



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA DE  
LA CONSTRUCCIÓN  
Y DE PROYECTOS DE  
INGENIERÍA CIVIL

# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL HORMIGÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO ACADÉMICO 2019/2020

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL  
APARCAMIENTO DE LA PLAZA DE LA  
REINA (VALENCIA)

Autor/a: JESÚS DAVID TORNERO ROMERO

Tutor/a: PEDRO ANTONIO CALDERÓN GARCÍA

Cotutor/a:

Valencia, Noviembre de 2020

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE LA  
CONSTRUCCIÓN Y PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

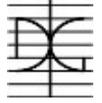


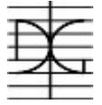
MUIH



## ÍNDICE DE CONTENIDO

MEMORIA .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	3
3. APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO “PLAZA DE LA REINA” .....	3
3.1. Situación .....	3
3.2. Geometría .....	4
3.3. Materiales .....	5
3.4. Estructura.....	6
4. EVALUACIÓN PRELIMINAR .....	13
5. ENSAYOS DE INFORMACIÓN.....	13
5.1. Velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos .....	14
5.2. Extracción de probetas testigo .....	16
5.3. Profundidad de carbonatación.....	18
5.4. Contenido de cloruros .....	20
5.5. Potencial de corrosión.....	21
5.6. Porosidad.....	23
5.7. Tracción en muestras de acero .....	24
5.8. Correlación END-Probetas Testigo .....	24
6. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES .....	26
6.1. Hormigón .....	26
6.2. Acero .....	28
7. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD .....	29
7.1. Método comparativo.....	29
7.2. Análisis estructural .....	31
8. CONCLUSIÓN .....	41





## MEMORIA

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente estudio tratará de cuantificar la problemática presente en la estructura del aparcamiento de la Plaza de la Reina. Para ello se tratará de estructurar según los siguientes pasos:

- Exposición del objeto de estudio, así como antecedentes históricos, problemática y patologías presentes en la estructura.
- Situación, materiales utilizados en proyecto y características geométricas y de armado de la estructura.
- Ensayos realizados, comprobación de la fiabilidad de los resultados e interpretación de estos.
- Características y resistencias mecánicas de la estructura presente hoy en día.
- Análisis de cálculo y comprobación mediante la utilización de herramientas como modelos de elementos finitos, método de bielas y tirantes y comprobación seccional.
- Conclusiones a partir de los resultados obtenidos.

## **2. OBJETIVO DEL ESTUDIO.**

El objetivo del desarrollo de este informe está basado en la necesidad de analizar la durabilidad y el futuro correcto funcionamiento estructural del aparcamiento subterráneo y la posibilidad de acometer una serie de reparaciones o refuerzos que aseguren el futuro funcionamiento de la estructura teniendo en cuenta además las cargas a las que esta será sometida tras la reforma para peatonalizar la plaza de la Reina.

Para determinar el funcionamiento actual de la estructura y la necesidad de acometer dichas reformas se han realizado una serie de ensayos y pruebas que se expondrán a continuación y serán objeto de estudio a lo largo de este informe.

- ULTRASONIDOS.
- RESISTENCIA TESTIGOS HORMIGON.
- PROFUNDIDAD DE CARBONATACION.
- CONTENIDO DE CLORUROS.
- POTENCIAL DE CORROSION.
- POROSIDAD DE HORMIGON.
- RESISTENCIA A TRACCION Y COMPOSICION DEL ACERO.
- CALICATAS.
- RESISTENCIA ACERO.
- COMPOSICION QUIMICA DEL ACERO.

Una vez se han analizado los resultados de los ensayos de información se estudia el estado del aparcamiento subterráneo y la necesidad de tomar soluciones a las patologías presentes si se es necesario.

## **3. APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO “PLAZA DE LA REINA”.**

A continuación, se exponen las características básicas de la estructura que ocupa el presente estudio. Tales como su localización, la normativa y los materiales empleados, así como la geometría constructiva de proyecto.

### **3.1. Situación**

El aparcamiento subterráneo fue construido en 1970 y está localizado bajo la plaza de la Reina, kilómetro cero y uno de los principales centros neurálgicos de la ciudad de Valencia que confluye en su extremo sur con la calle de la Paz y la calle San Vicente Mártir, al norte da acceso a la catedral de Valencia.



Ilustración 1 Situación Aparcamiento Plaza de la Reina

Es por esta situación privilegiada que el uso y mantenimiento de esta estructura se considera de alta importancia para el desarrollo comercial, turístico y económico de la ciudad de Valencia, haciendo necesario mantenerlo en óptimas condiciones de uso.

### 3.2. Geometría

El aparcamiento subterráneo de la plaza de la Reina consta de dos plantas sótano rectangulares de 77,50 m de largo por 47,50 m de ancho, achaflanadas en su extremo noroeste con un ángulo de  $166^\circ$  respecto al muro oeste con entradas y salidas tanto peatonales como rampas de vehículos en su extremo sur.

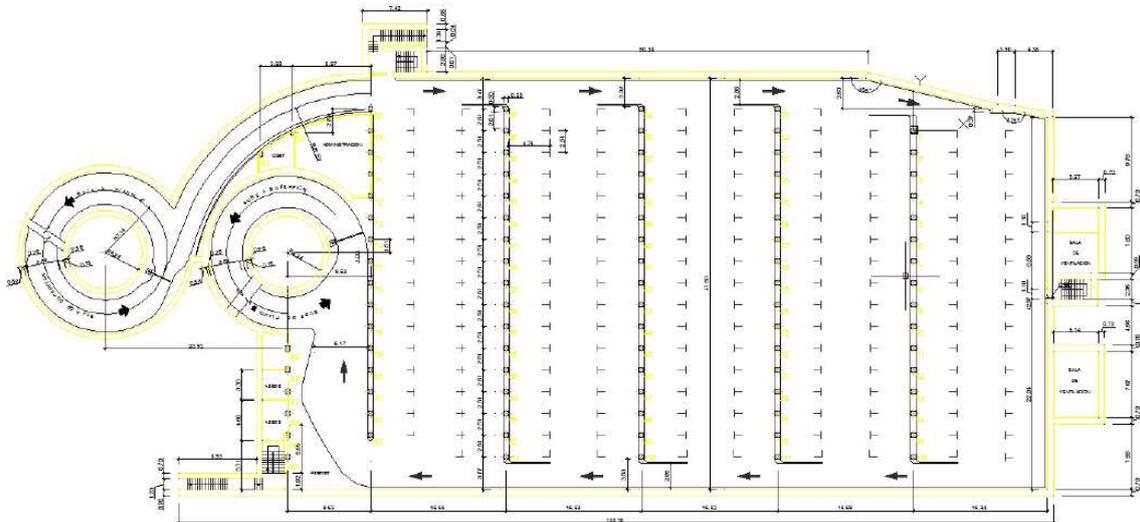


Ilustración 2 Planta Sótano 1

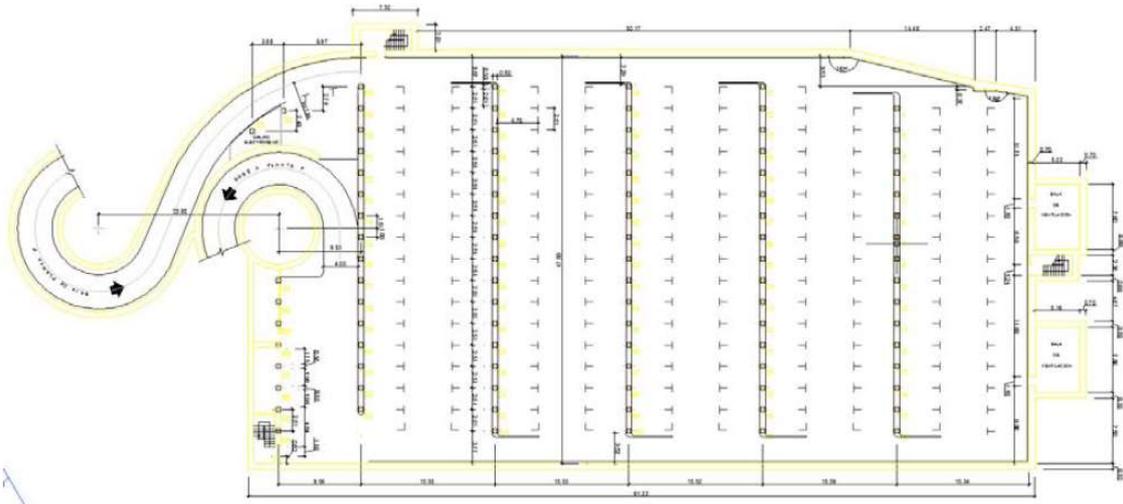


Ilustración 3 Planta Sótano 2

El aparcamiento está sostenido por cinco filas de columnas separadas 15,50 m entre sí, con un espacio de 2,50 m entre pilares y 3,75 m hasta los muros perimetrales.

Las cinco filas de columnas se unen mediante vigas en V sobre las que van situadas las losas de forjado. En todo el perímetro se ejecutan muros de hormigón en masa de 0,70 m de espesor que se unen a las filas de columnas mediante las mismas vigas sostenidas por ménsulas cortas.

### 3.3. Materiales

Hay que tener en cuenta en todo momento que se está procediendo a analizar una estructura construida en 1970, por lo que tanto la tipología constructiva como los materiales utilizados en su mayoría difieren en cuanto a tipología con los utilizados en la actualidad.

#### 3.3.1. Hormigón

La primera norma que se encargó de tipificar los hormigones en España fue la EH-73. Esta tipificación venía marcada por la serie H-150, H-175, H-200, H-225, H-250 y H-300, denominados según su resistencia en  $\text{kg/cm}^2$  a compresión a 28 días ensayado en probeta cilíndrica.

Para la redacción del proyecto original, pese a estar regido por una normativa anterior se utilizaron materiales de características mecánicas próximas a las definidas en normativas posteriores.

De esta manera, se utilizó un hormigón de resistencia característica de  $210 \text{ kg/cm}^2$  para elementos armados en alzado y hormigón de resistencia característica de  $140 \text{ kg/cm}^2$  para cimentación, soleras y muros de hormigón en masa.

El coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón adoptado en proyecto es de 1,60, pese a que la norma EH-68, en el artículo 26.4 "Resistencia de cálculo del hormigón" permite dividir la resistencia característica por 1,50.

Por lo que las resistencias de diseño adoptadas en proyecto quedan de la siguiente forma:

- Resistencia de diseño en pilares, forjados y vigas:  $131,25 \text{ kg/cm}^2$  ( $\approx 13,13 \text{ MPa}$ ).
- Resistencia de diseño en cimentaciones y muros:  $87,5 \text{ kg/cm}^2$  ( $\approx 8,75 \text{ MPa}$ ).

### 3.3.2. Acero

La primera norma que se encargó de tipificar los hormigones en España fue la EH-73. Esta tipificación venía marcada por la serie AE-42, AE-46, AE-50, AE-60, con dureza natural o conformados en frío, denominados según su resistencia en  $\text{kg/mm}^2$  ensayados a tracción.

De esta manera, se utilizó un acero de resistencia característica de  $4600 \text{ kg/cm}^2$  en toda la estructura, que coincide con la serie AE-46, con las características mecánicas expuestas en la tabla 9.3.a. de la EH-73. Este tipo de acero, aunque se tipificó por primera vez en la norma de 1973, era comúnmente utilizado en los años 60.

Tabla 9.3.a

Designación	Clases de acero	Límite elástico $f_y$ en $\text{kp/cm}^2$ no menor que	Carga unitaria de rotura $f_u$ en $\text{kp/cm}^2$ no menor que	Alargamiento de rotura en porcentaje sobre base de 5 diámetros no menor que	Relación $f_u/f_y$ en ensayo no menor que
AE 42N	Dureza natural .....	4200	5500	18	1,25
AE 42F	Estirado en frío .....	4200	5000	12	1,10
AE 48N	Dureza natural .....	4800	6000	16	1,25
AE 48F	Estirado en frío .....	4800	5500	11	1,10
AE 50N	Dureza natural .....	5000	6500	14	1,20
AE 50F	Estirado en frío .....	5000	6000	10	1,10
AE 60N	Dureza natural .....	6000	7200	12	1,15
AE 60F	Estirado en frío .....	6000	6800	8	1,10

Tabla 1 Tipificación de Aceros según EH-73

El coeficiente de minoración de la resistencia del acero adoptado en proyecto es de 1,20, pese a que la norma EH-68, en el artículo 25.3 “Resistencia de cálculo del acero” permite dividir la resistencia característica por 1,10.

Por lo que las resistencias de diseño adoptadas en proyecto quedan de la siguiente forma:

- Resistencia de diseño de acero corrugado:  $3833,33 \text{ kg/cm}^2$  ( $\approx 383,33 \text{ MPa}$ ).

### 3.4. Estructura

El valor del brazo mecánico (d) para la determinación de las características geométricas resistentes de la viga se tomará teniendo en consideración lo establecido en el artículo 13.2 “Distancia entre barras” de la EH-68 y el artículo 13.3 “Distancias a los paramentos” de la EH-68. Tal y como indica el artículo 13.2 de esta norma la distancia vertical libre entre dos barras consecutivas será igual al mayor de los siguientes valores:

- Un centímetro
- 0,75 veces el diámetro de la mayor

Y en el artículo 13.3 se establece que cuando se trate de armaduras principales, la distancia libre entre cualquier punto de la superficie lateral de una barra y el paramento más próximo de la pieza será igual o superior al diámetro de dicha barra. Además, en las estructuras no expuestas a ambientes agresivos dicha distancia será igual o superior a dos centímetros si los paramentos de la pieza van a estar expuestos a la intemperie.

Dado el escaso recubrimiento presente en la totalidad de la estructura se ha considerado que este último criterio no se ha tenido en cuenta para la construcción y el dimensionamiento de la estructura.

### 3.4.1. Forjado planta 1 de sótano

Los elementos estructurales de la primera planta de sótano o cubierta son los encargados de asumir las solicitaciones de los viales de la superficie, por lo tanto, son elementos de mayor canto y armado.

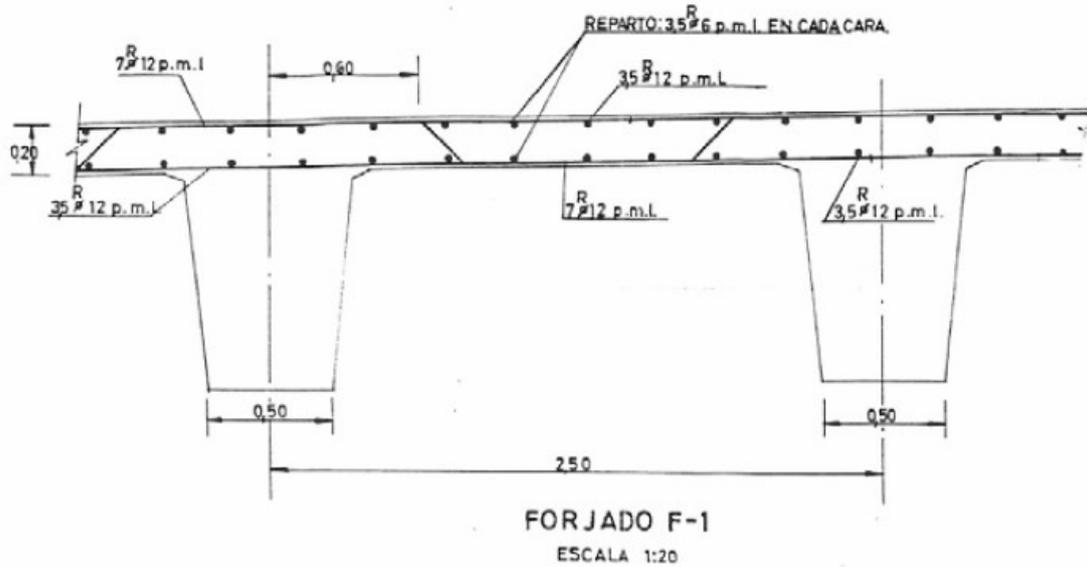


Ilustración 4 Detalle Forjado F1

El forjado F-1 central se sustenta sobre vigas V-1 de 1,10 m de canto. Tiene un espesor de 0,20 m con armado longitudinal de  $3,5\varnothing 6$  pml en cada una de las caras y armado transversal de  $3,5\varnothing 12$  pml en cada una de las caras con refuerzos de  $3,5\varnothing 12$  pml tanto a negativos como a positivos.

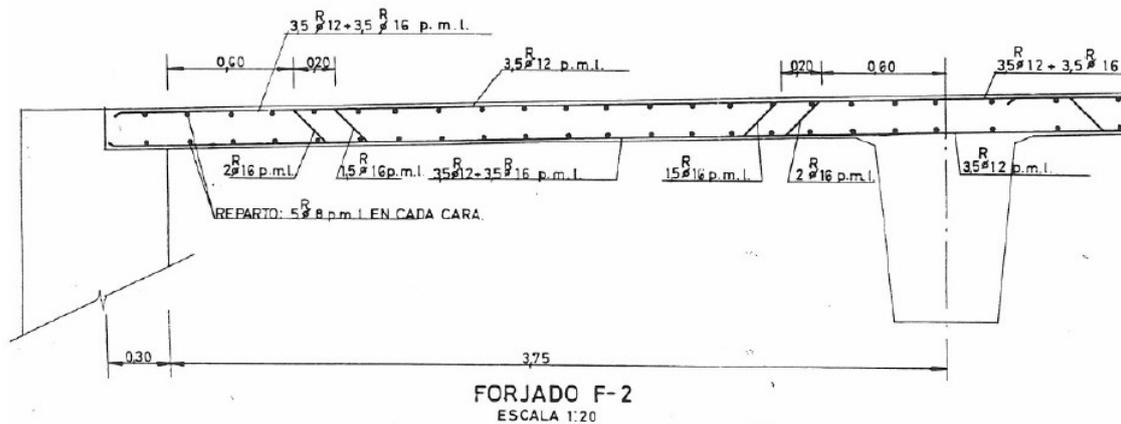


Ilustración 5 Detalle Forjado F2

El forjado F-2 situado en los extremos de la planta se sustenta sobre vigas V-2 de 1,10 m de canto y empotrado en el muro perimetral. Tiene un espesor de 0,20 m con armado longitudinal de  $5\varnothing 8$  pml en cada una de las caras y armado transversal de  $3,5\varnothing 12$  pml en cada una de las caras con refuerzos de  $3,5\varnothing 16$  pml tanto a negativos como a positivos.

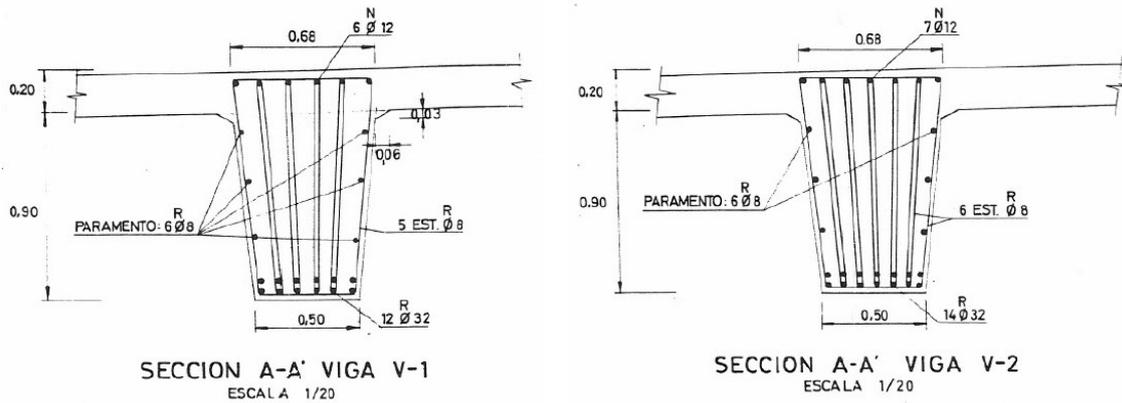


Ilustración 6 Detalle Vigas V1 V2

Las vigas V-1 y V-2 que sustentan los forjados F-1 y F-2 respectivamente son de igual dimensiones, con una anchura de 0,68 m y 1,10 m de canto. Se componen de armado superior formado por redondos de 12 mm, armado a positivos con redondos de 32 mm y una serie de estribos en cercos de 8 mm de diámetro.

### 3.4.2. Forjado planta 2 de sótano

Los elementos estructurales de la segunda planta de sótano son los encargados de asumir únicamente las solicitaciones de los vehículos ligeros, por lo tanto, son elementos de menor canto y armado.

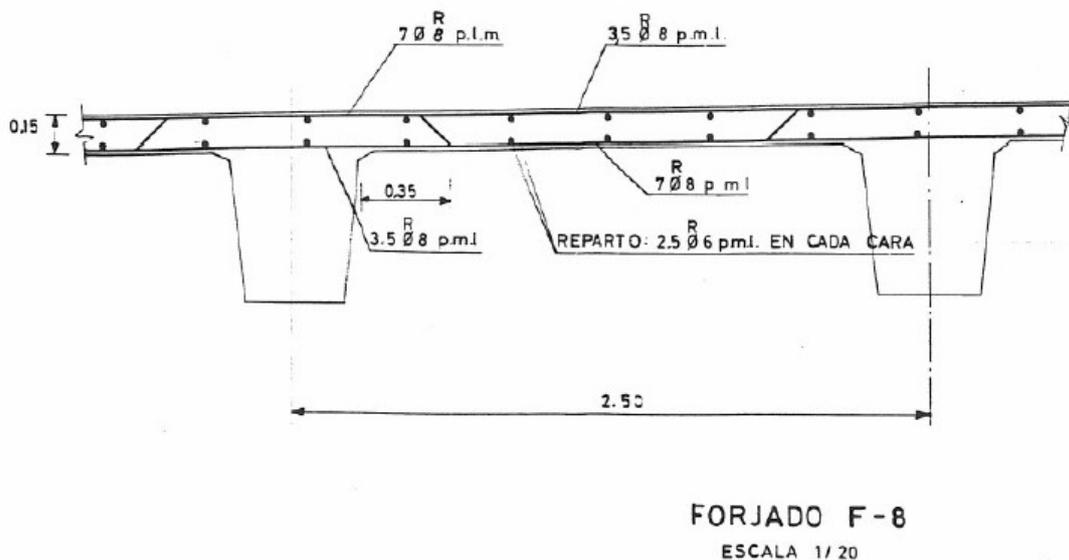


Ilustración 7 Detalle Forjado F8

El forjado F-8 central se sustenta sobre vigas V-25 de 0,75 m de canto. Tiene un espesor de 0,15 m con armado longitudinal de 2,5Ø6 p.m.l en cada una de las caras y armado transversal de 3,5Ø8 p.m.l en cada una de las caras con refuerzos de 3,5Ø8 p.m.l tanto a negativos como a positivos.

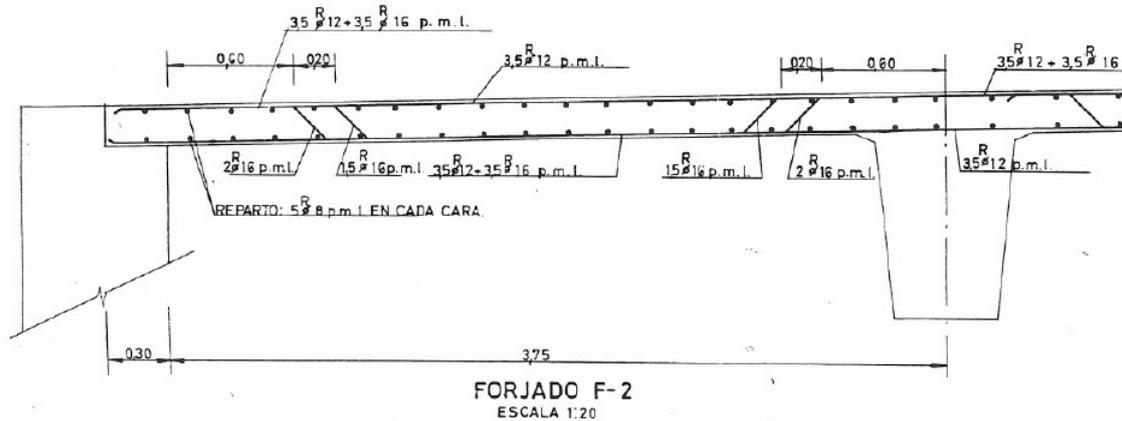


Ilustración 8 Detalle Forjado F9

El forjado F-9 situado en los extremos de la planta se sustenta sobre vigas V-26 de 0,75 m de canto y empotrado en el muro perimetral. Tiene un espesor de 0,15 m con armado longitudinal de 5Ø8 pml en cada una de las caras y armado transversal de 3,5Ø8 pml en cada una de las caras con refuerzos de 3,5Ø12 pml tanto a negativos como a positivos.

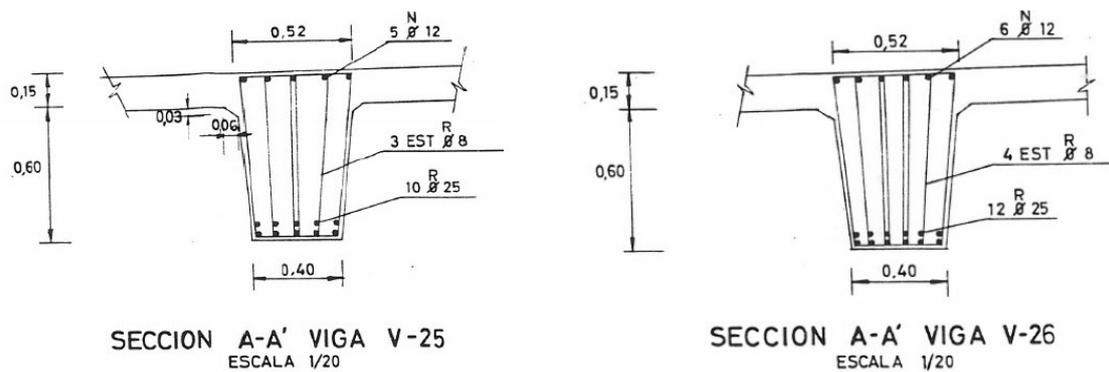


Ilustración 9 Detalle Vigas V25 V26

Las vigas V-25 y V-26 que sustentan los forjados F-8 y F-9 respectivamente son de igual dimensiones, con una anchura de 0,52 m y 0,75 m de canto. Se componen de armado superior formado por redondos de 12 mm, armado a positivos con redondos de 25 mm y una serie de estribos en cercos de 8 mm de diámetro.

### 3.4.3. Ménsulas cortas

En los extremos norte y sur del aparcamiento se disponen ménsulas embebidas en los muros de hormigón en masa sobre las que apoyan las vigas principales de primera y segunda planta de sótano.

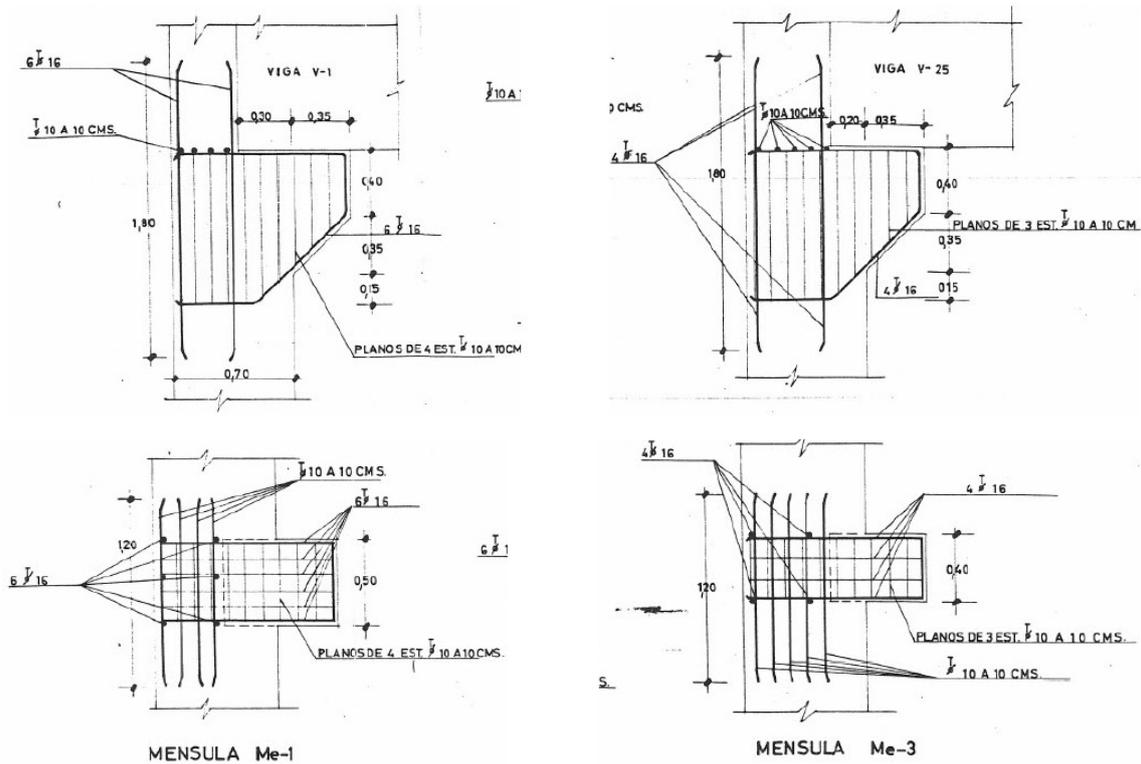


Ilustración 10 Detalle Ménsulas Cortas

La ménsula Me-1 se encarga de sustentar las vigas V-1 y V-2 de la primera planta de sótano. Tienen un espesor de 0,50 m y armado perimetral de 6Ø16.

La ménsula Me-3 se encarga de sustentar las vigas V-25 y V-26 de la segunda planta de sótano. Tienen un espesor de 0,40 m y armado perimetral de 4Ø16.

Tanto el armado de la ménsula Me-1 como el de la ménsula Me-3 es cosido por estribos dispuestos en vertical, los cuales serán objeto de estudio más adelante.

### 3.4.4. Pilares y ménsulas dobles

A excepción de los pilares dispuestos en los pórticos rígidos todos los pilares son del tipo P-1 expuesto a continuación.

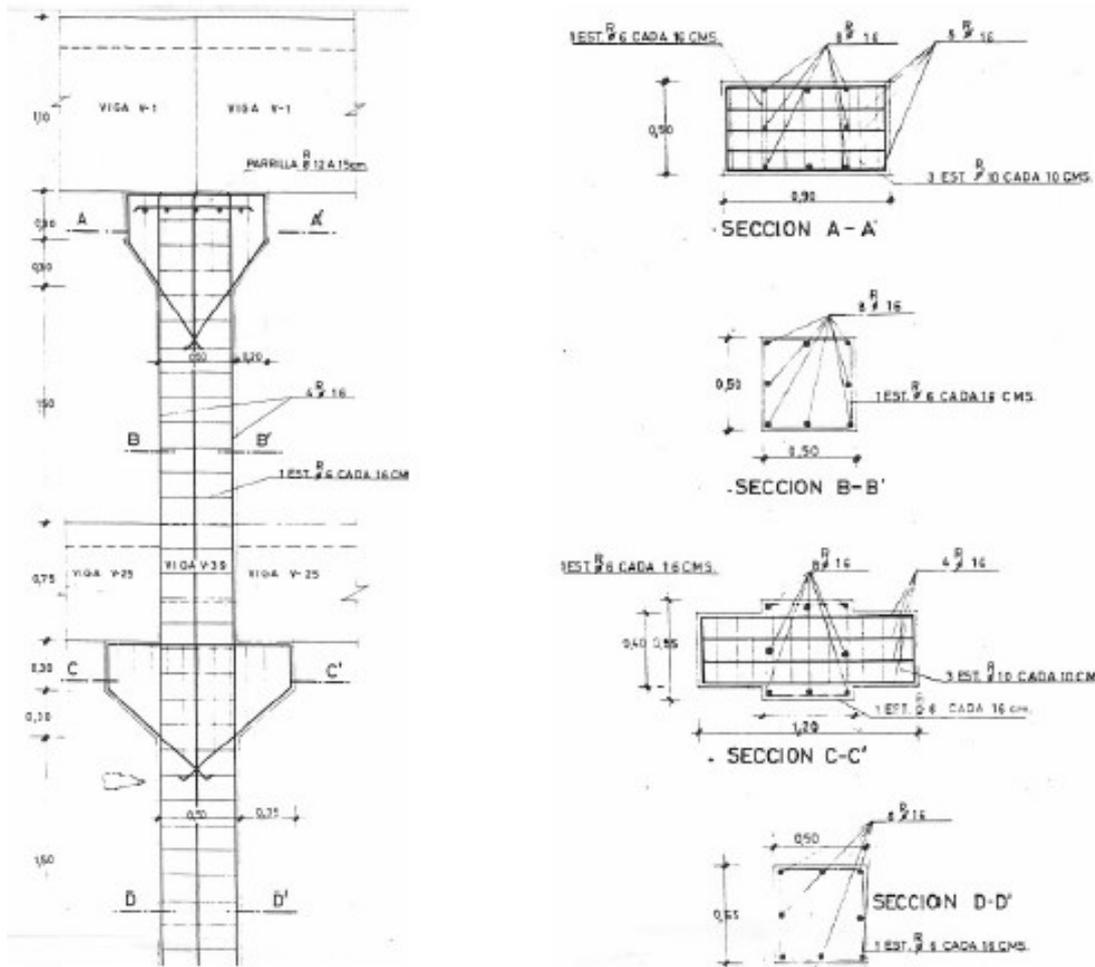


Ilustración 11 Detalle Ménsulas Dobles

Se trata de pilares de sección rectangular de dimensiones 0,50 m x 0,50 m en planta 1 de sótano que aumenta a 0,50 m x 0,55 m en la planta 2 de sótano. Tanto en primera como en segunda planta de sótano se arma con 8Ø16 dispuestos perimetralmente con estribos Ø6 cada 0,16 m.

La carga de las vigas se transmite hacia los pilares a través de ménsulas dobles.

La ménsula doble encargada de sustentar las vigas V-1 y V-2 de la primera planta de sótano tiene un espesor de 0,50 m y armado perimetral de 5Ø16.

La ménsula doble encargada de sustentar las vigas V-25 y V-26 de la segunda planta de sótano tiene un espesor de 0,40 m y armado perimetral de 4Ø16.

Al igual que en el caso de las ménsulas simples, tanto el armado de la ménsula de la primera planta de sótano como el de la ménsula de la segunda planta de sótano es cosido por estribos dispuestos en vertical, los cuales serán objeto de estudio más adelante.

### 3.4.5. Pórticos rígidos

Debido a la disposición de los carriles de circulación que recorren el perímetro de ambas plantas se hace necesario retirar los pilares de las esquinas noroeste y sureste de la estructura. Estos pilares son sustituidos por pórticos rígidos con vigas de sección rectangular empotradas.

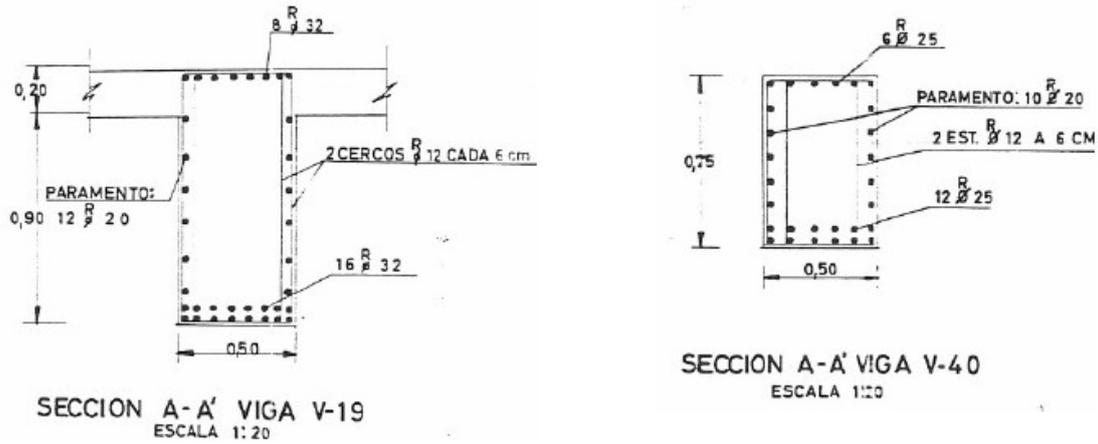


Ilustración 12 Detalle Vigas Pórtico

Las vigas V-19 y V-40 sustentan los forjados de primera y segunda planta de sótano respectivamente.

La viga V-19 tiene una anchura de 0,50 m y 0,75 m de canto. Se componen de armado superior formado por redondos de 25 mm, armado a positivos con redondos de 25 mm, paramento de redondos de 20 mm y una serie de estribos en cercos de 12 mm de diámetro.

La viga V-40 tiene una anchura de 0,50 m y 1,10 m de canto. Se componen de armado superior formado por redondos de 32 mm, armado a positivos con redondos de 32 mm, paramento de redondos de 20 mm y una serie de estribos en cercos de 12 mm de diámetro.

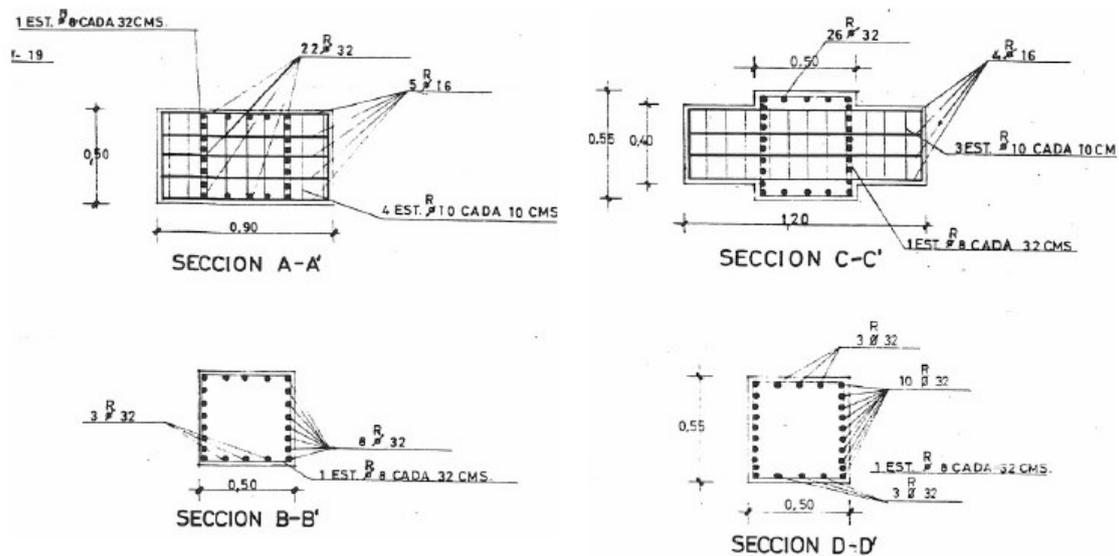


Ilustración 13 Detalle Pilares

Los pilares tipo P-2 comparten geometría con el resto de los pilares tipo P-1, sin embargo, constan con unas cuantías de armado muy superiores. Formados por redondos de 32 mm en todo su perímetro.

