo de soportes en las plantas inferiores o cimentación. Es en este ámbito donde se propone la técnica de preflexión doble, como alternativa al empleo de los casos comunes de apeos.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

En cuanto al diseño de la estructura, todas las metodologías deben coincidir en la verificación y control de los componentes de la estructura en las fases previas, intermedias y posteriores del proceso constructivo, para detectar así, posibles patologías resultantes o agravadas en cada fase de ejecución del apeo.

El trabajo consiste en describir la metodología de cálculo para el desarrollo del uso de la técnica de doble preflexión en apeos de muros de carga en la edificación.

Se parte de un proyecto de rehabilitación de vivienda, del que se modifican intensionalmente la geometría exacta y características de los elementos estructurales alrededor de la planta de estudio. En este se realiza una simplificación de la volumetría, materiales, características y posición de la intervención.

Con el planteamiento anterior, se lleva a cabo un estudio comparativo de aplicación de las tres técnicas anteriores: Apeo pasivo, preflexión simple y preflexión doble.

4.1. Comprobaciones generales

4.1.1. Vigas

- Resistencia: se realiza la comprobación a flexión y cortante de la sección en estado límite último E.LU.
- Deformaciones: Se controla la flecha activa a partir de la luz de cálculo (L). No existe una referencia normativa específica para determinar un valor límite de la flecha para un apeo en muros.

El marco normativo actual permite visualizar para la verificación de los estados límite de servicio (E.LS) para el caso de cimentaciones el Documento básico SE-C (2019, p. SE-C-9) incluye el valor límite de $L/2000$ basado en la distorsión angular.

Por otro lado, el Documento básico SE-F (2019, p.SE-F-21) estipula lo siguiente:

“Puede prescindirse del cálculo de los efectos debidos a los asientos diferenciales de la cimentación y a la deformación de otros elementos estructurales que sirvan de soporte al propio muro, cuando la diferencia de deformación vertical de los elementos sustentadores no supere el valor de $1/1000$ de la separación entre dichos elementos”.

Ante la falta de claridad en el ámbito normativo, es aceptado en la práctica el valor de $L/1000$ en el centro de la luz de la viga que conforma el apeo. Autores como Brufau (2019, p.465) recomiendan este valor en este tipo de soluciones estructurales.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

4.1.2. Soportes

Se comprueban los estados tensionales y resistencias de cargas en dados, pilares y/o cimientos, así como la transmisión de esfuerzos hacia el muro existente en las zonas de cambio de material.

4.2. Comprobaciones locales

- Asnillas: son elementos de transferencia de cargas del muro a viga, se deben comprobar las concentraciones de tensiones por funcionamiento de los perfiles.
- Ménsulas y dados: son los elementos de apoyo de la viga y que finalizan la transición de esfuerzos del sistema de apeo hacia el muro o cimientos.

4.3. Técnicas de apeos en muros de fábrica

En los siguientes capítulos se describen los procedimientos de cálculo que derivan en la definición de los elementos que componen el sistema estructural. Con lo anterior, se definen a continuación los métodos convencionales de apeos en muros y sus variantes de referencia en este documento:

- Apeo pasivo: consiste en la instalación de una viga o conjunto de vigas sobre la abertura a realizar en el muro inmediatamente inferior al sistema de apeo. El proceso constructivo se visualiza en la imagen 1.
- Preflexión simple: parte de la solución anterior sobre la cual se le aplican esfuerzos previos a puesta en carga con la estructura a soportar. En este caso con elementos externos a las vigas principales, se le induce una deformación inicial de magnitud idéntica al esperado una vez se encuentre en operación el sistema estructural.

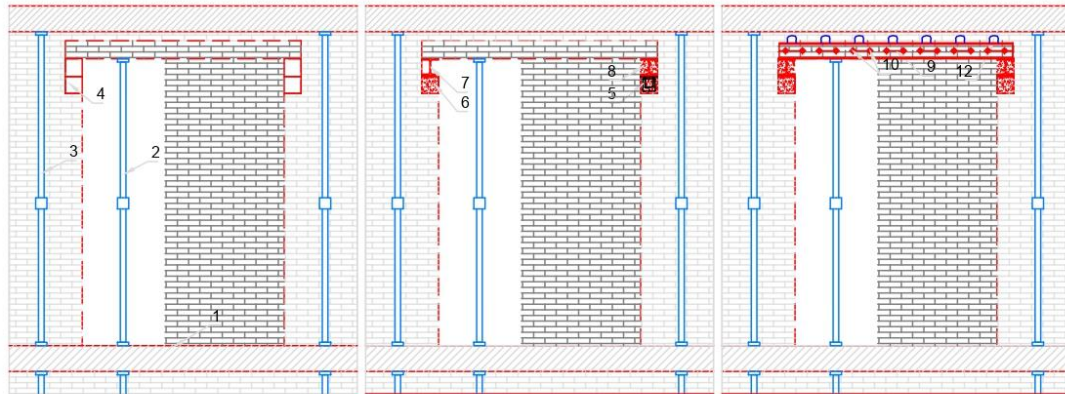
Dentro de los mecanismos comunes para preflexión, se encuentra el uso de gatos hidráulicos dispuestos entre vigas y muro, o barras tensoras que conectan la viga con elementos provisionales en la base de muro, siendo este último el método de estudio para este documento. El proceso constructivo se visualiza en la imagen 2.

- Preflexión doble: esta técnica se plantea como complemento de la técnica de preflexión simple con la finalidad de disminuir las tensiones de los muros en los extremos de las vigas, evitando así, realizar posibles intervenciones fuera del ámbito del que se ejecuta el apeo. El proceso constructivo se visualiza en la imagen 3.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

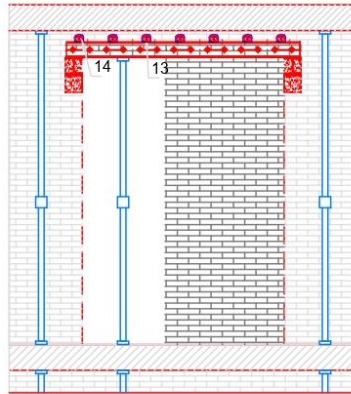


ACTUACIONES PREVIAS

- Acopio de materiales, replanteo de la intervención y verificación de hipótesis de proyecto.
- Verificación de las hipótesis establecidas en proyecto:
 - Estado de conservación de la pared afectada.
 - Materiales existentes (tipo de ladrillo, mortero, etc.,)
 - Geometría de la intervención (zona de actuación y zona afectada).
- Acopio de materiales.
- Replanteo de la intervención.
 - Luz, alturas, ubicación, etc.
 - Ubicación de los perfiles a colocar.
- Verificación de que el personal que intervenga en el apeo haya comprendido el proceso proyectado y sea consciente de la responsabilidad que comporta.

FASE 1

- Derribo de pavimentos existentes.
- Apuntalamientos de aberturas existentes.
- Apuntalamiento de viguetas en forjados existentes.
- Derribos puntuales de muro para dados y ménsulas.



FASE 4

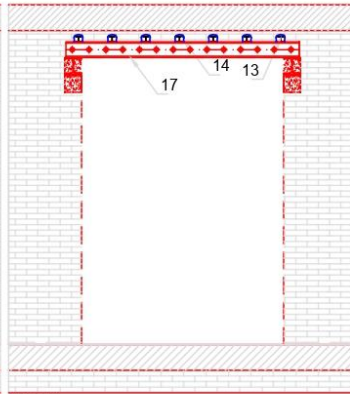
- Disposición de las asnillas superiores sobre viga de apeo y fijadas con soldadura.
- Retacado de asnillas con mortero sin retracción.

FASE 2

- Disposición de armados de los dados y chapas de anclaje.
- Vertido con mortero sin retracción para los dados.
- Disposición de ménsulas fijadas a placas de anclaje mediante soldadura.
- Retacado con mortero sin retracción de ménsulas.

FASE 3

- Disposición de las vigas de apeo superiores apoyadas y soldadas a las ménsulas.
- Instalación de pasadores transversales (si los requiere).
- Retacado lateral entre vigas y muro.
- Derribos puntuales de muro para las asnillas.



FASE 5

- Eliminación de apuntalamientos en vigas y agujeros existentes.

FASE 6

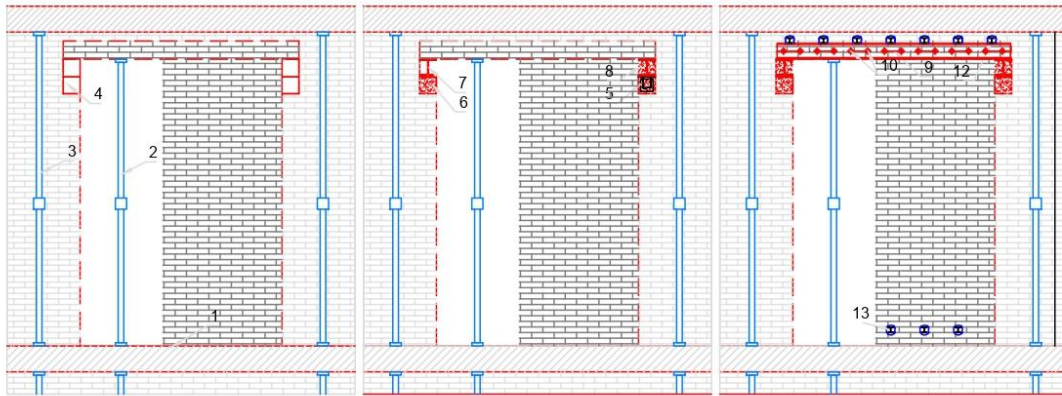
- Derribo de muro de abajo a arriba y del centro a extremos.
- Disposición de chapa inferior de remate soldada cara inferior de alas a las vigas superiores.

Imagen 1. Proceso constructivo de apeos pasivos. Fuente: Elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

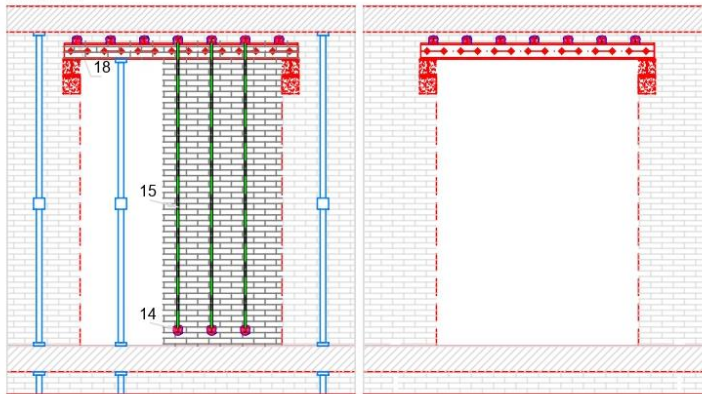


ACTUACIONES PREVIAS

- Acopio de materiales, replanteo de la intervención y verificación de hipótesis de proyecto.
- Verificación de las hipótesis establecidas en proyecto:
 - Estado de conservación de la pared afectada.
 - Materiales existentes (tipo de ladrillo, mortero, etc.,)
 - Geometría de la intervención (zona de actuación y zona afectada).
- Acopio de materiales.
- Replanteo de la intervención.
 - Luz, alturas, ubicación, etc.
 - Ubicación de los perfiles a colocar.
- Verificación de que el personal que intervenga en el apeo haya comprendido el proceso proyectado y sea consciente de la responsabilidad que comporta.

FASE 1

- Derribo de pavimentos existentes.
- Apuntalamientos de aberturas existentes.
- Apuntalamiento de viguetas existentes.
- Derribos puntuales de muro para dados superiores.



FASE 4

- Retacado de asnillas inferiores con mortero sin retracción.
- Instalación de barras tensoras (sin tensar).

FASE 5

- Instrumentación de los tensores para control de tesado.
- Tesado de las barras usando llave dinamométrica, según el orden y plan de tensión indicado.
- Retacado con mortero sin retracción de asnillas superiores.

FASE 2

- Disposición de armados de los dados superiores y chapas de anclaje.
- Vertido con mortero sin retracción para los dados superiores.
- Disposición de ménsulas fijadas a placas de anclaje mediante soldadura.
- Retacado con mortero sin retracción de ménsulas.

FASE 3

- Disposición de las vigas de apeo superiores apoyadas y soldadas a las ménsulas.
- Instalación de pasadores transversales (si los requiere).
- Retacado lateral entre vigas y muro.
- Derribos puntuales de muro para las asnillas superiores.
 - Disposición de las asnillas superiores sobre viga de apeo y fijadas con soldadura (sin retacar con mortero).
- Derribos puntuales de muro para asnillas provisionales inferiores.
 - Disposición de asnillas inferiores (previamente preparadas para el mecanismo terminal de apriete de las barras tensoras antes de su instalación)

FASE 6

- Destesado de las barras siguiendo el orden inverso al indicado en el plan de tesado.
- Recimbrado de apuntalamientos de vigas.
- Corte y retiro de barras tensoras.
- Eliminación de apuntalamientos en vigas y agujeros existentes.

FASE 7

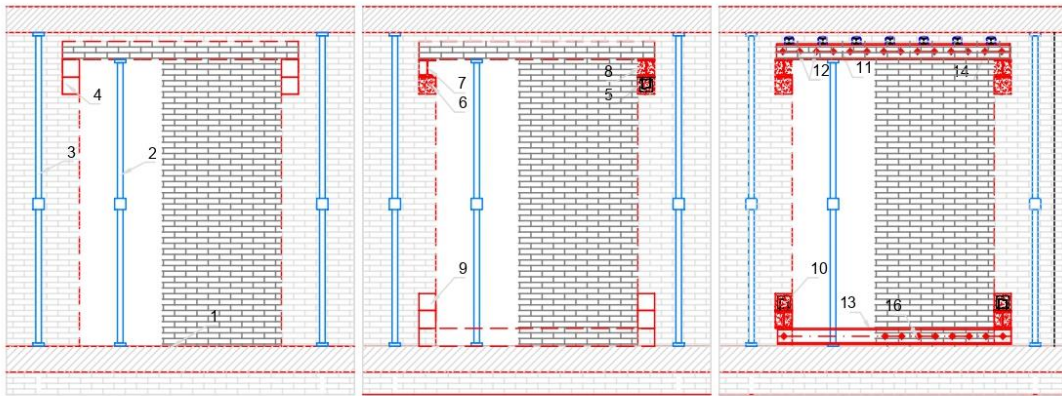
- Derribo de muro de abajo a arriba y del centro a extremos.
- Disposición de chapa inferior de remate soldada a las vigas superiores.

Imagen 2. Proceso constructivo de apeos con preflexión simple. Fuente: Elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

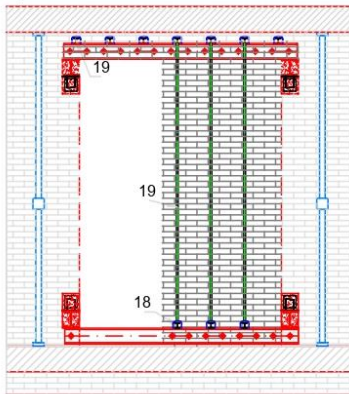


ACTUACIONES PREVIAS

- Acopio de materiales, replanteo de la intervención y verificación de hipótesis de proyecto.
- Verificación de las hipótesis establecidas en proyecto:
 - Estado de conservación de la pared afectada.
 - Materiales existentes (tipo de ladrillo, mortero, etc.,)
 - Geometría de la intervención (zona de actuación y zona afectada).
- Acopio de materiales.
- Replanteo de la intervención.
 - Luz, alturas, ubicación, etc.
 - Ubicación de los perfiles a colocar.
- Verificación de que el personal que intervenga en el apeo haya comprendido el proceso proyectado y sea consciente de la responsabilidad que comporta.

FASE 1

- Derribo de pavimentos existentes.
- Apuntalamientos de aberturas existentes.
- Apuntalamiento de viguetas existentes.
- Derribos puntuales de muro para dados superiores.



FASE 5

- Derribos puntuales de muro para las aspillas inferiores.
- Disposición de aspillas inferiores soldadas a las vigas inferiores sin retacar con mortero (previamente preparadas para el mecanismo terminal de apriete de las barras tensoras antes de su instalación).
- Instalación de barras tensoras (sin tensar).

FASE 6

- Instrumentación de los tensores para control de tesado.
- Tesado de las barras usando llave dinamométrica, según el orden y plan de tensión indicado.

FASE 7

- Eliminación de apuntalamientos en vigas y agujeros existentes.

FASE 2

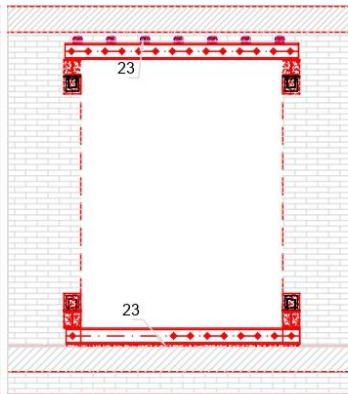
- Disposición de armados de los dados superiores y chapas de anclaje.
- Vertido con mortero sin retracción para los dados superiores.
- Disposición de ménsulas fijadas a placas de anclaje mediante soldadura.
- Retacado con mortero sin retracción de ménsulas.

FASE 3

- Derribos puntuales de muro para ménsulas y dados inferiores.

FASE 4

- Disposición de las ménsulas y armado de dados inferiores.
- Disposición de las vigas de apeo superiores apoyadas y soldadas a las ménsulas.
- Instalación de pasadores transversales (si los requiere).
- Retacado lateral entre vigas y muro.
- Derribos puntuales de muro para las aspillas superiores.
- Disposición de las aspillas superiores sobre viga de apeo y fijadas con soldadura (sin retacar con mortero).
- Disposición de vigas inferiores soldadas a las ménsulas.
- Instalación de pasadores transversales (si los requiere).
- Retacado lateral entre vigas y muro.



FASE 8

- Retacado con mortero sin retracción de aspillas superiores y espacios entre viga inferior-forjado.

FASE 9

- Destesado de las barras siguiendo el orden inverso al indicado en el plan de tesado.
- Recimbrado de apuntalamientos de vigas.
- Corte y retiro de barras tensoras.
- Eliminación de apuntalamientos en vigas.
- Eliminación de aspillas inferiores.

FASE 10

- Derribo de muro de abajo a arriba y del centro a extremos.
- Disposición de chapa de remate soldada a las vigas superiores e inferiores.

Imagen 3. Proceso constructivo de apeos con preflexión doble. Fuente: Elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5. Marco teórico.

5.1. Introducción

Al momento de plantear la apertura de una abertura en un muro de carga en proyectos de rehabilitación funcional de edificaciones, se deben tener consideraciones previas a partir de los siguientes criterios, basados en el proceso básico de análisis descrito por Brufau (2010):

- Objetivo de la intervención: en esta fase se debe tener en cuenta si se pretende realizar una rehabilitación funcional mediante una reducción de cargas, consolidación de muros existentes, reforzar el sistema estructural, habilitar una instancia para un uso funcional o cumplimiento normativo.
- Estado inicial de la estructura: realizar un análisis del tipo de edificación a intervenir, determinando en este apartado, niveles de ocupación, inspección física, así como materiales y condiciones de carga de los elementos que conforman el sistema estructural.
- Análisis estructural: hacer una comprobación de los esfuerzos actuantes en el muro a partir de las condiciones encontradas en la edificación antes y después de realizar el apeo, identificando estados tensionales a partir de la presencia de arcos de descargas y posibles mecanismos de fisuración y de colapso, este último estudiado por Calderón (2009).
- Propuesta de solución: desarrollar un plan de trabajo en el que se proponga, si se considera necesario, un plan de toma de muestras de los materiales que componen los elementos de carga. Posteriormente, se establecen las soluciones de soporte para la nueva estructura y refuerzo de la existente, así como la compatibilidad de esta con los requerimientos funcionales del proyecto.

A nivel normativo local, el anejo D del Documento básico SE (2019) ampara los requerimientos para una evaluación estructural de edificios existentes.

Teniendo en cuenta las premisas previas a una intervención anteriormente mencionadas, en este trabajo se presentan procesos de ejecución generales para el cálculo de apeos en muros de carga. Los procesos de comprobaciones de esfuerzos y deformaciones de los elementos de cada sistema estructural estudiado corresponden a métodos analíticos y empleo de herramientas de cálculo mediante elementos finitos (M.E.F).

En cuanto a las comprobaciones y selección de perfiles de las vigas principales de soporte para las técnicas de apeos pasivos y apeos activos en los que se induce una deformación previa a las vigas, se encuentran alternativas a los métodos analíticos de cálculo como son

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

los ábacos descritos por Pernús (2022) en su tesina. En estos ábacos se obtiene el perfil adecuado para las vigas y la técnica seleccionada con la envolvente de esfuerzos (resistencia a momento flector y cortante) y deformaciones (flecha activa $L/1000$), a partir de variables de entrada como la intensidad de la carga sobre la viga y la luz de cálculo entre apoyos extremos sobre el muro.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.2. Caso de estudio

Como ejemplo de aplicación, se parte de un proyecto ejecutado de un apeo realizado en una vivienda de planta tercera en un edificio de viviendas en Barcelona.

De la documentación disponible, se conocen las distribuciones de la vivienda en estado inicial, espesores de muros portantes, tipología y orientación de los forjados. En las plantas superiores o inferiores a la planta intervenida se desconocen variaciones en las propiedades anteriormente descritas, por lo que se asumen como idénticas en toda su elevación.

Para describir el proceso de cálculo de los métodos de apeos, se mantienen las características geométricas conocidas de la zona de intervención, así como las propiedades y distribución de los materiales que componen el sistema estructural de la edificación.

Con la finalidad de realizar un ejercicio de dimensionamiento y de comprobación representativo, se modifican las características de la planta de intervención original desplazando zona a la planta inmediatamente inferior.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.2.1. Características del proyecto inicial

La zona de actuación se encuentra en la planta segunda del edificio situado en Gran Vía de las Cortes Catalanas de Barcelona, con una estructura de muros de carga y forjados de viguetas metálicas y machihembrado cerámico.

El proyecto de intervención prevé la ampliación dentro de una vivienda en planta segunda de una apertura, donde inicialmente hay un paso de 1.40m de ancho y 2.20 m de alto. Se quiere ampliar a 3.974m de ancho en uno de los muros de carga interiores.

Los muros afectados son de 14.0cm de espesor, de ladrillo macizo.

El edificio actualmente alberga el uso residencial, en toda la zona contributiva del muro, en todas las plantas.

El proyecto prevé la ampliación de un paso interior y el desplazamiento de otro, por lo que no se prevé una variación en los estados de carga.

A continuación, un esquema con la posición del agujero y del muro objeto del presente estudio:

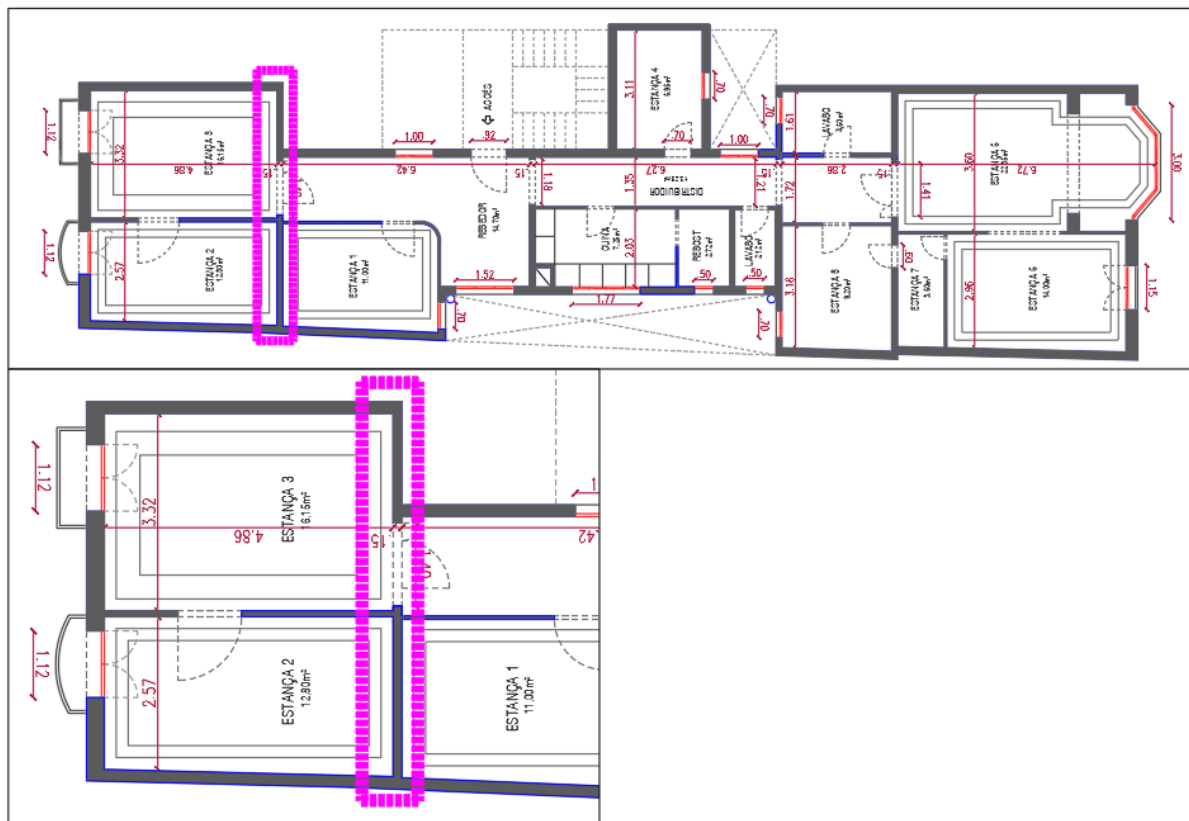


Imagen 4. Estado inicial de la zona de intervención. Fuente: Elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

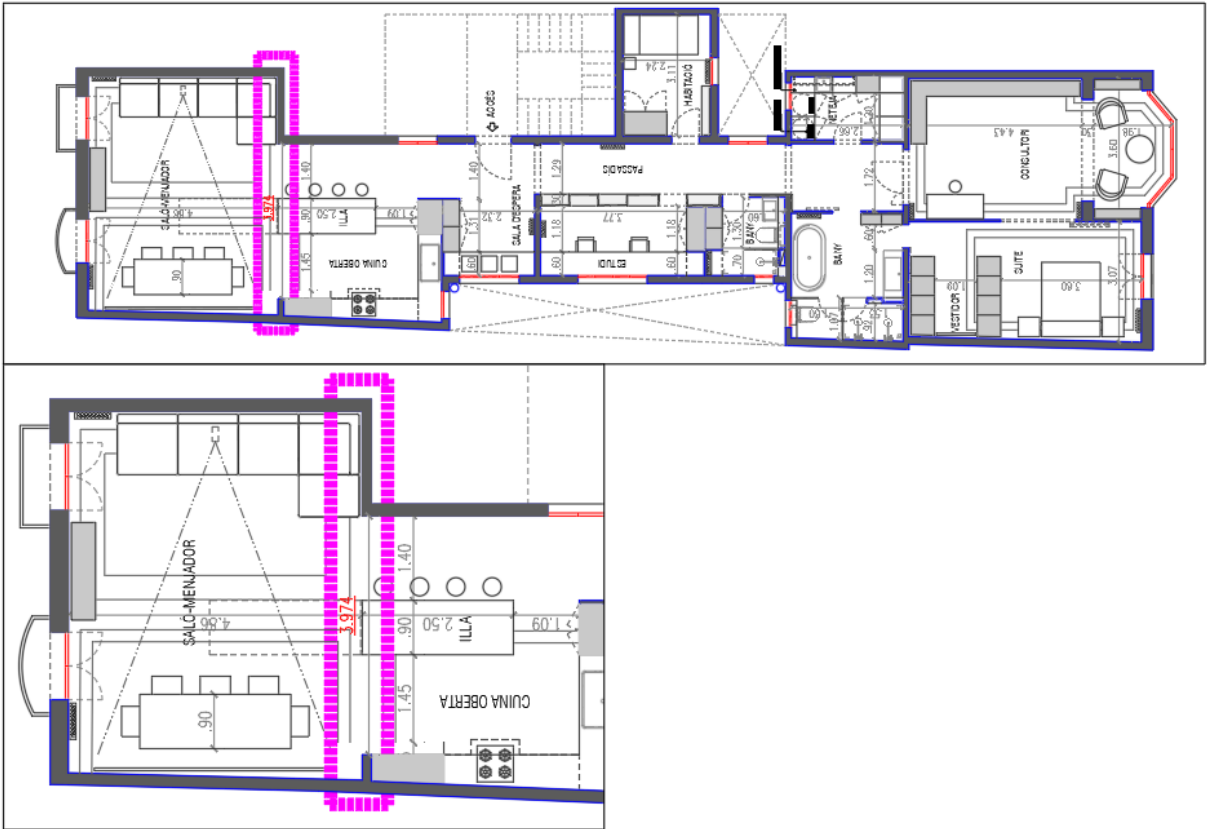


Imagen 5. Estado reformado al finalizar la intervención. Fuente: Elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.2.1.1. Estados de cargas considerados

	VIVIENDAS	CUBIERTA PLANA	TOTAL
Peso Propio	2.5 kN/m ²	2.55 kN/m ²	37.47 kN/m
Cargas permanentes	1.5 kN/m ² (pavimento+divisorias)	2.0 kN/m ²	17.14 kN/m
Sobrecarga de uso	2.0 kN/m ²	2.0 kN/m ²	21.09 kN/m
Sobrecarga de nieve	-	0.40 kN/m ²	1.055 kN/m

Tabla 1. Estado de cargas del apeo.

COMBINACION	Estado Límite de Servicio (E.L.S)	Estado Límite Ultimo (E.L.U)
1	PP + CP	1.35PP + 1.35CP
2	PP + CP + SU	1.35PP + 1.35CP + 1.5SU
3	PP + CP + SU + 0.5N	1.35PP + 1.35CP + 1.5SU + 0.75N
4	0.3SU	0.45SU

Tabla 2. Combinaciones de acciones consideradas.

Con los estados descritos en la tabla 1, se obtiene una intensidad de carga característica más desfavorable proveniente de la combinación 3 $q_k: 73.23 \text{ kN/ml}$ y, la intensidad de carga de diseño para la situación más desfavorable es de $q_d: 106.15 \text{ kN/ml}$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.2.1.2. Características del material

Las propiedades consideradas de la fábrica de ladrillo de los muros de carga son los siguientes:

	<i>Valor</i>	<i>Referencia</i>
<i>Módulo de elasticidad (E)</i>	4800 N/mm ²	[4.6.5 deformabilidad DB – SE – F]
<i>Módulo de cortadura (G)</i>	1900 N/mm ²	[4.6.5 deformabilidad DB – SE – F]
<i>Peso específico</i>	18 kN/m ³	Ladrillerías Mallorquinas S.A (2017)
<i>Resistencia normalizada de la pieza (fb)</i>	20 N/mm ²	Ladrillerías Mallorquinas S.A (2017)
<i>Resistencia del mortero (fm)</i>	10 N/mm ²	[Tabla 4.4 DB – SE – F]
<i>Resistencia característica a la compresión (fk)</i>	8 N/mm ²	[Tabla 4.4 DB – SE – F]
<i>Coefficientes parciales de seguridad (γm) Categoría del control de fabricación II Categoría de la ejecución B</i>	2.5	[Tabla 4.8 DB – SE – F]
<i>Resistencia de calculo a la compresión (fd)</i>	3.2 N/mm ²	$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}$
<i>Resistencia característica a cortante (fvk)</i>	0.3N/mm ²	[Tabla 4.5 DB – SE – F]
<i>Resistencia característica a tracción (ftk)</i>	0.8 N/mm ²	[subcapitulo 4.6.4.3 DB – SE – F]

Tabla 3. Características resistentes de la fábrica.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.3. Apeos pasivos

Dentro de los procedimientos generales para la ejecución de un apeo pasivo, como el que describe Brufau (2010), donde se enumeran las variables a considerar que pueden influir en el diseño, son tenidos en cuenta en los proyectos, siendo específicas las condiciones para cada situación a intervenir. Un procedimiento regular de apeos sin pilares descrito por el autor puede aplicarse en gran parte de los casos en que se requiera eliminar una parte de muro.

5.3.1. Vigas

La sección de la viga principal se obtiene a través de la inercia necesaria a partir de la flecha máxima que debería obtener el sistema de apeo para evitar daños en los elementos estructurales de las plantas superiores, siendo la recomendada un milavo de la luz $f_{max} = \frac{1}{1000} * L$, con la luz total de calculo $L_t = 3.974 m$ la flecha máxima se estima $f_{max} = \frac{1}{1000} * 3974mm = 3.974mm$

Partiendo de:

$$f_{max} = \frac{5 * q_k * L^4}{384 * E * I_{YY}}$$

La inercia necesaria para el perfil longitudinal de soporte es:

$$I_{Ynec} = \frac{5 * q_k * L_t^4}{384 * E * f_{max}} = \frac{5 * 76.76 * 3974^4}{384 * 210,000 * 3.974}$$

$$I_{Ynec} = 284'965,384 mm^4 \approx 28,497 cm^4 \rightarrow \mathbf{2xUPN - 380}$$

Comprobación por resistencia de las vigas longitudinales propuestas

El momento flector máximo de diseño es:

$$M_{max,d} = \frac{q_d * L_t^2}{8} = \frac{106.15 * 3.97^2}{8}$$

$$M_{max,d} = 209.13 kN.m$$

El cortante máximo de diseño es:

$$V_{max,d} = \frac{q_d * L_t}{2} = \frac{106.15 * 3.97}{2}$$

$$V_{max,d} = 210.70 kN$$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

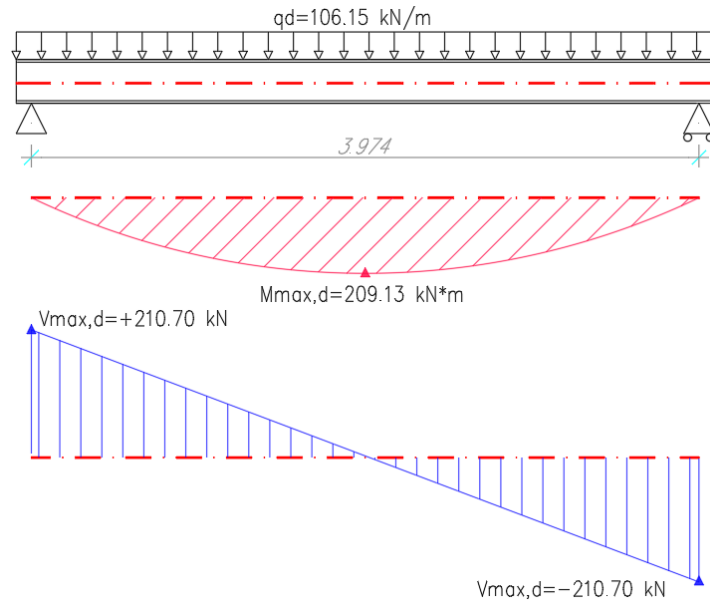


Imagen 6. Diagrama de momentos flectores y cortante. Fuente: Elaboración propia

Dimensionamiento de la viga debido al momento flector y al esfuerzo cortante:

$$W_{y,min} = \frac{M_{M,max,d}}{f_{y,d}} = \frac{209.13 \times 10^6}{261.9} = 798,511 \text{ mm}^3 \rightarrow 2xUPN - 280$$

$$A_{v,min} = \frac{V_{M,max,d}}{f_{v,d}} = \frac{210.7 \times 10^3}{151.2} = 1394 \text{ mm}^2 \rightarrow 2xUPN - 100$$

El diseño de la sección de los perfiles de la viga queda entonces limitado por la deflexión máxima admisible de la misma.

La resistencia del acero es:

$$f_{y,d} = \frac{275}{1.05} = 261.9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \left(\frac{275}{\sqrt{3}}\right) / 1.05 = 151.2 \text{ N/mm}^2$$

-Comprobación de tensiones del doble perfil:

$$\sigma_{max,d} = \frac{209.13 \times 10^6}{2 * 829 \times 10^3} = 126.14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq f_{y,d} \rightarrow OK$$

$$\tau_{max,d} = \frac{210.70 \times 10^3}{2 * 102 * 13.5} = 76.51 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} \rightarrow OK$$

Con la alternativa de ábacos presentados para apeos convencionales Pernús (2022), en los que se estudia la envolvente entre flechas y resistencias y limitado hasta perfiles 2*UPN300,

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

se requieren secciones de perfiles superiores para la intensidad de carga $q_k = 76.76 \text{ kN/m}$ y la luz $L_t = 3.97\text{m}$.

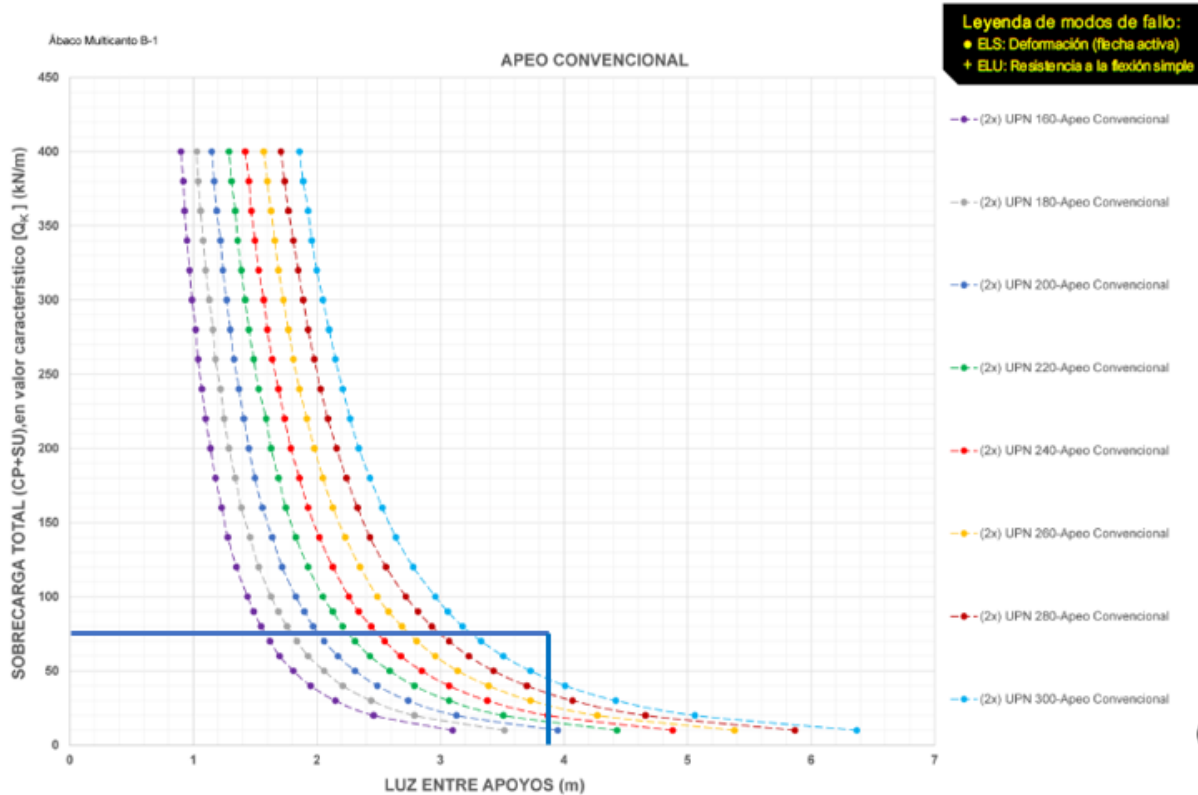


Imagen 7. Abaco multicantado para apeo convencional. Pernús (2022),

5.3.2. Soportes

La selección de las ménsulas transversales de descarga se calcula teniendo en cuenta la excentricidad e resultante al considerar la transmisión de esfuerzos en el eje del muro.

Con la base $b = 102\text{mm}$ de un perfil UPN380 se tiene:

$$e = \frac{b}{2} + \frac{t}{2} = \frac{102}{2} + \frac{140}{2}$$

$$e = 121\text{mm}$$

El momento flector máximo de diseño en el eje del muro es:

$$M_{M,max,d} = \frac{(V_{max,d})}{2} * e = \frac{210.70 \times 10^3}{2} * 121$$

$$M_{M,max,d} = 12'747,350 \text{ N.mm}$$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

El cortante máximo de diseño en el eje del muro es:

$$V_{M,max,d} = V_{max,d} = 210,700 \text{ N}$$

- Dimensionamiento de la ménsula debido al momento flector y al esfuerzo cortante:

$$W_{y,pl,min} = \frac{M_{M,max,d}}{f_{y,d}} = \frac{12'747,350}{261.9} = 48,673 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{HEB} - 100$$

$$A_{v,min} = \frac{V_{M,max,d}}{f_{v,d}} = \frac{210,700}{151.2} = 1394 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{HEB} - 180$$

La ménsula de descarga estará formada de un perfil HEB-180 de soporte en cada extremo de la viga, que funcionará como elemento de soporte y transferencia de los esfuerzos provenientes de la viga principal.

- Selección de asnillas de soporte de muro superior.

Se proponen perfiles transversales HEB-100, como elementos de transmisión de cargas entre el muro superior y la viga longitudinal de 2UPN-380.

PROPIEDADES HEB-100			
Area	W_Y	b	t_{alma}
21.2 cm²	89.9 cm ³	100 mm	6.0 mm

Tabla 4. Características geométricas perfil HEB-100

- Separación Inter ejes:

El área de contacto del perfil con el muro apeado se obtiene a partir de la base de contacto una vez la asnilla es fijada.

Para fijar la asnilla se debe realizar una abertura en la pared con una superficie mayor a la del perfil, con un espacio estimado de 30mm por cada lado del perfil en contacto con la pared. Una vez fijada la asnilla, se debe rellenar el espacio vacío con mortero sin retracción. El plano de contacto superior de carga de la asnilla “bs” será entonces la proyección de la base de mortero en contacto con el muro.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

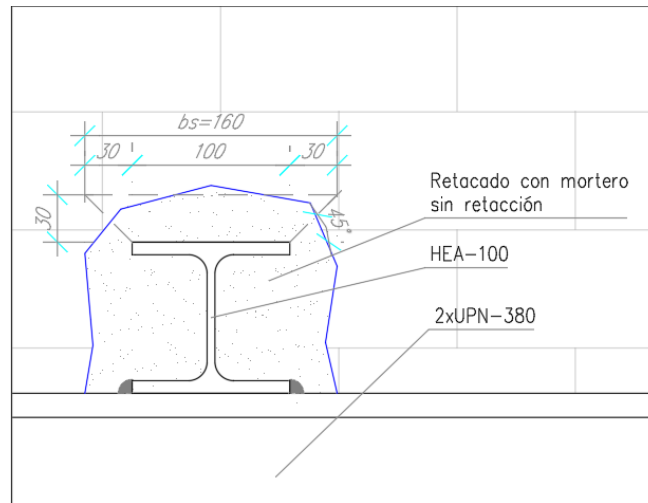


Imagen 8. Posicionamiento y fijación de asillas. Fuente: Elaboración propia.

$$A_c = b_s * t = 160 * 140$$

$$A_c = 22,400 \text{ mm}^2$$

La resistencia de cálculo del ladrillo macizo $f_d = 3.2 \text{ N/mm}^2$ a partir de las características iniciales de la fábrica en el apartado de *Consideraciones geométricas iniciales*.

Debido a que el interese de viguetas es $s = 600\text{mm}$, se recomienda evitar la ubicación de las asillas en zonas próximas a las viguetas, con lo que se procede a comprobar las asillas con una separación igual al interese entre viguetas.

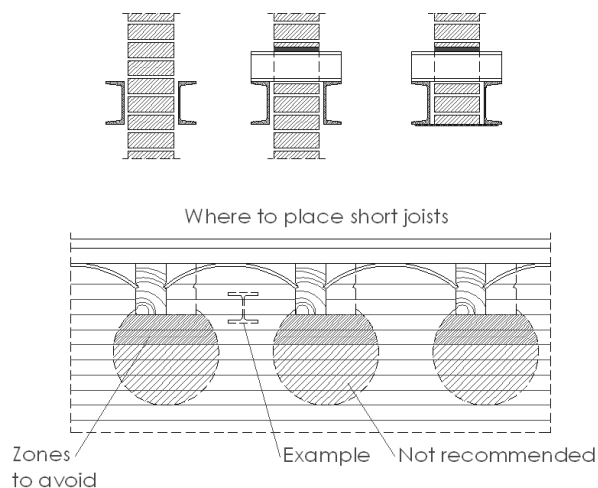


Imagen 9. Zonas de emplazamiento de asillas bajo forjados de viguetas. Fuente: Sanabra (2020).

Resistencia a la compresión de la fábrica sobre cada asilla

$$f_c = A_c * f_d = 22,400 * 3.2$$

$$f_c = 71,680 \text{ N}$$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Por tanto, la carga que recibe cada asnilla

$$N_{A,d} = q_d * s = 106,150 \text{ N/ml} * 0.6\text{m} = 63,700 \text{ N} < 71,680 \text{ N} \rightarrow OK$$

- *Comprobación de resistencia*

Longitud de diseño de la asnilla según el eje del muro es:

$$L_c = \frac{b}{2} + t + \frac{b}{2} = 51 + 140 + 51$$

$$L_c = 242 \text{ mm}$$

El momento flector máximo de diseño según el eje del muro es:

$$M_{a,max,d} = \frac{f_c * L_c}{4} = \frac{89,600 * 242}{4}$$

$$M_{a,max,d} = 5,421 \times 10^3 \text{ N.mm}$$

El cortante máximo de diseño respecto al eje del muro es:

$$V_{a,max,d} = \frac{N_{A,d}}{2} = \frac{63700}{2}$$

$$V_{a,max,d} = 31,850 \text{ N}$$

Comprobación de tensiones de las asnillas:

$$\sigma_{a,max,d} = \frac{5,421 \times 10^3}{89.9 \times 10^3} = 60.30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq f_{y,d} \rightarrow OK$$

$$\tau_{a,max,d} = \frac{31,850}{100 * 4.0} = 79.63 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} \rightarrow OK$$

- *Soporte de descarga a muro*

Se comprueba si el muro existente es capaz de soportar los esfuerzos provenientes del sistema apeado:

$$N_s = \frac{q_d * L_t}{2} = \frac{106150 * 3.97}{2}$$

$$N_{s,d} = 210707.8 \text{ N}$$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Dado que:

$$A_s = t * B$$

$$f_d = \frac{N_s}{A_s}$$

La base necesaria del soporte en el muro para disipar las sollicitaciones del apeo sin que supere la resistencia del muro se tiene entonces la siguiente condición,

$$B = \frac{N_{s,d}}{f_d * t} = \frac{210,707.8}{3.2 * 140}$$

$$B = 470.33 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{500 \text{ mm}}$$

El canto h se considera aproximadamente $\frac{B}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ mm} \rightarrow \mathbf{250 \text{ mm}}$.

La tensión inicial sobre el muro en la zona del apoyo, en una banda de 1.00m de longitud de muro transferida por el apeo:

$$\sigma_{d,o} = \frac{106.15 \times 10^3}{1,000 * 140} = 0.7582 \text{ N/mm}^2$$

El incremento de tensión total $\sigma_{d,t}$ transmitido al muro después de realizada la abertura

$$\sigma_{d,t,1} = \frac{N_{s,d}}{B * t} + \sigma_{d,o}$$

$$\sigma_{d,t,1} = \frac{210,707.8}{500 * 140} + 0.7582$$

$$\sigma_{d,t,1} = 3.768 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} > f_d = 3.20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \mathbf{NO \text{ CUMPLE.}}$$

Con la resistencia obtenida es superior que la resistencia de la fábrica, el dado de transferencia de hormigón deberá aumentarse la base hasta conseguir disipar la tensión adecuadamente. Con una base de 650mm la tensión resultante es de:

$$\sigma_{d,t,1} = 3.074 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < f_b = 3.20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \mathbf{CUMPLE}$$

Con lo que las nuevas dimensiones del dado serán de **650mmx350mm**.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.3.3. Pasadores de fijación

Para garantizar la unión de la doble viga al muro existente, se disponen de pernos roscados transversales distribuidos longitudinalmente en la viga de apeo.

$$q_d: 106.15 \text{ kN/ml}$$

Tabla 4.3 Características mecánicas de los aceros de los tornillos, tuercas y arandelas

Clase	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)	240	300	480	640	900
Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

Imagen 10. Tabla 4.3. características mecánicas de los aceros de los tornillos, tuercas y arandelas. Fuente: Documento Básico SE-A (2019, p. SE-A-12)

En el apartado 8 del Documento Básico SE-A (2019, p. SE-A-12) se describe la resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar, de donde se tiene la expresión:

$$F_{v,Rd} = n * \frac{0.5 * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}}$$

Donde:

n: número de planos de corte;

fub: resistencia última del acero del tornillo;

A: área de la caña del tornillo Ad o el área resistente del tornillo As, según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

Siendo $F_{v,Rd} = q_d = 106.15 \text{ kN/ml}$ distribuida en dos planos de corte y, empleando una resistencia última para tornillos clase 5.6 de $f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$, se tiene el área de tornillos pasadores necesaria:

$$A = \frac{F_{v,Rd} * \gamma_{M2}}{0.5 * n * f_{ub}} = \frac{106.15 \times 10^3 * 1.25}{0.5 * 2 * 500}$$

$$A = 265.4 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Lo que permitiría disponer de mínimo $1\phi 16c/70\text{cm}$ distribuidos en toda la longitud de la doble viga.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.4. Apeo con preflexión simple

Cuando se ve comprometida la disposición general de un apeo pasivo por razones geométricas, económicas o riesgo en la estabilidad de los componentes estructurales, se puede optar técnicas de preflexión, en las cuales, se somete a la viga de soporte antes de su entrada en carga, a una deformación inicial igual a la que tendría en su estado final.

Brufau (2010) enuncia esta técnica con la utilización de gatos hidráulicos para inducir la preflexión de la viga, que puede ser utilizado tanto en apeos de muros verticales como en vigas de materiales como la madera, que funcionan como soporte de forjados (Ariza, Guerrero y Pinto 2017).

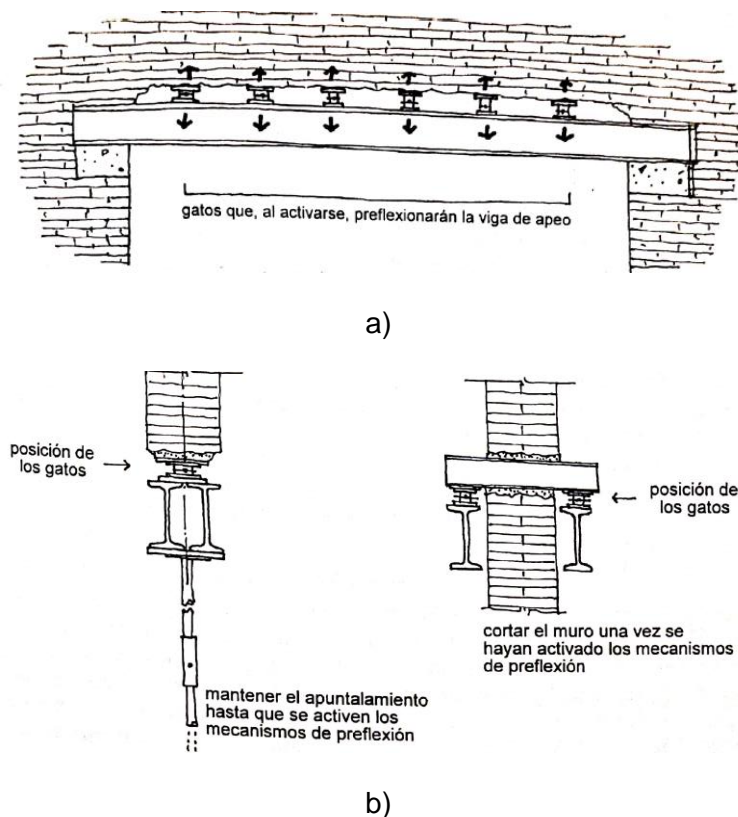


Imagen 11. posiciones de los gatos para realizar la preflexión. Fuente: Brufau (2010).

Como mecanismo de implementación de preflexión, una alternativa para reemplazar los gatos hidráulicos es utilizar tensores. Los tensores se conforman de barras de acero que unen la

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

viga de apeo a unas asnillas inferiores provisionales, con asnillas inferiores preparadas con un mecanismo de apriete que permite completar el procedimiento de tesado.

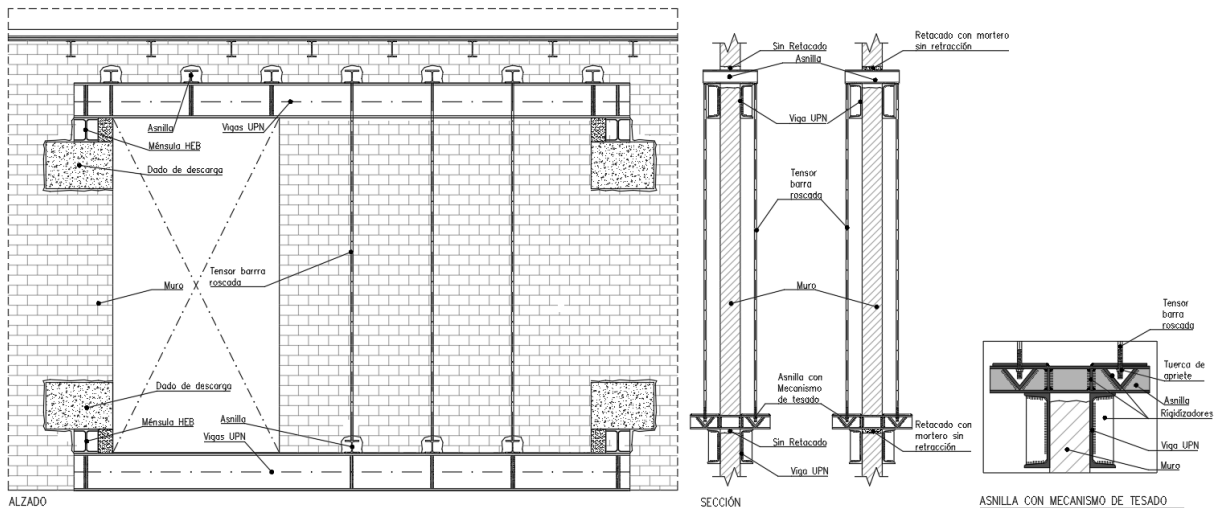


Imagen 12. Esquema preflexión simple con tensores. fuente: elaboración propia.

Partiendo de las características y estados de carga iniciales de el ejemplo de cálculo anteriormente desarrollado con la técnica de apeos pasivos, se calcula a continuación la intervención del apeo con preflexión simple con tensores.

5.4.1. Metodología de cálculo

5.4.1.1. Vigas

Para el dimensionamiento de los perfiles longitudinales a preflexar se debe tener en cuenta la carga lineal producida por efecto de las acciones variables.

A criterio del diseñador se pueden tomar dos rutas a considerar para determinar la carga de cálculo:

-Tener en cuenta como mínimo la fracción casi permanente de la sobrecarga de uso definidas en la normativa vigente.

-Prescindir de la fracción casi permanente de la sobrecarga de uso, generando un dimensionamiento conservador del lado de la seguridad, en tal caso, el perfil resultante sería el calculado en apartado de vigas del capítulo de [Apeos pasivos](#).

Por otro lado, en estado límite de servicio (ELS), con la fracción casi permanente restante de las acciones variables $\psi_2 Q_k$ que genera la flecha activa, según lo descrito en el Documento básico SE (2019, P.SE-11) con para los coeficientes de simultaneidad para la sobrecarga de uso $\psi_2 = 0.3$ se tiene que:

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

$$q_{k,cp} = 0.3 * (21.09 + 1.055)$$

$$q_{k,su} = 6.644 \text{ kN/m}$$

$$I_{Ynec} = \frac{5 * q_{k,cp} * L_t^4}{384 * E * f_{max}} = \frac{5 * 6.644 * 3974^4}{384 * 210,000 * 3.974}$$

$$I_{Ynec} = 238,346,713 \text{ mm}^4 \approx 23,835 \text{ cm}^4 \rightarrow 2xUPN - 100$$

Si se elige la disposición de 2xUPN-260 que proporciona una inercia superior a la mínima requerida, es posible determinar un rango de preflexión correcto de la viga.

Se puede establecer como límite inferior la diferencia de las sobrecargas totales en valor característico y, la carga necesaria sobre la viga que permite la disposición de los perfiles suministrados $I_{y,sum}$ de inercia y con la flecha máxima de 3.974mm que corresponde al milavo de la luz (L/1000), esto es:

$$q_{k,sum} = \frac{384 * f_{max} * E * I_{y,sum}}{5 * L_t^4} = \frac{384 * 3.974 * 210,000 * 2 * 4820x10^4}{5 * 3,974^4}$$

$$q_{k,sum} = 24.77 \text{ N/mm} = 24.77 \text{ kN/m}$$

Por lo que la carga a máxima a preflexar será la diferencia entre las acciones permanentes y la carga mínima de la viga 2 UPN 260 suministrada:

$$q_{max} = 54.61 - 24.77$$

$$q_{max} = 29.84 \text{ kN/m}$$

De esta forma se obtiene el rango óptimo en el que se aprovecharía la inercia de la sección de la viga con doble perfil para la limitación de flecha seleccionada,

$$\text{Rango óptimo de preflexión 2 UPN 260} = \begin{cases} 24.77 \text{ kN/m} \\ 29.84 \text{ kN/m} \end{cases}$$

Se realiza el dimensionamiento en estado límite último (ELU) de la viga debido al momento flector y al esfuerzo cortante de las cargas totales actuantes sobre la viga para la combinación más desfavorable $1.35PP+1.35CP+1.5SU+0.5N$:

$$W_{y,pl,min} = \frac{M_{M,max,d}}{f_{y,d}} = \frac{209.55x10^6}{261.9} = 800,115 \text{ mm}^3 \rightarrow 2xUPN - 260$$

$$A_{v,min} = \frac{V_{M,max,d}}{f_{v,d}} = \frac{210.9x10^3}{151.2} = 1395 \text{ mm}^2 \rightarrow 2xUPN - 100$$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Dado que las secciones obtenidas a partir de limitación de las deformaciones en situación de larga duración de las acciones, en su combinación casi permanente no son el factor determinante, en cambio, la viga debe resistir los esfuerzos resultantes dante las sollicitaciones de la capacidad resistente tomando como perfil 2xUPN-260.

5.4.1.2. Tensores

La tensión de tracción que deben soportar los cables equivale a la carga lineal que requiere que la viga prelectada equilibre, siendo esta la parte de la carga que baja por el muro y que se equilibrará con la preflexión de la viga: PP + CP

$$q_{kl} = 37.47 + 17.14 = 54.61 \text{ kN/m}$$

La tracción que debe soportar cada asnilla:

$$T_{t,dsnilla} = 54.61 * 0.60 = 32.77 \text{ kN}$$

Cada asnilla dispondrá de 2 tensores en cada extremo para garantizar el centrado de la carga sin generar esfuerzos adicionales al perfil de la asnilla, por lo que cada tensor deberá soportar una tensión de cálculo de:

$$T_{t,d_{tensor}} = \frac{32.77}{4} = 8.20 \text{ kN}$$

La barra de tesado será una barra lisa de acero S 275 JR con un extremo fileteado cuyo diámetro

$$T_{t,d_{tensor}} \leq f_{y,d} * A_s$$

$$A_s \geq T_{t,d_{tensor}} / f_{y,d}$$

$$A_s \geq 8200 / 261.9$$

$$A_s \geq 31.31 \text{ mm}^2 \text{ cada tensor}$$

Dado que el área requerida por cada tensor permitiría disponer de un diámetro de barra $\varnothing 8 \text{ mm}$, pero debido a la esbeltez del mecanismo y sensibilidad de las barras, pueden sufrir daños durante el proceso de montaje y tesado. Por lo que en este punto se puede optar por dos soluciones:

-Disponer un diámetro de barra mayor que $\varnothing 16 \text{ mm}$ en cada grupo de tensores sobre cada asnilla.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

-Aumentar la separación de los grupos de tensores, teniendo como límite que la tensión generada sobre cada par de asnillas tensadas (asnilla superior permanente y asnilla inferior provisional), no supere la capacidad resistente del muro.

Debido a que la flecha generada en las asnillas temporales es de un orden de magnitud despreciable, el procedimiento de tesado se explicará detalladamente en el apartado [Apeo con preflexión doble](#) ya que es similar al utilizado en la técnica con preflexión doble.

Los valores finales del procedimiento de tesado se presentan en la tabla a continuación:

PARAMETROS INICIALES DE TENSORES								
ID TENSOR	ϕ [mm]	Ab [mm ²]	# Tensores/asnilla	A _s [mm ²]	L ₀ [mm]	σ_0 [N/mm ²]	Δr_p [mm]	E _s [N/mm ²]
A	16	201	2	402	2568	41	1.94	210000
B	16	201	2	402	2568	41	1.69	210000
C	16	201	2	402	2568	41	1.09	210000

Tabla 5. Propiedades iniciales de las barras tensoras.

VALORES FINALES					
ID TENSOR	P _{FINAL} [kN]	L _f [mm]	deformación final barra δ [mm]	σ_f [N/mm ²]	Δr_p [mm]
A	19.77	2568.60	0.6015	49.17	3.16
B	18.44	2568.56	0.5608	45.85	4.77
C	16.40	2568.50	0.4988	40.78	1.09

Tabla 6. Valores con procedimiento de tesado finalizado.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.5. Apeo con preflexión doble

Partiendo de la idea con preflexión simple, se consigue la transmisión de esfuerzos a los tensores provenientes de las cargas gravitatorias en conjunto con las aspillas provisionales para la preflexión de la viga.

Con este método los esfuerzos son resultantes son transmitidos a los dados de soporte ubicados en cada extremo de la viga, sobrecargando la columna de muro inmediatamente bajo estos una vez sea removido el tramo de muro requerido.

Con la preflexión doble se propone una segunda viga a nivel inferior, con el objetivo de redistribuir uniformemente esfuerzos concentrados en la columna de muro entre los soportes una vez removido el tramo de muro interior.

5.5.1. Metodología de cálculo

El dimensionamiento de las vigas y tensores se realizan con los mismos criterios que la preflexión simple:

5.5.1.1. Vigas

- Viga de apeo superior

En la verificación de la deformación de la viga, en Estado Límite de Servicio (E.L.S) se tiene en cuenta el efecto de la preflexión, en el cual, se prevé la compensación de las cargas gravitatorias mediante el proceso de tesado, teniendo en cuenta entonces, solo el efecto de las acciones variables que actúan sobre la viga.

Para la verificación de resistencia a flexión y de resistencia a cortante en Estado Limite Ultimo (E.L.U), se deben tener en cuenta todas las cargas gravitatorias y acciones variables que debe soportar la viga, sin tener en cuenta el efecto proveniente del proceso de preflexión.

Con el procedimiento realizado en el apartado para dimensionamiento de la viga en un [Apeo con preflexión simple](#), se obtiene una viga con doble perfil **2UPN-260**.

- Viga de apeo inferior

Debido a la preflexión inducida mediante el proceso de tesado y posterior retacado del espacio entre viga inferior y forjado existente, la deformación inicial de la viga se tomará como definitiva, y al no soportar elementos a los que pueda ocasionar daño alguno al finalizar el apeo, a esta viga no se realiza la comprobación por flecha. Las decisiones de límites de deformaciones dependerán entonces, del acabado estético final.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

La comprobación de resistencia a flexión y de la resistencia a cortante en E.L.U, se realiza con las cargas compensadas en el proceso preflexión, con lo que puede considerarse así, si las condiciones de deformaciones lo admiten, reducción de la sección de los perfiles, respecto a la viga superior.

Siendo $q_{d,g}$ la suma de las cargas gravitatorias mayoradas $1.35PP+1.35CP$

$$q_{d,g}=73.73 \text{ kN/m}$$

- Comprobación por resistencia de las vigas longitudinales propuestas.