#### 4. EVALUACIÓN PRELIMINAR

La problemática principal que presenta la estructura es la producida por el ataque del dióxido de carbono en forma de carbonatación del hormigón y posterior oxidación de las armaduras por falta de recubrimiento.

En el proceso de carbonatación el hidróxido cálcico que forma parte del hormigón endurecido reacciona con el dióxido de carbono presente en el ambiente formándose carbonato cálcico. Esta reacción no sería un gran problema si no fuera porque este proceso también provoca que el PH altamente alcalino del hormigón descienda. Este descenso causa la despasivación de la capa superficial de las armaduras y esto produce que queden expuestas al ambiente.

Las armaduras, en presencia de oxígeno y la humedad ambiental, se oxidan y aumentan de volumen. Este aumento de volumen produce tensiones internas en la capa superficial del hormigón que provoca la aparición de coqueas y desprendimientos.

Pese a que es inevitable que a lo largo del tiempo se produzca la reacción química de la transformación del hidróxido cálcico en carbonato de calcio y la oxidación del acero en las armaduras, este es un proceso lento que se desarrolla a lo largo de la vida útil de la estructura. Existen diversos factores que han podido acelerar la carbonatación del hormigón armado.

El principal factor que provoca una aceleración de este proceso es el recubrimiento. Como ya se ha indicado anteriormente, el artículo 13.3 de la norma EH-68 estipula que la mínima distancia entre cualquier punto de la barra y el paramento exterior de la pieza será del valor del diámetro de la armadura o de dos centímetros para piezas expuestas a la intemperie. Los escasos recubrimientos observados parecen indicar que se ha seguido en menor de estos dos criterios y que, en algunos casos, debido a una mala ejecución se ha reducido todavía más este valor de recubrimiento.

Otro factor que ha podido ser clave en este proceso es la calidad del hormigón. Hormigones con bajo contenido en cemento aceleran la despasivación de la armadura y suelen alcanzar mayor grado de porosidad. Hormigones muy porosos permiten que penetren los agentes agresivos que generan la reacción de carbonatación en la portlandita y atacan a la armadura formando óxidos.

La humedad y las filtraciones de agentes corrosivos como el agua también han sido un factor determinante en el deterioro de la estructura. A lo largo del aparcamiento se observan grandes zonas localizadas en las que se pueden hallar agua en forma de filtraciones, humedades y restos de efluorescencias. Esto provoca la oxidación de la armadura.

#### 5. ENSAYOS DE INFORMACIÓN

Para la redacción del presente informe se ha hecho necesario la realización de una serie de ensayos tanto destructivos como no destructivos, de entre los que se cuentan:

- Ensayo de velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos.
- Extracción y rotura de probetas testigo.
- Ensayo de determinación de la profundidad de carbonatación.
- Ensayo de determinación del contenido de cloruros.
- Ensayo de determinación de la porosidad del hormigón.
- Ensayo de determinación del potencial electroquímico de corrosión.
- Ensayo de tracción sobre muestras de acero.

En aquellos ensayos que lo han requerido, se ha realizado sobre la nube de muestras obtenida de cada uno de los ensayos un control estadístico para asegurar la fiabilidad de los resultados. Este control ha consistido en una prueba de Grubbs para detectar y descartar posibles valores anómalos en la distribución de datos obtenidos de los ensayos y en una prueba de verificación de normalidad que permite no descartar que los resultados provengan de una distribución normal.

Para el control estadístico de los resultados se ha utilizado el programa Minitab.

### 5.1. Velocidad de propagación de impulsos ultrasónicos

El ensayo consiste en hacer pasar impulsos de vibraciones longitudinales a través del material mediante un generador y registrar el tiempo de propagación entre dos palpadores electroacústicos. De esta manera se relaciona la velocidad de transmisión de la vibración con la calidad del hormigón.

Se midió la velocidad de propagación de ultrasonidos en un total de 57 elementos de la estructura divididos entre 33 pilares y 24 vigas.

Se han obtenido los resultados expresados descritos en el Anejo 1: Actas de ensayos, Ultrasonidos.

Para asegurar la fiabilidad de los resultados se ha realizado un control estadístico sobre la muestra extraída del ensayo. En primer lugar, se efectuará una prueba de Grubbs y, una vez descartados los valores anómalos en la distribución de muestras, una prueba de normalidad.

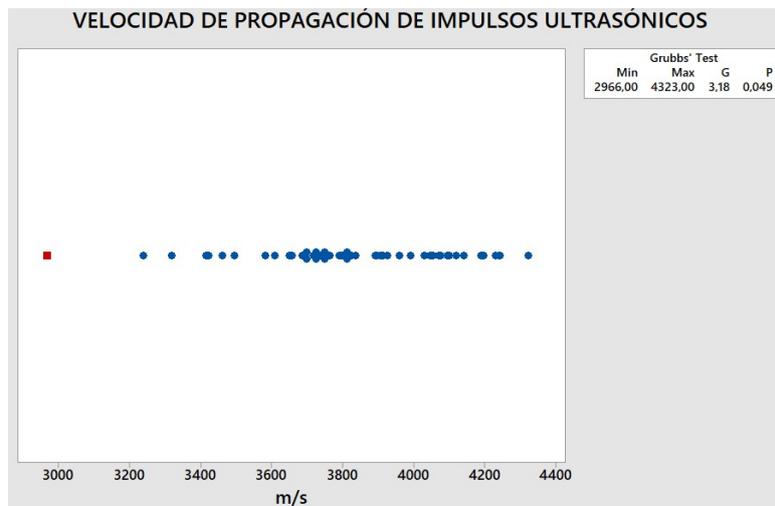


Ilustración 14 Velocidad de Propagación de Impulsos Ultrasónicos: Test de Grubbs

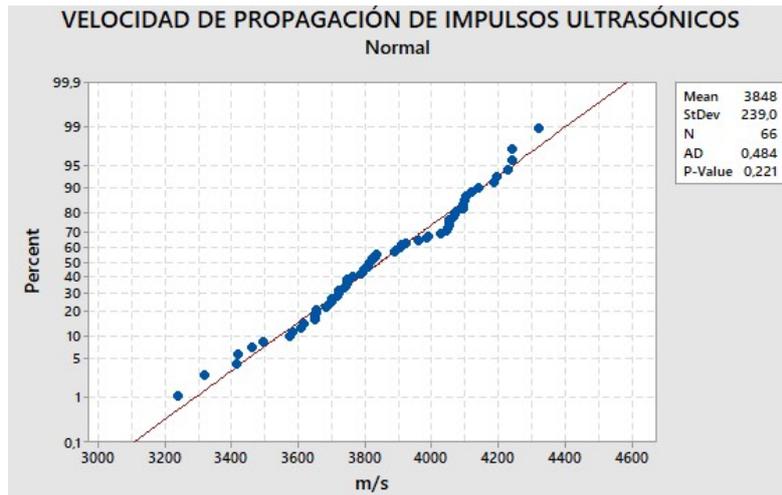


Ilustración 15 Velocidad de Propagación de Impulsos Ultrasónicos: Test de Normalidad

A partir de los datos analizados se concluye que no se puede rechazar la hipótesis de que los resultados obtenidos de este ensayo pertenezcan a una distribución normal (P.Value > 0,05).

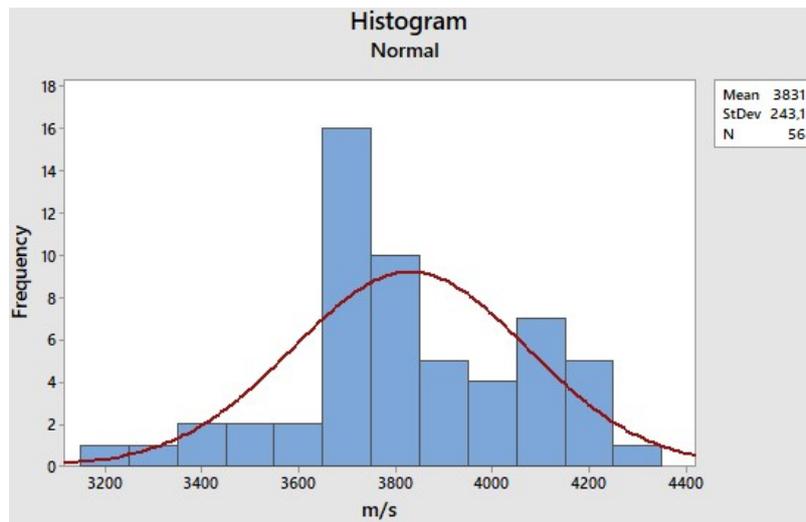


Ilustración 16 Velocidad de Propagación de Impulsos Ultrasónicos: Histograma de Frecuencias

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE IMPULSOS ULTRASÓNICOS				
N (ud)	MAX (m/s)	MIN (m/s)	MEDIA (m/s)	Dv. EST (m/s)
66	4323	3239	3848	239,0

Tabla 2 Velocidad de Propagación de Impulsos Ultrasónicos: Resultados

Estos valores corresponden a hormigones de calidad aceptable (3000-3600) y buena (3600-4500).

Velocidad (m/s)	Calidad del hormigón
> 4500	Excelente
3600 - 4500	Bueno
3000 -3600	Aceptable
2100 -2300	Malo
< 2100	Muy malo

Tabla 3 Relación Velocidad de Propagación de Impulsos Ultrasónicos-Calidad del Hormigón

### 5.2. Extracción de probetas testigo

El ensayo consiste primeramente en la extracción de probetas cilíndricas directamente del elemento estructural mediante una perforadora tubular diamantada. Posteriormente las probetas se refractarán y se romperán indicando su resistencia a compresión.

Se han ensayado 25 probetas testigo de las 27 extraídas de diferentes elementos de la estructura repartidos entre pilares, vigas y muros de ambas plantas de la estructura.

	PROBETAS EXTRAÍDAS		
	PILARES	MUROS	VIGAS
SÓTANO 1	6	1	5
SÓTANO 2	6	2	5

Tabla 4 Distribución de Probetas

Se han obtenido los resultados descritos en el Anejo 1: Actas de ensayos, Resistencia testigos hormigón.

Cabe destacar que dos de las 27 probetas extraídas se rompieron durante la fase de extracción debido a la presencia de armado no detectado durante el uso del pachómetro. Además, una de las probetas presentó durante el ensayo a compresión simple una rotura defectuosa que se resumió en una resistencia a compresión muy inferior a la real. Este valor de resistencia a compresión no será considerado para el análisis estructural y se extraerá tanto del control estadístico como del resultado final.

Para asegurar la fiabilidad de los resultados se ha realizado un control estadístico sobre la muestra extraída del ensayo. En primer lugar, se efectuará una prueba de Grubbs y, una vez descartados los valores anómalos en la distribución de muestras, una prueba de normalidad.

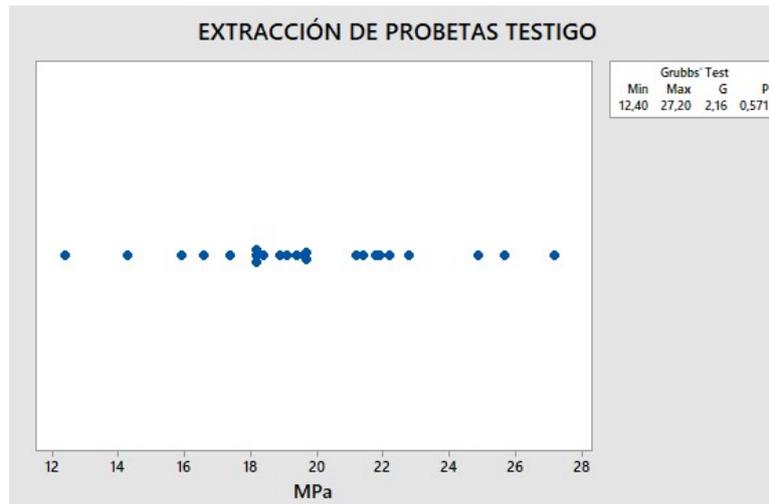


Ilustración 17 Extracción de Probetas Testigo: Test de Grubbs

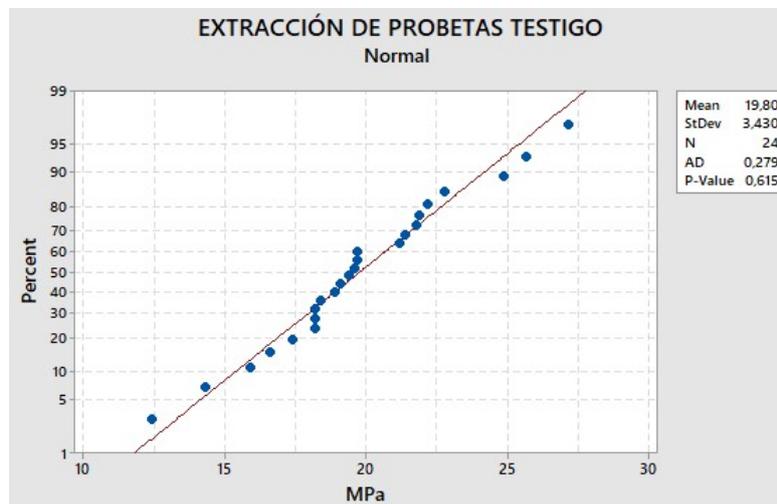


Ilustración 18 Extracción de Probetas Testigo: Test de Normalidad

A partir de los datos analizados se concluye que no se puede rechazar la hipótesis de que los resultados obtenidos de este ensayo pertenezcan a una distribución normal (P.Value > 0,05).

La dirección de la extracción de la probeta respecto del hormigonado puede influir en la resistencia de las probetas de hormigón, por lo tanto, en el caso de que la dirección de la extracción sea en plano horizontal, como puede ser en el caso de muros y pilares, se le aplicará al resultado del ensayo una corrección del orden de un 5% de la resistencia obtenida. Esto equivale a multiplicar por un coeficiente de 1,05 la resistencia del testigo.

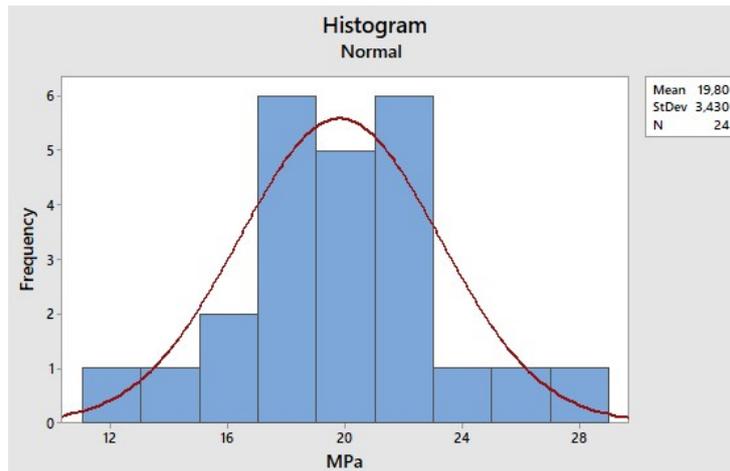


Ilustración 19 Extracción de Probetas Testigo: Histograma de Frecuencias

MUESTRA PILARES	MUESTRA MURO	MUESTRA VIGAS
$f_c$ (Mpa)	$f_c$ (Mpa)	$f_c$ (Mpa)
13,02	22,26	21,80
19,11	19,32	18,20
18,27		25,70
20,58		19,40
15,02		22,80
22,47		21,90
20,69		19,70
19,11		15,90
23,31		24,90
19,85		27,20
17,43		
20,06		

	PILARES	MURO	VIGAS
MEDIA (Mpa)	19,08	20,79	21,74
DvEST (Mpa)	2,90	2,08	3,76

Tabla 5 Extracción de Probetas Testigo: Resultados

Estos resultados serán utilizados para determinar la tensión de diseño del hormigón a utilizar en el análisis estructural.

### 5.3. Profundidad de carbonatación

El ensayo consiste en la aplicación de un indicador químico de fenolftaleína en sondeos previamente ejecutados sobre la superficie del material. Este ensayo indica el nivel de alcalinidad de la superficie de aplicación que influye en la falta de pasivación y posterior oxidación de las armaduras.

Se han obtenido los resultados expresados descritos en el Anejo 1: Actas de ensayos, Profundidad de carbonatación.

Para asegurar la fiabilidad de los resultados se ha realizado un control estadístico sobre la muestra extraída del ensayo. En primer lugar, se efectuará una prueba de Grubbs y,

una vez descartados los valores anómalos en la distribución de muestras, una prueba de normalidad.

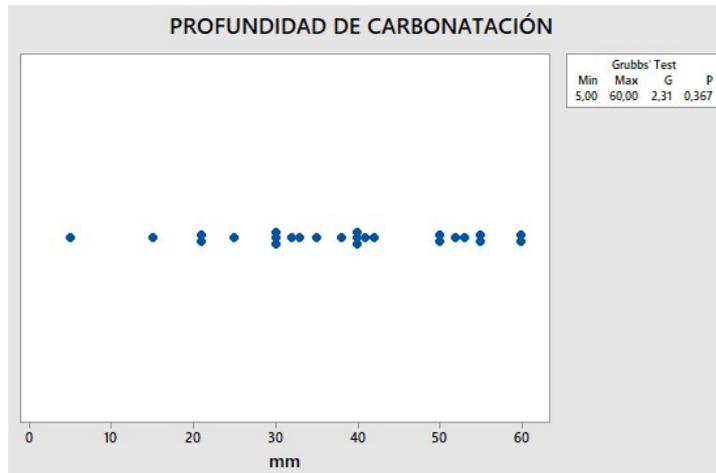


Ilustración 20 Profundidad de Carbonatación: Test de Grubbs

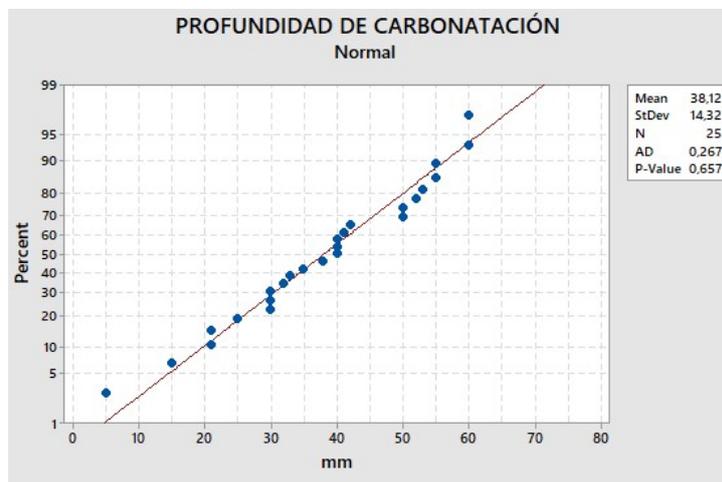


Ilustración 21 Profundidad de Carbonatación: Test de Normalidad

A partir de los datos analizados se concluye que no se puede rechazar la hipótesis de que los resultados obtenidos de este ensayo pertenezcan a una distribución normal (P.Value > 0,05).

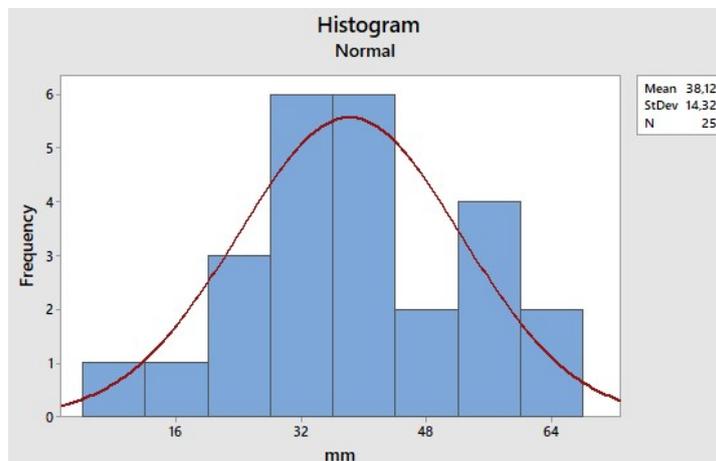


Ilustración 22 Profundidad de Carbonatación: Histograma de frecuencias

PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN				
N (ud)	MAX (mm)	MIN (mm)	MEDIA (mm)	Dv. EST (mm)
25	60	5	38	14,3

Tabla 6 Profundidad de Carbonatación: Resultados

La distancia mínima de las armaduras a los paramentos exteriores según la norma EH-68 se fija en 20 mm para el caso de cualquier paramento expuesto a la intemperie con independencia del tipo de hormigón empleado.

Según los datos estadísticos de profundidad de carbonatación este valor es superado en aproximadamente un 90% de la estructura.

El recubrimiento mínimo fijado por la norma EHE-08 para este tipo de estructuras en ambiente IIIa, con una vida útil de 50 años y un hormigón de 25 MPa (Resistencia mínima admitida por la norma para elementos de hormigón armado) es de 25 mm, a los cuales se les ha de agregar un margen de recubrimiento de 10 mm suponiendo que no se ha seguido un control intenso en la ejecución. En total el recubrimiento nominal de los elementos de hormigón debería haber sido según la norma más reciente de 35 mm.

Según los datos estadísticos de profundidad de carbonatación este valor es superado en aproximadamente un 60% de la estructura.

En las rozas realizadas para analizar el recubrimiento de los distintos elementos estructurales se han podido observar valores que varían entre 6 y 48 mm, con un recubrimiento medio de 24,5 mm. A pesar de que el recubrimiento medio sea superior al valor de 20 mm fijado por la EH-68, valores tan bajos de recubrimiento detectados son razón para justificar los daños por corrosión detectados.

#### 5.4. Contenido de cloruros

Este ensayo consiste en determinar la cantidad de iones de cloro solubles en ácido presentes en el hormigón. Se ejecuta añadiendo una disolución de nitrato de plata al que se le añade una disolución de tiocinato de amonio.

Se han realizado en total 6 determinaciones a distinta profundidad en dos zonas diferenciadas de la estructura y se han obtenido los resultados descritos en el Anejo 1: Actas de ensayos, Contenido de cloruros, expuestos a continuación.

LOCALIZACIÓN DEL TESTIGO	PROFUNDIDAD RESPECTO A SUPERFICIE (cm)	VALOR MEDIO (% en peso de hormigón)
PLANTA 2 PILAR 30	0	0,025
PLANTA 2 PILAR 30	5	0,021
PLANTA 2 PILAR 30	10	0,021

LOCALIZACIÓN DEL TESTIGO	PROFUNDIDAD RESPECTO A SUPERFICIE (cm)	VALOR MEDIO (% en peso de hormigón)
LOSA PLANTA 1	0	0,025
LOSA PLANTA 1	5	0,015
LOSA PLANTA 1	10	0,013

Tabla 7 Contenido de Cloruros: Datos de Ensayo

El contenido en la superficie en ambos casos es superior al observado a mayor profundidad. Además, el contenido de cloruros en la planta 2 a cierta profundidad es mayor que el de la planta 1. Estos valores siguen un orden lógico según la situación de los testigos y de las muestras analizadas en cada uno teniendo en cuenta además que la estructura analizada está construida en una ciudad próxima al mar en un ambiente con presencia de cloruros.

La norma EH-68 indica para el caso de hormigones armados que la cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón deberá ser de 250 kg. A falta de datos y del lado de la seguridad se tomará este valor para determinar el porcentaje de cloruros respecto al peso de cemento.

MAX % en peso de hormigón	MAX % en peso de cemento	LIM % en peso de cemento
0,025	0,23	0,4

Tabla 8 % de cloruros

Según lo indicado en la EHE-08 el contenido de iones cloro para un hormigón con armaduras pasivas no deberá ser inferior al 0,4% en peso de cemento. En base a los resultados del ensayo se puede concluir que no existe riesgo de ataque por cloruros en las armaduras presentes en la estructura.

### 5.5. Potencial de corrosión

Este ensayo ha consistido en tomar medidas de potencial directamente de la armadura mediante calicatas.

Se han realizado en total 18 determinaciones en los muros y vigas de ambas plantas y se han obtenido los resultados descritos en el Anejo 1: Actas de ensayos, Potencial de corrosión.

Para asegurar la fiabilidad de los resultados se ha realizado un control estadístico sobre la muestra extraída del ensayo. En primer lugar, se efectuará una prueba de Grubbs y, una vez descartados los valores anómalos en la distribución de muestras, una prueba de normalidad.

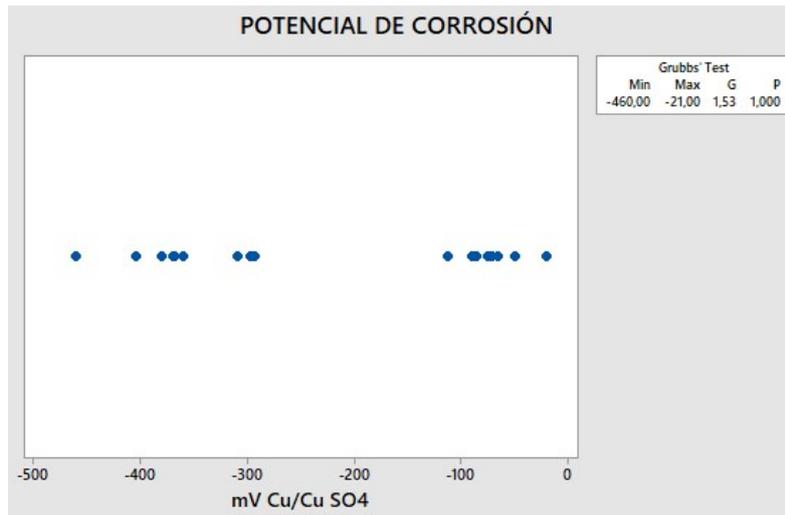


Ilustración 23 Potencial de Corrosión: Test de Grubbs

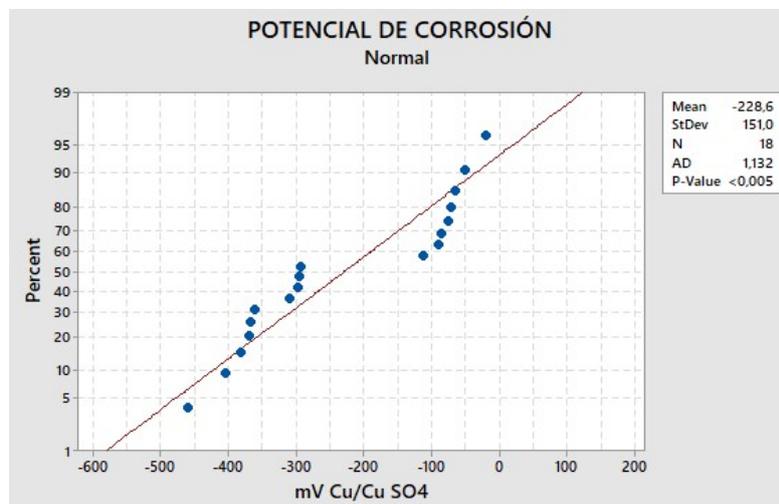


Ilustración 24 Potencial de Corrosión: Test de Normalidad

A partir de los datos analizados se concluye que se puede rechazar la hipótesis de que los resultados obtenidos de este ensayo pertenezcan a una distribución normal (P.Value < 0,05).. El hecho de que los resultados del ensayo no sigan una distribución normal puede explicarse observando el histograma de frecuencias.

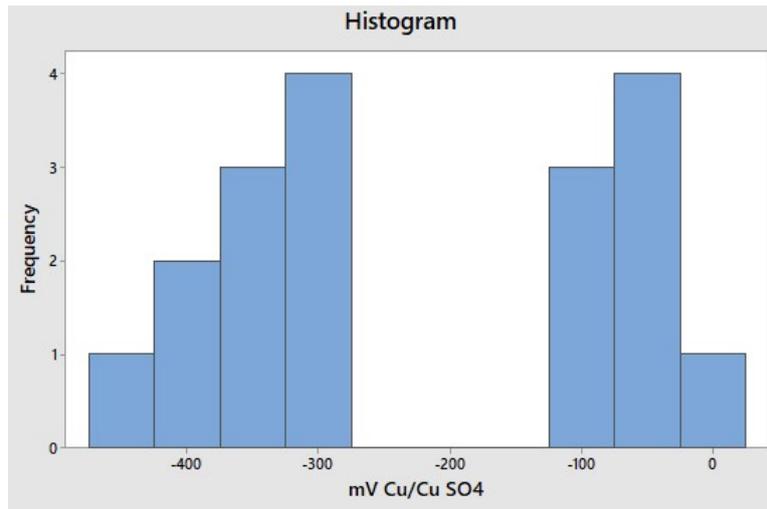


Ilustración 25 Potencial de Corrosión: Histograma de Frecuencias

De los datos representados podemos deducir dos zonas claramente diferenciadas, una zona con riesgo de corrosión bajo (<5%), y zonas con riesgo de corrosión moderado a alto (<50%). Esta disparidad en los datos puede explicarse debido a la presencia de filtraciones o humedades persistentes en las áreas de mayor potencial negativo.

Ecorr (mV)	Riesgo de corrosión
> -200	5%
-200 a -350	50%
-350 a -600	95%
< -600	100%

Tabla 9 Interpretación de las medidas de potencial en relación con el riesgo de corrosión producida por cloruros

ZONAS EN RIESGO DE CORROSIÓN (%)			
5%	50%	95%	100%
44,44	22,22	33,33	0,00

Tabla 10 Potencial de Corrosión: Resultados

### 5.6. Porosidad

Se han realizado en total 3 determinaciones a partir de probetas extraídas de diversas localizaciones y se han obtenido los resultados descritos en el Anejo 1: Actas de ensayos, Porosidad de hormigón, expuestos a continuación.

LOCALIZACIÓN	POROSIDAD (%)	$\gamma_{ap}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_{real}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
P2 M2	7,80	2,40	2,60
P1 P78	12,30	2,26	2,57
P2 V57-78	10,80	2,31	2,59

Tabla 11 Porosidad: Resultados

La porosidad en un elemento de hormigón estructural está relacionada con su resistencia y da una medida indirecta de la calidad de este. A menor porcentaje de poros es sinónimo de mayor resistencia y calidad del hormigón.

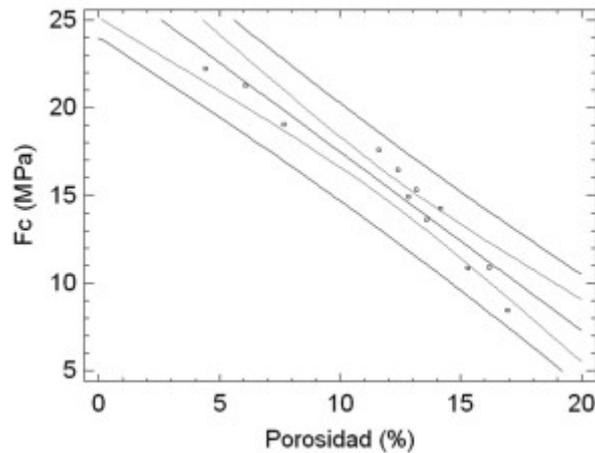


Ilustración 26 Correlación Porosidad-Resistencia

Una porosidad de entre un 10 y un 15% es indicativa de un hormigón lo suficientemente compacto, pero con una permeabilidad suficiente como para ser causa de problemas debidos a la durabilidad en un ambiente agresivo.

### 5.7. Tracción en muestras de acero

Se han realizado en total 3 determinaciones a partir de probetas extraídas de diversas localizaciones y se han obtenido los resultados descritos en el Anejo 1: Actas de ensayos, Resistencia acero, expuestos a continuación.

MUESTRA	$S_0$ (mm <sup>2</sup> )	$L_0$ (mm)	Tipo de probeta
1	58.09	500.00	No proporcional
2	118.82	500.00	No proporcional
3	122.72	500.00	No proporcional

$S_0$ : Sección inicial de la parte calibrada  
 $L_0$ : Longitud inicial entre puntos

MUESTRA	LÍMITE ELÁSTICO (MPa) $\pm U$ (k=2)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa) $\pm U$ (k=2)	ALARGAMIENTO ROTURA (%) $\pm U$ (k=2)
1	488 $\pm$ 6	698 $\pm$ 9	6.0 $\pm$ 0.5
2	534 $\pm$ 6	669 $\pm$ 9	5.0 $\pm$ 0.5
3	598 $\pm$ 6	758 $\pm$ 9	5.0 $\pm$ 0.5

Tabla 12 Tracción en Muestras de Acero: Resultados

Estos resultados serán utilizados para determinar la tensión de diseño del acero a utilizar en el análisis estructural.

### 5.8. Correlación END-Probetas Testigo

Para tratar de establecer una mayor población de resistencias a compresión en el conjunto de la estructura se pretende realizar una correlación entre los valores obtenidos del ensayo de velocidad de ultrasonidos con los valores de resistencia de probetas testigo. De esta manera se podría utilizar el amplio campo de medidas extraído a partir del ensayo de velocidad de ultrasonidos para estimar resistencias en vigas y pilares.

Esta correlación se realiza a través de análisis de regresión tanto en pilares como en vigas que pretende relacionar de manera lineal las variables velocidad y resistencia con un valor de seguridad  $R^2$  que será objeto de discusión para delimitar la fiabilidad de la correlación.

Se han utilizado los siguientes datos extraídos del Anejo1: Actas de ensayos, Ultrasonidos y Resistencia testigos hormigón.

CORRELACIÓN END-TESTIGOS			
PILARES		VIGAS	
m/s	Mpa	m/s	Mpa
3576	12,4	3317	21,8
3831	18,2	2966	18,2
4105	17,4	3421	25,7
4048	19,6	4323	19,4
3812	14,3	3764	22,8
4120	19,1	3317	21,8
3460	18,2	3421	25,7
3694	21,4	4029	15,9
3651	19,7	3239	21,9
3653	16,6	4189	19,7
3747	22,2	3609	24,9
3738	18,9	4053	27,2

Tabla 13 Correlación END-Testigos

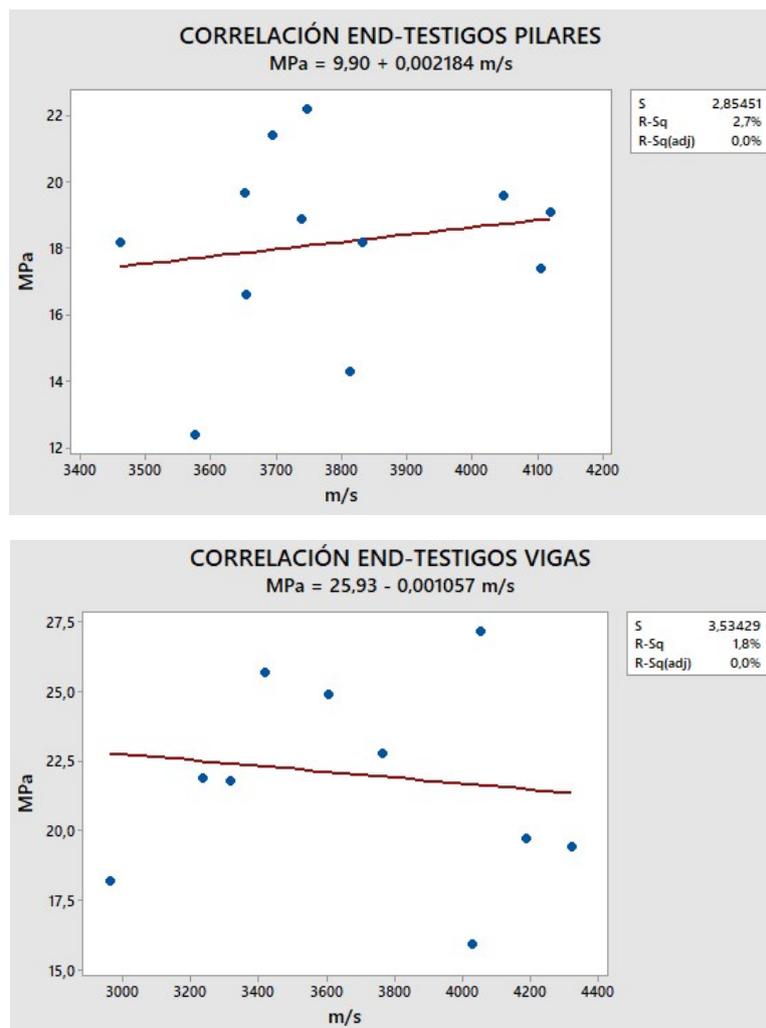


Ilustración 27 Correlación END-Testigos

Como puede observarse los resultados en ambos casos aportan valores de  $R^2$  que no alcanzan un 5% de correlación, por lo tanto, para valores tan bajos, podemos afirmar que los datos de velocidad de ultrasonidos no están directamente relacionados con la resistencia a compresión simple por lo que no sería conveniente aplicar las fórmulas obtenidas mediante este análisis.

En el caso de vigas se asume que puede darse por la propia geometría en V que dificulta la transmisión de manera directa de las ondas entre electrodos de ultrasonidos.

Además, de la falta de correlación puede extraerse que los pilares se hallan fisurados y presentan interferencias en la transmisión de las ondas, por lo que se deduce una fisuración a lo largo del perímetro de armaduras. Esta fisuración se tiene en cuenta a la hora de realizar los cálculos en una reducción de sección de los pilares de ambas plantas de sótano.

## 6. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

### 6.1. Hormigón

El principal parámetro utilizado para determinar las características mecánicas de este material a objeto de proyecto según indica la Instrucción Española de Hormigón estructural EHE-08 es la resistencia a compresión simple característica ( $f_{CK}$ ), sin embargo, al contar con un cierto número de ensayos normalizados realizados a probetas testigo extraídas directamente de la estructura la resistencia que obtendremos será la resistencia característica estimada ( $f_{C EST}$ ), calculándose estadísticamente de manera similar a la resistencia a compresión simple característica.

La resistencia característica estimada ( $f_{C EST}$ ) será calculada como la correspondiente al cuantil 0,05 inferior de la distribución de muestras tomadas a partir del ensayo de extracción, conservación, refrentado y rotura a compresión de probetas testigo, el cual nos indica que un 95% de probetas extraídas de una muestra total estarán situadas por encima de ese valor. Esto nos proporciona un índice de seguridad ante la comprobación estructural.

Tomaremos la muestra analizada como una distribución de variable continua que agrupa los datos en torno a un valor medio central en forma de distribución normal o campana de Gauss. El valor medio central de esta distribución estadística corresponde a la media aritmética de los valores tomados en el ensayo, y el valor resultante de este valor medio menos 1,64 desviaciones estándar corresponden a un valor superado por el 95% de los casos. De esta manera se puede determinar fácilmente el cuantil 0,05 de la muestra.