El momento flector máximo de diseño es:

$$M_{max,d} = \frac{q_{d,g} * L_t^2}{8} = \frac{73.73 * 3.97^2}{8}$$

$$M_{max,d} = 145.27 \text{ kN.m}$$

El cortante máximo de diseño es:

$$V_{max,d} = \frac{q_{d,g} * L_t}{2} = \frac{73.73 * 3.97}{2}$$

$$V_{max,d} = 146.35 \text{ kN}$$

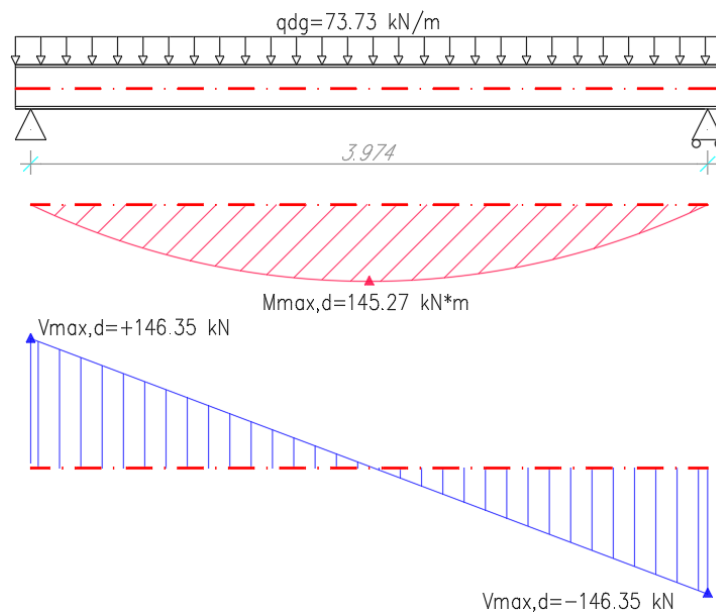


Imagen 13. Diagrama de momentos flectores y cortante con cargas gravitatorias. Fuente: Elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

- Dimensionamiento de la viga debido al momento flector y al esfuerzo cortante:

$$W_{y,min} = \frac{M_{M,max,d_g}}{f_{y,d}} = \frac{145.27 \times 10^6}{261.9} = 554,677 \text{ mm}^3 \rightarrow \mathbf{2xUPN - 240}$$

$$A_{v,min} = \frac{V_{M,max,d_g}}{f_{v,d}} = \frac{146.35 \times 10^3}{151.2} = 967.9 \text{ mm}^2 \rightarrow \mathbf{2xUPN - 100}$$

Por tanto, se podría tomar la sección de la viga doble inferior a **2xUPN-240**.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.5.1.2. Soportes

Para los soportes de descarga al muro superiores e inferiores se debe seguir el procedimiento de cálculo descrito en el apartado de Soportes del capítulo de [Apeos pasivos](#)

A los datos de soporte de la viga inferior, se debe tener en cuenta adicionalmente, el efecto de las acciones variables no compensadas en el proceso de preflexión.

Las vigas superior e inferior principales las cargas compensadas del proceso de preflexión corresponden a las impuestas por acciones gravitatorias generan unas compresiones hacia el centro del alzado de la columna de muro entre ambos soportes.

Para la combinación de cargas compensadas en el proceso de preflexión en E.LU de las cargas gravitatorias $q_{d,g}=73.73 \text{ kN/m}$ la reacción en los apoyos viene dada por el cortante $V_{max,d} = 146.35 \text{ kN}$.

La tensión inicial en el apoyo superior debido al apeo con las cargas gravitatorias:

$$\sigma_{d,o} = \frac{73.73 \times 10^3}{1,000 * 140} = 0.5266 \text{ N/mm}^2$$

Por lo que la tensión generada una vez finalizado el apeo:

$$\sigma_{d,t,sup} = \frac{146.35 \times 10^3}{650 * 140} = 1.608 \text{ N/mm}^2 \downarrow$$

$$\sigma_{d,t,inf} = \frac{146.35 \times 10^3}{650 * 140} = 1.608 \text{ N/mm}^2 \uparrow$$

Siendo: $\downarrow \uparrow$: dirección del esfuerzo en el apoyo

La tensión adicional generada por la columna de muro entre los dados de apoyo de 650x350

$$\sigma_{d,m} = \frac{9.112 \times 10^3}{650 * 140} = 0.09345 \text{ N/mm}^2$$

En estado inicial el muro experimentaría un incremento del esfuerzo de compresión en la base:

$$\sigma_{d,o,inf} = 0.5266 + 0.09345 = 0.620 \text{ N/mm}^2$$

El incremento de tensión total final $\sigma_{d,t,f}$ transmitido al muro en la base, después de realizada la abertura

$$\sigma_{d,t,f} = \sigma_{d,t,sup} + \sigma_{d,o,inf} - \sigma_{d,t,inf}$$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

$$\sigma_{d,t,f} = 1.608 + 0.620 - 1.608$$

$$\sigma_{d,t,f} = 0.620 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

En el esquema siguiente se representan las posiciones respectivas de cada estado tensional anteriormente descrito:

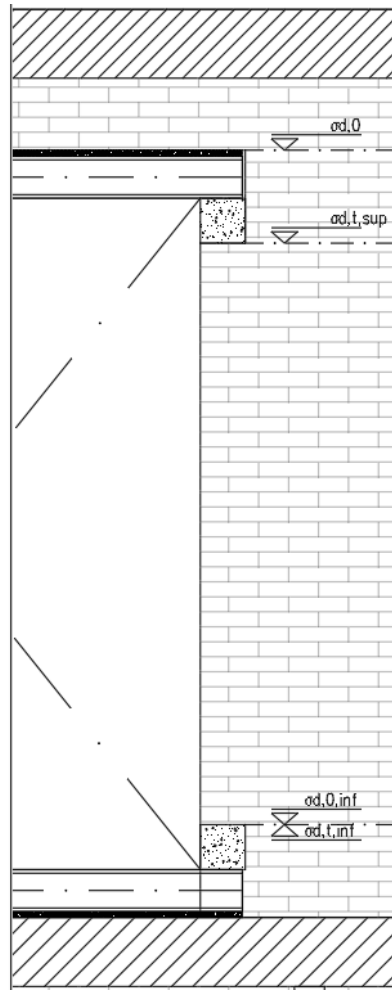


Imagen 14. Localización de esfuerzos entre apoyos de vigas. Fuente: elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

$$\sigma_{d,o} = \frac{106.15 \times 10^3}{1,000 * 140} = 0.7582 \text{ N/mm}^2$$

El incremento de tensión total $\sigma_{d,t}$ transmitido al muro después de realizada la abertura

$$\sigma_{d,t} = \frac{N_{s,d}}{B * t} + \sigma_{d,o}$$

$$\sigma_{d,t} = \frac{210,707.8}{500 * 140} + 0.7582$$

$$\sigma_{d,t} = 3.768 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} > f_d = 3.20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow \text{NO CUMPLE.}$$

5.5.1.3. Tensores

Para determinar la secuencia de tesado de los tirantes es necesario el planteamiento de un modelo de cálculo, en el que se obtienen las deformaciones de las vigas al aplicarle una carga en cada tensor de forma independiente.

A partir de la *Ley de Hooke*, donde la relación entre el incremento de longitud $\Delta l_{i,i}$ y la longitud inicial de la barra $l_{0,i}$ describe la elongación unitaria de la barra:

$$\varepsilon = \Delta l_{i,i} / l_{0,i}$$

La tensión σ de la barra es definida por la carga inicial de tesado $P_{0,i}$ y el área $A_{s,i}$ de la sección transversal:

$$\sigma = P_{0,i} / A_{s,i}$$

Así mismo, con el módulo de elasticidad del material involucrado E_s , se obtiene el alargamiento de la barra Δl para la carga de tesado:

$$\Delta l_{i,i} = l_{0,i} * \frac{P_{0,i}}{A_{s,i} * E_s}$$

Al tratarse de vigas flexibles que experimentan una deformación al someterlas a cargas, se genera una pérdida de rigidez de la barra de tesado derivando una la descarga de esta.

Para considerar las deformaciones de las vigas se han de tener en cuenta giros de rosca adicionales $\Delta r_{p,i}$ al aplicarle una carga de tensión por cada barra. Al alargamiento de cada

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

tensor, se le adiciona la suma de las dos flechas parciales de la viga en los extremos del tensor analizado $f_{i,i}$ causada por el tesado del mismo, siendo así:

$$\Delta r_{p,i} = f_{i,i} + \Delta l_{i,i}$$

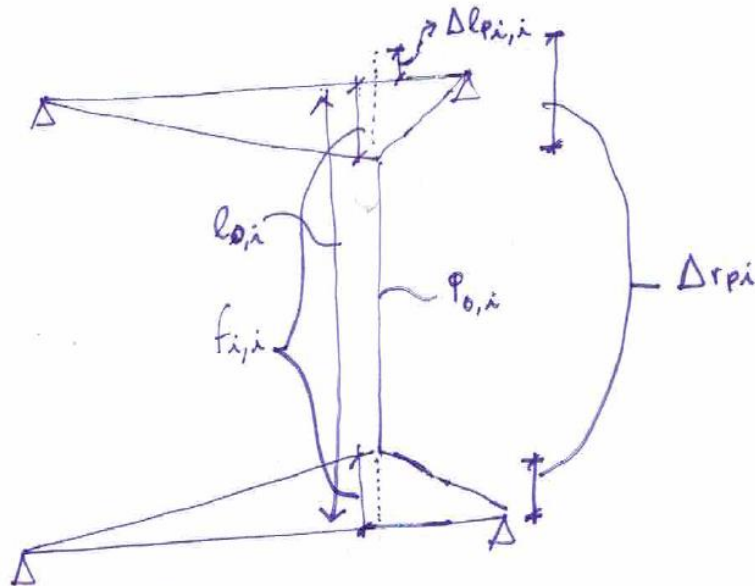


Imagen 15. Pasos de rosca adicionales por deformación de vigas a partir de carga de tesado inicial. Fuente: elaboración propia.

Una vez tensada la barra inicial $P_{0,i}$ se procede a tensar las siguientes $P_{0,i+1}$, las cuales, al ser sometidas a una tensión se genera una flecha variable en toda la longitud de las vigas. Como consecuencia la barra previamente tensada con la carga inicial $P_{0,i}$ que experimentará una pérdida de carga.

El tesado de cada barra tiene una incidencia sobre las demás, por tanto, al conocer la flecha de cada barra causada por el tesado de cada una de las barras posteriores $f_{i,n}$ con relación al paso de rosca $\Delta r_{p,i}$ asociado a la carga de tesado en cada barra en el momento de su aplicación, se puede calcular la pérdida total de tensión de cada barra $\Delta P_{i,total}$ como consecuencia del tesado de las barras posteriores:

$$\Delta P_{i,total} = \frac{\sum_{n=i+1}^n f_{i,n}}{\Delta r_{p,i}}$$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

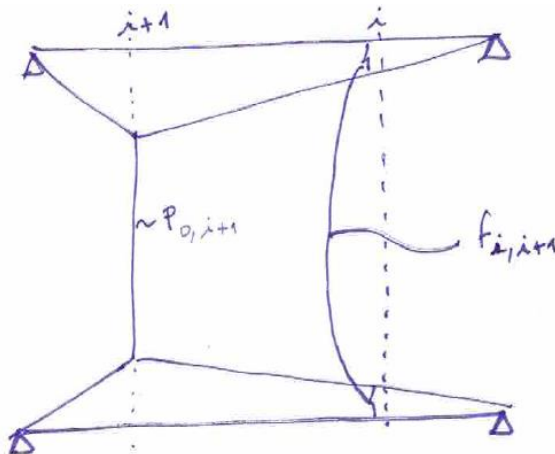


Imagen 16. Pérdidas de tensión por tesado de barras consecutivo. Fuente: elaboración propia

Con el procedimiento descrito anteriormente se establecen dos vías de análisis:

-Método analítico: se aplica la formulación correspondiente mediante el uso de hojas de cálculo, complementadas con herramientas de análisis de esfuerzos y deformaciones de barras sometidas a las acciones impuestas.

-Método de elementos finitos: se realiza el modelo general del edificio en el software *Autodesk Robot Structural Analysis*, para evaluar los estados globales y locales de los elementos analizados a partir de los resultados obtenidos del método analítico.

5.5.1.3.1. Método analítico

- Modelo Autodesk Robot Structural Analysis

Se evalúan dos rutas con el fin de determinar la sensibilidad de los modelos planeados al introducir más elementos que representen las condiciones reales del sistema estudiado:

Modelo 1

En este modelo se representan las dos dobles vigas 2UPN-260 superiores y 2UPN-240 inferiores con apoyos articulados sin las barras tensoras que las conectan.

Se impone una carga unitaria inicial de $P_{0,i} = 100 \text{ kN}$ en ambos extremos en la posición correspondiente a cada tensor.

Las deformaciones derivadas de la aplicación de una carga unitaria de 100 kN, en los extremos de cada tensor individual respecto a los tensores adyacentes, se obtienen del modelo planteado como se observa en las siguientes imágenes:

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

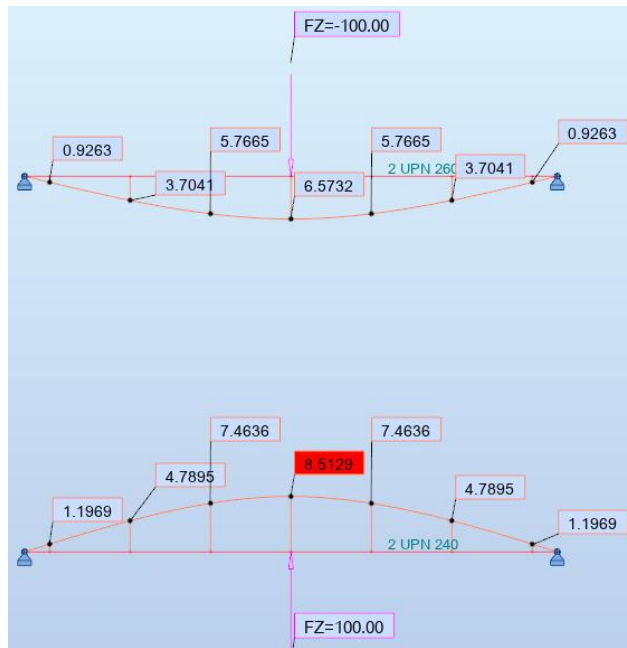


Imagen 17. TENSOR A: deformaciones en cada tensor debido a la aplicación de carga unitaria en tensor A.
Fuente: Elaboración propia.

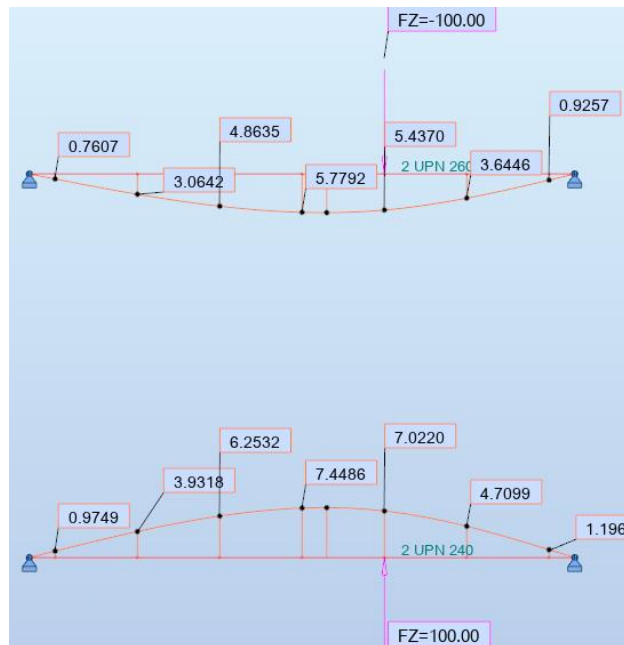


Imagen 18. TENSOR B: deformaciones en cada tensor debido a la aplicación de carga unitaria en tensor B.
Fuente: elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

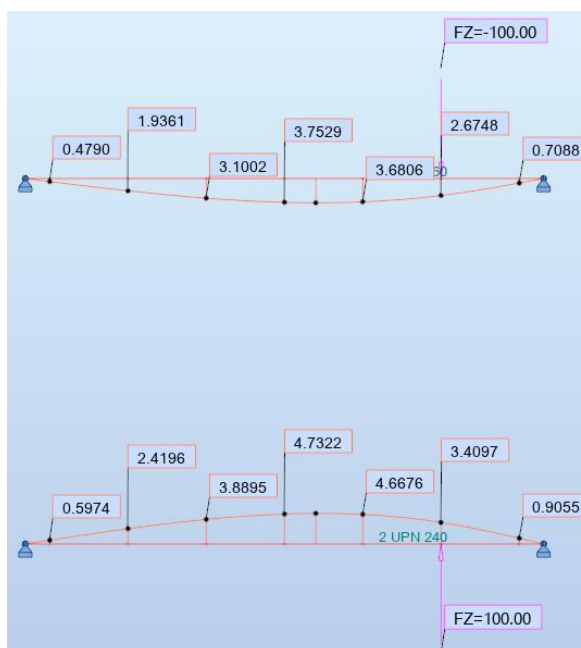


Imagen 19. TENSOR C: deformaciones en cada tensor debido a la aplicación de carga unitaria en tensor C.
Fuente: elaboración propia.

Las deformaciones unitarias superior e inferior y la incidencia que tiene cada barra tensada sobre las adyacentes se encuentran en la tabla 3:

		P (kN)	δA (mm)	δB (mm)	δC (mm)
Tensor A	Superior	100	-6.5732	-5.7665	-3.7041
	Inferior	100	8.513	7.464	4.7895
	$f_{i,i} = \delta_{sup} - \delta_{inf}$	100	-15.0862	-13.2305	-8.4936
Tensor B	Superior	100	-5.779	-5.437	-3.6446
	Inferior	100	7.449	7.022	4.7099
	$f_{i,i} = \delta_{sup} - \delta_{inf}$	100	-13.228	-12.459	-8.3545
Tensor C	Superior	100	-3.7529	-3.6806	-2.6748
	Inferior	100	4.732	4.6676	3.4097
	$f_{i,i} = \delta_{sup} - \delta_{inf}$	100	-8.4849	-8.3482	-6.0845

Tabla 7. Deformaciones unitarias de cada tensor.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

RESUMEN FLECHAS PARCIALES DE CARGA UNITARIA				
ID TENSOR	CARGA UNITARIA P (kN)	FLECHA PARCIAL Tensor A	FLECHA PARCIAL Tensor B	FLECHA PARCIAL Tensor C
A	100	-15.086	-13.231	-8.494
B	100	-13.228	-12.459	-8.355
C	100	-8.485	-8.348	-6.085

Tabla 8. Flechas parciales al aplicar carga individualmente a cada tensor.

Modelo 2

En el modelo se consideran las dobles vigas 2UPN-260 superiores y 2UPN-240 inferiores con apoyos articulados y, barras de acero traccionadas con diámetro equivalente por cada par de barras de diámetro 16mm, a un $D_{eq} = 22.62 \text{ mm}$ que conforman los tensores.

Las cargas impuestas para lograr una tensión unitaria de 100 kN en la barra, se basa en el en el principio de superposición, ya que se trata de una “*varilla homogénea con sección transversal uniforme*” Beer et al (2013, p. 75), cuyos esfuerzos asociados se determinan cuando se somete la barra a cambios de temperatura y deformación total nula.

Dado que la situación del apeo tiene variaciones en las condiciones de los apoyos de la barra al del método de superposición, se disponen en el modelo de cálculo las siguientes condiciones:

- Al tratarse de una ampliación del vano de una puerta existente en un ámbito con mayor abertura, no se considera preflexión en el tramo de este.
- Debido a la proximidad de la asnilla con el soporte opuesto a la abertura existente, no se considera representativo el cálculo de la preflexión en este punto.
- Los tensores deben tener ambos extremos articulados.
- La carga térmica inicial aplicada ΔT_0 se ha de iterar hasta obtener una carga en la barra exactamente igual a 100 kN, partiendo de una carga inicial $P_{0,i}$ del mismo valor.
- Para aplicar una carga inicial unitaria de $P_{0,i} = 100 \text{ kN}$ por cada tensor y al tratarse de una barra se sección constante y homogénea, se introduce como una carga térmica sobre la barra y simular así la tracción en la barra con la carga debido al cambio de temperatura.

Con el área $A_{s,i} = 2 * 201\text{mm} = 402\text{mm}^2$ de la sección transversal de las dos barras por asnilla, el módulo de elasticidad del acero $E_s = 210,000 \text{ N/mm}^2$ y el coeficiente de expansión térmica $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, se tiene:

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

$$P_{0,i} = -A_{s,i} * E_s * \alpha * (\Delta T)$$

Por tanto,

$$-\Delta T_0 = \frac{P_{0,i}}{A_{s,i} * E_s * \alpha} = \frac{100 \times 10^3 \text{ N}}{(402 \text{ mm}^2) * (210,000 \text{ N/mm}^2) * (12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})}$$

$$-\Delta T_0 = 98.713 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Con el esfuerzo asociado al cambio de temperatura inicial ΔT_0 , se determina la tensión deseada en la barra tensora con las variaciones térmicas ΔT de la tabla 4:

	ΔT ($^\circ\text{C}$)	$P_{0,i}$ [kN]
Tensor A	-588.40	100
Tensor B	-503.20	100
Tensor C	-296.27	100

Tabla 9. Tensiones unitarias por cargas térmicas de cada tensor.

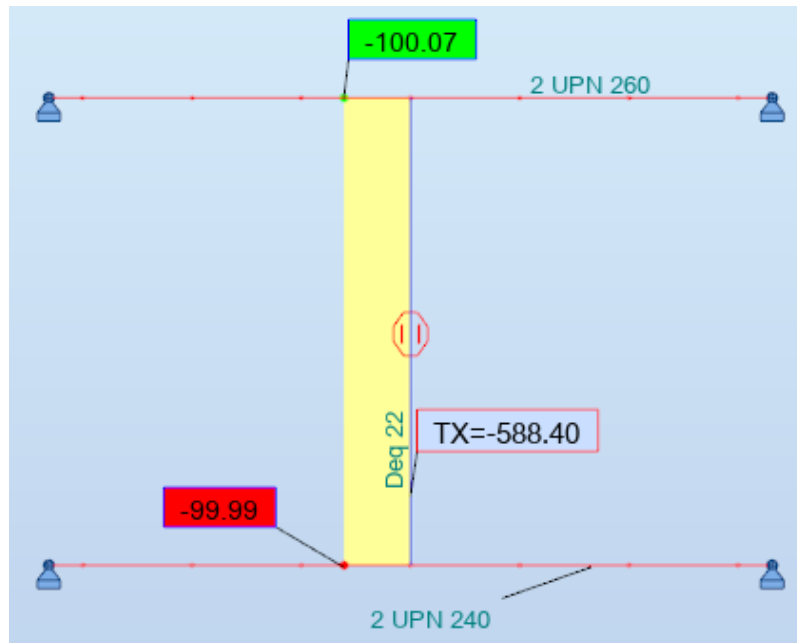


Imagen 20. TENSOR A. Tensión unitaria por carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

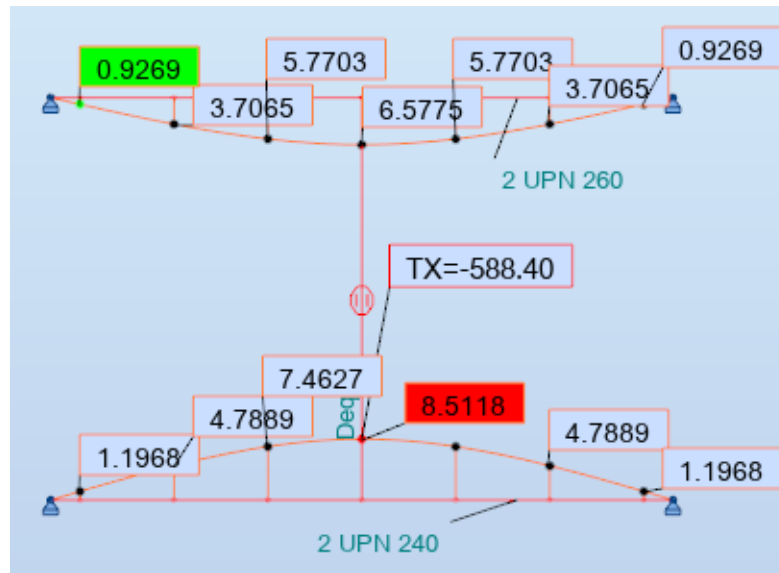


Imagen 21. TENSOR A. Deformaciones por cada tensor con aplicación de carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.

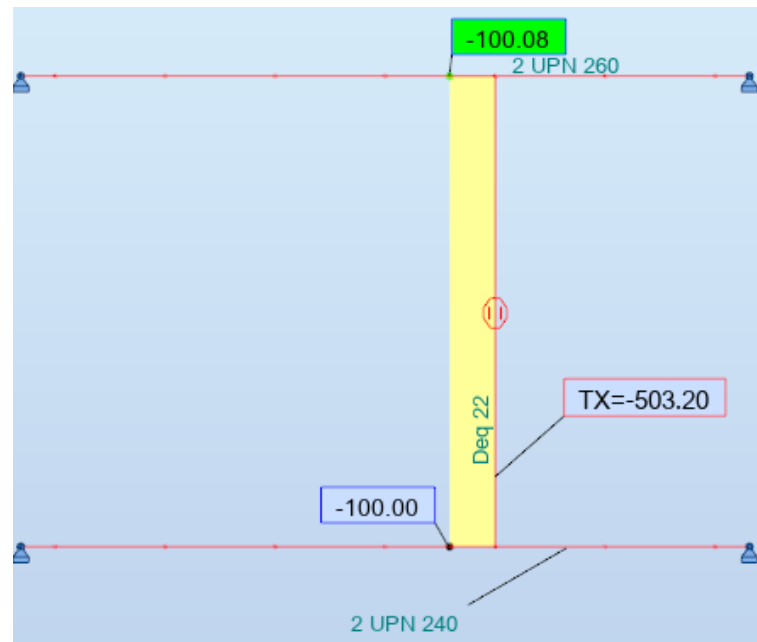


Imagen 22. TENSOR B. Tensión unitaria por carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

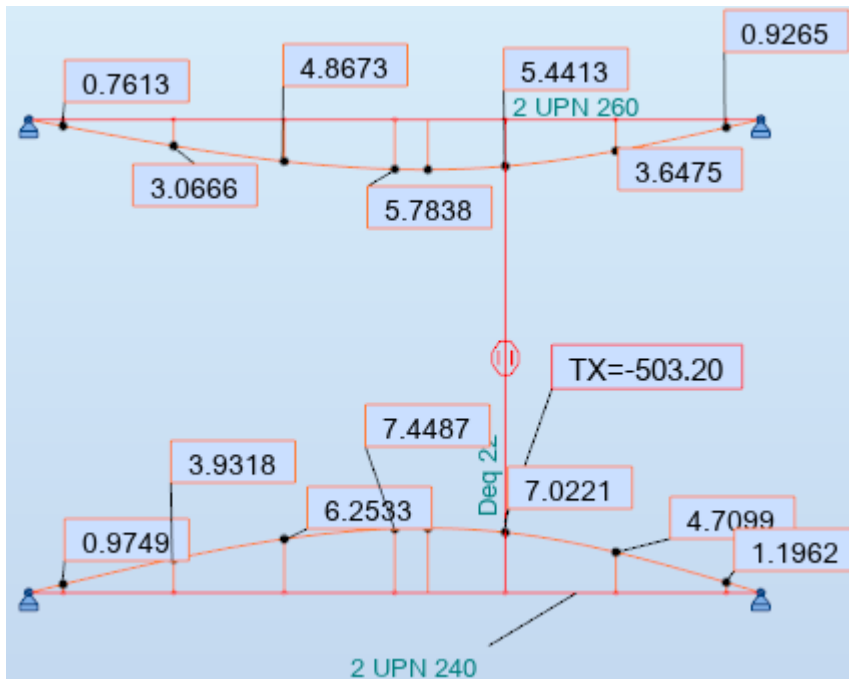


Imagen 23. TENSOR B. Deformaciones por cada tensor con aplicación de carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.

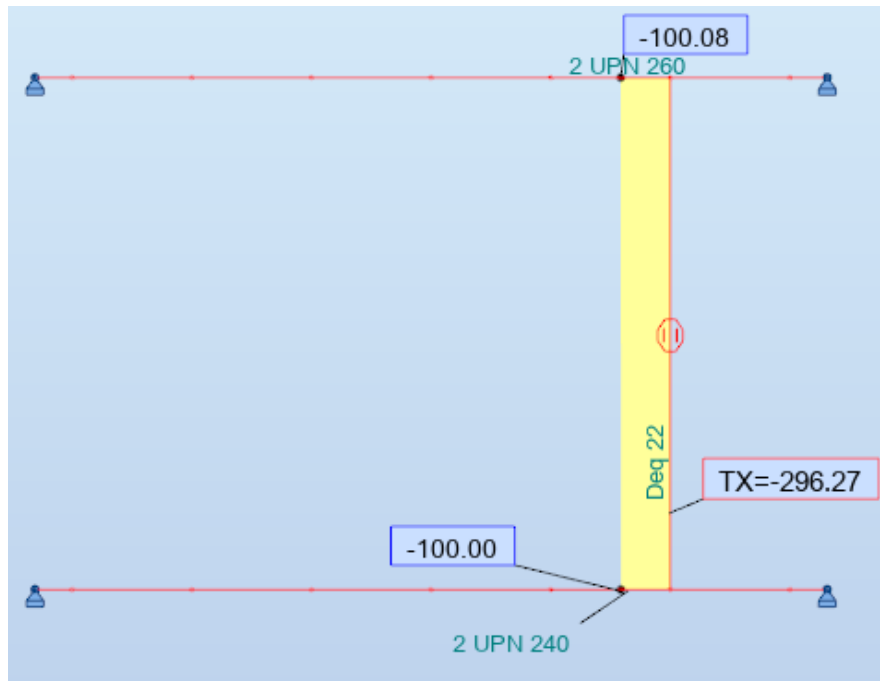


Imagen 24. TENSOR C. Tensión unitaria por carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

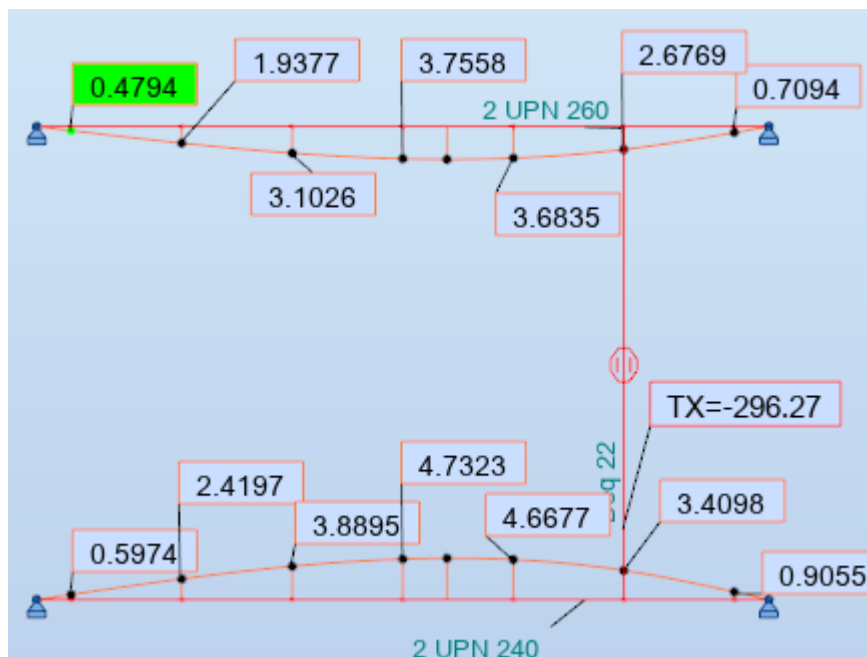


Imagen 25. TENSOR C. Deformaciones por cada tensor con aplicación de carga térmica en barra. Fuente: elaboración propia.

La tabla 10 resume la flecha en cada extremo de las barras tensoras adyacentes al aplicar carga de tesado a cada barra individualmente.

ID	POSICION	P (kN)	δA (mm)	δB (mm)	δC (mm)
Tensor A	Superior	100	-6.578	-5.770	-3.707
	Inferior	100	8.512	7.463	4.789
	$f(i,i)=\delta_{sup}-\delta_{inf}$	100	-15.089	-13.233	-8.495
Tensor B	Superior	100	-5.784	-5.441	-3.648
	Inferior	100	7.449	7.022	4.710
	$f(i,i)=\delta_{sup}-\delta_{inf}$	100	-13.233	-12.463	-8.357
Tensor C	Superior	100	-3.756	-3.684	-2.677
	Inferior	100	4.732	4.668	3.410
	$f(i,i)=\delta_{sup}-\delta_{inf}$	100	-8.488	-8.351	-6.087

Tabla 10. Flecha de cada barra causada por el tesado de cada una de las barras posteriores.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

RESUMEN FLECHAS PARCIALES DE CARGA UNITARIA				
ID TENSOR	CARGA UNITARIA P (kN)	FLECHA PARCIAL Tensor A	FLECHA PARCIAL Tensor B	FLECHA PARCIAL Tensor C
A	100	-15.089	-13.233	-8.495
B	100	-13.233	-12.463	-8.357
C	100	-8.488	-8.351	-6.087

Tabla 11. Flechas parciales al tensar individualmente cada barra.

- Modelo Microsoft Excel

A partir del cálculo resultante de la carga que inicial de cada tensor $T_{t,d_{tensor}}$ en el apartado de tensores del capítulo [Apeo con preflexión simple](#), se obtiene la flecha unitaria $f_{i,i}$ por cada tensor.

VALORES INICIALES					
ID TENSOR	$T_{t,d_{tensor}}$ [kN]	$P_{0,i}$ [kN]	Flecha unitaria tensor A $f(A,i)$	Flecha unitaria tensor B $f(B,i)$	Flecha unitaria tensor C $f(C,i)$
A	16.4	16.40	-2.474	-2.170	-1.393
B	16.4	16.40	-2.169	-2.043	-1.370
C	16.4	16.40	-1.392	-1.369	-0.998

Tabla 12. Flechas unitarias iniciales al tensar cada barra del **modelo 1**.

VALORES INICIALES					
ID TENSOR	$T_{t,d_{tensor}}$ [kN]	$P_{0,i}$ [kN]	Flecha unitaria tensor A $f(A,i)$	Flecha unitaria tensor B $f(B,i)$	Flecha unitaria tensor C $f(C,i)$
A	16.4	16.40	-2.475	-2.170	-1.393
B	16.4	16.40	-2.170	-2.044	-1.371
C	16.4	16.40	-1.392	-1.370	-0.998

Tabla 13. Flechas unitarias iniciales al tensar cada barra del **modelo 2**

Con las deformaciones resultantes de los modelos del software *Autodesk Robot Structural Analysis* y, conocidas las características geométricas y propiedades de materiales que componen de los tensores, se determinan los pasos de rosca iniciales $\Delta r_{p,i}$ para cada modelo.

Para simplificar el cálculo se disponen diámetros equivalentes de cada par de barras en los extremos de las asnillas.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

$A_s \phi$ [mm ²]	# Tensores/asnilla	A_s [mm ²]	L_0 [mm]	E_s [N/mm ²]	σ_0 [N/mm ²]	Δr_p [mm]
201	2	402	2568	210,000	41	3.0
201	2	402	2568	210,000	41	2.5
201	2	402	2568	210,000	41	1.5

Tabla 14. Pasos o giros de rosca de cada extremo de tensor del **modelo 1**.

$A_s \phi$ [mm ²]	# Tensores/asnilla	A_s [mm ²]	L_0 [mm]	E_s [N/mm ²]	σ_0 [N/mm ²]	Δr_p [mm]
201	2	402	2568	210,000	41	3.0
201	2	402	2568	210,000	41	2.5
201	2	402	2568	210,000	41	1.5

Tabla 15. Pasos o giros de rosca de cada extremo de tensor del **modelo 2**.

Con la metodología de cálculo de tesado descrita en el apartado de tensores y, para un orden supuesto de tesado, se obtiene en las tablas 16 y 17, la tensión de tracción que deben soportar los cables equivalentes a la carga lineal que se requiere para que la viga preflexada equilibre, siendo esta la parte de la carga que baja por el muro y que se equilibrará con la preflexión de la viga, equivalente a la suma de cargas gravitatorias 54.61 kN/m donde:

-P: tensión de tracción de cada barra.

-% ΔP : porcentaje de pérdida de tensión de cada barra al tensar la barra siguiente.

-% ΔP_{acum} : porcentaje de pérdidas de tensión acumuladas en el proceso de tesado.

- σ : esfuerzo de cada barra en cada proceso de tesado.

OPCION 1			
	Tensor "A"	Tensor "B"	Tensor "C"
P_1	-	50.63	-
% ΔP_2	-	-47%	-
% $\Delta P_{2,acum}$	-	-47%	-
P_2 [kN]	27.91	26.81	-
σ_2 [N/mm ²]	69.41	66.67	-
% ΔP_3	-28%	-17%	-
% $\Delta P_{3,acum}$	-28%	-64%	-
P_3 [kN]	20.23	17.98	16.40
σ_3 [N/mm ²]	50.31	44.71	40.78
100% Carga [kN]	54.61		
Pretensado [kN]	54.61		
Pretensado obtenido	100%		

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

OPCION 3			
	Tensor "A"	Tensor "B"	Tensor "C"
P_1	45.960	-	
$\% \Delta P_2$	-47%	-	
$\% \Delta P_{2,acum}$	-47%	-	
P_2 [kN]	24.18	29.65	
σ_2 [N/mm ²]	60.14	73.73	
$\% \Delta P_3$	-17%	-27%	
$\% \Delta P_{3,acum}$	-64%	-27%	
P_3 [kN]	16	22	16.400
σ_3 [N/mm ²]	40.92	54.10	40.78
100% Carga [kN]	54.61		
Pretensado [kN]	54.61		
Pretensado obtenido	100%		

Tabla 16. Opciones de orden en el proceso de tesado de barras del **modelo 1**.

OPCION 1			
	Tensor "A"	Tensor "B"	Tensor "C"
P_1	-	50.63	-
$\% \Delta P_2$	-	-47%	-
$\% \Delta P_{2,acum}$	-	-47%	-
P_2 [kN]	27.91	26.81	-
σ_2 [N/mm ²]	69.41	66.67	-
$\% \Delta P_3$	-28%	-17%	-
$\% \Delta P_{3,acum}$	-28%	-64%	-
P_3 [kN]	20.23	17.98	16.40
σ_3 [N/mm ²]	50.31	44.71	40.78
100% Carga [kN]	54.61		
Pretensado [kN]	54.61		
Pretensado obtenido	100%		

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

OPCION 3			
	Tensor "A"	Tensor "B"	Tensor "C"
P_1	45.960	-	
$\% \Delta P_2$	-47%	-	
$\% \Delta P_{2,acum}$	-47%	-	
P_2 [kN]	24.18	29.65	
σ_2 [N/mm ²]	60.14	73.73	
$\% \Delta P_3$	-17%	-27%	
$\% \Delta P_{3,acum}$	-64%	-27%	
P_3 [kN]	16	22	16.400
σ_3 [N/mm ²]	40.92	54.10	40.78
100% Carga [kN]	54.61		
Pretensado [kN]	54.61		
Pretensado obtenido	100%		

Tabla 17. Opciones de orden en el proceso de tesado de barras del **modelo 2**.

Los valores finales de cada tensor son similares para el mismo orden tesado en ambos modelos de cálculo, estos se resumen en la tabla a continuación:

VALORES FINALES					
ID TENSOR	P_{FINAL} [kN]	L_f [mm]	Deformación final barra d [mm]	σ_f [N/mm ²]	Δr_p
A	20.23	2568.62	0.6154	50.31	5.06
B	17.98	2568.55	0.5468	44.71	7.85
C	16.40	2568.50	0.4988	40.78	1.50

Tabla 18. Valores con procedimiento de tesado finalizado para la opción 1.

VALORES FINALES					
ID TENSOR	P_{FINAL} [kN]	L_f [mm]	Deformación final barra d [mm]	σ_f [N/mm ²]	Δr_p
A	16.41	2568.50	0.4991	40.81	7.43
B	21.80	2568.66	0.6631	54.21	4.65
C	16.40	2568.50	0.4988	40.78	1.40

Tabla 19. Valores con procedimiento de tesado finalizado para la opción 3

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

5.5.1.3.2. Método por elementos finitos

El modelo general representa distribución de la geometría simplificada de estructura y con esta, las hipótesis de carga propias de cada estancia.

En esta fase se realiza el modelo para las situaciones estudiadas.

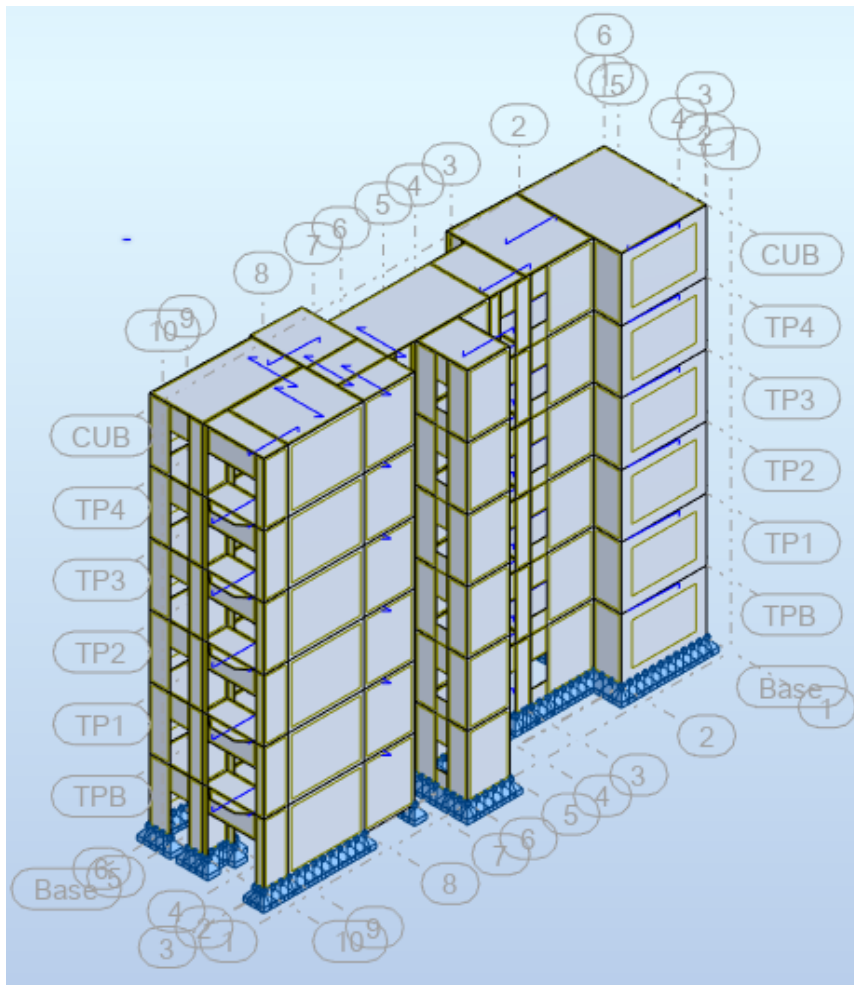


Imagen 26. Vista 3D general de la estructura. Fuente: elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

-Estado inicial: se representan las condiciones iniciales de la estructura.

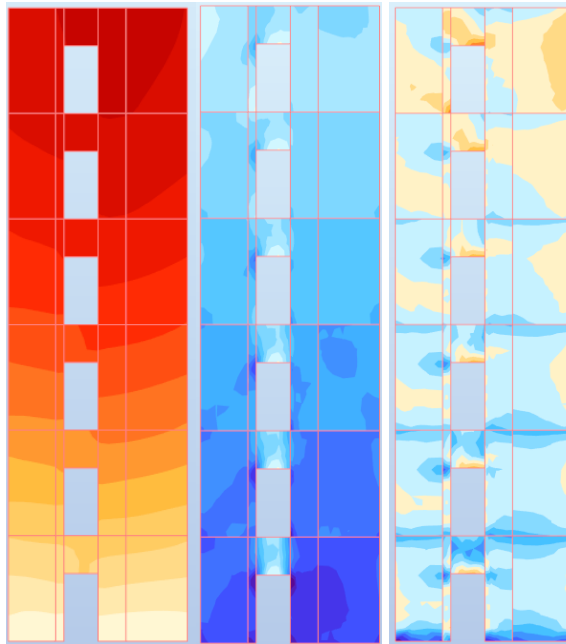


Imagen 27. IZQ. Deformaciones generales del muro; CENTRO: Compresiones generales del muro; DER: tracciones generales del muro. Fuente: elaboración propia.

-Apeo pasivo: en este modelo se tienen en cuenta las características y secciones de los elementos dimensionados en la sección [Apeos pasivos](#)

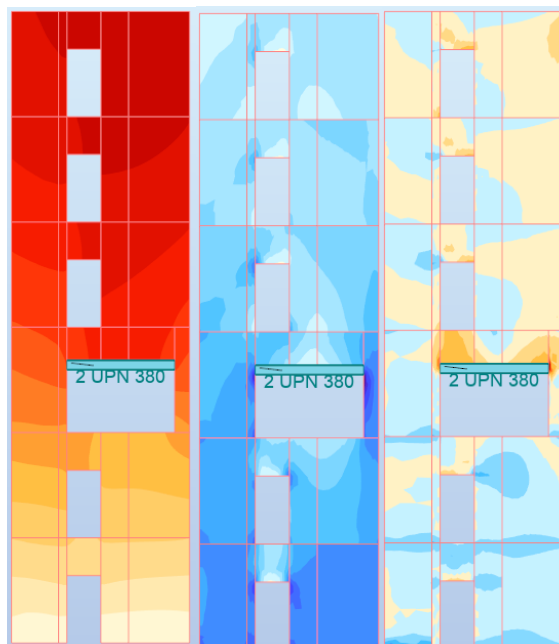


Imagen 28. IZQ. Deformaciones generales del muro; CENTRO: Compresiones generales del muro; DER: tracciones generales del muro. Fuente: elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

- Apeo preflexión simple: en este modelo se tienen en cuenta las características y secciones de los elementos dimensionados en la sección [Apeo con preflexión simple](#)

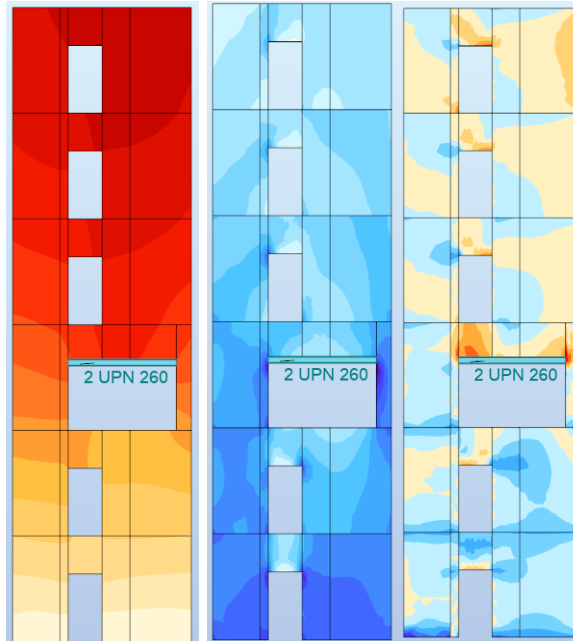


Imagen 29. IZQ. Deformaciones generales del muro; CENTRO: Compresiones generales del muro; DER: tracciones generales del muro. Fuente: elaboración propia

- Apeo preflexión doble: en este modelo se tienen en cuenta las características y secciones de los elementos dimensionados en la sección [Apeo con preflexión doble](#)

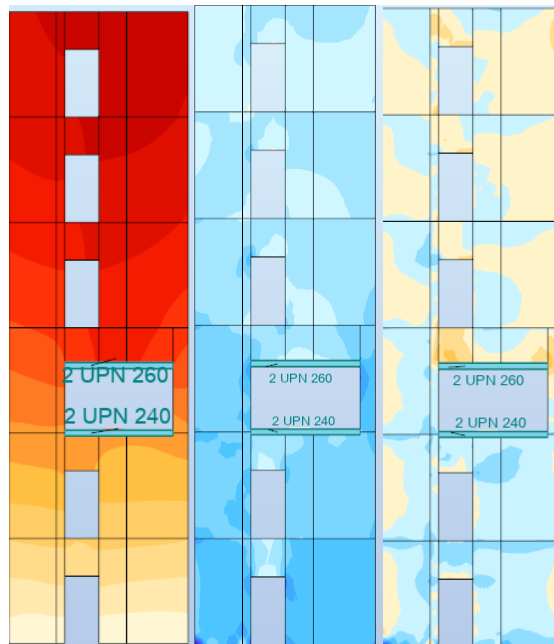


Imagen 30. IZQ. Deformaciones generales del muro; CENTRO: Compresiones generales del muro; DER: tracciones generales del muro. Fuente: elaboración propia

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

6. Análisis de resultados

Al conseguir tensar todas las barras con las cargas deseadas, se procede a realizar el retacado con mortero sin retracción de los espacios entre muro y sistemas de vigas. Una vez rellenos los espacios, se procede a destensar y retirar las barras tensoras, dando por finalizado el procedimiento.

Con las barras destensadas, se generan reacciones en los puntos de apoyo directos del muro, generando así tracciones al muro en las asnillas y compresiones al muro en los dados de apoyo.

Las reacciones en los puntos de contacto con el muro para las cargas gravitatorias $PP+CP=pp + cp: q_{kl}=54.61 \text{ kN/m}$ producto del sistema destesado, se observan en la imagen 31 a continuación:



Imagen 31. Reacciones del proceso de pretensado. Fuente: elaboración propia.

La flecha en la viga superior una vez finalizado el apeo es de 3.323mm, el cual no supera el milavo de la luz ($L/1000$).

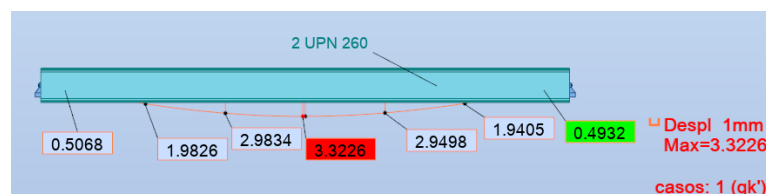


Imagen 32. Flecha resultante del proceso de pretensado con apeo finalizado. Fuente: Elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

6.1. Comparativa de modelos de calculo

Para realizar un análisis comparativo de las soluciones propuestas al caso de estudio, se presentan tres modelos de cálculo mediante elementos finitos en el software *Autodesk Robot Structural Analysis*, donde se determinan los estados tensionales del edificio para cada hipótesis de carga.

Se realiza un modelo simplificado general del edificio en su estado inicial para evaluar el comportamiento global del mismo y del muro analizado en toda su elevación.

Un segundo modelo donde del edificio en el que se simula la intervención de un apeo pasivo, con las luces y secciones calculadas en el apartado de [Apeos pasivos](#).

El tercer modelo incluye las secciones calculadas de vigas superiores e inferiores y luces calculadas en el capítulo de [Apeo con preflexión doble](#), con las reacciones resultantes de cada tensor y determinadas en la sección de procedimiento de tesado.

Se tiene en cuenta los parámetros limitantes iniciales para la deformación y resistencia de la fábrica. Siendo $L/1000$ la flecha máxima admisible en zonas de apeo y una resistencia última de la fábrica de 3.2 MPa.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

6.1.1. Estado inicial

6.1.1.1. Desplazamientos

A nivel general, el comportamiento del muro tiene un desplazamiento en vertical decreciente en toda su elevación.

Al estar confinada en sus aristas verticales extremas, los valores máximos se alcanzan en el vano central del muro, describiendo una parábola interrumpida por las aberturas de las puertas.

Al lado izquierdo de la abertura se tiene una zona estrecha y al lado derecho, un tramo de muro con más amplitud.

En el vértice superior de la abertura en la zona estrecha se tiene un desplazamiento del muro menor, mientras que, en el vértice superior en la zona ancha se observa un desplazamiento mayor.

La diferencia en los desplazamientos que permiten inferir la localización inicial de los esfuerzos de tracción y compresión.

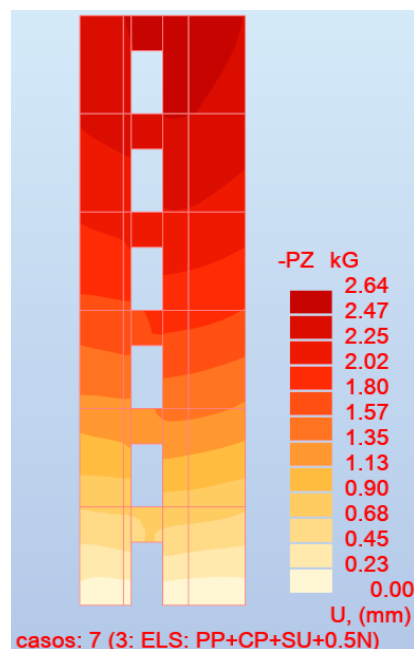


Imagen 33. Deformaciones del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

A partir de la planta de estudio desde el techo de planta 2 hasta el techo de planta baja, la diferencia en los vértices superiores de la abertura que conforman el dintel, tanto en el tramo estrecho y el tramo ancho, los asentamientos tienden a homogeneizarse tomando un valor cercano a los **1.79mm**.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

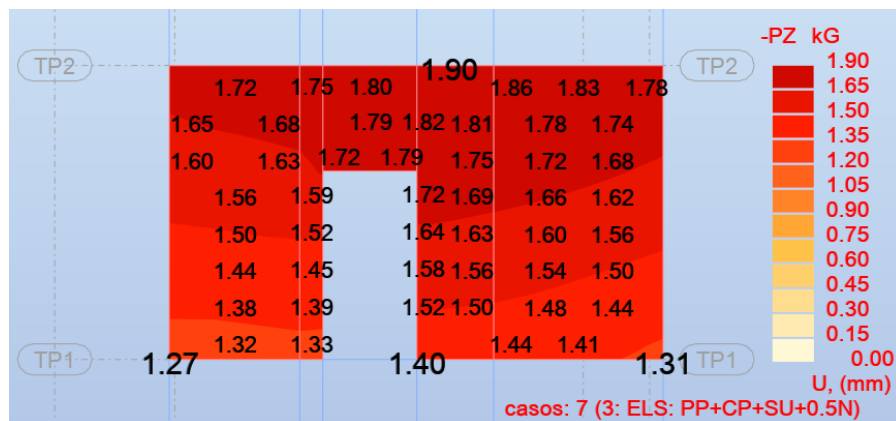


Imagen 34. Deformaciones del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

6.1.1.2. Esfuerzos

- Compresiones

Se presenta la distribución de tensiones del muro en el eje 2 para evaluar los esfuerzos iniciales del muro estudiado sin intervenciones.

Un análisis general, el muro experimenta aumento de esfuerzos de compresión a medida en un orden descendente, siendo la planta baja donde estos esfuerzos toman mayores magnitudes.

Sin embargo, se observa una acumulación de compresiones en los extremos superiores de la puerta en Estado Limite Ultimo para la combinación de acciones más desfavorable, teniendo entonces, en la esquina superior izquierda de la abertura de 1.39MPa descendiendo a 0.54MPa en la base de la misma alineación.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

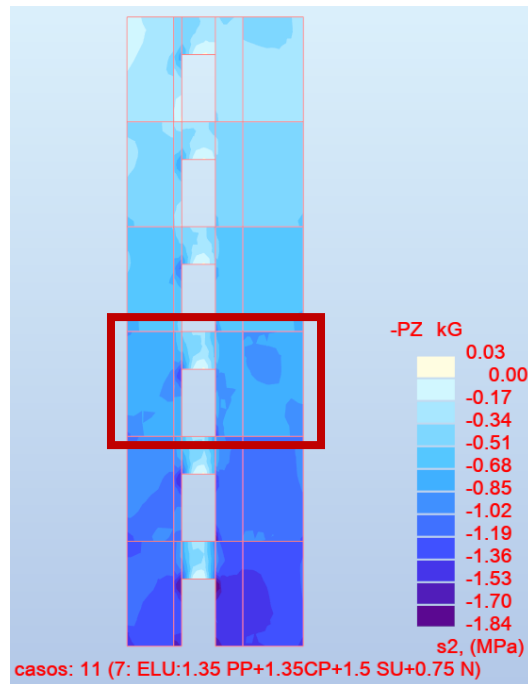


Imagen 35. Esfuerzos de compresión del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

El tramo estudiado ocupa el galibo de la planta 1, donde se puede apreciar un estado de compresión mayor en las zonas fuera del ámbito de la abertura, siendo en los vértices de esta, donde se acumula mayor esfuerzo al formar una discontinuidad en el plano vertical de descarga del muro.

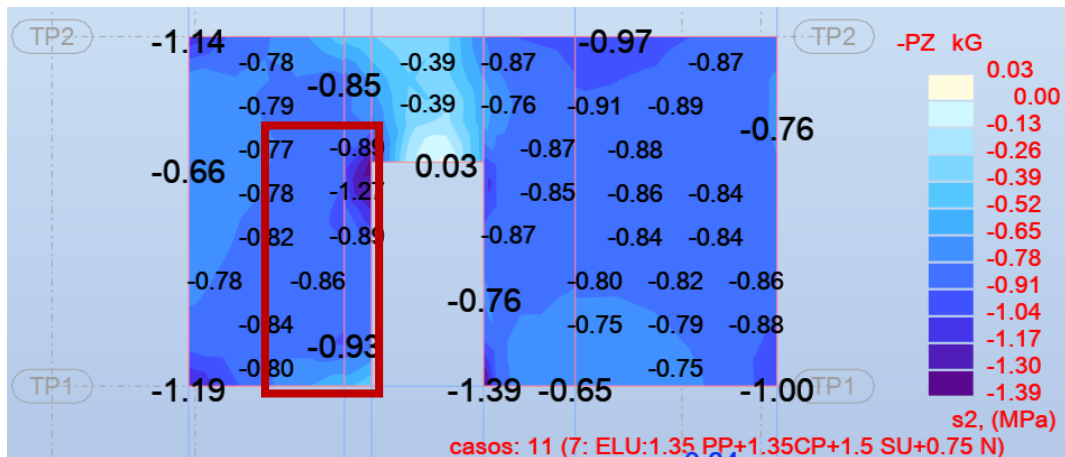


Imagen 36. Esfuerzos de compresión del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

Con un aprovechamiento del 39.7% en ningún caso se ven superadas las compresiones máximas del muro de $f_d = 3.2 \text{ MPa}$.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

- Tracciones

De forma análoga, las zonas con tracciones representativas en toda la altura del muro se presentan en dos zonas principales:

- Laterales extremos donde el muro se encuentra confinado por muros perpendiculares de medianera.
- Tramo de muro sobre dinteles de puertas.

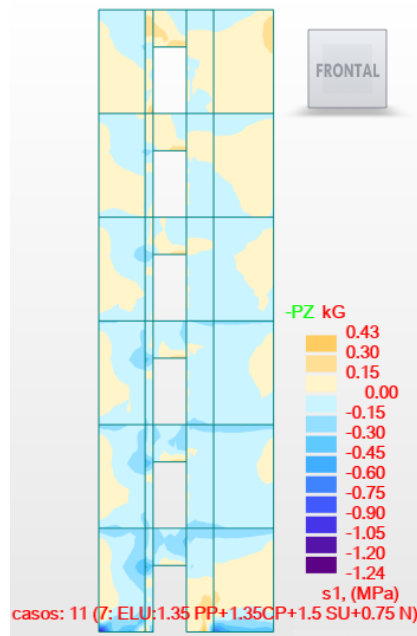


Imagen 37. Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

En la planta de estudio, el valor máximo de tracción se tiene en el extremo derecho del dintel de la puerta, al ser un tramo sometido a flexión, alcanza una magnitud de **0.22 Mpa**.

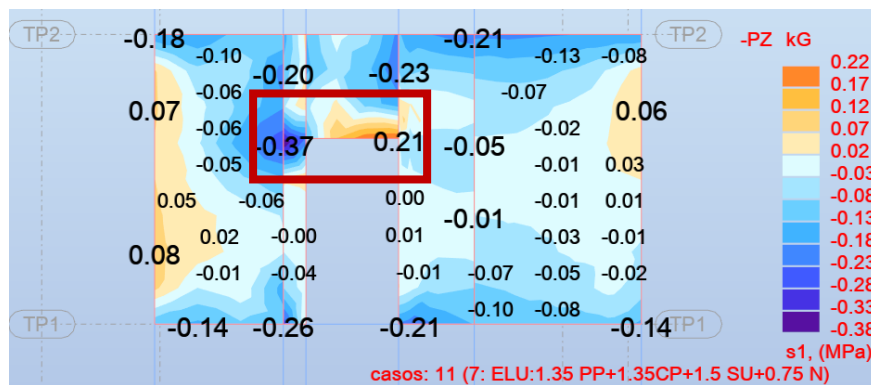


Imagen 38. Esfuerzos de tracción del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

6.1.2. Apeo pasivo

6.1.2.1. Desplazamientos

Al generar la abertura con el apeo finalizado se observa una distribución de las deformaciones del muro en dos situaciones:

-Sobre el apeo, se tienen mayores desplazamientos en el tramo ancho de muro con una distribución decreciente de **2.74mm** hasta **2.14mm**.

-Bajo el apeo, se mantiene una distribución decreciente, haciendo un cambio notable entre la zona estrechas en el cambio de forjado con **1.30mm** a **1.05mm** en la misma alineación en el tramo central bajo la nueva abertura.

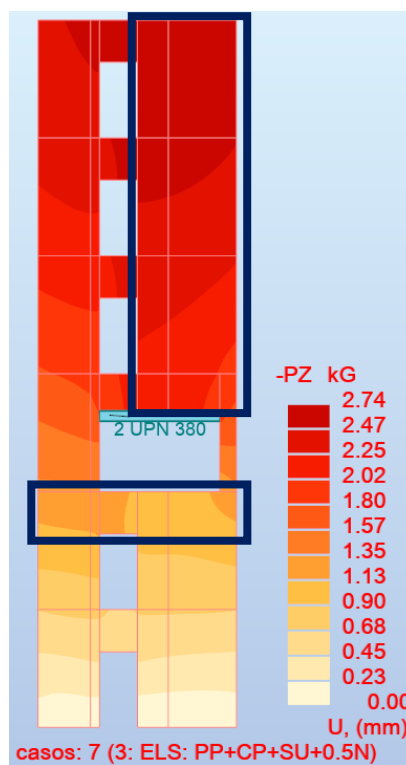


Imagen 39. Deformaciones del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

Al tener zonas con desplazamientos diferenciales en un mismo tramo, es posible determinar el comportamiento del muro-viga una vez finalizado el apeo. Se tiene una mayor deformación de 2.14mm en la sección que soporta una mayor influencia del muro en toda su elevación, obteniendo una flecha resultante $f_r = 2.14mm \approx 1/1800$.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

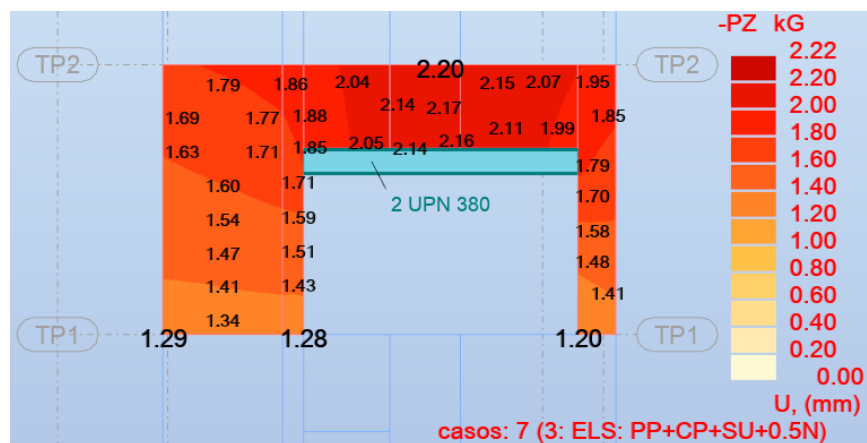


Imagen 40. Deformaciones del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

6.1.2.2. Esfuerzos

- Compresiones

Con un ámbito de abertura mayor, se realiza una discontinuidad en el descenso de cargas como resultado de la abertura de paso interior del apeo finalizado, pasando de una zona ancha en plantas superiores a la planta intervenida a una zona de sección reducida sobre la cual se acumulan esfuerzos de forma puntual el apoyo del apeo en la arista interior.

En el tramo central se observa la formación de un arco de descarga al no encontrar discontinuidades en el muro en plantas superiores.

En las plantas bajo el apeo se evidencia una redistribución de los esfuerzos de compresión, consiguiendo un reparto más homogéneo en planta baja.