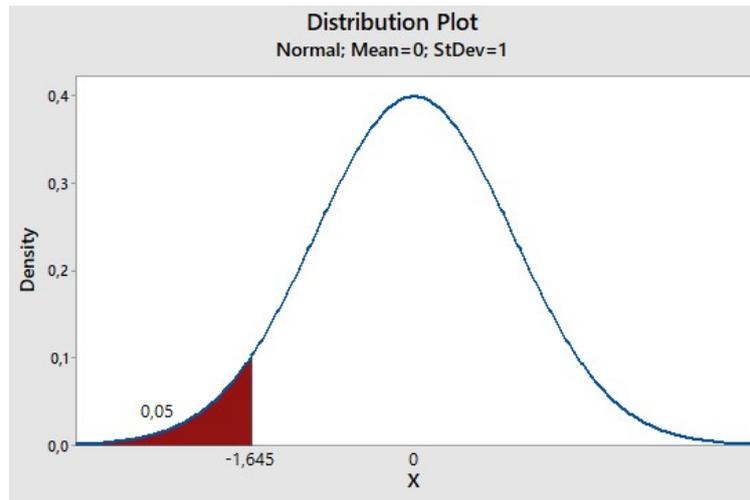


Ilustración 28 Curva de Distribución Normal

MUESTRA	
$f_c$ (Mpa)	$f_c$ (Mpa)
12,4	18,4
18,2	21,8
17,4	18,2
19,6	25,7
14,3	19,4
21,2	22,8
21,4	21,9
19,7	19,7
18,2	15,9
22,2	24,9
18,9	27,2
16,6	19,1

Tabla 14 Población Total de la Muestra

Mediante un análisis más detallado de la muestra podemos extraer la resistencia característica estimada ( $f_{c\text{ EST}}$ ) de los distintos elementos de la estructura.

MUESTRA	PILARES	MUESTRA MURO	MUESTRA VIGAS
	$f_c$ (Mpa)	$f_c$ (Mpa)	$f_c$ (Mpa)
	13,02	22,26	21,80
	19,11	19,32	18,20
	18,27		25,70
	20,58		19,40
	15,02		22,80
	22,47		21,90
	20,69		19,70
	19,11		15,90
	23,31		24,90
	19,85		27,20
	17,43		
	20,06		

Tabla 15 Población Dividida de la Muestra

	PILARES	MURO	VIGAS
MEDIA (Mpa)	19,08	20,79	21,74
DvEST (Mpa)	2,90	2,08	3,76
$f_{C EST}$ (Mpa)	14,32	17,38	15,58

Tabla 16 Resultados de Resistencia a Compresión Simple

Al no indicarse en la norma EH-68 ninguna limitación en cuanto a la resistencia característica se fijará para el caso de cada uno de los elementos de la estructura los valores de resistencia obtenidos a partir de los ensayos de compresión simple.

Cabe destacar que la actual norma EHE-08 indica un valor de resistencia mínima de 25 MPa. Una resistencia tan inferior en comparación a la fijada en la actual normativa puede suponer que vuelvan a darse problemas de durabilidad en un futuro.

El coeficiente de seguridad a adoptar en el análisis estructural será el indicado por la norma EHE-08 para un rigor de diseño en condiciones actuales. Puesto que el valor del coeficiente de seguridad no ha sufrido variación desde la norma EH-68 no hubiese habido diferencia alguna en adoptar los valores de la norma antigua.

En conclusión, se adoptará un coeficiente de seguridad del hormigón de  $\gamma_c=1,5$ , quedando las resistencias de diseño de la siguiente manera:

- Resistencia de diseño del hormigón en pilares:  $f_{cd}=9,55$  MPa
- Resistencia de diseño del hormigón en muros:  $f_{cd}=11,59$  MPa
- Resistencia de diseño del hormigón en vigas:  $f_{cd}=10,39$  MPa

## 6.2. Acero

A partir de los ensayos realizados se ha podido obtener tanto la resistencia característica a tracción del acero de la estructura como su límite elástico característico.

	LÍMITE ELÁSTICO	RESISTENCIA A TRACCIÓN
MEDIA (Mpa)	540	708
DvEST (Mpa)	55	45
$f_{EST}$ (Mpa)	449	633
$f_{EST}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	4575	6457

Tabla 17 Resultados de Resistencia a Tracción

Estos límites son muy similares a los reflejados por la norma EH-73 para aceros del tipo AE-46N, como se muestra en la siguiente tabla extraída de dicha norma:

Designación	Clases de acero	Límite elástico $f_y$ en kp/cm <sup>2</sup> no menor que	Carga unitaria de rotura $f_u$ en kp/cm <sup>2</sup> no menor que	Alargamiento de rotura en porcentaje sobre base de 5 diámetros no menor que	Relación $f_u/f_y$ en ensayo no menor que
AE 42N	Dureza natural .....	4200	5500	18	1,25
AE 42F	Estirado en frío .....	4200	5000	12	1,10
AE 46N	Dureza natural .....	4600	6000	16	1,25
AE 46F	Estirado en frío .....	4600	5500	11	1,10
AE 50N	Dureza natural .....	5000	6500	14	1,20
AE 50F	Estirado en frío .....	5000	6000	10	1,10
AE 60N	Dureza natural .....	6000	7200	12	1,15
AE 60F	Estirado en frío .....	6000	6000	8	1,10

Tabla 18 Tipificación de Aceros según EH-73

En conclusión, se adoptará un coeficiente de seguridad del hormigón de  $\gamma_c=1,15$ , quedando las resistencias de diseño de la siguiente manera:

- Resistencia de diseño del acero en armaduras:  $f_{yd}=391$  MPa

## 7. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD

### 7.1. Método comparativo

En el siguiente apartado se tratará de evaluar la necesidad de refuerzo estructural a partir de la variación de resistencia estimada en cada uno de los elementos estructurales analizados.

Para ello se hace valer de un valor límite establecido en la siguiente tabla:

Tipo de Información		Semiprobabilista	Determinista
Valor de Base (%)		9	12
Revisión del cálculo estructural	Reducida (%)	0,3	0,4
	Completa (%)	1	1,3
Investigación de los materiales	Reducida (%)	0,3	0,4
	Intensa (%)	1	1,3
Revisión de la ejecución	Reducida (%)	0,2	0,3
	Intensa (%)	0,5	0,7
Importancia del fallo de la pieza en el conjunto de la estructura	Baja (%)	1,2	1,7
	Alta (%)	0,4	0,5
Probabilidad de ocurrencia de las acciones	Baja (%)	0,1	0,2
	Alta (%)	0,5	0,6
Seguridad a sobrecargas	Baja (%)	0,1	0,2
	Alta (%)	0,5	0,6
Capacidad de aviso	Ni fisuración ni deformaciones (%)	0	0
	Fisuración o deformaciones (%)	0,4	0,6
	Fisuraciones y deformaciones (%)	0,8	1,1
Colaboraciones fiables de partes no estructurales	Despreciable (%)	0	0
	Importante (%)	0,5	0,7
<b>VALOR LÍMITE TOTAL</b>		<b>15%</b>	<b>20%</b>

Tabla 19 Valores de análisis

Mediante el desarrollo de un análisis semiprobabilista a partir de las tablas proporcionadas en el libro “Patologías de hormigón armado y pretensado” de J. Calavera podemos extraer la variación de resistencia de cada uno de los elementos estructurales dispuestos a continuación:

### Resistencia a flexión simple

	$f_{ck}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	b	d	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	CM	$f_{c\ EST}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta f_c\%$	VR %
V1	210,00	4600	500	1020	9651	0,52	155,83	-25,79	-18,59
V2	210,00	4600	500	1020	11259	0,60	155,83	-25,79	-16,07
V25	210,00	4600	400	684,5	4909	0,49	155,83	-25,79	-18,65
V26	210,00	4600	400	684,5	5890	0,59	155,83	-25,79	-16,27
V19	210,00	4600	500	1020	12868	0,69	155,83	-25,79	-13,40
V40	210,00	4600	500	684,5	5890	0,47	155,83	-25,79	-20,92

Tabla 20 Variación de Resistencia a Flexión

### Resistencia a cortante

	$f_{ck}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	b	d	$A\alpha$ (mm <sup>2</sup> /m)	$U_s$	$U_c$	$U_s/U_c$	VR %
V1	210,00	4600	500	1020	2011	707,54	30172,01	0,02	-25,79
V2	210,00	4600	500	1020	2413	849,04	30172,01	0,03	-25,79
V25	210,00	4600	400	684,5	1206	284,89	16198,23	0,02	-25,79
V26	210,00	4600	400	684,5	1608	379,85	16198,23	0,02	-25,79
V19	210,00	4600	500	1020	7540	2653,26	30172,01	0,09	-28,00
V40	210,00	4600	500	684,5	7540	1780,55	20247,78	0,09	-28,00

Tabla 21 Variación de Resistencia a Cortante

### Resistencia a compresión simple

	$f_{ck}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$f_{yk}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	b	d	As (mm <sup>2</sup> )	CM	$f_{cEST}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\Delta f_c$ %	VR %
P1	210,00	4600	500	500	17693	1,94	143,22	-31,80	-16,90
P2	210,00	4600	500	550	20106	2,00	143,22	-31,80	-16,90

Tabla 22 Variación de Resistencia a Compresión

Según los criterios establecidos en la tabla anterior se ha fijado un valor límite de 13,5%.

Por lo tanto, serán objetos principales de estudio todos aquellos que superan el valor límite total establecido de 13,5%.

## 7.2. Análisis estructural

Para este análisis se ha tenido en cuenta los criterios expresados en el código técnico de la edificación y la norma de construcción sismorresistente española.

### 7.2.1. Acciones permanentes

#### Peso propio de la estructura

Será considerada una carga de 25 kN/m<sup>3</sup> producida por el volumen de hormigón armado existente en los elementos constructivos de la propia estructura.

#### Cargas permanentes

Para la consideración de la carga permanente se tendrá en cuenta el futuro uso peatonal de la plaza de la reina. De este modo se estima a disponer baldosas hidráulicas de 0,07m de espesor total con un peso por unidad de superficie de 1,1 kN/m<sup>2</sup> según lo indicado en la tabla C.3 del código técnico.

### 7.2.2. Acciones variables

#### Sobrecargas de uso

Para la consideración de la sobrecarga de uso se tendrá en cuenta el futuro uso peatonal de la plaza de la reina. De este modo, según lo indicado en el código técnico, para el caso de espacios de tránsito situados sobre un elemento portante se considerará una sobrecarga de 3kN/m<sup>2</sup> para zonas de acceso público en el forjado del primer sótano.

El valor de sobrecarga en el forjado del segundo sótano se obtiene a partir de la tabla 3.1 del código técnico para una categoría E (Zona de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros), de valor total de 4kN/m<sup>2</sup> para la comprobación de losas y de 3kN/m<sup>2</sup> para vigas, atendiendo a la anotación a pie de tabla que permite sustituir la carga puntual de 20kn por una carga distribuida.

**Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso**

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4),(5)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

<sup>(1)</sup> Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m<sup>2</sup> para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m<sup>2</sup> para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m<sup>2</sup> para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.

### Sobrecarga de construcción

Puesto que, como ya se ha indicado, se pretende la remodelación total de la plaza para su uso peatonal se tendrá en cuenta para el forjado del primer sótano una sobrecarga de 2 kN/m<sup>2</sup> en la fase de construcción.

### Carga de nieve

Se considerará una sobrecarga por nieve sobre el forjado de cubierta del aparcamiento de 0,2kN/m<sup>2</sup> para la ciudad de Valencia.

#### 7.2.3. Acciones accidentales

##### Incendio

El código técnico, en su apartado de seguridad ante incendios exige que la capacidad portante del vial de aproximación para vehículos de bomberos sea de al menos 20kN/m<sup>2</sup>. Esta carga será considerada en la zona de la estructura más desfavorable que coincida con los viales existentes.

#### 7.2.4. Coeficientes parciales de seguridad y coeficientes de simultaneidad

Se tomarán los valores expresados en las tablas 4.1 y 4.2 del código técnico para cada uno de los casos de carga.

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
<b>Resistencia</b>	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
<b>Estabilidad</b>		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		<sup>(1)</sup>	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

<sup>(1)</sup> En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

### 7.2.5. Hipótesis de carga y combinación de acciones

Para cada hipótesis de carga se estudiarán las posibles combinaciones de acciones según la EHE-08.

#### Estados límite últimos

Las hipótesis de cálculo consideradas son:

Situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j=1}^n \gamma_{G^*j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,i} Q_{k,i} + \sum_{i=1}^m \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Situaciones accidentales

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j=1}^n \gamma_{G^*j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_{Q,i} \psi_{1,i} Q_{k,i} + \sum_{i=1}^m \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Estado límite de servicio

Combinación característica

$$\sum_{j=1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j=1} \gamma_{G',j} G'_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinación frecuente

$$\sum_{j=1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j=1} \gamma_{G',j} G'_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i=1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinación cuasipermanente

$$\sum_{j=1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j=1} \gamma_{G',j} G'_{k,j} + \gamma_P P_k + \sum_{i=1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

**7.2.6. Modelo de elementos finitos**

Para el análisis de la estabilidad estructural de la estructura se ha optado por realizar un modelo de elementos finitos utilizando el programa SAP2000. A modo de aislar los elementos que van a resultar como objeto de este estudio se han supuesto varias consideraciones:

- La estructura actúa de manera simétrica en los vanos centrales, pudiéndose analizar únicamente tres de los cinco vanos de cada uno de los sótanos. Esto permite simplificar el modelo.
- Los muros actúan con una rigidez suficiente como para ser considerados apoyos estáticos con respecto a las losas y vigas.
- Se tiene en cuenta un posible fenómeno de plastificación en la unión del forjado con el muro perimetral, por lo tanto, esta se asume como un apoyo articulado. Esto aumentará los momentos positivos de las cargas actuando sobre la losa de forjado.

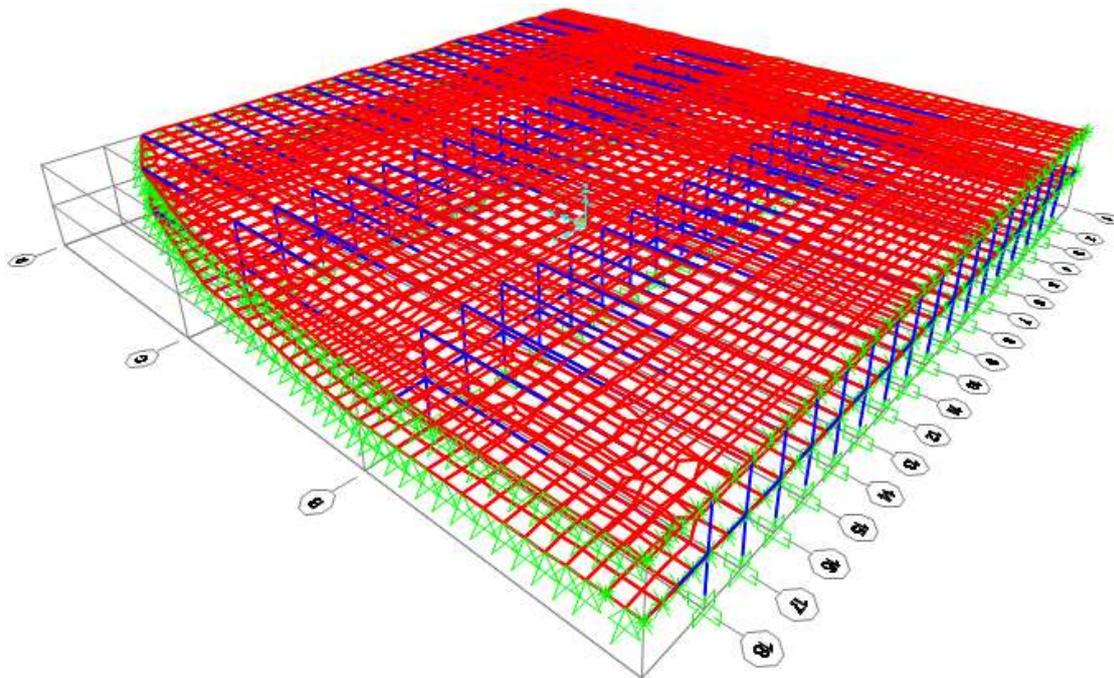


Ilustración 29 Modelo Sap2000 de Elementos Finitos

### 7.2.7. Análisis de forjados

A partir de los resultados obtenidos de los objetos losa sometidos a combinaciones de Estado Límite Último mediante el modelo de elementos finitos pueden extraerse los siguientes coeficientes de aprovechamiento para los distintos tipos de forjado existentes en la estructura:

- Cálculo a flexión compuesta

		<b>Mu' (mkN)</b>	<b>Md' (mkN)</b>	<b>Aprovechamiento</b>
F1	ELU	52,44	18,20	35 %
F2	ELU	68,36	40,00	59 %
F8	ELU	17,95	6,00	33 %
F9	ELU	33,06	20,00	60 %

*Tabla 23 Coeficientes de Aprovechamiento en Forjados a Flexión*

Los coeficientes de aprovechamiento en losas de forjado no superan en ningún caso el 100%, por lo tanto, no se puede afirmar que corran riesgo de rotura estructural a flexión.

- Cálculo a cortante

		<b>Vcu (kN)</b>	<b>Vd (mkN)</b>	<b>Aprovechamiento</b>
F1	ELU	52,79	30	57 %
F8	ELU	32,24	20	62 %

*Tabla 24 Coeficientes de Aprovechamiento de Forjados a Cortante*

Los coeficientes de aprovechamiento en losas de forjado no superan en ningún caso el 100%, por lo tanto, no se puede afirmar que corran riesgo de rotura estructural a cortante.

### 7.2.8. Análisis de vigas

A partir de los resultados obtenidos de los objetos losa sometidos a combinaciones de Estado Límite Último mediante el modelo de elementos finitos pueden extraerse los siguientes coeficientes de aprovechamiento para los distintos tipos de vigas existentes en la estructura.

		<b>Mu' (mkN)</b>	<b>Md' (mkN)</b>	<b>Aprovechamiento</b>
V1	ELU	2475,3	816,3	33 %
V2	ELU	2566,86	975,2	34 %
V25	ELU	934,05	280,8	30 %
V26	ELU	741,25	314,3	43 %
V40	ELU	863,44	75	9 %
		177,38	25	14 %

V19	ELU	4701,97	1284	27 %
		2593,17	471,4	18 %

Tabla 25 Coeficientes de Aprovechamiento de Vigas a Flexión

Los coeficientes de aprovechamiento en vigas no superan en ningún caso el 100%, por lo tanto, no se puede afirmar que corran riesgo de rotura estructural a flexión.

		Vu (mkN)	Vd (mkN)	Aprovechamiento
V1	ELU	881,3	742	84 %
V2	ELU	887,02	975,2	110 %
V25	ELU	392,12	285,5	73 %
V26	ELU	397,86	347,3	88 %
V40	ELU	131,3	44	34 %
V19	ELU	1635,9	560	34 %

Tabla 26 Coeficientes de Aprovechamiento de Vigas a Cortante

Los coeficientes de aprovechamiento se aproximan al 100% en vigas y, en el caso de la viga V2, se puede afirmar que corre riesgo de rotura a cortante. Sin embargo, será recomendable a partir de este análisis acometer refuerzos de carácter estructural en las vigas extremas tanto de la primera como de la segunda planta de sótano, puesto que sus coeficientes de aprovechamiento rondan o superan el 90%.

### 7.2.9. Análisis de columnas

A partir de los resultados obtenidos de los objetos losa sometidos a combinaciones de Estado Límite Último mediante el modelo de elementos finitos pueden extraerse los coeficientes de aprovechamiento para los distintos tipos de columnas existentes en la estructura.

A continuación, se exponen los coeficientes de seguridad de las alineaciones más vulnerables de la estructura, que coinciden con la alineación 1 de la planta sótano 1 y la alineación 16 de la planta sótano 2.

Estas alineaciones corresponden a los pilares exteriores paralelos a los muros este y oeste del aparcamiento.

Factor Arm. = 1.00	Factor Arm. = 1.00
Nd [kN] = 2335.7	Nd [kN] = 2080.21
Mxd [kN·m] = 92.7	Mxd [kN·m] = 41.2
Myd [kN·m] = 24.7	Myd [kN·m] = 11.7
Nu [kN] = 2335.7	Nu [kN] = 2080.21
Mxu [kN·m] = 74.9	Mxu [kN·m] = 17.0
Myu [kN·m] = 19.8	Myu [kN·m] = 4.8
$\gamma$ = 0.80	$\gamma$ = 0.41

		CS( $\gamma$ )	Aprovechamiento
S1	ELU	0,8	125 %
S2	ELU	0,41	222 %

Tabla 27 Coeficientes de Aprovechamiento de Soportes a Flexocompresión

Los coeficientes de aprovechamiento en columnas superan el 100% para los pilares exteriores del sótano 2 y para la alineación 1 de la primera planta de sótano, por lo tanto, se puede afirmar en este caso que corran riesgo de rotura estructural y deben ejecutarse labores de refuerzo.

**7.2.10. Análisis de ménsulas cortas**

El análisis de las ménsulas cortas presentes en la estructura se realiza mediante el método de bielas y tirantes, que permite realizar un croquis de los esfuerzos internos de la pieza asumiendo su comportamiento a partir de un entramado de barras a tracción y a compresión.

Para el caso de ménsulas cortas se suele aplicar el siguiente modelo:

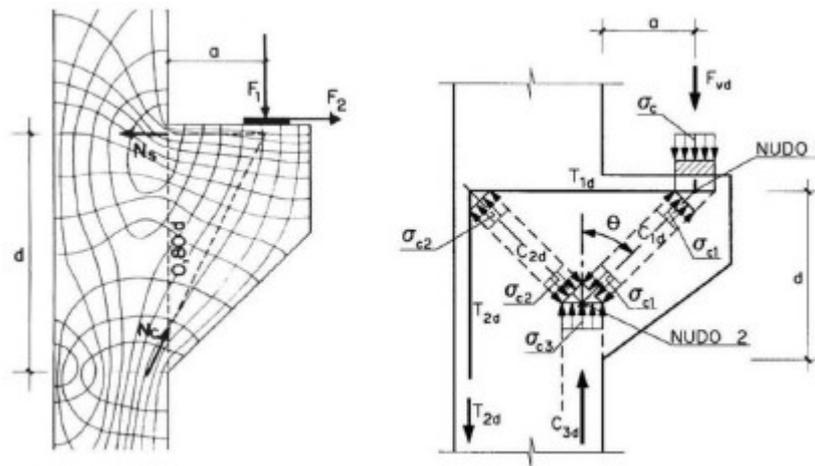


Ilustración 30 Diagrama de cálculo de Ménsulas Cortas

La EHE-08 recomienda valores de  $\cotg(\theta)$  no superiores a 1,4 para el caso de ménsulas hormigonadas solidariamente con el pilar, este será nuestro caso.

Puesto que la distribución de esfuerzos sigue el esquema expuesto anteriormente, la distribución lógica de armado, como se da comúnmente en estos casos, se compone de un armado perimetral a lo largo de la ménsula cosido por cercos dispuestos en posición horizontal tal y como se muestra a continuación.

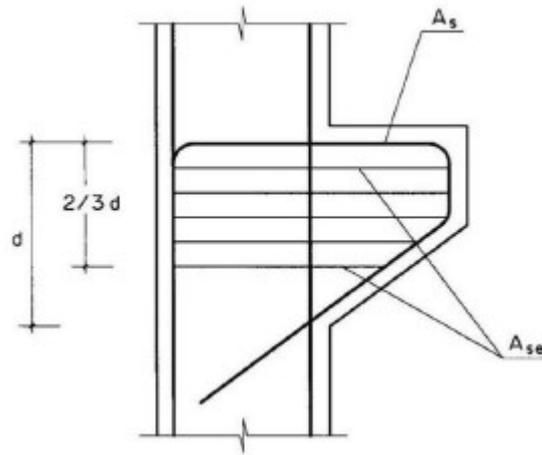


Ilustración 31 Diagrama de Armado de Ménsulas Cortas

Para el caso de la ménsula Me-1 en particular la distribución de tensiones en dirección horizontal en su interior queda repartida de manera similar al siguiente esquema:

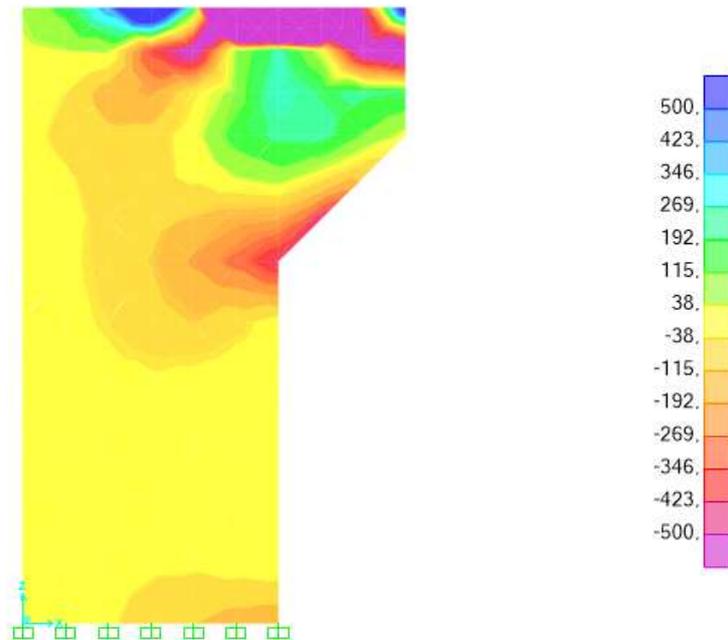


Ilustración 32 Distribución de tensiones horizontales en el interior de una ménsula corta

Y la distribución de tensiones verticales:

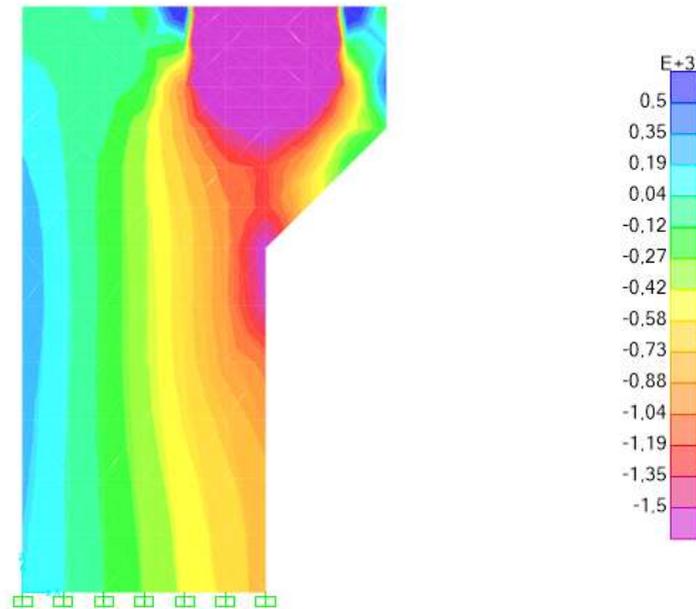


Ilustración 33 Distribución de tensiones verticales en el interior de una ménsula corta

En este supuesto el armado perimetral tendría la labor de asimilar las tensiones producidas en la cara superior de la ménsula y en los bordes exteriores en dirección vertical. Además, disponiendo cercos en dirección horizontal ayudaría a resistir las sollicitaciones en el interior de la pieza en dirección horizontal que se muestran en la figura. No tiene sentido disponer cercos en dirección vertical puesto que las tensiones verticales a las que estarían sometidos serían de compresión.

Sin embargo, lo que encontramos en este caso en las ménsulas simples es una pieza con un armado perimetral que no engloba la parte trasera de la ménsula, por lo que no debería ser capaz de transmitir en su totalidad esfuerzos de tracción al no desarrollar completamente el anclaje. Además, los cercos que cosen este armado se han dispuesto de manera vertical y no horizontal, por lo que no van a ser capaces de asumir las sollicitaciones a tracción.

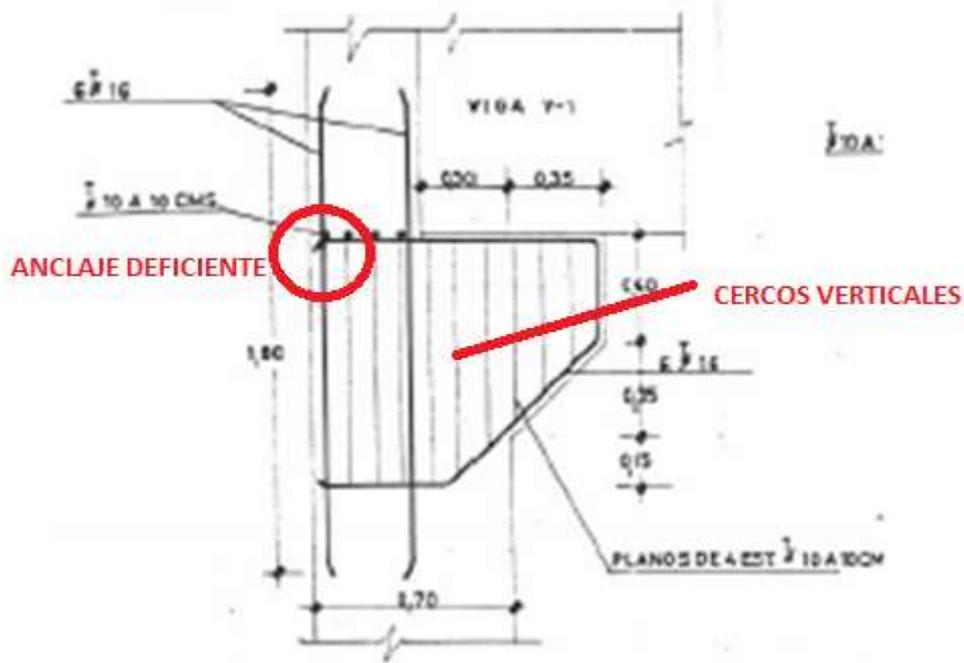


Ilustración 34 Patologías existentes en Ménsulas Cortas

Las ménsulas dobles siguen la misma distribución de cercos que las ménsulas simples, por lo que tienen el mismo problema.

Tanto para ménsulas dobles como para ménsulas simples se ha considerado para la comprobación únicamente el armado perimetral, ignorando por completo los cercos verticales.

A partir de los resultados obtenidos de los modelos de bielas y tirantes en ménsulas sometidas a combinaciones de Estado Límite Último pueden extraerse los siguientes coeficientes de aprovechamiento para los distintos tipos de ménsulas existentes en la estructura.

		Fr (kN)	Fd (kN)	Aprovechamiento
Me-1	ELU	314,71	417,86	133 %
Me-3	ELU	174,84	160,71	92 %
MD V1	ELU	349,67	143,64	41 %
MD V25	ELU	279,74	163,64	58 %

Tabla 28 Coeficientes de Aprovechamiento de Armado en Ménsulas

Los coeficientes de aprovechamiento en ménsulas cortas no superan el 100% salvo en el caso de las ménsulas simples de la primera planta, por lo que se deberán ejecutar trabajos de refuerzo en este caso. Además, será recomendable reforzar también las ménsulas simples de la segunda planta de sótano, puesto que su coeficiente de aprovechamiento supera el 90%.

## 8. CONCLUSIÓN

A la vista del estudio realizado se puede concluir que será necesario acometer trabajos de reforma y refuerzo en vigas y ménsulas cortas tanto de primera como de segunda planta de sótano en la estructura del aparcamiento subterráneo de la “Plaza de la Reina”.

Según la inspección realizada y el material fotográfico aportado se pueden apreciar importantes patologías distribuidas de manera generalizada en la totalidad de la estructura. Estas constan principalmente de desprendimientos de la capa de recubrimiento de la pieza de hormigón, así como humedades y efluorescencias presentes principalmente en los muros perimetrales. Se concluye que la estructura sufre de un adelantado proceso de carbonatación que, mediante la ayuda de agentes exteriores como la humedad y una atmósfera con alto contenido en dióxido de carbono, ha acelerado la corrosión de las armaduras en su interior.

En el análisis del proyecto estructural se han detectado importantes fallos presentes. Hay una importante carencia de recubrimiento en las armaduras que pueden deberse a errores constructivos o a consideraciones de proyecto. Además, se han proyectado disposiciones de armado en ménsulas cortas que no permiten asimilar la totalidad de los esfuerzos que transmiten las vigas por parte de los cercos.

Según la campaña de ensayos realizada y teniendo en cuenta la resistencia mínima fijada por la norma vigente en el momento y la resistencia usual para las estructuras de edificación en la década de los 60, la resistencia última de los materiales constructivos presentes en la estructura, aun siendo relativamente bajos, entran dentro de los estándares admisibles de la época en este tipo de estructuras. Sin embargo, cabe destacar que nos encontramos con un hormigón lo suficientemente poroso como para permitir la filtración de agentes agresivos en su interior.

Se considera para la comprobación estructural el futuro uso de la plaza como punto de concentración de peatones y no de vehículos, por lo que solo se ha tenido en cuenta el paso de vehículos de bomberos en situación accidental.

El modelo realizado de los diferentes elementos de la estructura a analizar permite representar su comportamiento a servicio y a rotura.

El modelo de emparrillado realizado mediante elementos finitos permite determinar los esfuerzos en las losas de forjado y como estos son transmitidos al resto de elementos principales.

Las conclusiones extraídas mediante el análisis de las losas de forjado conllevan a que, tanto el forjado de planta primera de sótano como el forjado de planta segunda de sótano, están preparados para resistir las cargas consideradas en el modelo y no presentan riesgo de rotura, por lo tanto, no será necesario de ningún refuerzo estructural en este caso.

Las conclusiones extraídas mediante el análisis de las vigas conllevan a que, tanto las vigas de planta primera de sótano como las de planta segunda de sótano, están preparados para resistir las cargas consideradas en el modelo y no presentan riesgo de rotura estructural. Sin embargo, con unos coeficientes de aprovechamiento tan elevados se recomienda la intervención mediante un refuerzo estructural que garantice la futura integridad de la estructura.

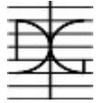
Las conclusiones extraídas mediante el análisis de las columnas conllevan a que, tanto las columnas de planta primera de sótano como las columnas de planta segunda de

sótano, están preparadas para resistir las cargas consideradas en el modelo y no presentan riesgo de rotura, por lo tanto, no será necesario de ningún refuerzo estructural en este caso.

El esquema de esfuerzos en ménsulas cortas simples y dobles realizado mediante un modelo de bielas y tirantes permite determinar posibles tensiones de rotura en las armaduras principales.

Las conclusiones extraídas mediante el análisis de las ménsulas dobles conllevan a que, tanto las ménsulas que sostienen las vigas de la primera de sótano como las ménsulas que sostienen las vigas de la segunda planta de sótano, están preparadas para resistir las cargas consideradas en el modelo y no presentan riesgo de rotura, por lo tanto, no será necesario de ningún refuerzo estructural en este caso.

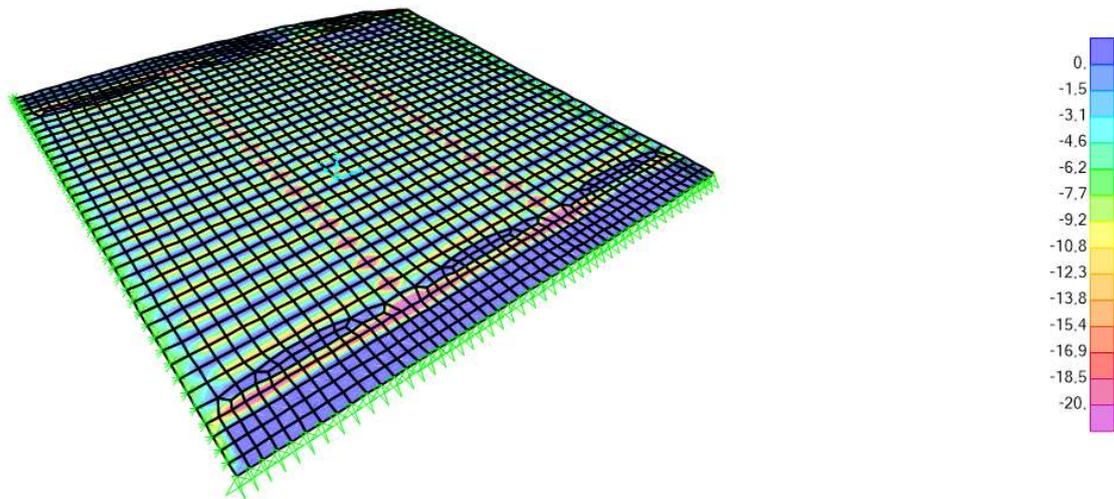
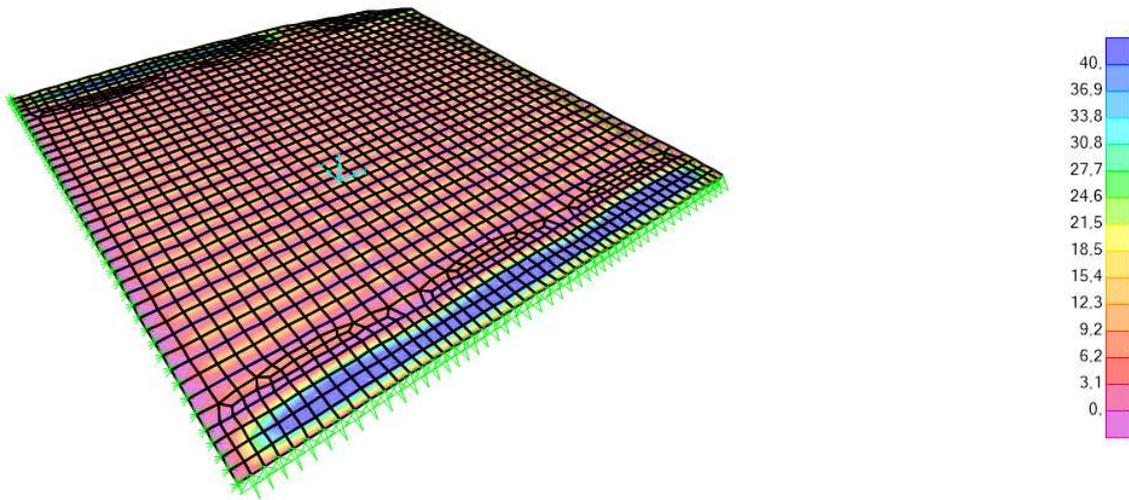
Por último, las conclusiones extraídas mediante el análisis de las ménsulas cortas conllevan a que, las ménsulas de planta primera no están preparadas para resistir las cargas consideradas en el modelo y presentan riesgo de rotura estructural ante las acciones consideradas. Las ménsulas cortas de segunda planta de sótano son capaces de resistir las cargas actuantes y no presentan riesgo de rotura estructural. Sin embargo, con unos coeficientes de aprovechamiento tan elevados se recomienda la intervención tanto para las ménsulas cortas de la primera planta de sótano como para las de la segunda mediante un refuerzo estructural que garantice la futura integridad de la estructura.



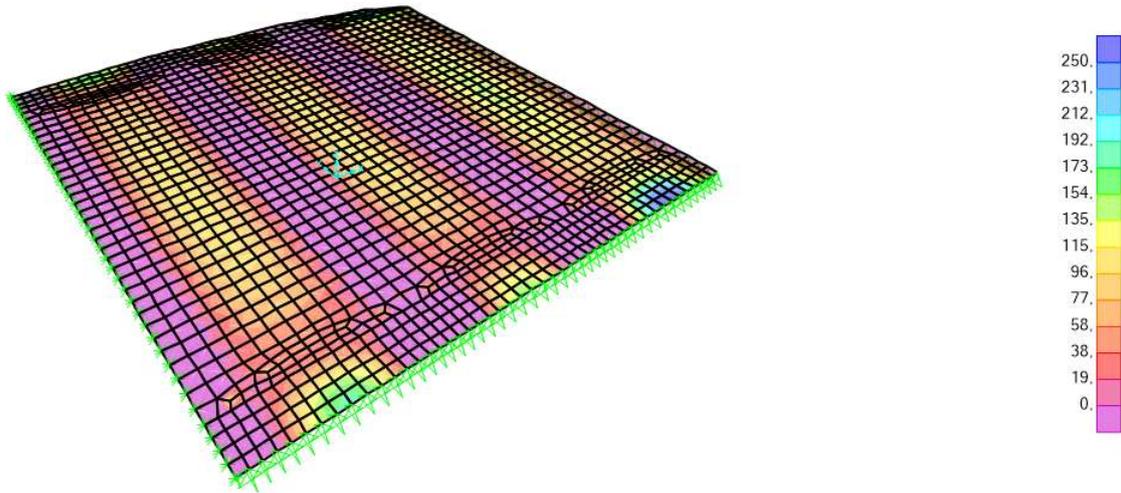
## APÉNDICE 1: CÁLCULO ESTRUCTURAL

### ENVOLVENTES DE ESFUERZOS DE ELU

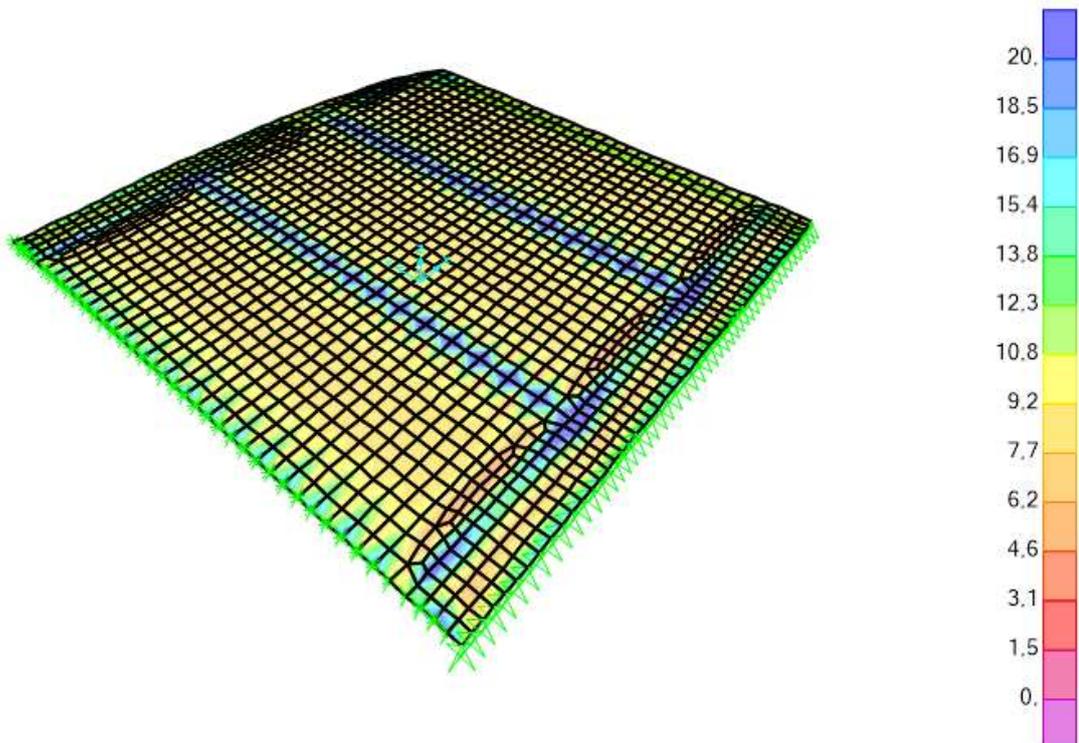
Disposición de momentos por metro de losa de forjado del sótano 1 en KNm:



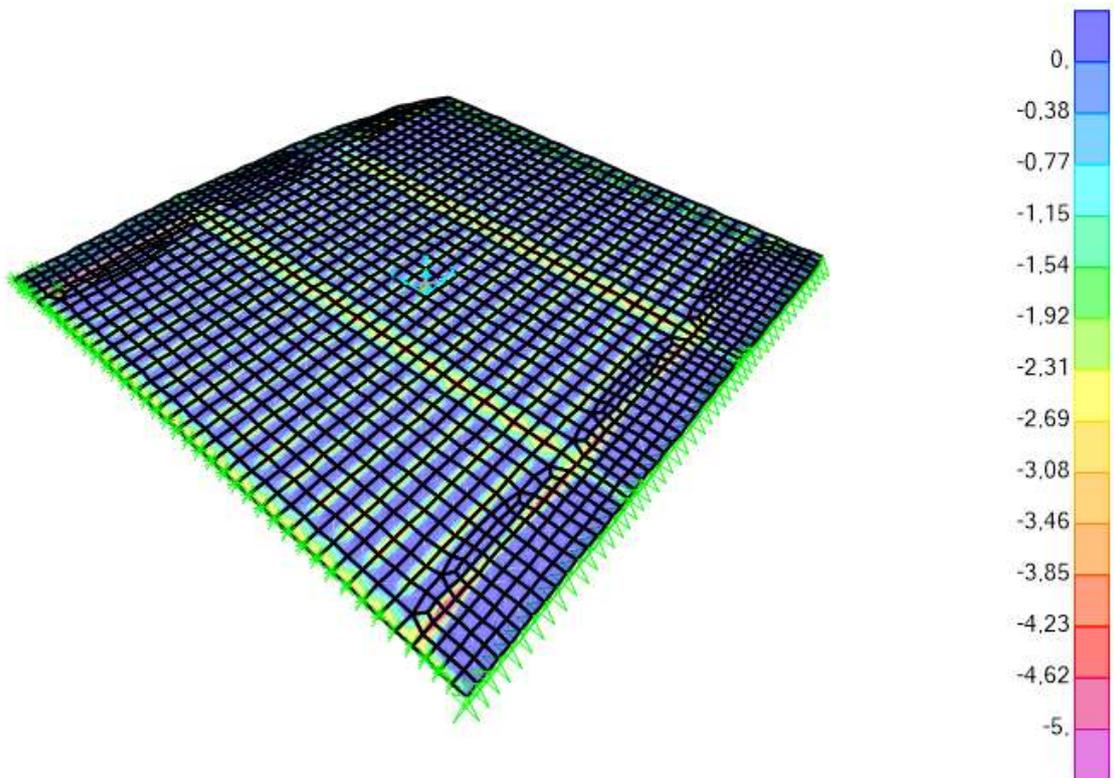
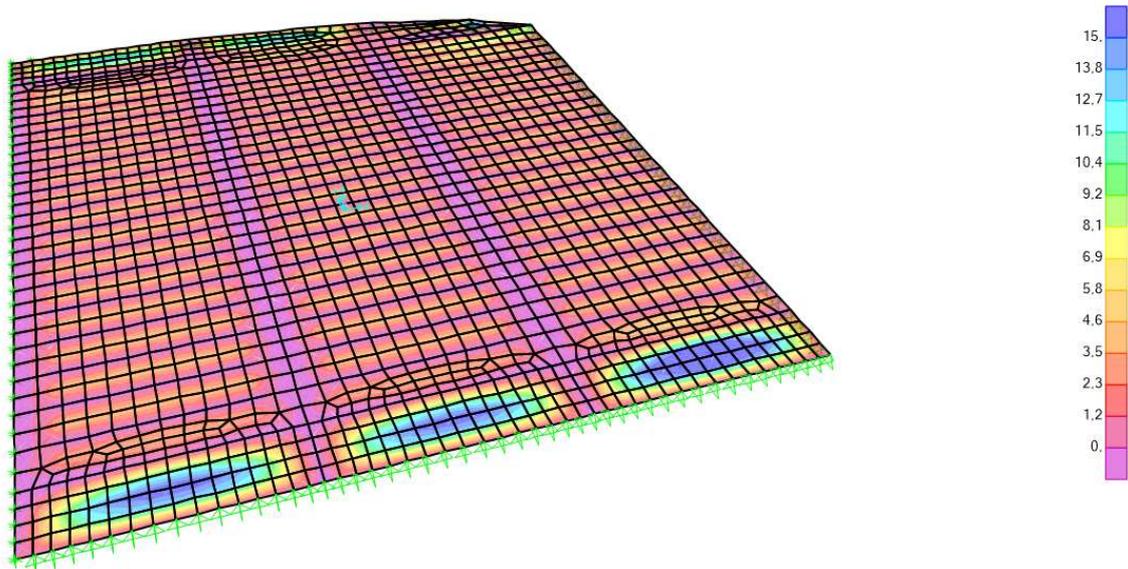
**Disposición de axiles por metro de losa de forjado del sótano 1 en KN:**



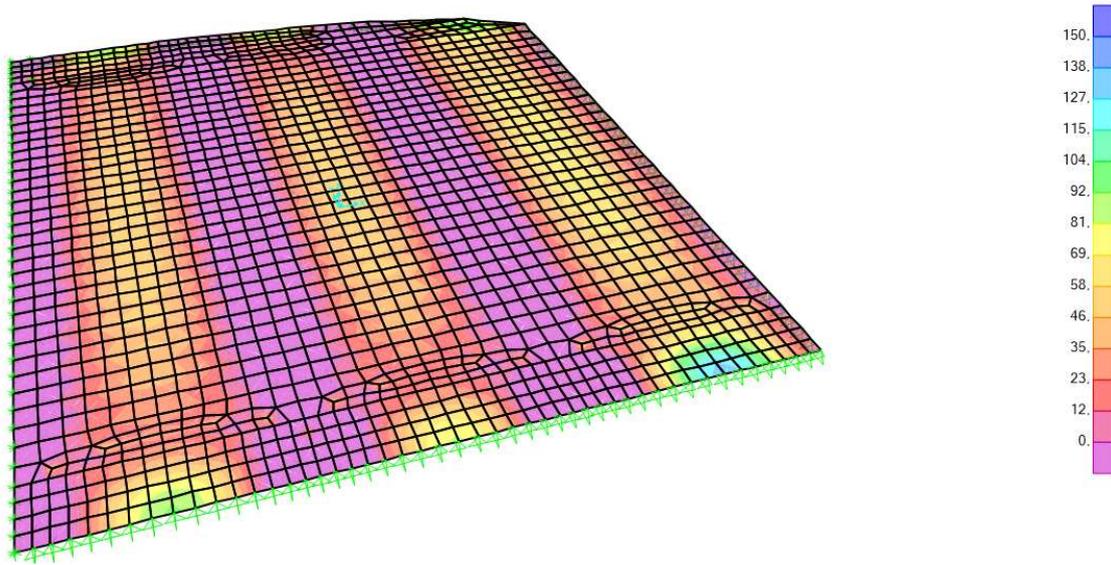
**Disposición de cortantes por metro de losa de forjado del sótano 1 en KN:**



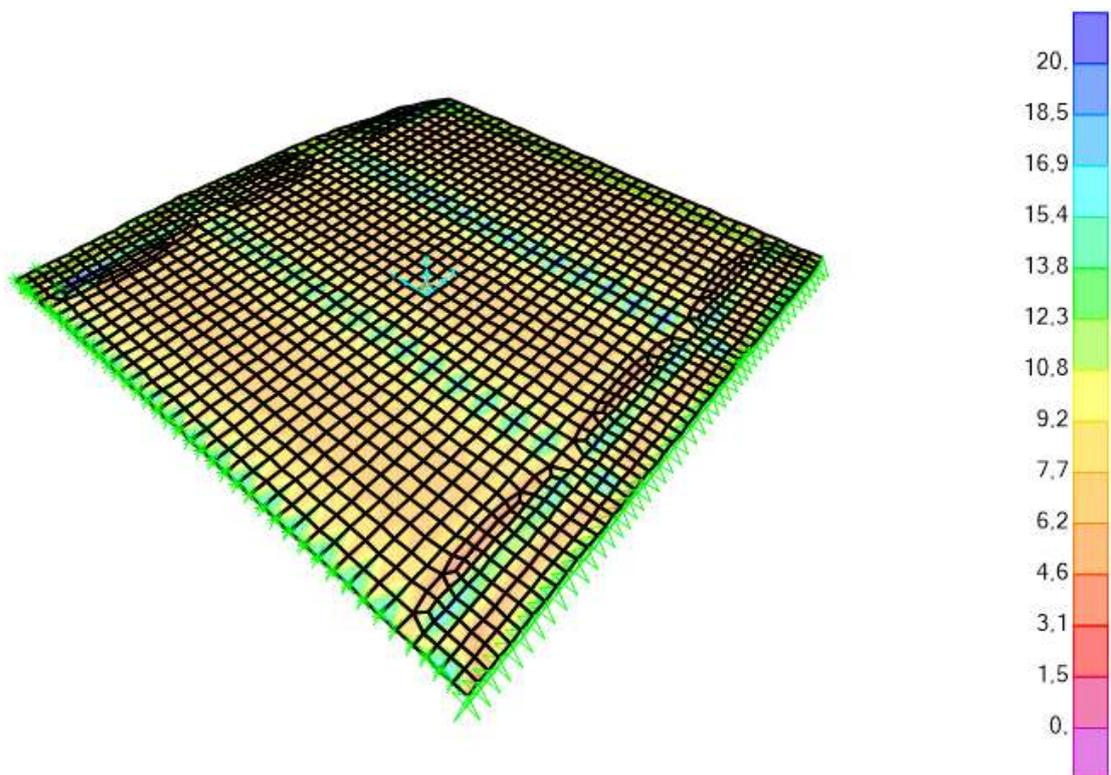
Disposición de momentos en losa de forjado del sótano 2 en KNm:



**Disposición de axiles en losa de forjado del sótano 2 en KN:**

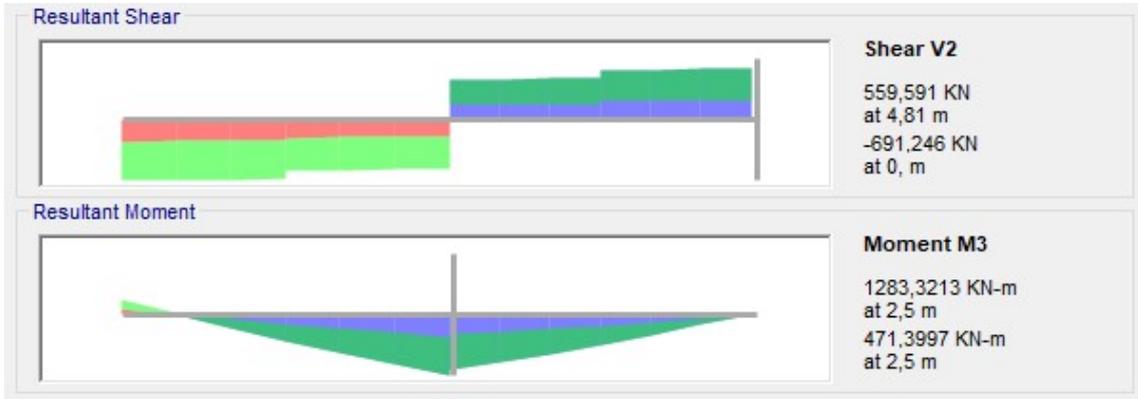


**Disposición de cortantes en losa de forjado del sótano 2 en KN:**

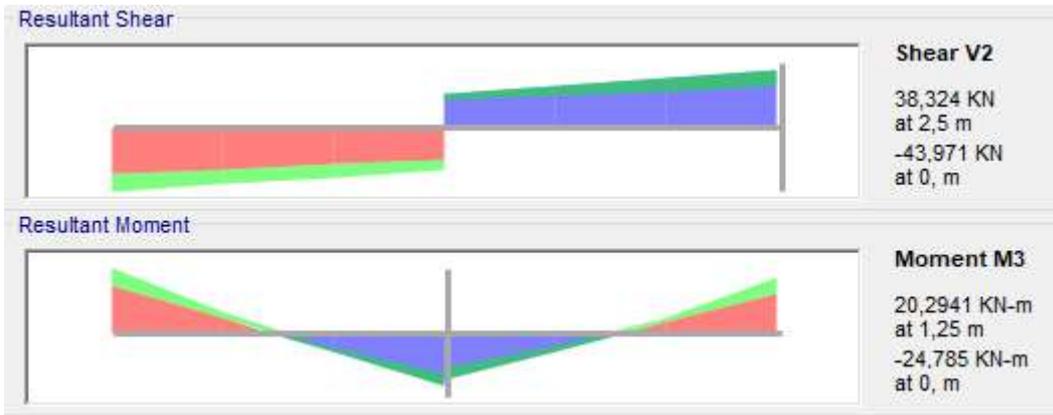


**Disposición de esfuerzos en vigas en KN y KNm:**

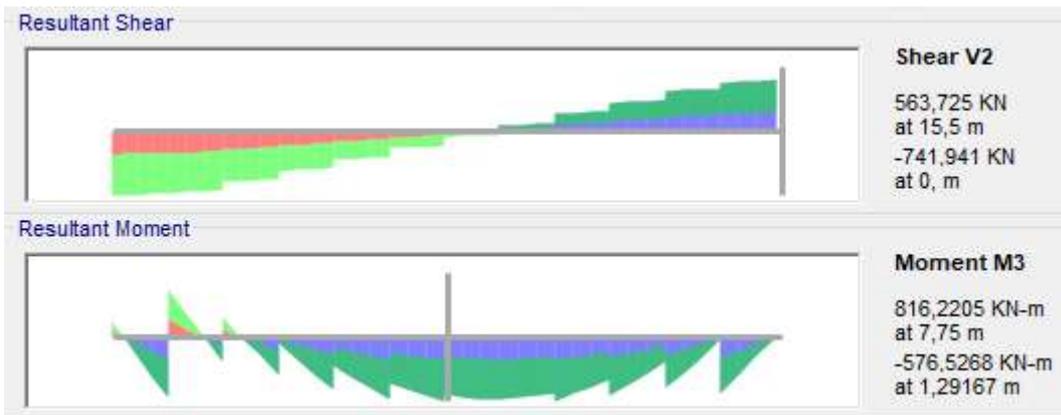
Viga V19:



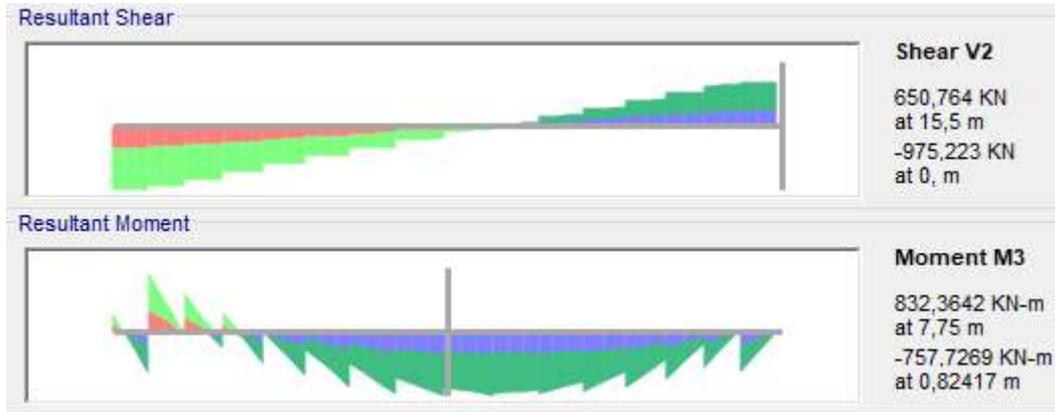
Viga V40:



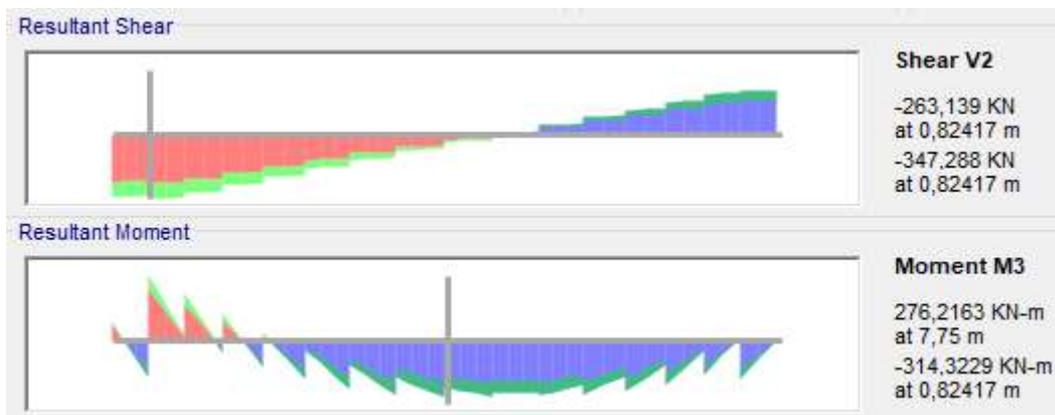
Viga V1:



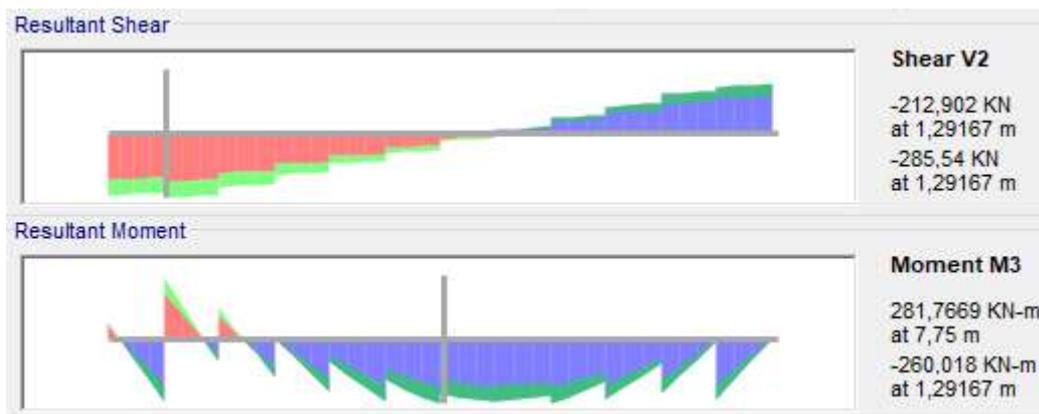
Viga V2:



Viga V26:



Viga V25:



### Cálculo a flexocompresión de pilares de planta sótano 1

#### Pilar S1 Alineación 16:

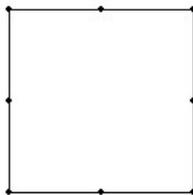
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-14.32  
 Tipo de acero : AE-46N  
 $f_{ck}$  [MPa] = 14.32  
 $f_{yk}$  [MPa] = 450.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

- Sección

Sección : P1  
 $b$  [m] = 0.47  
 $h$  [m] = 0.47  
 $r$  [m] = 0.000

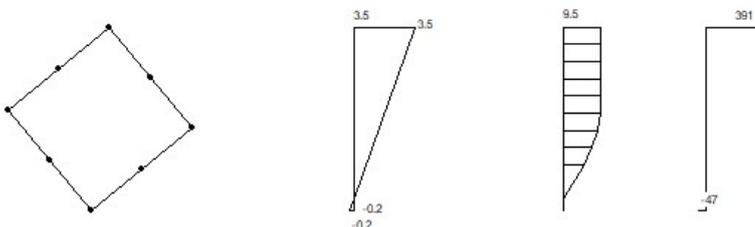
nº barras horizontales = 3  
 nº barras verticales = 3



Factor Arm. = 1.00  
 $N_d$  [kN] = 2206.4  
 $M_{xd}$  [kN·m] = 72.22  
 $M_{yd}$  [kN·m] = 58.4

$N_u$  [kN] = 2206.4  
 $M_{xu}$  [kN·m] = 78.3  
 $M_{yu}$  [kN·m] = 63.3  
 $\gamma$  = 1.08

Arm. nº	Fija	Tipo	Diámetro [mm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	16.00	6.032	-0.470	0.470	0.000	0.470
2	NO	P	16.00	6.032	-0.470	0.000	0.000	0.000
3	NO	P	16.00	2.011	-0.470	0.235	-0.470	0.235
4	NO	P	16.00	2.011	0.000	0.235	0.000	0.235



Pilar S1 Alineación 1:

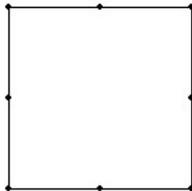
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-14.32  
 Tipo de acero : AE-46N  
 $f_{ck}$  [MPa] = 14.32  
 $f_{yk}$  [MPa] = 450.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

- Sección

Sección : P1  
 $b$  [m] = 0.47  
 $h$  [m] = 0.47  
 $r$  [m] = 0.000

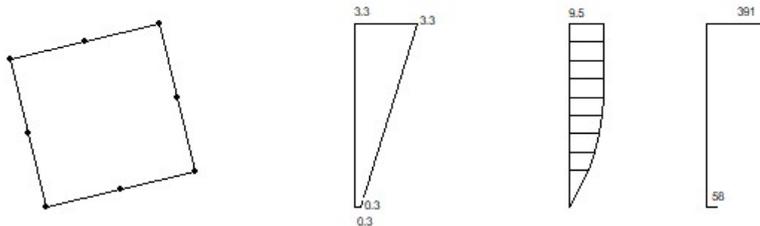
nº barras horizontales = 3  
 nº barras verticales = 3



Factor Arm. = 1.00  
 $N_d$  [kN] = 2335.7  
 $M_{xd}$  [kN·m] = 92.7  
 $M_{yd}$  [kN·m] = 24.7

$N_u$  [kN] = 2335.7  
 $M_{xu}$  [kN·m] = 74.3  
 $M_{yu}$  [kN·m] = 19.8  
 $\gamma$  = 0.80

Arm. nº	Fija	Tipo	Diámetro [mm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	16.00	6.032	-0.470	0.470	0.000	0.470
2	NO	P	16.00	6.032	-0.470	0.000	0.000	0.000
3	NO	P	16.00	2.011	-0.470	0.235	-0.470	0.235
4	NO	P	16.00	2.011	0.000	0.235	0.000	0.235



### Cálculo a flexocompresión de pilares de planta sótano 2

#### Pilar S2 Alineación 16:

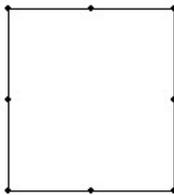
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-14.32  
 Tipo de acero : AE-46N  
 $f_{ck}$  [MPa] = 14.32  
 $f_{yk}$  [MPa] = 450.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

- Sección

Sección : P1  
 $b$  [m] = 0.47  
 $h$  [m] = 0.52  
 $r$  [m] = 0.000

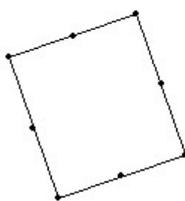
nº barras horizontales = 3  
 nº barras verticales = 3



Factor Arm. = 1.00  
 $N_d$  [kN] = 2880.21  
 $M_{xd}$  [kN·m] = 41.2  
 $M_{yd}$  [kN·m] = 11.7

$N_u$  [kN] = 2880.21  
 $M_{xu}$  [kN·m] = 17.0  
 $M_{yu}$  [kN·m] = 4.8  
 $\gamma$  = 0.41

Arm. nº	Fija	Tipo	Diámetro [mm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	$x_i$ [m]	$y_i$ [m]	$x_f$ [m]	$y_f$ [m]
1	NO	P	16.00	6.032	-0.470	0.520	0.000	0.520
2	NO	P	16.00	6.032	-0.470	0.000	0.000	0.000
3	NO	P	16.00	2.011	-0.470	0.260	-0.470	0.260
4	NO	P	16.00	2.011	0.000	0.260	0.000	0.260



Pilar S2 Alineación 33:

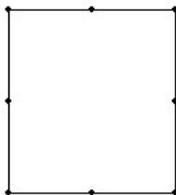
- Materiales

Tipo de hormigón : HA-14.32  
 Tipo de acero : AE-46N  
 fck [MPa] = 14.32  
 fyk [MPa] = 450.00  
 $\gamma_c$  = 1.50  
 $\gamma_s$  = 1.15

- Sección

Sección : P1  
 b [m] = 0.47  
 h [m] = 0.52  
 r [m] = 0.000

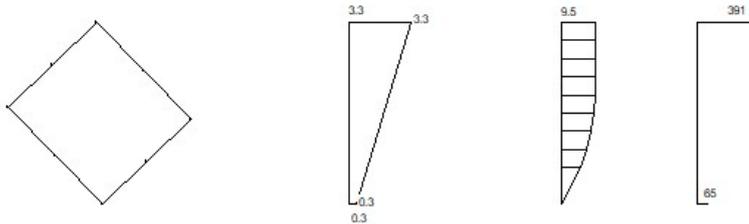
nº barras horizontales = 3  
 nº barras verticales = 3



Factor Arm. = 1.00  
 Nd [kN] = 2630  
 Mxd [kN·m] = 13.3  
 Myd [kN·m] = 10.2

Nu [kN] = 2630  
 Mxu [kN·m] = 55.9  
 Myu [kN·m] = 42.8  
 $\gamma$  = 4.20

Arm. nº	Fija	Tipo	Diámetro [mm]	Area [cm2]	xi [m]	yi [m]	xf [m]	yf [m]
1	NO	P	16.00	6.032	-0.470	0.520	0.000	0.520
2	NO	P	16.00	6.032	-0.470	0.000	0.000	0.000
3	NO	P	16.00	2.011	-0.470	0.260	-0.470	0.260
4	NO	P	16.00	2.011	0.000	0.260	0.000	0.260



Pilar S2 Alineación 1:

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN 3.1

El axil de cálculo supera la máxima compresión posible para la sección: Ncomp\_max= 2932.9 kN

OK

Nd [kN] 3191.4      Mxd (kN·m) 6.4      Factor Armadura 1.00  
Myd (kN·m) 5.4

$$\gamma = 2932.9/3191.4 = 0.92$$

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN COMUESTA - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

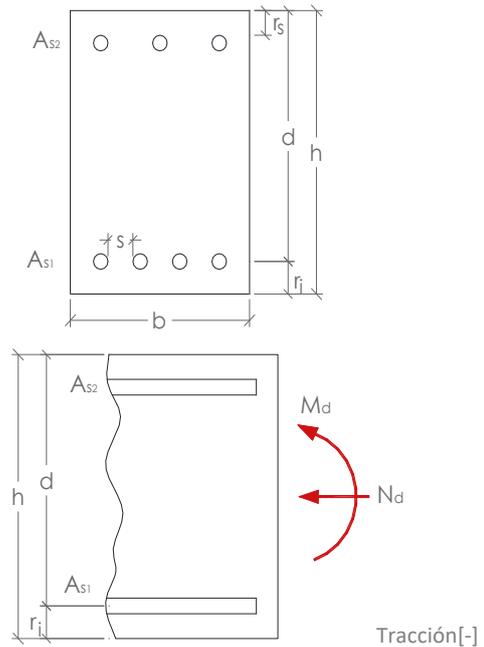
h	0,2	m
b	1	m
$r_{MEC,INF}$	0,018	m
$r_{MEC,SUP}$	0,018	m
d	0,18	m

### Características de los materiales

$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,50	u
$\alpha_{cc}$	1,00	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	7	ud.
$\phi_{S1}$	12	mm
$A_{S1}$	7,92	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	3,5	ud.
$\phi_{S2}$	12	mm
$A_{S2}$	3,96	cm <sup>2</sup>



### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	10	m·kN
$N_d$	-100	kN
$M_d'$	18,20	m·kN

## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	309,8	kN
$U_{S2}$	154,89418	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,12	m
$y_{LIM}$	0,09	m
$F_{C,LIM}$	970,0	kN
$M_{lim}$	131,25	mkN

## RESULTADO

### Resultados

<i>DOMINIO 2 o 3</i>		
$\gamma_{real}$	0,01	m
$F_c$	154,9	kN
$M_u'$	<b>52,44</b>	m·kN
$M_u$	28,81	m·kN
$N_u$	-288,12	kN

### Interpretación de resultados:

*Cumple, no es necesario aumentar la armadura*

# FISURACIÓN

## DATOS

### Dimensiones de la sección

$h_c$	0,2	m
$b_c$	1	m
$c$	0,018	m
$d$	0,18	m

### Armadura principal a tracción

$\varnothing_s$	12	mm
$\#b_s$	7	ud
$S$	15	cm
$A_s$	7,92	cm <sup>2</sup>

### Características de los materiales

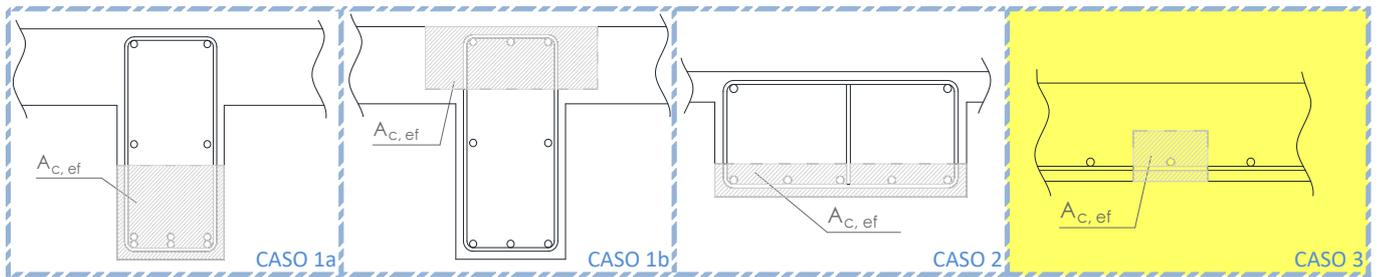
$f_{ck,j}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm,fl}$	2,29	N/mm <sup>2</sup>
Acciones	Otros casos	▼
$0,6 \cdot f_{ck,j}$	6,23	N/mm <sup>2</sup>
$\beta$	1,70	ud

\*Art.49.2.4 (EHE-08), para obtención de  $\beta$

### Area eficaz del hormigón

Tipo de $A_{c,eficaz}$	Caso 3	▼
$A_{c,eficaz}$	0,009	m <sup>2</sup>

\*Figura 49.2.4.b (EHE-08)



Figuras obtenidas de: Figura 49.2.4.b (EHE-08)

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	10	m·kN
$N_d$	100	kN
Tipo de carga	Otros casos	▼

\* Tracción <sup>[+]</sup>

## CÁLCULOS

$M_f$	9,52	m·kN
$\sigma_s$	157,89	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sr}$	82,62	N/mm <sup>2</sup>
$s_m$	72,82	mm
$\varepsilon_{sm}$	0,68	‰

## RESULTADO

### Abertura característica de la fisura

$w_k$	0,08	mm
-------	------	----

Abertura máxima de fisura	
Clases de exposición	$w_{m\acute{a}x}$ [mm]
I	0,4
IIa, IIb, H	0,3
IIIa, IIIb, IV, F, Qa	0,2
IIIc, Qb, Qc	0,1

# COMPROBACIÓN A CORTANTE- SECCIONES RECTANGULARES O EN T

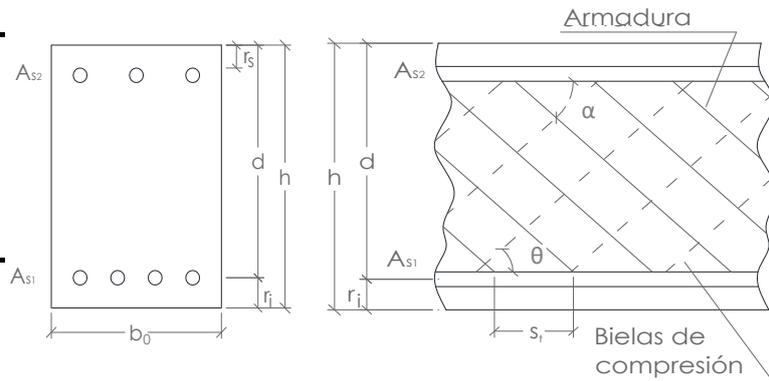
## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	0,20	m
b <sub>0</sub>	1,00	m
r <sub>MEC,INF</sub>	0,02	m
r <sub>MEC,SUP</sub>	0,02	m
d	0,18	m

### Disposición de las armaduras

#b <sub>s'</sub>	7	ud.
∅ <sub>s'</sub>		mm
A <sub>s'</sub>	7,92	cm <sup>2</sup>
#b <sub>s</sub>	4	ud.
∅ <sub>s</sub>		mm
A <sub>s</sub>	3,96	cm <sup>2</sup>
Armadura a cortante	no existe	▼
θ <sub>t</sub>	45	°
α <sub>t</sub>	90	°



### Características de los materiales

f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,k</sub>	400	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	15,58	N/mm <sup>2</sup>
Control del hormigón →	Indirecto	▼
f <sub>cv</sub>	15,00	N/mm <sup>2</sup>
TMA	20	mm
γ <sub>s</sub>	1,15	u
γ <sub>c</sub>	1,50	u
α <sub>cc</sub>	1,00	u
f <sub>yd</sub>	391,30	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,d</sub>	347,83	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	10,39	N/mm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	2,E+05	N/mm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

V <sub>rd</sub>	30	kN
N <sub>d</sub>	0	kN
M <sub>d</sub>	0	m·kN

## CÁLCULOS

### Coef. relativos a los materiales

f <sub>1cd</sub>	6,23	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,k</sub>	1,31	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,d</sub>	0,87	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,m</sub>	1,87	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a los esfuerzos

K	1,00	ud.
σ' <sub>cd</sub>	0,00	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a la sección

I <sub>z</sub>	7E-04	m <sup>4</sup>
S	0,01	m <sup>3</sup>
ξ	2,00	ud.
ρ <sub>l</sub>	2,25	‰
θ <sub>e</sub>	45,00	°
β	1,00	ud.
z	0,1584	m

## RESULTADOS

### Resultados previos

M <sub>fis</sub>	5,82	mkN
<b>La sección no fisura</b>		
V <sub>U1</sub>	548,42	kN
<b>La sección cumple a compresión oblicua</b>		
V <sub>U2</sub>	116,44	kN
V <sub>CU</sub>	52,79	kN
V <sub>SU</sub>	0,00	kN
<b>No requiere Armadura</b>		