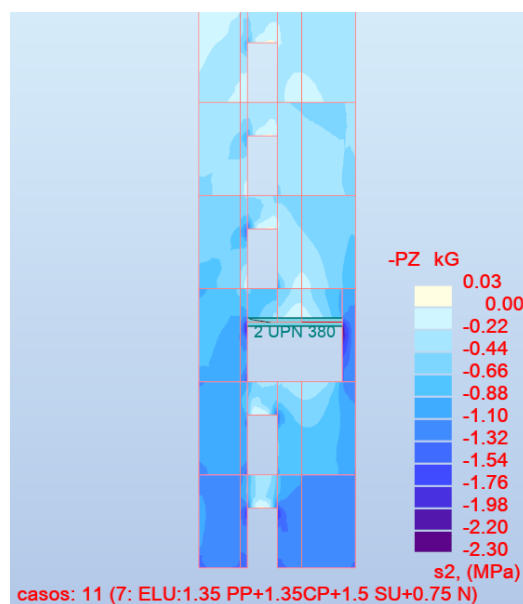


Imagen 41. Esfuerzos de compresión del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

El arco tiende a descargar en la parte central del vano y a cargar los extremos con mayor intensidad.

En el vértice superior derecho de la abertura que es común a la fase de estado inicial se tiene un esfuerzo a compresión de **1.90Mpa**, mientras que, en el lado opuesto, donde la sección de muro es más reducida, se tiene en el apoyo un esfuerzo de **2.30Mpa** bajo el apoyo de la viga.

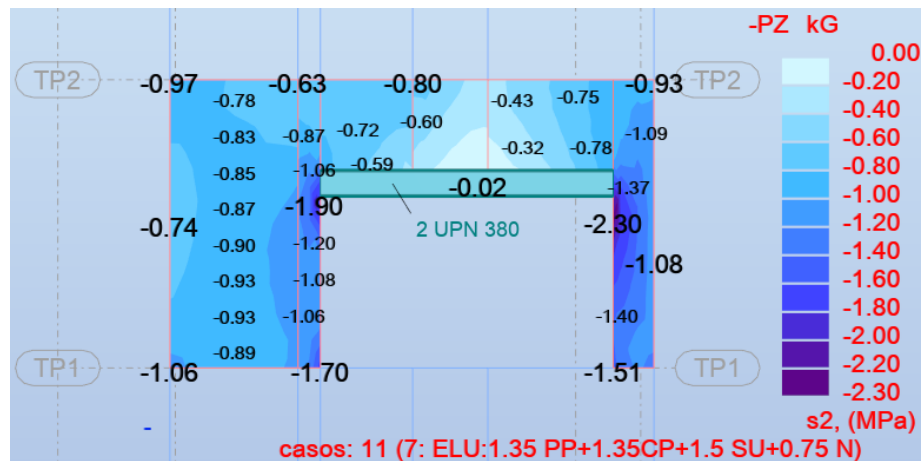


Imagen 42. Esfuerzos de compresión del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

Con un aprovechamiento del 71.88% en ningún caso se ven superadas las compresiones máximas del muro de $f_d = 3.2 \text{ MPa}$

- Tracciones

Las plantas superiores al apeo experimentan pequeñas tracciones en los extremos del muro. También son evidentes los esfuerzos de tracción sobre los extremos derechos de los dinteles en las puertas superiores.

En plantas inferiores al apeo, se redistribuyen las tracciones concentrándose en el tramo estrecho y alrededor de las aberturas.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

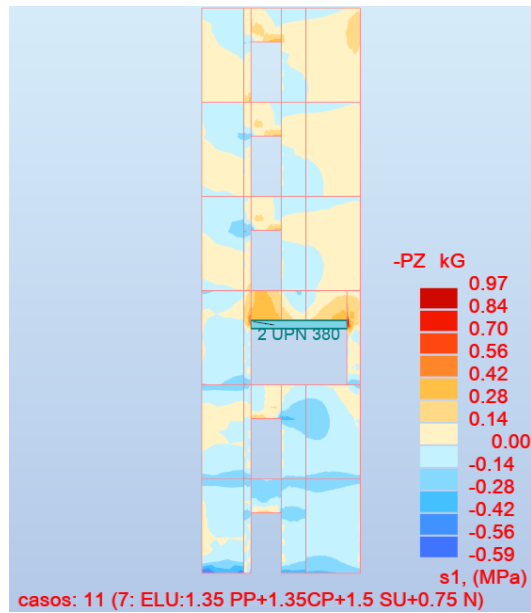


Imagen 43. Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

En las zonas próximas a los saltos de deformaciones sobre el apeo, se generan esfuerzos de tracción, siendo representativas las concentradas en los tercios iniciales de la luz de la viga con una magnitud máxima de **0.97Mpa** sobre el machón derecho.

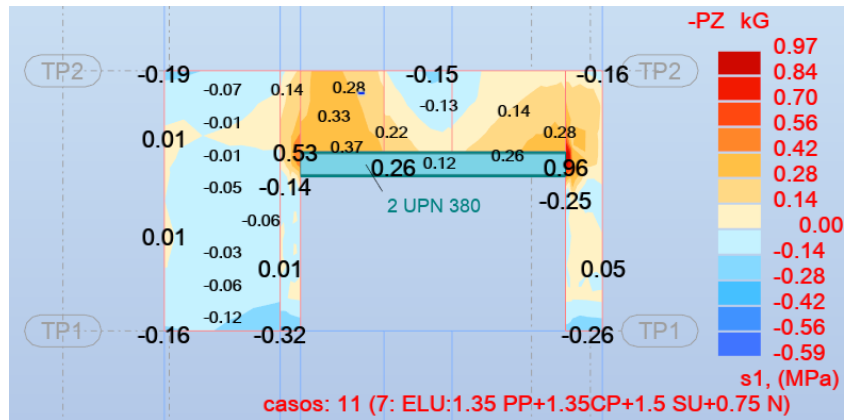


Imagen 44. Esfuerzos de tracción del muro en planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

En el apoyo derecho de la viga se ven superadas las tracciones máximas del muro $f_{t,k} = 0.8 \text{ MPa}$.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

6.1.3. Apeo preflexión simple

Con el apeo finalizado teniendo en cuenta las reacciones sobre las asnillas superiores en las que se disponen tensores en el proceso de pretensión, se inducen en estos puntos fuerzas que generan tracción en el contacto de asnillas y muro.

6.1.3.1. Desplazamientos

Al generar la abertura con el apeo finalizado se observa una distribución de las deformaciones del muro en dos situaciones:

- En plantas sobre el apeo, se tienen mayores desplazamientos en el tramo ancho de muro con una distribución decreciente de **2.70mm** hasta **2.15mm**.
- En plantas bajo el apeo, se mantiene una configuración variable desde el techo de planta 1 hasta el nivel de dintel de puerta. Encontrando valores en la zona estrecha de **1.27mm**, zona central **1.02mm** y en el machón derecho **1.31mm**.

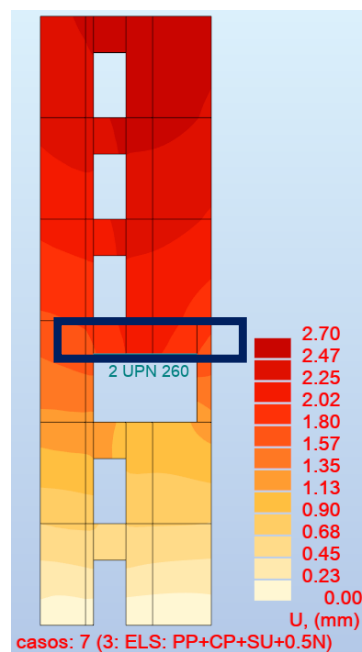


Imagen 45. Deformaciones del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

En el vano central de muro sobre la viga de apeo, y con la reacción de pretensado sobre las tres asnillas estudiadas en el apartado *dimensionado de los tensores* en el capítulo de [Apeo con preflexión simple](#) obteniendo las siguientes deformaciones:

- Viga superior: la flecha resultante obtenida $f_r = 2.06mm \approx 1/1800$.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

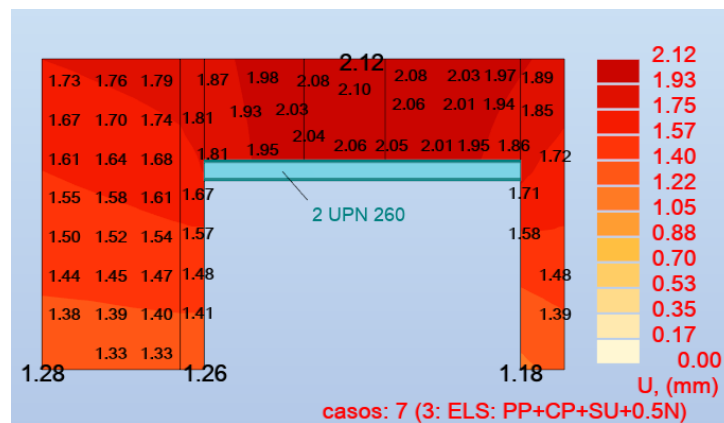


Imagen 46. Deformaciones del muro en la planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

6.1.3.2. Esfuerzos

- Compresiones

Con un ámbito de abertura mayor, se realiza un cambio repentino en la continuidad de descenso de cargas como consecuencia de la finalización del apeo y su supresión del tramo de muro en el paso interior, pasando de una zona ancha en plantas superiores a la planta intervenida a una zona de sección reducida sobre la cual se acumulan esfuerzos de forma puntual el apoyo del apeo en la arista interior.

En el tramo central se observa la formación de un arco de descarga al no encontrar discontinuidades en el muro en plantas superiores.

En las plantas bajo el apeo se evidencia una redistribución de los esfuerzos de compresión, consiguiendo un reparto más homogéneo en planta baja.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

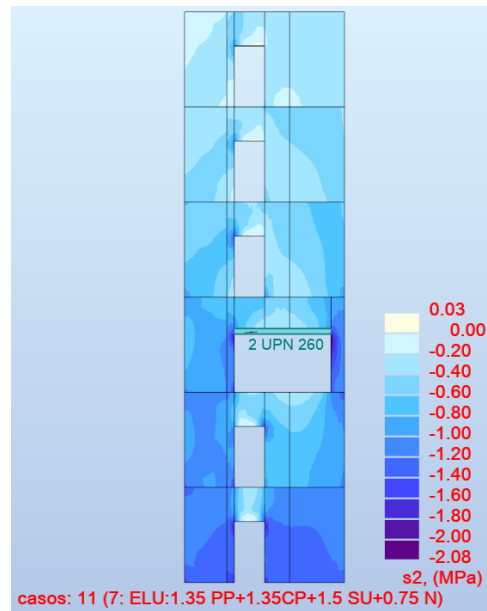


Imagen 47. Esfuerzos de compresión del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

El arco tiende a descargar en la parte central del vano y a cargar los extremos con mayor intensidad. El lado más cargado es el formado por el machón del lado derecho.

En el vértice superior izquierdo de la abertura que es común a la fase de estado inicial se tiene un esfuerzo a compresión de **1.551Mpa**, mientras que, en el lado opuesto, donde la sección de muro es más reducida, se tiene en el apoyo un esfuerzo de **1.828Mpa** bajo el apoyo de la viga.

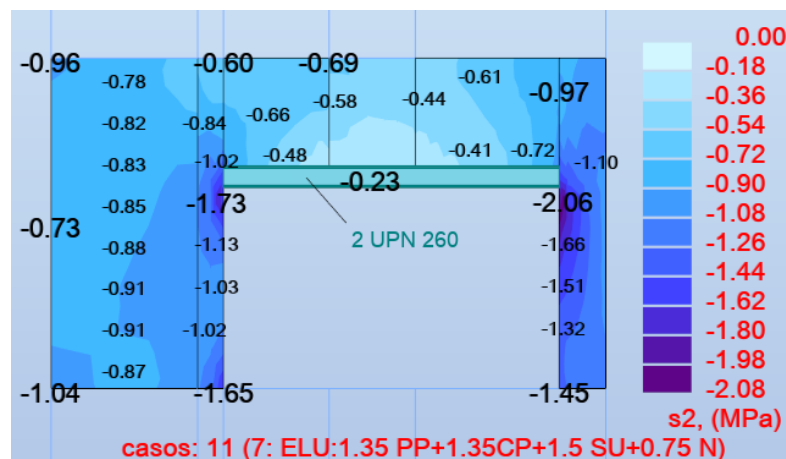


Imagen 48. Esfuerzos de compresión del muro en la planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

Con un aprovechamiento del 64.38% en ningún caso se ven superadas las compresiones máximas del muro de $f_d = 3.20 \text{ MPa}$

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

- Tracciones

Las plantas superiores al apeo experimentan pequeñas tracciones en los extremos del muro. También son evidentes los esfuerzos de tracción sobre los extremos derechos de los dinteles en las puertas superiores.

En plantas inferiores al apeo, se redistribuyen las tracciones concentrándose en el tramo estrecho y alrededor de las aberturas.

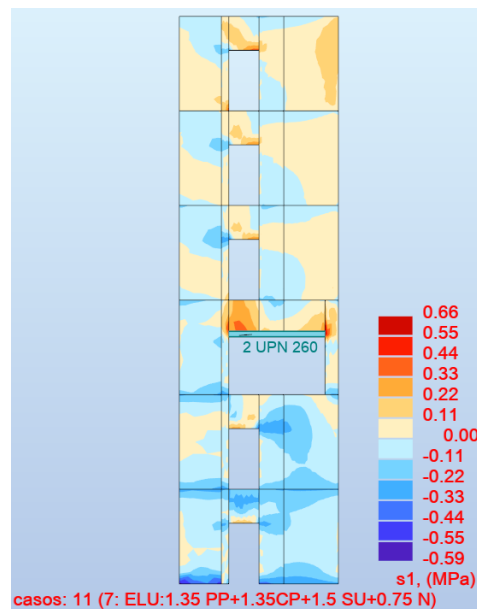


Imagen 49. Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

En las zonas próximas a las transiciones de deformaciones sobre el apeo, se generan esfuerzos de tracción, siendo representativas las concentradas en los tercios iniciales de la luz de la viga con una magnitud máxima de **0.65Mpa** sobre el machón derecho.

En ningún caso se ven superadas las tracciones máximas del muro $f_{t,k} = 0.8 \text{ MPa}$

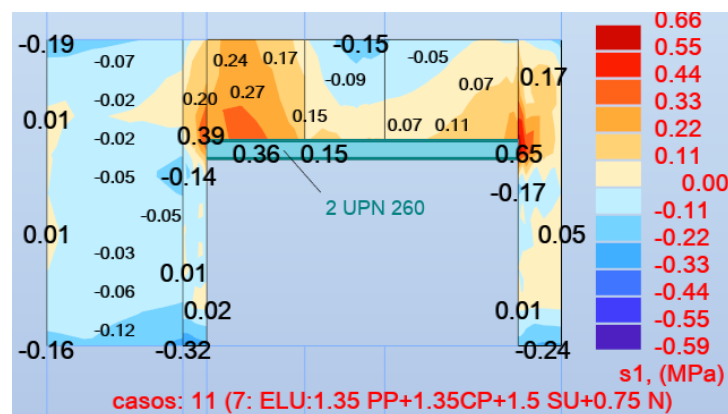


Imagen 50. Esfuerzos de tracción del muro en la planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

6.1.4. Apeo preflexión doble

Con el apeo finalizado teniendo en cuenta las reacciones sobre las asnillas superiores e inferiores en las que se disponen tensores en el proceso de pretensión, se inducen en estos puntos fuerzas que generan tracción y compresión consecuentemente, en el contacto de asnillas y muro.

6.1.4.1. Desplazamientos

Al generar la abertura con el apeo finalizado se observa una distribución de las deformaciones del muro en dos situaciones:

-En plantas sobre el apeo, se tienen mayores desplazamientos en el tramo ancho de muro con una distribución decreciente de **2.70mm** hasta **2.07mm**.

-En plantas bajo el apeo, se mantiene una configuración variable desde el techo de planta 1 hasta el nivel de dintel de puerta. Encontrando valores en la zona estrecha de **1.30mm**, zona central **1.20mm** y en el machón derecho **1.37mm**.

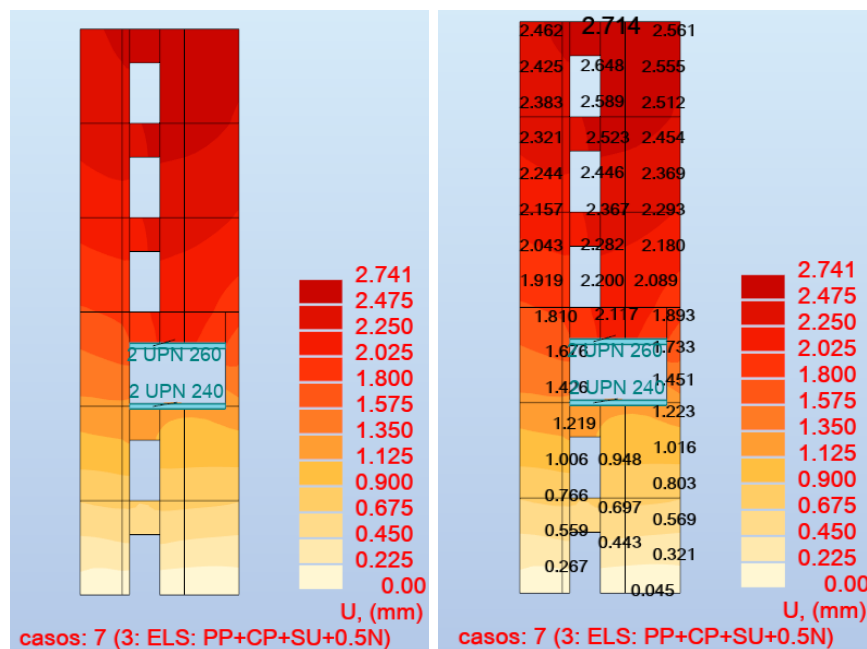


Imagen 51. Deformaciones del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

En el vano central de los muros contenidos por las vigas superiores e inferiores, y con la reacción de pretensado sobre las tres asnillas estudiadas en el apartado *procedimiento de tesado* en el capítulo de [Apeo con preflexión doble](#) se obtiene una deformación máxima resultante:

-Viga superior: la flecha resultante obtenida $f_r = 2.069mm \approx 1/1920$.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

-Viga inferior: la flecha resultante obtenida $f_r = 1.178mm \approx 1/3370$.

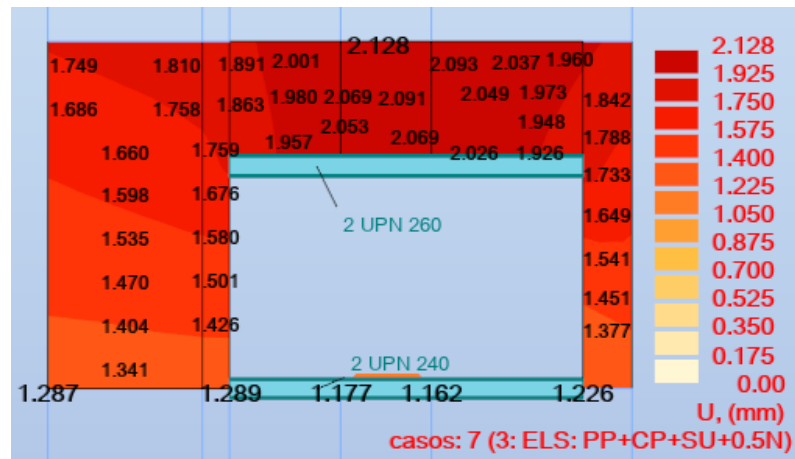


Imagen 52. Deformaciones del muro en la planta de estudio. Fuente: elaboración propia.

6.1.4.2. Esfuerzos

- Compresiones

Con un ámbito de abertura mayor y la discontinuidad generada en el descenso de cargas como consecuencia de la finalización del apeo y, su supresión del tramo de muro en el paso interior, pasando de una zona ancha en plantas superiores a la planta intervenida a una zona de sección reducida sobre la cual se acumulan esfuerzos de forma puntual el apoyo del apeo en la arista interior.

En el tramo central se observa la formación de un arco de descarga al no encontrar discontinuidades en el muro en plantas superiores.

En las plantas bajo el apeo se evidencia una redistribución de los esfuerzos de compresión, consiguiendo un reparto más homogéneo en planta baja.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

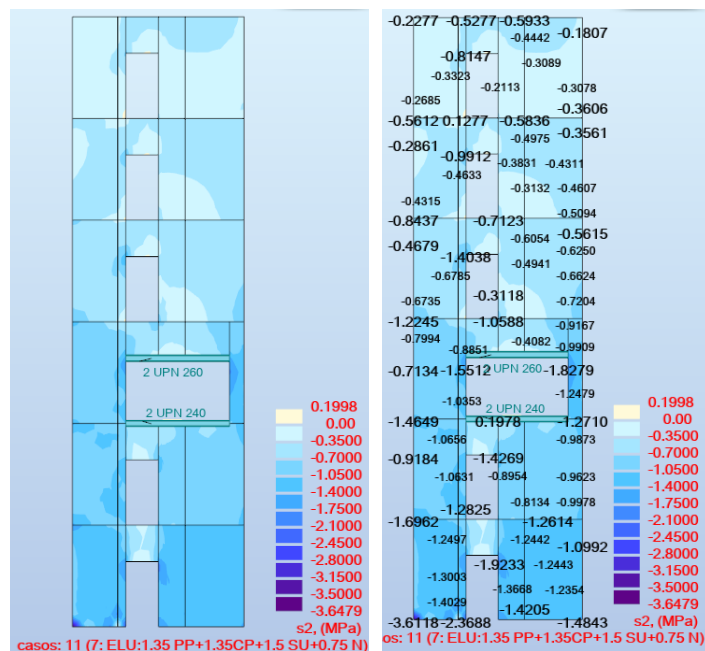


Imagen 53. Esfuerzos de compresión del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

El arco tiende a descargar en la parte central del vano y a cargar los extremos con mayor intensidad. El lado más cargado es el formado por el machón del lado derecho.

En la viga superior, en el vértice izquierdo de la abertura que es común a la fase de estado inicial se tiene un esfuerzo a compresión de **1.55Mpa**, mientras que, en el lado opuesto, donde la sección de muro es más reducida, se tiene en el apoyo un esfuerzo de **1.828Mpa** bajo el apoyo de la viga.

En la viga inferior se visualizan en los apoyos izquierdo una tensión de **0.673 MPa** y de **1.035 MPa** en el apoyo derecho. En el tramo central se alcanzan tensiones de **0.198 Mpa**

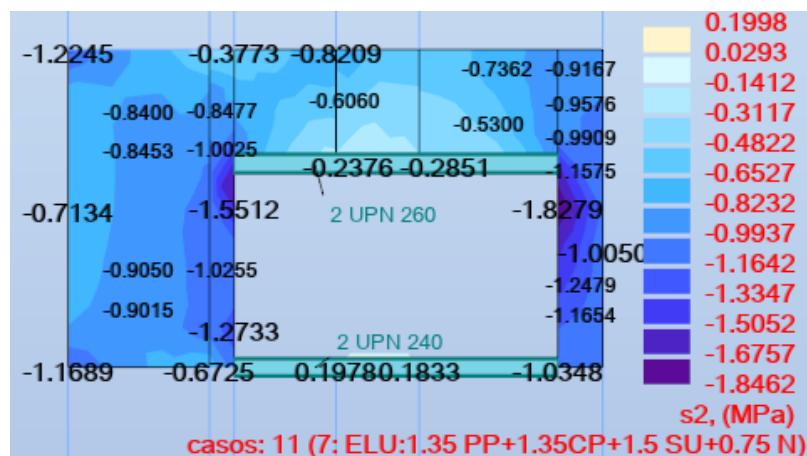


Imagen 54. Esfuerzos de compresión del muro en la planta de estudio Fuente: elaboración propia.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Con un aprovechamiento del 56.87% en ningún caso se ven superadas las compresiones máximas del muro de $f_d = 3.20 \text{ MPa}$

- Tracciones

Las plantas superiores al apeo experimentan pequeñas tracciones en los extremos del muro. También son evidentes los esfuerzos de tracción sobre los extremos derechos de los dinteles en las puertas superiores.

En plantas inferiores al apeo, se redistribuyen las tracciones concentrándose en el tramo estrecho y alrededor de las aberturas.

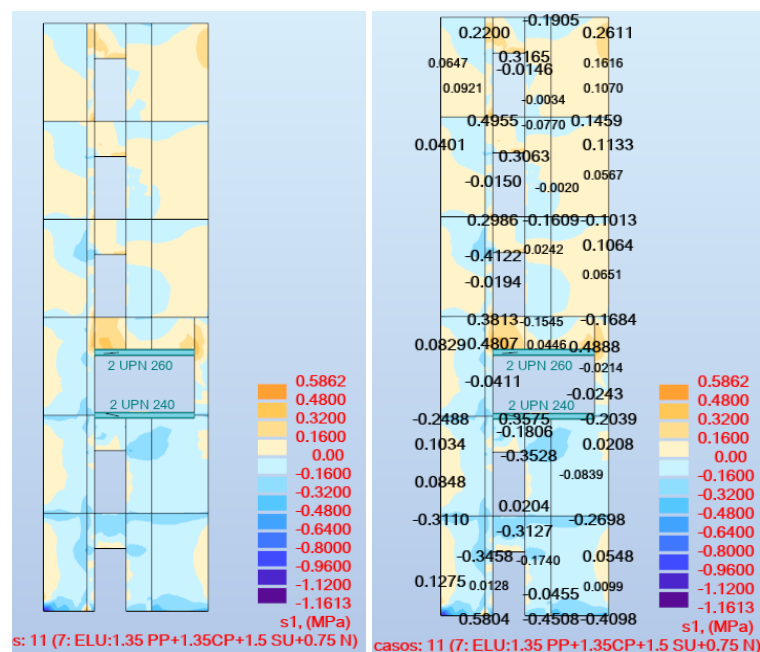


Imagen 55. Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

En las zonas próximas a los saltos de deformaciones sobre el apeo, se generan esfuerzos de tracción, siendo representativas las concentradas en los tercios iniciales de la luz de la viga con una magnitud máxima de **0.4889MPa** sobre ambos apoyos de viga superior.

En los apoyos de la viga inferior se registran tracciones de **0.3236 MPa** en el apoyo izquierdo y, **0.2039 MPa** en el apoyo derecho. A lo largo de la viga se observan tensiones promedio de **0.356MPa**

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

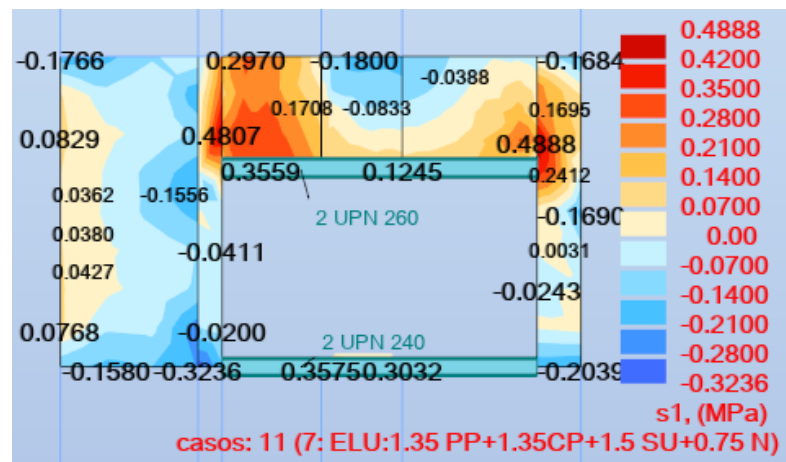


Imagen 56. Esfuerzos de tracción del muro en todas las plantas. Fuente: elaboración propia.

En ningún caso se ven superadas las tracciones máximas del muro $f_{t,k} = 0.8 \text{ MPa}$.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

6.2. Conclusiones previas

6.2.1. Método analítico

Apeo pasivo

El diseño de la viga principal se ve limitado por el estado de servicio, siendo la restricción de la flecha $L/1000$ el condicionante en el dimensionado de los elementos. Con esta condición los parámetros de resistencia (flexión y cortante) suelen ser muy superiores a las solicitaciones impuestas.

- En apeos pasivos se tienen los mayores esfuerzos de compresión y tracción sobre el muro. En este caso de estudio la tracción límite del muro se ve superado.

Apeo con preflexión simple

- En los dos casos de sistemas de preflexión la tensión de tracción disminuye en los apoyos de las vigas superiores, al aumentar la compresión en los extremos como resultado de la preflexión
- Los ábacos presentados para el diseño de apeos convencionales y activos Pernús (2022), no son aplicables para el caso de apeos con preflexión simple y preflexión doble. Estos ábacos consideran un porcentaje de la sobrecarga de uso adicionales a las cargas gravitatorias que no se tienen en cuenta en los procedimientos de pretensado descritos en este proyecto.

Técnica de preflexión doble

- Las reacciones resultantes del proceso de preflexión de ambas vigas generan una redistribución de esfuerzos más uniforme en el perímetro de la abertura. Con esto se logra disminuir la concentración de esfuerzos en los puntos de transferencia de cargas del apeo hacia el muro respecto a la técnica de apeo simple.
- Las vigas principales superiores e inferiores se diseñan con una deflexión inducida para contrarrestar el efecto de las cargas gravitatorias, por lo que el dimensionado de las secciones se realiza a partir de las teorías de resistencia a flexión y cortante para soportar las solicitaciones impuestas.
- Como resultado de la compensación de cargas gravitatorias en el proceso de preflexión, las reacciones en los apoyos extremos del muro para este tipo de cargas son equivalentes a las presentes en el muro en su estado inicial. Se debe comprobar que el elemento de transferencia de carga del apeo hacia los soportes se realice adecuadamente. De no garantizarse las condiciones resistentes del apoyo en el muro

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

existente, se debe optar por la instalación de un pilar. Estos soportes se dimensionan con la totalidad de las cargas gravitatorias y acciones variables que actúan sobre el apeo.

- Al compensar las cargas gravitatorias presentes en el momento de la actuación, se deberá tener especial cuidado en intervenciones futuras (remontas o derribos) sobre el apeo.

Por lo tanto, puede concluirse que el uso del sistema formado dos vigas dobles preflexadas sustituye por completo el funcionamiento del muro en la zona de la nueva abertura de paso interior. En la estructura restante por encima o por debajo de las vigas se mantendría casi sin efectos adversos.

6.2.2. Método por elementos finitos

Deformaciones

Al replicar las vigas y reacciones resultantes de los procesos de preflexión obtenidas mediante cálculo analítico sobre el modelo de elementos finitos se obtiene:

- Reducción en la deformación de la viga del 40.44% para el caso de apeo pasivo.
- Reducción en la deformación de la viga del 35.28% para el caso de apeo con preflexión simple.
- Reducción en la deformación de la viga del 36.49% para el caso de apeo con preflexión doble.

	FLECHAS δ [mm]		
	Calculo analítico	MEF	
Apeo pasivo	3.593	2.14	-40.44%
Apeo preflexión simple	3.322	2.15	-35.28%
Apeo preflexión doble	3.322(Viga sup.)	2.11 (Viga sup.)	-36.49%

Tabla 20. Comparativo de flechas obtenidas de los métodos estudiados.

Esfuerzos

- Los modelos de la estructura general del edificio permiten un análisis más detallado, al realizar la evaluación del estado tensional en cada nudo del mallado distribuidos en toda la superficie del muro.
- La evaluación del estado de fisuración del material no es el alcance de este documento, por lo que los análisis de los esfuerzos de tracción presentados mediante el método de elementos finitos (M.E.F) en el software *Autodesk robot structural análisis*

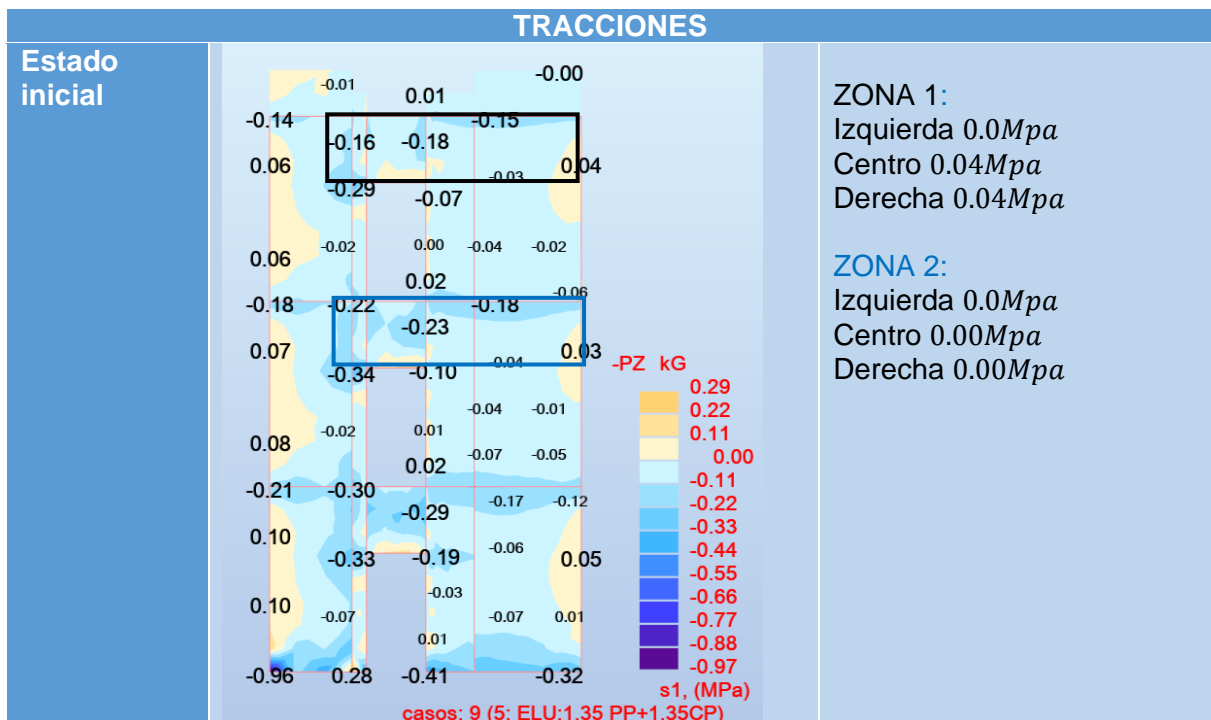
Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

se tienen como referencia para localización de las zonas críticas donde podrían presentarse fisuras en el material del muro.

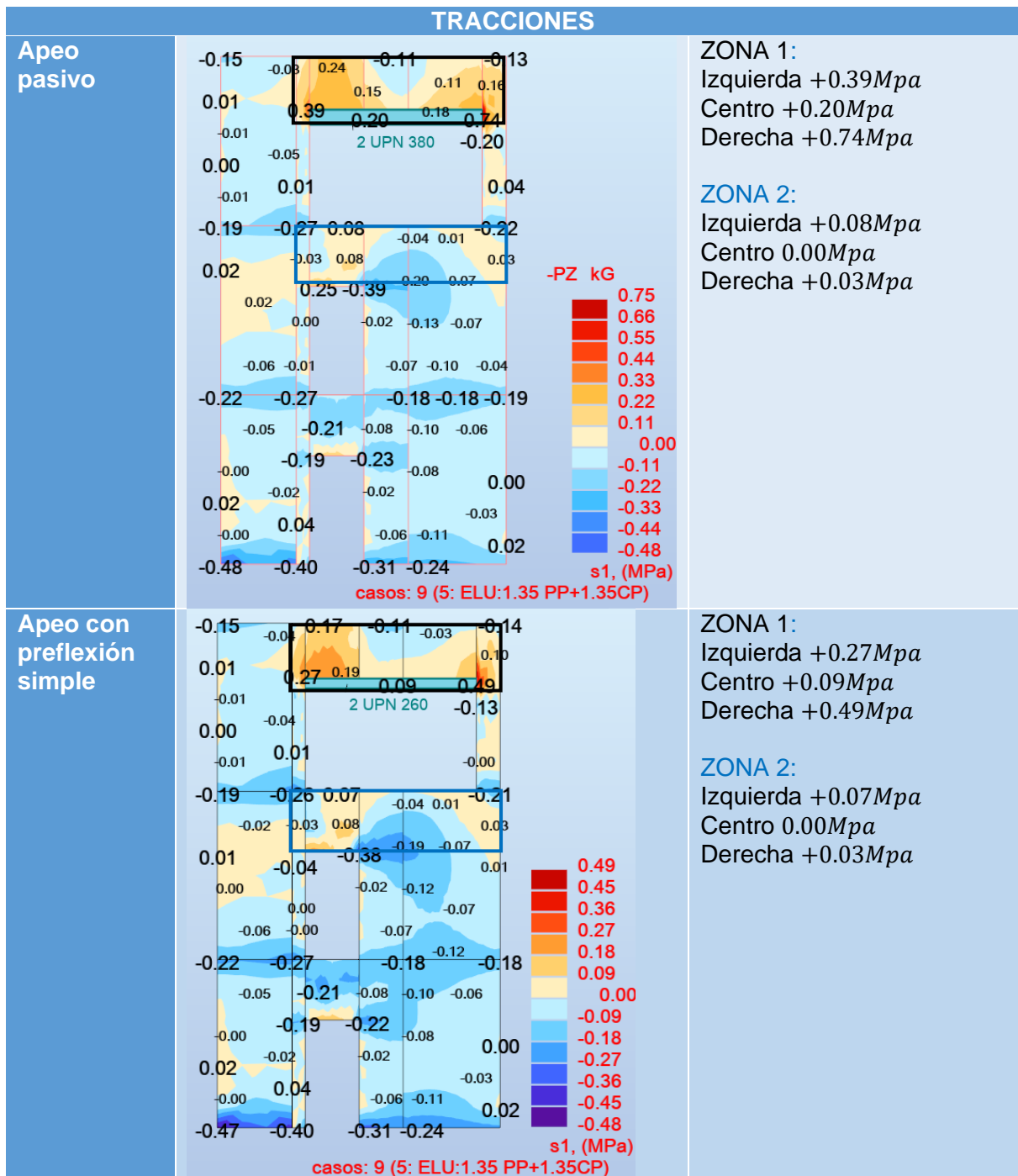
- En la tabla 17 Se observan las zonas de incremento de tracciones sobre las vigas de apeos superiores y en la planta inferior al apeo.
- Los esfuerzos de compresión presentados para cada método de apeo estudiado comparados con el estado inicial de la estructura para la combinación de cargas gravitatorias en E.L.U, denotan un incremento tensional en los apoyos de las vigas y en las columnas de muros entre estos. En el tramo de muro inferior a la abertura se tienen variaciones respecto al estado inicial según la técnica utilizada. La tabla 18 indica 3 zonas principales de comparación de cada técnica respecto al estado inicial del muro.



Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

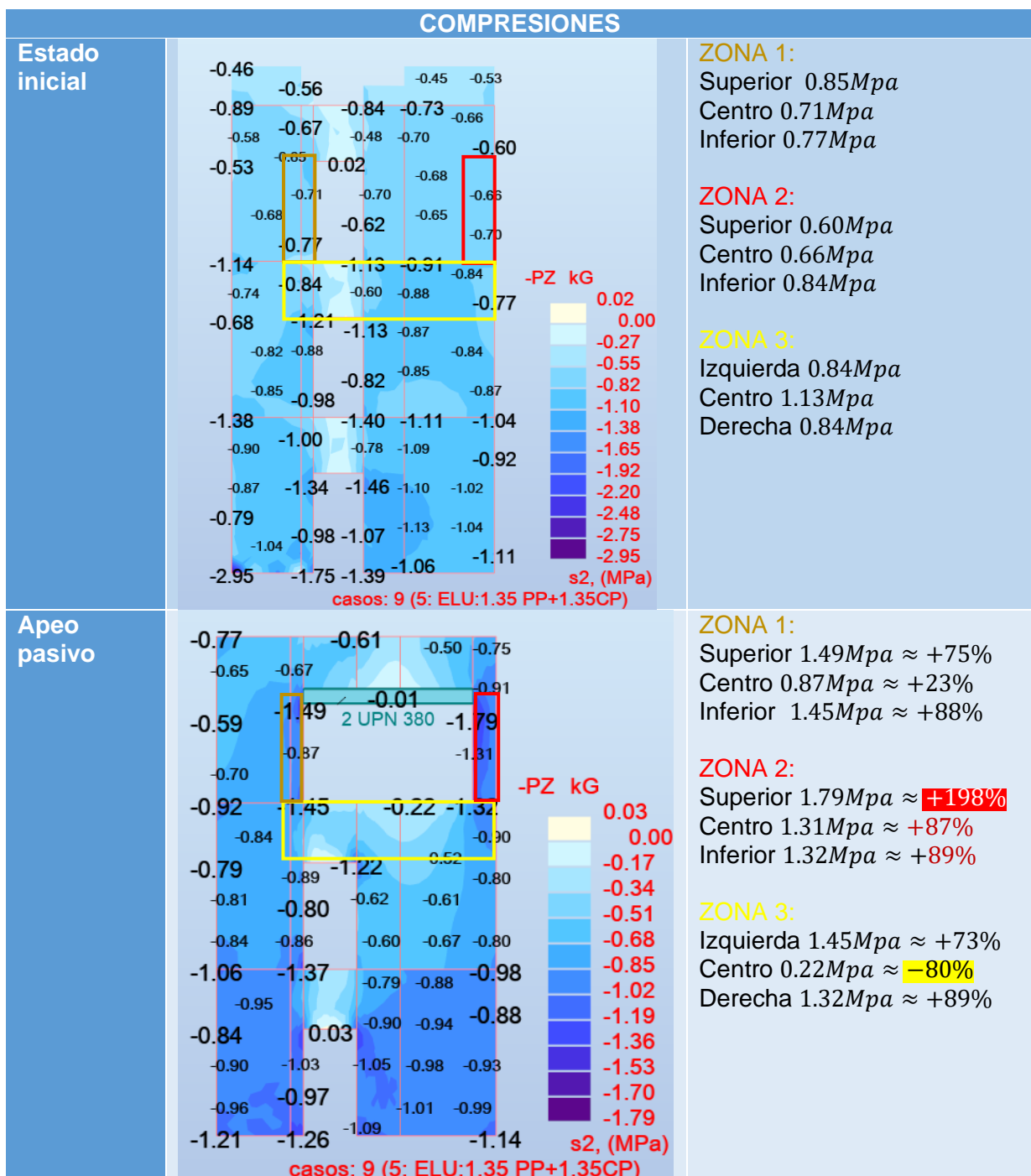
Técnica de la doble preflexión



Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión



Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

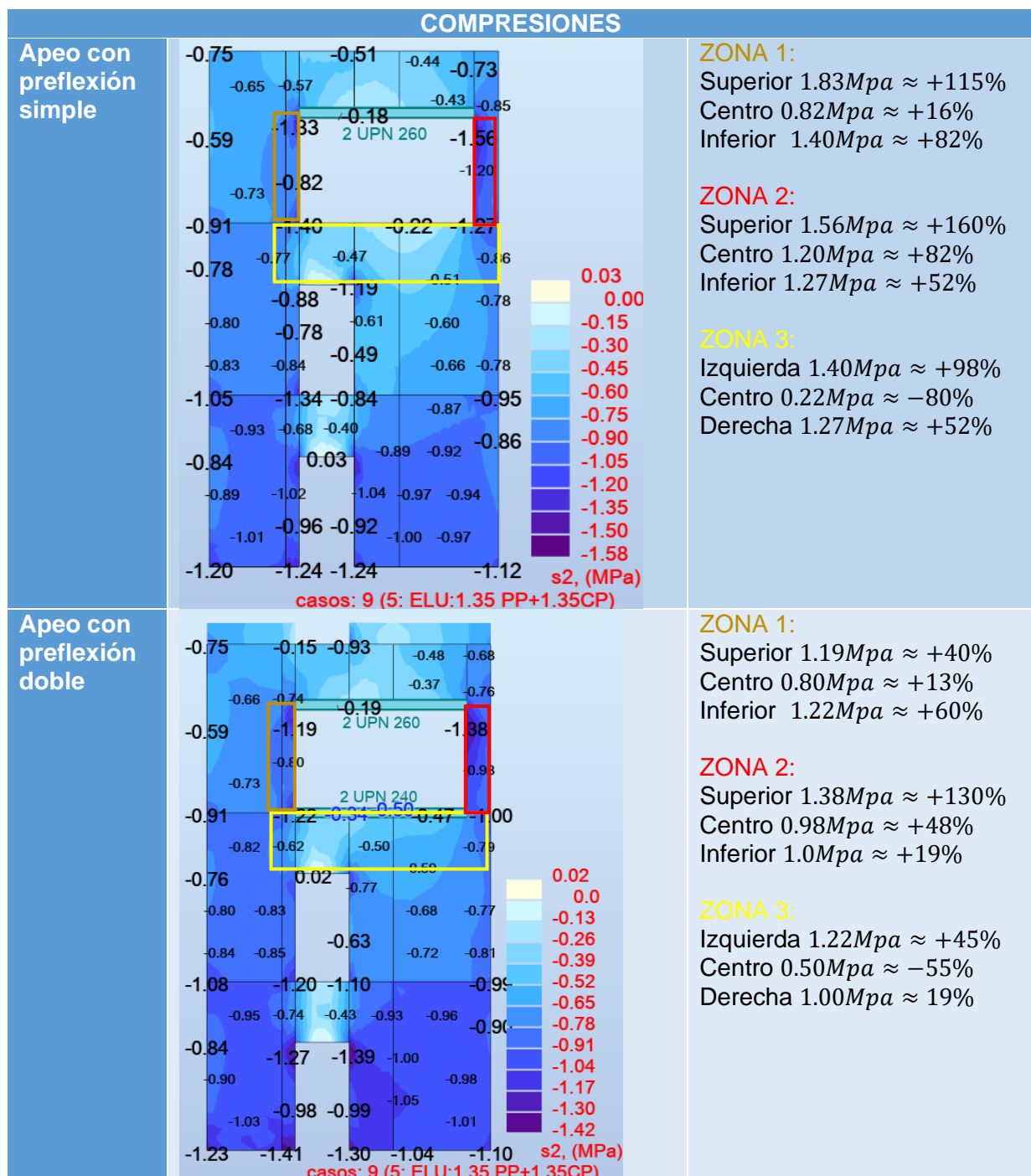


Tabla 22. Comparativa de esfuerzos de compresión de cada técnica de apeo respecto al estado inicial del muro

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Intervención en cimentación

En el caso de realizar apeos a nivel de cimentación, se deberán comprobar en dos situaciones:

- Bajo machones sobrecargados también recibirán sobrecarga.
- Bajo del apeo se verán ligeramente descargados, porque dejarán de tener las cargas debidas a la sobrecarga de uso que no se haya compensado con la preflexión. Si al llegar a la planta de cimientos, estos cimientos tienen unas características apropiadas (básicamente una profundidad suficiente); la descarga de las sobrecargas de uso que se ha producido a la altura del apeo se puede ver revertida a nivel de cimientos.
- Cuando la profundidad de los cimientos es insuficiente, este reequilibrio de las cargas, sólo se logra parcialmente.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

7. Mediciones

TÉCNICA APEO PASIVO					
Código BEDEC	DESCRIPCIÓN	PRECIO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE
2022-04					
K4C91310 P4C3- 4SK5	Montaje y desmontaje de apuntalado de forjado a una altura <= 3 m, con puntal metálico y tablón	17.37	€ / m2	10	173.70 €
K2148251 P2140- 4RO4	Derribo de muro de obra cerámica, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor	122.23	€ / m3	0.97	118.56 €
K4435111 P442- DG2C	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para vigas formadas por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie UPN- 380, con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra	1.89	€ / kg	523.73	989.85 €
K4445115 P443- FHXC	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para asnillas formados por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura	2.62	€ / kg	134.48	352.34 €
K44Z5A25 P447- DMDF	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, en perfiles laminados en caliente en plancha de 300x4.0mm, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, para refuerzo de elementos de empotramiento, apoyo y rigidizado, colocado en obra con soldadura	4.14	€ / kg	33.91	140.3874
K45GD7C5 P45G0- 4SN0	Hormigonado de dado de apoyo con hormigón HA-25/B / 10 / I de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 10 mm, con >= 250 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I y vertido manualmente	136.64	€ / m3	0.46	62.85 €
E4ZZU001 P4Z5- HAM1	Relleno de apoyos estructurales con mortero sin retracción de cemento y arena	0.00158	€ / m3	0.09	0.000142 €
				TOTAL	1,837.69 €

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

TÉCNICA		APEO PREFLEXIÓN SIMPLE			
Código BEDEC	DESCRIPCIÓN	PRECIO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE
2022-04					
K4C91310 P4C3- 4SK5	Montaje y desmontaje de apuntalado de forjado a una altura <= 3 m, con puntal metálico y tablón	17.37	€ / m2	10	173.70 €
K2148251 P2140- 4RO4	Derribo de muro de obra cerámica, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor	122.23	€ / m3	7	855.61 €
K4435111 P442- DG2C	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para vigas formadas por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie UPN-260, con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra	1.89	€ / kg	314.57	594.54 €
K4445115 P443- FHXC	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para asnillas formados por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura	2.62	€ / kg	174.56	457.35 €
K4425A25 P447- DMDf	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, en perfiles laminados en caliente en plancha de 300x4.0mm, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, para refuerzo de elementos de empotramiento, apoyo y rigidizado, colocado en obra con soldadura.	4.14	€ / kg	33.91	140.39 €
K45GD7C5 P45G0- 4SN0	Hormigonado de dado de apoyo con hormigón HA-25/B / 10 / I de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 10 mm, con >= 250 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I y vertido manualmente	136.64	€ / m3	0.46	62.85 €
E4ZZU001 P4Z5- HAM1	Relleno de apoyos estructurales con mortero sin retracción de cemento y arena	0.00158	€ / m3	0.09	0.00 €
K4SP8200 P4S3- 6RML	Tensor intermedio de acero S275JR según UNE-EN 10025-2 para roscar de 16 mm de diámetro, colocado sobre chapa de anclaje soldada a asnilla. Incluye tensado y herramientas necesarias para su ejecución.	13.79	€ / u	12	165.48 €
				TOTAL	2,449.92 €

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

TÉCNICA		APEO PREFLEXIÓN DOBLE			
Codico BEDEC	DESCRIPCIÓN	PRECIO	UNIDAD	CANTIDAD	IMPORTE
2022-04 K4C91310 P4C3-4SK5	Montaje y desmontaje de apuntalado de forjado a una altura <= 3 m, con puntal metálico y tablón	17.37	€/m2	10	173.70 €
K2148251 P2140- 4RO4	Derribo de muro de obra cerámica, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor	122.23	€/m3	7	855.61 €
K4435111 P442- DG2C	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para vigas formadas por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie UPN-260, con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra	1.89	€/kg	295.07	557.68 €
K4445115 P443- FHXC	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, para asnillas formados por pieza simple, en perfiles laminados en caliente serie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura	2.62	€/kg	174.56	457.35 €
K44Z5A25 P447- DMDF	Acero S275JR según UNE-EN 10025-2, en perfiles laminados en caliente en plancha de 300x4.0mm, trabajado en taller y con una capa de imprimación antioxidante, para refuerzo de elementos de empotramiento, apoyo y rigidizado, colocado en obra con soldadura.	4.14	€/kg	67.82	280.77 €
K45GD7C5 P45G0- 4SN0	Hormigonado de dado de apoyo con hormigón HA-25/B / 10 / I de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 10 mm, con >= 250 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I y vertido manualmente	136.64	€/m3	0.92	125.71 €
E4ZZU001 P4Z5- HAM1	Relleno de apoyos estructurales con mortero sin retracción de cemento y arena	0.00158	€/m3	0.18	0.00 €
K4SP8200 P4S3- 6RML	Tensor intermedio de acero S275JR según UNE-EN 10025-2 para roscar de 16 mm de diámetro, colocado sobre chapa de anclaje soldada a asnilla. Incluye tensado y herramientas necesarias para su ejecución.	13.79	€/u	12	165.48 €
TOTAL					2,616.30 €

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Conclusiones

Los métodos de apeos estudiados permiten la visualización general y detallada de la repercusión estructural, derivada de las solicitaciones provocadas por la alteración del estado inicial en la distribución de los esfuerzos de una edificación existente.

A partir de un caso real como base de estudio y ante el desconocimiento de la totalidad de los elementos estructurales y su distribución geométrica y arquitectónica, se han simplificado las características de los elementos, materiales, distribuciones y lugar de intervención reales para ser utilizados como ejemplo base en el caso de aplicación de las técnicas aplicadas.

Se han descrito y estudiado el proceso de cálculo mediante métodos analíticos y de aproximación de problemas continuos con elementos finitos (MEF), las técnicas convencionales y propuesta de apeos en muros de fábrica estructural: apeos pasivos, apeos con preflexión simple y apeos con preflexión doble.

Con la técnica de apeo con preflexión doble como objeto de estudio, se realiza la evaluación del proceso constructivo en todas sus fases. Dentro de este ámbito, queda descrito analíticamente en este trabajo el procedimiento de tesado de barras para el pretensado de las vigas teniendo en cuenta las pérdidas de tensión ocasionadas por el tesado de las barras adyacentes.

En cuanto a los esfuerzos resultantes del apeo con preflexión doble, el efecto en los apoyos del sistema de vigas de apeo debido a las cargas gravitatorias compensadas en el proceso de preflexión en los apoyos, parte de una tensión en el muro en su estado inicial de $0.5266N/mm^2$.

Una vez finalizado el apeo, dadas las compresiones en sentidos opuestos y orientadas hacia el centro del tramo vertical de muro entre ambos apoyos, se logra obtener en la base del muro una tensión de $0.620N/mm^2$ como efecto resultante del incremento generado por el peso propio del tramo de muro y de las reacciones generadas de las vigas de apeo. Con esto se logra un efecto de anulación de los esfuerzos en los apoyos de vigas de las cargas gravitatorias, dejando como resultado una tensión igual a la inicial del muro antes de realizarse la abertura.

Si bien la técnica de preflexión doble implica mayor cantidad de material y a efectos económicos representa un coste adicional de un aproximadamente 42%, los efectos tensionales producidos en plantas inferiores y cimientos llegan a verse un estado casi

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

inalterado respeto al estado inicial del muro, por lo que no se requerirían acciones adicionales en niveles inferiores.

Con la finalidad de adaptar los espacios a las exigencias y retos arquitectónicos, la aplicación futura de la técnica de preflexión doble puede dirigirse a la abertura de mayores luces y plantas apeadas simultáneamente.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

Bibliografía

BRUFAU I NIUBÓ, Robert *Rehabilitar con acero*. Madrid: Asociación para la Promoción Técnica del Acero, 2010. ISBN 978-84-692-3059-6.

CALDERÓN VALDIVIEZO, Laurencia. *Estudio sistemático de los apeos en paredes de obra de fábrica, con especial atención a la fisuración y a los mecanismos de colapso*. [en línea]. Tesis doctoral. Barcelona: UPC, Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Departamento de estructuras en la arquitectura, 2009 [Consulta: 18 de abril 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10803/22734>

Documento básico SE [en línea]: seguridad estructural : fábrica. Madrid: Ministerio de Fomento. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 2019. [Consulta: 13 de marzo 2022]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE.pdf>.

Documento básico SE-A [en línea]: seguridad estructural, estructuras de acero. Madrid: Ministerio de Fomento. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 2019. [Consulta: 13 de marzo 2022]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>

Documento básico SE-C [en línea]: seguridad estructural, estructuras de acero. Madrid: Ministerio de Fomento. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 2019. [Consulta: 13 de marzo 2022]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf>

Documento básico SE-F [en línea]: seguridad estructural : fábrica. Madrid: Ministerio de Fomento. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, 2019. [Consulta: 13 de marzo 2022]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-F.pdf>

Ladrillerías Mallorquinas S.A. *Ficha técnica del producto: Ladrillo macizo manual de arcilla cocida, pieza P con uso previsto en fábrica de albañilería protegida* [en línea]. [Mallorca]: Ladrillerías Mallorquinas, 2017. [Consulta: 25 de enero de 2022]. Disponible en: < <http://www.ladrillerias.es/docs/Ficha%20macizo%20manual%2014.pdf> >.

PERNÚS SANTIAGO, Luis D. *Ábacos para el diseño de apeos convencionales y activos* [PDF]. Trabajo de fin de máster, UPC, Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona. Departamento de Tecnología de la Arquitectura, 2022.

SANABRA LOEWE, Marc. *Seminar Design of a transfer beam to open a bay in a brick wall: From Basic Principles to Double Predeflection*. [PPT]. Trabajo de fin de máster, UPC, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Departamento de Tecnología de la Arquitectura, 2020. p. 3-10. Posición UPC-LE-7075-7076-7077-7078.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

ARIZA LÓPEZ, Iñigo; GUERRERO VEGA, José María; PINTO PUERTO, Francisco. Métodos de trabajo y resultados de refuerzos en madera de un forjado del siglo XVII de la Sacristía de San Miguel en Morón de la Frontera. *Informes de la Construcción* [En línea]. 2017. Vol. 69, no. 545, e.180 .[Consulta: Febrero 2022] DOI 10.3989/ic.16.041. Disponible en: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/5825/6762>

Esfuerzo y deformación: carga axial. en: Beer, Ferdinand, et al. *Mecánica de materiales*. 5a ed. México, D.F : Mcgraw-Hill, pp-31-84. 2013. ISBN: 978-607-15-0263-6.

Trabajo de fin de máster

Apeo de muros sin necesidad de refuerzos en cimentación:

Técnica de la doble preflexión

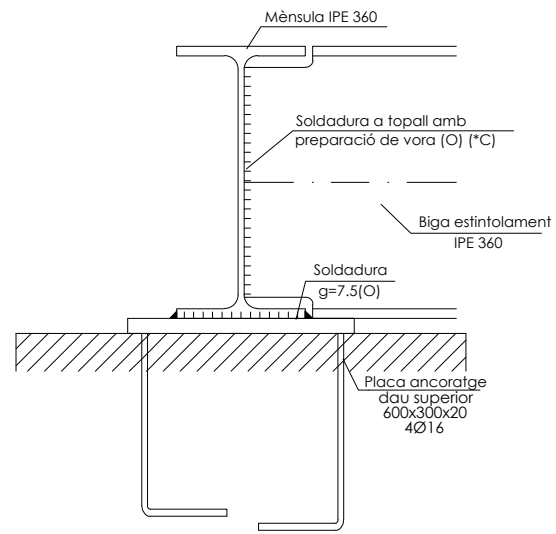
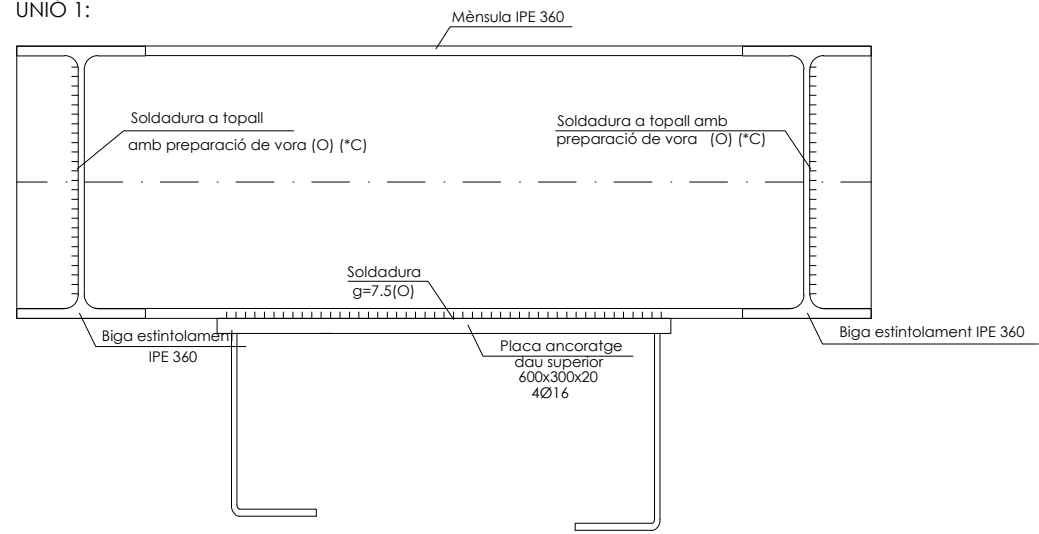
Anexos

Anexo 1

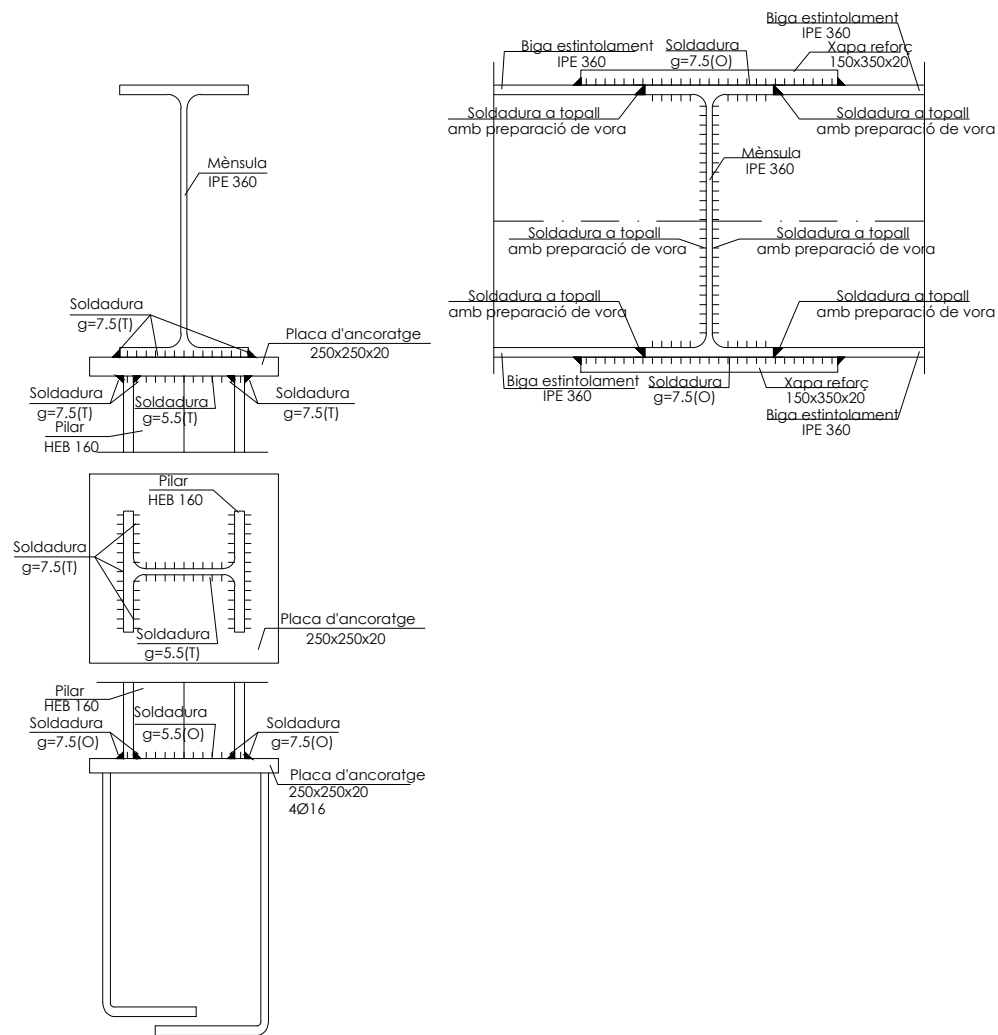
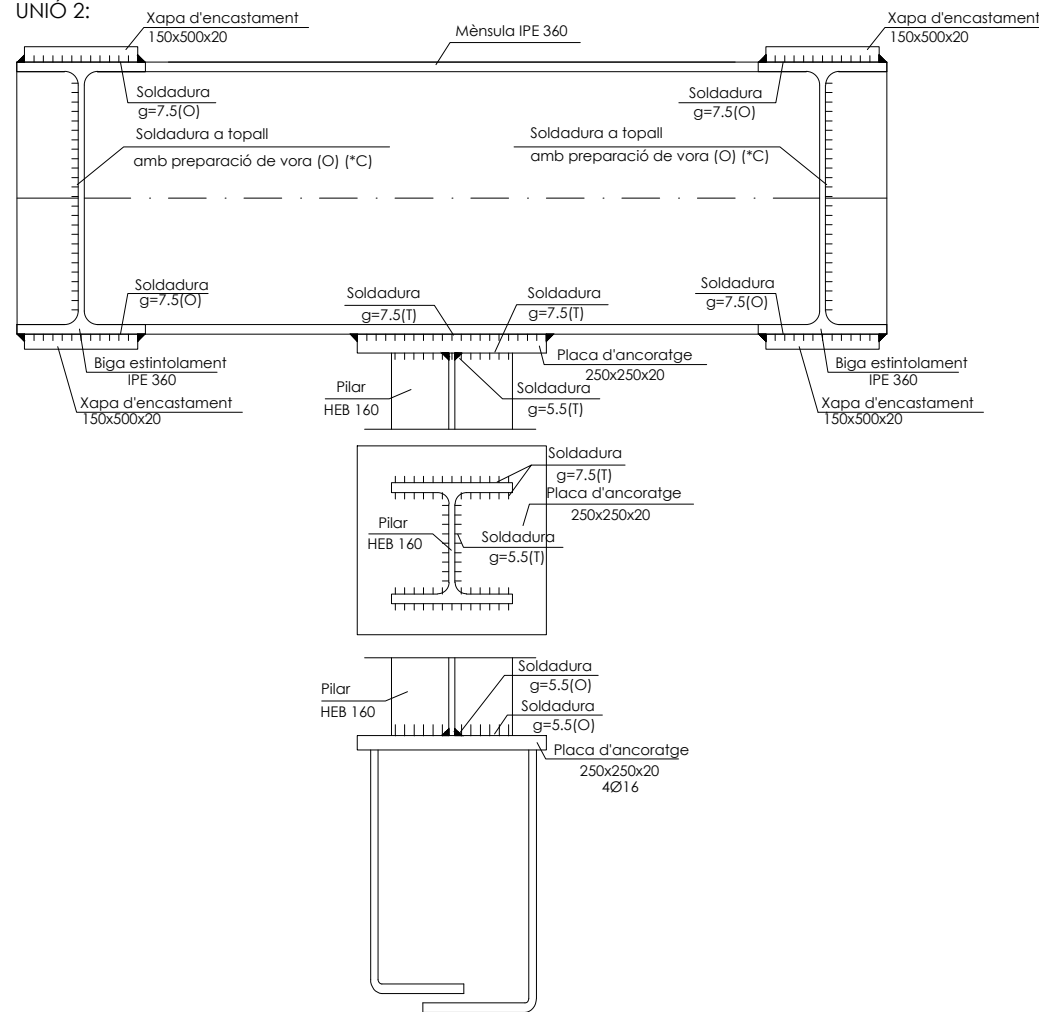
Proyecto de referencia Palau Maldà

Autor: Marc Sanabra Loewe, Doctor Arquitecto.