### Cortante que la sección puede resistir:

V <sub>U</sub>	116,44	kN
----------------	--------	----

### Interpretación de resultados

Cumple, no es necesario aumentar ni armadura ni sección

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

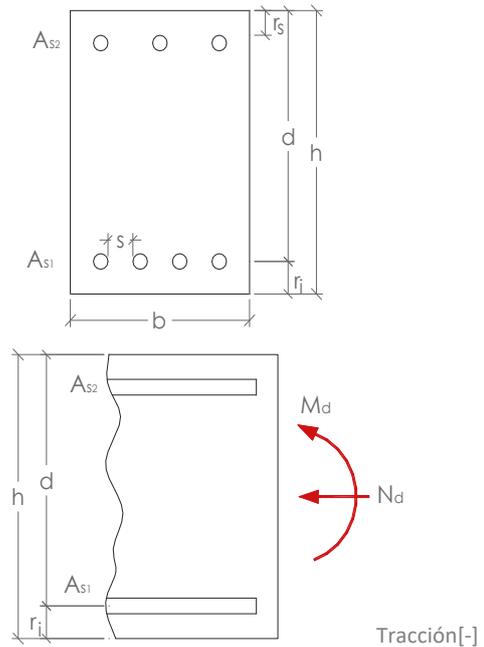
h	0,2	m
b	1	m
$r_{MEC,INF}$	0,024	m
$r_{MEC,SUP}$	0,024	m
d	0,18	m

### Características de los materiales

$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,50	u
$\alpha_{cc}$	1,00	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	3,5	ud.
$\phi_{S1}$	20	mm
$A_{S1}$	11,00	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	3,5	ud.
$\phi_{S2}$	12	mm
$A_{S2}$	3,96	cm <sup>2</sup>



### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	40	m·kN
$N_d$	-180	kN
$M_d'$	53,68	m·kN

## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	430,3	kN
$U_{S2}$	154,89418	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$X_{LIM}$	0,11	m
$Y_{LIM}$	0,09	m
$F_{C,LIM}$	938,1	kN
$M_{lim}$	122,74	mkN

## RESULTADO

### Resultados

DOMINIO 2 o 3		
$\gamma_{real}$	0,03	m
$F_c$	275,4	kN
$M_u'$	<b>68,36</b>	m·kN
$M_u$	50,94	m·kN
$N_u$	-229,22	kN

### Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

## FISURACIÓN

## DATOS

## Dimensiones de la sección

$h_c$	0,2	m
$b_c$	1	m
$c$	0,024	m
$d$	0,18	m

## Armadura principal a tracción

$\varnothing_s$	20	mm
$\#b_s$	3,5	ud
$S$	15	cm
$A_s$	11,00	cm <sup>2</sup>

## Características de los materiales

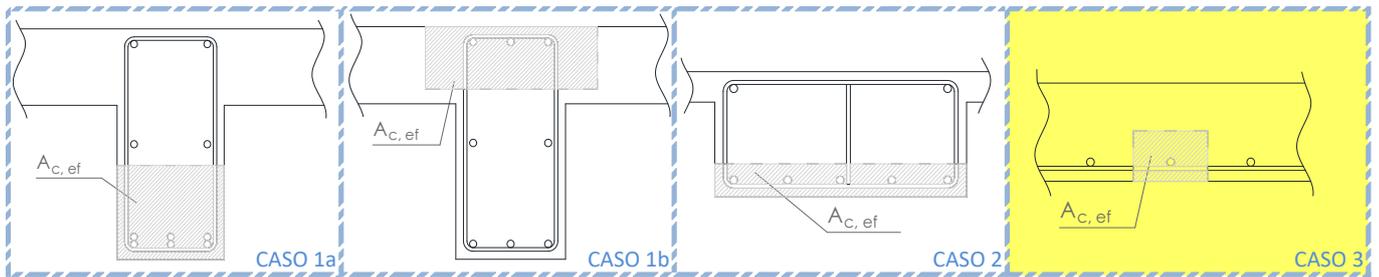
$f_{ck,j}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm,fl}$	2,29	N/mm <sup>2</sup>
Acciones	Otros casos	▼
$0,6 \cdot f_{ck,j}$	6,23	N/mm <sup>2</sup>
$\beta$	1,70	ud

\*Art.49.2.4 (EHE-08), para obtención de  $\beta$ 

## Area eficaz del hormigón

Tipo de $A_{c,eficaz}$	Caso 3	▼
$A_{c,eficaz}$	0,015	m <sup>2</sup>

\*Figura 49.2.4.b (EHE-08)



Figuras obtenidas de: Figura 49.2.4.b (EHE-08)

## Esfuerzos de cálculo

$M_d$	40	m·kN
$N_d$	180	kN
Tipo de carga	Otros casos	▼

\* Tracción <sup>[+]</sup>

## CÁLCULOS

$M_f$	9,52	m·kN
$\sigma_s$	346,73	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sr}$	61,51	N/mm <sup>2</sup>
$s_m$	91,64	mm
$\varepsilon_{sm}$	1,71	‰

## RESULTADO

## Abertura característica de la fisura

$w_k$	0,27	mm
-------	------	----

Abertura máxima de fisura	
Clases de exposición	$w_{m\acute{a}x}$ [mm]
I	0,4
IIa, IIb, H	0,3
IIIa, IIIb, IV, F, Qa	0,2
IIIc, Qb, Qc	0,1

Se incumplen las tensiones por compresión, este caso se encuentra fuera de normativa

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN COMPUESTA - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

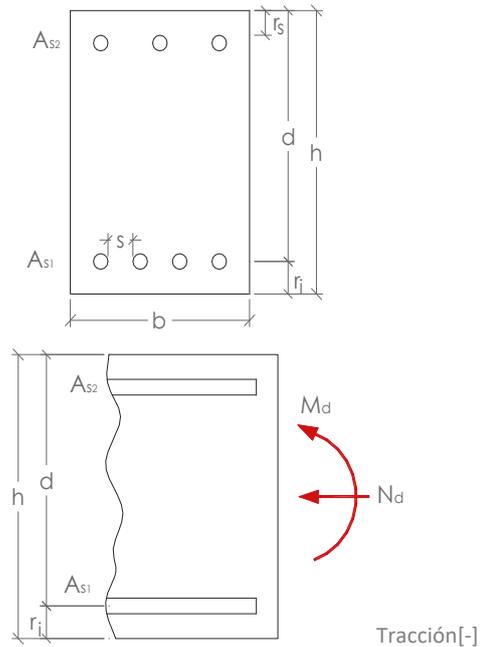
h	0,15	m
b	1	m
$r_{MEC,INF}$	0,012	m
$r_{MEC,SUP}$	0,012	m
d	0,14	m

### Características de los materiales

$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,50	u
$\alpha_{cc}$	1,00	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	7	ud.
$\phi_{S1}$	8	mm
$A_{S1}$	3,52	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	3,5	ud.
$\phi_{S2}$	8	mm
$A_{S2}$	1,76	cm <sup>2</sup>



### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	6	m·kN
$N_d$	-65	kN
$M_d'$	10,10	m·kN

## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	137,7	kN
$U_{S2}$	68,841856	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,09	m
$y_{LIM}$	0,07	m
$F_{C,LIM}$	735,5	kN
$M_{lim}$	75,46	mkN

## RESULTADO

### Resultados

<i>DOMINIO 2 o 3</i>		
$\gamma_{real}$	0,01	m
$F_c$	68,8	kN
$M_u'$	<b>17,95</b>	m·kN
$M_u$	10,67	m·kN
$N_u$	-115,55	kN

### Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

## FISURACIÓN

## DATOS

## Dimensiones de la sección

$h_c$	0,15	m
$b_c$	1	m
$c$	0,012	m
$d$	0,14	m

## Armadura principal a tracción

$\varnothing_s$	8	mm
$\#b_s$	7	ud
$S$	15	cm
$A_s$	3,52	cm <sup>2</sup>

## Características de los materiales

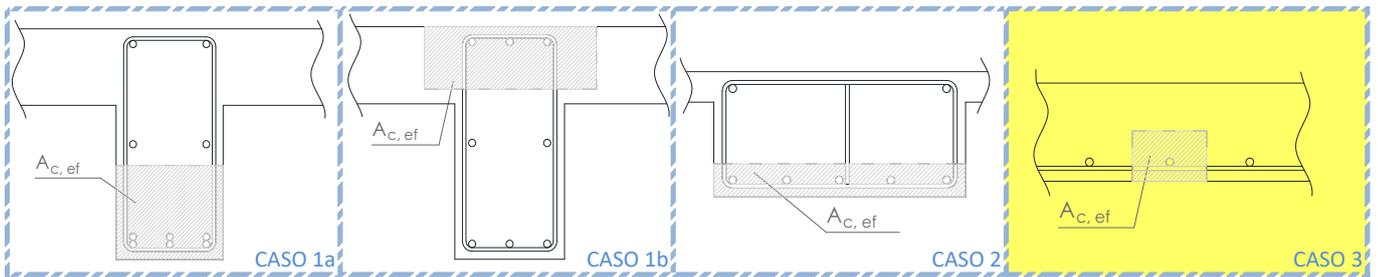
$f_{ck,j}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm,fl}$	2,29	N/mm <sup>2</sup>
Acciones	Otros casos	▼
$0,6 \cdot f_{ck,j}$	6,23	N/mm <sup>2</sup>
$\beta$	1,70	ud

\*Art.49.2.4 (EHE-08), para obtención de  $\beta$ 

## Area eficaz del hormigón

Tipo de $A_{c,eficaz}$	Caso 3	▼
$A_{c,eficaz}$	0,005	m <sup>2</sup>

\*Figura 49.2.4.b (EHE-08)



Figuras obtenidas de: Figura 49.2.4.b (EHE-08)

## Esfuerzos de cálculo

$M_d$	6	m·kN
$N_d$	65	kN
Tipo de carga	Otros casos	▼

\* Tracción <sup>[+]</sup>

## CÁLCULOS

$M_f$	5,36	m·kN
$\sigma_s$	259,88	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{sr}$	137,90	N/mm <sup>2</sup>
$s_m$	53,12	mm
$\varepsilon_{sm}$	1,12	‰

## RESULTADO

## Abertura característica de la fisura

$w_k$	0,10	mm
-------	------	----

Abertura máxima de fisura	
Clases de exposición	$w_{m\acute{a}x}$ [mm]
I	0,4
IIa, IIb, H	0,3
IIIa, IIIb, IV, F, Qa	0,2
IIIc, Qb, Qc	0,1

# COMPROBACIÓN A CORTANTE- SECCIONES RECTANGULARES O EN T

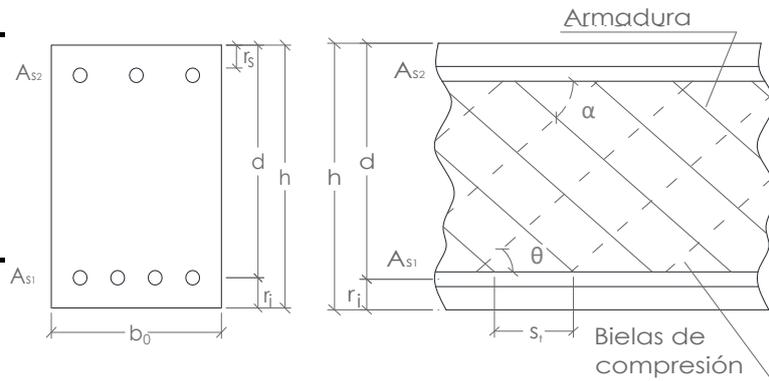
## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	0,15	m
b <sub>0</sub>	1,00	m
r <sub>MEC,INF</sub>	0,02	m
r <sub>MEC,SUP</sub>	0,02	m
d	0,13	m

### Disposición de las armaduras

#b <sub>s'</sub>	7	ud.
∅ <sub>s'</sub>		mm
A <sub>s'</sub>	3,52	cm <sup>2</sup>
#b <sub>s</sub>	4	ud.
∅ <sub>s</sub>		mm
A <sub>s</sub>	1,76	cm <sup>2</sup>
Armadura a cortante	no existe	▼
θ <sub>t</sub>	45	°
α <sub>t</sub>	90	°



### Características de los materiales

f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,k</sub>	400	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	15,58	N/mm <sup>2</sup>
Control del hormigón →	Indirecto	▼
f <sub>cv</sub>	15,00	N/mm <sup>2</sup>
TMA	20	mm
γ <sub>s</sub>	1,15	u
γ <sub>c</sub>	1,50	u
α <sub>cc</sub>	1,00	u
f <sub>yd</sub>	391,30	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,d</sub>	347,83	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	10,39	N/mm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	2,E+05	N/mm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

V <sub>rd</sub>	20	kN
N <sub>d</sub>	0	kN
M <sub>d</sub>	0	m·kN

## CÁLCULOS

### Coef. relativos a los materiales

f <sub>1cd</sub>	6,23	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,k</sub>	1,31	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,d</sub>	0,87	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,m</sub>	1,87	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a los esfuerzos

K	1,00	ud.
σ' <sub>cd</sub>	0,00	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a la sección

I <sub>z</sub>	3E-04	m <sup>4</sup>
S	0,00	m <sup>3</sup>
ξ	2,00	ud.
ρ <sub>l</sub>	1,40	‰
θ <sub>e</sub>	45,00	°
β	1,00	ud.
z	0,1134	m

## RESULTADOS

### Resultados previos

M <sub>fis</sub>	3,27	mkN
<b>La sección no fisura</b>		
V <sub>U1</sub>	392,62	kN
<b>La sección cumple a compresión oblicua</b>		
V <sub>U2</sub>	87,33	kN
V <sub>CU</sub>	32,24	kN
V <sub>SU</sub>	0,00	kN

No requiere Armadura

### Cortante que la sección puede resistir:

V <sub>U</sub>	87,33	kN
----------------	-------	----

### Interpretación de resultados

Cumple, no es necesario aumentar ni armadura ni sección

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN COMUESTA - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

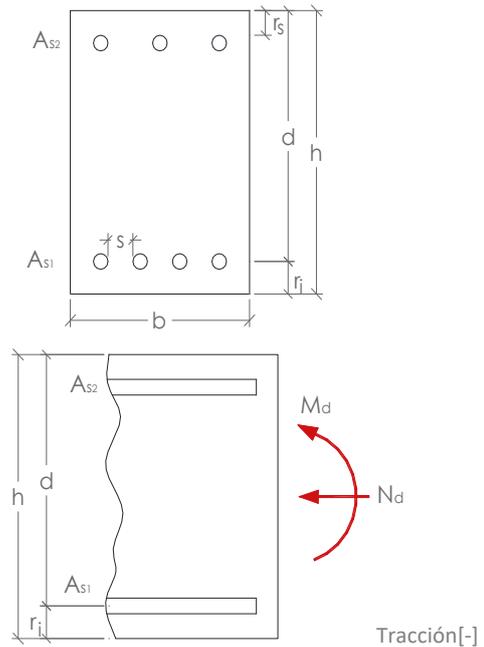
h	0,15	m
b	1	m
$r_{MEC,INF}$	0,018	m
$r_{MEC,SUP}$	0,018	m
d	0,13	m

### Características de los materiales

$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,50	u
$\alpha_{cc}$	1,00	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	3,5	ud.
$\phi_{S1}$	16	mm
$A_{S1}$	7,04	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	3,5	ud.
$\phi_{S2}$	8	mm
$A_{S2}$	1,76	cm <sup>2</sup>



### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	20	m·kN
$N_d$	-130	kN
$M_d'$	27,41	m·kN

## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	275,4	kN
$U_{S2}$	68,841856	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,08	m
$y_{LIM}$	0,07	m
$F_{C,LIM}$	703,5	kN
$M_{lim}$	69,04	mkN

## RESULTADO

### Resultados

<i>DOMINIO 2 o 3</i>		
$\gamma_{real}$	0,02	m
$F_c$	206,5	kN
$M_u'$	<b>33,06</b>	m·kN
$M_u$	24,12	m·kN
$N_u$	-156,78	kN

### Interpretación de resultados:

*Cumple, no es necesario aumentar la armadura*

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	1,1	m
b	0,5	m
$r_{MEC,INF}$	0,064	m
$r_{MEC,SUP}$	0,022	m
d	1,04	m

### Características de los materiales

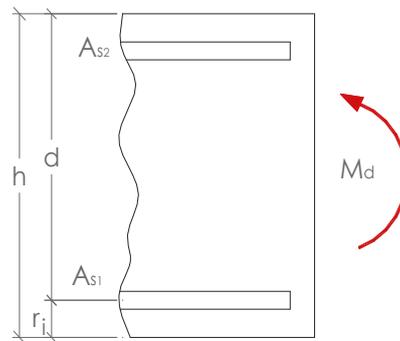
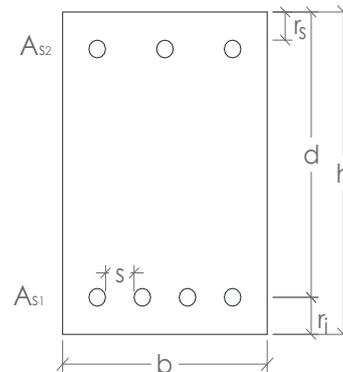
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,5	u
$\alpha_{cc}$	1	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	12	ud.
$\varnothing_{S1}$	32	mm
$A_{S1}$	96,51	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	6	ud.
$\varnothing_{S2}$	12	mm
$A_{S2}$	6,79	cm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	652	m·kN
-------	-----	------



## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	3776,5	kN
$U_{S2}$	265,5329	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,66	m
$y_{LIM}$	0,53	m
$F_{C,LIM}$	2760,9	kN
$M_{lim}$	2126,40	mkN

## RESULTADO

### Resultados

DOMINIO 4		
$x_{real}$	0,70	m
$y_{real}$	0,56	m
$F_c$	2923,9	kN
$M_u$	2475,30	m·kN

### Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

# COMPROBACIÓN A CORTANTE- SECCIONES RECTANGULARES O EN T

## DATOS

### Dimensiones de la sección

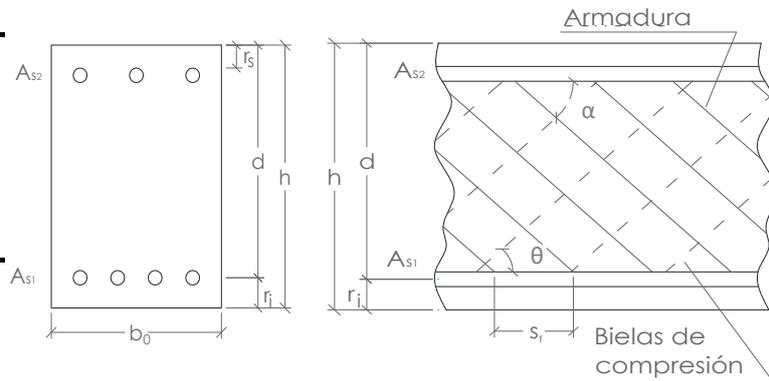
h	1,10	m
b <sub>0</sub>	0,50	m
r <sub>MEC,INF</sub>	0,06	m
r <sub>MEC,SUP</sub>	0,02	m
d	1,04	m

### Disposición de las armaduras

#b <sub>S'</sub>	6	ud.
∅ <sub>S'</sub>	12	mm
A <sub>S'</sub>	6,79	cm <sup>2</sup>
#b <sub>S</sub>	12	ud.
∅ <sub>S</sub>	32	mm
A <sub>S</sub>	96,51	cm <sup>2</sup>
Armadura a cortante	existe	▼
θ <sub>t</sub>	45	°
α <sub>t</sub>	90	°
∅ <sub>S,t</sub>	8	mm
#RAMAS	10	ud.
S <sub>t,cercos</sub>	25	cm
A <sub>α</sub>	20,11	cm <sup>2</sup> /m

### Esfuerzos de cálculo

V <sub>rd</sub>	635	kN
N <sub>d</sub>	0	kN
M <sub>d</sub>	652	m·kN



### Características de los materiales

f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,k</sub>	400	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	15,58	N/mm <sup>2</sup>
Control del hormigón →	Indirecto	▼
f <sub>cv</sub>	15,00	N/mm <sup>2</sup>
TMA	20	mm
γ <sub>s</sub>	1,15	u
γ <sub>c</sub>	1,50	u
α <sub>cc</sub>	1,00	u
f <sub>yd</sub>	391,30	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,d</sub>	347,83	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	10,39	N/mm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	2,E+05	N/mm <sup>2</sup>

## CÁLCULOS

### Coef. relativos a los materiales

f <sub>1cd</sub>	6,23	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,k</sub>	1,31	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,d</sub>	0,87	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,m</sub>	1,87	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a los esfuerzos

K	1,00	ud.
σ' <sub>cd</sub>	0,00	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a la sección

I <sub>z</sub>	6E-02	m <sup>4</sup>
S	0,08	m <sup>3</sup>
ξ	1,44	ud.
ρ <sub>l</sub>	18,56	‰
θ <sub>e</sub>	45,00	°
β	1,00	ud.
z	0,936	m

## RESULTADOS

### Resultados previos

M <sub>fis</sub>	88,06	mkN
------------------	-------	-----

#### La sección fisura

V <sub>U1</sub>	1620,32	kN
-----------------	---------	----

La sección cumple a compresión oblicua

V <sub>U2</sub>	881,30	kN
-----------------	--------	----

V <sub>CU</sub>	226,71	kN
-----------------	--------	----

V <sub>SU</sub>	654,59	kN
-----------------	--------	----

La armadura existente cumple

### Cortante que la sección puede resistir:

V <sub>U</sub>	881,30	kN
----------------	--------	----

### Interpretación de resultados

Cumple, no es necesario aumentar ni armadura ni sección

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	1,1	m
b	0,5	m
$r_{MEC,INF}$	0,064	m
$r_{MEC,SUP}$	0,022	m
d	1,04	m

### Características de los materiales

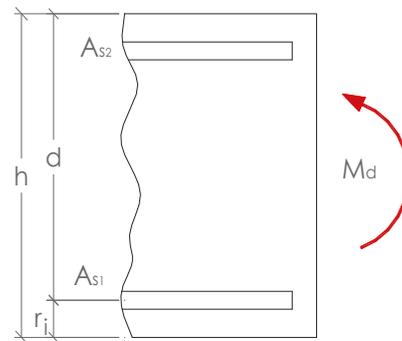
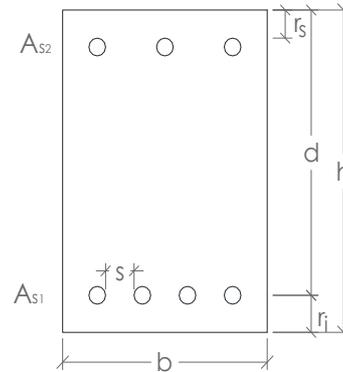
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,5	u
$\alpha_{cc}$	1	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	14	ud.
$\phi_{S1}$	32	mm
$A_{S1}$	112,59	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	7	ud.
$\phi_{S2}$	12	mm
$A_{S2}$	7,92	cm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	652	m·kN
-------	-----	------



## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	4405,9	kN
$U_{S2}$	309,7884	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,66	m
$y_{LIM}$	0,53	m
$F_{C,LIM}$	2760,9	kN
$M_{lim}$	2126,40	mkN

## RESULTADO

### Resultados

DOMINIO 4		
$x_{real}$	0,73	m
$y_{real}$	0,58	m
$F_c$	3024,6	kN
$M_u$	<b>2566,86</b>	m·kN

### Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

# COMPROBACIÓN A CORTANTE- SECCIONES RECTANGULARES O EN T

## DATOS

### Dimensiones de la sección

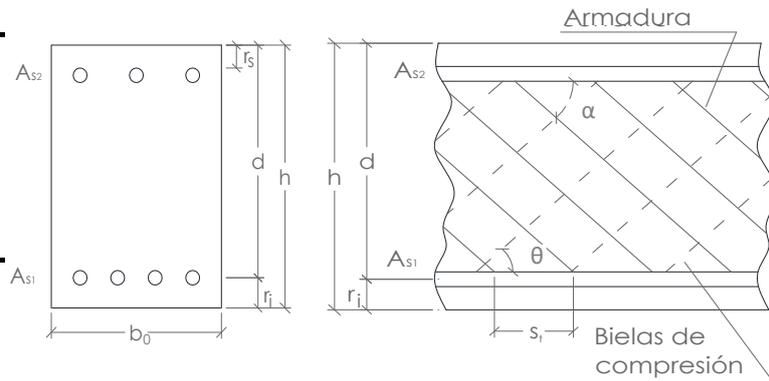
h	1,10	m
b <sub>0</sub>	0,50	m
r <sub>MEC,INF</sub>	0,06	m
r <sub>MEC,SUP</sub>	0,02	m
d	1,04	m

### Disposición de las armaduras

#b <sub>S'</sub>	7	ud.
∅ <sub>S'</sub>	12	mm
A <sub>S'</sub>	7,92	cm <sup>2</sup>
#b <sub>S</sub>	14	ud.
∅ <sub>S</sub>	32	mm
A <sub>S</sub>	112,59	cm <sup>2</sup>
Armadura a cortante	existe	▼
θ <sub>t</sub>	45	°
α <sub>t</sub>	90	°
∅ <sub>S,t</sub>	8	mm
#RAMAS	10	ud.
S <sub>t,cercos</sub>	25	cm
A <sub>α</sub>	20,11	cm <sup>2</sup> /m

### Esfuerzos de cálculo

V <sub>rd</sub>	834	kN
N <sub>d</sub>	0	kN
M <sub>d</sub>	652	m·kN



### Características de los materiales

f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,k</sub>	400	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	15,58	N/mm <sup>2</sup>
Control del hormigón →	Indirecto	▼
f <sub>cv</sub>	15,00	N/mm <sup>2</sup>
TMA	20	mm
γ <sub>s</sub>	1,15	u
γ <sub>c</sub>	1,50	u
α <sub>cc</sub>	1,00	u
f <sub>yd</sub>	391,30	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,d</sub>	347,83	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	10,39	N/mm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	2,E+05	N/mm <sup>2</sup>

## CÁLCULOS

### Coef. relativos a los materiales

f <sub>1cd</sub>	6,23	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,k</sub>	1,31	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,d</sub>	0,87	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,m</sub>	1,87	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a los esfuerzos

K	1,00	ud.
σ' <sub>cd</sub>	0,00	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a la sección

I <sub>z</sub>	6E-02	m <sup>4</sup>
S	0,08	m <sup>3</sup>
ξ	1,44	ud.
ρ <sub>l</sub>	20,00	‰
θ <sub>e</sub>	45,00	°
β	1,00	ud.
z	0,936	m

## RESULTADOS

### Resultados previos

M <sub>fis</sub>	88,06	mkN
------------------	-------	-----

#### La sección fisura

V <sub>U1</sub>	1620,32	kN
-----------------	---------	----

La sección cumple a compresión oblicua

V <sub>U2</sub>	887,02	kN
-----------------	--------	----

V <sub>CU</sub>	232,43	kN
-----------------	--------	----

V <sub>SU</sub>	654,59	kN
-----------------	--------	----

La armadura existente cumple

### Cortante que la sección puede resistir:

V <sub>U</sub>	887,02	kN
----------------	--------	----

### Interpretación de resultados

Cumple, no es necesario aumentar ni armadura ni sección

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	0,75	m
b	0,4	m
$r_{MEC,INF}$	0,0535	m
$r_{MEC,SUP}$	0,022	m
d	0,70	m

### Características de los materiales

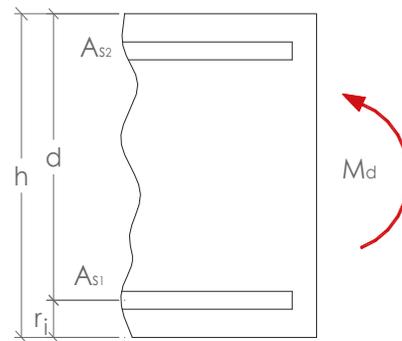
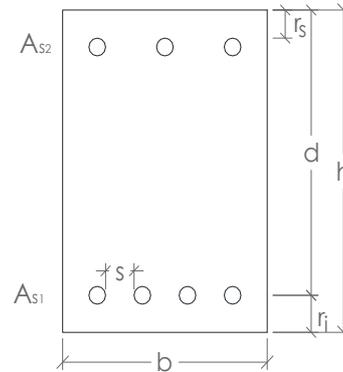
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,5	u
$\alpha_{cc}$	1	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	10	ud.
$\varnothing_{S1}$	25	mm
$A_{S1}$	49,09	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	5	ud.
$\varnothing_{S2}$	12	mm
$A_{S2}$	5,65	cm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	280	m·kN
-------	-----	------



## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	1920,8	kN
$U_{S2}$	221,2774	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,45	m
$y_{LIM}$	0,36	m
$F_{C,LIM}$	1484,9	kN
$M_{lim}$	768,88	mkN

## RESULTADO

### Resultados

DOMINIO 4		
$x_{real}$	0,46	m
$y_{real}$	0,37	m
$F_c$	1532,7	kN
$M_u$	<b>934,05</b>	m·kN

### Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

# COMPROBACIÓN A CORTANTE- SECCIONES RECTANGULARES O EN T

## DATOS

### Dimensiones de la sección

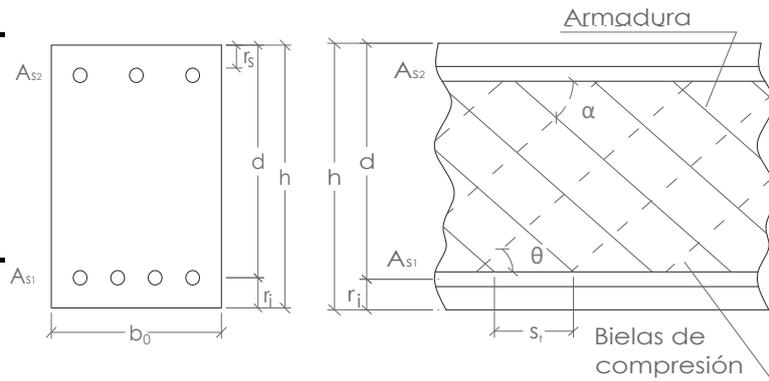
h	0,75	m
b <sub>0</sub>	0,40	m
r <sub>MEC,INF</sub>	0,05	m
r <sub>MEC,SUP</sub>	0,02	m
d	0,70	m

### Disposición de las armaduras

#b <sub>S'</sub>	5	ud.
∅ <sub>S'</sub>	12	mm
A <sub>S'</sub>	5,65	cm <sup>2</sup>
#b <sub>S</sub>	10	ud.
∅ <sub>S</sub>	25	mm
A <sub>S</sub>	49,09	cm <sup>2</sup>
Armadura a cortante	existe	▼
θ <sub>t</sub>	45	°
α <sub>t</sub>	90	°
∅ <sub>S,t</sub>	8	mm
#RAMAS	6	ud.
S <sub>t,cercos</sub>	25	cm
A <sub>α</sub>	12,06	cm <sup>2</sup> /m

### Esfuerzos de cálculo

V <sub>rd</sub>	300	kN
N <sub>d</sub>	0	kN
M <sub>d</sub>	280	m·kN



### Características de los materiales

f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,k</sub>	400	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	15,58	N/mm <sup>2</sup>
Control del hormigón →	Indirecto	▼
f <sub>cv</sub>	15,00	N/mm <sup>2</sup>
TMA	20	mm
γ <sub>s</sub>	1,15	u
γ <sub>c</sub>	1,50	u
α <sub>cc</sub>	1,00	u
f <sub>yd</sub>	391,30	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,d</sub>	347,83	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	10,39	N/mm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	2,E+05	N/mm <sup>2</sup>

## CÁLCULOS

### Coef. relativos a los materiales

f <sub>1cd</sub>	6,23	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,k</sub>	1,31	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,d</sub>	0,87	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,m</sub>	1,87	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a los esfuerzos

K	1,00	ud.
σ' <sub>cd</sub>	0,00	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a la sección

I <sub>z</sub>	1E-02	m <sup>4</sup>
S	0,03	m <sup>3</sup>
ξ	1,53	ud.
ρ <sub>l</sub>	17,53	‰
θ <sub>e</sub>	45,00	°
β	1,00	ud.
z	0,63	m

## RESULTADOS

### Resultados previos

M <sub>fis</sub>	32,75	mkN
------------------	-------	-----

#### La sección fisura

V <sub>U1</sub>	872,48	kN
-----------------	--------	----

La sección cumple a compresión oblicua

V <sub>U2</sub>	392,12	kN
-----------------	--------	----

V <sub>CU</sub>	127,77	kN
-----------------	--------	----

V <sub>SU</sub>	264,35	kN
-----------------	--------	----

La armadura existente cumple

### Cortante que la sección puede resistir:

V <sub>U</sub>	392,12	kN
----------------	--------	----

### Interpretación de resultados

Cumple, no es necesario aumentar ni armadura ni sección

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	0,75	m
b	0,4	m
$r_{MEC,INF}$	0,0535	m
$r_{MEC,SUP}$	0,022	m
d	0,70	m

### Características de los materiales

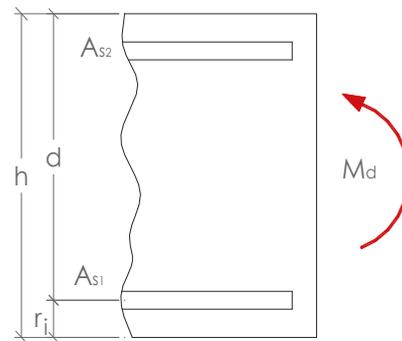
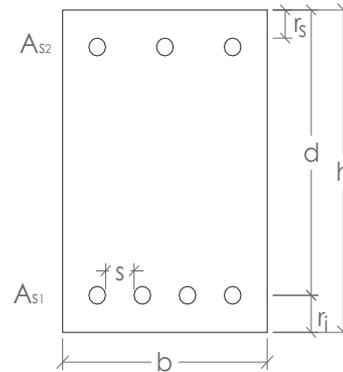
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,5	u
$\alpha_{cc}$	1	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	6,93	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	12	ud.
$\varnothing_{S1}$	25	mm
$A_{S1}$	58,90	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	6	ud.
$\varnothing_{S2}$	12	mm
$A_{S2}$	6,79	cm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	280	m·kN
-------	-----	------



## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	2305,0	kN
$U_{S2}$	265,5329	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,45	m
$y_{LIM}$	0,36	m
$F_{C,LIM}$	990,3	kN
$M_{lim}$	512,75	mkN

## RESULTADO

### Resultados

<i>DOMINIO 4</i>		
$x_{real}$	0,52	m
$y_{real}$	0,41	m
$F_c$	1149,4	kN
$M_u$	<b>741,25</b>	m·kN

### Interpretación de resultados:

*Cumple, no es necesario aumentar la armadura*

# COMPROBACIÓN A CORTANTE- SECCIONES RECTANGULARES O EN T

## DATOS

### Dimensiones de la sección

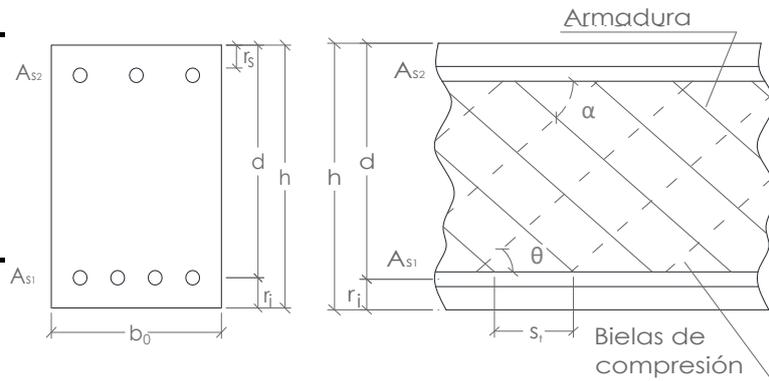
h	0,75	m
b <sub>0</sub>	0,40	m
r <sub>MEC,INF</sub>	0,05	m
r <sub>MEC,SUP</sub>	0,02	m
d	0,70	m

### Disposición de las armaduras

#b <sub>S'</sub>	6	ud.
∅ <sub>S'</sub>	12	mm
A <sub>S'</sub>	6,79	cm <sup>2</sup>
#b <sub>S</sub>	12	ud.
∅ <sub>S</sub>	25	mm
A <sub>S</sub>	58,90	cm <sup>2</sup>
Armadura a cortante	existe	▼
θ <sub>t</sub>	45	°
α <sub>t</sub>	90	°
∅ <sub>S,t</sub>	8	mm
#RAMAS	6	ud.
S <sub>t,cercos</sub>	25	cm
A <sub>α</sub>	12,06	cm <sup>2</sup> /m

### Esfuerzos de cálculo

V <sub>rd</sub>	380	kN
N <sub>d</sub>	0	kN
M <sub>d</sub>	280	m·kN



### Características de los materiales

f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,k</sub>	400	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	15,58	N/mm <sup>2</sup>
Control del hormigón →	Indirecto	▼
f <sub>cv</sub>	15,00	N/mm <sup>2</sup>
TMA	20	mm
γ <sub>s</sub>	1,15	u
γ <sub>c</sub>	1,50	u
α <sub>cc</sub>	1,00	u
f <sub>yd</sub>	391,30	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yα,d</sub>	347,83	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>cd</sub>	10,39	N/mm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	2,E+05	N/mm <sup>2</sup>

## CÁLCULOS

### Coef. relativos a los materiales

f <sub>1cd</sub>	6,23	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,k</sub>	1,31	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,d</sub>	0,87	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ct,m</sub>	1,87	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a los esfuerzos

K	1,00	ud.
σ' <sub>cd</sub>	0,00	N/mm <sup>2</sup>

### Coef. relativos a la sección

I <sub>z</sub>	1E-02	m <sup>4</sup>
S	0,03	m <sup>3</sup>
ξ	1,53	ud.
ρ <sub>l</sub>	20,00	‰
θ <sub>e</sub>	45,00	°
β	1,00	ud.
z	0,63	m

## RESULTADOS

### Resultados previos

M <sub>fis</sub>	32,75	mkN
<b>La sección fisura</b>		
V <sub>U1</sub>	872,48	kN
<b>La sección cumple a compresión oblicua</b>		
V <sub>U2</sub>	397,86	kN
V <sub>CU</sub>	133,51	kN
V <sub>SU</sub>	264,35	kN
<b>La armadura existente cumple</b>		

### Cortante que la sección puede resistir:

V <sub>U</sub>	397,86	kN
----------------	--------	----

### Interpretación de resultados

**Cumple, no es necesario aumentar ni armadura ni sección**

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	0,75	m
b	0,5	m
$r_{MEC,INF}$	0,0535	m
$r_{MEC,SUP}$	0,0285	m
d	0,70	m

### Características de los materiales

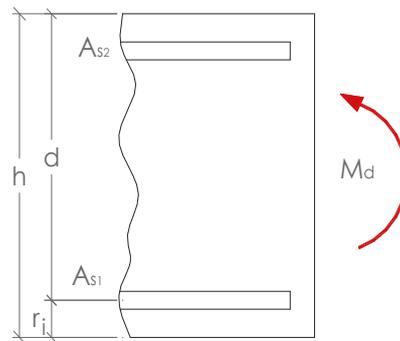
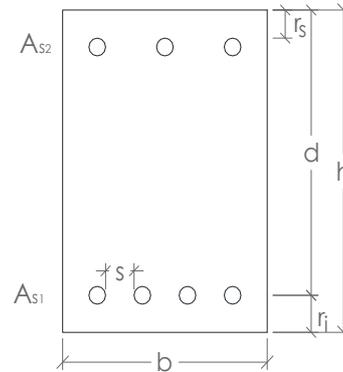
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,5	u
$\alpha_{cc}$	1	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	6,93	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	12	ud.
$\phi_{S1}$	25	mm
$A_{S1}$	58,90	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	6	ud.
$\phi_{S2}$	12	mm
$A_{S2}$	6,79	cm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	75	m·kN
-------	----	------



## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	2305,0	kN
$U_{S2}$	265,5329	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,45	m
$y_{LIM}$	0,36	m
$F_{C,LIM}$	1237,8	kN
$M_{lim}$	640,94	mkN

## RESULTADO

### Resultados

DOMINIO 4		
$x_{real}$	0,50	m
$y_{real}$	0,40	m
$F_c$	1379,4	kN
$M_u$	<b>863,44</b>	m·kN

### Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	0,75	m
b	0,5	m
$r_{MEC,INF}$	0,0285	m
$r_{MEC,SUP}$	0,0535	m
d	0,72	m

### Características de los materiales

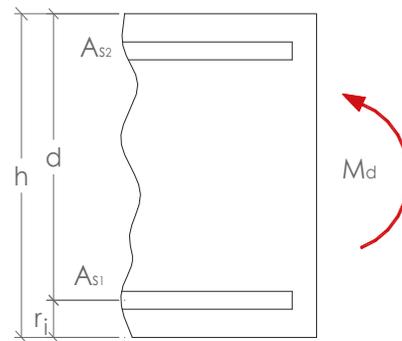
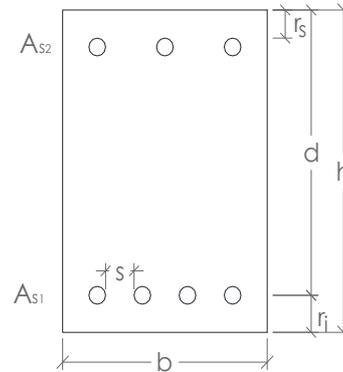
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,5	u
$\alpha_{cc}$	1	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	6,93	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	6	ud.
$\varnothing_{S1}$	12	mm
$A_{S1}$	6,79	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	12	ud.
$\varnothing_{S2}$	25	mm
$A_{S2}$	58,90	cm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	25	m·kN
-------	----	------



## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	265,5	kN
$U_{S2}$	2304,973	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,46	m
$y_{LIM}$	0,37	m
$F_{C,LIM}$	1282,3	kN
$M_{lim}$	687,78	mkN

## RESULTADO

### Resultados

DOMINIO 1		
$x_{real}$	-0,74	m
$y_{real}$	-0,59	m
$F_c$	0,0	kN
$M_u$	<b>177,38</b>	m·kN

### Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	1,1	m
b	0,5	m
$r_{MEC,INF}$	0,02	m
$r_{MEC,SUP}$	0,05	m
d	1,08	m

### Características de los materiales

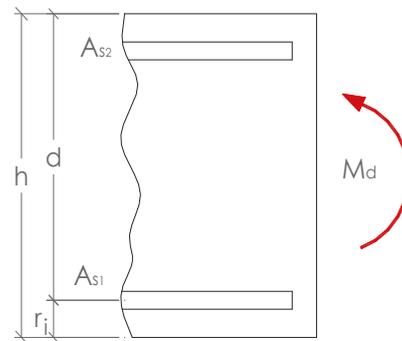
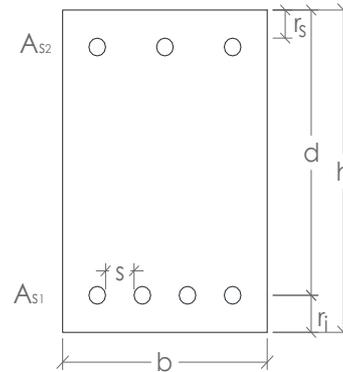
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,5	u
$\alpha_{cc}$	1	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	16	ud.
$\varnothing_{S1}$	32	mm
$A_{S1}$	128,68	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	8	ud.
$\varnothing_{S2}$	32	mm
$A_{S2}$	64,34	cm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	1284	m·kN
-------	------	------



## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	5035,3	kN
$U_{S2}$	2517,645	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,69	m
$y_{LIM}$	0,55	m
$F_{C,LIM}$	2878,1	kN
$M_{lim}$	2310,86	mkN

## RESULTADO

### Resultados

<i>DOMINIO 2 o 3</i>		
$x_{real}$	0,61	m
$y_{real}$	0,48	m
$F_c$	2517,6	kN
$M_u$	<b>4701,97</b>	m·kN

### Interpretación de resultados:

*Cumple, no es necesario aumentar la armadura*

# COMPROBACIÓN A FLEXIÓN SIMPLE - SECCIONES RECTANGULARES

## DATOS

### Dimensiones de la sección

h	1,1	m
b	0,5	m
$r_{MEC,INF}$	0,05	m
$r_{MEC,SUP}$	0,02	m
d	1,05	m

### Características de los materiales

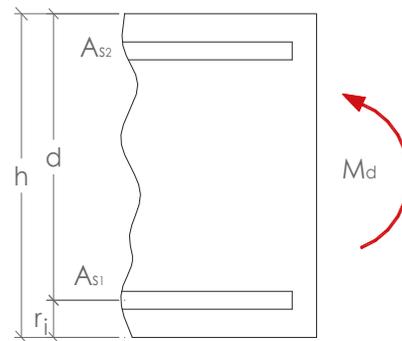
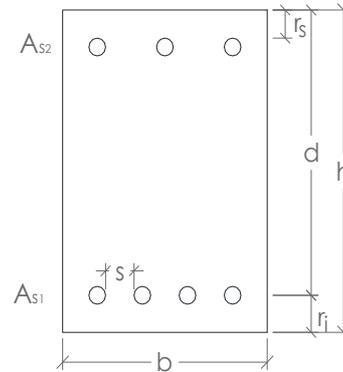
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	15,58	N/mm <sup>2</sup>
T.M.A.	20	mm
$\gamma_s$	1,15	u
$\gamma_c$	1,5	u
$\alpha_{cc}$	1	u
$f_{yd}$	391,3	N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	10,39	N/mm <sup>2</sup>

### Disposición de las armaduras

# $b_{S1}$	8	ud.
$\phi_{S1}$	32	mm
$A_{S1}$	64,34	cm <sup>2</sup>
# $b_{S2}$	16	ud.
$\phi_{S2}$	32	mm
$A_{S2}$	128,68	cm <sup>2</sup>

### Esfuerzos de cálculo

$M_d$	471,4	m·kN
-------	-------	------



## CÁLCULOS

### Cálculos previos

$U_{S1}$	2517,6	kN
$U_{S2}$	5035,29	kN

### Valores límite (Diag. Rectangular)

$x_{LIM}$	0,67	m
$y_{LIM}$	0,54	m
$F_{C,LIM}$	2798,2	kN
$M_{lim}$	2184,26	mkN

## RESULTADO

### Resultados

DOMINIO 1		
$x_{real}$	-0,61	m
$y_{real}$	-0,48	m
$F_c$	0,0	kN
$M_u$	2593,17	m·kN

### Interpretación de resultados:

Cumple, no es necesario aumentar la armadura

















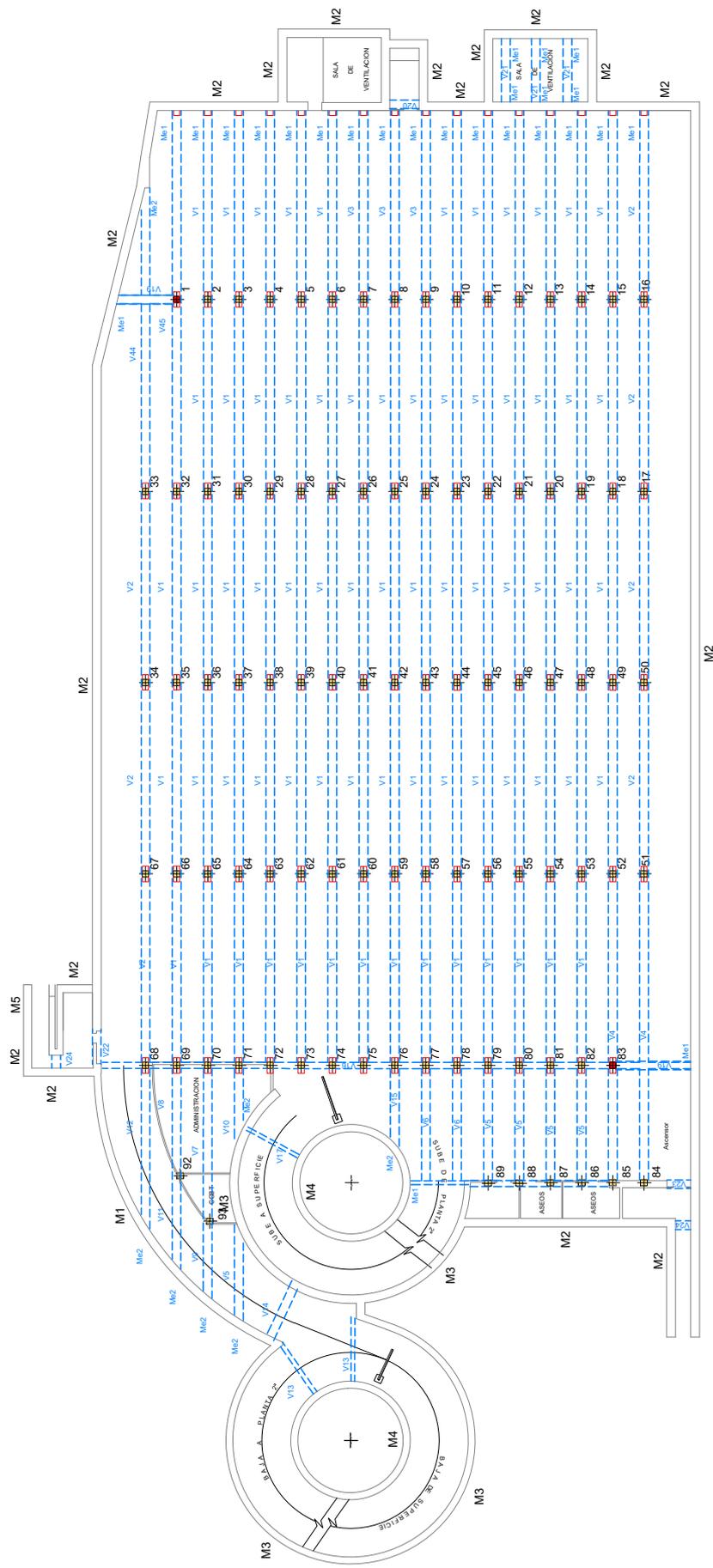


## **APÉNDICE 2: PLANOS**



## REFERENCIAS

Tanto los planos como la memoria de ensayos han sido extraídos del informe técnico “Estudio Técnico, Análisis de Materiales y Evaluación Estructural y de Durabilidad del Aparcamiento Subterráneo “Plaza de la Reina”, en la ciudad de Valencia.”, elaborado por la empresa SIGMA.



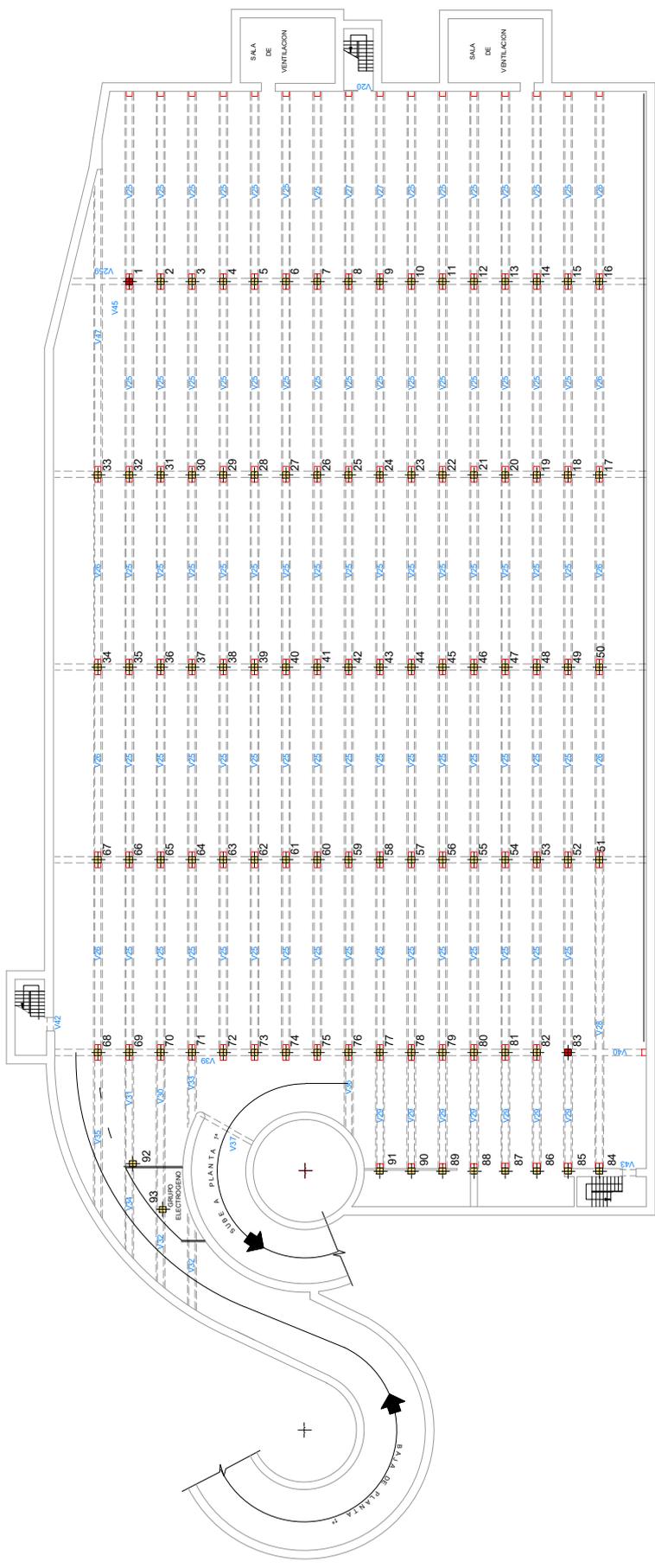
FECHA  
**JUNIO 2016**

ESCALA  
 1/250  
 0 2.50 5 7.50 10m

PLANO Nº  
**1**

TITULO DEL PLANO

ESTADO ACTUAL.  
 PLANTA PRIMERA



FECHA  
**JUNIO 2016**

ESCALA  
 1/250  
 0 2.50 5 7.50 10m

PLANO Nº  
**2**

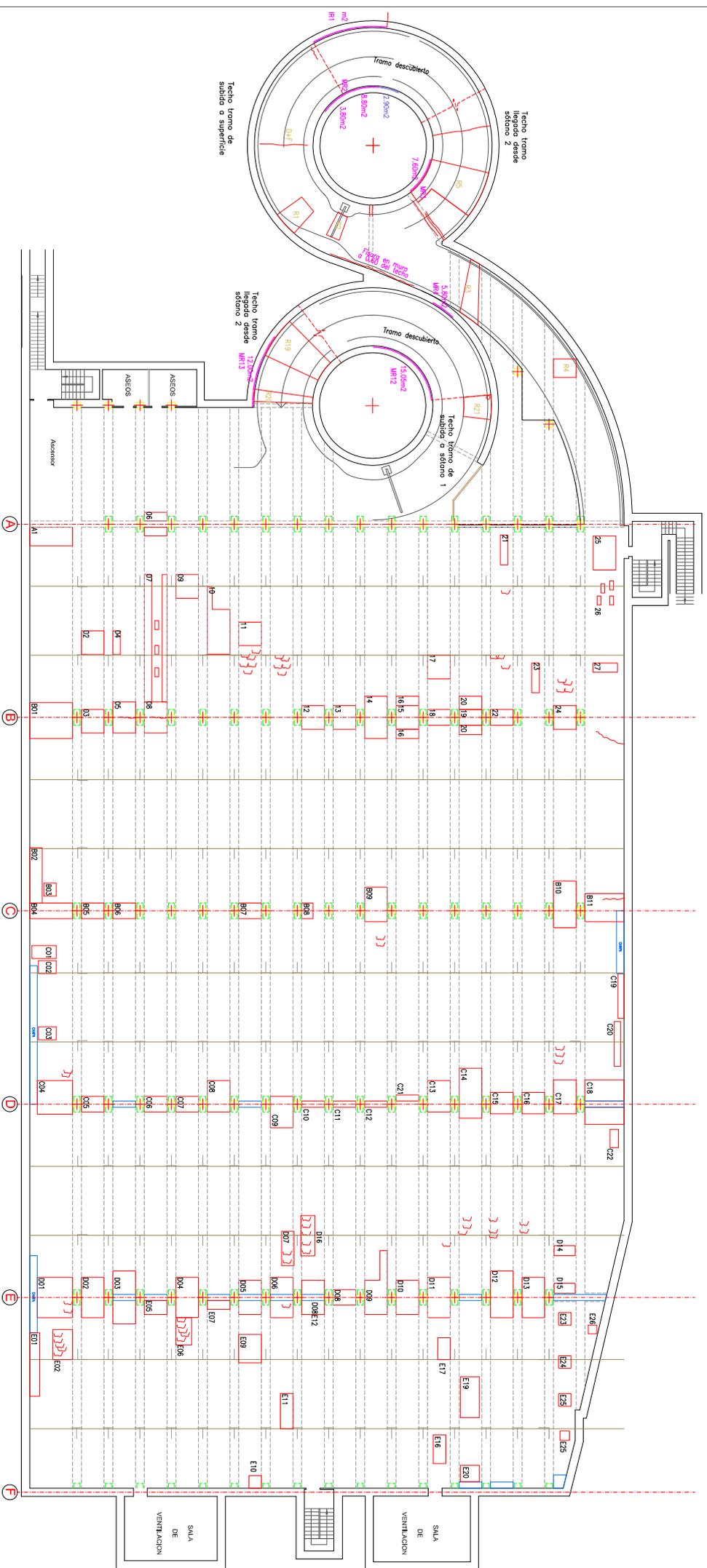
TITULO DEL PLANO

**ESTADO ACTUAL.  
 PLANTA SEGUNDA**



## SÓTANO 1º

REGISTRO DE DAÑOS EN VIGAS, MUROS Y FORJADO  
PLANO II.2.1  
S/E



# LEYENDA

E16	Referencia
	Superficie techo afectada
	Viga afectada
	Chapa
	Desconchado
	Fisura o grieta

Rotura	F	Fisuro
	G	Grieta
	P	Pérdida de sección
	D	Desconchado
Humedad	1	Seco
	2	Presencia de agua
Corrosión	1	Manchas
	2	Corrosión visible
	R	Reparado
	RF	Reparado fisurado
Pintura	B	Pintura afectada

**SOTANO 1º**  
 REGISTRO DE DAÑOS EN VIGAS, MUROS Y FORJADO  
 PLANO II.2.2  
 S/E



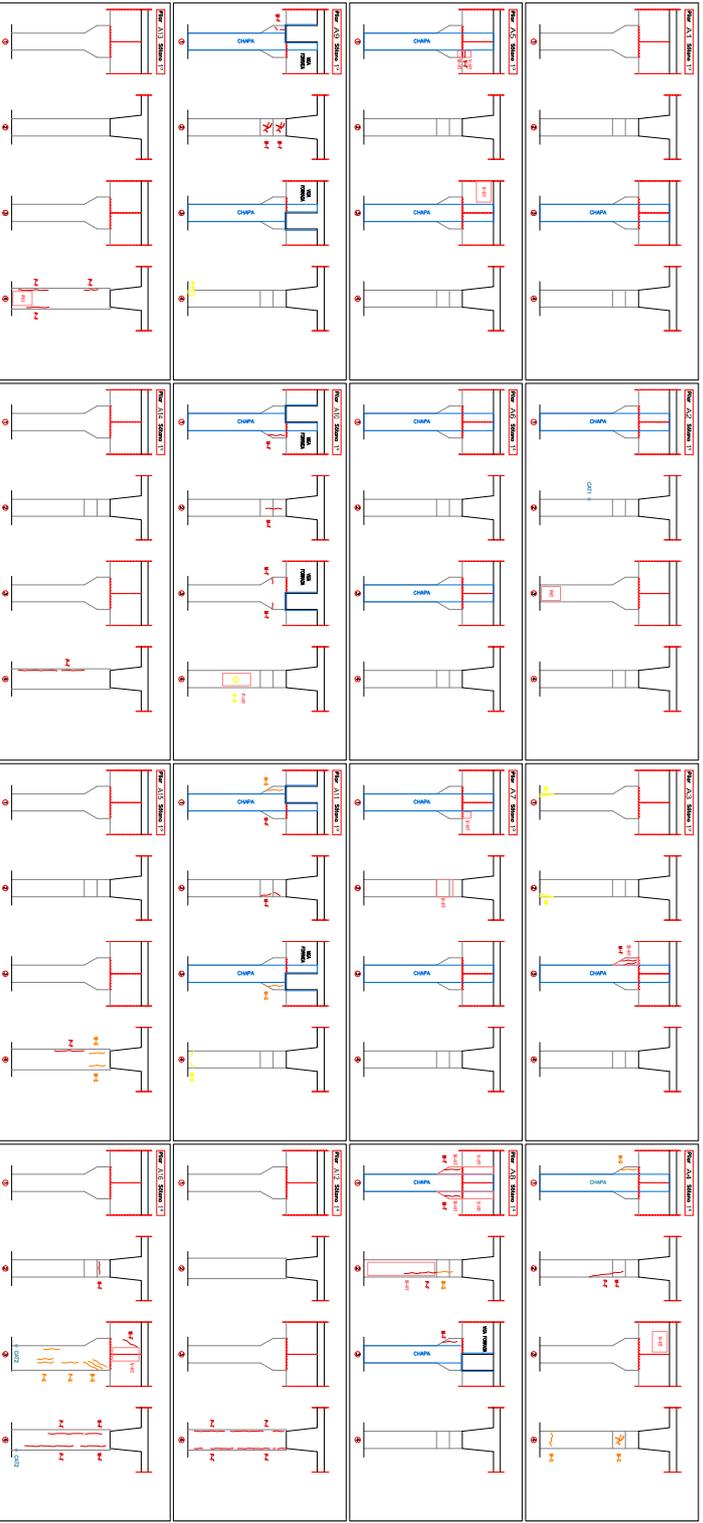
# LEYENDA

E16	Referencia
	Superficie techo afectada
	Viga afectada
	Chapa
	Desconchado
	Fisura o grieta

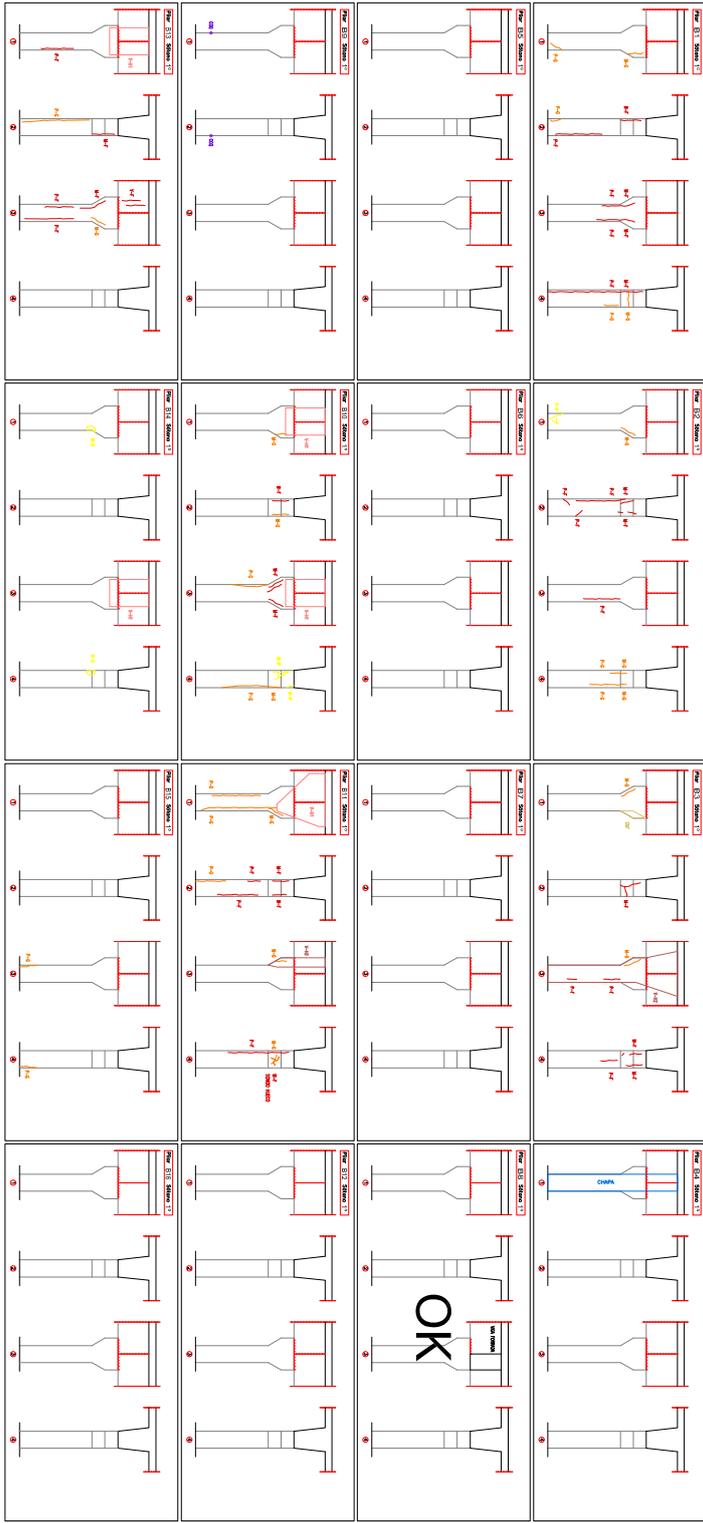
Rotura	F	Fisuro
	G	Grieta
	P	Pérdida de sección
	D	Desconchado
Humedad	1	Seco
	2	Presencia de agua
Corrosión	1	Manchas
	2	Corrosión visible
	R	Reparado
	RF	Reparado fisurado
Pintura	B	Pintura afectada

**SÓTANO 2º**  
 REGISTRO DE DAÑOS EN VIGAS, MUROS Y FORJADO  
 PLANO II.2.3  
 S/E

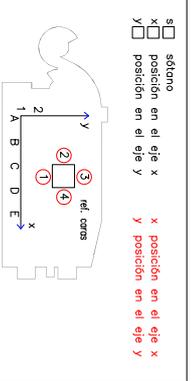
# SÓTANO 1º - FILA A



# SÓTANO 1º - FILA B



OK



- Sótano  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y
- 1 Sin corrosión  
 2 Corrosión moderada  
 3 Corrosión alta
- F Forjado  
 V Viga  
 Z Zunchito  
 M Mensula  
 P Pilar  
 C Corrosión
- F Fisura  
 C Oriela  
 P Pérdida de sección  
 H Humedad
- 1 Mancha seca  
 2 Mancha con agua  
 3 Pérdida superficie
- EWF Entosado reparación  
 EWF/A Entosado reparación agrietado

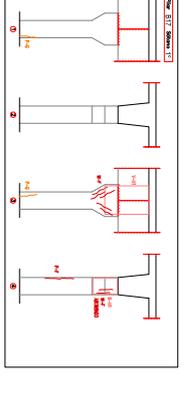
- Chapa
- Cota
- Fisura
- Humedad 1 (Mancha seca)
- Humedad 2 (Mancha húmeda)
- Humedad 3 (Corrosión alta)
- Fisura
- Oriela
- Pérdida de sección
- Entosado
- Reparado
- Coquero

# SÓTANO 1º - FILAS A-B

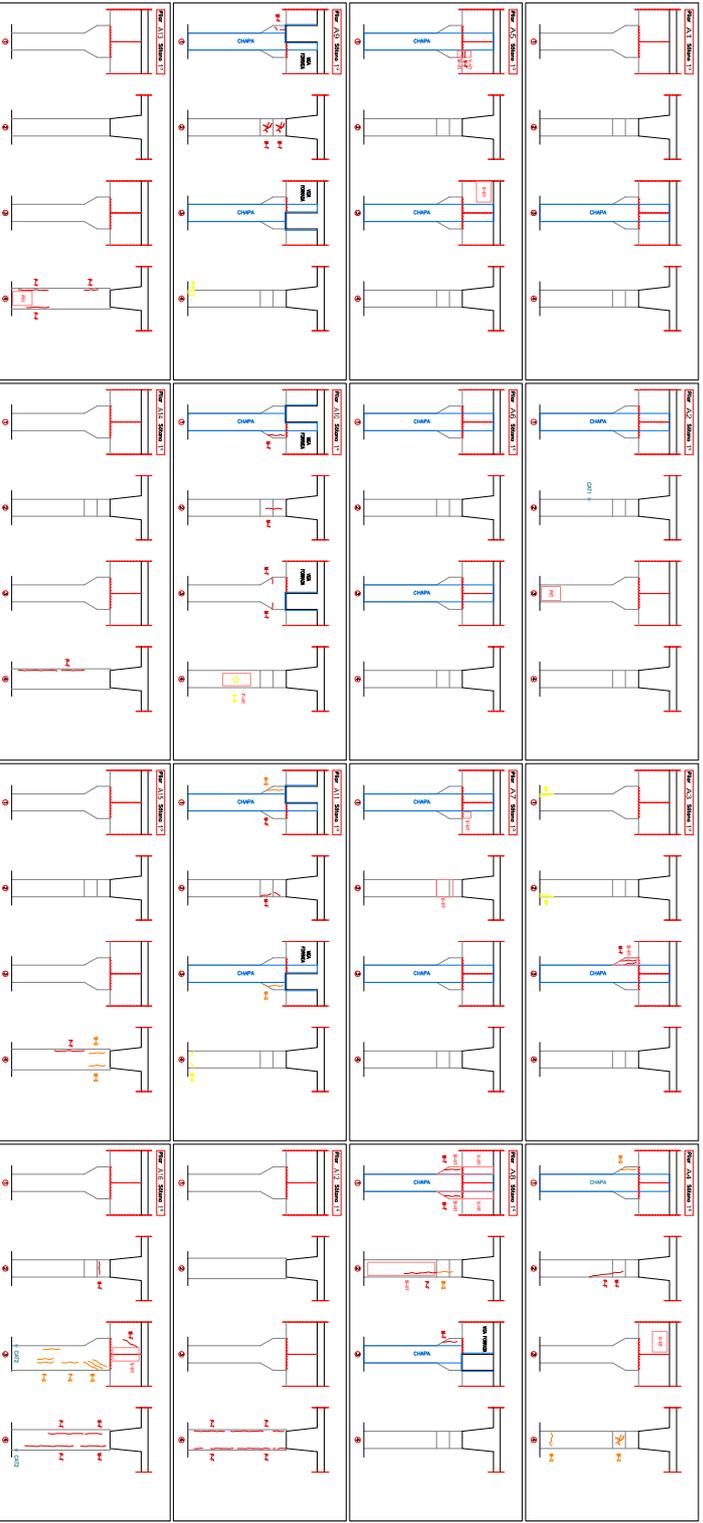
## REGISTRO DE DAÑOS EN PILARES

### PLANO II.2.4

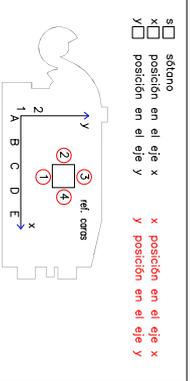
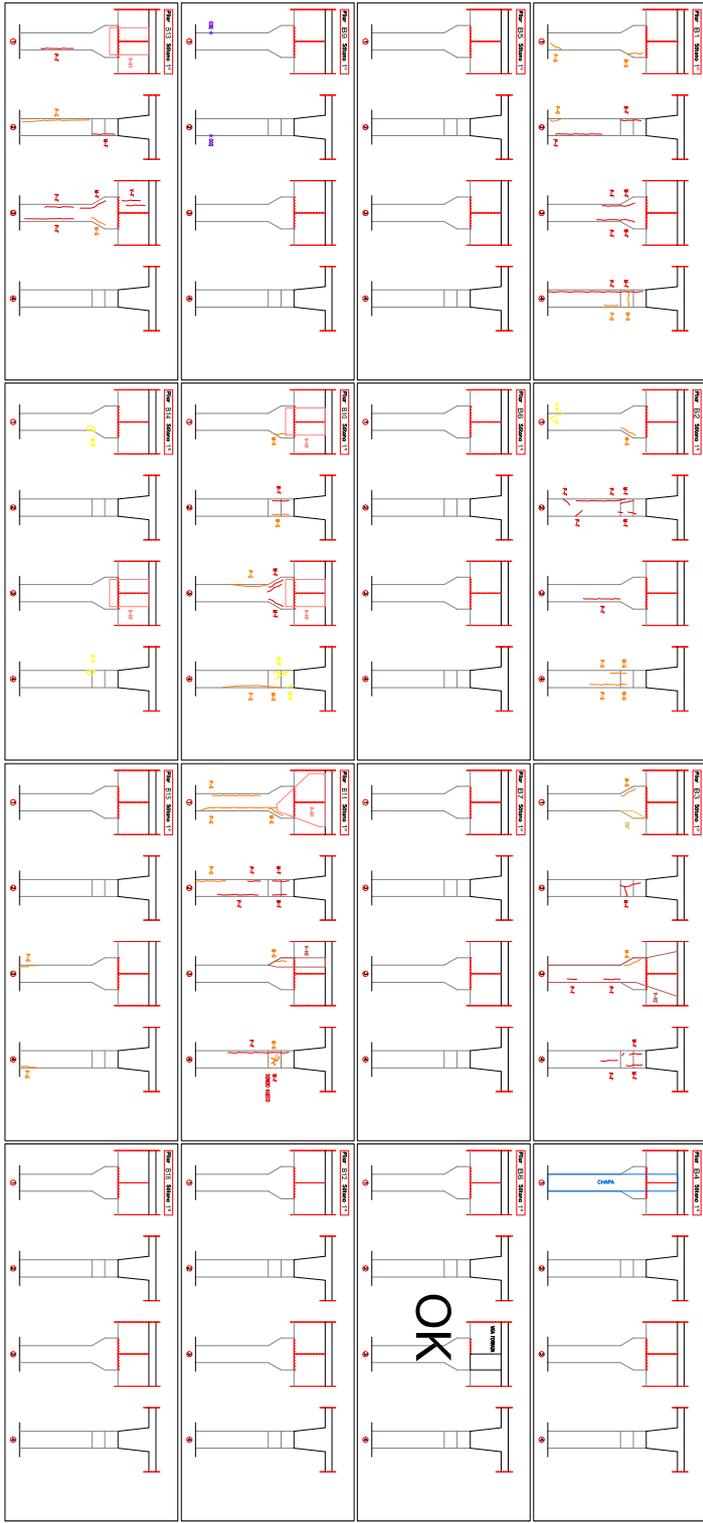
S/E



# SÓTANO 1º - FILA A



# SÓTANO 1º - FILA B



- sótano.  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y
- 1 Sin corrosión  
 2 Corrosión moderada  
 3 Corrosión alta
- F Forjado  
 V Viga  
 Z Zunchito  
 M Mensula  
 P Pilar  
 C Corrosión
- F Fisura  
 C Oriela  
 P Pérdida de sección  
 H Humedad
- 1 Mancha seca  
 2 Mancha con agua  
 3 Pérdida superficie
- EWF Entosado reparación  
 EWF/A Entosado reparación agrietado

- Chapa
- Cota
- Fisura
- Humedad 1 (Mancha seca)
- Humedad 2 (Mancha húmeda)
- Humedad 3 (Corrosión alta)
- Fisura
- Oriela
- Pérdida de sección
- Entosado
- Reparado
- Coquero