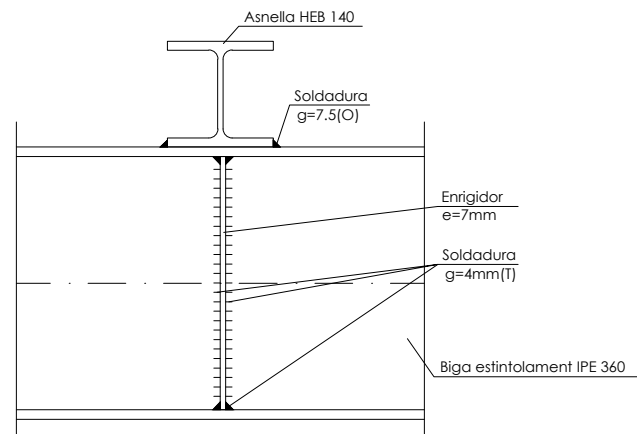
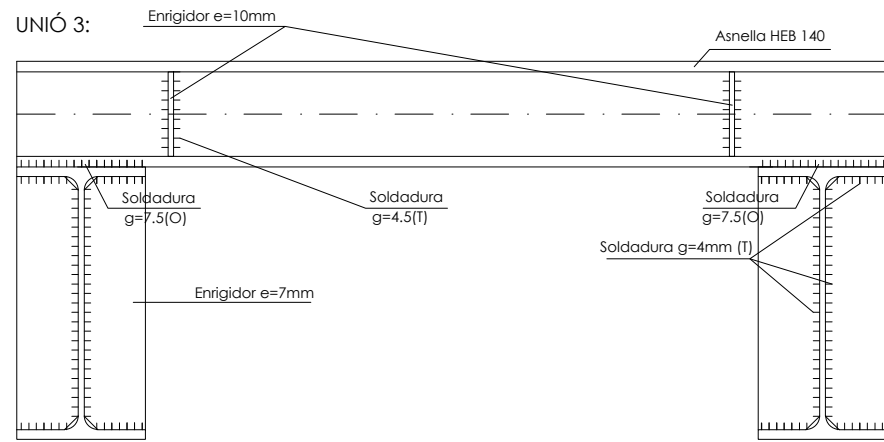
UNIÓ 1:



UNIÓ 2:



UNIÓ 3:



ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA	
PERFILLS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exteriors)	S 275 JO
Norma	UNE-EN 10025
Grux màx. xapes	45 mm
PERFILLS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 JQH
Norma	UNE-EN 10210
Grux màx. xapes	45 mm
CARACTERÍSTIQUES DELS ACERS	
Lim. elàstic (fy) 1<-16	275 N/mm²
L. elàstic (fy) 16<-40	265 N/mm²
L. elàstic (fy) 40<-63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0,3
MATERIALS I SISTEMES	

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA	
UNIONS CARGOLADES	
Acer de cargols, femelles i volanderes	
Clase	10.9
Limít elàstic (fy)	900 N/mm²
Tens. ruptura (fu)	1.000 N/mm²
UNIONS SOLDADES	
MÈTODES DE SOLDADURA	
En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-EN 4063
ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE	
Bàsic	ISO 2560 - A - E 35 1 B 1
Rutil - Bàsic	ISO 2560 - A - E 35 1 RB 1
Electrode revestit	E
Lim. elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10° C)
Composició química del metal·le de soldadura Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0	
Posició del soldat 1 (admet totes les posicions de soldat)	
REVESTIMENT DE L'ELECTRODE	
Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B
Només es podran utilitzar electrodes bàsics secs.	
Bs electrodes bàsics només es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.	
En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humits o freds, s'utilitzaran fometes per mantenir els electrodes secs.	
MATERIALS I SISTEMES	

DURABILITAT ACER: PINTAT	
Sistema de pintura proposat segons UNE-EN ISO 12944-5	
Classe d'exposició relativa a la corrosió atmosfèrica	C1 - Molta baixa
Durabilitat	(H) Alta, més de 15 anys
Número Sistema	A2D6
Impressió	Ugant EP (epoxídica)
	Impressió amb varis tipus de pigments anticorrosius (MVC).
	1-2 capes ENFS 80 µm
Pintura	Ugant EP* (epoxídica)
	2-3 capes ENFS 160 µm
*Es pot substituir per ligant PUR (Poluretà, aromàtic o alifàtic)	
Aquest sistema es pot substituir per un altre garantit pel fabricant de pintures per a una durabilitat igual o superior per aquest ambient.	
On s'utilitza: estintolaments	
MATERIALS I SISTEMES	

QUALIFICACIÓ MÍNIMA SOLDADORS	
EN 287-1 111 P BW v01 B 112 PF ss nb	
Procés soldadura	T11 (soldadura amb arc amb electrode revestit)
Producte semi-acabat	P (Xapa)
Tipus de unió	BW (a topall)
Grups de material	w01 (acers estructurals de gra f)
Material aportat	B (revestiment bàsic)
Mides cupó de prova	112 (grux de cupó de prova t = 12 mm)
Posicions de soldat	PF (vertical ascendent)
Detalls tipus de soldadura	si (per un costat) no (sense suport)
MATERIALS I SISTEMES	

SOLDADURES	
Per tal de garantir la unió entre els diferents elements, les soldadures principals es realitzaran a taller (T) i les secundàries es podran realitzar a obra (O) amb un soldador. Aquelles soldadures importants que només es puguin realitzar a obra, hauran de passar un control (*C).	
MATERIALS I SISTEMES	

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-31

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 3
ESTINTOLAMENT MUR EIX F

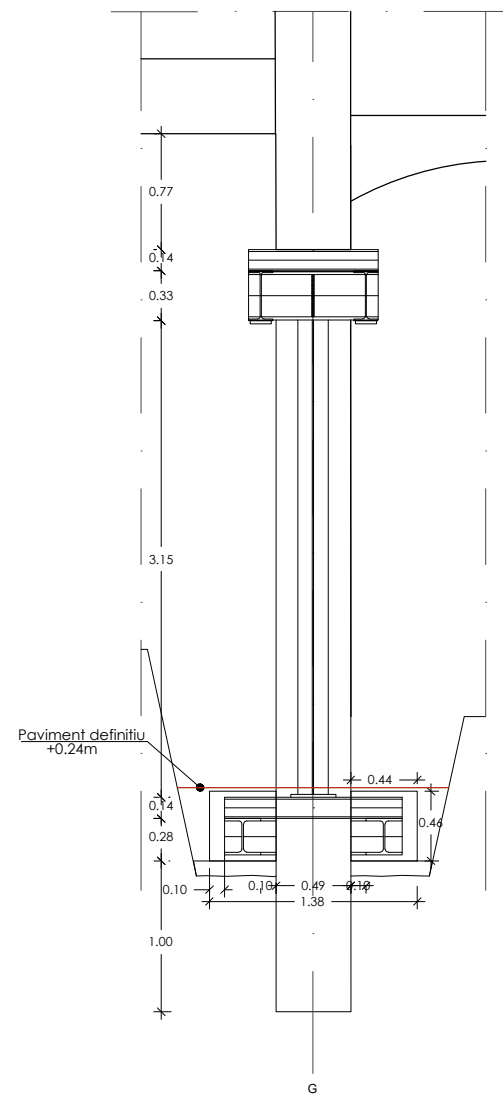
ESCALA:
1/10

DATA:
SETEMBRE 2018

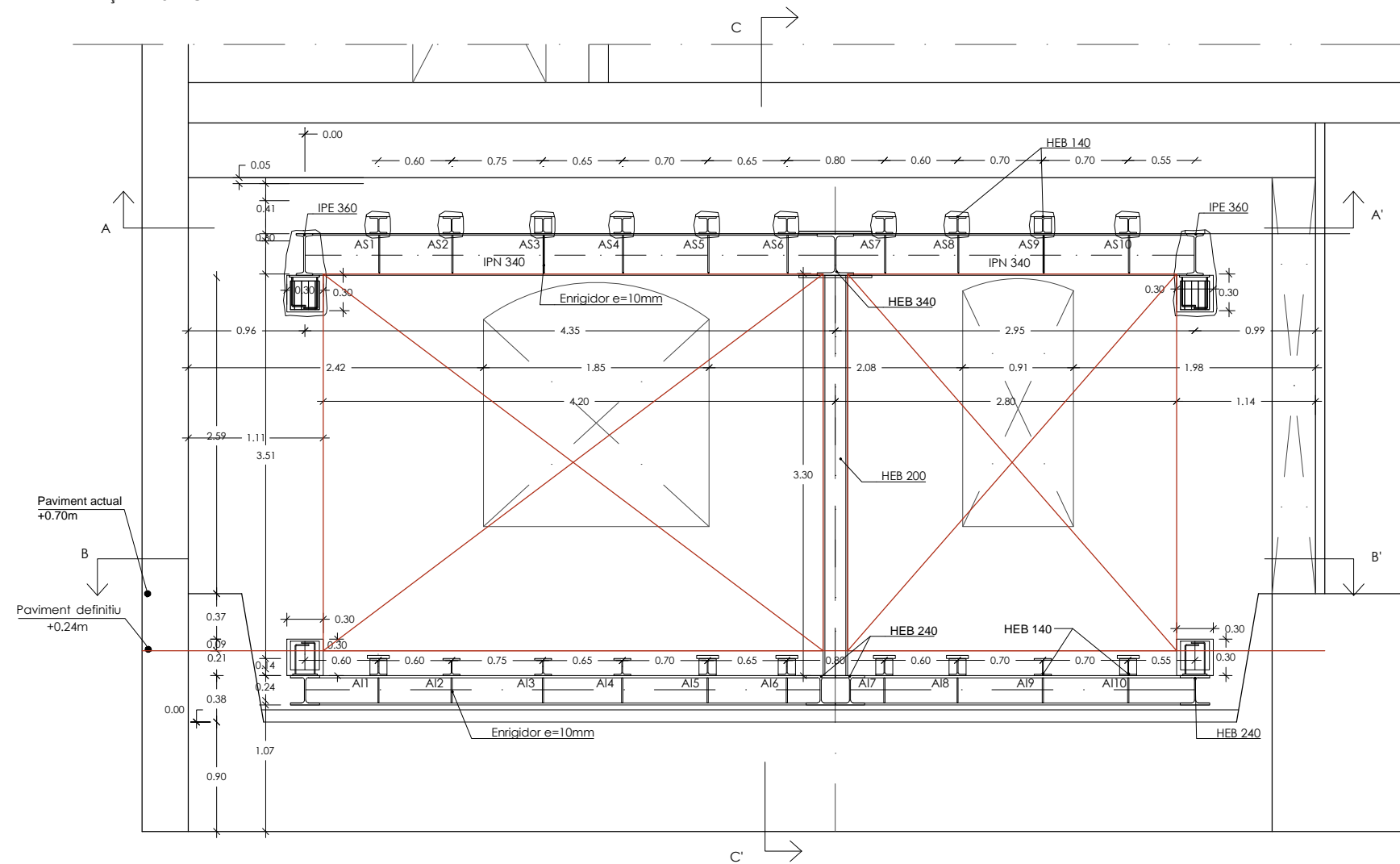
EXPEDIENT:
P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

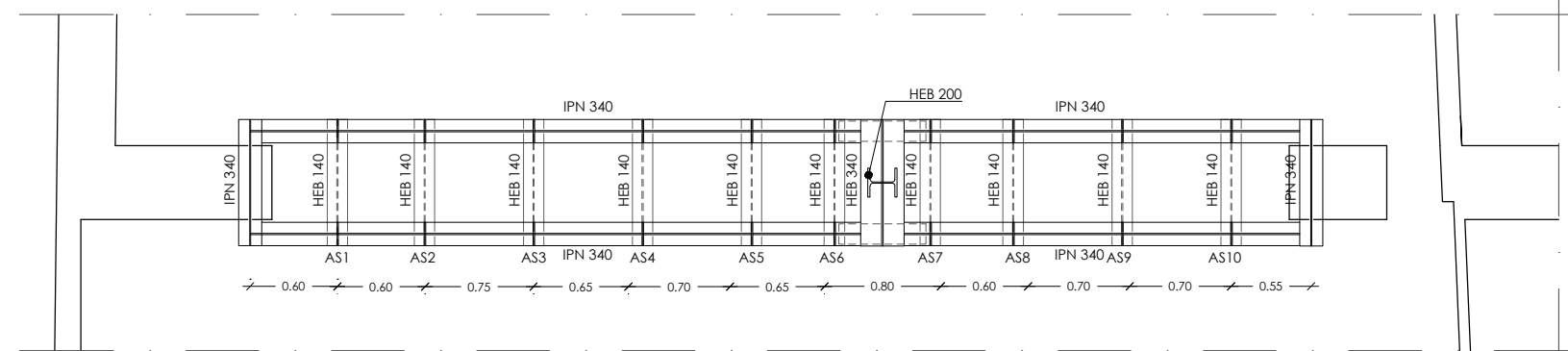
SECCIÓ C-C'



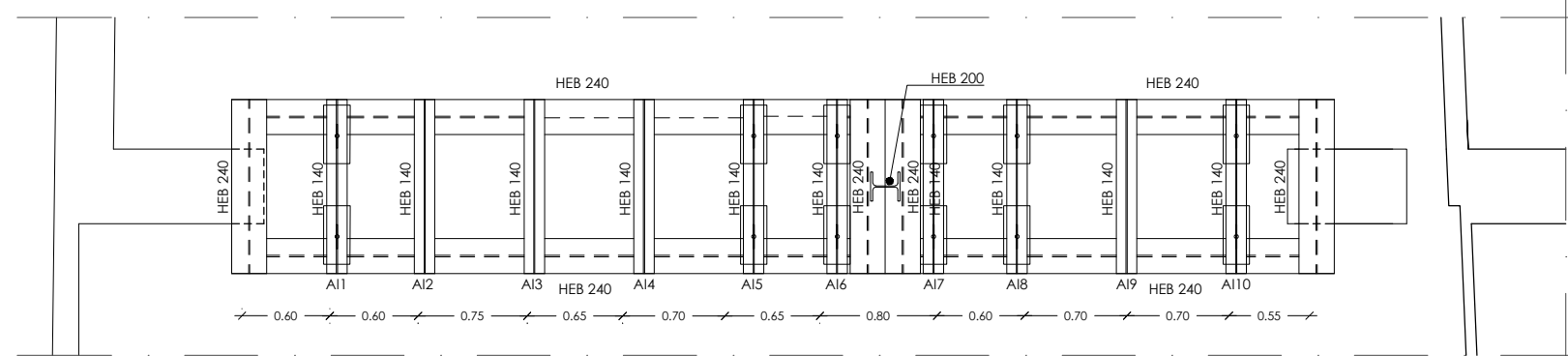
ALÇAT MUR G



PLANTA A-A'



PLANTA B-B'



NOTA

1. Aquests plànols no són vàlids per a fabricació, les dimensions dels perfils metàl·lics dependran del replanteig fet a obra.
2. CALDRÀ EL VIST I PLAU DE LA DIRECCIÓ FACULTATIVA ABANS DE PROCEDIR A LA PRODUCCIÓ EN TALLER.

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-32

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:

JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 4 ESTINTOLAMENT MUR EIX G REPLANTEIG

ESCALA:

1/50

DATA:

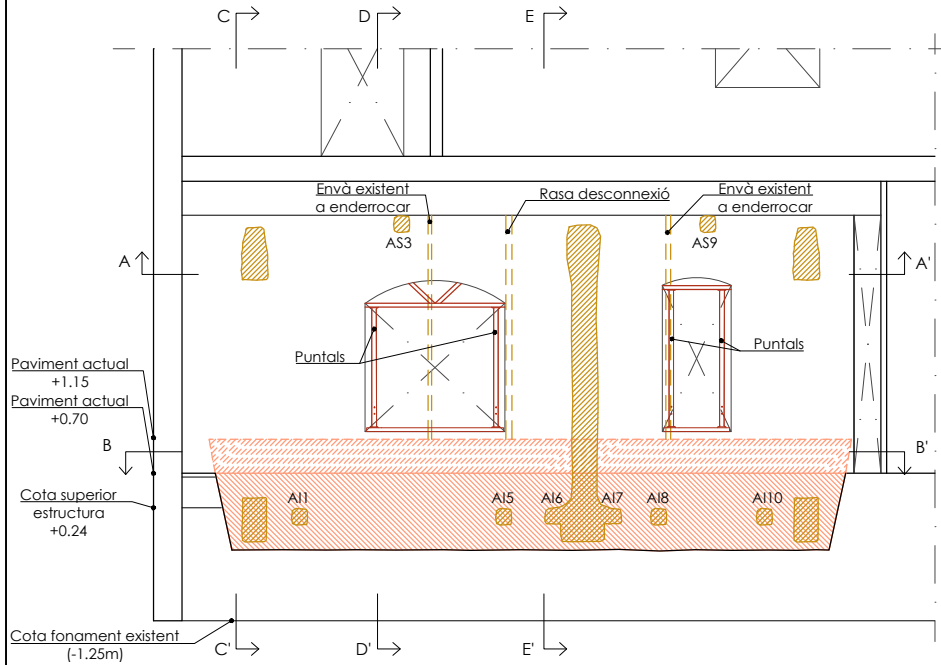
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

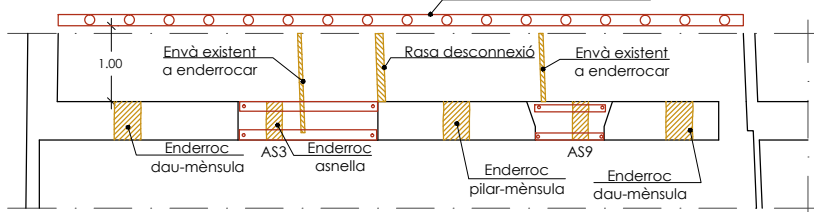
M A S A
+ARQUITECTURA

FASE 1:
1. ALÇAT MUR G

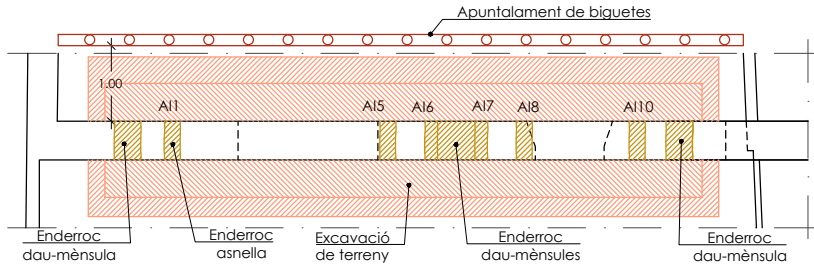


- 1a. ENDERROC DE PAVIMENTS, ENVANS I SOLERES EXISTENTS
- 1b. REBAIX DE TERRENY FINS A COTA DE NOU PAVIMENT
- 1c. EXCAVACIÓ DE TERRES AMB MITJANS MANUALS PER A NOVA FONAMENTACIÓ
- 1d. APUNTALAMENT DE TOTES LES BIGUETES
- 1e. APUNTALAMENT DE FORATS DE PAS
- 1f. ENDERROCS PUNTUALS PER A DAUS, PILAR I ASNELLES

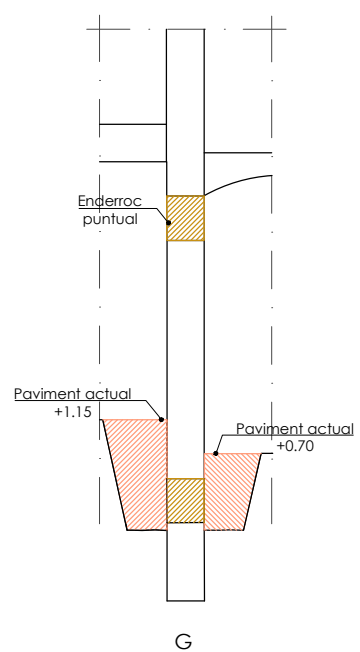
1. PLANTA A-A'



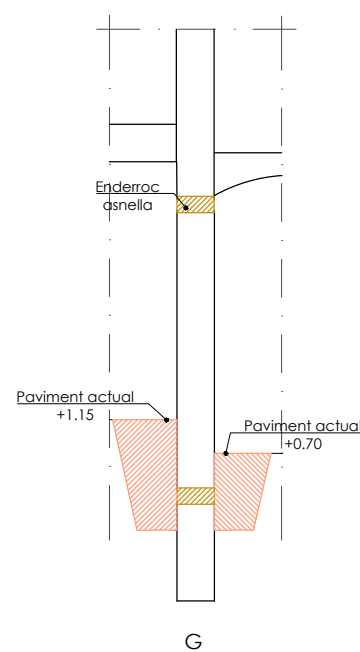
1. PLANTA B-B'



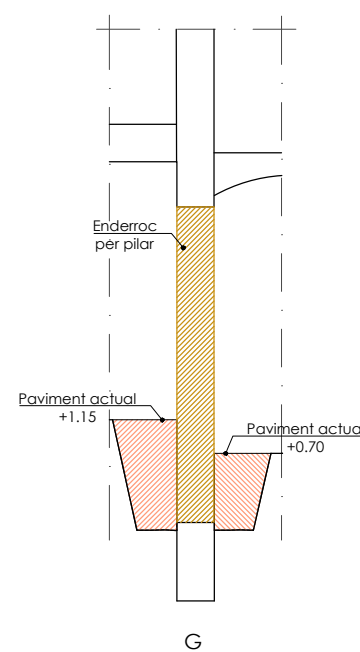
1. SECCIÓ C-C'



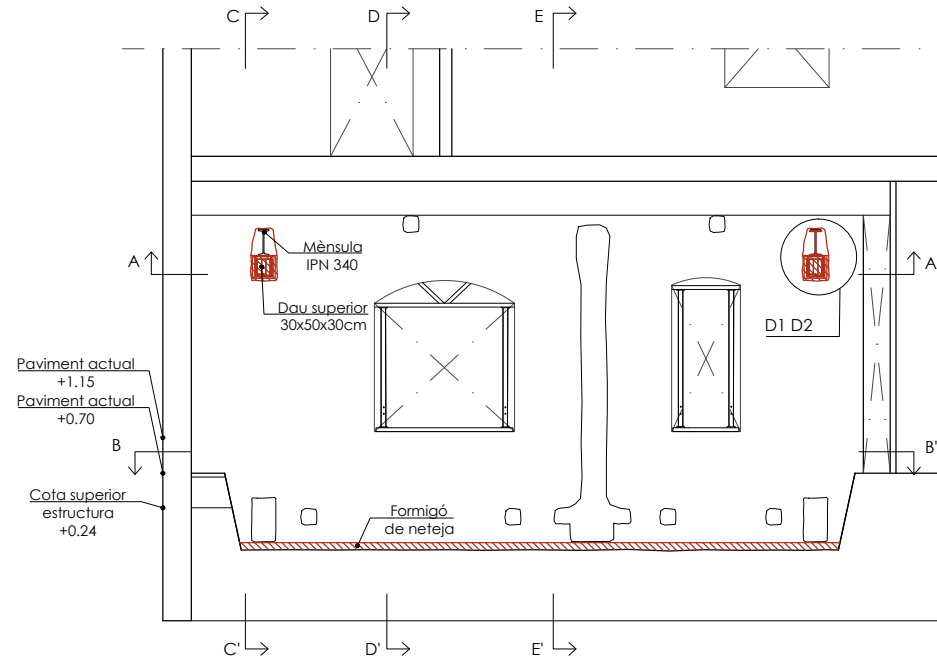
1. SECCIÓ D-D'



1. SECCIÓ E-E'

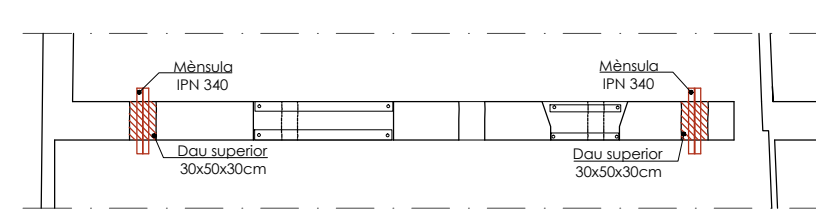


FASE 2:
2. ALÇAT MUR G

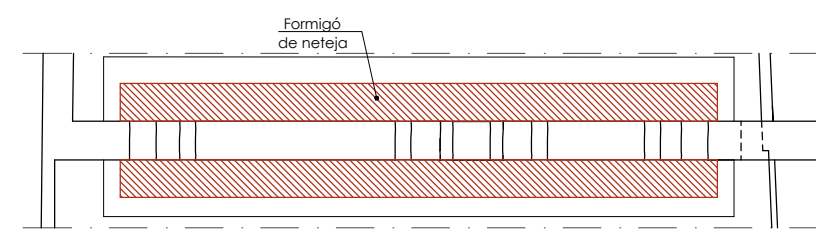


- 2a. CAPA DE FORMIGÓ DE NETEJA A LA BASE DE L'EXCAVACIÓ
- 2b. DISPOSICIÓ D'ARMAT I PLACA D'ANCORATGE DELS DAUS SUPERIORS.
- 2c. ABOCAT DE MORTER SENSE RETRACCIÓ ALS DAUS SUPERIORS
- 2d. DISPOSICIÓ DE LES MÈNSULES I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES PLAQUES D'ANCORATGE

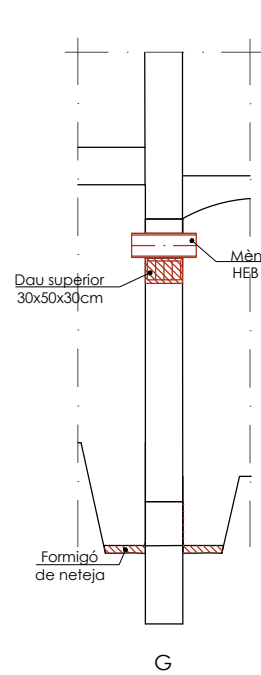
2. PLANTA A-A'



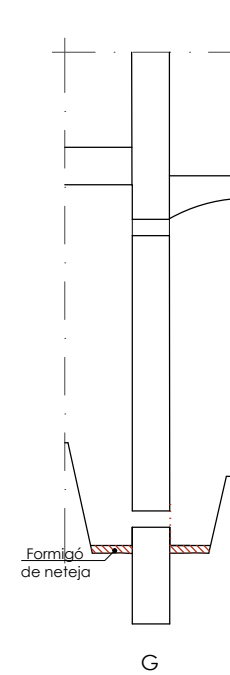
2. PLANTA B-B'



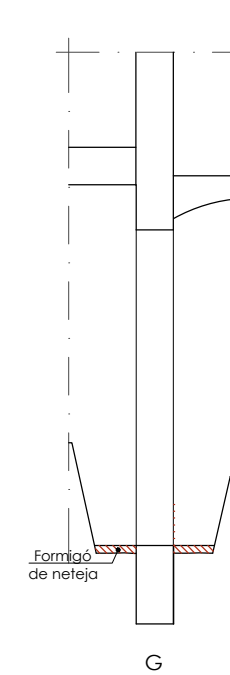
2. SECCIÓ C-C'



2. SECCIÓ D-D'



2. SECCIÓ E-E'



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

M

MODIFICACIONS

E-33

PROJECTE:
D'EXECUCIÓ DE
REFORMA
D'HABITATGE EXISTENT
SITUAT A C/ PI 3 A
BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 4
ESTINTOLAMENT MUR
EIX G
PROCÉS CONSTRUCTIU
ESCALA:
1/100

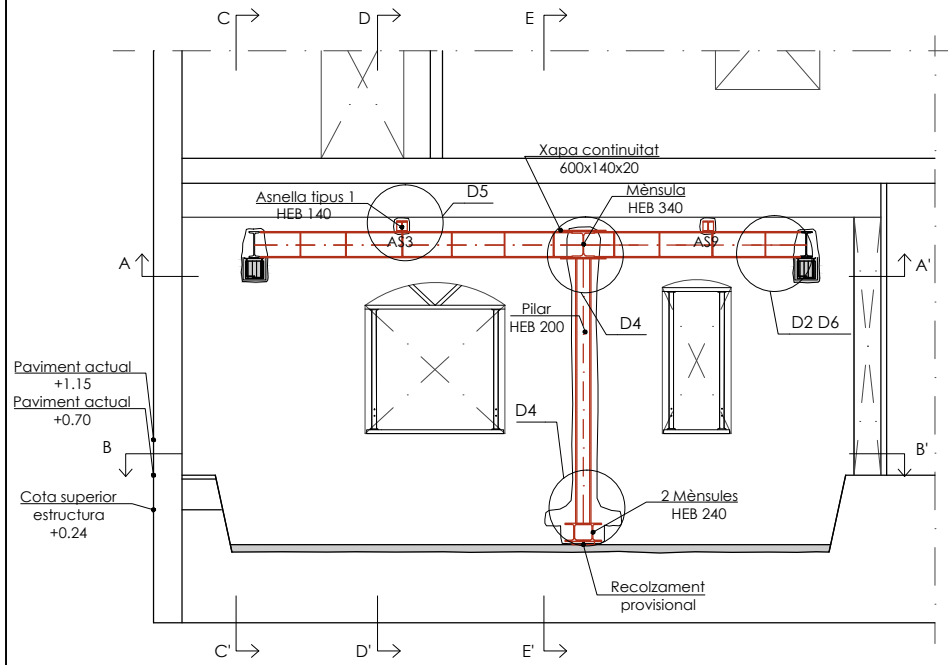
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

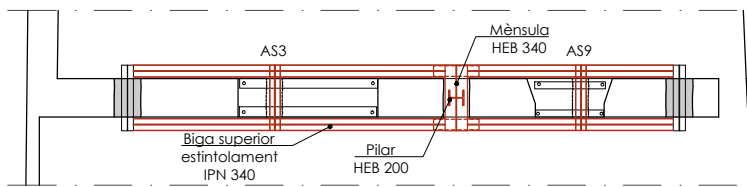
M A S A
+ARQUITECTURA

FASE 3:
3. ALÇAT MUR G

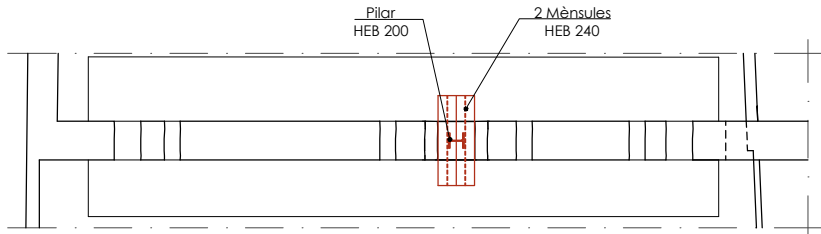


- 3a. RECOLZAMENTS PROVISIONALS PER CONJUNT MÈNSULA/PILAR/MÈNSULA
- 3b. DISPOSICIÓ DE CONJUNT MÈNSULA CENTRAL INFERIOR/PILAR/MÈNSULA CENTRAL SUPERIOR SOBRE ELS RECOLZAMENTS PROVISIONALS.
LA MÈNSULA INFERIOR NO HA D'ESTAR EN CONTACTE AMB EL FONAMENT EXISTENT, S'ATACONARÀ AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ EN UNA FASE POSTERIOR
- 3c. REVISIÓ DEL REPLANTEIG PER ASSEGURAR LA PERFECTA ALINEACIÓ DE LES MÈNSULES SUPERIORS, AMB RECTIFICACIÓ DE POSICIÓ DEL CONJUNT MÈNSULA/PILAR/MÈNSULES SI ES NECESSARI
- 3d. DISPOSICIÓ DE LES BIGUES D'ESTINTOLAMENT SUPERIORS I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES MÈNSULES
- 3e. EXECUCIÓ DEL REFORÇ CENTRAL D'ENCASTAMENT A LES BIGUES D'ESTINTOLAMENT SUPERIORS
- 3f. DISPOSICIÓ DE LES ASNELLES SUPERIORS INDICADES I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES D'ESTINTOLAMENT.
NO S'HA D'EXECUTAR CAP TIPUS D'ATACONAT O FALCAT D'ASNELLES

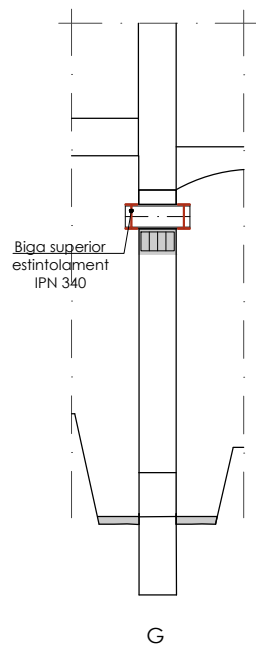
3. PLANTA A-A'



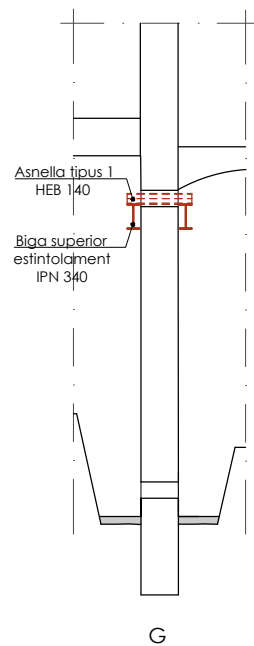
3. PLANTA B-B'



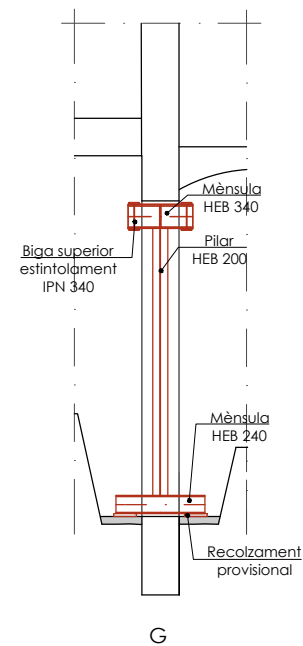
3. SECCIÓ C-C'



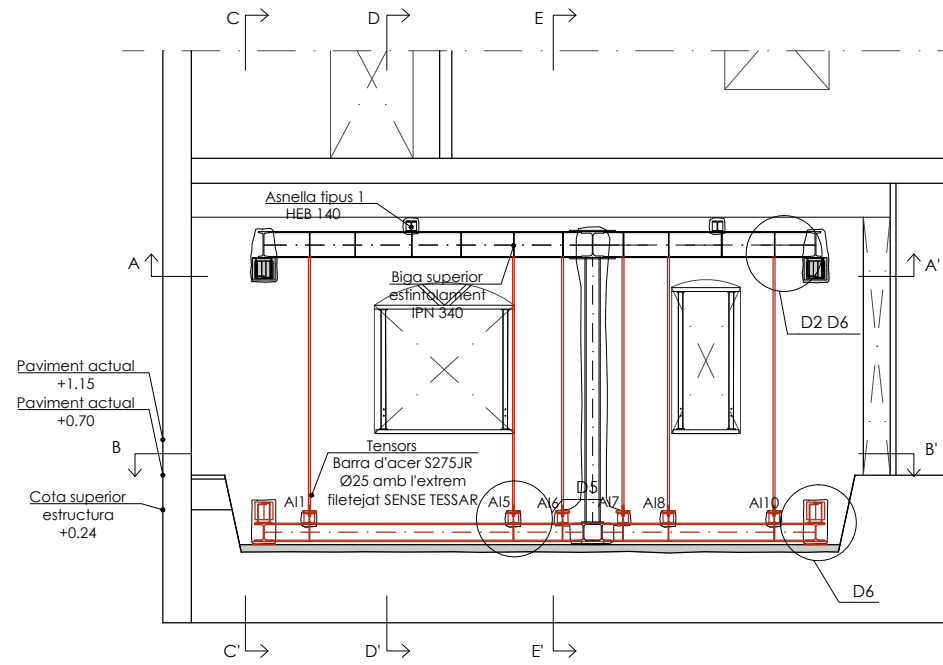
3. SECCIÓ D-D'



3. SECCIÓ E-E'

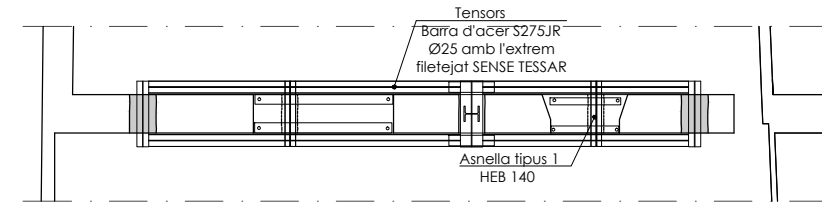


FASE 4:
4. ALÇAT MUR G

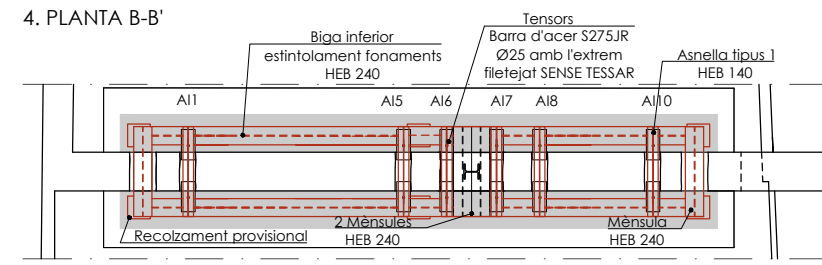


- 4a. RECOLZAMENTS PROVISIONALS PER BIGUES INFERIORS
- 4b. DISPOSICIÓ DE LES MÈNSULES INFERIORS (AMB LES PLAQUES D'ANCORATGE ALS DAUS DE FORMIGÓ JA SOLDADES DE TALLER), I L'ARMAT DELS DAUS
- 4c. REVISIÓ DEL REPLANTEIG PER ASSEGURAR LA PERFECTA ALINEACIÓ DE LES MÈNSULES SUPERIORS, AMB RECTIFICACIÓ DE POSICIÓ DEL CONJUNT MÈNSULA/PILAR/MÈNSULES SI ES NECESSARI
- 4d. DISPOSICIÓ DE LES BIGUES INFERIORS I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES MÈNSULES INFERIORS
- 4e. EXECUCIÓ DEL REFORÇ CENTRAL D'ENCASTAMENT A LES BIGUES INFERIORS
- 4f. DISPOSICIÓ DE LES ASNELLES INFERIORS INDICADES I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES INFERIORS.
NO S'HA D'EXECUTAR CAP TIPUS D'ATACONAT O FALCAT
- 4f. DISPOSICIÓ DE LES BARRES D'ACER.
NO S'HA DE REALITZAR CAP TESAT EN AQUESTA FASE

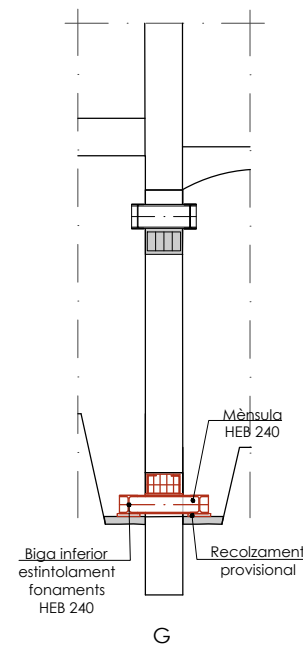
4. PLANTA A-A'



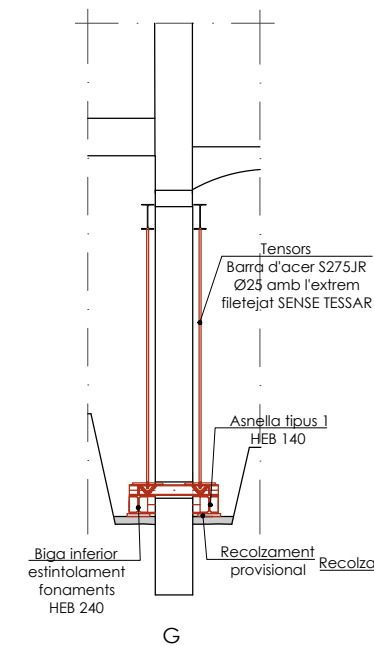
4. PLANTA B-B'



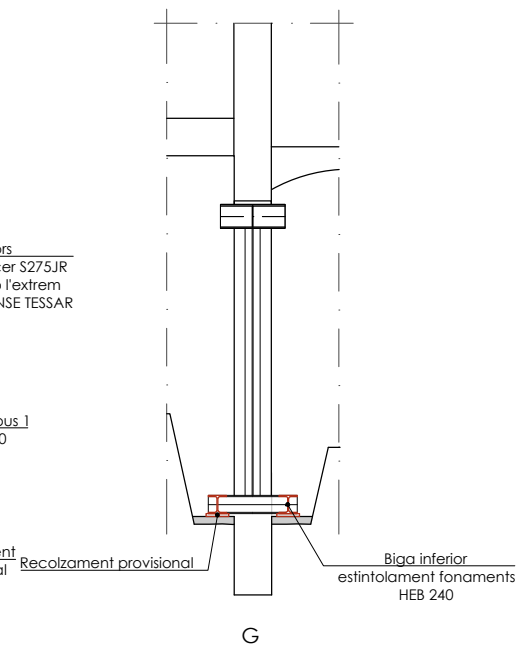
4. SECCIÓ C-C'



4. SECCIÓ D-D'



4. SECCIÓ E-E'



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-34

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 4 ESTINTOLAMENT MUR EIX G
PROCÉS CONSTRUCTIU
ESCALA:
1/100

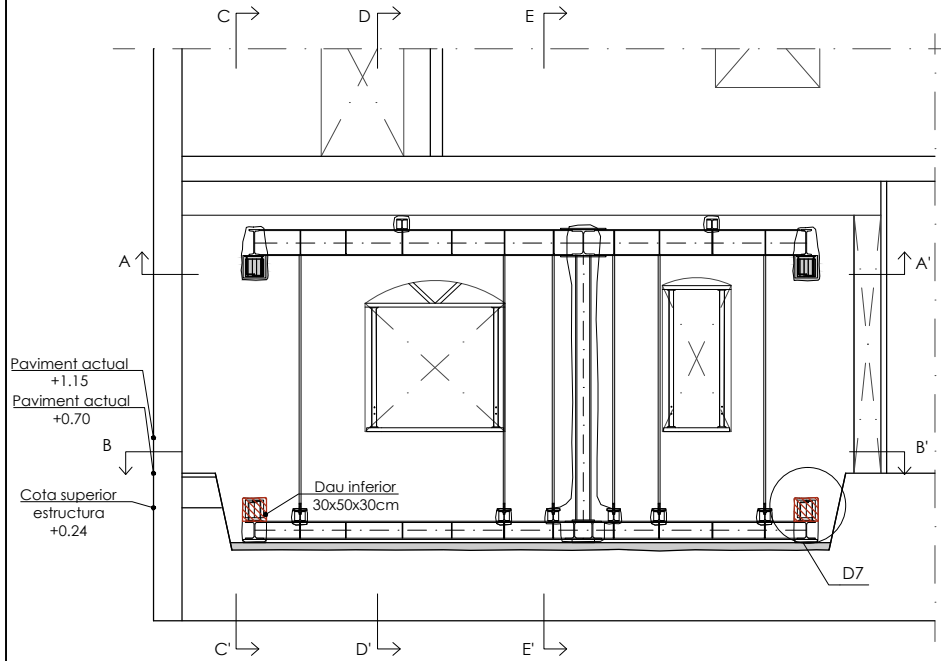
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

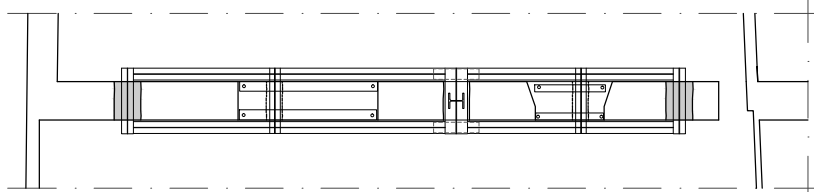
M A S A
+ARQUITECTURA

FASE 5:
5. ALÇAT MUR G

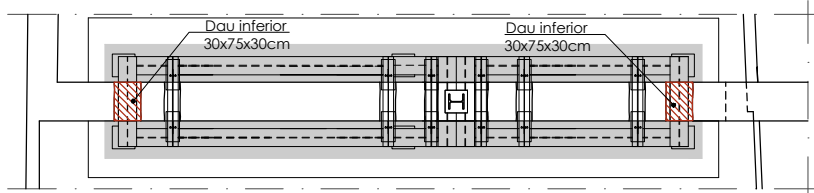


- 5a. ABOCAT DE MORTER SENSE RETRACCIÓ ALS DAUS INFERIORS LATERALS
- 5b. INSTRUMENTACIÓ DELS TENSORS PER AL CONTROL DE LA TENSIÓ

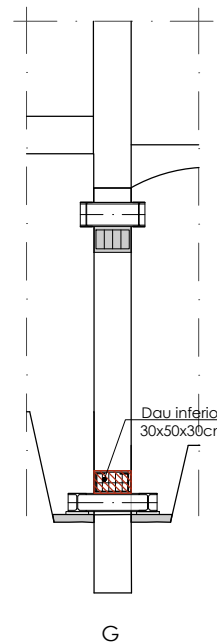
5. PLANTA A-A'



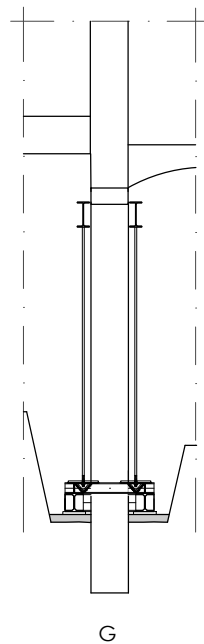
5. PLANTA B-B'



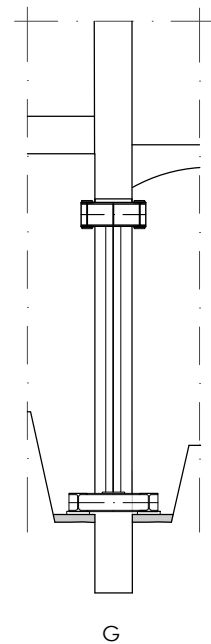
5. SECCIÓ C-C'



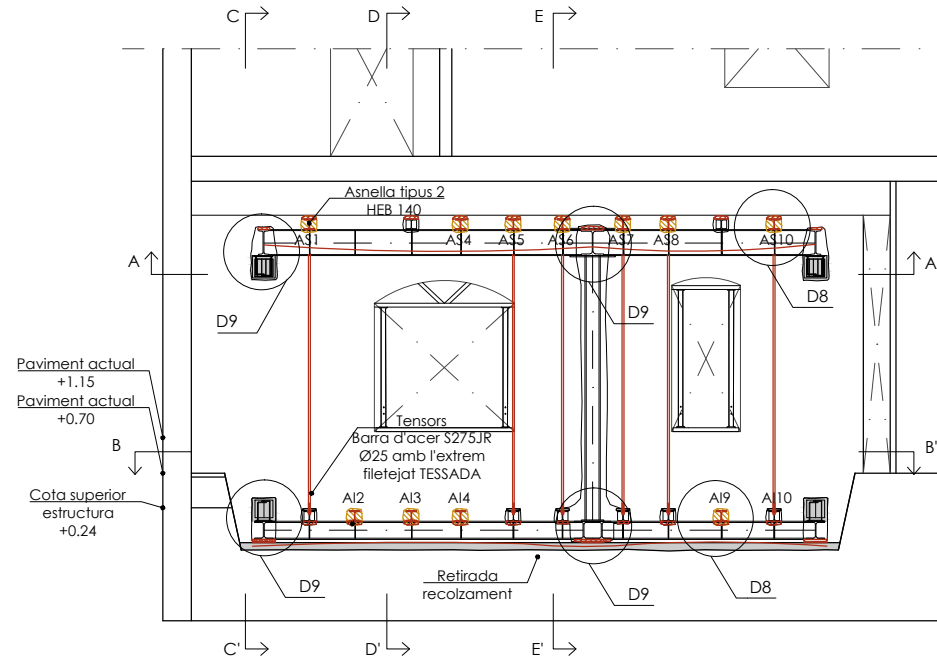
5. SECCIÓ D-D'



5. SECCIÓ E-E'

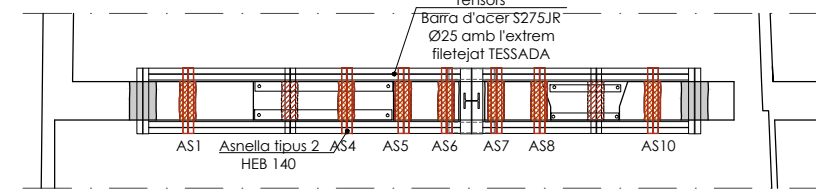


FASE 6:
6. ALÇAT MUR G

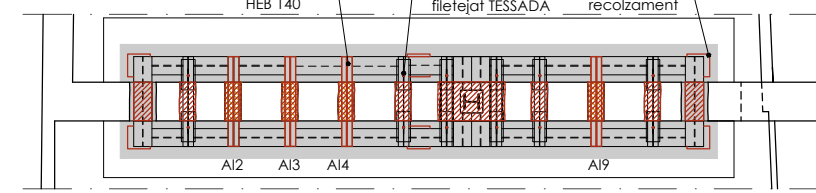


- 6a. TESAT DE LES BARRS D'ACER, USANT CLAU DINAMOMÈTICA, SEGONS L'ORDRE I TENSÍO INDICADES AL PLÀNOL DEL PLA DE TESAT
- 6b. RETIRADA DELS RECOLZAMENTS PROVISIONALS DE LES BIGUES INFERIORS
- 6c. ATACONAT DE LES MÈNSULES INFERIORS (LATERALS I CENTRAL) CONTRA EL FONAMENT ORIGINAL AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ (PRÈVIA EXECUCIÓ DE L'ENCOFRAT LATERAL CORRESPONENT)
- 6d. ATACONAT AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ DE MÈNSULES SUPERIORS
- 6e. ENDERROCS PUNTUALS AL MUR PER A ASNELLES INDICADES (SUPERIORS I INFERIORS)
- 6f. DISPOSICIÓ D'ASNELLES INFERIORS I SUPERIORS INDICADES I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES
- 6g. ATACONAT AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ DE LES ASNELLES

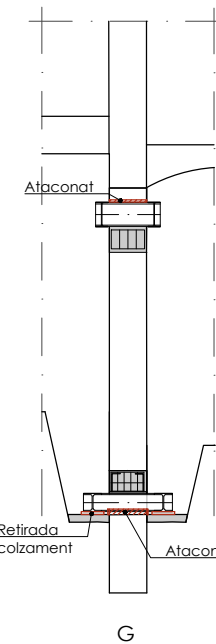
6. PLANTA A-A'



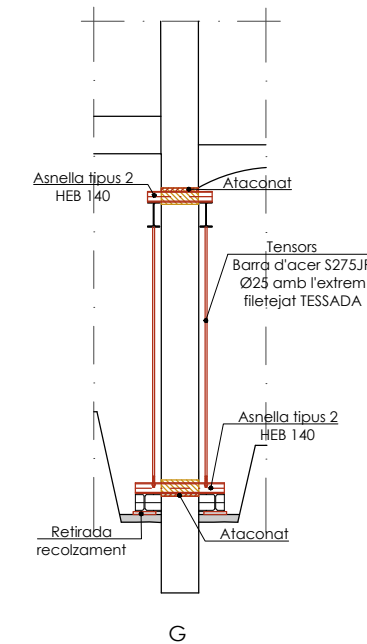
6. PLANTA B-B'



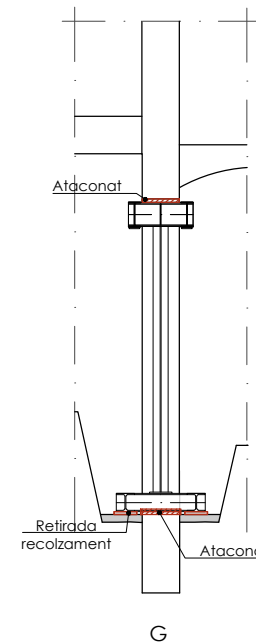
6. SECCIÓ C-C'



6. SECCIÓ D-D'



6. SECCIÓ E-E'



NOTA: LA DISPOSICIÓ D'ASNELLES (PASOS 6e-6f-6g) ES REALITZARÀ DE FORMA ALTERNATIVA. AIXÒ IMPLICA QUE ES COMPLETARAN TOTALMENT ELS TREBALLS PER A CADA ASNELLA ABANS DE REALITZAR ELS DE LA SEGÜENT.

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-35

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 4 ESTINTOLAMENT MUR EIX G
PROCÉS CONSTRUCTIU
ESCALA:
1/100

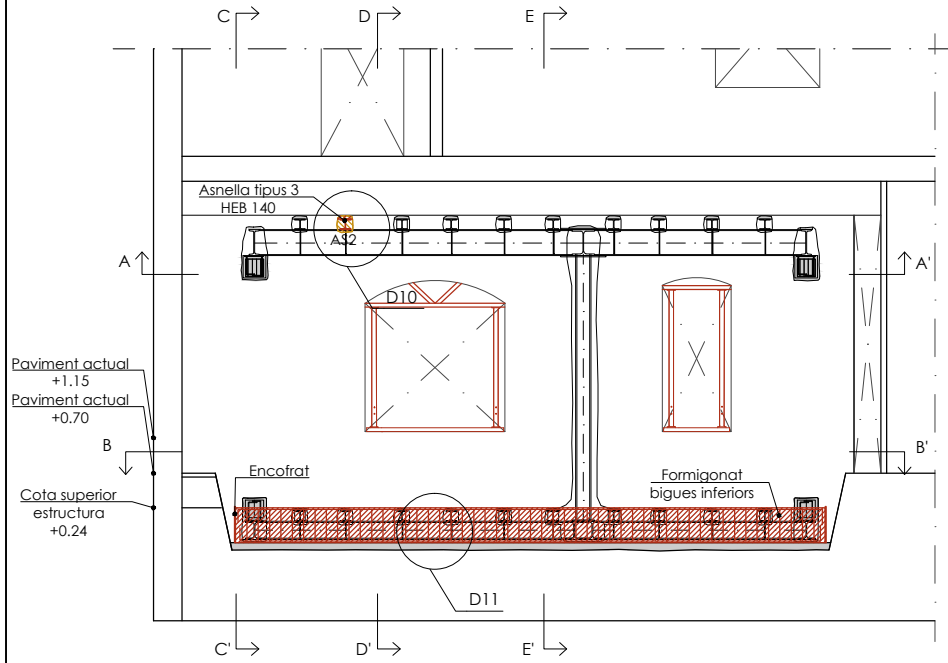
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

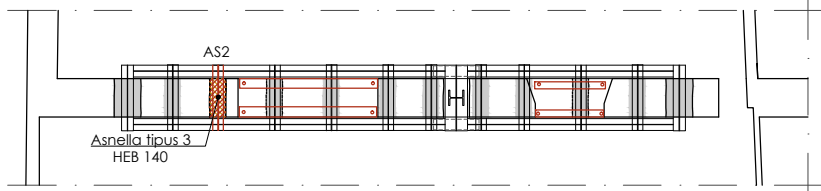
M A S A
+ARQUITECTURA

FASE 7:
7. ALÇAT MUR G

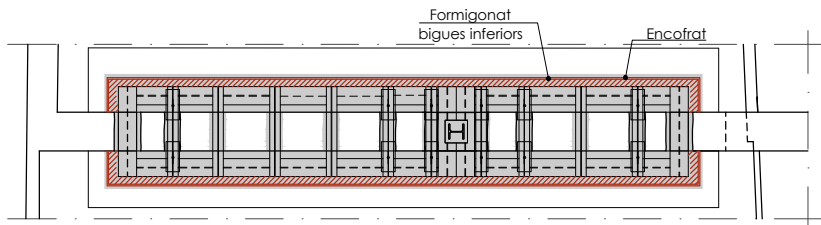


- 7a. DESTESAT DE LES BARRES D'ACER SEGUINT EN ORDRE INVERS L'ORDRE INDICAT AL PLA DE TESAT
- 7b. RECIMBRAT D'APUNTALAMENT
- 7c. TALL I RETIRADA DE LES BARRES D'ACER
- 7d. ENDERROCS PUNTUALS AL MUR PER A LES ASNELLES INDICADES
- 7e. DISPOSICIÓ DE LES ASNELLES INDICADES I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES
- 7f. ATACONAT DE LES ASNELLES INDICADES AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ
- 7g. ENCOFRAT DE LES BIGUES DE FORMIGÓ INFERIORS I COL·LOCACIÓ D'ARMAT
- 7h. ABOCAT DE FORMIGÓ A LES BIGUES INFERIORS (PROTECCIÓ DE BIGUES METÀL·LIQUES)

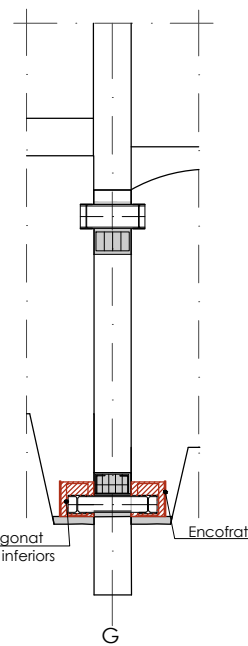
7. PLANTA A-A'



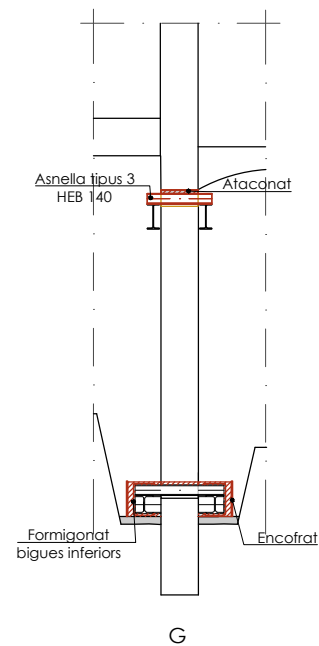
7. PLANTA B-B'



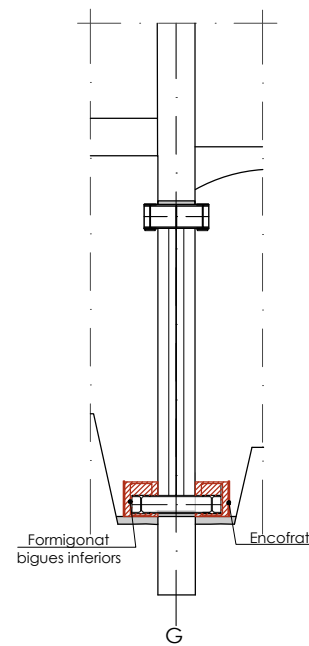
7. SECCIÓ C-C'



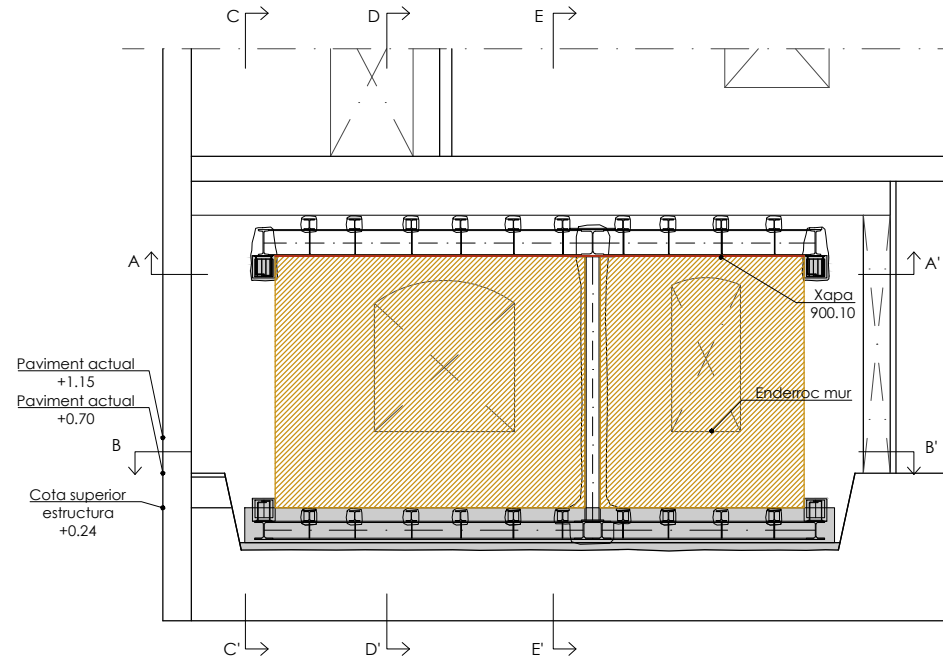
7. SECCIÓ D-D'



7. SECCIÓ E-E'

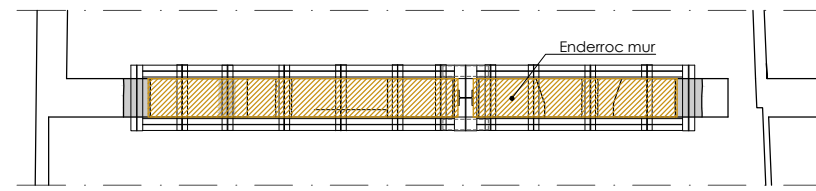


FASE 8:
8. ALÇAT MUR G

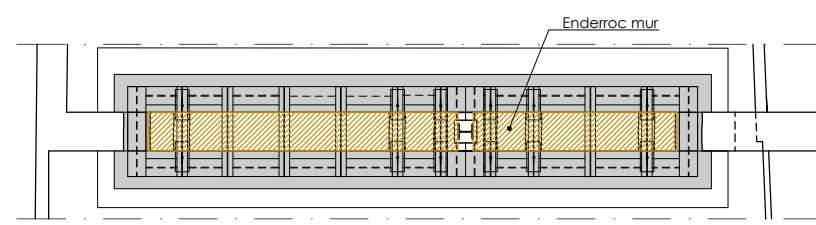


- 8a. ENDERROC DE MUR
- 8b. DISPOSICIÓ DE XAPA INFERIOR DE REMAT I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES D'ESTINTOLAMENT

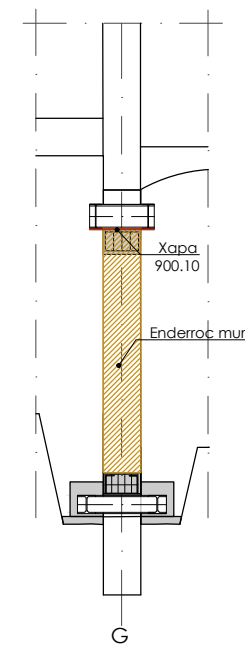
8. PLANTA A-A'



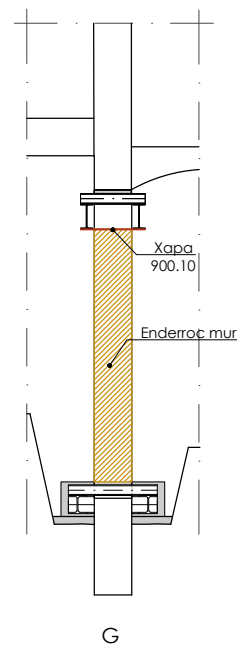
8. PLANTA B-B'



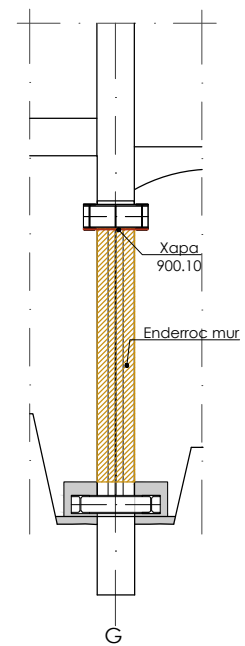
8. SECCIÓ C-C'



8. SECCIÓ D-D'



8. SECCIÓ E-E'



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

M

MODIFICACIONS

E-36

PROJECTE:
D'EXECUCIÓ DE
REFORMA
D'HABITATGE EXISTENT
SITUAT A C/ PI 3 A
BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 4
ESTINTOLAMENT MUR
EIX G
PROCÉS CONSTRUCTIU
ESCALA:
1/100

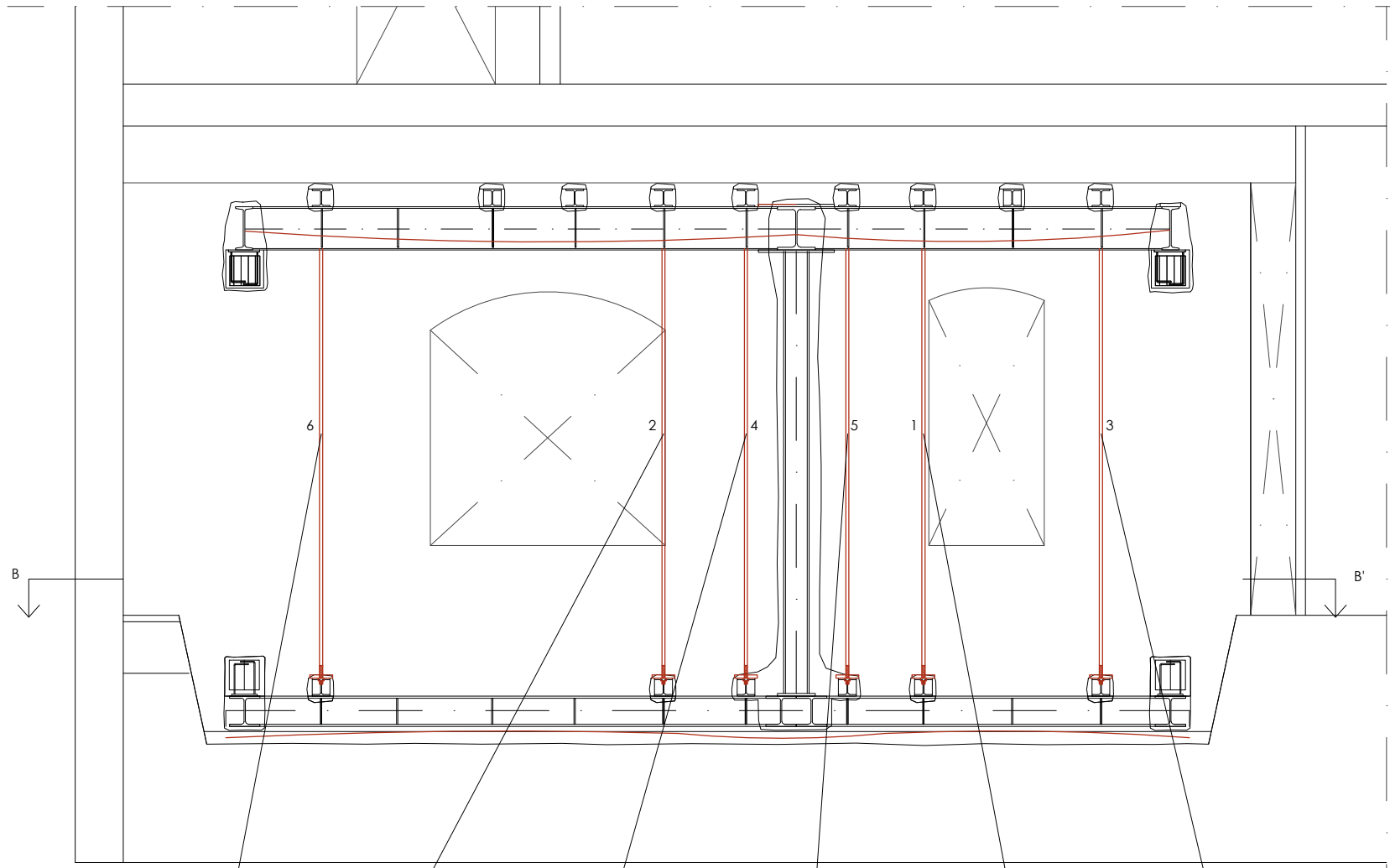
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

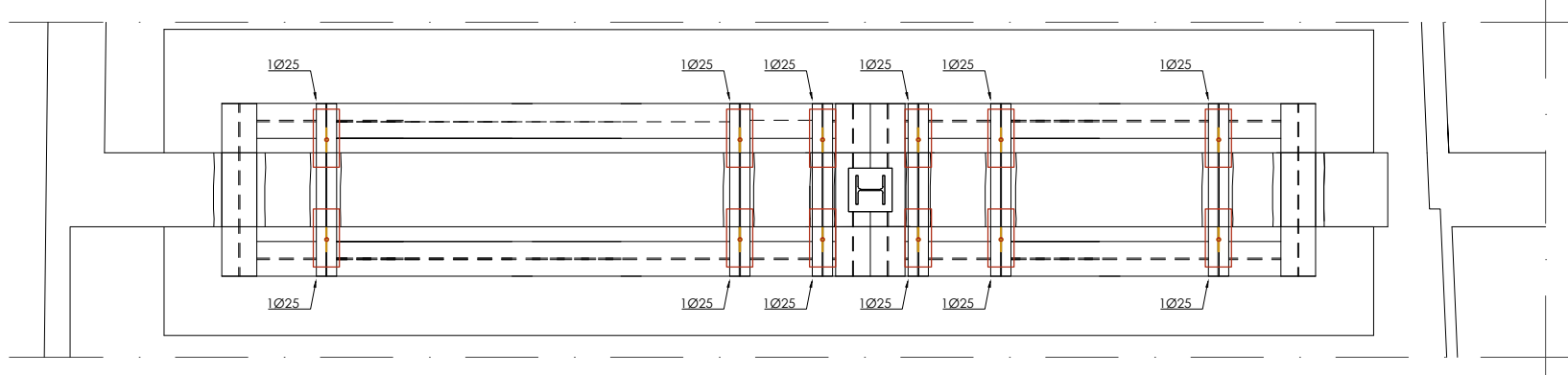
M A S A
+ARQUITECTURA

ALÇAT MUR G



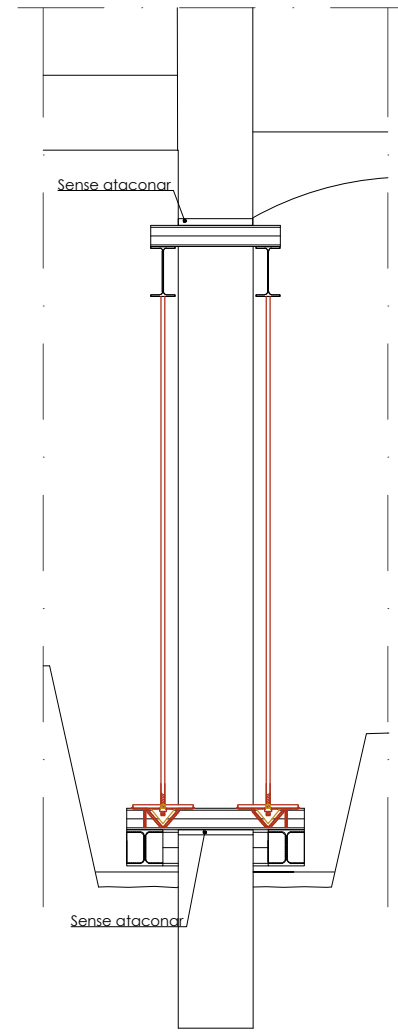
Ordre de tesat: 6	Ordre de tesat: 2	Ordre de tesat: 4	Ordre de tesat: 5	Ordre de tesat: 1	Ordre de tesat: 3
Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25
Número de barres: 2	Número de barres: 2	Número de barres: 2	Número de barres: 2	Número de barres: 2	Número de barres: 2
Força inicial de tesat, R_T : 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat, R_T : 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat, R_T : 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat, R_T : 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat, R_T : 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat, R_T : 44,25 kN/barra
Força total inicial de tesat, R_T : 177 kN	Força total inicial de tesat, R_T : 177 kN	Força total inicial de tesat, R_T : 177 kN	Força total inicial de tesat, R_T : 177 kN	Força total inicial de tesat, R_T : 177 kN	Força total inicial de tesat, R_T : 88,5 kN
Força total final de tesat, R_T : 177 kN	Força total final de tesat, R_T : 107 kN	Força total final de tesat, R_T : 157 kN	Força total final de tesat, R_T : 179 kN	Força total final de tesat, R_T : 168 kN	Força total final de tesat, R_T : 82 kN
Tensió a la barra inicial, σ_s : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_s : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_s : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_s : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_s : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_s : 90 MPa
Tensió a la barra final, σ_s : 180 MPa	Tensió a la barra final, σ_s : 109 MPa	Tensió a la barra final, σ_s : 160 MPa	Tensió a la barra final, σ_s : 182 MPa	Tensió a la barra final, σ_s : 171 MPa	Tensió a la barra final, σ_s : 83 MPa
Recorregut de la rosca: 6,0 mm	Recorregut de la rosca: 8,0 mm	Recorregut de la rosca: 4,5 mm	Recorregut de la rosca: 4,4 mm	Recorregut de la rosca: 6,3 mm	Recorregut de la rosca: 2,4 mm

PLANTA B-B'

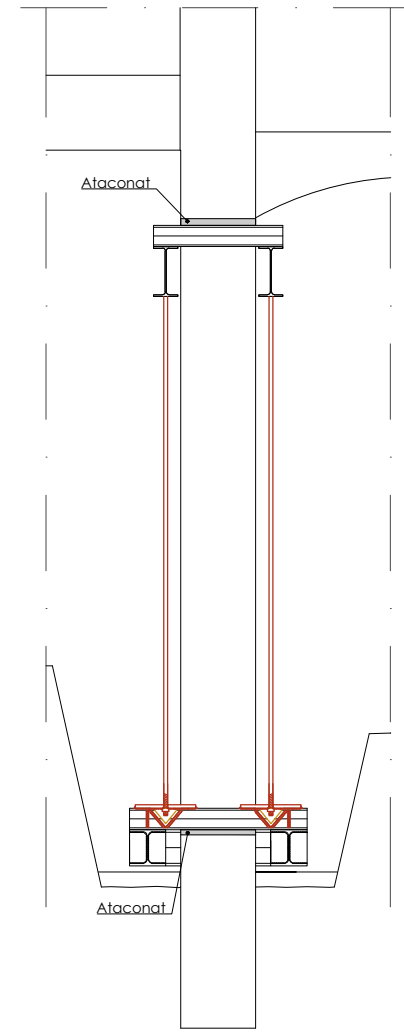


Barres de tessat: Barra llisa d'acer S275JR amb l'extrem filetejat

SECCIÓ ABANS DEL TESAT



SECCIÓ DESPRÉS DEL TESAT



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-37

PROJECTE:

PROJECTE
D'EXECUCIÓ DE
REFORMA
D'HABITATGE EXISTENT
SITUAT A C/ PI 3 A
BARCELONA
PROMOTOR:

JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 4
ESTINTOLAMENT MUR
EIX G
PLA DE TESAT

ESCALA:
1/50

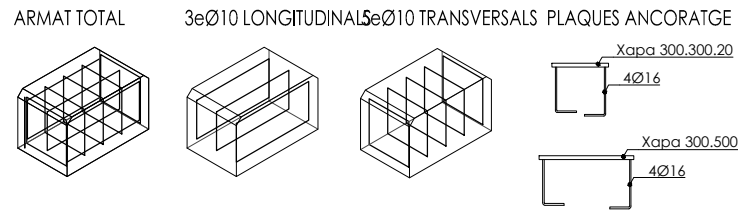
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

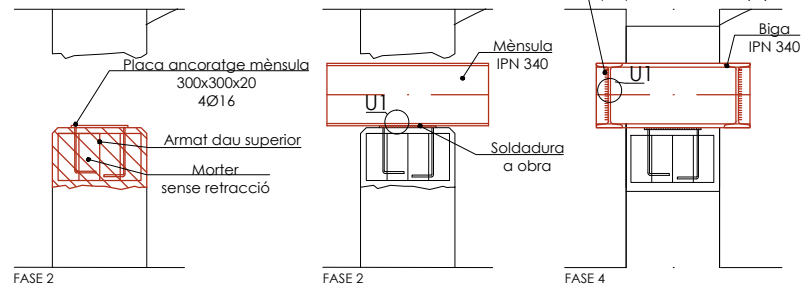
P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

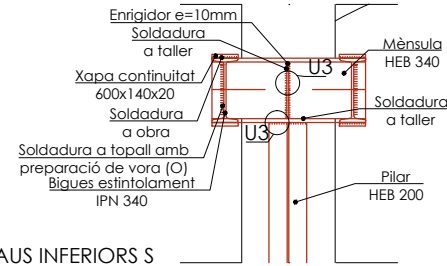
DETALL 1:
DETALL ARMAT DAUS 30X50X30cm



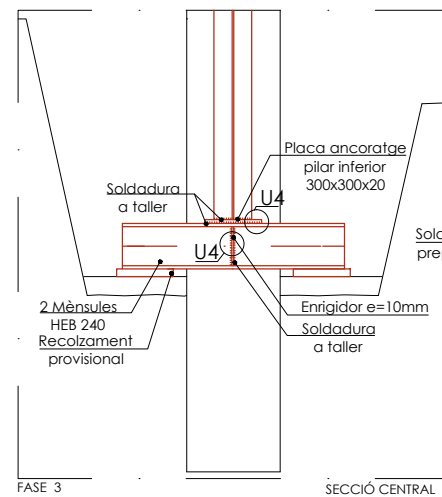
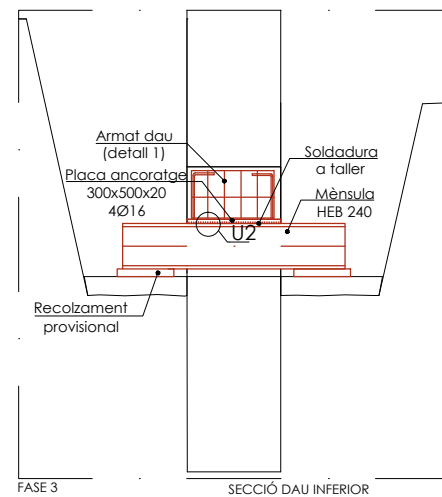
DETALL 2:
DETALL DAU SUPERIOR



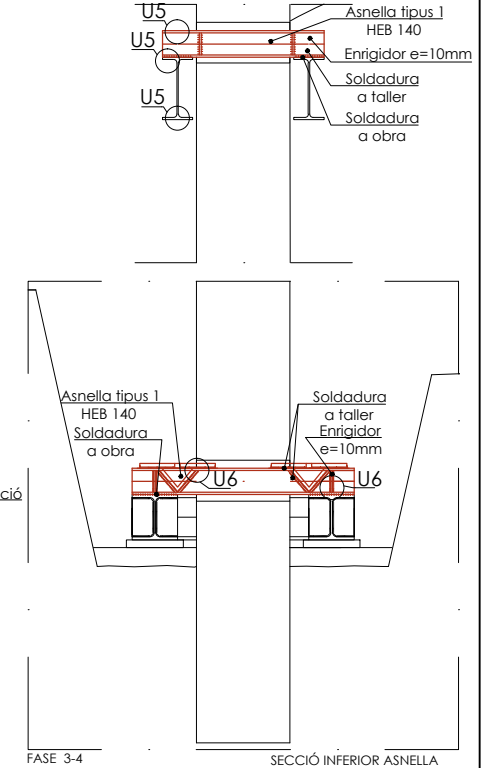
DETALL 4:
SECCIÓ CENTRAL



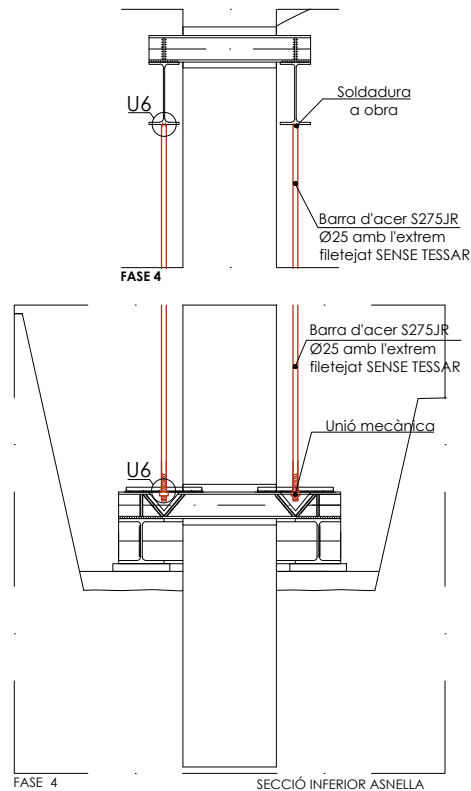
DETALL 3:
PROCÉS CONSTRUCTIU BIGUES INFERIORS I DAUS INFERIORS S



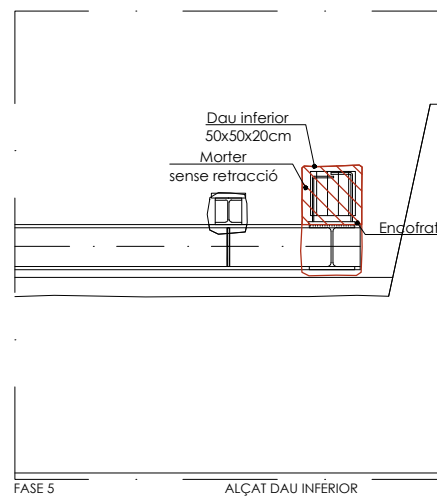
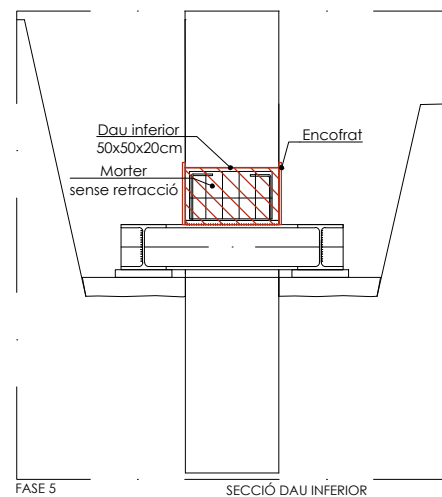
DETALL 5:
SECCIÓ ASNELLA



DETALL 6:
COL·LOCACIÓ BARRES ROSCADES



DETALL 7:
DAUS INFERIORS



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-38

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA

PROMOTOR: JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 4 ESTINTOLAMENT MUR EIX G

PROCÉS CONSTRUCTIU ESCALA: 1/40

DATA: SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

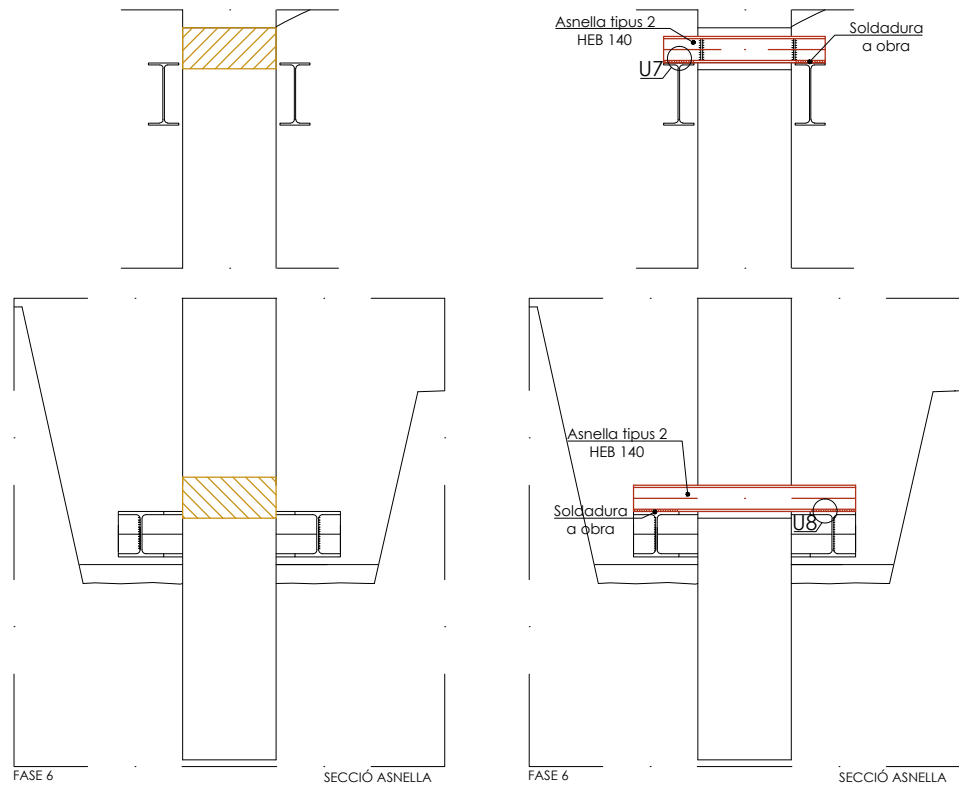
MASA
+ARQUITECTURA

MORTER SENSE RETRACCIÓ	
Tipus	Fàbrica maó
Tipus (segons concepte)	Dissenyat
Tipus (segons aplicació)	Ús corrent (G)
Tipus (segons fabricació)	Industrial
Tipus (segons tipus de conglomerant)	Ciment
Resistència a compressió	M-10
Resistència inicial a cisallament	0,15 N/mm²
Fàbrica armada	No
Contingut en clorur	≤ 0,75%
Reacció al foc	classe A1
Fàbrica vista	Si
Absorció d'aigua	—
Permeabilitat vapor d'aigua	—
Gel/ Desgel	Si
Conductivitat tèrmica	0,93W/mK
Consistència	Plàstica 180mm
Adiutius:	—
Control de retracció	—
ELEMENTS ESTRUCTURALS ON S'UTILITZA	—
Ataconnats d'estintolaments, daus de recozament, reconstrucció de murs de fàbrica	—
MATERIALS I SISTEMES	—

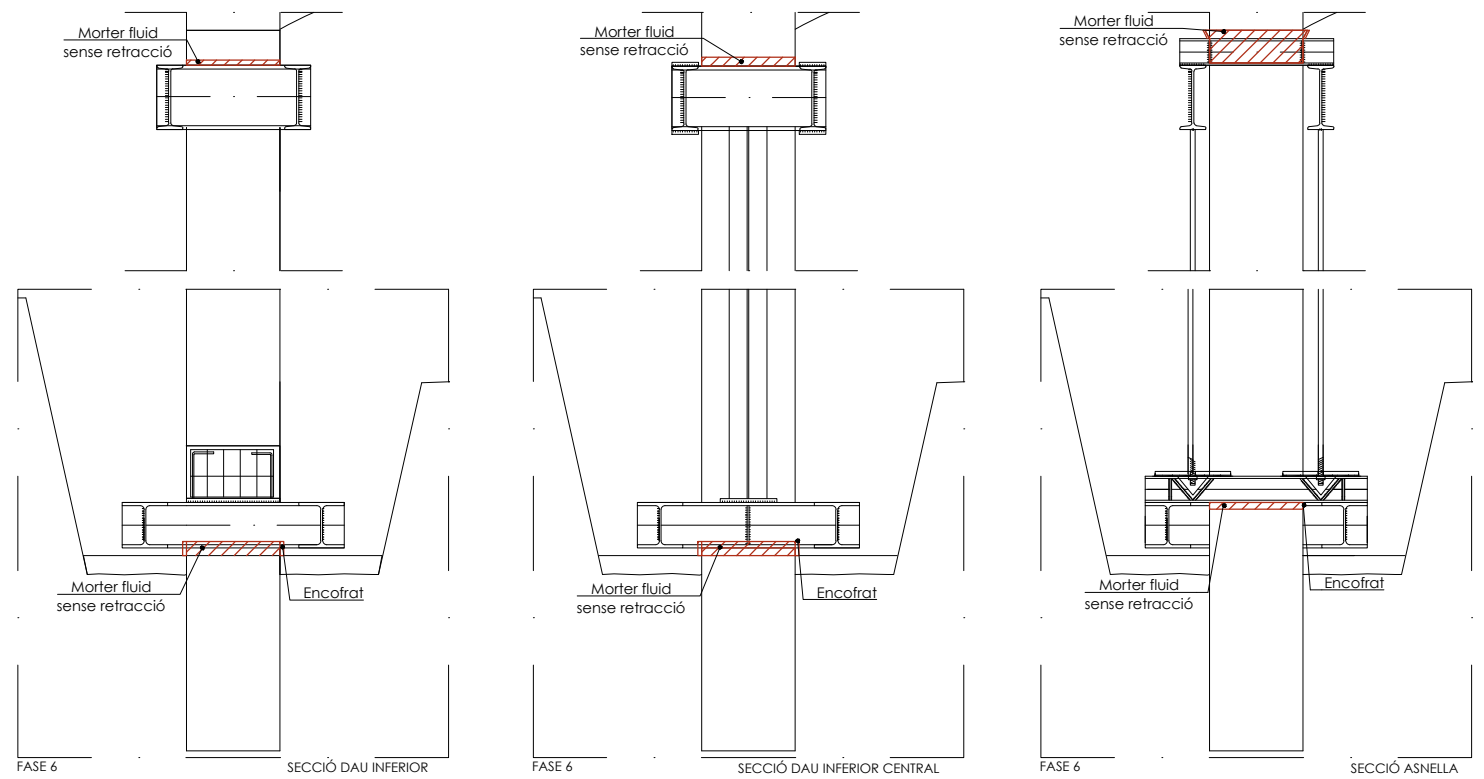
ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA	
PERFILS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exteriors)	S 275 JO
Norma	UNE-EN 10025
Grux màx. xapes	45 mm
PERFILS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 JOH
Norma	UNE-EN 10210
Grux màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DE LS ACERS	
Lím. elàstic (fy) f < 16	275 N/mm²
L elàstic (fy) 16 < f < 40	265 N/mm²
L elàstic (fy) 40 < f < 63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0,3
MATERIALS I SISTEMES	

ACER D'ARMAR	
BARRS CORRUGADES D'ACER	
Nom	B 500 S
Tipus	Soldable
Allargament en ruptura	8%
Límit elàstic (fy)	500 N/mm²
Tensió ruptura (fs)	550 N/mm²
Mòdul elàstic	200.000 N/mm²
Les barres corrugades hauran de complir els requisits establerts a UNE 36068, UNE 36740 (assaig d'adhèrència per flexió) i UNE 36811. Aquest acer s'usarà per a tots els elements (Armat bàsic i reforç).	
MATERIALS I SISTEMES	

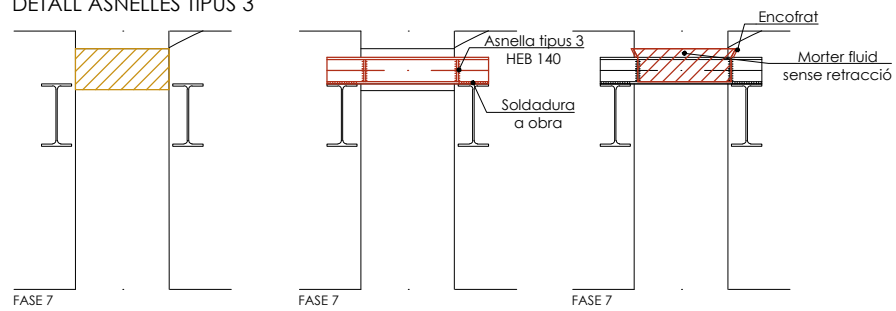
DETALL 8:
DETALL ASNELLES TIPUS 2



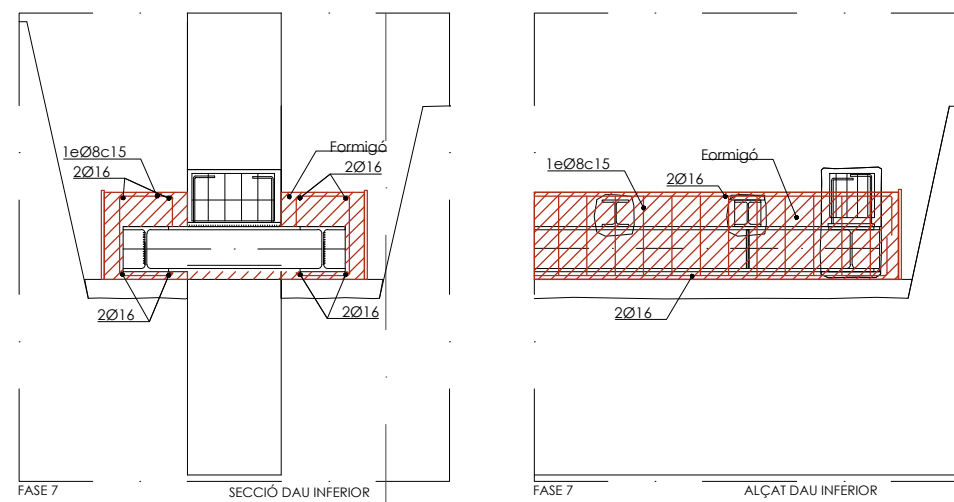
DETALL 9:
ATACONATS



DETALL 10:
DETALL ASNELLES TIPUS 3



DETALL 11:
FORMIGONAT BIGA ESTINTOLAMENT INFERIOR



FORMIGÓ ARMAT	
NOM:	HA-25/B/10/11a
Tipus de ciment/Subtipus	CEM I
Classe resistent ciment	32.5 R
Circumstàncies del formigonat*	Temps fred/ ambient sec i ventós
Enduriment	Normal
Mínim contingut ciment	275 kg/m³
Màxima relació aigua/ciment	0.6
MDA MÀXIMA DE L'ÀRID	10mm
Tipus d'àrid	Triturat
CONSISTÈNCIA	Tova
Compactació	Vibrat mecànic
Assentament amb con d'Abrams	6-9 cm
RESISTÈNCIA CARACTERÍSTICA	25 N/mm²
Als 7 dies	16 N/mm²
Als 28 dies	25 N/mm²
ELEMENTS ESTRUCTURALS ON S'UTILITZA	
Fonamentació	
*En cas de formigonar en temps calorós o insulació forta, es notificarà a la DF ja que s'hauran de prendre mesures especials de formigonat o canviar el tipus de ciment.	
MATERIALS I SISTEMES	

MORTER SENSE RETRACCIÓ	
Tipus	Fàbrica maó
Tipus (segons concepte)	Dissenyat
Tipus (segons aplicació)	Ús corrent (G)
Tipus (segons fabricació)	Industrial
Tipus (segons tipus de conglomerant)	Ciment
Resistència a compressió	M-10
Resistència inicial a cisallament	0,15 N/mm²
Fàbrica armada	No
Contingut en clorur	≤ 0,75%
Reacció al foc	classe A1
Fàbrica vista	Si
Absorció d'aigua	—
Permeabilitat vapor d'aigua	—
Gel/ Desgel	Si
Conductivitat tèrmica	0,93W/mK
Consistència	Plàstica 180mm
Additiu: Control de retracció	
ELEMENTS ESTRUCTURALS ON S'UTILITZA	
Ataconats d'estintolaments, claus de recobrament, reconstrucció de murs de fàbrica	
MATERIALS I SISTEMES	

ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA	
PERFILS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exteriors)	S 275 JO
Norma	UNE-EN 10025
Grux màx. xapes	45 mm
PERFILS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Grux màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DELS ACERS	
Lím. elàstic (fy) 1 < 16	275 N/mm²
L elàstic (fy) 16 < 40	265 N/mm²
L elàstic (fy) 40 < 63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0.3
MATERIALS I SISTEMES	
ACER D'ARMAR	
BARRES CORRUGADES D'ACER	
Nom	B 500 S
Tipus	Soldable
Allargament en ruptura	8%
Límit elàstic (fy)	500 N/mm²
Tensió ruptura (fs)	550 N/mm²
Mòdul elàstic	200.000 N/mm²
Les barres corrugades hauran de complir els requisits establerts a UNE 36068, UNE 36740 (assaig d'adhèrència per flexió) i UNE 36811. Aquest acer s'usarà per a tots els elements (Armat bàsic i reforç).	
MATERIALS I SISTEMES	

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-39

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA

PROMOTOR: JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 4 ESTINTOLAMENT MUR EIX G

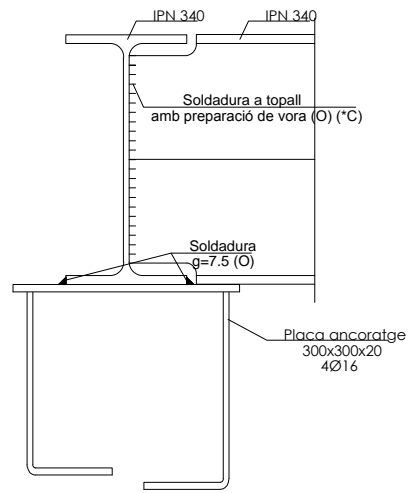
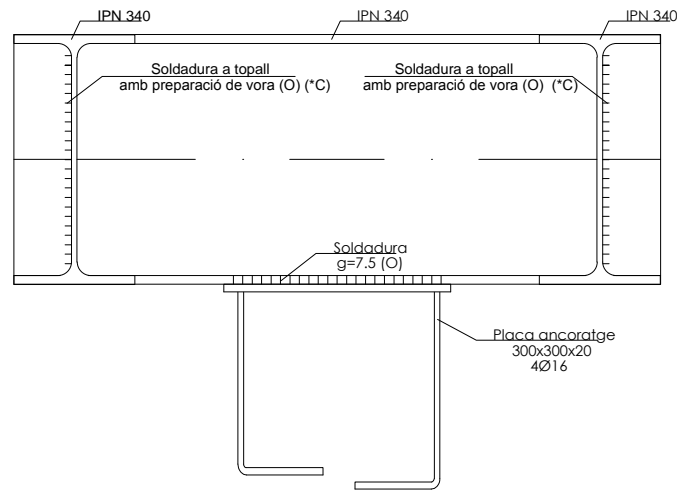
PROCÉS CONSTRUCTIU ESCALA: 1/40

DATA: SETEMBRE 2018

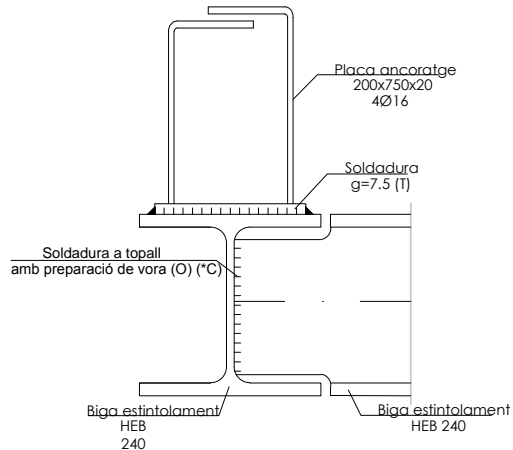
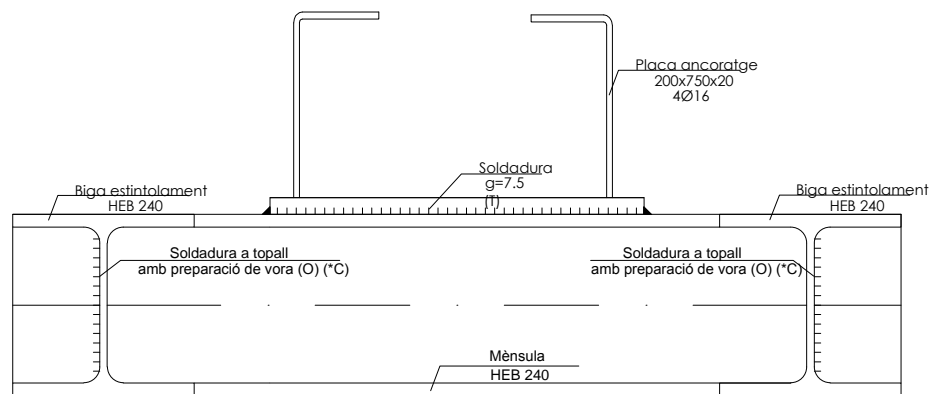
EXPEDIENT:

P-18010

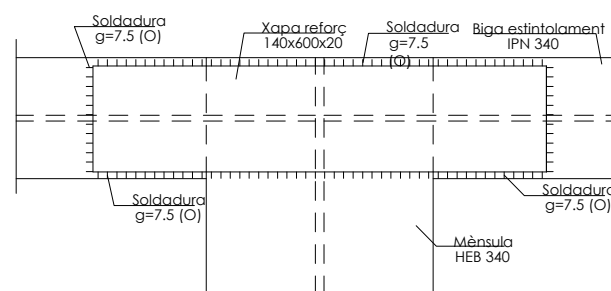
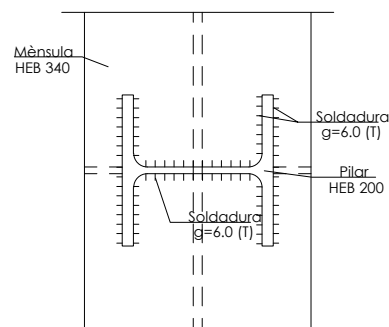
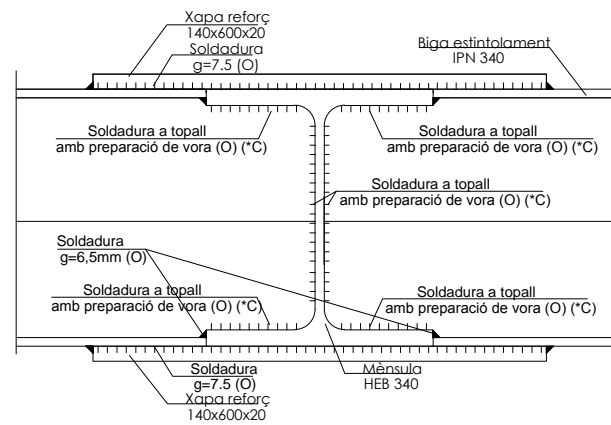
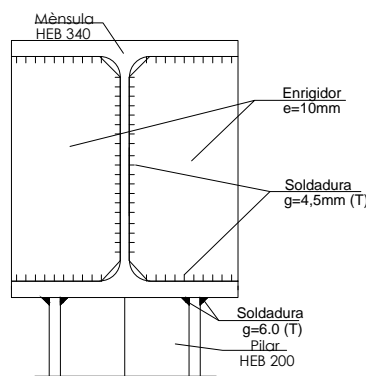
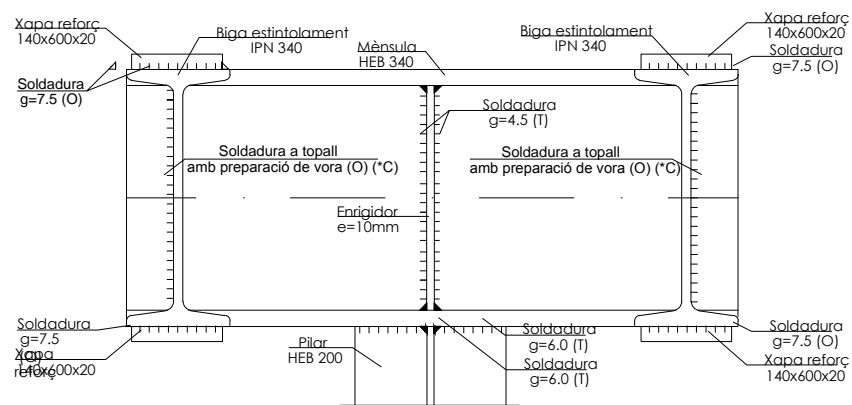
UNIÓ 1:



UNIÓ 2:



UNIÓ 3:



SOLDADURES

Per tal de garantir la unió entre els diferents elements, les soldadures principals es realitzaran a taller (T) i les secundàries es podran realitzar a obra (a) amb un soldador. Aquelles soldadures importants que només es puguin realitzar a obra, hauran de passar un control (*c).

DURABILITAT ACER: PINTAT

Sistema de pintura proposat segons UNE-EN ISO 12944-5

Classe d'exposició relativa a la corrosió atmosfèrica	C1 - Molta baixa
Durabilitat	(H) Alta, més de 15 anys
Número Sistema	A2.06
Impregnació	Ugant EP (epoxídica) Impregnació amb variats tipus de pigments anticorrosius (Msc.) 1-2 capes ENFS 80 µm
Pintura	Ugant EP* (epoxídica) 2-3 capes ENFS 160 µm

*Es pot substituir per lligant PUR (Poluretà, aromàtic o alifàtic)

Aquest sistema es pot substituir per un altre garantit pel fabricant de pintures per a una durabilitat igual o superior per aquest ambient.

On s'utilitza: estintolaments

QUALIFICACIÓ MÍNIMA SOLDADORS

EN 287-1 111 P BW w01 B H12 PF ss nb

Procés soldadura	T11 (soldadura amb arc amb electrode revestit)
Producte	P (Xapa)
Tipus de unió	BW (a topall)
Grups de material	w01 (acer estructural de gra fi)
Material aportat	B (revestiment bàsic)
Mides cupó de prova	112 (gruix de cupó de prova t=12mm)
Posicions de soldat	PF (vertical ascendent)
Detalls tipus de soldadura	ss (per un costat) nb (sense suport)

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA

UNIONS CARGOLADES

Acer de cargols, femelles i volanderes	
Classe	10.9
Límit elàstic (fy)	900 N/mm²
Tens. ruptura (fu)	1.000 N/mm²

UNIONS SOLDADES

MÈTODES DE SOLDADURA

En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063

ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE

Consumibles recomanats	
Bàsic	BO 2560 - A - E 35 1 B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 1 RB 1
Electrode revestit	E
Lím. elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10°C)

Composició química del metall de soldadura: Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0

Posició del soldat: 1 (admet totes les posicions de soldat)

ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA

PERFILS LAMINATS EN CALENT I XAPES

Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exterior)	S 275 JD
Norma	UNE-EN 10025
Gruix màx. xapes	45 mm

PERFILS TUBULARS ACABATS EN CALENT

Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm

CARACTERÍSTIQUES DE LS ACERS

Lím. elàstic (fy) t < 16	275 N/mm²
L. elàstic (fy) 16 < t < 40	265 N/mm²
L. elàstic (fy) 40 < t < 63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0.3

REVESTIMENT DE L'ELECTRODE

Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B

Només es podran utilitzar electrodes bàsics secs.

Bs electrodes bàsics només es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.

En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humíds o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodes secs.

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-40

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIONS ESTINTOLAMENT MUR EIX G
DETALLS UNIONS

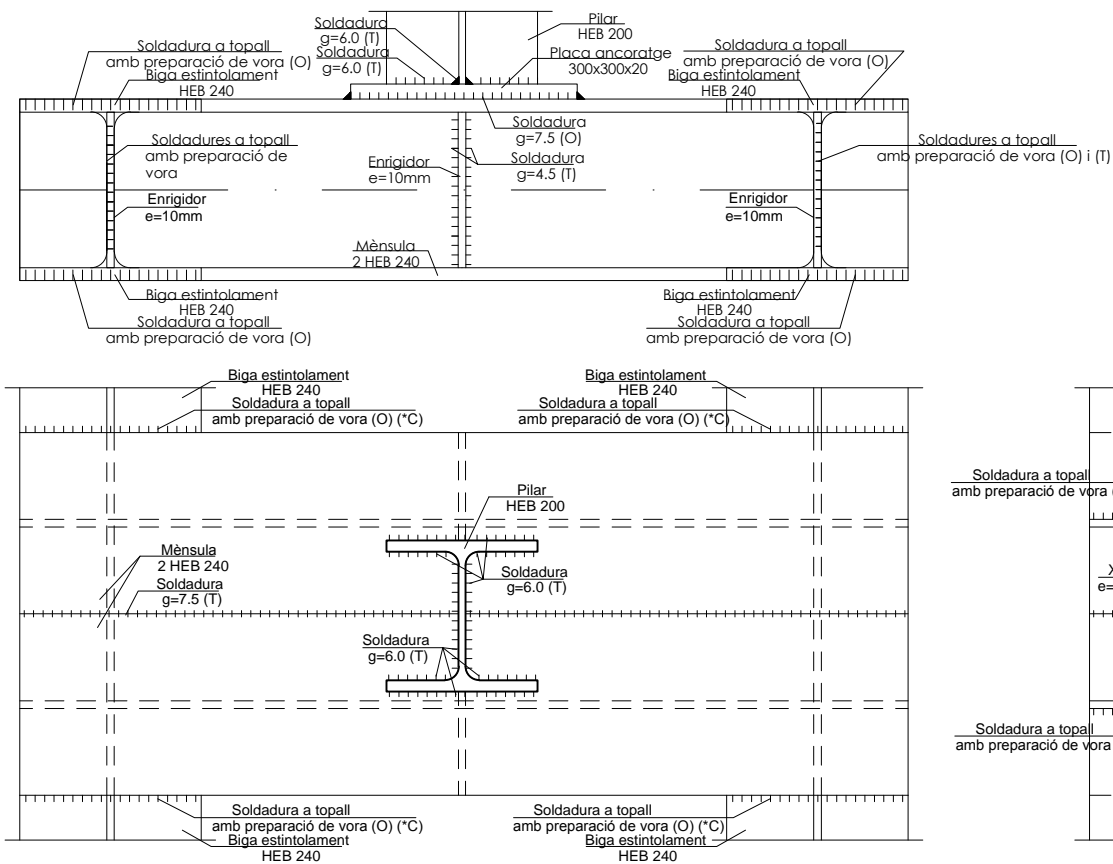
ESCALA:
1/10

DATA:
SETEMBRE 2018

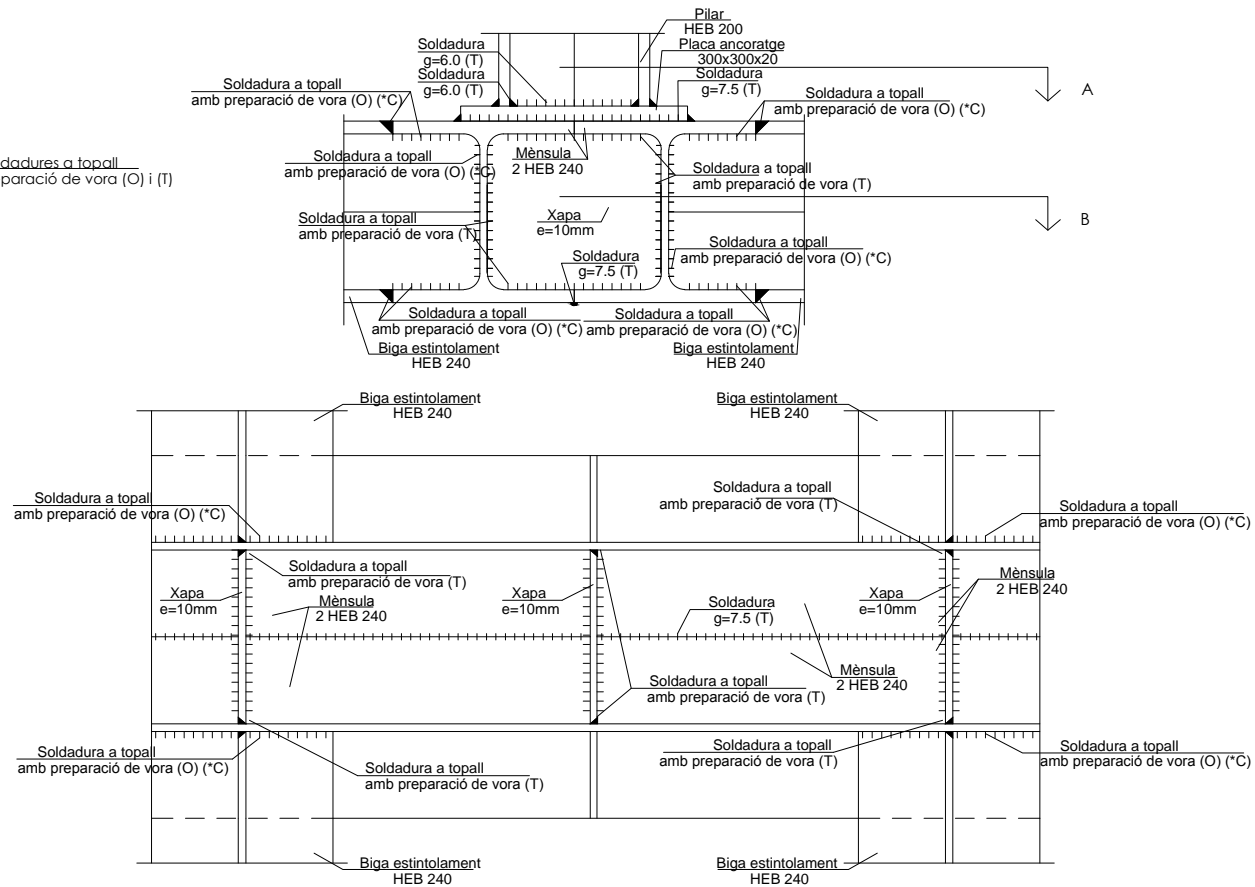
EXPEDIENT:
P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

UNIÓ 4:

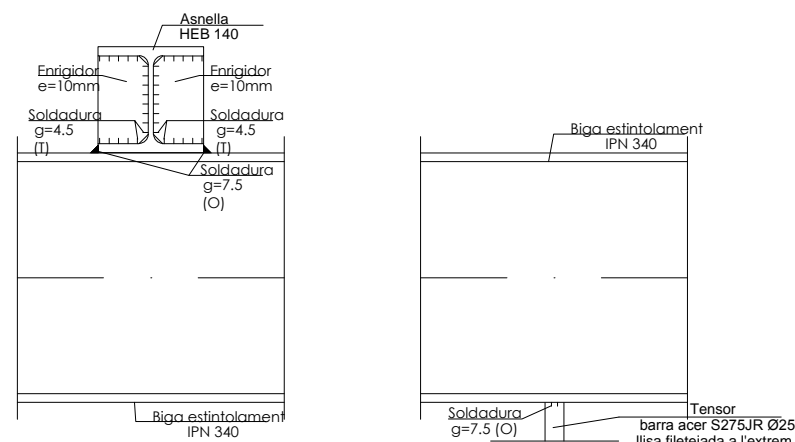
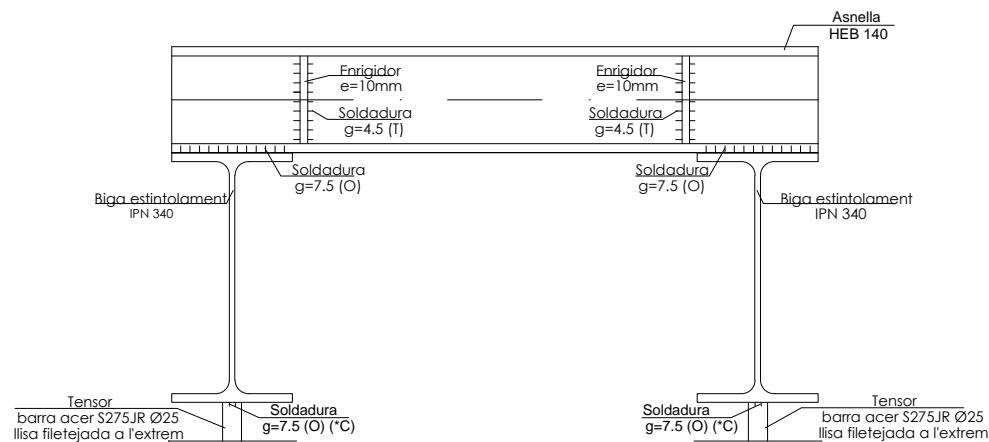


SECCIÓ A

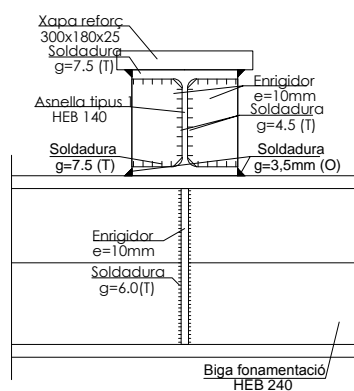
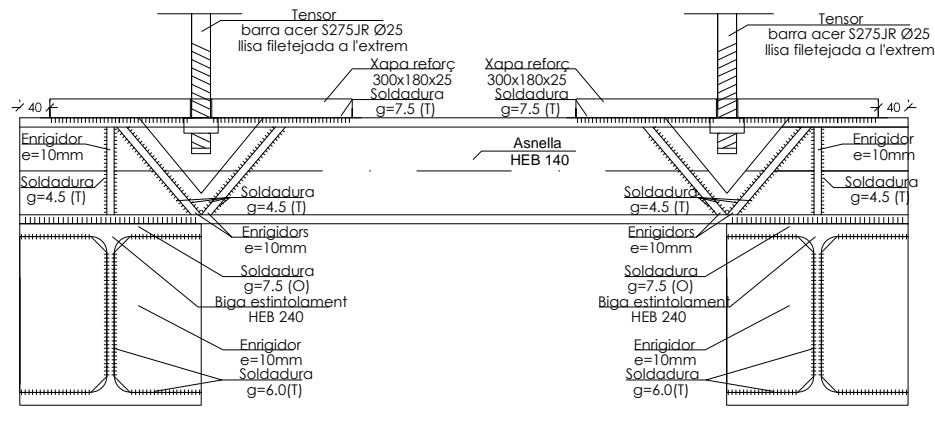


SECCIÓ B

UNIÓ 5:



UNIÓ 6:



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-41

PROJECTE:

PROJECTE
D'EXECUCIÓ DE
REFORMA
D'HABITATGE EXISTENT
SITUAT A C/ PI 3 A
BARCELONA
PROMOTOR:

JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIONS
ESTINTOLAMENT MUR
EIX G
DETALLS UNIONS

ESCALA:
1/10

DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

MASA
+ARQUITECTURA

DURABILITAT ACER: PINTAT	
Sistema de pintura proposat segons UNE-EN ISO 12944-5	
Classe d'exposició relativa a la corrosió atmosfèrica	C1 - Molta baixa
Durabilitat	(H) Alta, més de 15 anys
Número Sistema	A2D6
Impregnació	Ugant EP (epoxídica)
	Impregnació amb vari tipus de pigments anticorrosius (Msc.)
	1-2 capes ENFS 80 µm
Pintra	Ugant EP* (epoxídica)
	2-3 capes ENFS 160 µm
*Es pot substituir per ligant PUR (Poliuretà, aromàtic o alifàtic)	
Aquest sistema es pot substituir per un altre garantit pel fabricant de pintures per a una durabilitat igual o superior per aquest ambient.	
On s'utilitza: estintolaments	
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

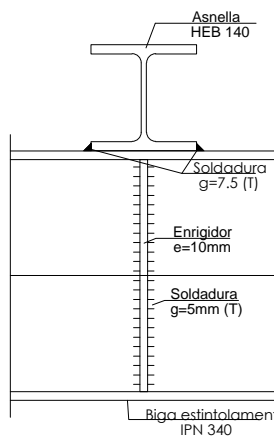
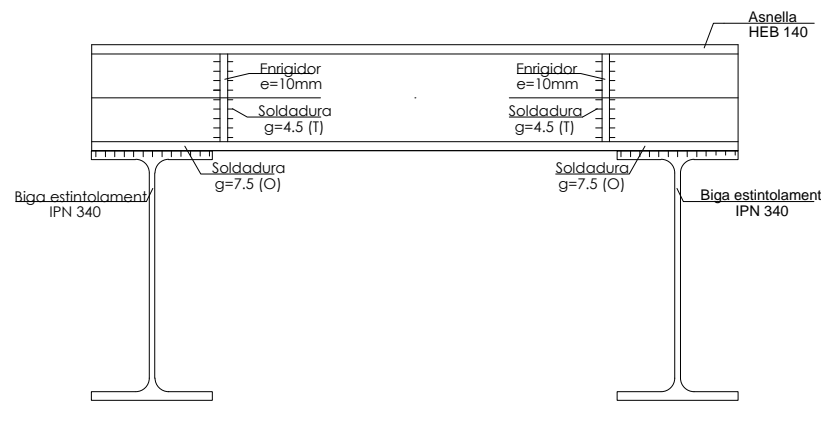
SOLDADURES	
Per tal de garantir la unió entre els diferents elements, les soldadures principals es realitzaran a taller (T) i les secundàries es podran realitzar a obra (a) amb un soldador. Aquelles soldadures importants que només es puguin realitzar a obra, hauran de passar un control (*C).	
MATERIALS I SISTEMES	

QUALIFICACIÓ MÍNIMA SOLDADORS	
EN 287-1 111 P BW w01 B H12 PF ss nb	
Procés soldadura	T11 (soldadura amb arc amb electrodre revestit)
Producte semi-acabdt	P (Xapa)
Tipus de unió	BW (a topall)
Grups de material	w01 (acers estructurals de gra fi)
Material apartat	B (revestiment bàsic)
Mides cupó de prova	112 (gruix de cupó de prova t=12mm)
Posicions de soldat	PF (vertical ascendent)
Detalls tipus de soldadura	ss (per un costat) nb (sense suport)
MATERIALS I SISTEMES	

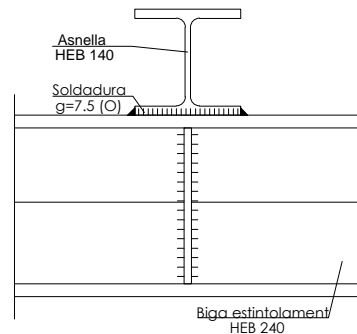
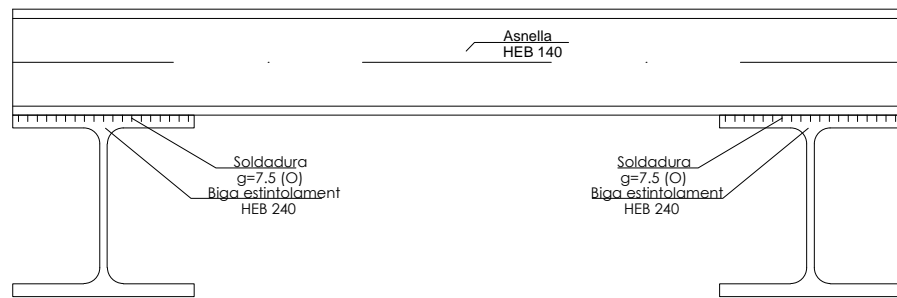
UNIONS ESTRUCTURA METÀLLICA	
UNIONS CARGOLADES	
Acer de cargols, femelles i volanderes	
Classe	10.9
Límit elàstic (fy)	900 N/mm²
Tens. ruptura (fu)	1.000 N/mm²
UNIONS SOLDADES	
MÈTODES DE SOLDADURA	
En obra	T (soldadura per arc amb electrodre revestit (SMAW))
En taller	Norma UNE-ISO 4063
ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE	
Consumibles recomanats	
Bàsic	BO 2560 - A - E 35 1 B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 1 RB 1
Electrodre revestit	E
Lím. elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10°C)
Composició química del metall de soldadura: Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0	
Posició del soldat	1 (admet totes les posicions de soldat)
REVESTIMENT DE L'ELECTRODE	
Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B
PERFILS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DE LS ACERS	
Lím. elàstic (fy) t < 16	275 N/mm²
L.elàstic (fy) 16 ≤ t < 40	265 N/mm²
L.elàstic (fy) 40 ≤ t < 63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0,3
MATERIALS I SISTEMES	

ACER ESTRUCTURA METÀLLICA	
PERFILS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exterior)	S 275 JD
Norma	UNE-EN 10025
Gruix màx. xapes	45 mm
PERFILS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DE LS ACERS	
Lím. elàstic (fy) t < 16	275 N/mm²
L.elàstic (fy) 16 ≤ t < 40	265 N/mm²
L.elàstic (fy) 40 ≤ t < 63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0,3
MATERIALS I SISTEMES	

UNIÓ 7:



UNIÓ 8:



SOLDADURES

Per tal de garantir la unió entre els diferents elements, les soldadures principals es realitzaran a taller (T) i les secundàries es podran realitzar a obra (a) amb un soldador. Aquelles soldadures importants que només es puguin realitzar a obra, hauran de passar un control (*c).

MATERIALS I SISTEMES

DURABILITAT ACER: PINTAT

Sistema de pintura proposat segons UNE-EN ISO 12944-5

Classe d'exposició relativa a la corrosió atmosfèrica	C1 - Molt baixa
Durabilitat	(H) Alta, més de 15 anys
Número Sistema	A2D6
Impregnació	Ugant EP (epoxídica) Impregnació amb vari tipus de pigments anticorrosius (Msc.) 1-2 capes ENFS 80 µm
Pintura	Ugant EP* (epoxídica) 2-3 capes ENFS 160 µm

*Es pot substituir per ligant PUR (Poliuretà, aromàtic o alifàtic)

Aquest sistema es pot substituir per un altre garantit pel fabricant de pintures per a una durabilitat igual o superior per aquest ambient.

On s'utilitza: estintolaments

MATERIALS I SISTEMES

QUALIFICACIÓ MÍNIMA SOLDADORS

EN 287-1	T11 (soldadura amb arc amb electrode revestit)
Procés soldadura	P (Xapa)
Producte	8W (a topall)
Tipus de unió	w01 (acer estructural de gra fi)
Grups de material	B (revestiment bàsic)
Material apartat	112 (gruix de cupó de prova t = 12 mm)
Mides cupó de prova	PF (verificació ascendent)
Posicions de soldat	ns (per un costat) nb (sense suport)
Detalls tipus de soldadura	

MATERIALS I SISTEMES

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA

UNIONS CARGOLADES

Acer de cargols, femelles i volanderes	10.9
Classe	900 N/mm ²
Límit elàstic (fy)	1.000 N/mm ²
Tens. ruptura (fu)	

UNIONS SOLDADES

MÈTODES DE SOLDADURA

En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063

ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE

Bàsic	BO 2560 - A - E 35 T B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 T RB 1

Electrode revestit

E	
Límit elàstic	35 N/mm ²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10° C)

Composició química del metall de soldadura: Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0

Posició del soldat: 1 (admet totes les posicions de soldat)

REVESTIMENT DE L'ELECTRODE

Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B

Només es podran utilitzar electrodes bàsics secs.

Bs electrodes bàsics només es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.

En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humíds o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodes secs.

MATERIALS I SISTEMES

ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA

PERFILLS LAMINATS EN CALENT I XAPES

Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exterior)	S 275 JD
Norma	UNE-EN 10025
Gruix màx. xapes	45 mm

PERFILLS TUBULARS ACABATS EN CALENT

Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm

CARACTERÍSTIQUES DELS ACERS

Límit elàstic (fy) t < 16	275 N/mm ²
L elàstic (fy) 16 < t < 40	265 N/mm ²
L elàstic (fy) 40 < t < 63	255 N/mm ²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm ²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm ²
Mòdul Poisson	0.3

MATERIALS I SISTEMES

UNIONS CARGOLADES

Acer de cargols, femelles i volanderes	10.9
Classe	900 N/mm ²
Límit elàstic (fy)	1.000 N/mm ²
Tens. ruptura (fu)	

UNIONS SOLDADES

MÈTODES DE SOLDADURA

En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063

ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE

Bàsic	BO 2560 - A - E 35 T B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 T RB 1

Electrode revestit

E	
Límit elàstic	35 N/mm ²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10° C)

Composició química del metall de soldadura: Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0

Posició del soldat: 1 (admet totes les posicions de soldat)

REVESTIMENT DE L'ELECTRODE

Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B

Només es podran utilitzar electrodes bàsics secs.