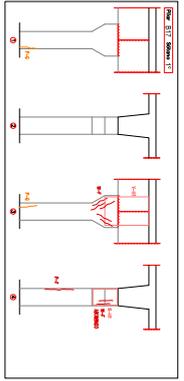
OK

# SÓTANO 1º - FILAS A-B

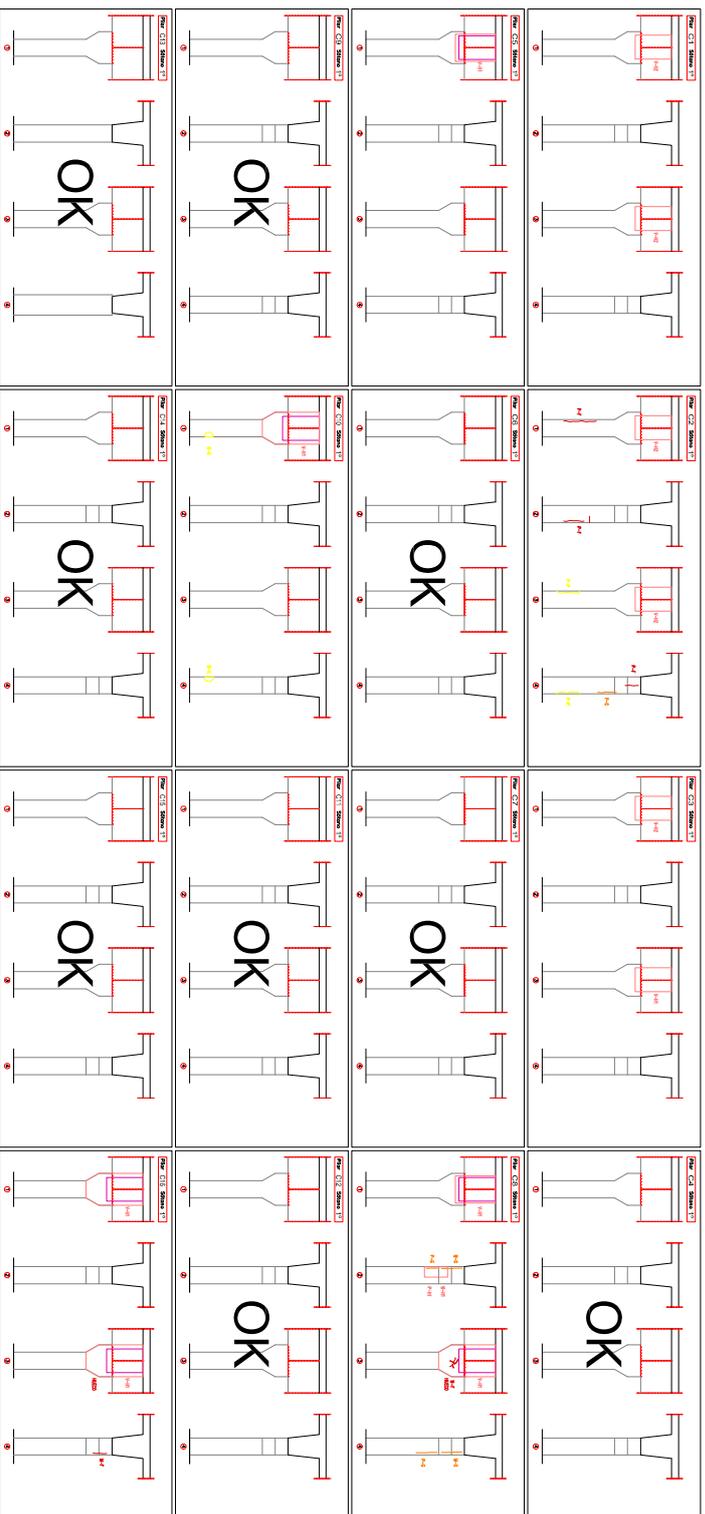
## REGISTRO DE DAÑOS EN PILARES

### PLANO II.2.4

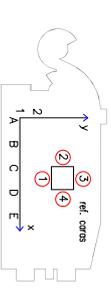
S/E



# SÓTANO 1º - FILA C

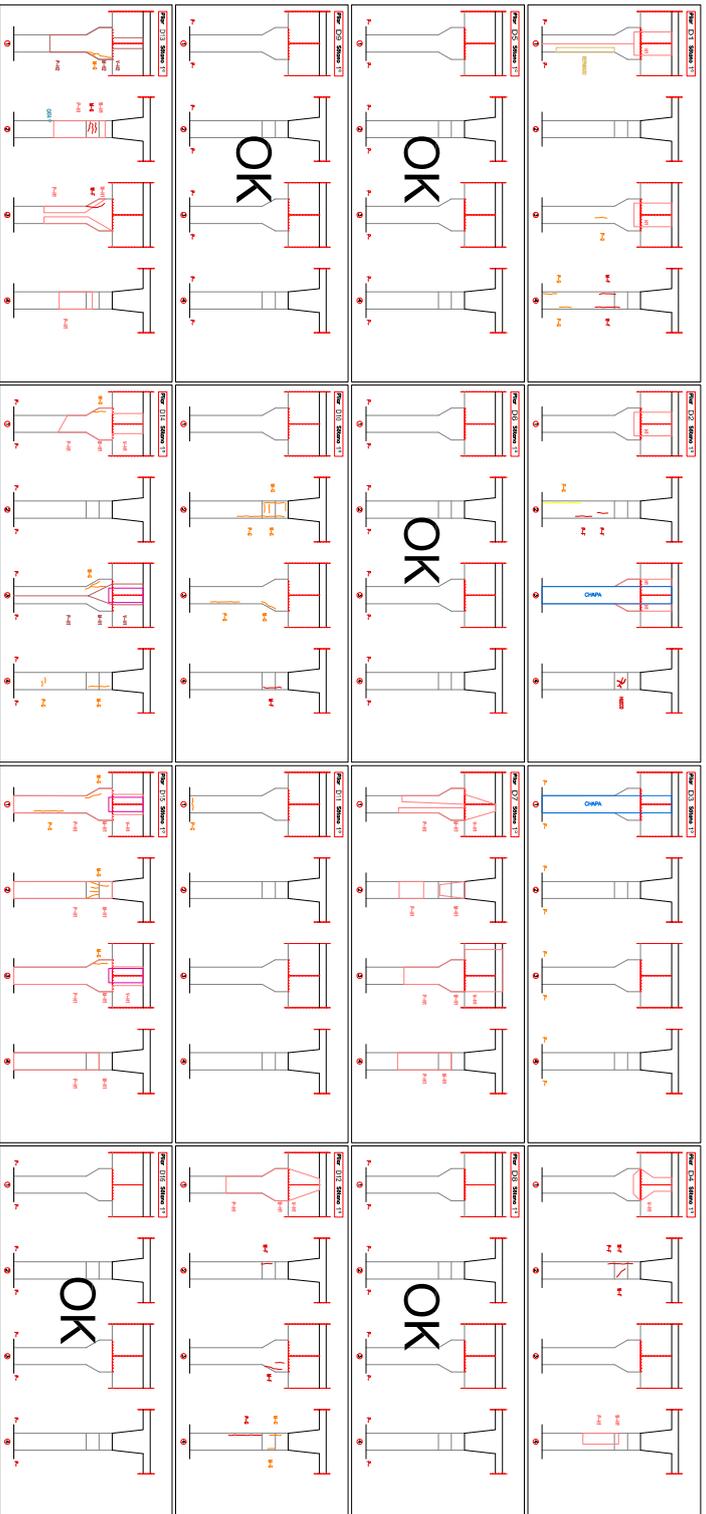


s/dano  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y



- |           |                            |                      |
|-----------|----------------------------|----------------------|
| Elemento  | F Forjado                  | 1 Sin corrosión      |
|           | V Viga                     | 2 Corrosión moderada |
|           | Z Zunchos                  | 3 Corrosión alta     |
| Patología | M Menbrilla                |                      |
|           | P Pilar                    |                      |
|           | C Corrosión                |                      |
|           | f Fisura                   |                      |
|           | G Grieta                   |                      |
|           | S Serida de sección        | 1 Mancha seca        |
|           | H Humedad                  | 2 Mancha con agua    |
|           | H Humedad                  | 3 Pérdida superficie |
|           | EMF Entorcido reparación   |                      |
|           | EMFA Entorcido reparación  |                      |
|           | EMFZ Entorcido reparación  |                      |
|           | EMFZL Entorcido reparación |                      |

# SÓTANO 1º - FILA D



- |                            |   |
|----------------------------|---|
| Chapa                      | ■ |
| Cata                       | ● |
| Fisura                     | — |
| Humedad 1 (Mancha seco)    | ■ |
| Humedad 2 (Mancha húmedo)  | ■ |
| Humedad 3 (Corrosión alta) | ■ |
| Fisura                     | — |
| Grieta                     | — |
| Pérdida de sección         | ■ |
| Entorcido                  | ■ |
| Reparado                   | ■ |
| Coquero                    | ● |

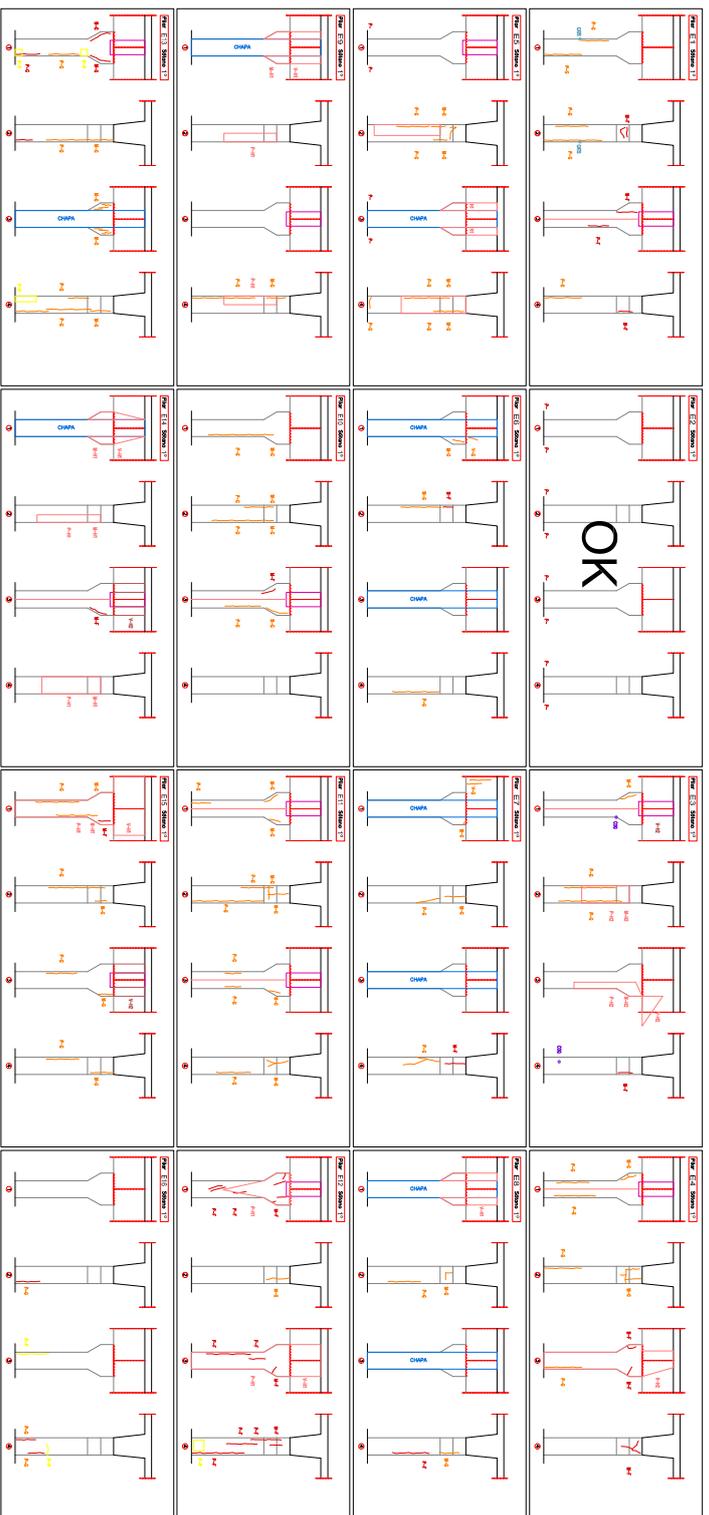
# SÓTANO 1º - FILAS B-C

## REGISTRO DE DAÑOS EN PILARES

### PLANO II.2.5

S/E

# SÓTANO 1º - FILA E



e/sano  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y

posición en el eje x  
 posición en el eje y

ref. caras  
 1 A B C D E

Elemento	F Forjado	1 Sin corrosión
	V Viga	2 Corrosión moderada
	Z Zunchos	3 Corrosión alta
	M Mensulas	
	P Pilar	
Patología	C Corrosión	
	F Fisura	
	G Grieta	
	S Serida de sección	1 Mancha seca
	H Humedad	2 Mancha con agua
		3 Pérdida superficie
	EMR Entorcido reparado	
	EM/FA agrietado	

	Chapa
	Cata
	Fisura
	Humedad 1 (Mancha seco)
	Humedad 2 (Mancha húmedo)
	Humedad 3 (Corrosión alta)
	Fisura
	Grieta
	Pérdida de sección
	Entorcido
	Reparado
	Coquera

# SÓTANO 1º - FILA E

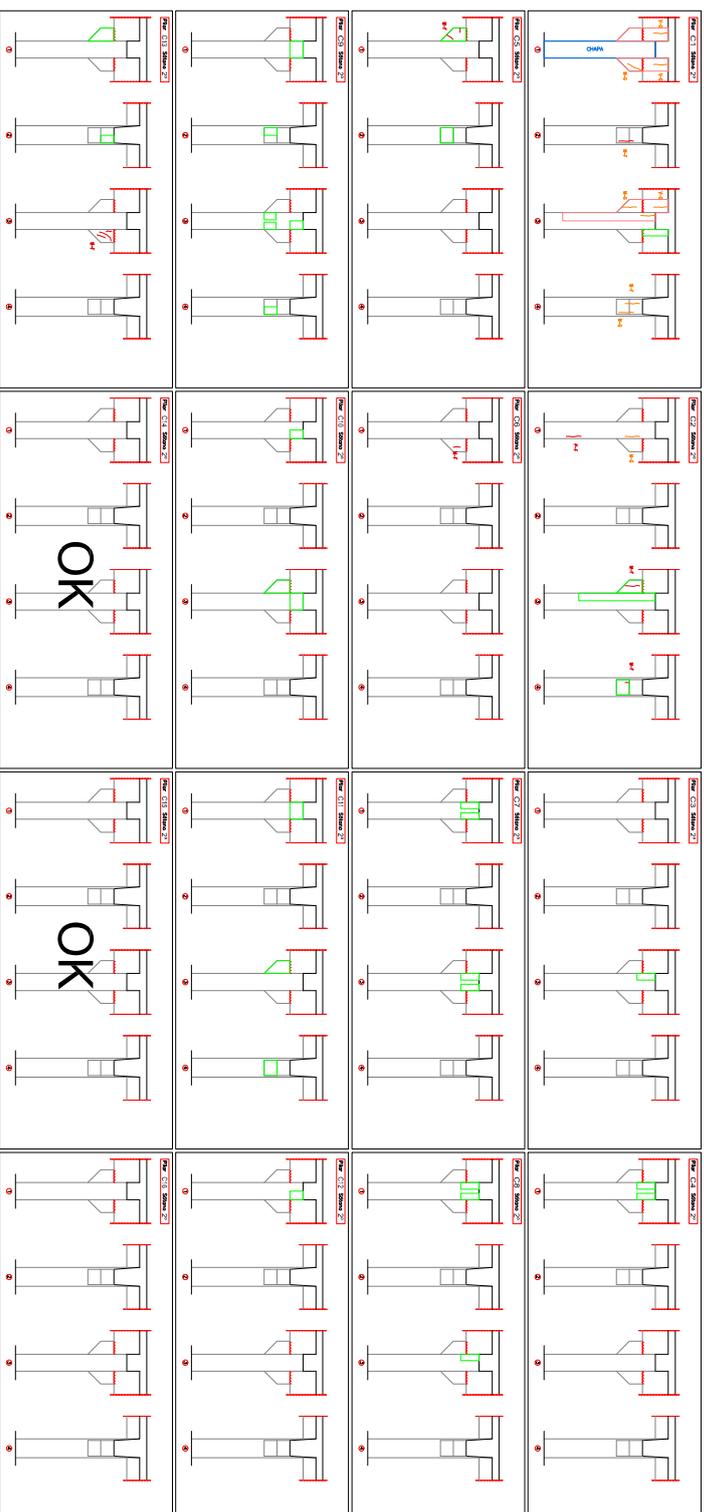
## REGISTRO DE DAÑOS EN PILARES

### PLANO II.2.6

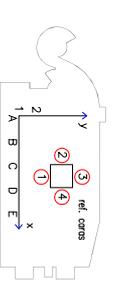
S/E



## SÓTANO 2º - FILA C



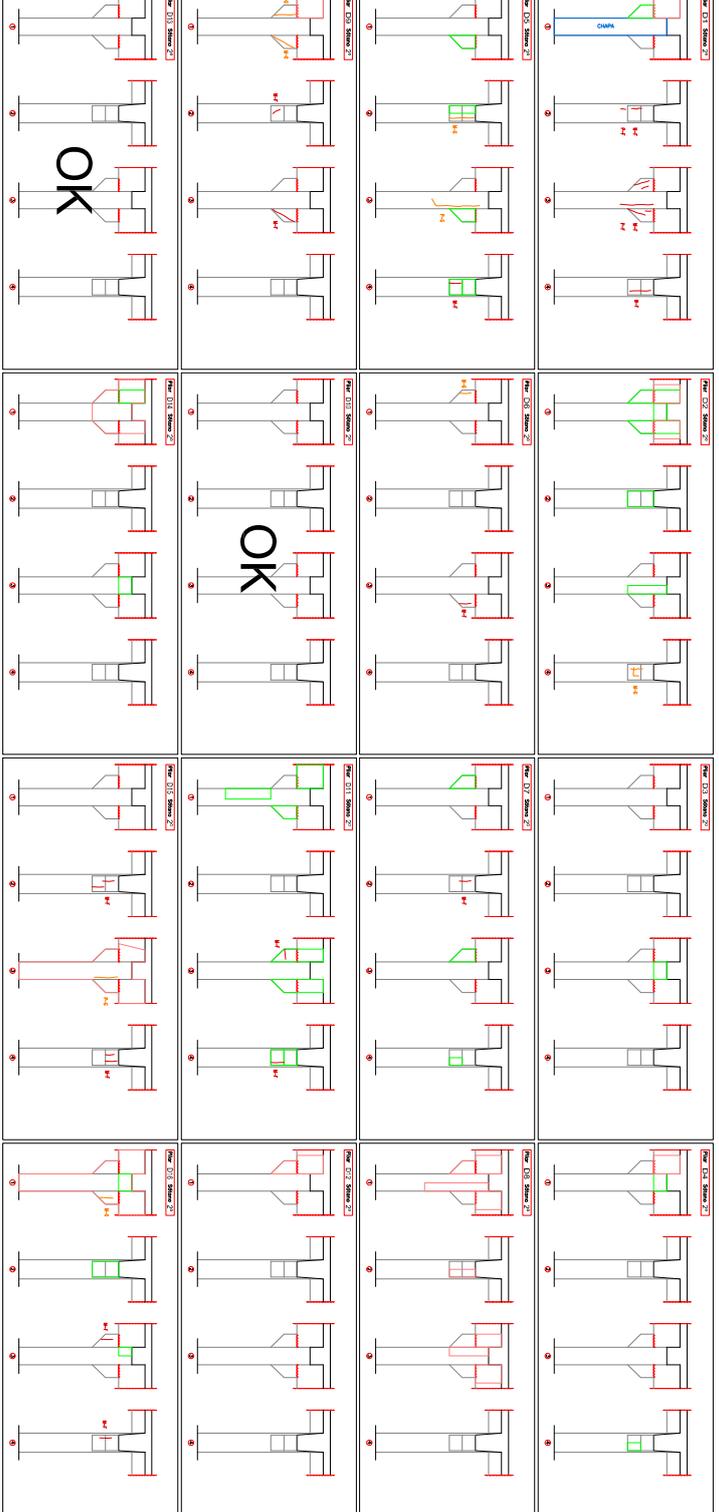
e/sano  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y  
 posición en el eje x  
 posición en el eje y



- Elemento
- F Forjado
  - V Viga
  - Z Zuncho
  - M Mensula
  - P Pilar
- Patología
- C Corrosión
  - F Fisura
  - G Grieta
  - S Serida de sección
  - H Humedad
- 1 Sin corrosión  
 2 Corrosión moderada  
 3 Corrosión alta

- 1 Mancha seca  
 2 Mancha con agua  
 3 Pérdida superficie
- E/W Entorcido repetición  
 E/W/A Entorcido agrietado

## SÓTANO 2º - FILA D



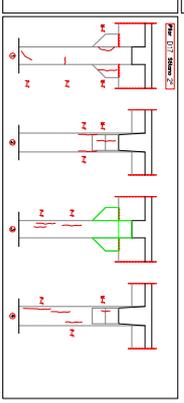
- Chapa
- Cata
- Fisura
- Humedad 1 (Mancha seco)
- Humedad 2 (Mancha húmedo)
- Humedad 3 (Corrosión alta)
- Grieta
- Pérdida de sección
- Entorcido
- Reparado
- Coquera

## SÓTANO 2º - FILAS C-D

### REGISTRO DE DAÑOS EN PILARES

#### PLANO II.2.8

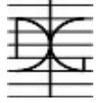
S/E



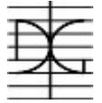








## **APÉNDICE 3: ACTAS DE ENSAYO**



## REFERENCIAS

Tanto los planos como la memoria de ensayos han sido extraídos del informe técnico “Estudio Técnico, Análisis de Materiales y Evaluación Estructural y de Durabilidad del Aparcamiento Subterráneo “Plaza de la Reina”, en la ciudad de Valencia.”, elaborado por la empresa SIGMA.

**ULTRASONIDOS.**

**DATOS PETICIONARIO:** **NIF: P-4625200-C**  
 AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
 PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*  
 Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 9  
 OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
 (VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: A.M.*  
 CANTIDAD MUESTRA: 67 UD. FECHA TOMA: 05/04/16  
 MATERIAL: HORMIGÓN FECHA REGISTRO: 09/05/16  
 PROCEDENCIA:  
 OPERARIO: JORGE NAVARRO LOCALIZACIÓN: PLANTA 1 Y 2

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** **Ref. Conducción:**

**DESCRIPCION DEL ENSAYO:**

**VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE IMPULSOS ULTRASÓNICOS UNE EN 12504-2:2002**

**RESULTADOS DEL ENSAYO:**

Fecha ensayo: 05/04/16 Hora inicio: Hora fin: Nº Ensayo: HE-1378-2016  
 Analista: Jorge Navarro

**DATOS DEL HORMIGON**

*Curado:* Temperatura ambiente *Tipo de hormigón:* Calidad: DESC. ; Cemento: DESC. ; Árido: DESC. ; Aditivo: DESC. Edad: DESC.

*Datos del aparato:*

Marca: MATEST Modelo: C-368 Frecuencia: 55KHz Diámetro Palpadores (mm): 40 Precisión: ± 0,16 microsegundos

*Comprobación calibrado:* inicial: 24 µs Final: 24 µs

Nº ref.	ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	Tiempo de propagación (microsegundos)				Distancia palpadores (m)	Velocidad de propagación (m/s)	Condiciones de la superficie	Tipo de transmisión
			L-1	L-2	L-3	Media				
1	2	PILAR 77	136,1	136,3	134,5	135,6	0,55	4.055	Lisa	Directa
2	2	PILAR 70	137,3	138,2	138,4	138,0	0,55	3.986	Lisa	Directa
3	2	PILAR 87	149,6	148,9	149,6	149,4	0,54	3.615	Lisa	Directa
4	2	PILAR 54	153,1	154,2	154,1	153,8	0,55	3.576	Lisa	Directa
5	2	PILAR 58	145,2	142,3	143,2	143,6	0,55	3.831	Lisa	Directa
6	2	PILAR 65	133,5	134,2	134,2	134,0	0,55	4.105	Lisa	Directa
7	2	PILAR 37	135,8	134,4	135,7	135,3	0,55	4.065	Lisa	Directa
8	2	PILAR 43	134,0	134,8	134,1	134,3	0,55	4.095	Lisa	Directa
9	2	PILAR 48	135,8	135,6	136,2	135,9	0,55	4.048	Lisa	Directa
10	2	PILAR 21	136,7	135,2	135,2	135,7	0,55	4.053	Lisa	Directa

(Continúa...)

Nº ref.	Elemento	Localización zona ensayo	Tiempo de propagación (microsegundos)				Distancia palpadores (m)	Velocidad de propagación (m/s)	Condiciones de la superficie	Tipo de transmisión
			L-1	L-2	L-3	Media				
11	2	PILAR 25	135,1	133,5	134,3	134,3	0,55	4.095	Lisa	Directa
12	2	PILAR 30	130,1	129,3	129,4	129,6	0,55	4.244	Lisa	Directa
13	2	PILAR 14	134,8	134,3	133,2	134,1	0,55	4.101	Lisa	Directa
14	2	PILAR 9	144,2	143,4	145,2	144,3	0,55	3.812	Lisa	Directa
15	2	PILAR 5	131,2	128,6	129,3	129,7	0,55	4.241	Lisa	Directa
34	2	PILAR 4	131,2	133,5	135,8	133,5	0,55	4.120	Lisa	Directa
1	2	VIGAS 70-65	112,1	110,3	110,9	111,1	0,44	3.960	Lisa	Directa
2	2	VIGAS 77-58	129,7	127,4	129,4	128,8	0,44	3.415	Lisa	Directa
3	2	VIGAS 81-54	118,1	116,4	117,6	117,4	0,44	3.749	Lisa	Directa
4	2	VIGAS 79-89	126,4	126,4	124,8	125,9	0,44	3.496	Lisa	Directa
5	2	VIGAS 64-37	109,6	108,7	108,0	108,8	0,44	4.046	Lisa	Directa
6	2	VIGAS 60-41	113,4	113,2	112,3	113,0	0,44	3.896	Lisa	Directa
7	2	VIGAS 53-48	115,8	115,2	114,3	115,1	0,44	3.823	Lisa	Directa
8	2	VIGAS 38-29	103,1	106,2	105,3	104,9	0,44	4.196	Lisa	Directa
9	2	VIGAS 42-25	102,3	102,0	101,1	101,8	0,44	4.323	Lisa	Directa
10	2	VIGAS 48-19	116,2	116,2	115,3	115,9	0,44	3.797	Lisa	Directa
11	2	VIGAS 20-13	112,4	113,2	112,3	112,6	0,44	3.907	Lisa	Directa
12	2	VIGAS 26-7	117,1	116,3	117,3	116,9	0,44	3.764	Lisa	Directa
13	2	VIGAS 30-3	108,1	107,3	108,5	108,0	0,44	4.075	Lisa	Directa
14	2	VIGAS 11-M	108,6	107,3	108,4	108,1	0,44	4.070	Lisa	Directa
15	2	VIGAS 5-M	104,5	103,7	103,8	104,0	0,44	4.231	Lisa	Directa
31	2	VIGAS 57-44	131,4	132,3	134,2	132,6	0,44	3.317	Lisa	Directa
32	2	VIGAS 53-48	148,6	147,3	149,1	148,3	0,44	2.966	Lisa	Directa
33	2	VIGAS 57-78	128,9	127,6	129,4	128,6	0,44	3.421	Lisa	Directa
16	1	PILAR 57	130,3	131,4	131,6	131,1	0,50	3.814	Lisa	Directa
17	1	PILAR 34	130,6	130,4	132,5	131,2	0,50	3.812	Lisa	Directa

(Continúa...)

Nº ref.	Elemento	Localización zona ensayo	Tiempo de propagación (microsegundos)				Distancia palpadores (m)	Velocidad de propagación (m/s)	Condiciones de la superficie	Tipo de transmisión
			L-1	L-2	L-3	Media				
18	1	PILAR 53	143,4	144,8	145,3	144,5	0,50	3.460	Lisa	Directa
19	1	PILAR 82	136,2	134,8	135,1	135,4	0,50	3.694	Lisa	Directa
20	1	PILAR 77	136,8	136,2	137,8	136,9	0,50	3.651	Lisa	Directa
21	1	PILAR 82	135,2	134,2	136,1	135,2	0,50	3.699	Lisa	Directa
22	1	PILAR 78	127,9	126,9	127,4	127,4	0,50	3.925	Lisa	Directa
23	1	PILAR 73	131,7	132,5	138,6	134,3	0,50	3.724	Lisa	Directa
24	1	PILAR 19	130,7	131,8	132,8	131,8	0,50	3.795	Lisa	Directa
25	1	PILAR 15	127,4	128,9	129,1	128,5	0,50	3.892	Lisa	Directa
26	1	PILAR 24	133,9	135,3	134,5	134,6	0,51	3.790	Lisa	Directa
27	1	PILAR 9	136,5	137,2	135,2	136,3	0,51	3.742	Lisa	Directa
28	1	PILAR 1	137,7	136,1	136,8	136,9	0,50	3.653	Lisa	Directa
29	1	PILAR 27	129,1	130,4	131,5	130,3	0,50	3.836	Lisa	Directa
30	1	PILAR 6	132,2	131,2	129,4	130,9	0,50	3.819	Lisa	Directa
31	1	PILAR 35	132,5	133,6	134,2	133,4	0,50	3.747	Lisa	Directa
15	1	PILAR 15	134,5	135,5	131,3	133,8	0,50	3.738	Lisa	Directa
16	1	VIGAS 57-54	135,4	136,1	134,8	135,4	0,53	3.913	Lisa	Directa
17	1	VIGAS 56-79	131,5	132,2	130,9	131,5	0,53	4.029	Lisa	Directa
18	1	VIGAS 34-37	144,3	145,2	146,1	145,2	0,53	3.650	Lisa	Directa
19	1	VIGAS 53-48	163,6	164,3	163,0	163,6	0,53	3.239	Lisa	Directa
20	1	VIGAS 83-52	143,8	144,5	143,2	143,8	0,53	3.685	Lisa	Directa
21	1	VIGAS 87-81	142,3	143,0	141,7	142,3	0,53	3.724	Lisa	Directa
22	1	VIGAS 78-M	126,5	127,2	125,9	126,5	0,53	4.189	Lisa	Directa
23	1	VIGAS 24-9	147,3	148,0	148,6	148,0	0,53	3.582	Lisa	Directa
24	1	VIGAS 19-14	141,9	142,6	143,2	142,6	0,53	3.718	Lisa	Directa
25	1	VIGAS 2-31	142,1	144,5	143,2	143,3	0,53	3.699	Lisa	Directa
26	1	VIGAS 4-M	144,3	145,0	145,6	145,0	0,53	3.656	Lisa	Directa

(Continúa...)



**RESISTENCIA TESTIGOS HORMIGON.**

**DATOS PETICIONARIO:** **NIF: P-4625200-C**  
 AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
 PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*  
 Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 1  
 OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
 (VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L*  
 CANTIDAD MUESTRA: 14 TESTIGOS FECHA TOMA: 19/04/16  
 MATERIAL: TESTIGOS DE HORMIGÓN Ø94 FECHA REGISTRO: 25/04/16  
 PROCEDENCIA: MUESTREO:  
 OPERARIO: CLAUDIO CASTELLAZZI LOCALIZACIÓN: PILARES EN PLANTAS 1 Y 2

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** **Ref. Conducción:**

**DESCRIPCION DEL ENSAYO:**  
 EXTRACCIÓN, CONSERVACIÓN, REFRENTADO Y ROTURA A COMPRESIÓN DE PROBETAS TESTIGO  
 UNE 83302:84, UNE 83303:84, UNE 83304:84

**RESULTADOS DEL ENSAYO:**  
 Fecha de ensayo: 27/04/16 Analista: Isabel García Nº ensayo: HE-1140-2016  
 Hora inicio: Hora fin: Cantidad de muestra disgregada: 14 testigos

**CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN:**

Fecha Hormigonado	Calidad Hormigón	Tamaño máximo árido	Contenido Cemento	Relación Agua/Cemento	Tipo de Cemento	Aditivos
Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido

**CARACTERÍSTICAS DE LA EXTRACCIÓN:**

Fecha: 19/04/16 Hora: 0.00

Nº Testigo	Ø Medio (cm)	Longitud sin refrentar (cm)	Longitud refrentado (cm)	Localización Testigo	Direcc. de la carga respecto al hormigonado
1	9,40	18,90	19,60	PLANTA 2 PILAR 54	Perpendicular
2	9,40	18,80	19,20	PLANTA 2 PILAR 58	Perpendicular
3	9,40	18,90	19,50	PLANTA 2 PILAR 65	Perpendicular
4	9,43	19,00	19,40	PLANTA 2 PILAR 48	Perpendicular
6	9,40	19,30	19,90	PLANTA 2 PILAR 9	Perpendicular
7	9,40	13,40	14,40	PLANTA 2 MURO 1	Perpendicular
8	9,40	19,20	19,90	PLANTA 2 MURO 2	Perpendicular
9	9,45	19,40	20,00	PLANTA 1 PILAR 82	Perpendicular
10	9,40	19,80	20,30	PLANTA 1 PILAR 78	Perpendicular
11	9,40	19,40	20,00	PLANTA 1 PILAR 53	Perpendicular
12	9,45	19,60	20,10	PLANTA 1 PILAR 35	Perpendicular
13	9,40	19,50	20,00	PLANTA 1 PILAR 15	Perpendicular
14	9,43	19,30	20,00	PLANTA 1 PILAR 1	Perpendicular
15	9,40	18,90	19,40	PLANTA 1 MURO	Perpendicular

**CONSERVACIÓN EN LABORATORIO:**

Tiempo 8 días. Temperatura ambiente

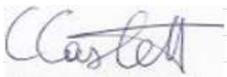
**DATOS DE LA ROTURA:**

Prensa: SUZPECAR CME-200 Precisión: CLASE 1ª S/UNE 7500:2000

N° Testigo	Edad	Fecha Rotura	Sección útil (cm²)	Peso (g)	Densidad (g/cm³)	Carga rotura (KN)	Resistencia Rotura (N/mm²)	Coefficiente de Esbeltez	Resistencia Corregida (N/mm²)
1	DESC	27/04/16	69,40	2.934	2,24	85,7	12,4	1,0	12,4
2	DESC	27/04/16	69,40	3.018	2,31	126,1	18,2	1,0	18,2
3	DESC	27/04/16	69,40	3.074	2,34	120,4	17,3	1,0	17,4
4	DESC	27/04/16	70,14	2.930	2,20	136,8	19,5	1,0	19,6
6	DESC	27/04/16	69,40	3.050	2,28	98,0	14,1	1,0	14,3
7	DESC	27/04/16	69,40	2.171	2,33	57,8	8,3	1,0	8,0
8	DESC	27/04/16	69,40	3.262	2,45	146,0	21,0	1,0	21,2
9	DESC	27/04/16	69,40	3.155	2,34	147,3	21,2	1,0	21,4
10	DESC	27/04/16	69,40	3.195	2,33	134,79	19,4	1,0	19,7
11	DESC	27/04/16	69,40	3.177	2,45	124,98	18,0	1,0	18,2
12	DESC	27/04/16	69,40	3.122	2,34	152,45	22,0	1,0	22,2
13	DESC	27/04/16	69,40	3.169	2,33	129,59	18,7	1,0	18,9
14	DESC	27/04/16	69,40	3.042	2,45	113,99	16,4	1,0	16,6
15	DESC	27/04/16	69,40	3.122	2,34	127,33	18,3	1,0	18,4

**OBSERVACIONES:**

El testigo 7 está fisurado.



En Almacera, a 28 de abril de 2016



D. Claudio Castellazzi  
Jefe del Laboratorio área EH

D. Jorge Navarro Salinas  
Fdo: Director del Laboratorio área EH

El presente resultado corresponde unicamente al material ensayado. La presente acta de resultados no debera reproducirse total o parcialmente sin la aprobacion del laboratorio.

Laboratorio habilitado para la ejecución de ensayos de Control de Calidad según RD 410/2010 con código de registro VAL-L-061

**DATOS PETICIONARIO:** **NIF: P-4625200-C**  
 AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
 PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*  
 Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 2  
 OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
 (VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L.*  
 CANTIDAD MUESTRA: 11 TESTIGOS FECHA TOMA: 22/04/16  
 MATERIAL: TESTIGOS DE HORMIGÓN Ø94 FECHA REGISTRO: 25/04/16  
 PROCEDENCIA: MUESTREO:  
 OPERARIO: CLAUDIO CASTELLAZZI LOCALIZACIÓN: VIGAS EN PLANTAS 1 Y 2

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** **Ref. Conducción:**

**DESCRIPCION DEL ENSAYO:**  
 EXTRACCIÓN, CONSERVACIÓN, REFRENTADO Y ROTURA A COMPRESIÓN DE PROBETAS TESTIGO  
 UNE 83302:84, UNE 83303:84, UNE 83304:84

**RESULTADOS DEL ENSAYO:**  
 Fecha de ensayo: 27/04/16 Analista: Isabel García Nº ensayo: HE-1141-2016  
 Hora inicio: Hora fin: Cantidad de muestra disgregada: 11 testigos

**CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN:**

Fecha Hormigonado	Calidad Hormigón	Tamaño máximo árido	Contenido Cemento	Relación Agua/Cemento	Tipo de Cemento	Aditivos
Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido

**CARACTERÍSTICAS DE LA EXTRACCIÓN:**

Fecha: 22/04/16 Hora: 0.00

Nº Testigo	Ø Medio (cm)	Longitud sin refrentar (cm)	Longitud refrentado (cm)	Localización Testigo	Direcc. de la carga respecto al hormigonado
16	9,40	19,40	19,90	PLANTA 2 VIGA 57-44	Paralelo
17	9,40	19,30	19,70	PLANTA 2 VIGA 53-48	Paralelo
18	9,40	19,30	19,80	PLANTA 2 VIGA 57-78	Paralelo
19	9,40	19,00	19,50	PLANTA 2 VIGA 42-25	Paralelo
20	9,40	16,10	16,60	PLANTA 2 VIGA 26-7	Paralelo
21	9,45	19,50	20,00	PLANTA 1 VIGA 53-48	Paralelo
22	9,40	19,30	19,70	PLANTA 1 VIGA 78-M	Paralelo
23	9,40	19,40	19,90	PLANTA 1 VIGA 56-79	Paralelo
24	9,40	19,10	19,70	PLANTA 1 VIGA 13-M	Paralelo
25	9,40	19,00	19,60	PLANTA 1 VIGA 8-M	Paralelo
27	9,40	18,90	20,00	PLANTA 2 PILAR 4	Perpendicular



**PROFUNDIDAD DE CARBONATACION.**

**DATOS PETICIONARIO:** NIF: P-4625200-C  
 AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
 PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*  
 Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 1  
 OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
 (VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L.*  
 CANTIDAD MUESTRA: 14 TESTIGOS FECHA TOMA: 19/04/16  
 MATERIAL: TESTIGOS DE HORMIGÓN FECHA REGISTRO: 25/04/16  
 PROCEDENCIA: MUESTREO:  
 LOCALIZACIÓN: PILARES EN PLANTAS 1 Y 2  
 OPERARIO: CLAUDIO CASTELLAZZI

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** Ref. Conducción:

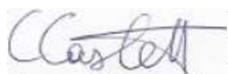
**DESCRIPCION DEL ENSAYO:**  
DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN HORMIGÓN ENDURECIDO UNE 112011:1994

**RESULTADOS DEL ENSAYO:**  
 Fecha de ensayo: 27/04/16 Hora de inicio: Hora de fin: Nº Ensayo: HE-1142-2016  
 Analista: Isabel García Cantidad muestra disgregada: 14 testigos

*Indicador utilizado: Fenofaleina al 1 por 100 disuelta en alcohol etílico.*

Nº Testigo	Localización	Profundidad de Carbonatación (mm)
1	PLANTA 2 PILAR 54	30
2	PLANTA 2 PILAR 58	30
3	PLANTA 2 PILAR 65	40
4	PLANTA 2 PILAR 48	60
6	PLANTA 2 PILAR 9	55
7	PLANTA 2 MURO 1	30
8	PLANTA 2 MURO 2	38
9	PLANTA 1 PILAR 82	21
10	PLANTA 1 PILAR 78	25
11	PLANTA 1 PILAR 53	35
12	PLANTA 1 PILAR 35	50
13	PLANTA 1 PILAR 15	33
14	PLANTA 1 PILAR 15	50
15	PLANTA 1 MURO	60

**OBSERVACIONES:**



D. Claudio Castellazzi  
 Fdo: Jefe del Laboratorio área EH

En Almacera, a 28 de abril de 2016



D. Jorge Navarro Salinas  
 Fdo: Director del Laboratorio área EH

*El presente resultado corresponde unicamente al material ensayado. La presente acta de resultados no debera reproducirse total o parcialmente sin la aprobacion del laboratorio.*

**DATOS PETICIONARIO:** NIF: P-4625200-C  
 AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
 PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*  
 Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 2  
 OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
 (VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L.*  
 CANTIDAD MUESTRA: 11 TESTIGOS FECHA TOMA: 22/04/16  
 MATERIAL: TESTIGOS DE HORMIGÓN FECHA REGISTRO: 25/04/16  
 PROCEDENCIA: MUESTREO:  
 LOCALIZACIÓN: VIGAS EN PLANTAS 1 Y 2  
 OPERARIO: CLAUDIO CASTELLAZZI

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** Ref. Conducción:

**DESCRIPCION DEL ENSAYO:**

**DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN HORMIGÓN ENDURECIDO UNE 112011:1994**

**RESULTADOS DEL ENSAYO:**

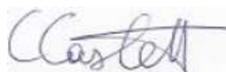
Fecha de ensayo: 27/04/16 Hora de inicio: Hora de fin: Nº Ensayo: HE-1143-2016  
 Analista: Isabel García Cantidad muestra disgregada: 11 testigos

**Indicador utilizado: Fenofaleína al 1 por 100 disuelta en alcohol etílico.**

Nº Testigo	Localización	Profundidad de Carbonatación (mm)
16	PLANTA 2 VIGA 57-44	5
17	PLANTA 2 VIGA 53-48	52
18	PLANTA 2 VIGA 57-78	21
19	PLANTA 2 VIGA 42-25	55
20	PLANTA 2 VIGA 26-7	42
21	PLANTA 1 VIGA 53-48	40
22	PLANTA 1 VIGA 78-M	41
23	PLANTA 1 VIGA 56-79	53
24	PLANTA 1 VIGA 13-M	32
25	PLANTA 1 VIGA 8-M	40
27	PLANTA 2 PILAR 4	15

**OBSERVACIONES:**

El testigo 17 tiene una grieta longitudinal.