Bs electrodes bàsics només es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.

En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humíds o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodes secs.

MATERIALS I SISTEMES

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-42

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA

PROMOTOR: JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL: ACTUACIONS ESTINTOLAMENT MUR EIX G DETALLS UNIONS

ESCALA: 1/10

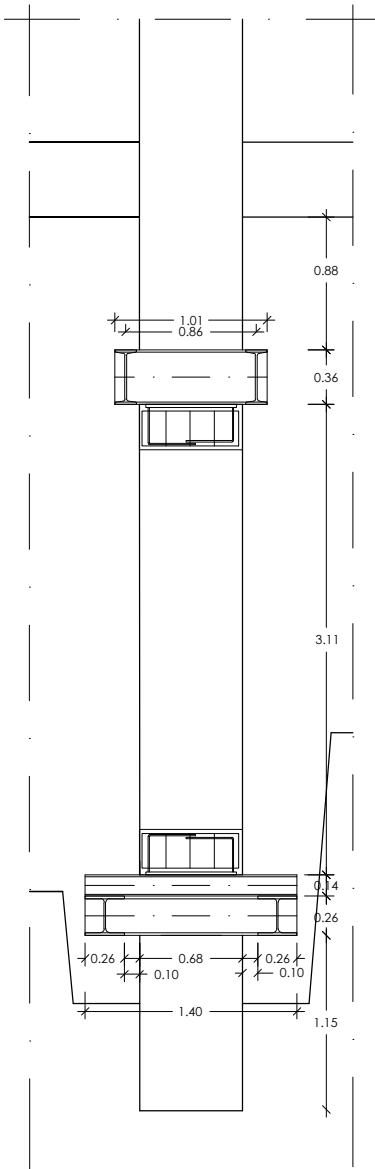
DATA: SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

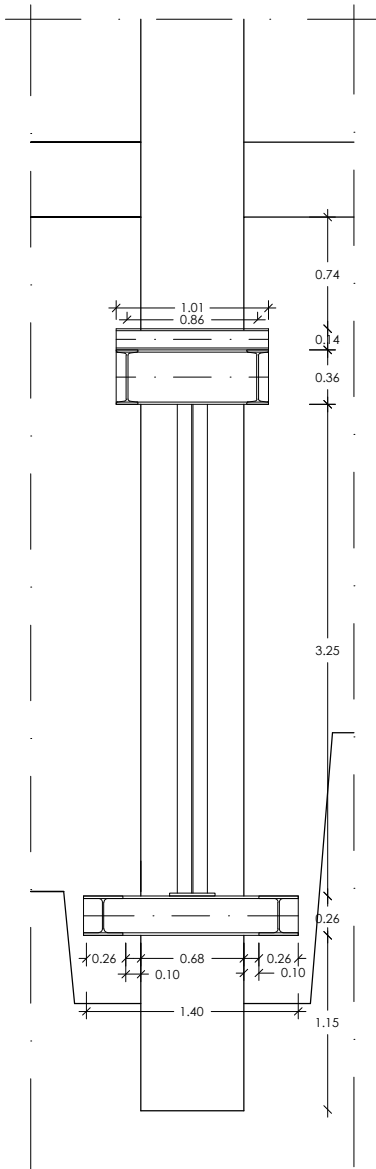
P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

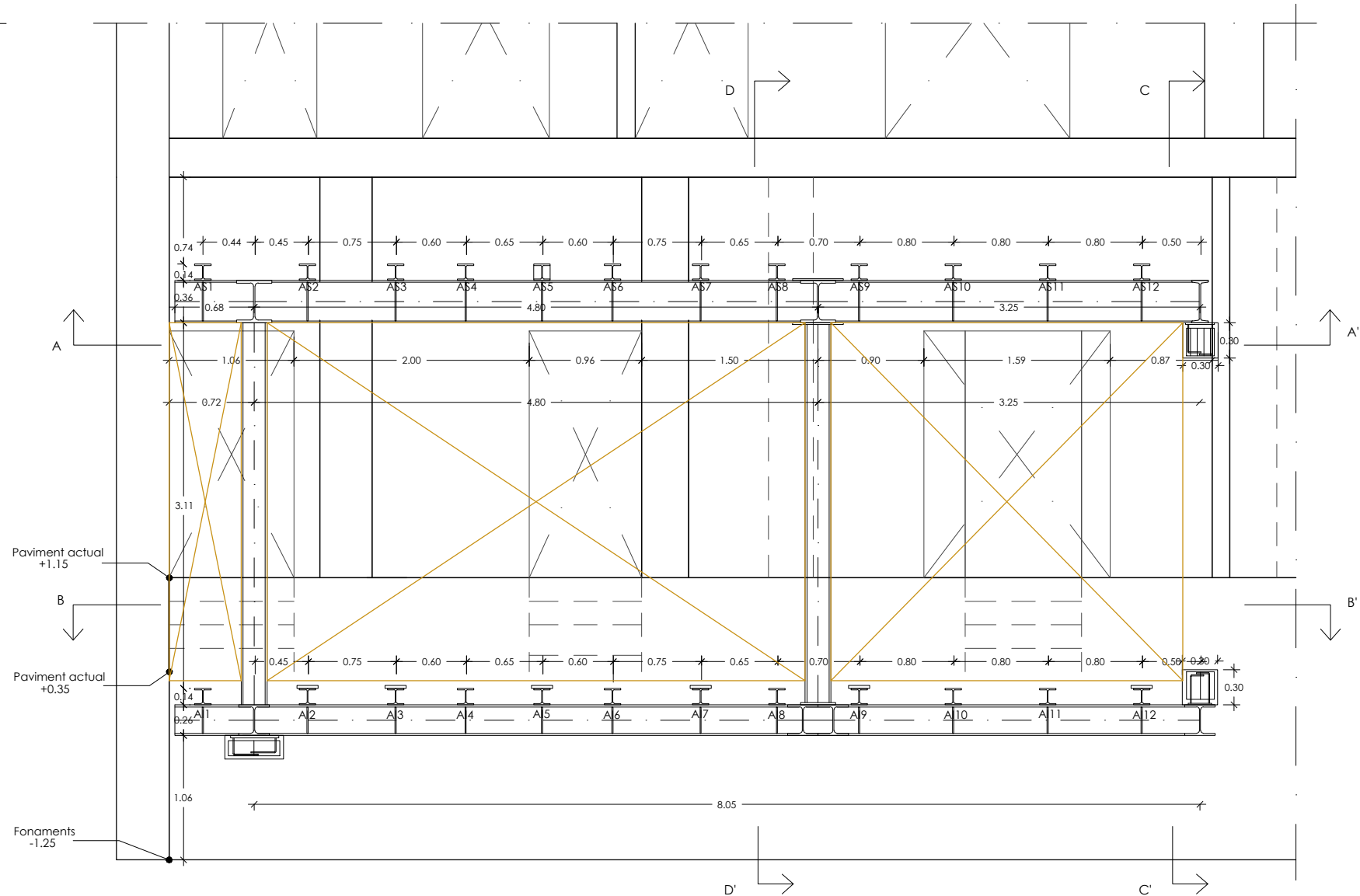
SECCIÓ C-C'



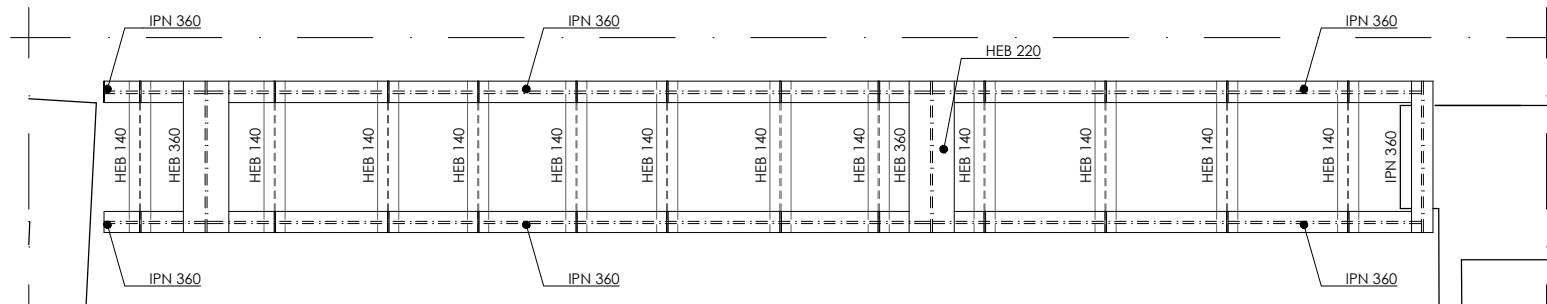
SECCIÓ D-D'



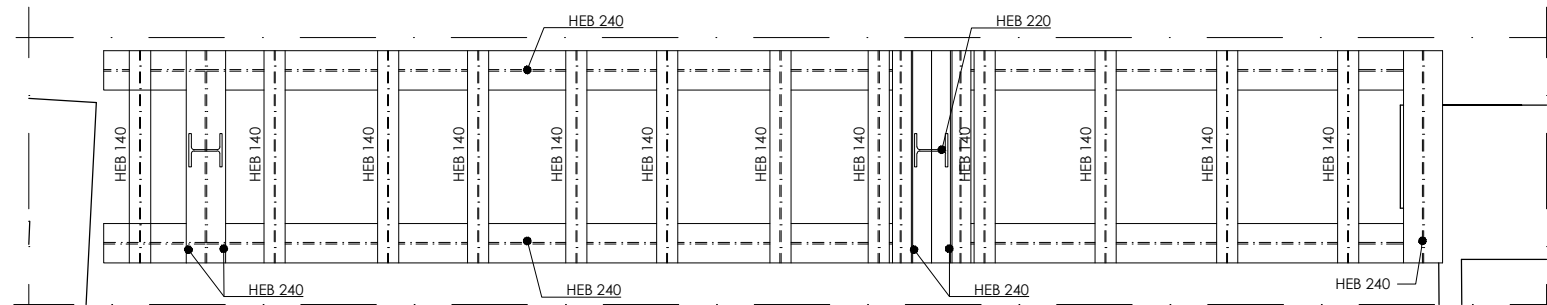
ALÇAT MUR I



PLANTA A-A'



PLANTA B-B'



NOTA

1. Aquests plànols no són vàlids per a fabricació, les dimensions dels perfils metàl·lics dependran del replanteig fet a obra.
2. CALDRÀ EL VIST I PLAU DE LA DIRECCIÓ FACULTATIVA ABANS DE PROCEDIR A LA PRODUCCIÓ EN TALLER.

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-43

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:

JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I REPLANTEIG

ESCALA:

1/50

DATA:

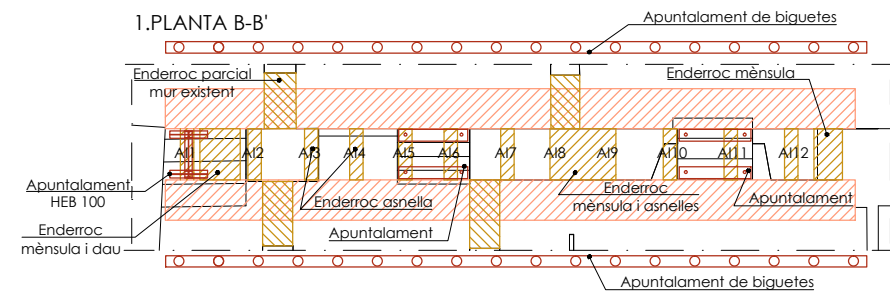
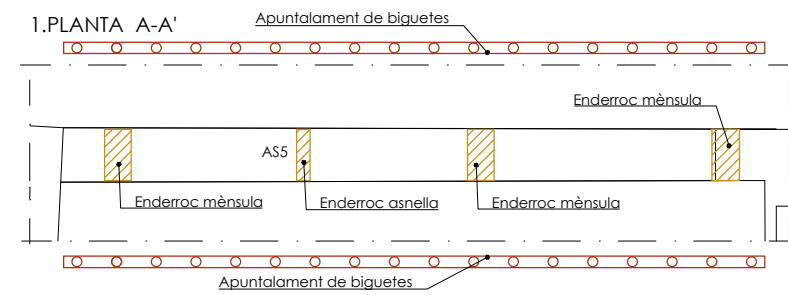
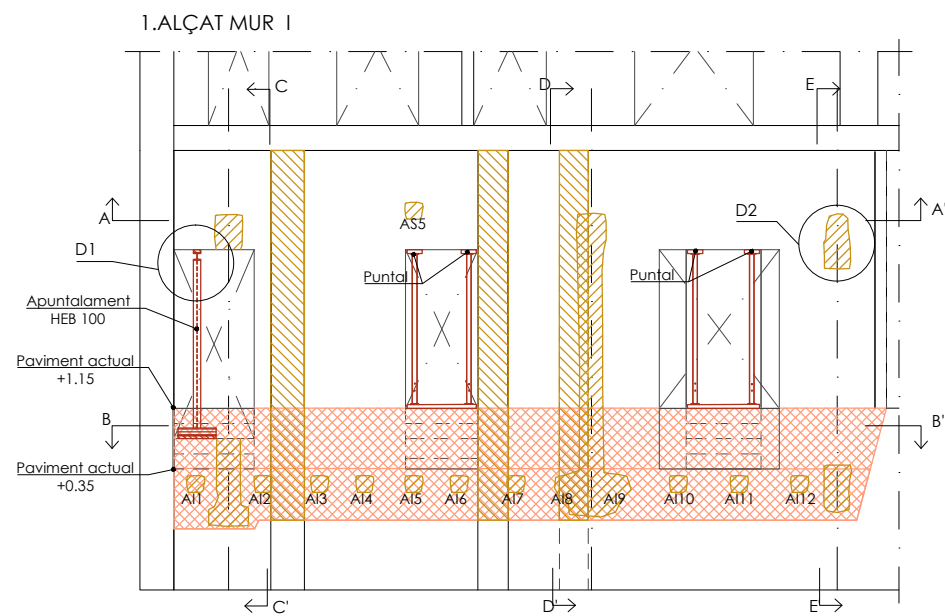
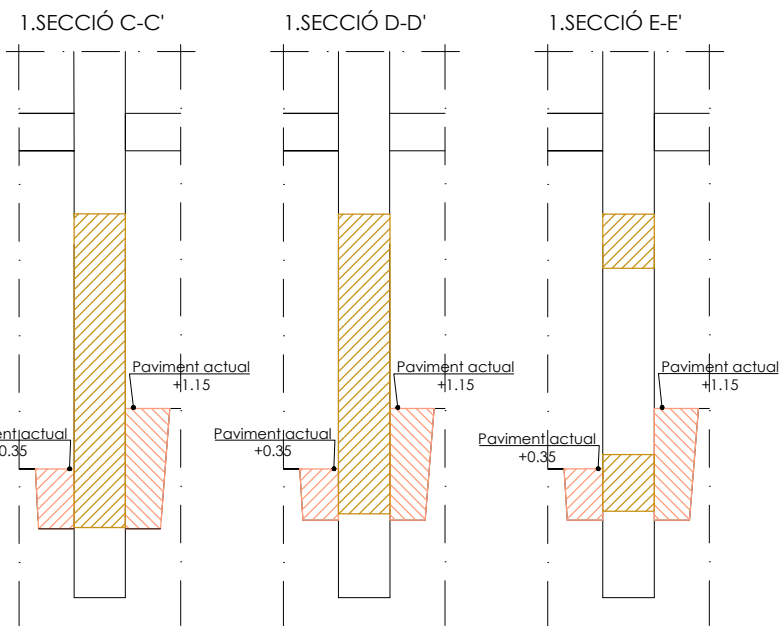
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

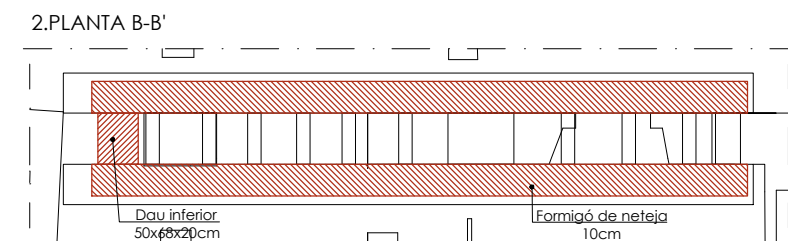
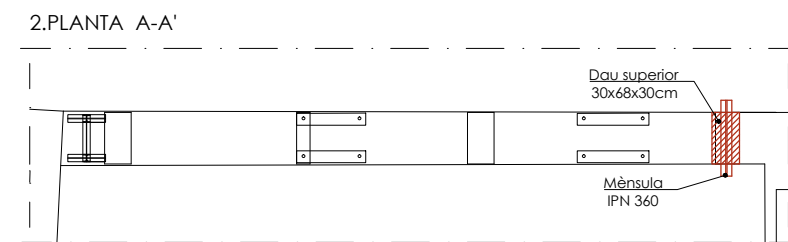
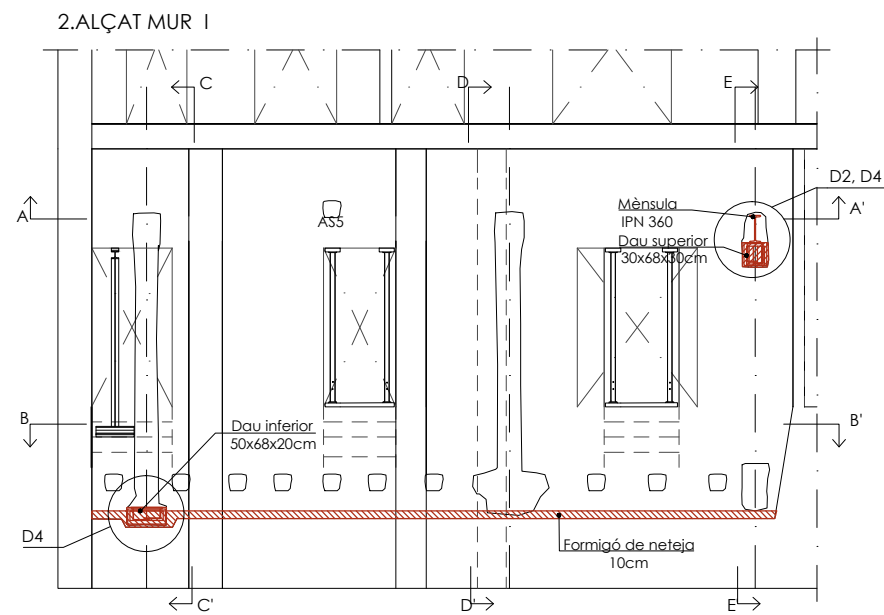
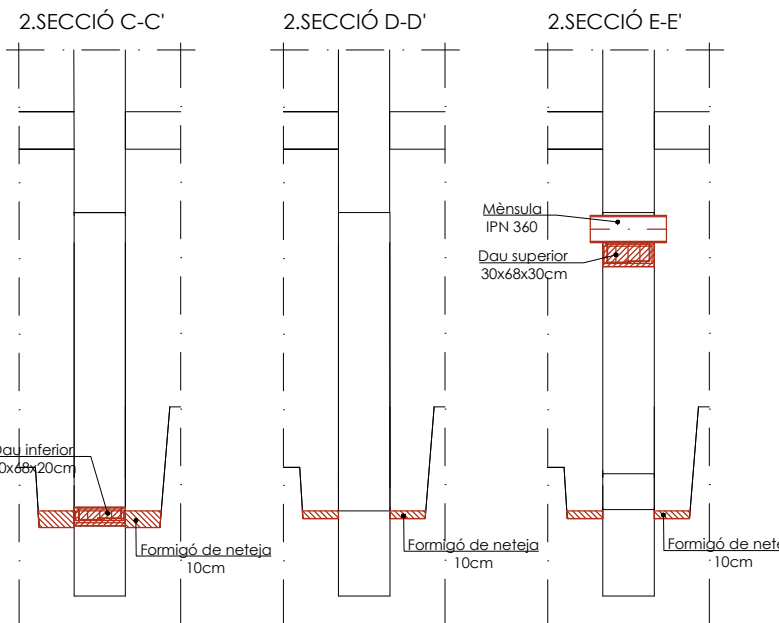
M A S A
+ARQUITECTURA

FASE 1:



- 1a. ENDERROC DE PAVIMENTS, ENVANS I SOLERES EXISTENTS
- 1b. REBAIX DE TERRENY FINS A COTA DE NOU PAVIMENT
- 1c. EXCAVACIÓ DE TERRES AMB MITJANS MANUALS PER A NOVA FONAMENTACIÓ
- 1d. APUNTALAMENT DE TOTES LES BIGUETES
- 1e. APUNTALAMENT DE FORATS DE PAS
- 1f. ENDERROCS PUNTUALS PER A DAUS, PILARS I ASNEL·LES
- 1g. TALL DELS MURS I ENVANS QUE ARRIBEN AL MUR PER DESCONNECTAR-LOS I EVITAR QUE ELS AFECTI LA PREFLEXIÓ

FASE 2:



- 2a. CAPA DE FORMIGÓ DE NETEJA A LA BASE DE L'EXCAVACIÓ
- 2b. DISPOSICIÓ D'ARMAT I PLACA D'ANCORATGE DEL DAU SUPERIOR. DISPOSICIÓ D'ARMAT DEL DAU INFERIOR.
- 2c. ABOCAT DE MORTER SENSE RETRACCIÓ ALS DAUS SUPERIORS I INFERIOR
- 2d. DISPOSICIÓ DE LA MÈNSULA SUPERIOR I EXECUCIÓ DE SOLDADURA A LA PLACA D'ANCORATGE

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-44

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I
PROCÉS CONSTRUCTIU
ESCALA:
1/100

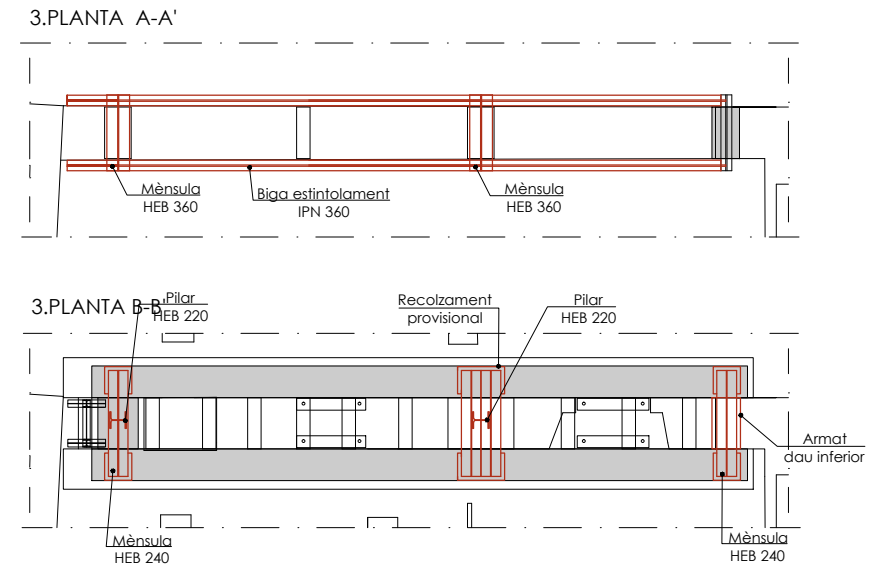
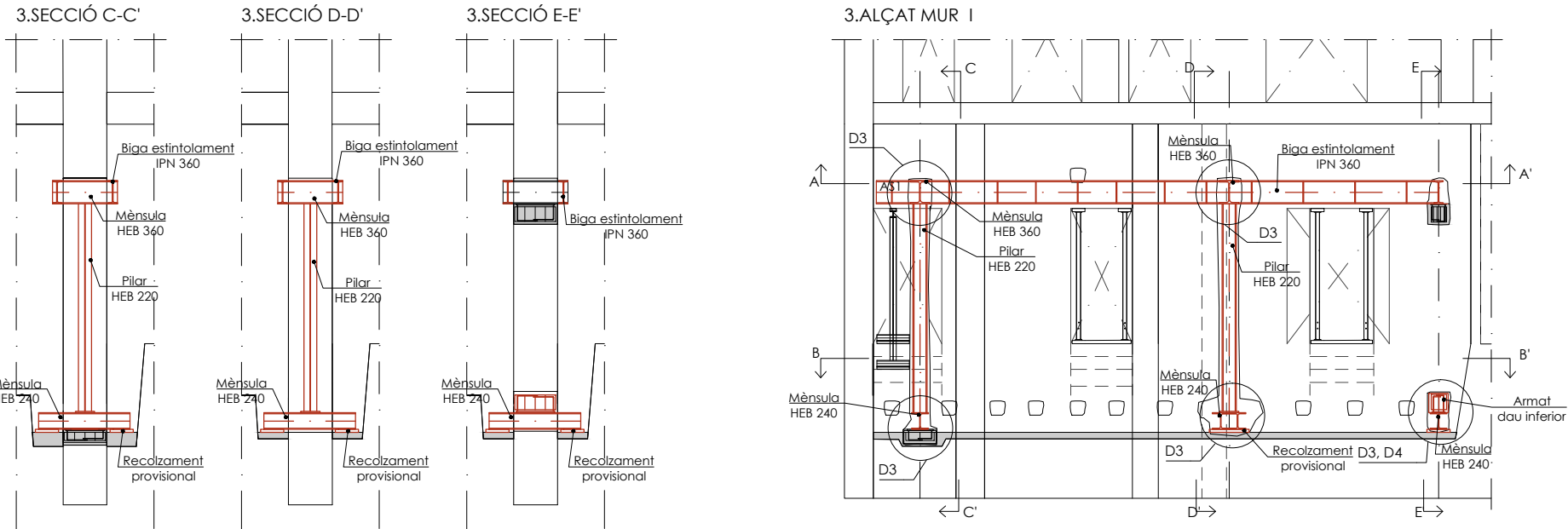
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

FASE 3:



3a. RECOLZAMENTS PROVISIONALS PER CONJUNT MÈNSULA/PILAR/MÈNSULA

3b. DISPOSICIÓ DE CONJUNT MÈNSULA INFERIOR/PILAR/MÈNSULA SUPERIOR SOBRE ELS RECOLZAMENTS PROVISIONALS.

LA MÈNSULA INFERIOR NO HA D'ESTAR EN CONTACTE AMB EL FONAMENT EXISTENT, S'ATACONARÀ AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ EN UNA FASE POSTERIOR

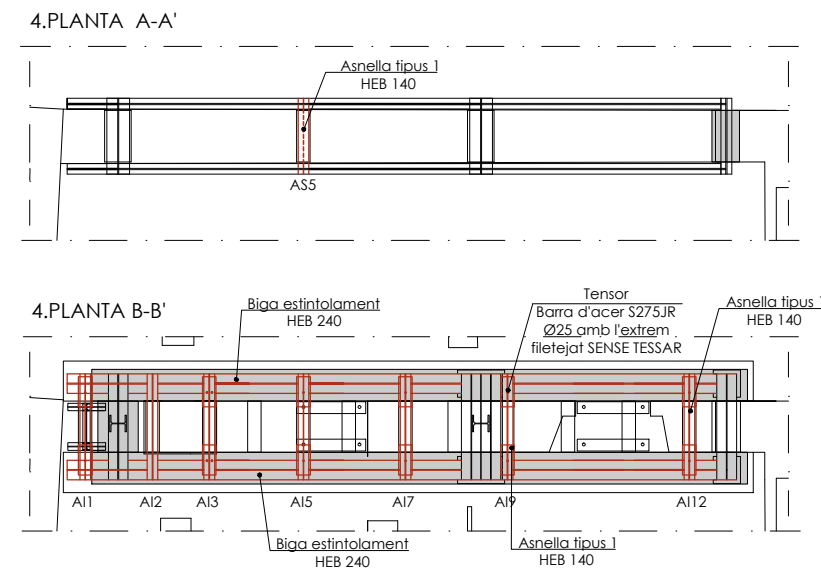
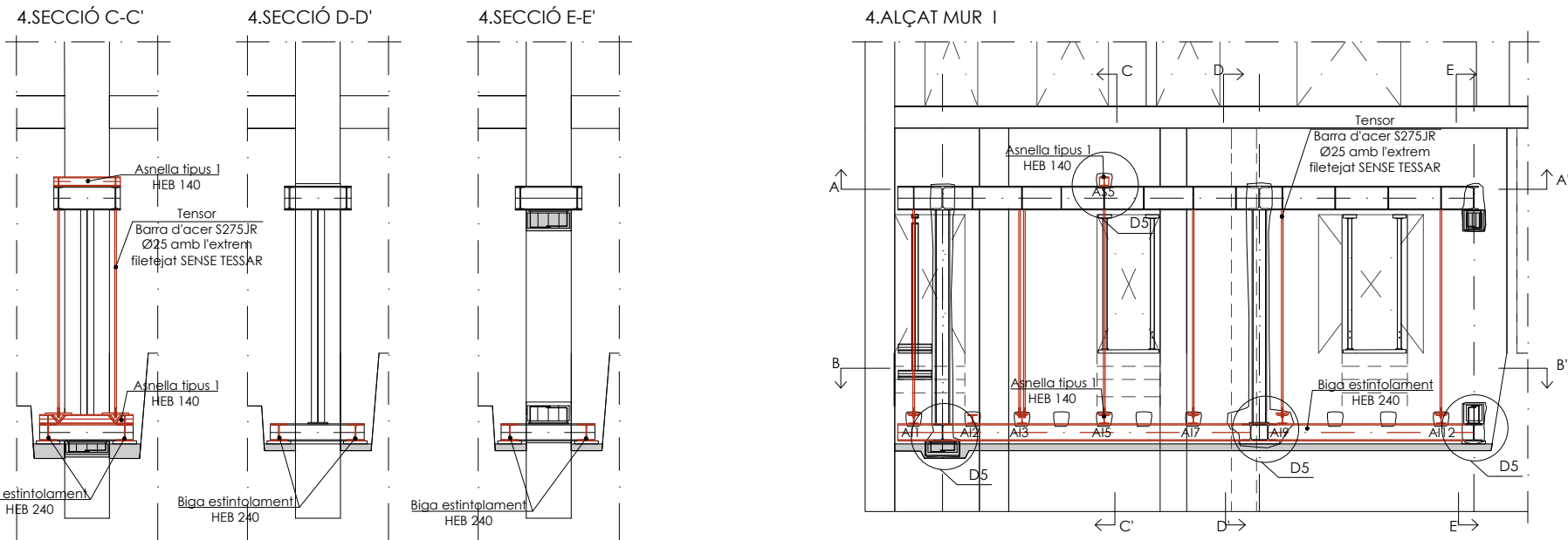
3c. REVISIÓ DEL REPLANTEIG PER ASSEGURAR LA PERFECTA ALINEACIÓ DE LES MÈNSULES SUPERIORS, AMB RECTIFICACIÓ DE POSICIÓ DEL CONJUNT MÈNSULA/PILAR/MÈNSULES SI ES NECESSARI

3d. DISPOSICIÓ DE LES BIGUES D'ESTINTOLAMENT SUPERIORS I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES MÈNSULES

3e. EXECUCIÓ DEL REFORÇ CENTRAL D'ENCASTAMENT A LES BIGUES D'ESTINTOLAMENT SUPERIORS

3f. SOLDADURA DE BIGA D'ESTINTOLAMENT A MÈNSULES SUPERIORS

FASE 4:



4a. RECOLZAMENTS PROVISIONALS PER BIGUES INFERIORS

4b. DISPOSICIÓ DE LES BIGUES INFERIORS I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES MÈNSULES INFERIORS

4c. EXECUCIÓ DEL REFORÇ CENTRAL D'ENCASTAMENT A LES BIGUES INFERIORS

4d. DISPOSICIÓ DE LES ASNELLES INDICADES I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES
NO S'HA D'EXECUTAR CAP TIPUS D'ATACONAT O FALCAT

4e. DISPOSICIÓ DE LES BARRES D'ACER. **NO S'HA DE REALITZAR CAP TESAT EN AQUESTA FASE**

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-45

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I
PROCÉS CONSTRUCTIU
ESCALA:
1/100

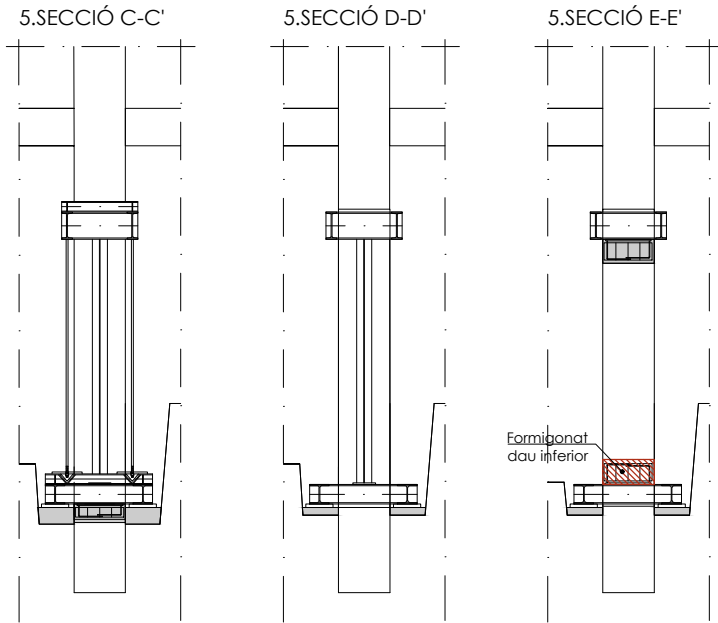
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

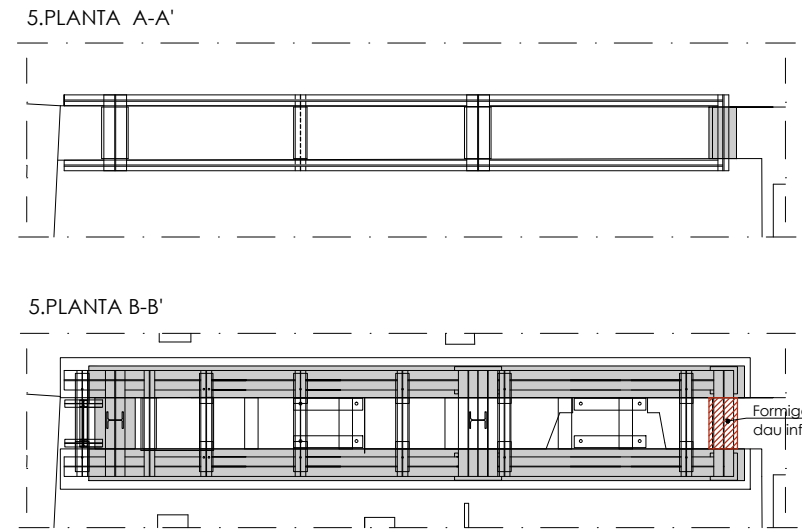
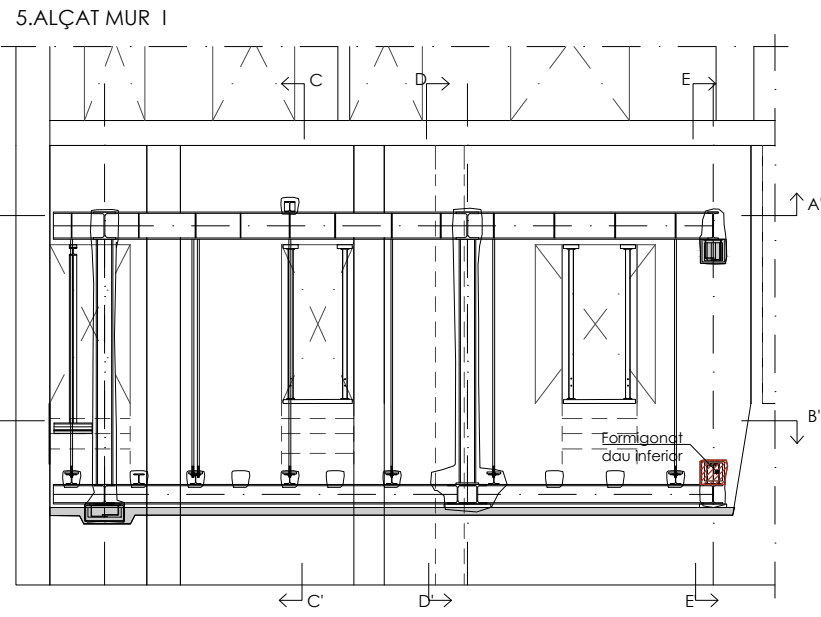
P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

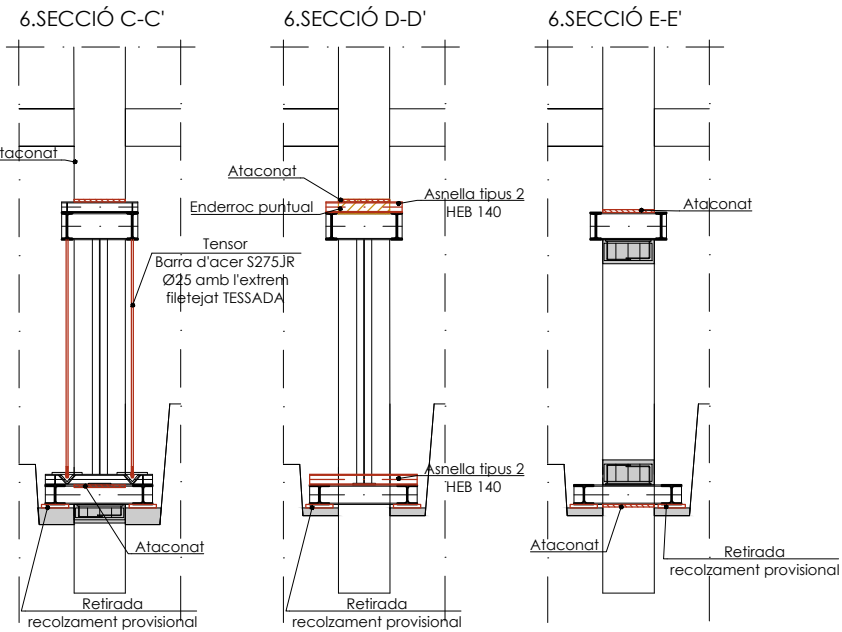
FASE 5:



5a. ABOCAT DE MORTER SENSE RETRACCIÓ AL DAU INFERIOR
5b. INSTRUMENTACIÓ DELS TENSORS PER AL CONTROL DE LA TENSIÓ

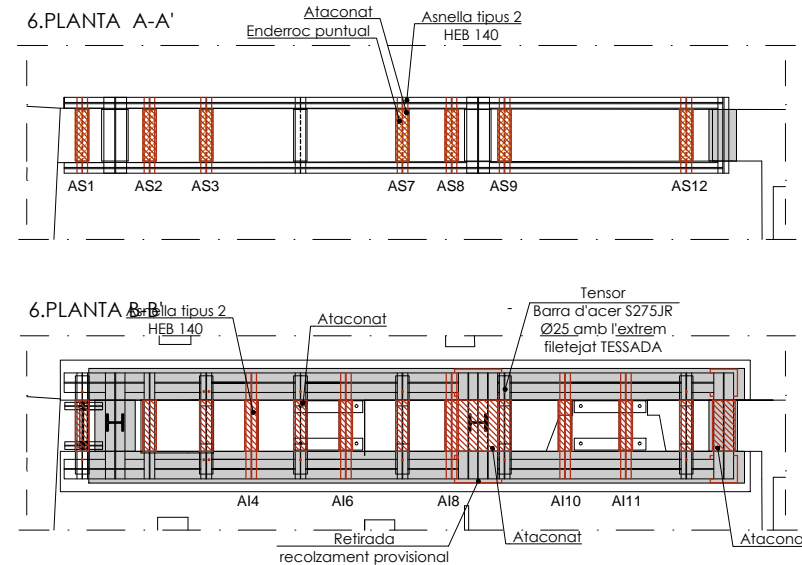
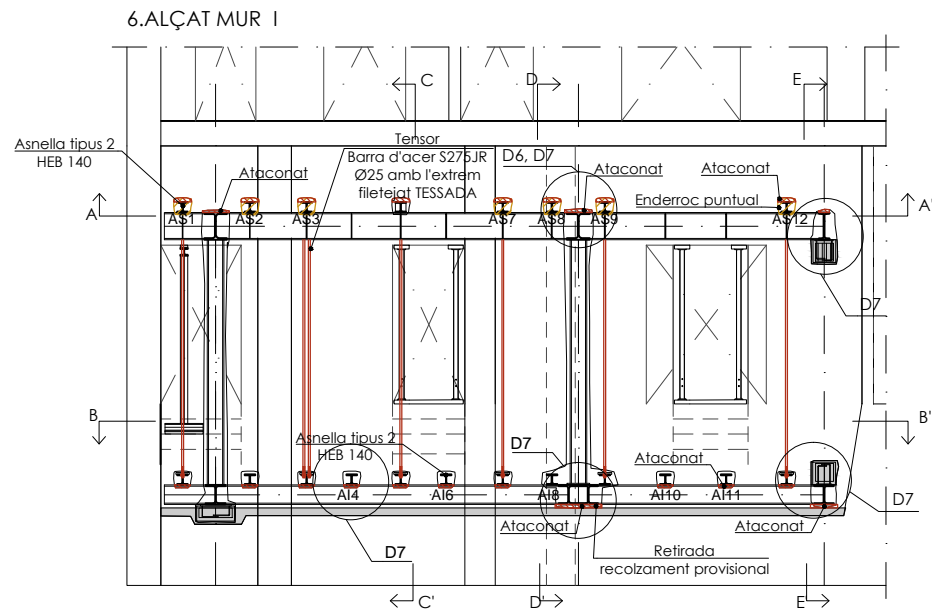


FASE 6:



6a. TESAT DE LES BARRES D'ACER, USANT CLAU DINAMOMÈTICA, SEGONS L'ORDRE I TENSIÓ INDICADES AL PLÀNOL DEL PLA DE TESAT
6b. RETIRADA DELS RECOLZAMENTS PROVISIONALS DE LES BIGUES INFERIORS
6c. ATACONAT DE LES MÈNSULES INFERIORS (LATERALS I CENTRAL) CONTRA EL FONAMENT ORIGINAL AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ (PRÈVIA EXECUCIÓ DE L'ENCOFRAT LATERAL CORRESPONENT)
6d. ATACONATAMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ DE MÈNSULES SUPERIORS
6e. ENDERROCS PUNTUALS AL MUR PER A ASNELLES INDICADES (SUPERIORS I INFERIORS)
6f. DISPOSICIÓ D'ASNELLES INFERIORS I SUPERIORS INDICADES I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES
6g. ATACONAT AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ DE LES ASNELLES

NOTA: LA DISPOSICIÓ D'ASNELLES (PASOS 6e-6f-6g) ES REALITZARÀ DE FORMA ALTERNATIVA. AIXÒ IMPLICA QUE ES COMPLETARAN TOTALMENT ELS TREBALLS PER A CADA ASNELLA ABANS DE REALITZAR ELS DE LA SEGÜENT.



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT nº 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-46

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I
PROCÉS CONSTRUCTIU
ESCALA:
1/100

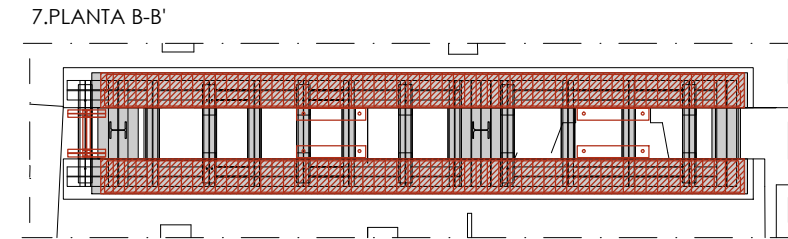
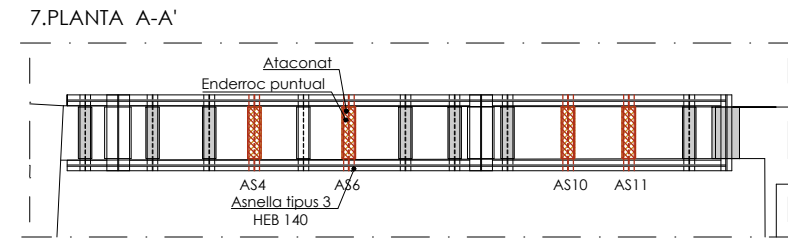
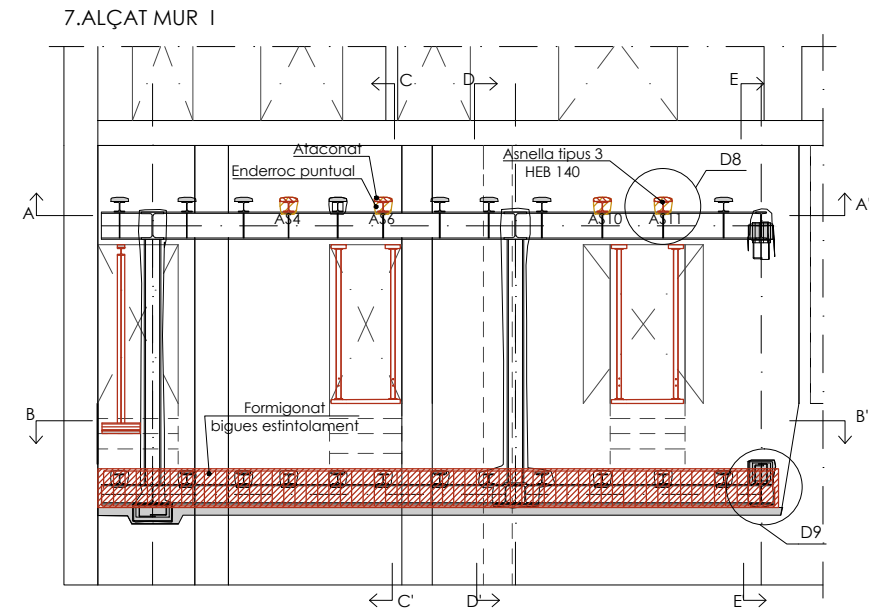
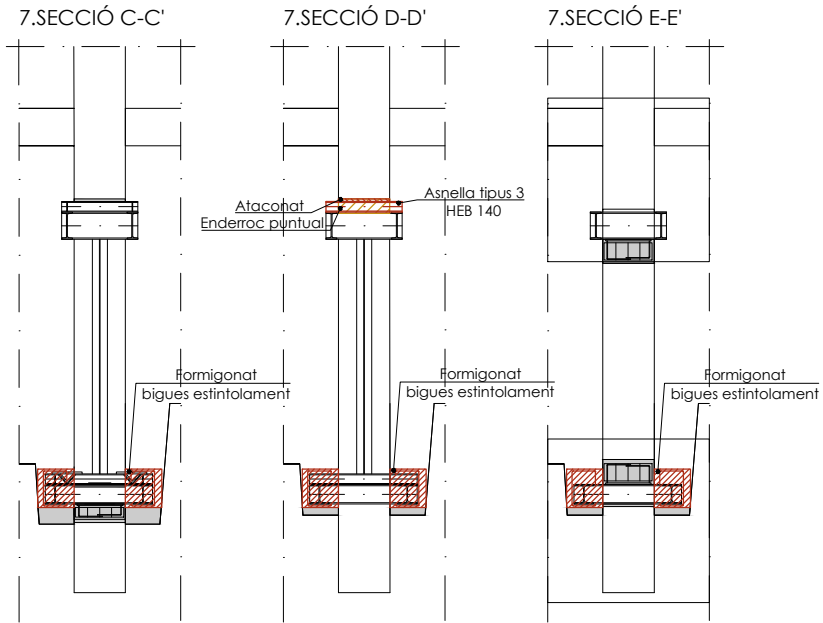
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

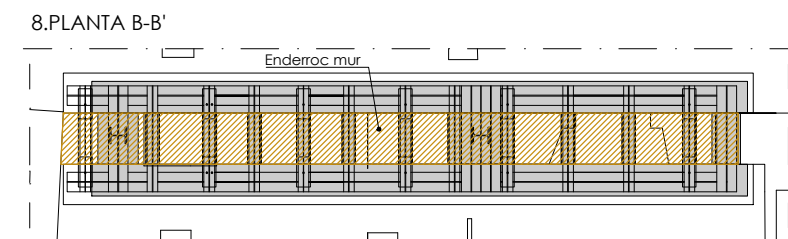
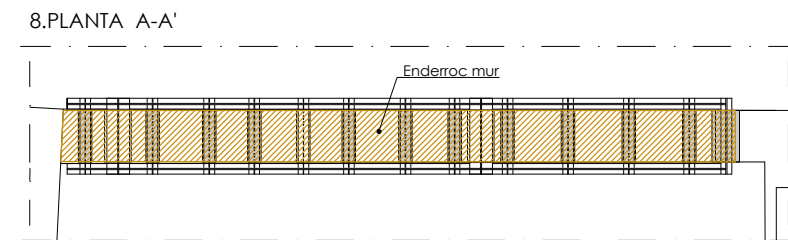
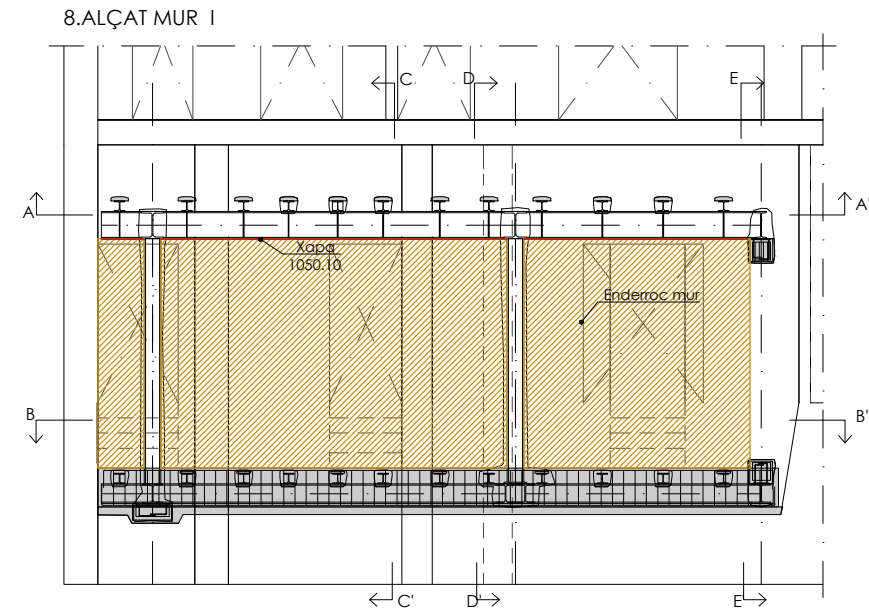
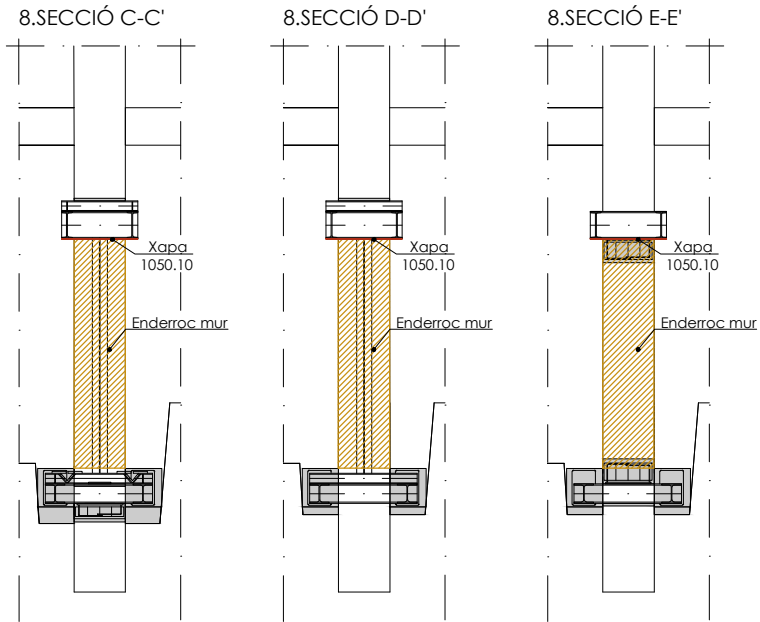
M A S A
+ARQUITECTURA

FASE 7:



- 7a. DESTESAT DE LES BARRES D'ACER SEGUINT EN ORDRE INVERS L'ORDRE INDICAT AL PLA DE TESAT
- 7b. RECIMBRAT D'APUNTALAMENT DE BIGUETES
- 7c. TALL I RETIRADA DE LES BARRES ROSCADES
- 7d. ENDERROCS PUNTUALS AL MUR PER A ASNELLES INDICADES SUPERIORS
- 7e. DISPOSICIÓ D'ASNELLES INDICADES SUPERIOR I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES
- 7f. ATACONAT DE LES ASNELLES INDICADES AMB MORTER FLUID SENSE RETRACCIÓ
- 7g. ELIMINACIÓ D'APUNTALAMENT DE BIGUETES
- 7h. ENCOFRAT DE LES BIGUES DE FORMIGÓ INFERIORS I COL·LOCACIÓ D'ARMAT
- 7i. ABOCAT DE FORMIGÓ A LES BIGUES INFERIORS (PROTECCIÓ DE BIGUES METÀL·LIQUES)

FASE 8:



- 8a. ENDERROC DE MUR
- 8b. DISPOSICIÓ DE XAPA INFERIOR DE REMAT I EXECUCIÓ DE SOLDADURES A LES BIGUES D'ESTINTOLAMENT

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-47

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:
ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I
PROCÉS CONSTRUCTIU
ESCALA:
1/100

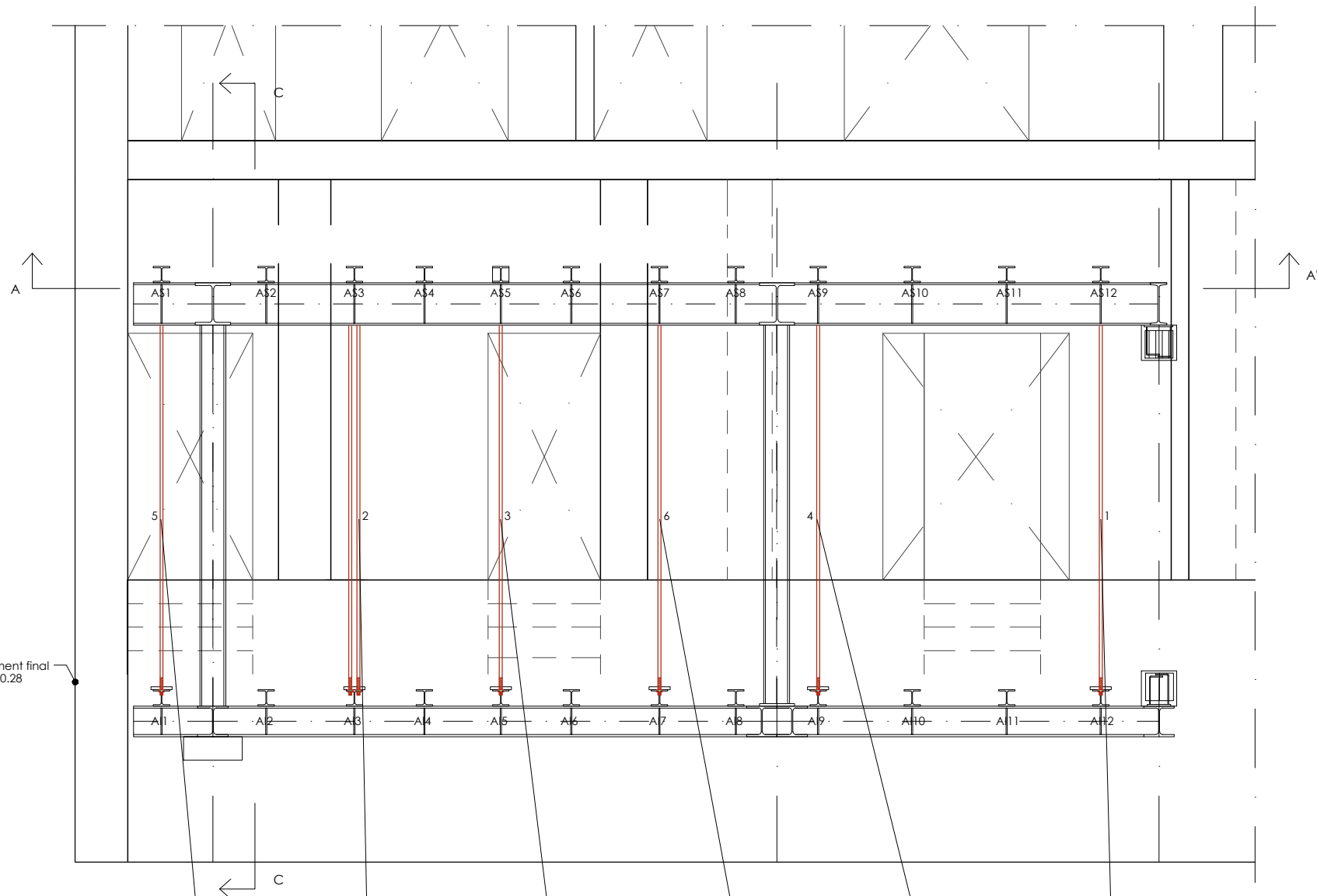
DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

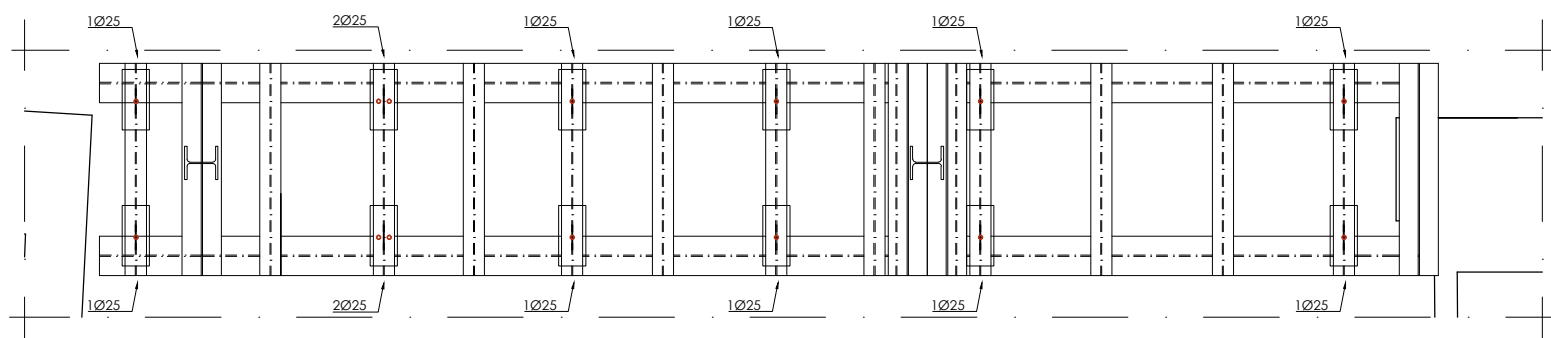
M A S A
+ARQUITECTURA

ALÇAT MUR I



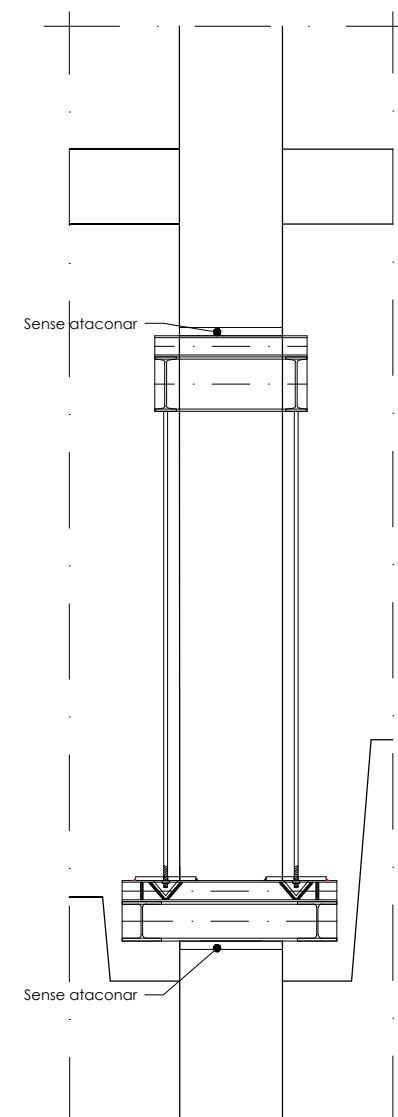
Ordre de tesat: 5	Ordre de tesat: 2	Ordre de tesat: 3	Ordre de tesat: 6	Ordre de tesat: 4	Ordre de tesat: 1
Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25	Diàmetre de barres, Ø: 25
Número de barres: 2	Número de barres: 4	Número de barres: 2	Número de barres: 2	Número de barres: 2	Número de barres: 2
Força inicial de tesat: 44,25 kN/barra	Força inicial de tesat: 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat: 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat: 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat: 88,5 kN/barra	Força inicial de tesat: 88,5 kN/barra
Força total inicial de tesat, R_t : 88,51 kN	Força total inicial de tesat, R_t : 354 kN	Força total inicial de tesat, R_t : 177 kN	Força total inicial de tesat, R_t : 177 kN	Força total inicial de tesat, R_t : 177 kN	Força total inicial de tesat, R_t : 177 kN
Força total final de tesat, R_t : 100 kN	Força total final de tesat, R_t : 230 kN	Força total final de tesat, R_t : 184 kN	Força total final de tesat, R_t : 177 kN	Força total final de tesat, R_t : 168 kN	Força total final de tesat, R_t : 217 kN
Tensió a la barra inicial, σ_t : 90 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_t : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_t : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_t : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_t : 180 MPa	Tensió a la barra inicial, σ_t : 180 MPa
Tensió a la barra final, σ_t : 102 MPa	Tensió a la barra final, σ_t : 117 MPa	Tensió a la barra final, σ_t : 187 MPa	Tensió a la barra final, σ_t : 180 MPa	Tensió a la barra final, σ_t : 171 MPa	Tensió a la barra final, σ_t : 221 MPa
Recorregut de la rosca: 3,9 mm	Recorregut de la rosca: 14,7 mm	Recorregut de la rosca: 11,8 mm	Recorregut de la rosca: 4,6 mm	Recorregut de la rosca: 4,1 mm	Recorregut de la rosca: 4,3 mm

SECCIÓ A-A'

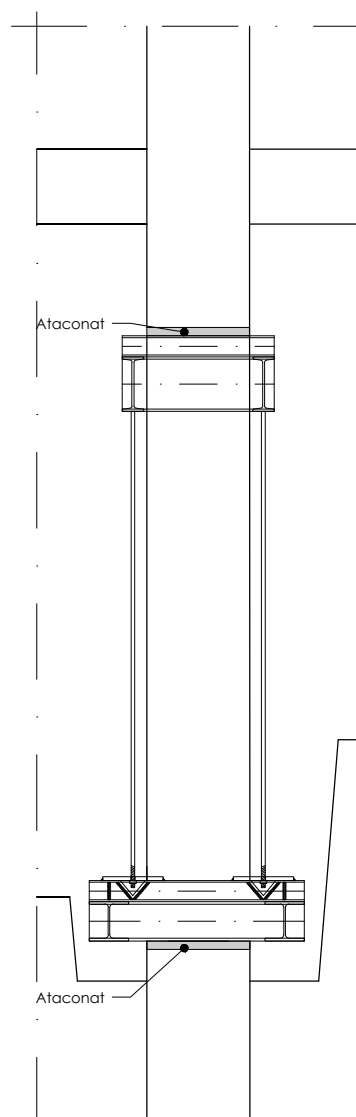


Barres de tesat: barra llisa d'acer S275JR amb l'extrem filetejat

SECCIÓ ABANS DEL TESAT



SECCIÓ DESPRÉS DEL TESAT



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-48

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA

PROMOTOR: JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I

PLA DE TESAT

ESCALA:

1/50

DATA:

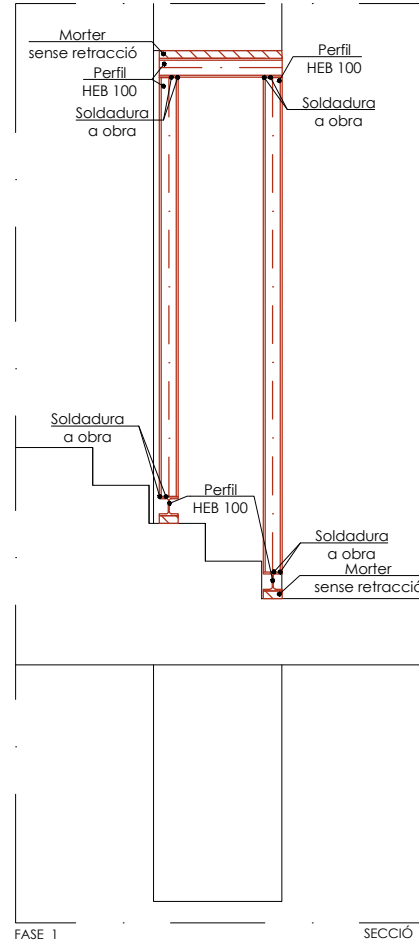
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

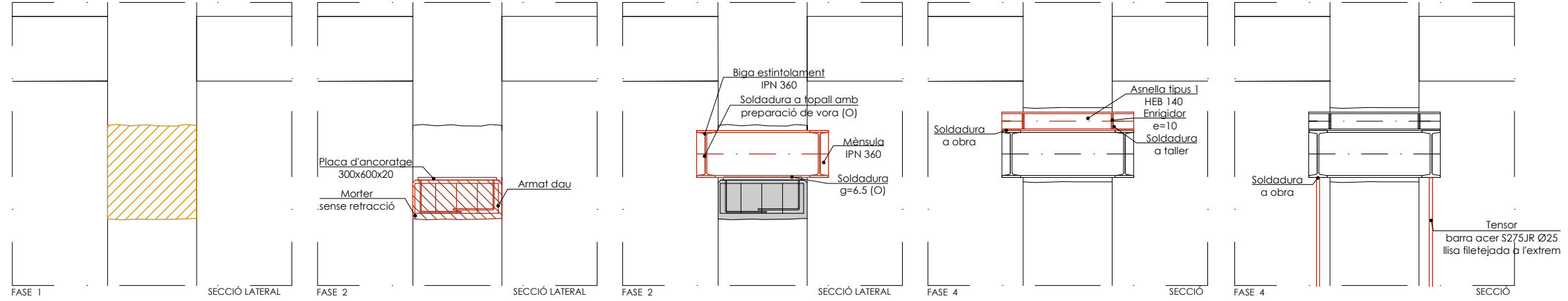
P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

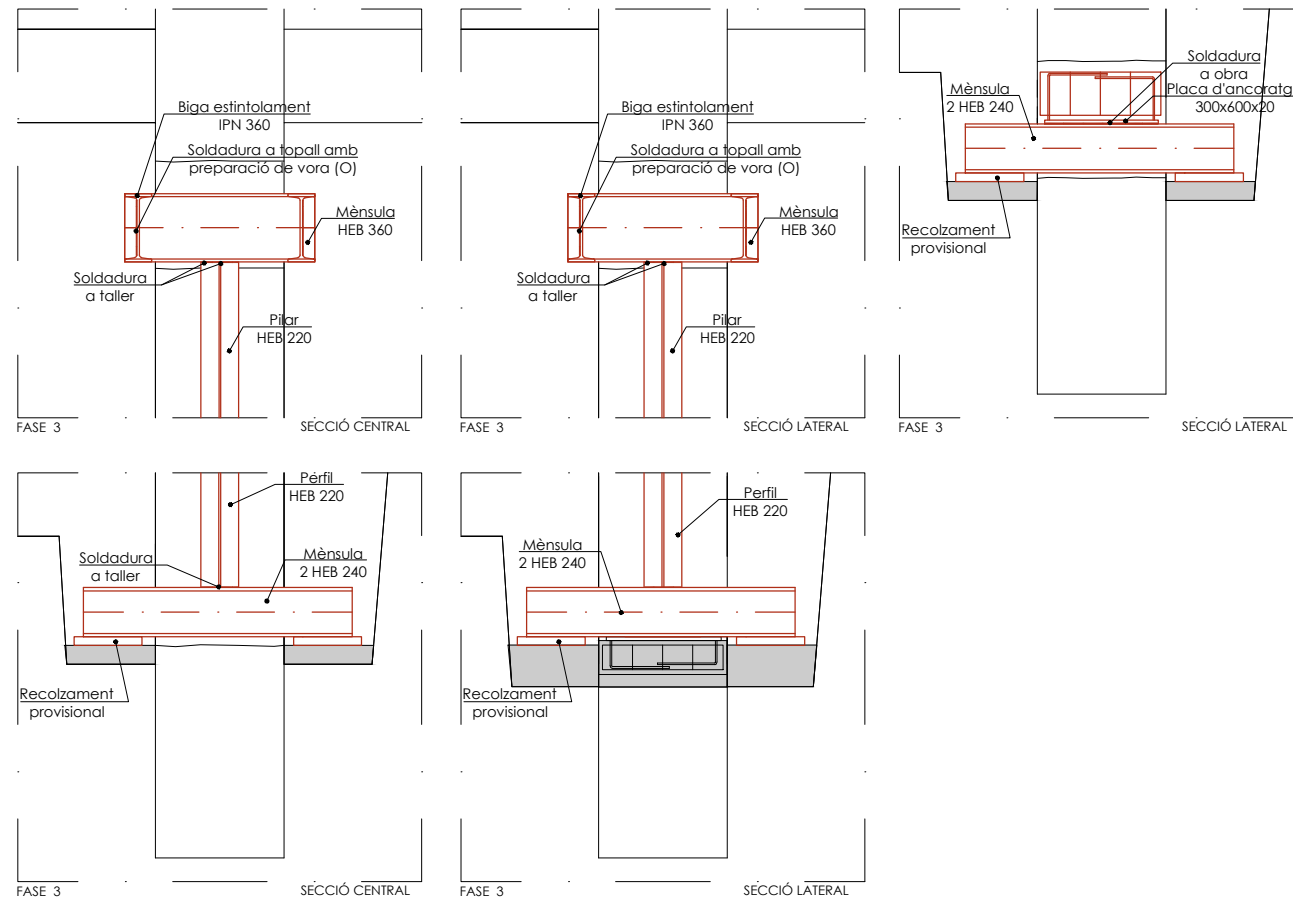
DETALL 1:
DETALL APUNTAMENT



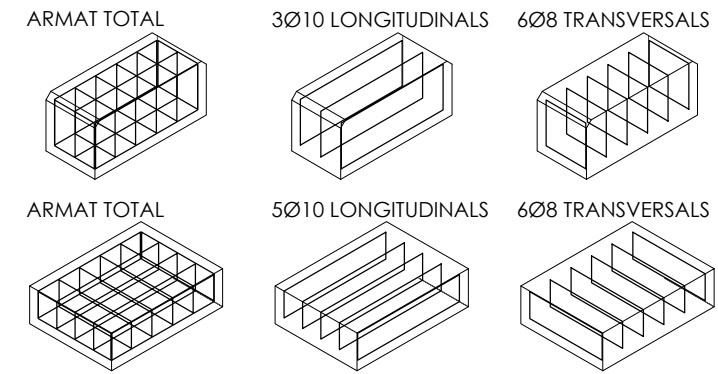
DETALL 2:
DETALL DAU SUPERIOR I MÈNSULA



DETALL 3:
DETALL MÈNSULES SUPERIORS, PILARS, BIGUES D'ESTINTOLAMENT SUPERIORS, MÈNSULES INFERIORS I ARMAT DAU



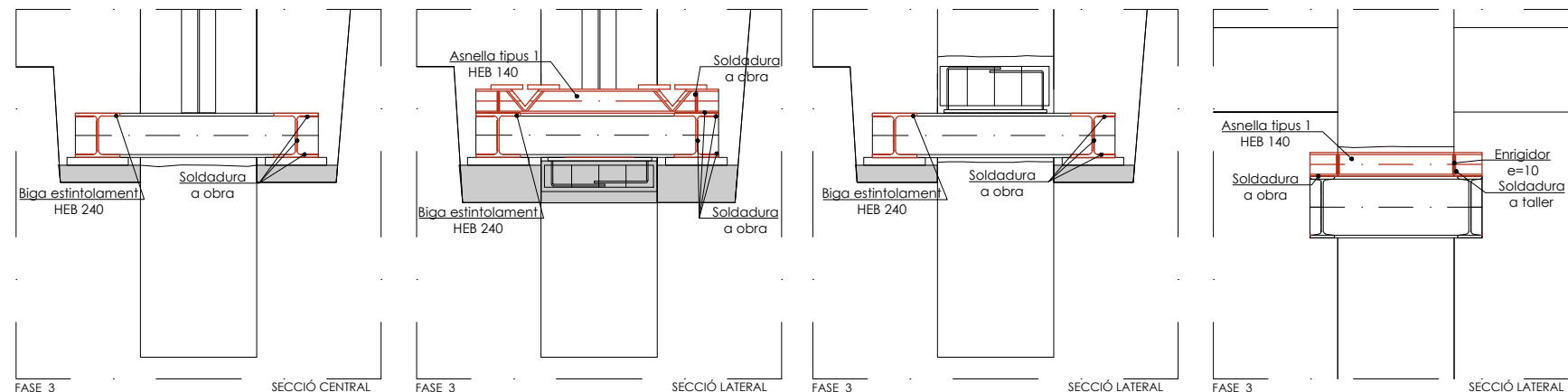
DETALL 4:
DETALL ARMATS DAUS 30x70x30cm



PLAQUES D'ANCORATGE



DETALL 5:
DETALL BIGUES INFERIORS I ASNELLES TIPUS I



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-49

PROJECTE:

PROJECTE
D'EXECUCIÓ DE
REFORMA
D'HABITATGE EXISTENT
SITUAT A C/ PI 3 A
BARCELONA

PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 5
ESTINTOLAMENT MUR
EIX I
DETALLS CONSTRUCTIUS
ESCALA:
1/40

DATA:
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

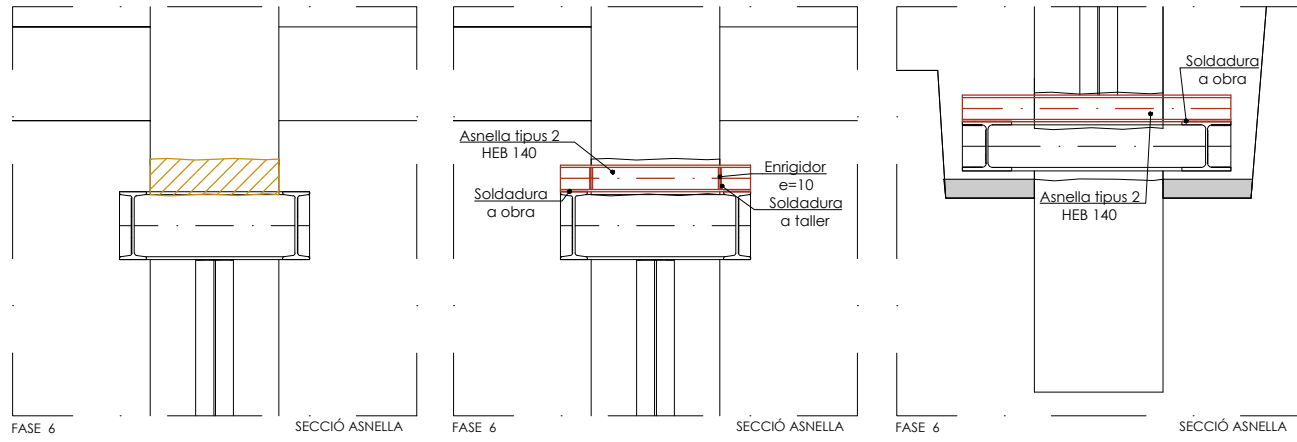
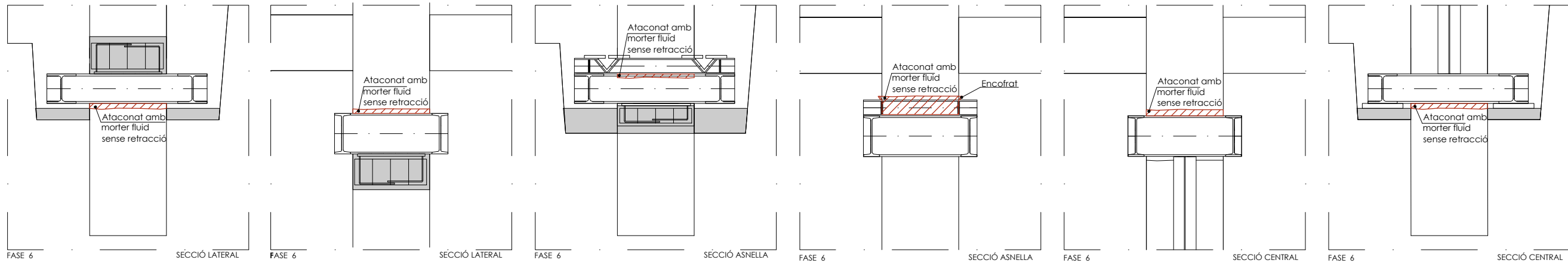
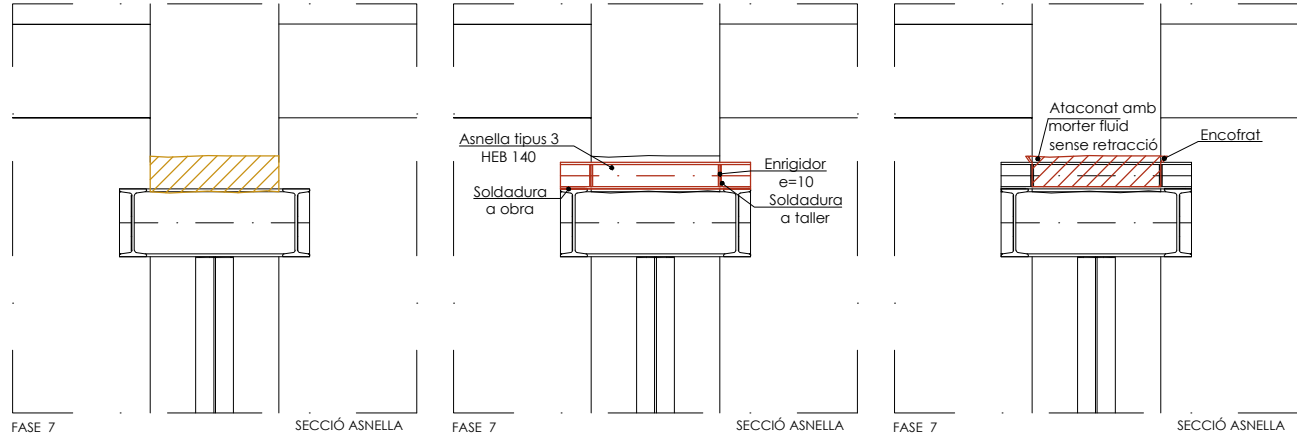
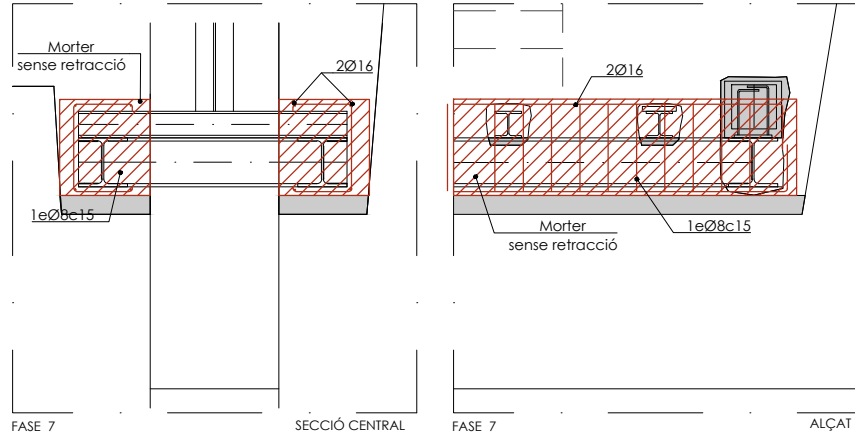
P-18010

MORTER SENSE RETRACCIÓ	
Tipus	Fàbrica maó
Tipus (segons concepte)	Dissenyat
Tipus (segons aplicació)	Ús corrent (G)
Tipus (segons fabricació)	Industrial
Tipus (segons tipus de conglomerant)	Ciment
Resistència a compressió	M-10
Resistència inicial a cisallament	0,15 N/mm²
Fàbrica armada	No
Contingut en clorur	<0,75%
Reacció al foc	classe A1
Fàbrica vista	Si
Absorció d'aigua	—
Permeabilitat vapor d'aigua	—
Gel/ Desgel	Si
Conductivitat tèrmica	0,93W/mK
Consistència	Plàstica 180mm
Adiutius:	
Control de retracció	

ACER ESTRUCTURA METÀLLICA	
PERFILLS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exteriors)	S 275 JO
Norma	UNE-EN 10025
Gruix màx. xapes	45 mm
PERFILLS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DELS ACERS	
Lím. elàstic (fy) 1<16	275 N/mm²
L elàstic (fy) 16<40	265 N/mm²
L elàstic (fy) 40<63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0,3

ACER D'ARMAR	
BARRES CORRUGADES D'ACER	
Nom	B 500 S
Tipus	Soldable
Allargament en ruptura	8%
Límit elàstic (fy)	500 N/mm²
Tensió ruptura (fs)	550 N/mm²
Mòdul elàstic	200.000 N/mm²

MATERIALS I SISTEMES	
Les barres corrugades hauran de complir els requisits establerts a UNE 36068, UNE 36740 (assaig d'adhèrença per flexió) i UNE 36811. Aquest acer s'usarà per a tots els elements (Armat bàsic i reforç).	

**DETALL 6:
DETALL ASNELLES TIPUS 2****DETALL 7:
DETALL ATACONATS****DETALL 8:
DETALL ASNELLES TIPUS 3****DETALL 9:
DETALL FORMIGONAT BIGUES**

FORMIGÓ ARMAT	
NOM:	HA-25/B/10/11a
Tipus de ciment/Subtipus	CEM I
Classe resistent ciment	32.5 R
Circumstàncies del formigonat*	Temps fred/ ambient sec i ventós
Enduriment	Normal
Mínim contingut ciment	275 kg/m ³
Màxima relació aigua/ciment	0,6
MDA MÀXIMA DE L'ÀRID	10mm
Tipus d'àrid	Triturat
CONSISTÈNCIA	Tova
Compactació	Vibrat mecànic
Assentament amb con d'Abrams	6-9 cm
RESISTÈNCIA CARACTERÍSTICA	25 N/mm ²
Als 7 dies	16 N/mm ²
Als 28 dies	25 N/mm ²

ELEMENTS ESTRUCTURALS ON S'UTILITZA	
Fonamentació	

*En cas de formigonar en temps calorós o insulació forta, es notificarà a la DF ja que s'hauran de prendre mesures especials de formigonat o canviar el tipus de ciment.

MORTER SENSE RETRACCIÓ	
Tipus	Fàbrica maó
Tipus (segons concepte)	Dissenyat
Tipus (segons aplicació)	Ús corrent (G)
Tipus (segons fabricació)	Industrial
Tipus (segons tipus de conglomerant)	Ciment
Resistència a compressió	M-10
Resistència inicial a cisallament	0,15 N/mm ²
Fàbrica armada	No
Contingut en clorur	≤ 0,75%
Reacció al foc	classe A1
Fàbrica vista	Sí
Absorció d'aigua	---
Permeabilitat vapor d'aigua	---
Gel/Desgel	Sí
Conductivitat tèrmica	0,93W/mK
Consistència	Superfluida
Additius: Control de retracció, superplastificant	

ELEMENTS ESTRUCTURALS ON S'UTILITZA	
Reomplert de bases d'anivellament, ataconats de mènsules i asnelles interiors	

ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA	
PERFIS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exterior)	S 275 JO
Norma	UNE-EN 10025
Gruix màx. xapes	45 mm
PERFIS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 JOH
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DE LS ACERS	
Lím. elàstic (fy) 1<t<40	275 N/mm ²
L elàstic (fy) 16<t<40	265 N/mm ²
L elàstic (fy) 40<t<63	255 N/mm ²
Tensió ruptura (ft)	410 N/mm ²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm ²
Mòdul Poisson	0,3

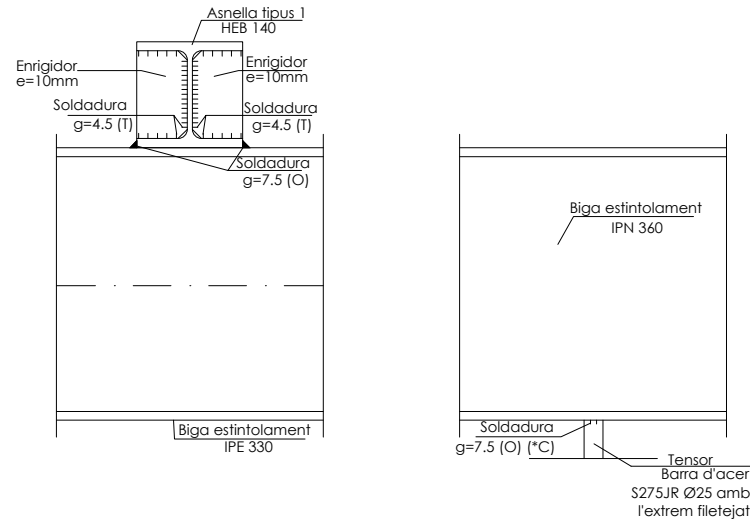
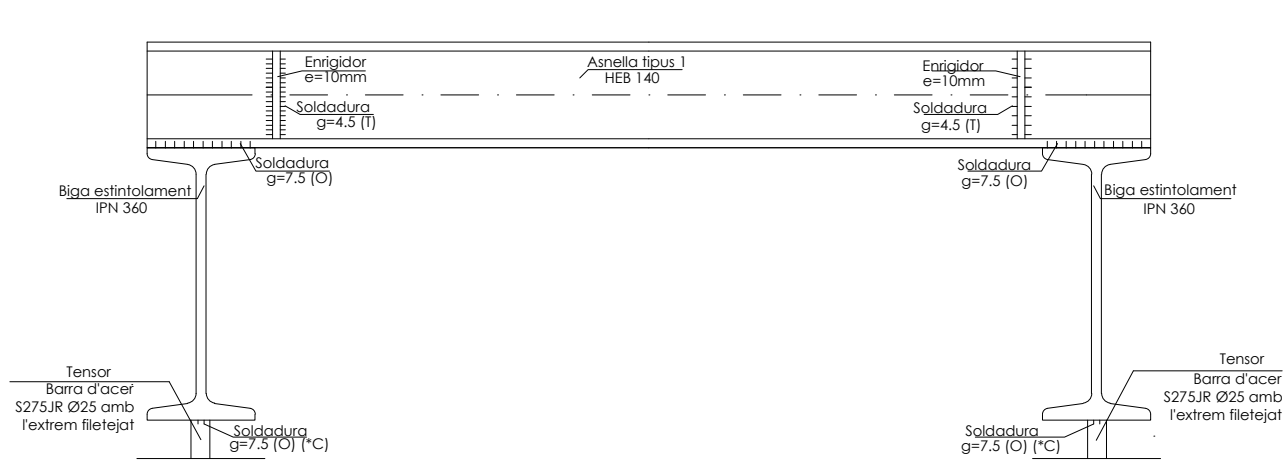
ACER D'ARMAR	
BARRES CORRUGADES D'ACER	
Nom	B 500 S
Tipus	Soldable
Allargament en ruptura	8%
Límit elàstic (fy)	500 N/mm ²
Tensió ruptura (fs)	550 N/mm ²
Mòdul elàstic	200.000 N/mm ²
Les barres corrugades hauran de complir els requisits establerts a UNE 36068, UNE 36740 (assaig d'adhèria per flexió) i UNE 36811. Aquest acer s'usarà per a tots els elements (Armat bàsic i reforç).	

SIGNATURES I SEGELLS
MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

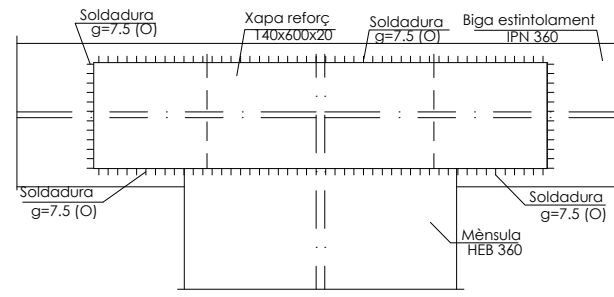
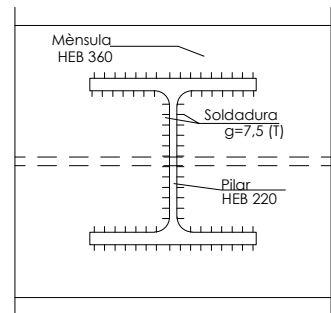
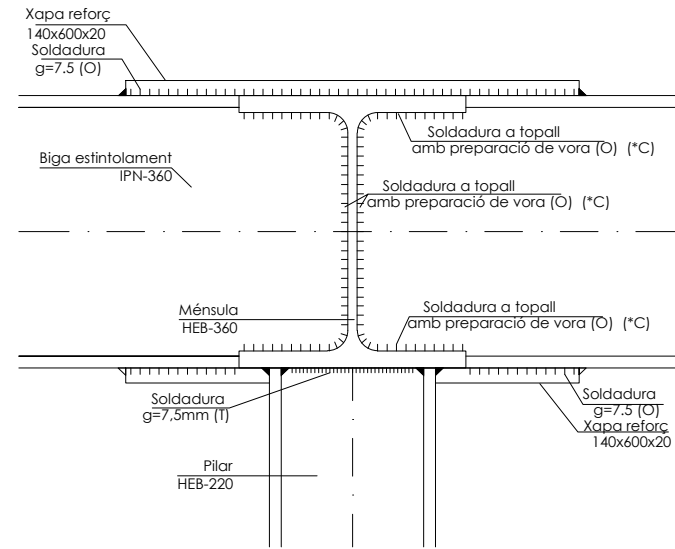
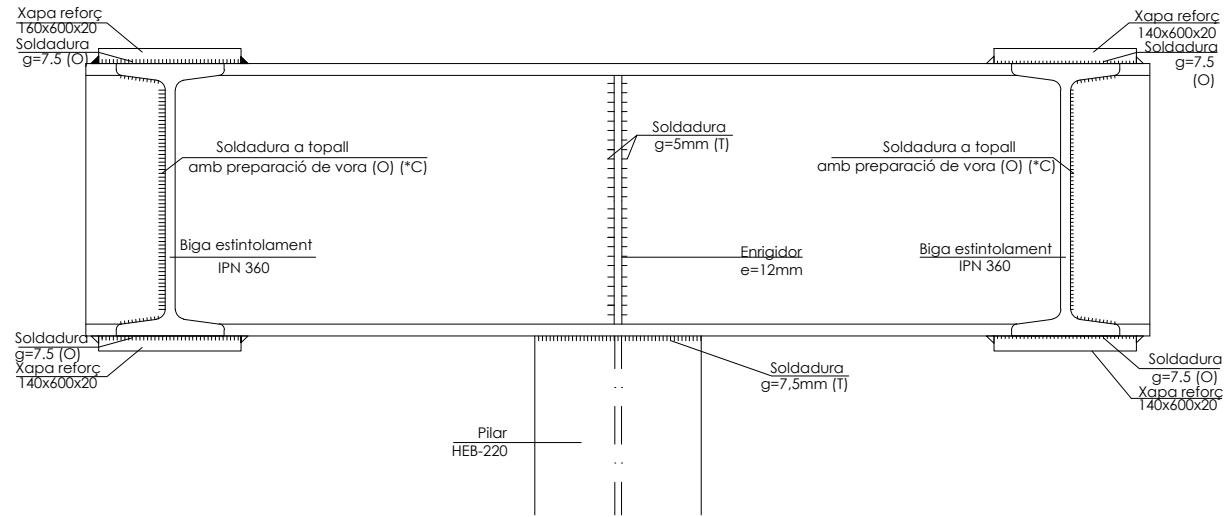
A

E-50PROJECTE:
PROJECTE
D'EXECUCIÓ DE
REFORMA
D'HABITATGE EXISTENT
SITUAT A C/ PI 3 A
BARCELONA
PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGAPLÀNOL:
ACTUACIÓ 5
ESTINTOLAMENT MUR
EIX I
DETALLS CONSTRUCTIUS
ESCALA:
1/40DATA:
SETEMBRE 2018EXPEDIENT:
P-18010

UNIÓ 1:



UNIÓ 2:



DURABILITAT ACER: PINTAT	
Sistema de pintura proposat segons UNE-EN ISO 12944-5	
Classe d'exposició relativa a la corrosió atmosfèrica	C1 - Molta baixa
Durabilitat	(H) Alta, més de 15 anys
Número Sistema	A2.06
Impregnació	Ugant EP (epoxídica) Impregnació amb variats tipus de pigments anticorrosius (Msc.) 1-2 capes ENFS 80 µm
Pintura	Ugant EP* (epoxídica) 2-3 capes ENFS 160 µm
*Es pot substituir per ligant PUR (Poliuretà, aromàtic o alifàtic)	
Aquest sistema es pot substituir per un altre garantit pel fabricant de pintures per a una durabilitat igual o superior per aquest ambient.	
On s'utilitza: estintolaments	
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

SOLDADURES	
Per tal de garantir la unió entre els diferents elements, les soldadures principals es realitzaran a taller (T) i les secundàries es podran realitzar a obra (O) amb un soldador. Aquelles soldadures importants que només es puguin realitzar a obra, hauran de passar un control (*C).	
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

QUALIFICACIÓ MÍNIMA SOLDADORS	
EN 287-1 T11 P BW w01 B H12 PF ss nb	
Procés soldadura	T11 (soldadura amb arc amb electrodre revestit)
Producte	P (Xapa)
Tipus de unió	BW (a topall)
Grups de material	w01 (acers estructurals de gra fi)
Material apartat	B (revestiment bàsic)
Mides cupó de prova	H12 (gruix de cupó de prova t = 12 mm)
Posicions de soldat	PF (vertical ascendent)
Detalls tipus de soldadura	ss (per un costat) nb (sense suport)
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA	
UNIONS CARGOLADES	
Acero de cargols, femelles i volanderes	
Classe	10.9
Límit elàstic (fy)	900 N/mm²
Tens. ruptura (fu)	1.000 N/mm²
UNIONS SOLDADES	
MÉTODES DE SOLDADURA	
En obra	Soldadura per arc amb electrodre revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063
ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE	
Consumibles recomanats	
Bàsic	BO 2560 - A - E 35 T B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 T RB 1
Electrodre revestit	E
Límit elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10 °C)
Composició química del metall de soldadura Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0	
Posició del soldat	1 (admet totes les posicions de soldat)
REVESTIMENT DE L'ELECTRODE	
Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B
Només es podran utilitzar electrodres bàsics secs.	
Bs electrodres bàsics només es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.	
En el cas d'utilitzar electrodres ja desprecintats o de treballar en ambients humíds o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodres secs.	
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA	
PERFIS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exterior)	S 275 JD
Norma	UNE-EN 10025
Gruix màx. xapes	45 mm
PERFIS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DELS ACERS	
Límit elàstic (fy) t < 16	275 N/mm²
L elàstic (fy) 16 < t < 40	265 N/mm²
L elàstic (fy) 40 < t < 63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0.3
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-51

PROJECTE:
PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA PROMOTOR:
JOAQUIN VILALLONGA

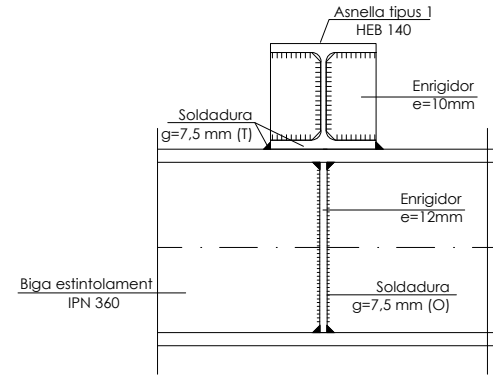
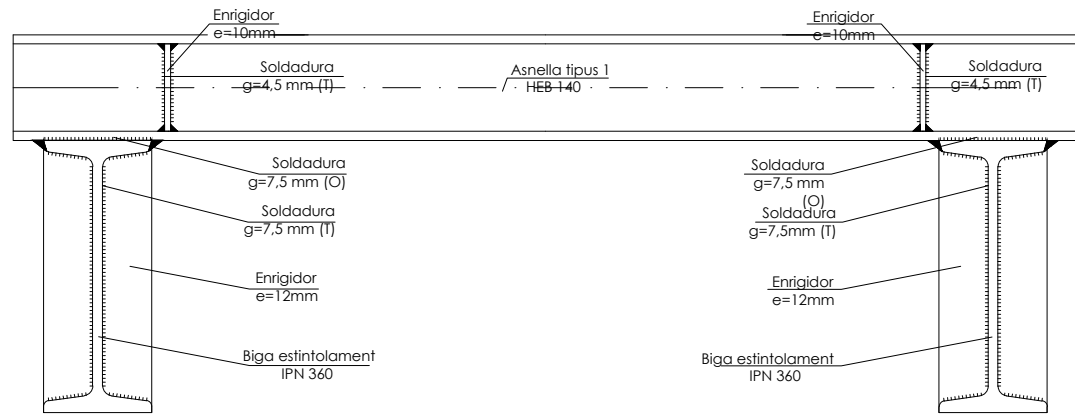
PLÀNOL:
ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I
DETALLS UNIONS
ESCALA:
1/10

DATA:
SETEMBRE 2018

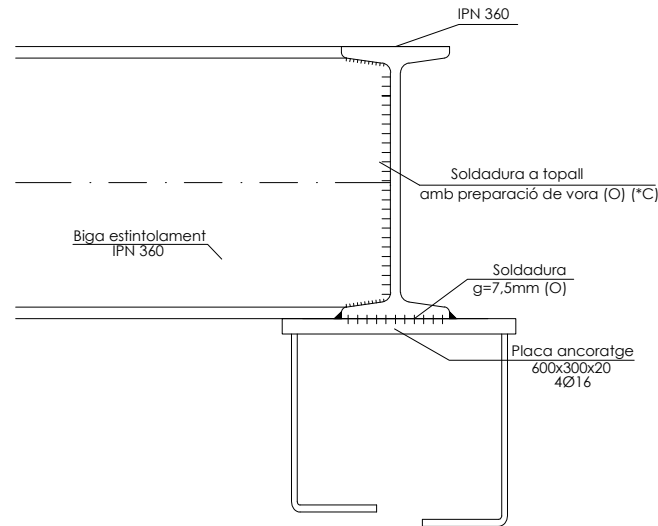
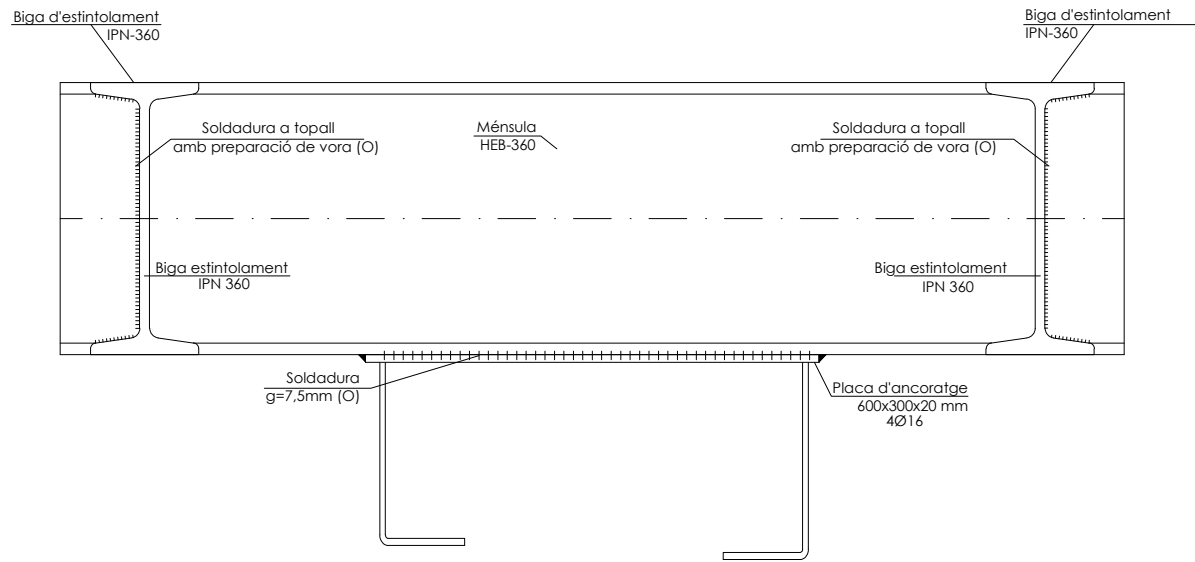
EXPEDIENT:
P-18010

MASA
+ARQUITECTURA

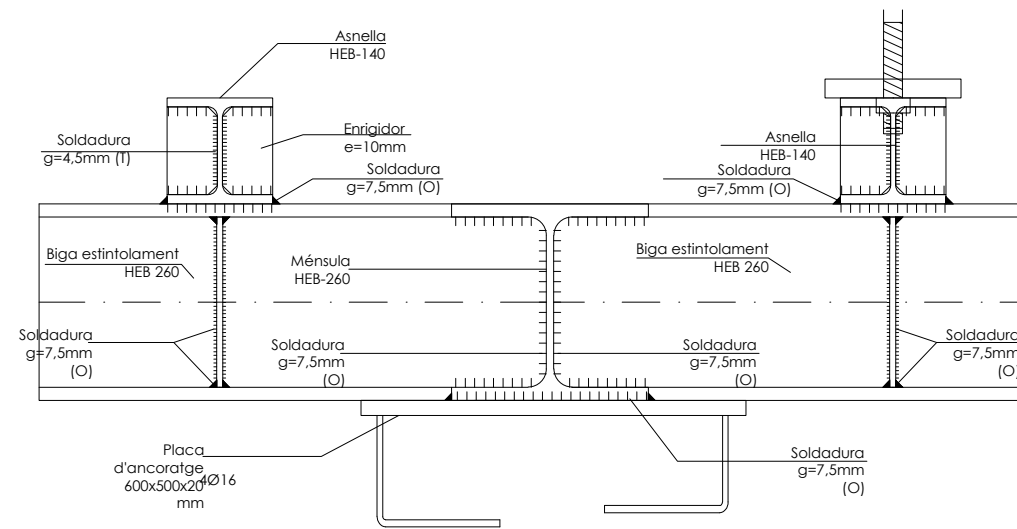
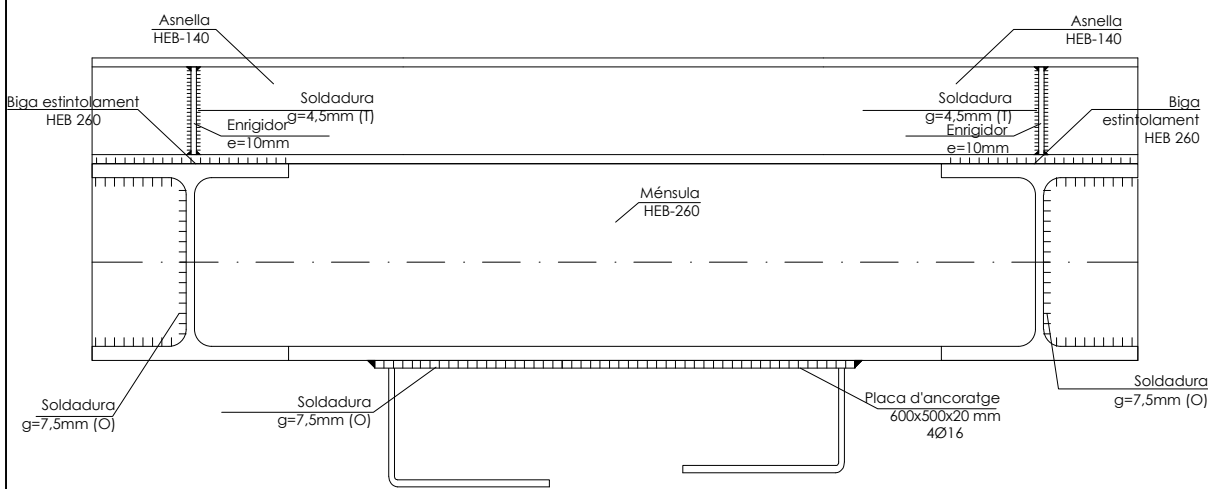
UNIÓ 3:



UNIÓ 4:



UNIÓ 5:



SOLDADURES

Per tal de garantir la unió entre els diferents elements, les soldadures principals es realitzaran a taller (T) i les secundàries es podran realitzar a obra (O) amb un soldador. Aquelles soldadures importants que només es puguin realitzar a obra, hauran de passar un control (*C).

MATERIALS I SISTEMES

DURABILITAT ACER: PINTAT

Sistema de pintura proposat segons UNE-EN ISO 12944-5

Classe d'exposició relativa a la corrosió atmosfèrica	C1 - Molta baixa
Durabilitat	(H) Alta, més de 15 anys
Número Sistema	A2.06
Impregnació	Ugant EP (epoxídica) Impregnació amb variats tipus de pigments anticorrosius (Msc.) 1-2 capes ENFS 80 µm
Pintura	Ugant EP* (epoxídica) 2-3 capes ENFS 160 µm

*Es pot substituir per lligant PUR (Polietilè, acrílic o alifàtic)

Aquest sistema es pot substituir per un altre garantit pel fabricant de pintures per a una durabilitat igual o superior per aquest ambient.

On s'utilitza: estintolaments

MATERIALS I SISTEMES

QUALIFICACIÓ MÍNIMA SOLDADORS

EN 287-1 111 P BW w01 B 112 PF ss nb	
Procés soldadura	111 (soldadura amb arc amb electrode revestit)
Producte	P (Kapa)
Tipus de unió	8W (a topall)
Grups de material	w01 (acer estructural de gra fi)
Material apartat de prova	B (revestiment bàsic)
Mides cupó de prova	112 (guix de cupó de prova t=12 mm)
Posicions de soldat	PF (vertical ascendent)
Detalls tipus de soldadura	ss (per un costat) nb (sense suport)

MATERIALS I SISTEMES

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA

UNIONS CARGOLADES

Acer de cargols, femelles i volanderes	
Classe	10.9
Límit elàstic (fy)	900 N/mm²
Tensió de ruptura (fu)	1.000 N/mm²

UNIONS SOLDADES

MÈTODES DE SOLDADURA

En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063

ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE

Consumibles recomanats	
Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I RB 1
Electrode revestit	E
Límit elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10° C)

Composició química del metall de soldadura: Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0

Posició del soldat: 1 (admet totes les posicions de soldat)

REVESTIMENT DE L'ELECTRODE

Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B

Només es podran utilitzar electrodes bàsics secs.

Es podran utilitzar electrodes bàsics secs només si es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.

En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humids o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodes secs.

MATERIALS I SISTEMES

ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA

PERFILLS LAMINATS EN CALENT I XAPES

Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exterior)	S 275 JD
Norma	UNE-EN 10025
Grux màx. xapes	45 mm

PERFILLS TUBULARS ACABATS EN CALENT

Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Grux màx. xapes	65 mm

CARACTERÍSTIQUES DELS ACERS

Lím. elàstic (fy) t < 16	275 N/mm²
L. elàstic (fy) 16 < t < 40	265 N/mm²
L. elàstic (fy) 40 < t < 63	255 N/mm²
Tensió de ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0,3

MATERIALS I SISTEMES

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA

UNIONS CARGOLADES

Acer de cargols, femelles i volanderes	
Classe	10.9
Límit elàstic (fy)	900 N/mm²
Tensió de ruptura (fu)	1.000 N/mm²

UNIONS SOLDADES

MÈTODES DE SOLDADURA

En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063

ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE

Consumibles recomanats	
Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I RB 1
Electrode revestit	E
Límit elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10° C)

Composició química del metall de soldadura: Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0

Posició del soldat: 1 (admet totes les posicions de soldat)

REVESTIMENT DE L'ELECTRODE

Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B

Només es podran utilitzar electrodes bàsics secs.

Es podran utilitzar electrodes bàsics secs només si es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.

En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humids o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodes secs.

MATERIALS I SISTEMES

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL·LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-52

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA PROMOTOR:

JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I

DETTALLS UNIONS

ESCALA:

1/10

DATA:

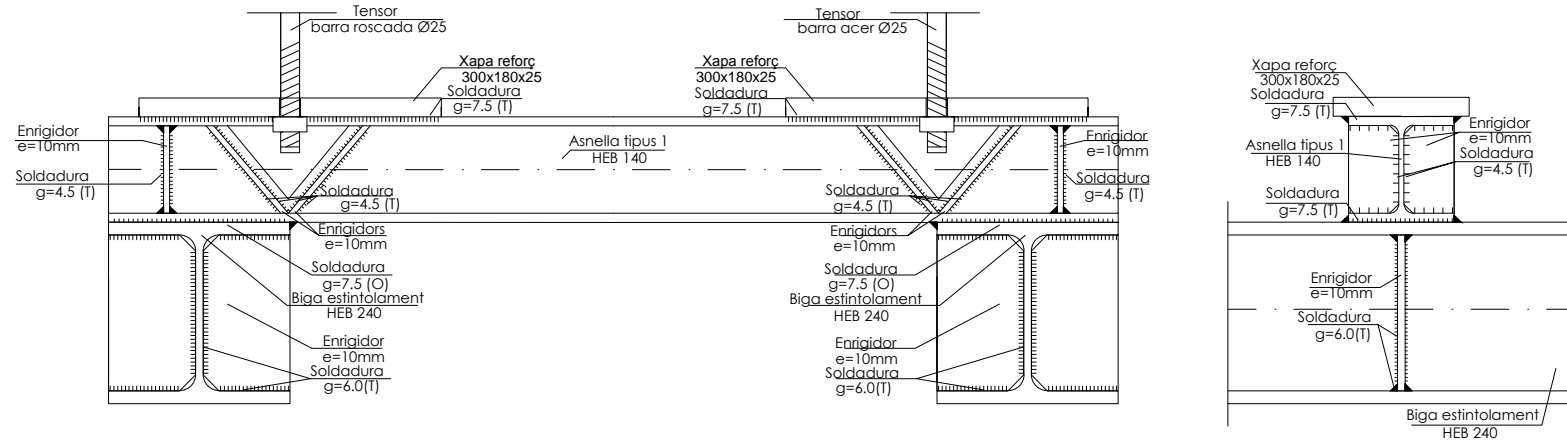
SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

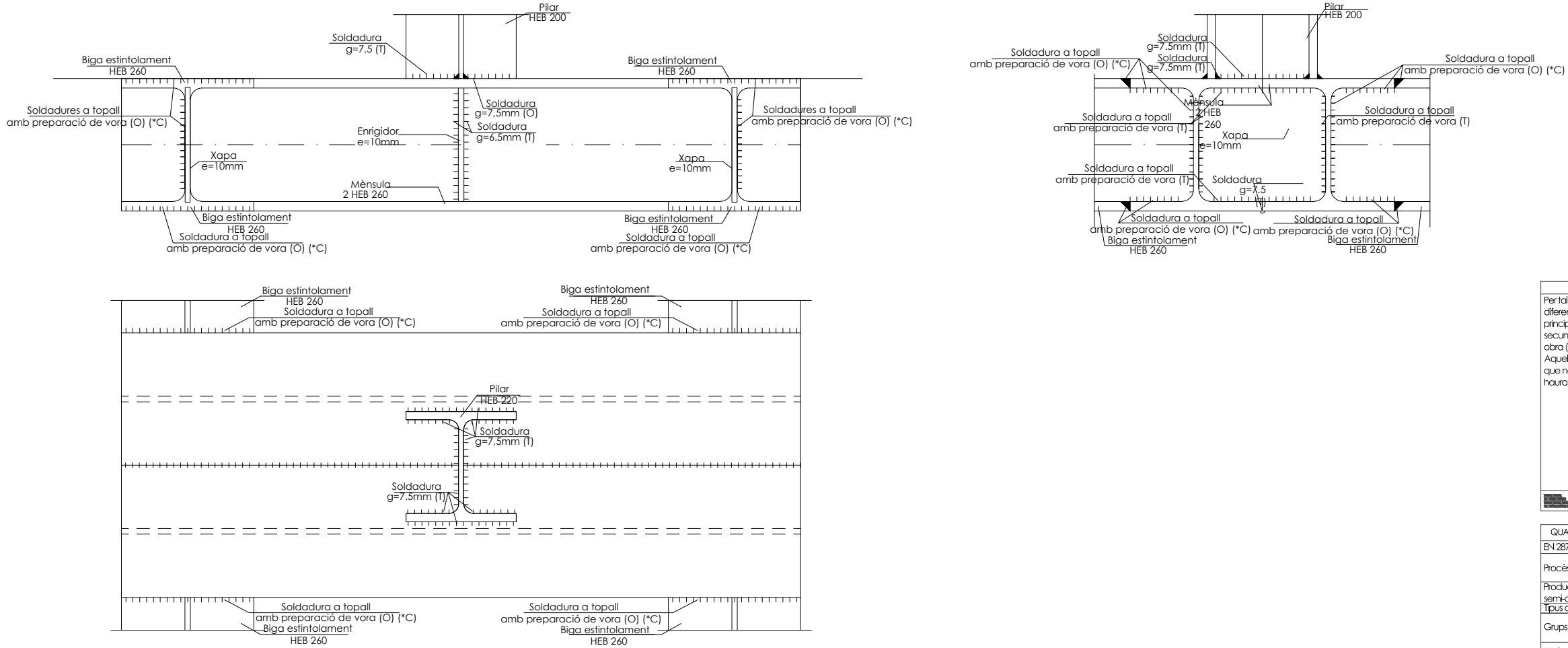
P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

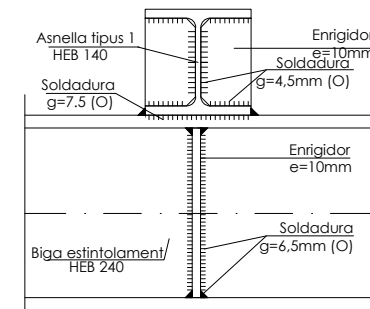
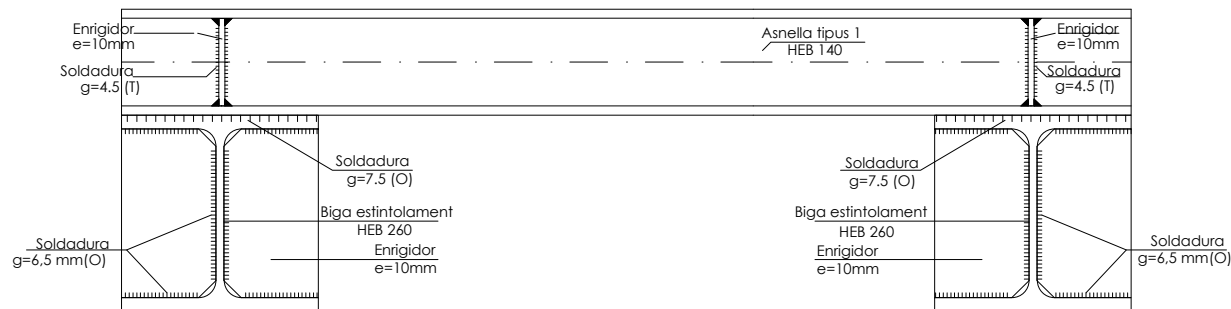
UNIÓ 6:



UNIÓ 7:



UNIÓ 8:



COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

DURABILITAT ACER: PINTAT	
Sistema de pintura proposat segons UNE-EN ISO 12944-5	
Classe d'exposició relativa a la corrosió atmosfèrica	C1 - Molt baixa
Durabilitat	(H) Alta, més de 15 anys
Número Sistema	A206
Impregnació	Ugant EP (epoxídica) Impregnació amb vari tipus de pigments anticorrosius (Mec.) 1-2 capes ENFS 80 µm
Pintura	Ugant EP* (epoxídica) 2-3 capes ENFS 160 µm
*Es pot substituir per ligant PUR (Poliuretà, aromàtic o alifàtic)	
Aquest sistema es pot substituir per un altre garantit pel fabricant de pintures per a una durabilitat igual o superior per aquest ambient.	
On s'utilitza: estintolaments	
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

QUALIFICACIÓ MÍNIMA SOLDADORS	
EN 287-1 111 P BW w01 B H12 PF ss nb	
Procés soldadura	T11 (soldadura amb arc amb electrode revestit)
Producte	P (Xapa)
Tipus de unió	BW (a topall)
Grups de material	w01 (acers estructurals de gra fi)
Material apartat	B (revestiment bàsic)
Mides cupó de prova	H12 (gruix de cupó de prova t = 12 mm)
Posicions de soldat	PF (vertical ascendent)
Detalls tipus de soldadura	ss (per un costat) nb (sense suport)
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA	
UNIONS CARGOLADES	
Acer de cargols, femelles i volanderes	
Classe	10.9
Límit elàstic (fy)	900 N/mm²
Tens. ruptura (fu)	1.000 N/mm²
UNIONS SOLDADES	
MÈTODES DE SOLDADURA	
En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063
ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE	
Consumibles recomanats	
Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I RB 1
Electrode revestit	E
Límit elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10 °C)
Composició química del metall de soldadura Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0	
Posició del soldat	1 (admet totes les posicions de soldat)
REVESTIMENT DE L'ELECTRODE	
Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B
Normes es podran utilitzar electrodes bàsics secs.	
Bs electrodes bàsics només es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.	
En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humíds o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodes secs.	
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA	
PERFIS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exterior)	S 275 JD
Norma	UNE-EN 10025
Gruix màx. xapes	45 mm
PERFIS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DE LS ACERS	
Límit elàstic (fy) t < 16	275 N/mm²
L elàstic (fy) 16 < t < 40	265 N/mm²
L elàstic (fy) 40 < t < 63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0.3
MATERIALS I SISTEMES	MATERIALS I SISTEMES

E-53

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA PROMOTOR:

JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I

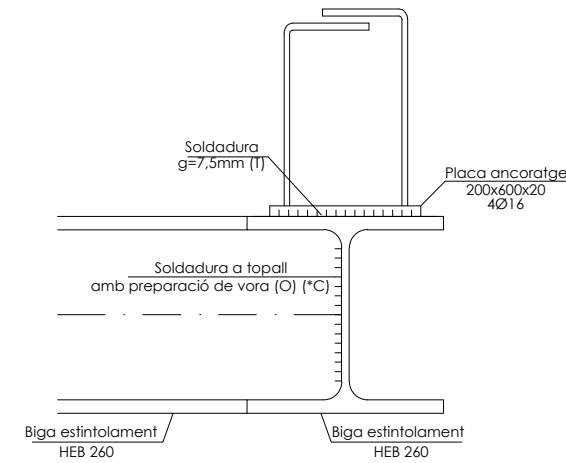
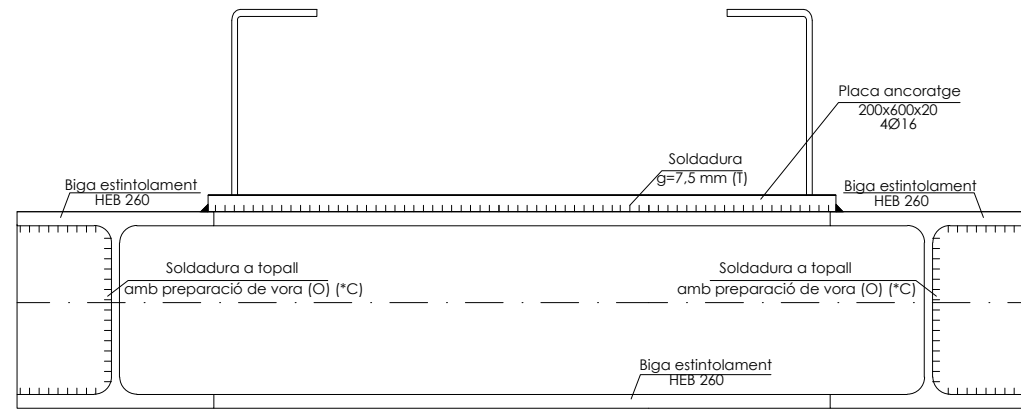
DETALLS UNIONS ESCALA: 1/10

DATA: SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

M A S A +ARQUITECTURA



SOLDADURES	
Per tal de garantir la unió entre els diferents elements, les soldadures principals es realitzaran a taller (I) i les secundàries es podran realitzar a obra (a) amb un soldador. Aquelles soldadures importants que només es puguin realitzar a obra, hauran de passar un control (*c).	
MATERIALS I SISTEMES	

DURABILITAT ACER: PINTAT	
Sistema de pintura proposat segons UNE-EN ISO 12944-5	
Classe d'exposició relativa a la corrosió atmosfèrica	C1 - Molt baixa
Durabilitat	(H) Alta, més de 15 anys
Número Sistema	A2D6
Imprimació	Ugant EP (epoxídica) Imprimació amb vari tipus de pigments anticorrosius (Msc.) 1-2 capes ENFS 80 µm
Pintura	Ugant EP* (epoxídica) 2-3 capes ENFS 160 µm
*Es pot substituir per ligant PUR (Poluretà, aromàtic o alifàtic)	
Aquest sistema es pot substituir per un altre garantit pel fabricant de pintures per a una durabilitat igual o superior per aquest ambient.	
On s'utilitza: estintolaments	
MATERIALS I SISTEMES	

QUALIFICACIÓ MÍNIMA SOLDADORS	
EN 287-1 111 P BW w01 B H12 PF ss nb	
Procés soldadura	111 (soldadura amb arc amb electrode revestit)
Producte	P (Xapa)
Tipus de unió	BW (a topall)
Grups de material	w01 (acer estructurals de gra fi)
Material apartat	B (revestiment bàsic)
Mides cupó de prova	H12 (gruix de cupó de prova t = 12 mm)
Posicions de soldat	PF (vertical ascendent)
Detalls tipus de soldadura	ss (per un costat) nb (sense suport)
MATERIALS I SISTEMES	

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA	
UNIONS CARGOLADES	
Acer de cargols, femelles i volanderes	
Classe	10.9
Límit elàstic (fy)	900 N/mm²
Tens. ruptura (fu)	1.000 N/mm²
UNIONS SOLDADES	
MÈTODES DE SOLDADURA	
En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063
ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE	
Consumibles recomanats	
Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I RB 1
Electrode revestit	E
Lím. elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10° C)
Composició química del metall de soldadura: Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0	
Posició del soldat	1 (admet totes les posicions de soldat)
REVESTIMENT DE L'ELECTRODE	
Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B
Només es podran utilitzar electrodes bàsics secs.	
Bs electrodes bàsics només es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.	
En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humíds o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodes secs.	
MATERIALS I SISTEMES	

ACER ESTRUCTURA METÀL·LICA	
PERFILLS LAMINATS EN CALENT I XAPES	
Tipus (interiors)	S 275 JR
Tipus (exterior)	S 275 JD
Norma	UNE-EN 10025
Gruix màx. xapes	45 mm
PERFILLS TUBULARS ACABATS EN CALENT	
Nom	S 275 J0H
Norma	UNE-EN 10210
Gruix màx. xapes	65 mm
CARACTERÍSTIQUES DE LS ACERS	
Lím. elàstic (fy) t < 16	275 N/mm²
L.elàstic (fy) 16 < t < 40	265 N/mm²
L.elàstic (fy) 40 < t < 63	255 N/mm²
Tensió ruptura (fu)	410 N/mm²
Mòdul elàstic (E)	210.000 N/mm²
Mòdul Poisson	0,3
MATERIALS I SISTEMES	

UNIONS ESTRUCTURA METÀL·LICA	
UNIONS CARGOLADES	
Acer de cargols, femelles i volanderes	
Classe	10.9
Límit elàstic (fy)	900 N/mm²
Tens. ruptura (fu)	1.000 N/mm²
UNIONS SOLDADES	
MÈTODES DE SOLDADURA	
En obra	Soldadura per arc amb electrode revestit (SMAW)
En taller	Norma UNE-ISO 4063
ELECCIÓ DEL CONSUMIBLE	
Consumibles recomanats	
Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I B 1
Ruïl - Bàsic	BO 2560 - A - E 35 I RB 1
Electrode revestit	E
Lím. elàstic	35 N/mm²
Temp. màx. resistència al impacte (47 J)	1 (màx. -10° C)
Composició química del metall de soldadura: Mn ≤ 2%, Mo = 0, Ni = 0	
Posició del soldat	1 (admet totes les posicions de soldat)
REVESTIMENT DE L'ELECTRODE	
Per g ≤ 4 mm	B ó RB
Per g > 4 mm	B
Soldadures de responsabilitat	B
Només es podran utilitzar electrodes bàsics secs.	
Bs electrodes bàsics només es poden utilitzar si el precinte s'ha obert el mateix dia.	
En el cas d'utilitzar electrodes ja desprecintats o de treballar en ambients humíds o freds, s'utilitzaran farnets per mantenir els electrodes secs.	
MATERIALS I SISTEMES	

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT n° 48991-3

MODIFICACIONS

E-54

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA PROMOTOR:

JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 5 ESTINTOLAMENT MUR EIX I

DETALLS UNIONS

ESCALA:

1/10

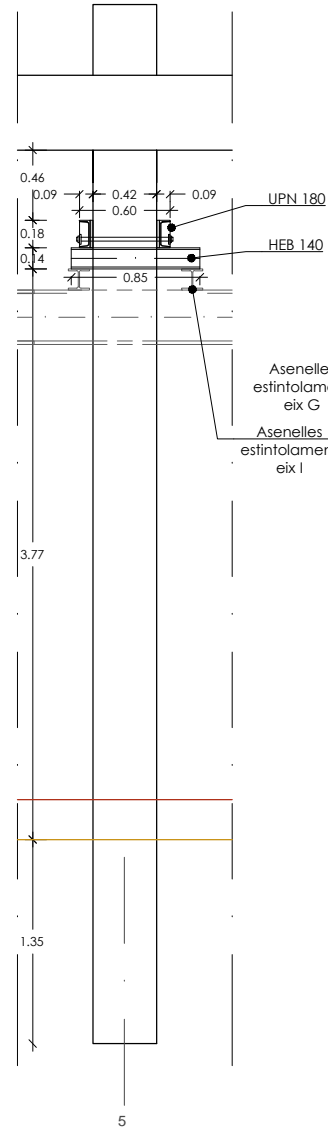
DATA:

SETEMBRE 2018

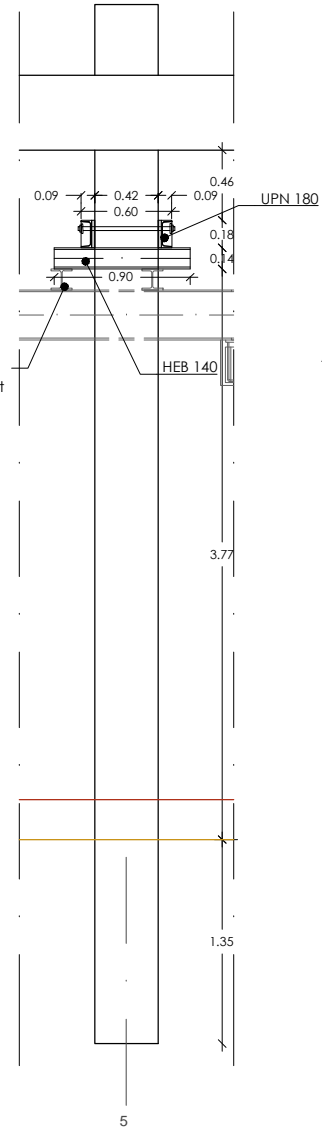
EXPEDIENT:

P-18010

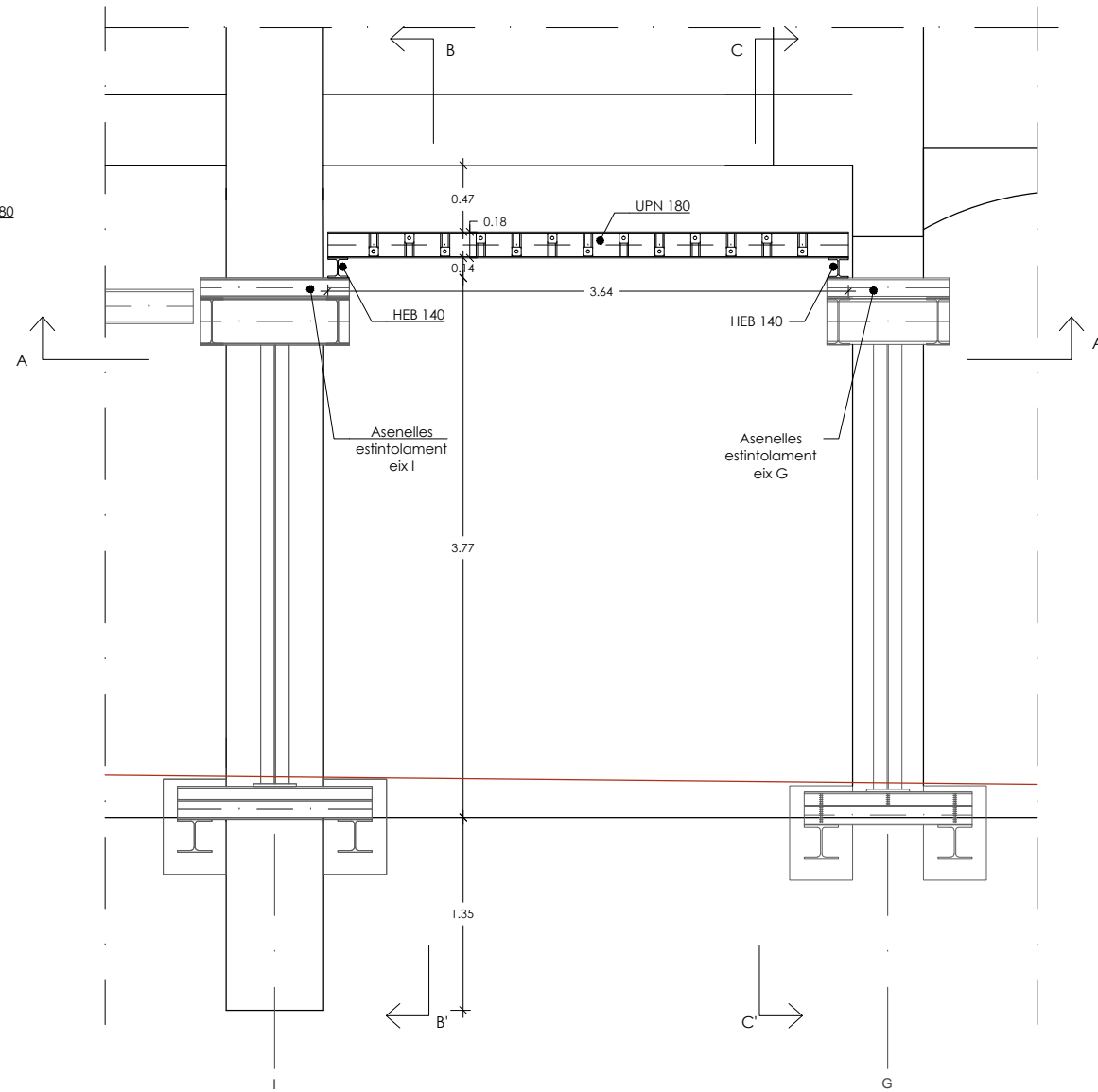
SECCIÓ B-B'



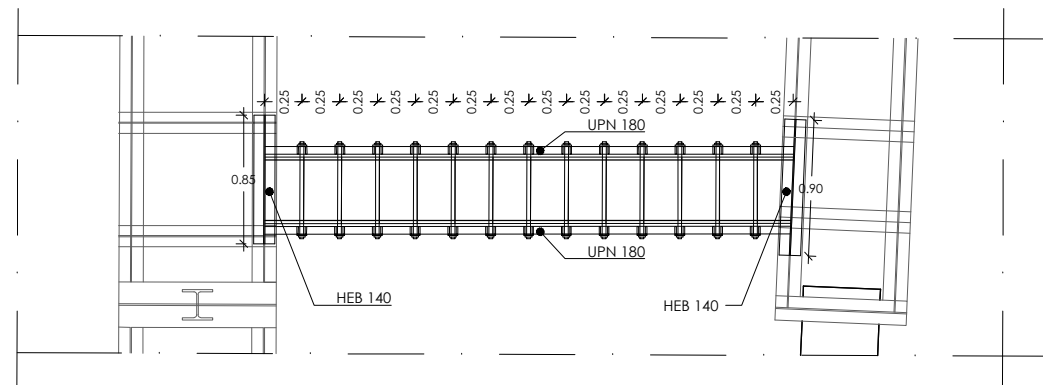
SECCIÓ C-C'



ALÇAT MUR 5



SECCIÓ A-A'



NOTA

1. Aquests plànols no són vàlids per a fabricació, les dimensions dels perfils metàl·lics dependran del replanteig fet a obra.
2. CALDRÀ EL VIST I PLAU DE LA DIRECCIÓ FACULTATIVA ABANS DE PROCEDIR A LA PRODUCCIÓ EN TALLER.