D. Claudio Castellazzi

Fdo: Jefe del Laboratorio área EH

En Almacera, a 28 de abril de 2016



D. Jorge Navarro Salinas

Fdo: Director del Laboratorio área EH

*El presente resultado corresponde unicamente al material ensayado. La presente acta de resultados no debera reproducirse total o parcialmente sin la aprobacion del laboratorio.*

**CONTENIDO DE CLORUROS.**

**DATOS PETICIONARIO** **NIF: P-4625200-C**  
 AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
 PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*  
 Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 7  
 OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
 (VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L.*  
 CANTIDAD MUESTRA: 1 TESTIGO FECHA TOMA: 19/04/16  
 MATERIAL: TESTIGO DE HORMIGON Ø 94 mm. FECHA REGISTRO: 25/04/16  
 PROCEDENCIA: MUESTREO:  
 OPERARIO: BAUTISTA PALOMARES LOCALIZACIÓN: PLANTA 2 PILAR 30

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** **Ref. Conducción:**

**DESCRIPCION DEL ENSAYO**

**DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN HORMIGONES ENDURECIDOS Y PUESTOS EN SERVICIO UNE 112-010-94.**

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Fecha de inicio: 04/05/16 Fecha de fin: 04/05/16 Nº ensayo: HE-1148-2016  
 Analista: Isabel García Cantidad muestra disgregada: 1,0 testig

**CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN.**

Fecha Hormigonado	Calidad Hormigón	Tamaño máximo árido	Contenido Cemento	Relación Agua/Cemento	Tipo de Cemento	Aditivos
DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	20	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO

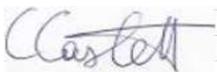
**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:**

Nº Muestra	LOCALIZACIÓN DEL TESTIGO
T-5	PLANTA 2 PILAR 30
T-5	PLANTA 2 PILAR 30
T-5	PLANTA 2 PILAR 30

**RESULTADOS:**

<b>CLORUROS</b>	
PROFUNDIDAD RESPECTO A SUPERFICIE (cm)	VALOR MEDIO (% en peso de hormigón)
0	0,025
5	0,021
10	0,021

**OBSERVACIONES**



D Claudio Castellazz  
 Jefe del Laboratorio área EF

En Almacera, a 04 de mayo de 2016



D. Jorge Navarro Salinas  
 Fdo: Director del Laboratorio área EF

*El presente resultado corresponde unicamente al material ensayado. La presente acta de resultados no debera reproducirse total o parcialmente sin la aprobacion del laboratorio.*

**DATOS PETICIONARIO:** NIF: P-4625200-C  
 AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
 PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*  
 N° OBRA: 102 N° TRABAJO: 8  
 OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
 (VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L.*  
 CANTIDAD MUESTRA: 1 TESTIGO FECHA TOMA: 22/04/16  
 MATERIAL: TESTIGO DE HORMIGON Ø 94 mm. FECHA REGISTRO: 25/04/16  
 PROCEDENCIA: MUESTREO:  
 OPERARIO: BAUTISTA PALOMARES LOCALIZACIÓN: LOSA PLANTA 1

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** Ref. Conducción:

**DESCRIPCION DEL ENSAYO:**  
 DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN HORMIGONES ENDURECIDOS Y PUESTOS EN SERVICIO UNE 112-010-94.

**RESULTADOS DEL ENSAYO:**  
 Fecha de inicio: 05/05/16 Fecha de fin: 06/05/16 N° ensayo: HE-1149-2016  
 Analista: Isabel García Cantidad muestra disgregada: 1,0 testigo

**CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN:**

Fecha Hormigonado	Calidad Hormigón	Tamaño máximo árido	Contenido Cemento	Relación Agua/Cemento	Tipo de Cemento	Aditivos
DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	20	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO

**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:**

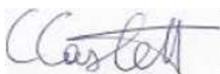
N° Muestra	LOCALIZACIÓN DEL TESTIGO
T-26	LOSA PLANTA 1
T-26	LOSA PLANTA 1
T-26	LOSA PLANTA 1

**RESULTADOS:**

**CLORUROS**

PROFUNDIDAD RESPECTO A SUPERFICIE (cm)	VALOR MEDIO (% en peso de hormigón)
0	0,025
5	0,015
10	0,013

**OBSERVACIONES:**



D Claudio Castellazzi  
 Jefe del Laboratorio área EH

En Almacera, a 09 de mayo de 2016



D. Jorge Navarro Salinas  
 Fdo: Director del Laboratorio área EH

*El presente resultado corresponde unicamente al material ensayado. La presente acta de resultados no debera reproducirse total o parcialmente sin la aprobacion del laboratorio.*

**POTENCIAL DE CORROSION.**



## **POROSIDAD DE HORMIGON.**

**DATOS PETICIONARIO** **NIF: P-4625200-C**

AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*

Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 3  
OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
(VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L*

CANTIDAD MUESTRA: 1 TESTIGO FECHA TOMA: 19/04/16  
MATERIAL: TESTIGO DE HORMIGON Ø 94 FECHA REGISTRO: 25/04/16  
PROCEDENCIA: MUESTREO:  
LOCALIZACIÓN: PLANTA 2 MURO 2

OPERARIO: BAUTISTA PALOMARES

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** **Ref. Conducción:**

**DESCRIPCION DEL ENSAYO**

**DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD DE MUESTRAS DE HORMIGÓN ENDURECIDO SEGÚN PEE 2.1/95 COPUT.**

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Fecha de inicio: 29/04/16 Fecha de fin: 02/05/16 Nº ensayo: HE-1144-2016  
Analista: Isabel Garcia Cantidad muestra disgregada: 513,3 g

**CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN:**

Fecha Hormigonado	Calidad Hormigón	Tamaño máximo árido	Contenido Cemento	Relación Agua/Cemento	Tipo de Cemento	Aditivos
DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	20	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO

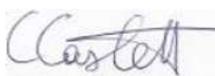
**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:**

Nº Muestra	Localización Testigo
T-8	PLANTA 2 MURO 2

**RESULTADOS:**

POROSIDAD (%)	DENSIDAD APARENTE (Kg/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD REAL (Kg/cm <sup>3</sup> )
7,8	2,40	2,60

**OBSERVACIONES**



D Claudio Castellazz  
Fdo: Jefe del Laboratorio área EF

En Almacera, a 02 de mayo de 2016



D. Jorge Navarro Salinas  
Fdo: Director del Laboratorio área EF

*El presente resultado corresponde unicamente al material ensayado. La presente acta de resultados no debera reproducirse total o parcialmente sin la aprobacion del laboratorio.*

**DATOS PETICIONARIO** **NIF: P-4625200-C**

AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*

Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 4  
OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
(VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L*

CANTIDAD MUESTRA: 1 TESTIGO FECHA TOMA: 19/04/16  
MATERIAL: TESTIGO DE HORMIGON Ø 94 FECHA REGISTRO: 25/04/16  
PROCEDENCIA: MUESTREO:  
LOCALIZACIÓN: PLANTA 1 PILAR 78

OPERARIO: BAUTISTA PALOMARES

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** **Ref. Conducción:**

**DESCRIPCION DEL ENSAYO**

**DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD DE MUESTRAS DE HORMIGÓN ENDURECIDO SEGÚN PEE 2.1/95 COPUT.**

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Fecha de inicio: 29/04/16 Fecha de fin: 02/05/16 Nº ensayo: HE-1145-2016  
Analista: Isabel Garcia Cantidad muestra disgregada: 468,7 g

**CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN:**

Fecha Hormigonado	Calidad Hormigón	Tamaño máximo árido	Contenido Cemento	Relación Agua/Cemento	Tipo de Cemento	Aditivos
DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	20	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO

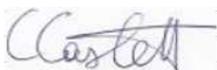
**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:**

Nº Muestra	Localización Testigo
T-10	PLANTA 1 PILAR 78

**RESULTADOS:**

POROSIDAD (%)	DENSIDAD APARENTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DENSIDAD REAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
12,3	2,26	2,57

**OBSERVACIONES**



D Claudio Castellazz  
Fdo: Jefe del Laboratorio área EF

En Almacera, a 02 de mayo de 2016



D. Jorge Navarro Salinas  
Fdo: Director del Laboratorio área EF

*El presente resultado corresponde unicamente al material ensayado. La presente acta de resultados no debera reproducirse total o parcialmente sin la aprobacion del laboratorio.*

**DATOS PETICIONARIO** **NIF: P-4625200-C**

AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
PLAZA DEL AYUNTAMIENTO 1, 46002 VALENCIA

**DATOS GENERALES:** *Modalidad de Control de Calidad: E.T.*

Nº OBRA: 102 Nº TRABAJO: 5  
OBRA: APARCAMIENTO EN PLAZA DE LA REINA  
(VALENCIA)

**DATOS DE LA TOMA:** *Modalidad de muestreo: M.L*

CANTIDAD MUESTRA: 1 TESTIGO FECHA TOMA: 22/04/16  
MATERIAL: TESTIGO DE HORMIGON Ø 94 FECHA REGISTRO: 25/04/16  
PROCEDENCIA: MUESTREO:  
LOCALIZACIÓN: PLANTA 2 VIGA 57-78

OPERARIO: BAUTISTA PALOMARES

**DATOS COMPLEMENTARIOS:** **Ref. Conducción:**

**DESCRIPCION DEL ENSAYO**

**DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD DE MUESTRAS DE HORMIGÓN ENDURECIDO SEGÚN PEE 2.1/95 COPUT.**

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Fecha de inicio: 29/04/16 Fecha de fin: 02/05/16 Nº ensayo: HE-1146-2016  
Analista: Isabel Garcia Cantidad muestra disgregada: 594,1 g

**CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN:**

Fecha Hormigonado	Calidad Hormigón	Tamaño máximo árido	Contenido Cemento	Relación Agua/Cemento	Tipo de Cemento	Aditivos
DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	20	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	DESCONOCIDO

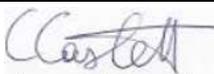
**CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA:**

Nº Muestra	Localización Testigo
T-18	PLANTA 2 VIGA 57-78

**RESULTADOS:**

POROSIDAD (%)	DENSIDAD APARENTE (Kg/cm <sup>2</sup> )	DENSIDAD REAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
10,8	2,31	2,59

**OBSERVACIONES**



En Almacera, a 02 de mayo de 2016



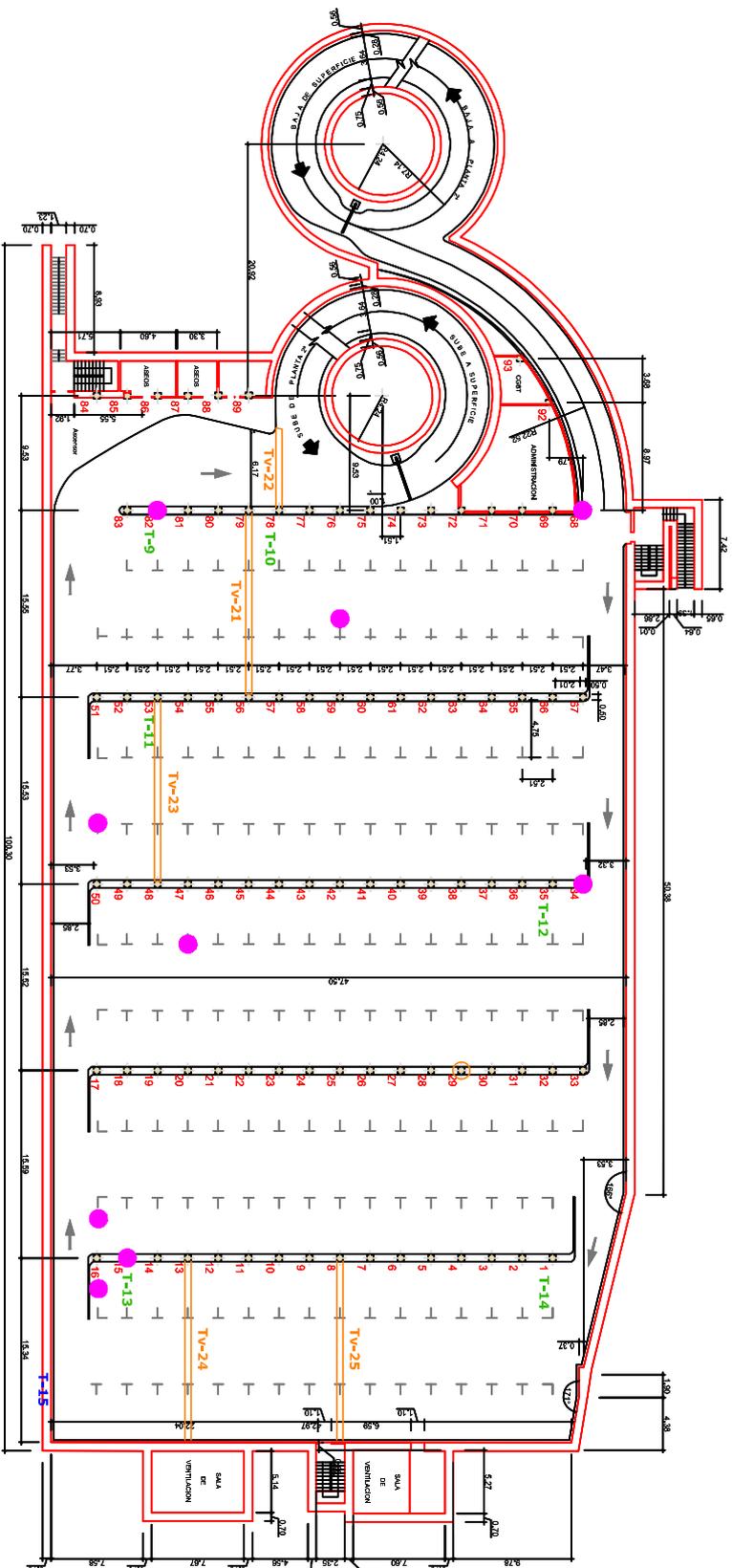
D Claudio Castellazz  
Fdo: Jefe del Laboratorio área EF

D. Jorge Navarro Salinas  
Fdo: Director del Laboratorio área EF

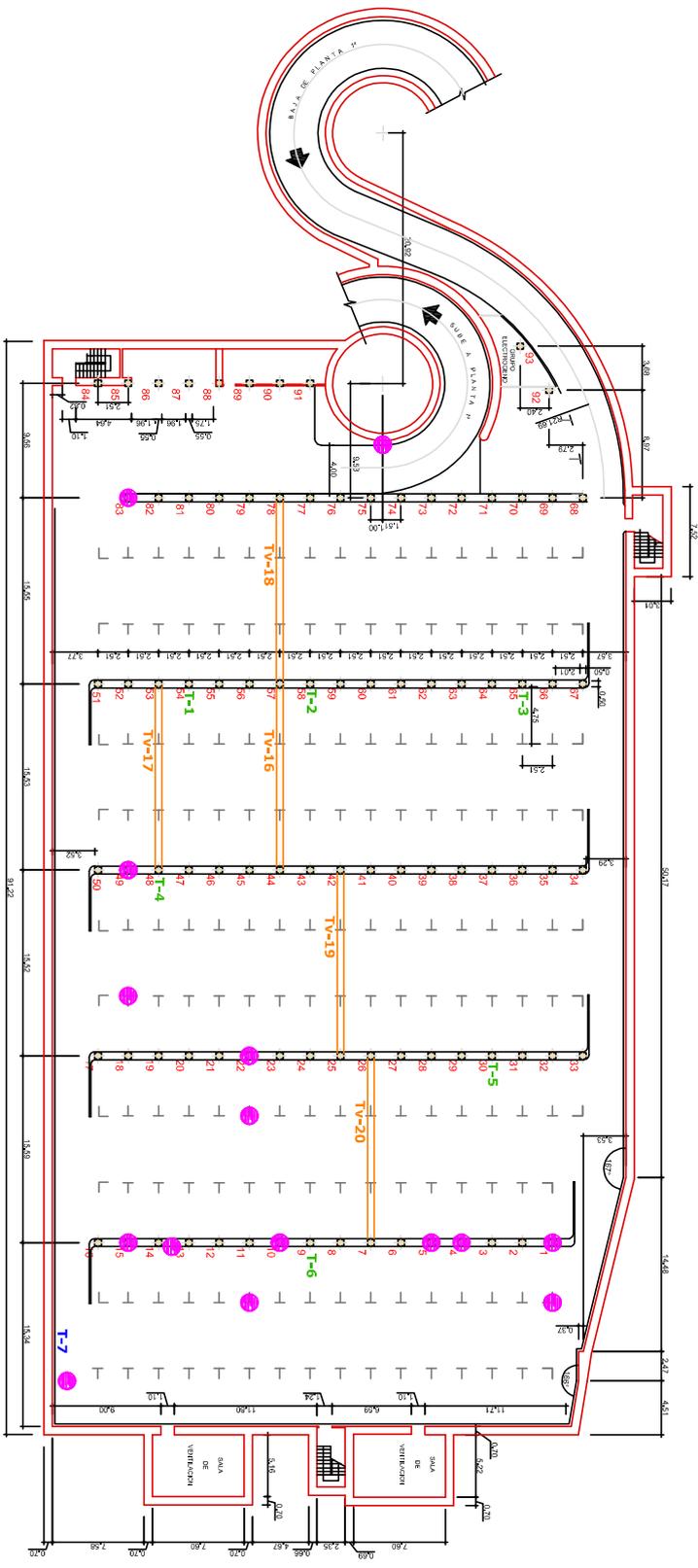
*El presente resultado corresponde unicamente al material ensayado. La presente acta de resultados no debera reproducirse total o parcialmente sin la aprobacion del laboratorio.*

**RESISTENCIA A TRACCION Y COMPOSICION DEL ACERO.**

**CALICATAS.**



PLANTA 1



## PLANTA 2

- T-xx Testigo en pilar
- T-xx Testigo en muro
- TV-21 Testigo en viga
- C-xx Cata pilar / viga

**RESISTENCIA ACERO.**

**Peticionario:** SERV. INGENIERIA, GEOTECNIA Y MANTENIMIENTO, S.L.  
Humanista Furió, nº 21-11ª  
46132 ALMACERA  
Att. D. Jorge Navarro Salinas

REGISTRO INFORMES

Fecha: 16/05/16  
Salida nº: 598

**SERVICIO SOLICITADO:** ESTUDIOS MECÁNICOS SOBRE VARILLAS CORRUGADAS

**DESCRIPCIÓN MUESTRAS:**

Fecha de recepción: 02/05/2016  
Descripción: Muestra 1. Barra corrugada pequeña.  
Muestra 2. Barra corrugada grande muy oxidada.  
Muestra 3. Barra corrugada grande parcialmente oxidada.  
Muestra 4. Extracción de barra de mallado Ref. 1  
Muestra 5. Extracción de barra de mallado Ref. 2

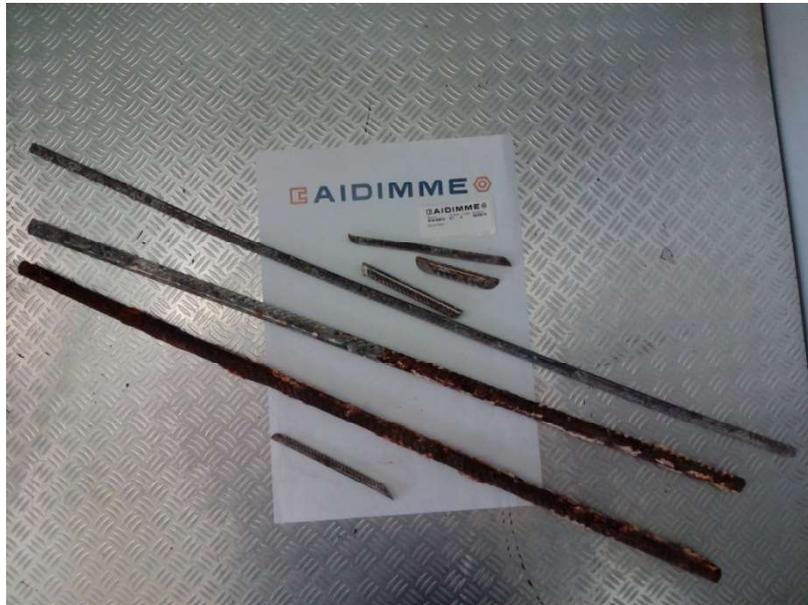


Figura nº 1. Barras suministradas por el cliente.

**ENSAYOS REALIZADOS:**

**- ENSAYO DE TRACCIÓN**

Fecha de ensayo: 06/0/2016  
Norma de ensayo: UNE EN ISO 6892-1:2010  
Equipo de ensayo: - Máquina Universal de Ensayos Dartec 9500 Incert= 1 %  
- Pie de rey INV 990036 Incert= 0.03 mm

Descripción de las probetas:

MUESTRA	S <sub>0</sub> (mm <sup>2</sup> )	L <sub>0</sub> (mm)	Tipo de probeta
1	58.09	500.00	No proporcional
2	118.82	500.00	No proporcional
3	122.72	500.00	No proporcional

S<sub>0</sub>: Sección inicial de la parte calibrada

L<sub>0</sub>: Longitud inicial entre puntos

Condiciones de ensayo:

- Temperatura: 24°C
- Modo de control del ensayo: ISO 6892 B10
- Límite elástico calculado: Límite elástico convencional (Rp0.2)

**Resultados obtenidos:**

MUESTRA	LÍMITE ELÁSTICO (MPa) ± U (k=2)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa) ± U (k=2)	ALARGAMIENTO ROTURA (%)± U (k=2)
1	488 ± 6	698 ± 9	6.0 ± 0.5
2	534 ± 6	669 ± 9	5.0 ± 0.5
3	598 ± 6	758 ± 9	5.0 ± 0.5

La incertidumbre expandida (U) se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95%.

Validado por:  
RUBEN NIÑEROLA  
Rble. Laboratorio de Ensayos Mecánicos

- ANALISIS QUIMICO

Fecha de ensayo: 13/05/16  
Método de ensayo: Espectrofotometría de emisión por chispa según PE-AQ108

Resultados obtenidos:

10.5 mm

ELEMENTO	RESULTADO (%)
Carbono	0,25 ± 0,02
Azufre	0,020 ± 0,004
Silicio	0,72 ± 0,05
Manganeso	1,16 ± 0,08
Fósforo	0,024 ± 0,005
Níquel	0,088 ± 0,01
Cobre	0,20 ± 0,02
Cromo	<0,05
Molibdeno	<0,24
Vanadio	0,038 ± 0,005

8.5 mm

ELEMENTO	RESULTADO (%)
Carbono	0,26 ± 0,02
Azufre	0,024 ± 0,005
Silicio	0,73 ± 0,05
Manganeso	1,09 ± 0,08
Fósforo	0,021 ± 0,005
Níquel	0,10 ± 0,01
Cobre	0,31 ± 0,030
Cromo	<0,05
Molibdeno	<0,24
Vanadio	<0,007

Validado por:  
M<sup>a</sup> LUISA HERNANDEZ  
Rble. Laboratorio de Análisis Químico

## PRESCRIPCIONES

---

- 1.- El presente informe es copia fiel y exacta del que consta en los archivos generales de AIDIMME.
- 2.- AIDIMME responde únicamente de los resultados consignados en el informe y referidos exclusivamente a los materiales, muestras o equipos que se indican en el mismo. Salvo mención expresa, las muestras o equipos han sido libremente elegidas y enviadas por el Cliente.
- 3.- AIDIMME no se hace responsable en ningún caso de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse del presente Informe.
- 4.- Queda totalmente prohibida la reproducción parcial del presente Informe, incluida la reproducción con fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de AIDIMME.
- 5.- Los resultados se consideran como propiedad del solicitante y sin su autorización previa AIDIMME se abstendrá de comunicarlos a un tercero.
- 6.- Ninguna de las indicaciones formuladas en este informe puede tener el carácter de garantía para las marcas comerciales, o los productos / maquinaria analizados, que en su caso se citen.
- 7.- Los materiales o muestras sobre los que se realicen ensayos, se conservarán en el Centro durante los tres meses posteriores a la emisión del informe, procediéndose tras este plazo a su destrucción. Por ello, toda comprobación que en su caso desee efectuar el Cliente, se deberá ejercitar en el plazo indicado.
- 8.- En el caso de informes de calibración de equipos, la cláusula 7 no es aplicable, dado que los equipos se entregan al Cliente tras la finalización del trabajo. Para este tipo de informes, los resultados emitidos se refieren exclusivamente al estado y las condiciones en que se encontraba el equipo en el momento de la calibración.

## **COMPOSICION QUIMICA ACERO.**

FICHA - CALICATA 1

PILAR 82

PLANTA 1

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	
% perdida de seccion	0

<i>Recubrimiento</i>	
Recubrimiento X	18 mm
Recubrimiento Y	41 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-75 mV Cu/Cu SO4

FOTO



Observaciones

Se observa un estado de conservacion aceptable.

FICHA - CALICATA 2

PILAR 68

PLANTA 1

FOTO

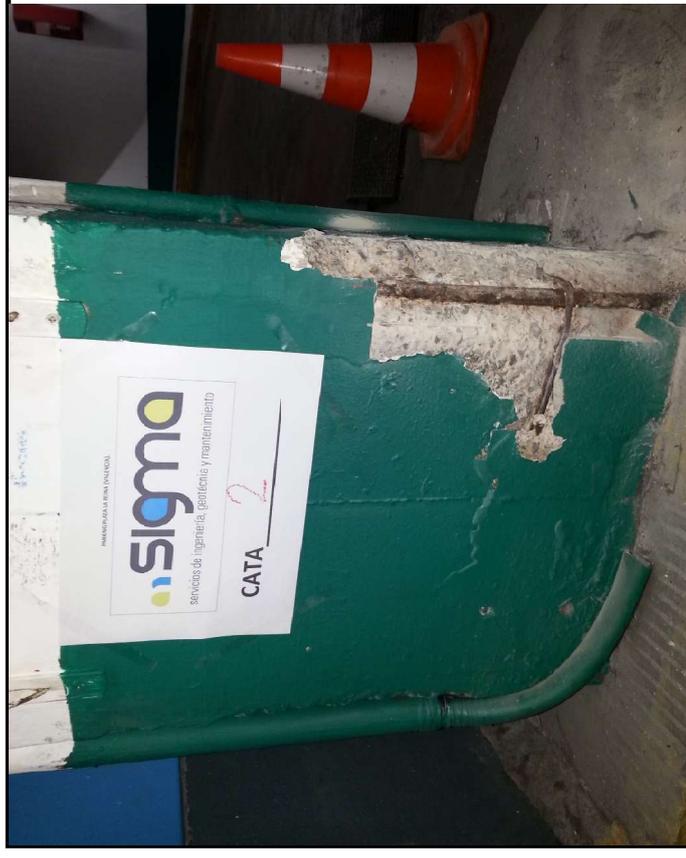
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	14%

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	cercos cortado 100%

<i>Recubrimiento</i>	
Recubrimiento X	9 mm
Recubrimiento Y	16 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-405 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa un oxidación elevada con rotura de cercos.

FICHA - CALICATA 3

PILAR 34

PLANTA 1

FOTO

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	3,7

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	5,7

<i>Recubrimiento</i>	
Recubrimiento X	31 mm
Recubrimiento Y	16 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-370 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa oxidación.

FICHA - CALICATA 4

PILAR 34

PLANTA 1

FOTO

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	11,3

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<i>Recubrimiento</i>	
Recubrimiento X	21 mm
Recubrimiento Y	32 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	368 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa oxidación.

FICHA - CALICATA 5.

PILAR 34

PLANTA 1

FOTO

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

<i>Armadura longitudinal</i>	
<i>Diametro armadura longitudinal</i>	16 %
<i>Tipo de armadura longitudinal</i>	Adherencia
<i>% perdida de seccion</i>	12,1

<i>Armadura transversal</i>	
<i>Diametro armadura transversal</i>	8 %
<i>Tipo de armadura transversal</i>	Adherencia
<i>% perdida de seccion</i>	

<b>Recubrimiento</b>	
<i>Recubrimiento X</i>	21 mm
<i>Recubrimiento Y</i>	29 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
<i>Potencial Corrosión</i>	-310 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa oxidación.

VIGA 16-Muro

PLANTA 1

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>		
Diametro armadura longitudinal	16	%
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia	
% perdida de seccion		12,5

<i>Armadura transversal</i>		
Diametro armadura transversal	8	%
Tipo de armadura transversal	Adherencia	
% perdida de seccion		19,5

<b>Recubrimiento</b>		
Recubrimiento Y	8	mm
Recubrimiento Z	10	mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>		
Potencial Corrosión	-460	mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa oxidación muy elevada.

FICHA - CALICATA 7

VIGA 17-15

PLANTA 1

FOTO

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	32 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<i>Recubrimiento</i>	
Recubrimiento Y	28 mm
Recubrimiento Z	27 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-72 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

No se observa oxidación.

VIGA 1- MURO

PLANTA 2

FOTO

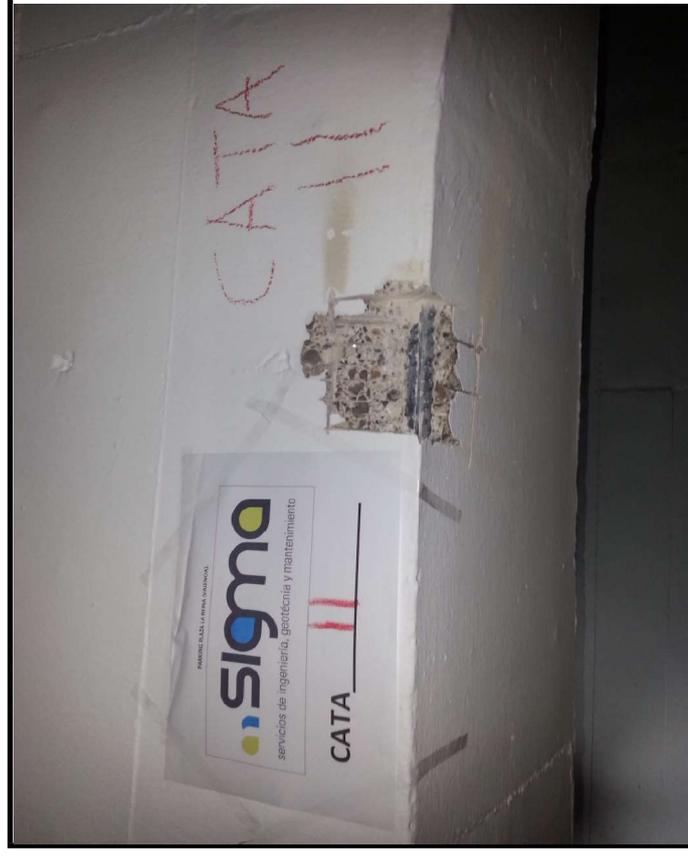
**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	25 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento Y	25 mm
Recubrimiento Z	8 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-86 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

No se observa oxidación.

PILAR 2

PLANTA 2

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	3,7

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	4,1

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento X	40 mm
Recubrimiento Y	45 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-361 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa oxidación.

FICHA - CALICATA 9

VIGA 50-51

PLANTA 1

FOTO

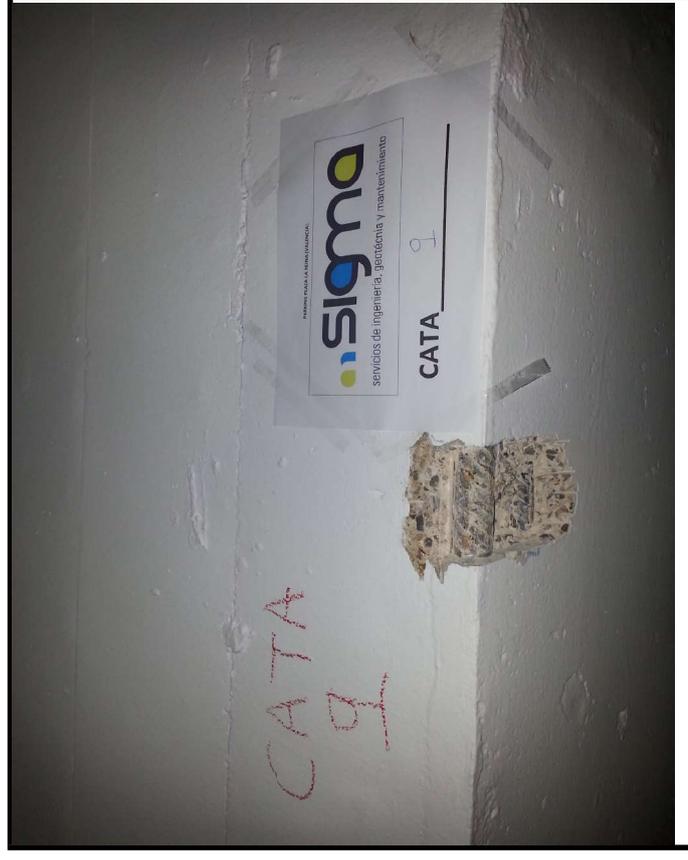
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	32 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<i>Recubrimiento</i>	
Recubrimiento Y	20 mm
Recubrimiento Z	9 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-113 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

No se observa oxidación.

FICHA - CALICATA 8

VIGA 20-47

PLANTA 1

FOTO

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	32 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 mm
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Recubrimiento</i>	
Recubrimiento Y	25 mm
Recubrimiento Z	32 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-90 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

No se observa oxidación.

PILAR 5

PLANTA 2

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	8,6

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	9,7

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento X	15 mm
Recubrimiento Y	22 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-293 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa oxidación.

VIGA 11-Muro

PLANTA 2

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	25 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento Y	20 mm
Recubrimiento Z	6 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-66 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

No se observa oxidación.

PILAR 15

PLANTA 2

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	4,9

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento X	30 mm
Recubrimiento Y	21 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa oxidación superficial.

PILAR 22

PLANTA 2

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento X	48 mm
Recubrimiento Y	45 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	mV Cu/Cu SO4

FOTO



Observaciones

Se observa oxidación.

VIGA 22-11

PLANTA 2

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	25 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento Y	39 mm
Recubrimiento Z	25 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	mV Cu/Cu SO4



Observaciones

No se observa oxidación.

PILAR 49

PLANTA 2

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	3,3

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento X	22 mm
Recubrimiento Y	20 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-298 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

Se observa oxidación.

VIGA 19-49

PLANTA 2

FOTO

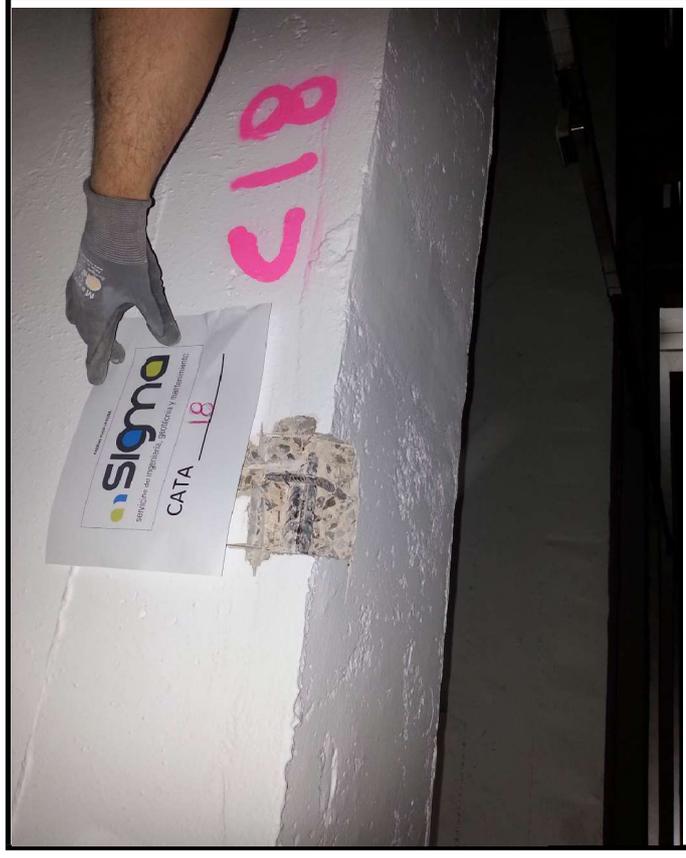
**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	25 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	0

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento Y	24 mm
Recubrimiento Z	23 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-126 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

No se observa oxidación.

LOSA INFERIOR FDO 1

PLANTA 2

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
<i>Diametro armadura longitudinal</i>	8 %
<i>Tipo de armadura longitudinal</i>	Adherencia
<i>% perdida de seccion</i>	6

<i>Armadura transversal</i>	
<i>Diametro armadura transversal</i>	%
<i>Tipo de armadura transversal</i>	Adherencia
<i>% perdida de seccion</i>	

<b>Recubrimiento</b>	
<i>Recubrimiento Y</i>	* mm
<i>Recubrimiento Z</i>	22 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
<i>Potencial Corrosión</i>	mV Cu/Cu SO4



Observaciones

SE REALIZA ENSAYO DE TRACCION.

VIGA CORTA PILARES 15-14

PLANTA 2

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	16 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	14,8

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 %
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	16,7

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento Y	28 mm
Recubrimiento Z	31 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-381 mV Cu/Cu SO4

FOTO



Observaciones

Se observa oxidacion elevada

VIGA CORTA PILARES 15-14

PLANTA 2

FOTO

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	12 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	7,8

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	%
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento Y	* mm
Recubrimiento Z	8 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	-296 mV Cu/Cu SO4



Observaciones

SE REALIZA ENSAYO A TRACCION.

PILAR 1

PLANTA 2

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
Diametro armadura longitudinal	32 %
Tipo de armadura longitudinal	Adherencia
% perdida de seccion	

<i>Armadura transversal</i>	
Diametro armadura transversal	8 mm
Tipo de armadura transversal	Adherencia
% perdida de seccion	

<b>Recubrimiento</b>	
Recubrimiento X	25 mm
Recubrimiento Y	31 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
Potencial Corrosión	mV Cu/Cu SO4

FOTO



Observaciones

Se observa oxidación elevada.

PILAR 82

PLANTA 2

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS**

<i>Armadura longitudinal</i>	
<i>Diametro armadura longitudinal</i>	32 mm
<i>Tipo de armadura longitudinal</i>	Adherencia
<i>% perdida de seccion</i>	

<i>Armadura transversal</i>	
<i>Diametro armadura transversal</i>	8 mm
<i>Tipo de armadura transversal</i>	Adherencia
<i>% perdida de seccion</i>	

<b>Recubrimiento</b>	
<i>Recubrimiento X</i>	32 mm
<i>Recubrimiento Y</i>	31 mm

<b>CARACTERÍSTICAS DEL ACERO</b>	
<i>Potencial Corrosión</i>	-21 mV Cu/Cu SO4

FOTO



Observaciones

No Observa oxidación.