COMENTARIS

SIGNATURES I SEGELLS

MARC SANABRA LOEWE,
ARQUITECTE
COL.LEGIAT n° 48991-3

A

MODIFICACIONS

E-55

PROJECTE:

PROJECTE D'EXECUCIÓ DE REFORMA D'HABITATGE EXISTENT SITUAT A C/ PI 3 A BARCELONA
PROMOTOR:

JOAQUIN VILALLONGA

PLÀNOL:

ACTUACIÓ 6 ESTINTOLAMENT MUR EIX 5, ENTRE EIXOS G I

ESCALA:

1/50

DATA:

SETEMBRE 2018

EXPEDIENT:

P-18010

M A S A
+ARQUITECTURA

Anexo 2

Documentación técnica de proyecto original

Autor: Empresa privada.

**INFORME JUSTIFICATIU DEL COMPLIMENT DE L'ARTICLE 128 DE LES ORDENANCES
METROPOLITANES D'EDIFICACIO DE BARCELONA**

**PROJECTE DE MODIFICACIO PUNTUAL D'ESTRUCTURA D'UN HABITATGE EN PLANTA
SEGONA DE L'EDIFICI SITUAT A GRAN VIA DE LES CORTS CATALANES N°513 DE
BARCELONA**

01. Antecedents

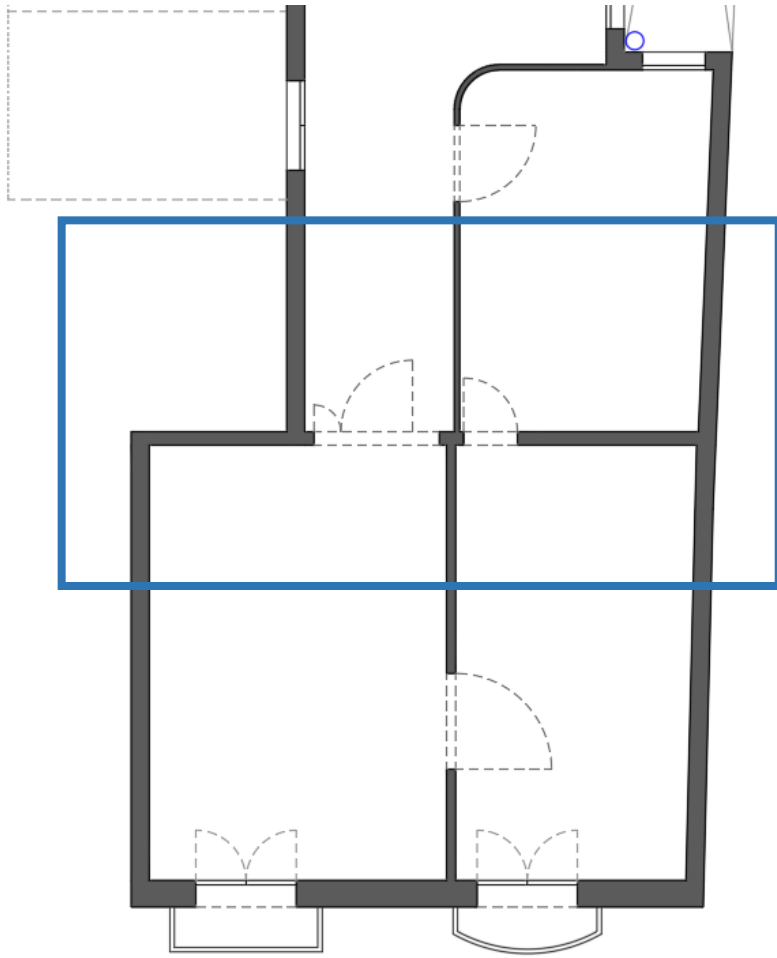
La zona d'actuació es troba a la planta segona de l'edifici situat a Gran Via de les Corts Catalanes 513, de Barcelona, amb una estructura de murs de carrega i forjats de biguetes metàl·liques i encadellat ceràmic.

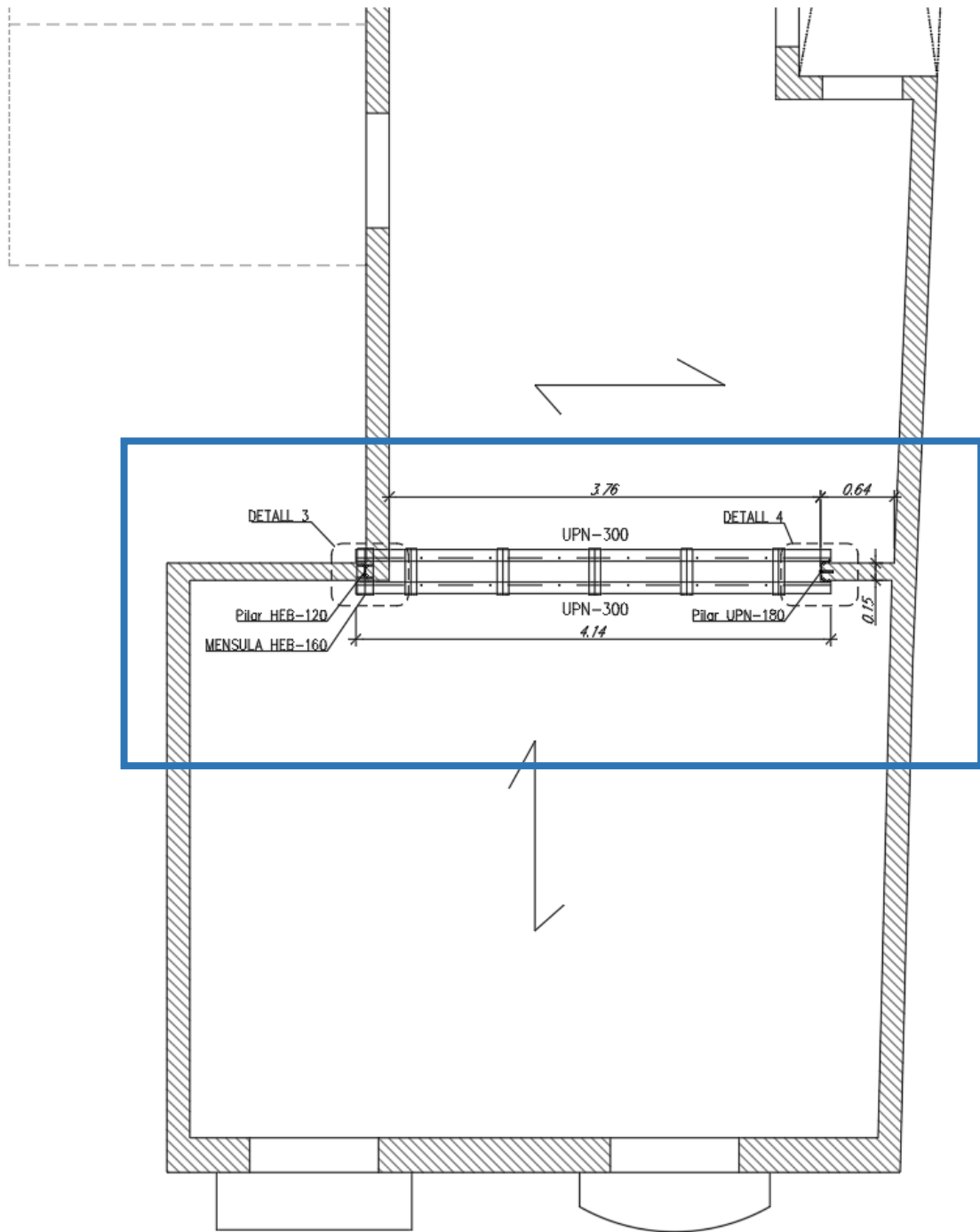
El projecte de l'habitatge preveu l'ampliació d'una obertura on actualment hi ha dos passos un de 1.40m d'ample i 2.20 m d'alt i l'altre de 0.60 d'ample i 2.20m d'alçada, es vol ampliar a 3.76m d'amplada en un dels murs de carrega interiors.

El murs afectats son de 15cm de gruix, de maó massís.

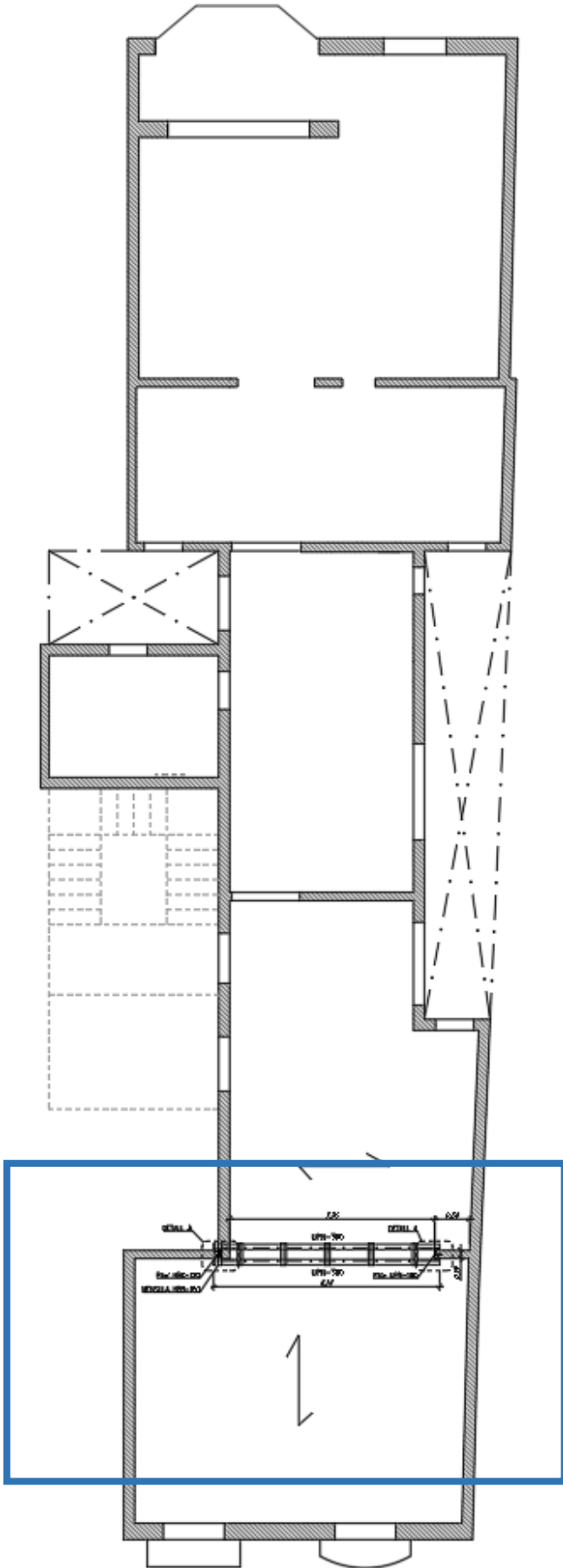
Presentem a continuació un esquema amb la posició del forat i del mur objecte del present estudi:

ESTAT ACTUAL





ESTAT REFORMAT



ZONA D'ACTUACIÓ

02. Objectius

L'objectiu del present estudi es determinar el impacte dels forats sobre el mur de carrega, en el seu desenvolupament vertical, al llarg de tot l'edifici i avaluar la viabilitat de la seva formació.

03. Normativa aplicada

S'ha utilitzat el marc normatiu del Codi Tècnic de l'Edificació 2009, tant per la definició del material i de les accions aplicades.

04. Estudi numèric

04.01. Usos

L'edifici actualment alberga l'ús residencial, en tota la zona contributiva del mur, a totes les plantes.

04.02. Estats de carregues

El projecte preveu l'ampliació d'un pas interior i el desplaçament d'un altre, pel que no es preveu una variació en els estats de càrrega.

Detallem, a continuació, els estats de carrega considerats pels forjats:

Zona Habitatges:

Pes propi: 2.50 kN/m²

Carregues permanents: 1.50 kN/m² (paviment + divisòries)

Sobrecarrega d'us: 2.00 kN/m²

Zona Coberta plana:

Pes propi: 2.55kN/m²

Carregues permanents: 2.00kN/m²

Sobrecarrega d'us: 2.00kN/m²

Sobrecarrega de neu: 0.40kN/m²

Els pesos de la fabrica de maó dels murs de carrega son els següents:

- Mur de maó massís: 18 kN/m²

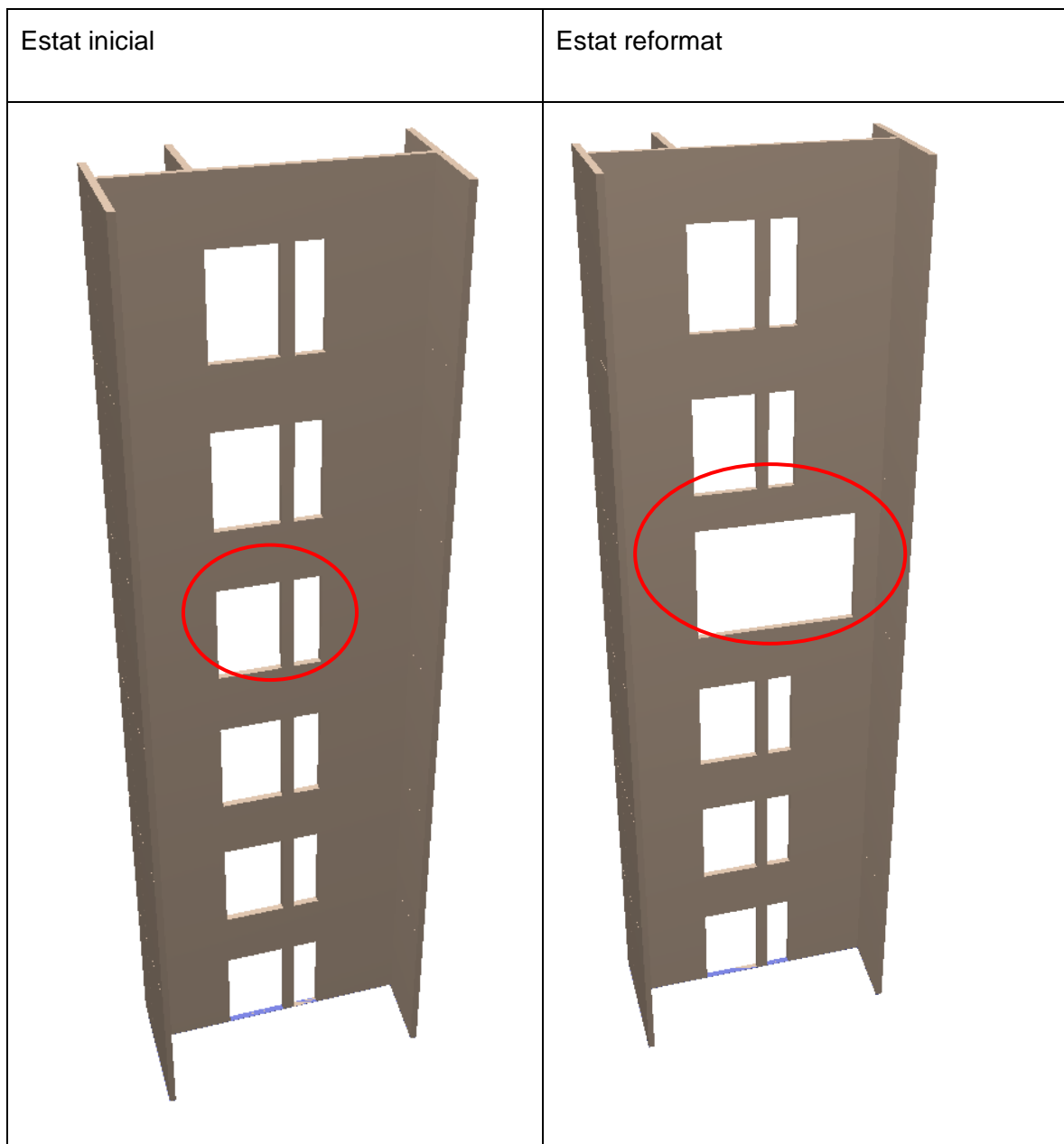
04.03. Condicions resistents de la fabrica de maó

- Mao massís: 5N/mm^2

04.04. Modelització de l'estructura

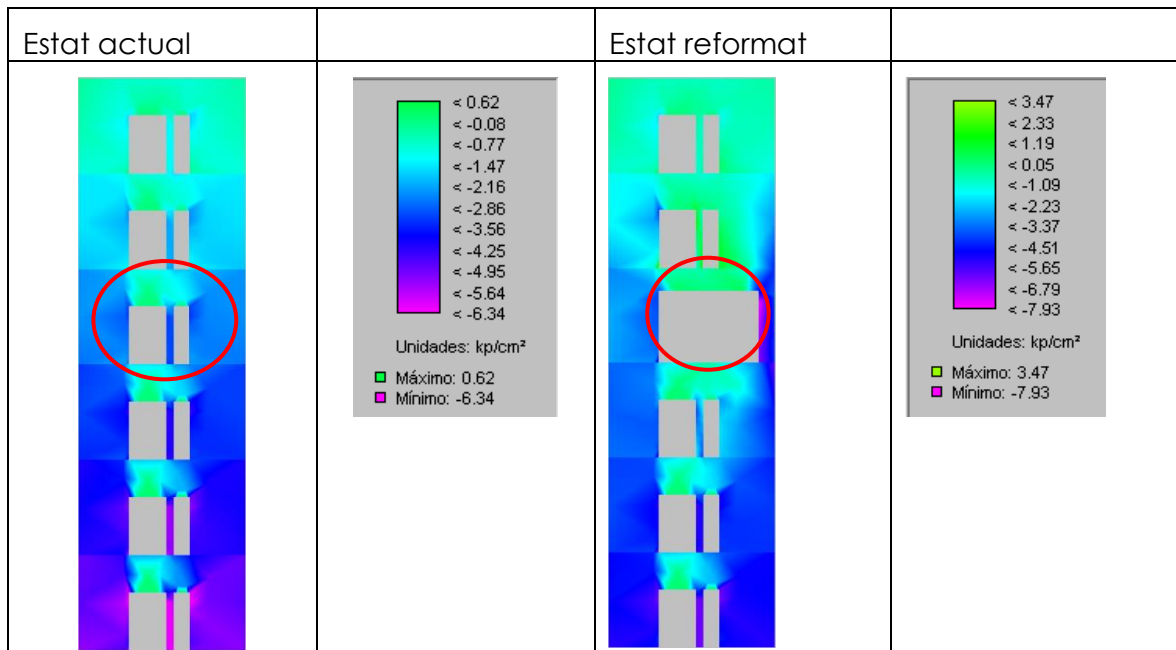
S'ha realitzat un model tridimensional de tota la zona en estudi, simulant les dues fases: estat inicial i estat final. L'objectiu és de determinar la variació que provoca la nova obertura en el nivell de sol·licitació del mur.

Es mostra a continuació un esquema del model realitzat:

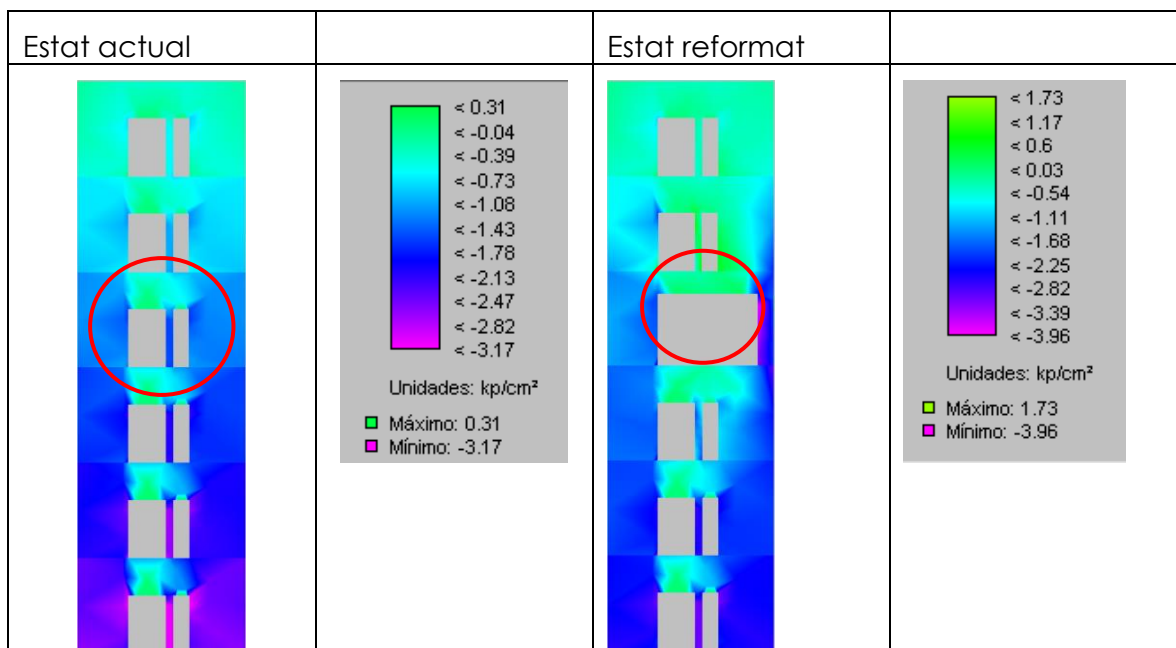


Presentem a continuació, les tensions determinades en el mur on es realitzen els estintolaments:

Pes propi + Càrregues permanents



Carregues d'ús



05. Conclusions

Com es pot observar als diagrames presentats anteriorment, les tensions determinades a la zona de la nova obertura son:

Pes propi i carregues permanents: 0.65 N/mm^2

Carregues d'us: 0.32 N/mm^2

Per tant, la tensió de disseny es de **0.97 N/mm^2**

Donat que el mur a la zona de la nova obertura es de maó massís, la resistència característica es de 5 N/mm^2 .

El límit resistent doncs, es de **2 N/mm^2** , considerant una classe B d'execució i una categoria de control II.

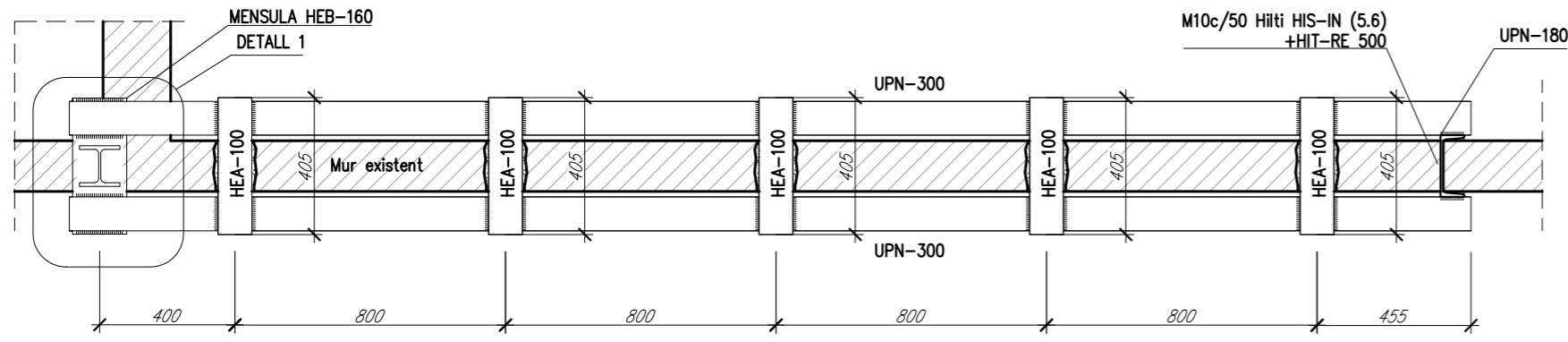
Es pot observar que la tensió de càlcul es inferior a la resistència última de la fabrica ($0.97 \text{ N/mm}^2 < 2.00 \text{ N/mm}^2$)

En vista a aquests resultats, es pot considerar viable la formació de la nova obertura.

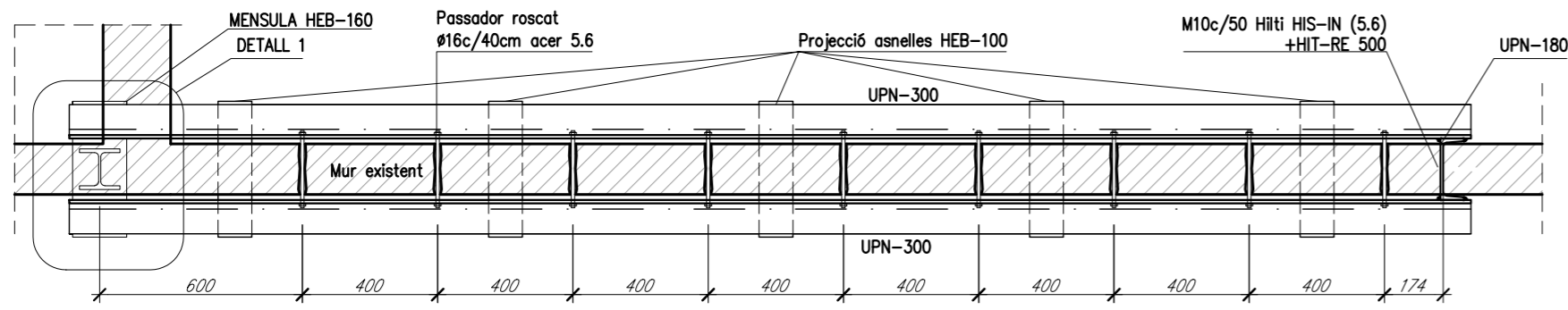
Els canvis realitzats no repercuteixen en els fonaments de l'edifici.

A mes, s'observa que la variació en l'estat de sol·licitació global del mur provocada per la aparició de les noves obertures es mínima.

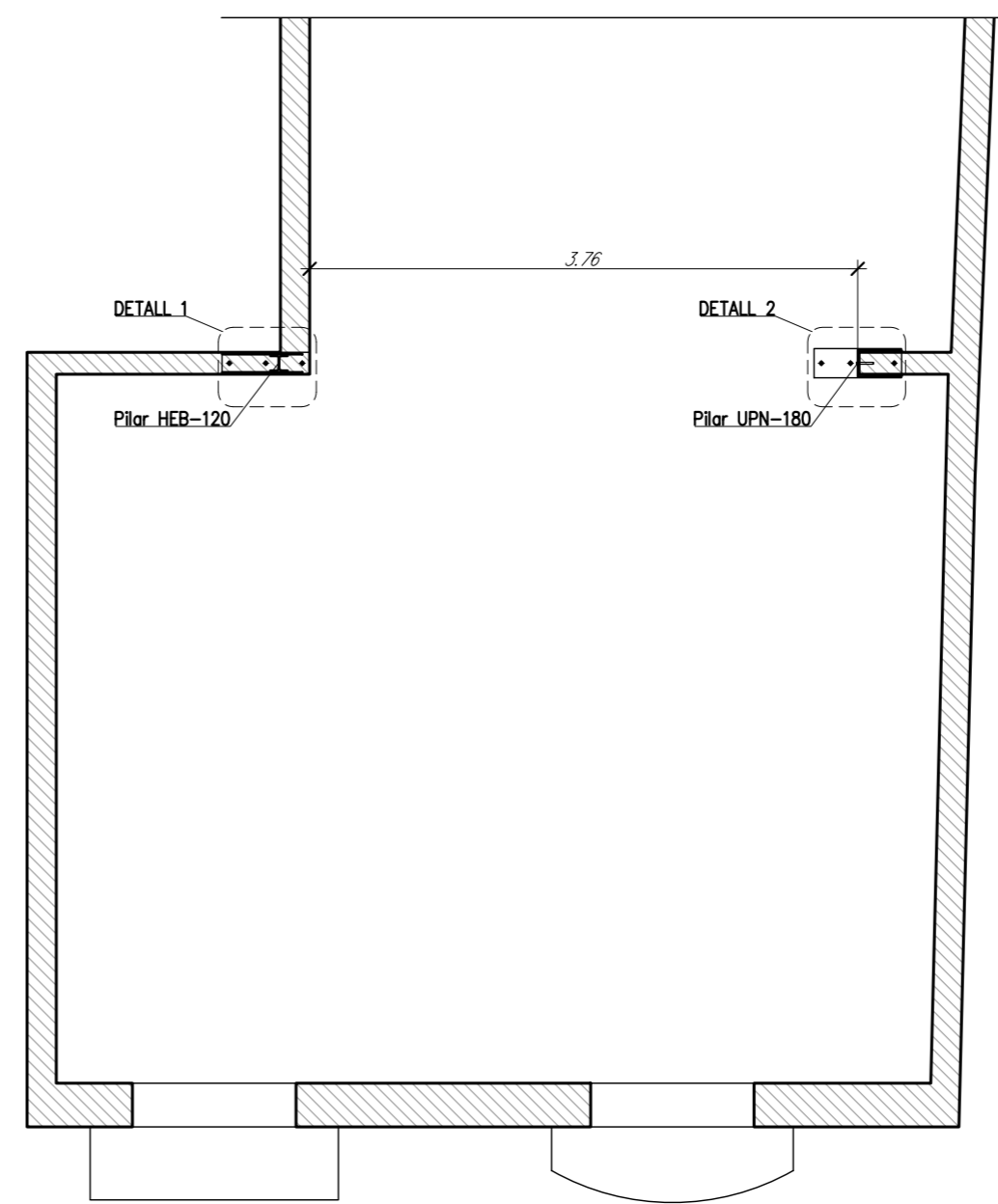
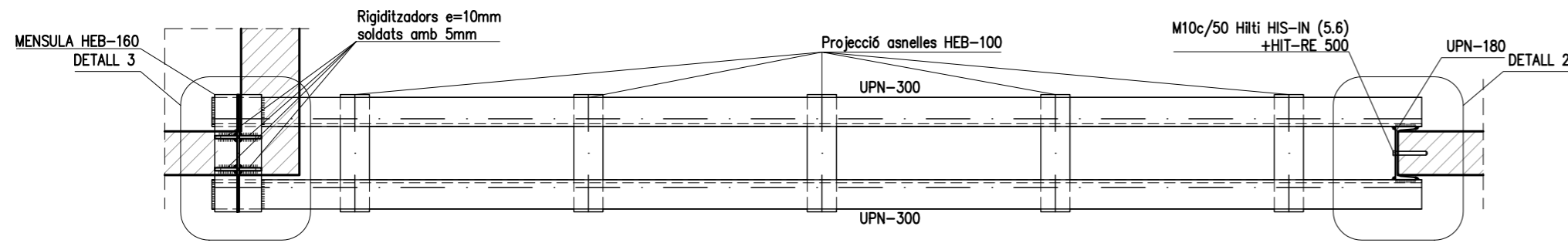
PLANTA P-3
E. 1/20



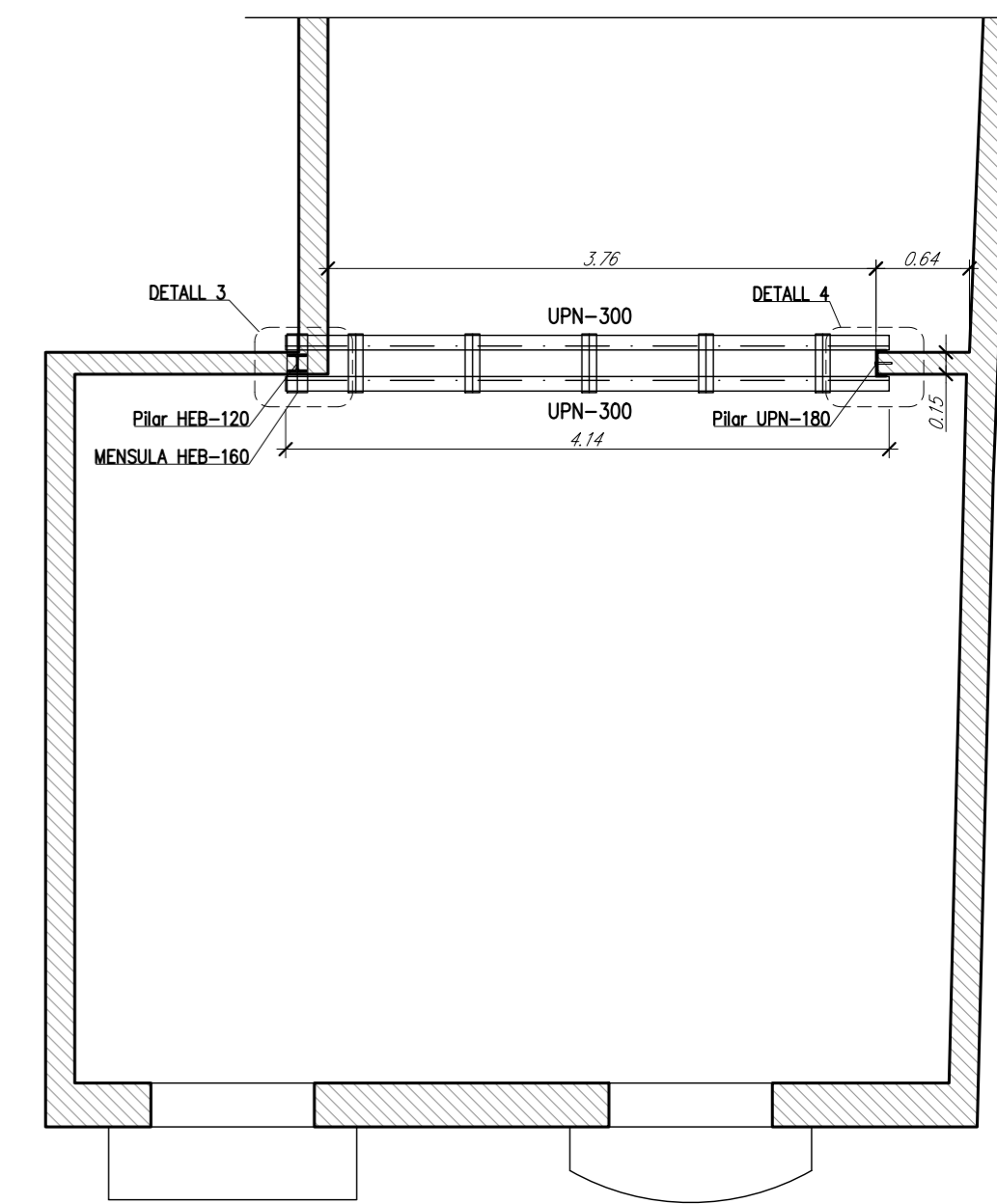
PLANTA P-2
E. 1/20



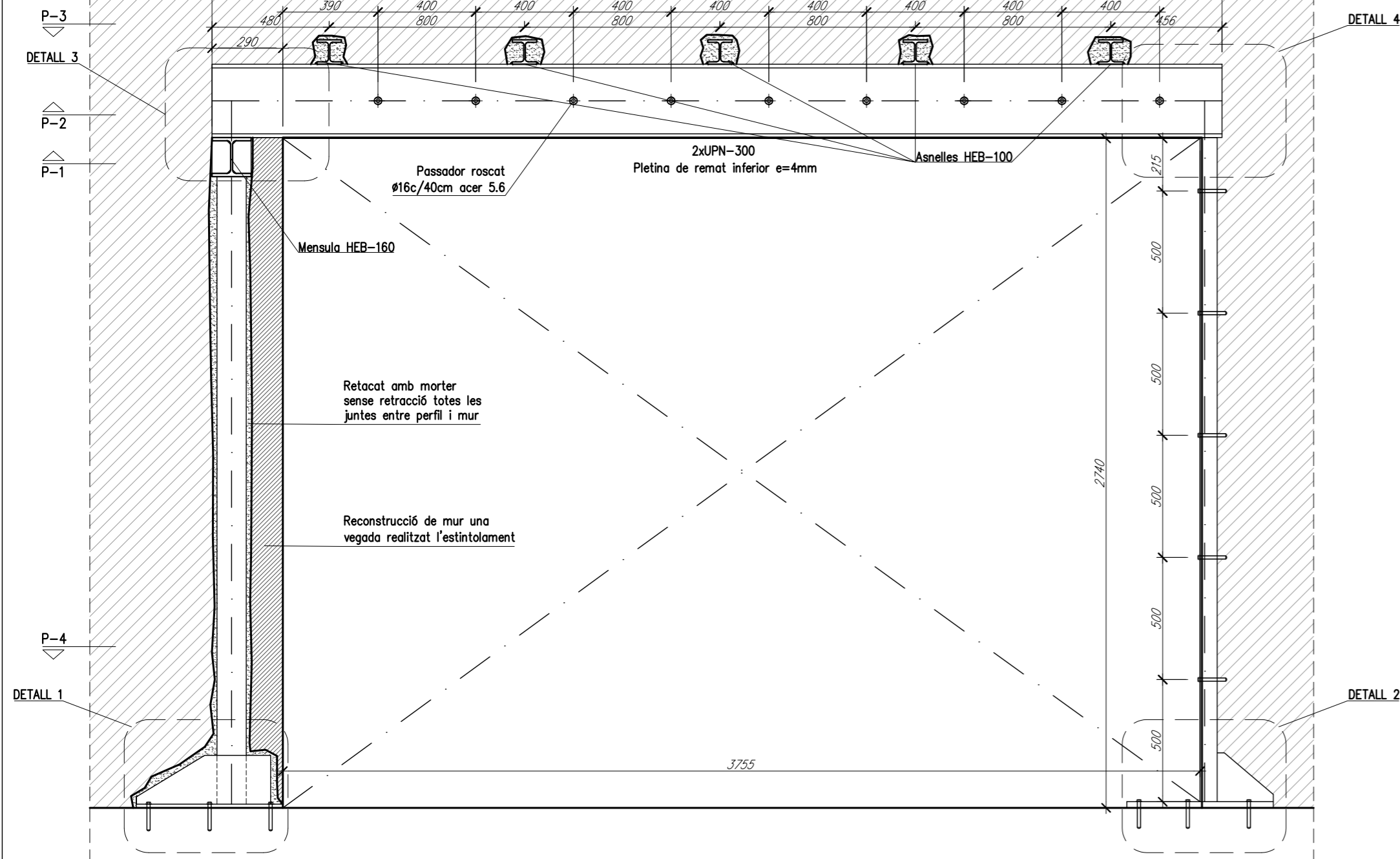
PLANTA P-1
E. 1/20



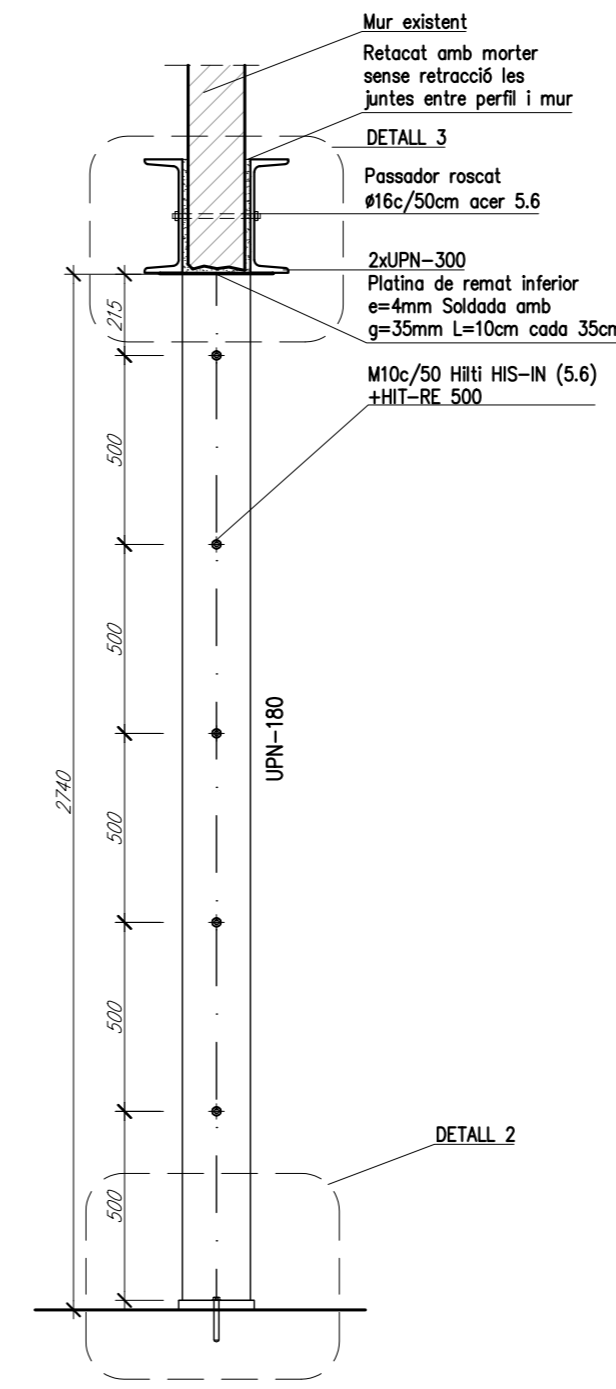
PLANTA GENERAL P-4
E. 1/20



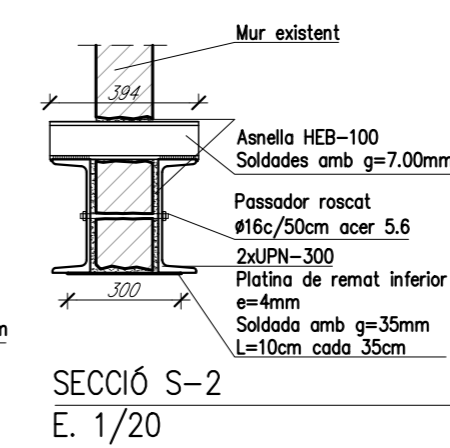
PLANTA GENERAL P-3
E. 1/20



ALÇAT ESTINTOLAMENT
E. 1/20



SECCIÓ S-1
E. 1/20



SECCIÓ S-2
E. 1/20

REFORMA INTERIOR D'HABITATGE
PROJECTE TÈCNIC

GRAN VIA DE LES CORTS 513, BARCELONA

TÍTOL DEL PLANOL:

ESTRUCTURA

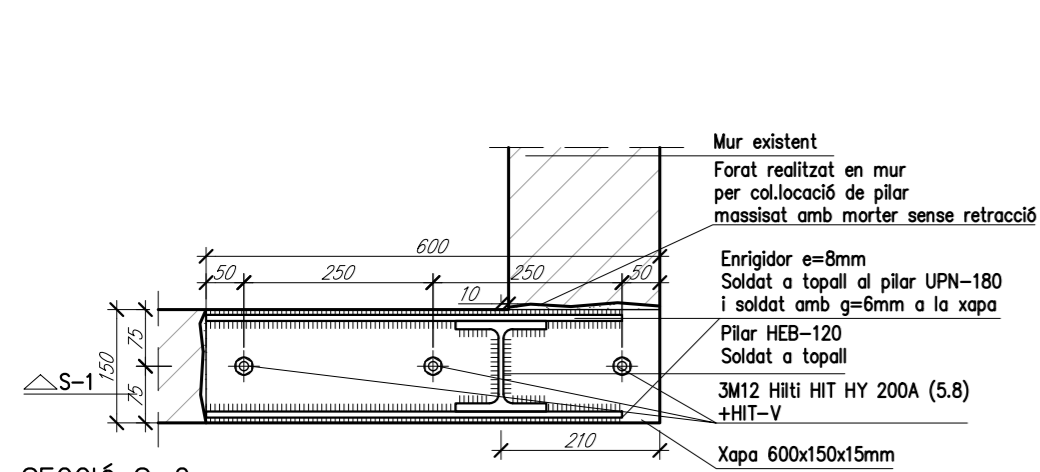
PROPIETARI LEGAL PROJECTE:

AUTOR DEL PROJECTE:
PROTEGIDO

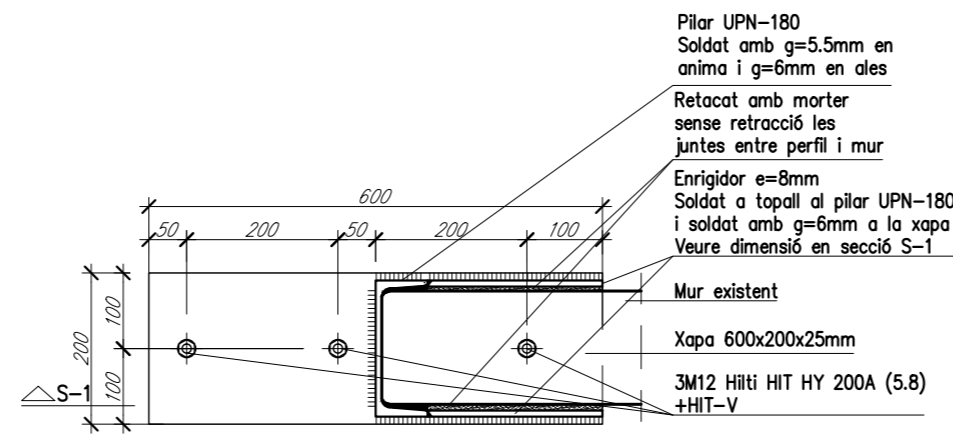
DATA D'EDICIÓ 23.02.2017

REVISIONS
ESCALA 1/10 FORMAT ORIGINAL A2

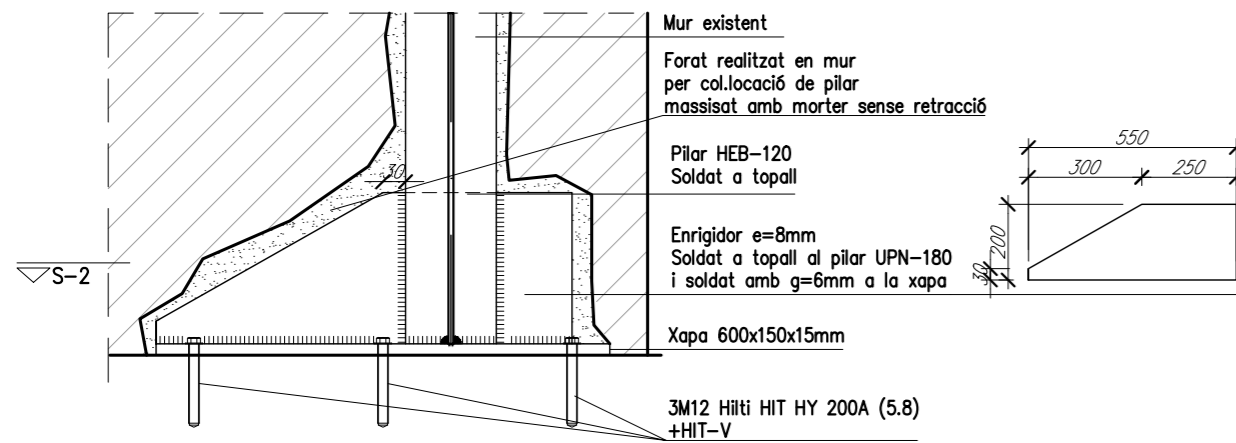
NOM DEL PLANOL



SECCIÓ S-2

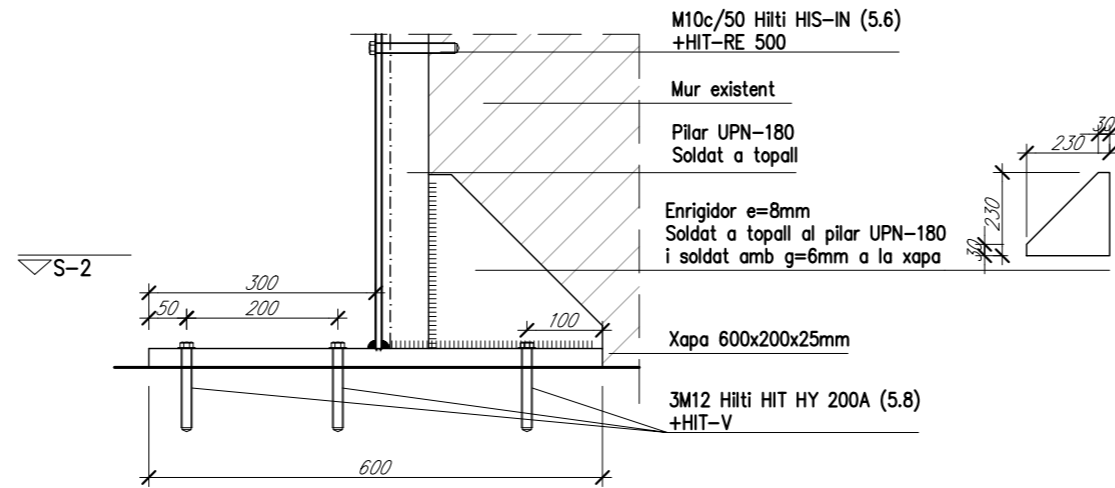


SECCIÓ S-2



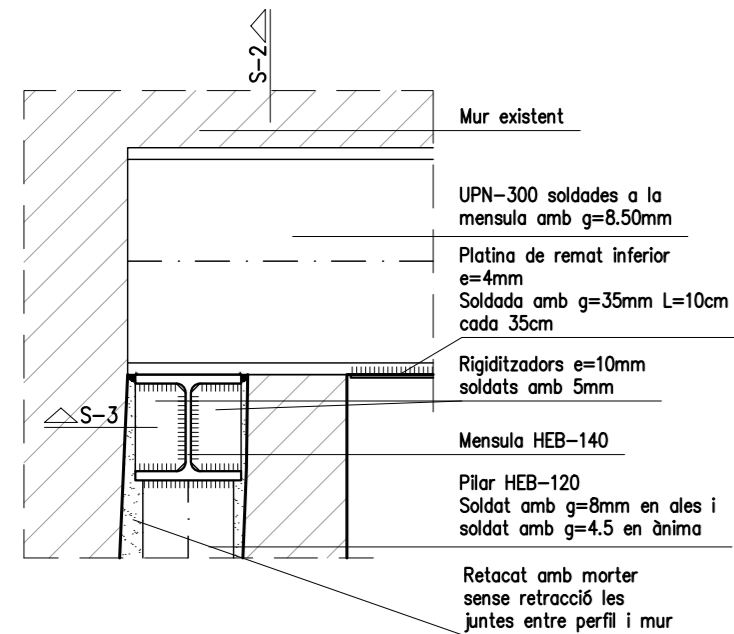
SECCIÓ S-1

DETALL 1
E. 1/10



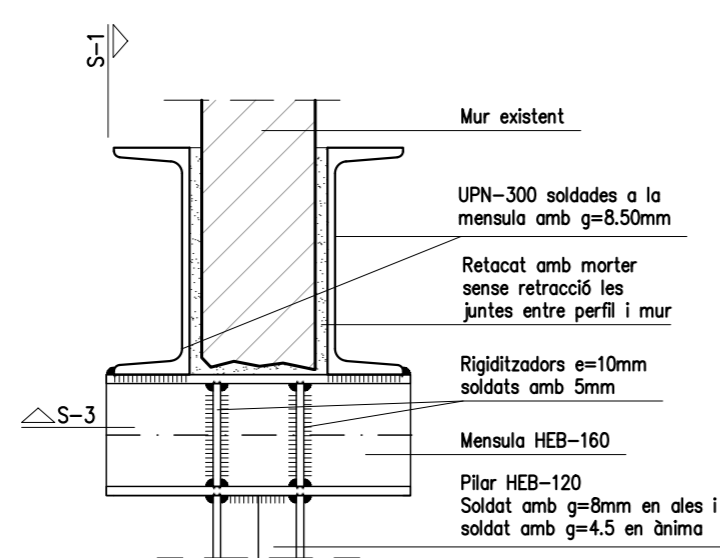
SECCIÓ S-1

DETALL 2
E. 1/10

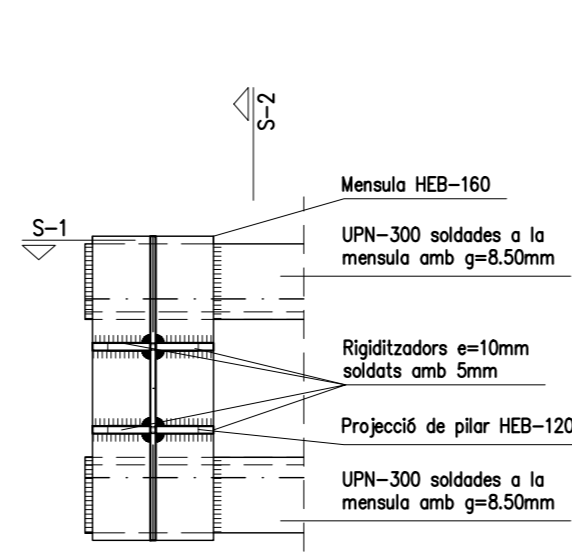


SECCIÓ S-1

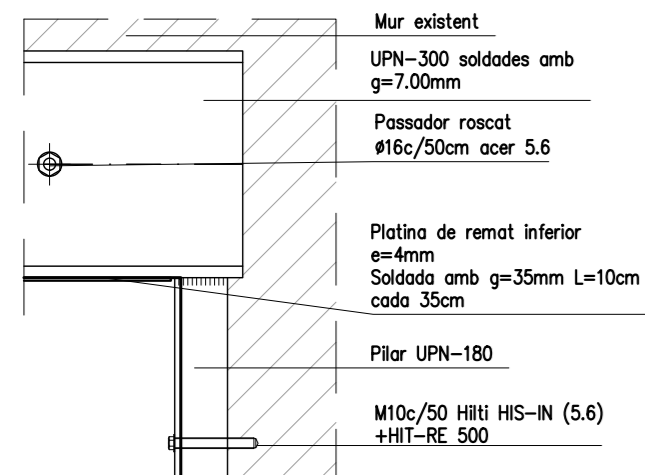
DETALL 3
E. 1/10



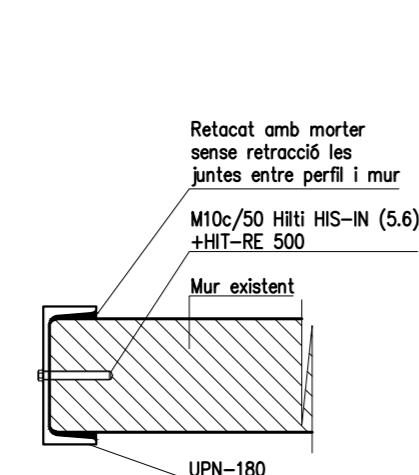
SECCIÓ S-2



SECCIÓ S-3



SECCIÓ S-1



SECCIÓ S-2

CONTROL DE L'ESTRUCTURA METÀL·LICA S275JR

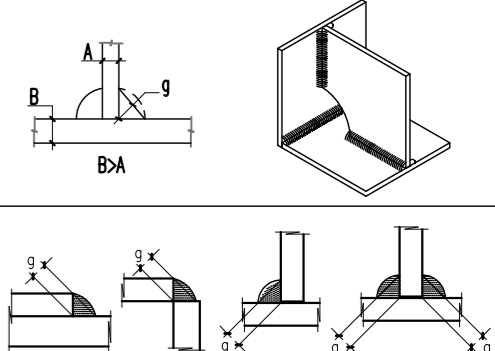
Els materials compliran el que estigui establert en les següents Normes i s'efectuaran els següents controls d'execució (consultar Plecs de Condicions i el pla de control de la DF):
 -Perfils i xapes DB SE-A, UNE-EN 10025-2, 10210-1:1994, 10219-1:1998
 -Soldadures DB SE-A, UNE-EN ISO 14555:1999, 287-1:1992
 1.- Toleràncies: es compliran les restriccions indicades en l'apartat 11 del CTE DB SE-A
 2.- Comprovació de forma (una cada 5 bigues):
 -Quan els perfils recullin elements danyables, no s'admetran fletxes superiors a L/500.
 -En la resta de perfils no s'admetran fletxes relatives superiors a L/350.
 3.- Comprovació de soldadures:
 -En empalmaments, es comprovarà una soldadura per unitat, no admetent-se interrupcions del cordó ni defectes aparents.
 -En peces compostes, es comprovarà una soldadura per peça, no admetent-se variacions de longitud i separacions que quedin fora de l'àmbit definit en el projecte ni defectes aparents.
 -S'efectuaran els assajos per radiografia, líquids penetrants, ultrasons o partícules magnètiques dels cordons que en aquell s'hi especifiquen.
 El muntatge i col·locació de les encavallades es realitzarà amb l'ajuda de perfils de trava suplementaris, que es retiraran una vegada realitzada la totalitat de l'estructura.

SOLDADURA EN ANGLE

Els cordons de soldadura en angle no especificats tindran una gorja "g" de 0,7 vegades el menor gruix "A" de les xapes en contacte i de 0,6 el gruix "A" si es realitzen per ambdues cares.

Quan es produeixin trobades entre tres cordons de soldadura retirarem una de les xapes per tal que un dels cordons sigui passant.

Gorja de soldadura (g) segons detalls.



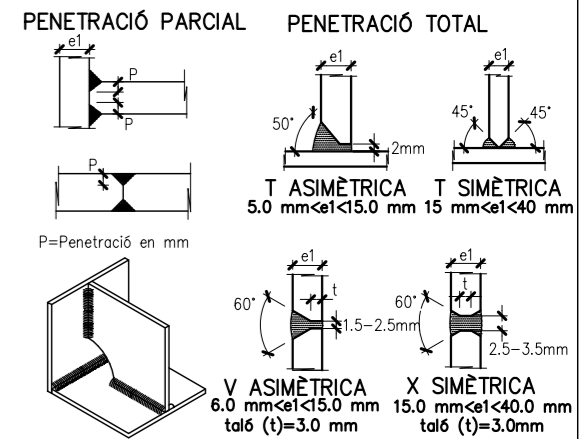
VEURE PLECS DE CONDICIONS

SOLDADURA A TOPALL

Els cordons de soldadura a topall seran continus de penetració total o parcial, i les xapes es bissellaran per procediments mecànics.

És vàlida la modificació dels procediments si s'adapten al CTE DB SE-A. En cas de no especificar la penetració s'executaran amb penetració total.

Quan es produeixin encontres entre tres cordons de soldadura retirarem una de les xapes per a que un dels cordons sigui passant.



PROCÈS CONSTRUCTIU

- 1.- Extracció de mur per a la col·locació d'asnelles i posterior col·locació, les asnelles sortiran 1m per cada costat del mur per al correcte apuntament.
- 2.- Apuntalar la zona d'actuació.
- 3.- Formació de rases en mur per a la posterior col·locació dels pilars HEB-120 i UPN-180 amb mensula HEB-160
- 4.- Col·locació de xapa d'ancoratge de pilars i platines segons detalls 1 i 2 i posterior col·locació de pilars
- 5.- Obertura de rasa per una cara del mur i col·locació d'una de les bigues d'estintolament UPN-260.
- 6.- Obertura en l'altra cara del mur i col·locació de la biga d'estintolament UPN-260.
- 7.- Unió entre bigues d'estintolament amb passadors roscats.
- 8.- Extracció de mur per a la formació del pas interior.
- 9.- Unió de pilar UPN-180 amb mur mitjançant tacs químics.
- 10.- Col·locació de platina de remat entre les dos bigues d'estintolament
- 11.- Reconstrucció de part de mur en la zona del pilar HEB-120.

NOTA: ES RETACARAN TOTES LES ZONES GENERADES ENTRE ELS PERFILS COL·LOCATS I EL MUR EXISTENT AMB MORTER SENSE RETRACCIÓ

REFORMA INTERIOR D'HABITATGE
PROJECTE TÈCNIC

GRAN VIA DE LES CORTS 513, BARCELONA

TÍTOL DEL PLANOL:

DATA D'EDICIÓ 23.02.2017

DETALLS

REVISIONS

ESCALA 1/10 FORMAT ORIGINAL A2

PROPIETARI LEGAL PROJECTE:

AUTOR DEL PROJECTE:

NOM DEL PLANOL

"PROTEGIDO"