

# ANEXO I

---

# ÍNDICE

1. Láminas resumen edificios	
1.1 Lámina edificio años cincuenta.....	2
1.2 Lámina edificio actual.....	3
2. Normativa	
2.1 Documentación.....	5
2.2 Normativa.....	6
3. Viviendas	
3.1 Tipología viviendas.....	8
4. Sistema estructural	
4.1 Tipo de estructura.....	10
4.2 Tipo de cimentación.....	11
5. Sistema constructivo	
5.1 Cerramiento y tabiquería.....	13
5.2 Forjado.....	14
5.3 Cubierta.....	15
5.4 Acabados.....	16
6. Dimensionamiento	
6.1 Coeficientes de seguridad.....	18
6.2 Cargas y solicitaciones.....	19
7. Ejecución y control	
7.1 Materiales.....	21
7.2 Puesta en obra y control.....	22
8. Patologías	
8.1 Patologías.....	24

# LÁMINAS RESUMEN EDIFICIOS

---

# GRUPO SANTA MARÍA MICAELA

## PROYECTO

ARQUITECTO: Santiago Artal Ríos

AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1958

SISTEMA DE PROMOCIÓN: Privada

USUARIOS: Vivienda de renta limitada para clase media

## EMPLAZAMIENTO

UBICACIÓN: Calle Santa María Micaela 18, Valencia

SITUACIÓN URBANA: Ensanche

SUPERFICIE CONSTRUIDA: 19744,4 m<sup>2</sup>

## EDIFICIO

MORFOLOGÍA: Bloque lineal con galería

Nº ALTURAS: Edificio 1=12+PB, Edificio 2 = 12+PB y Edificio 3 = 2+PB

Nº VIVIENDAS: 138

TIPOLOGÍA VIVIENDAS: Simples y Dúplex, vivienda pasante

TIPO DE ACCESO: Por corredor exterior

APARCAMIENTO EN GARAJE: No

PLAZAS APARCAMIENTO: Ninguna

TRASTEROS: Ninguno

LOCALES COMERCIALES: 23

## CONSTRUCCIÓN

ESTRUCTURA: Pilares y vigas de hormigón armado

FORJADOS: Vigueta prefabricada y bovedilla de hormigón

ESCALERA: Losa de hormigón

ALTURA LIBRE MÁXIMA Y MÍNIMA DE PLANTA BAJA: Máx = 4m; Mín = 3,15m

ALTURA LIBRE EN VIVIENDA: 2,5m

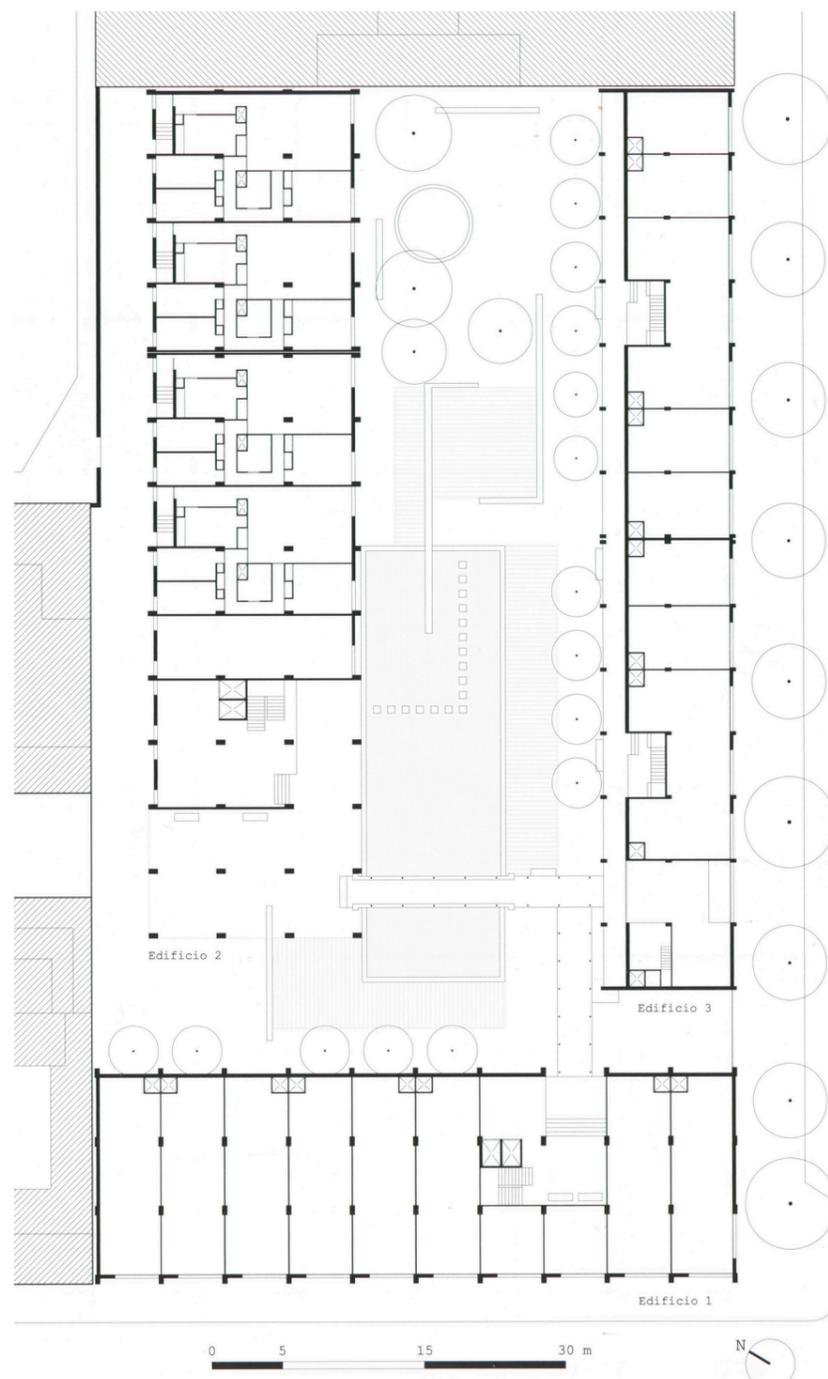
CANTO MÁXIMO Y MÍNIMO DE FORJADO: Máx = 0,7m; Mín = 0,25m

DISTANCIA ENTRE PILARES MÁX:

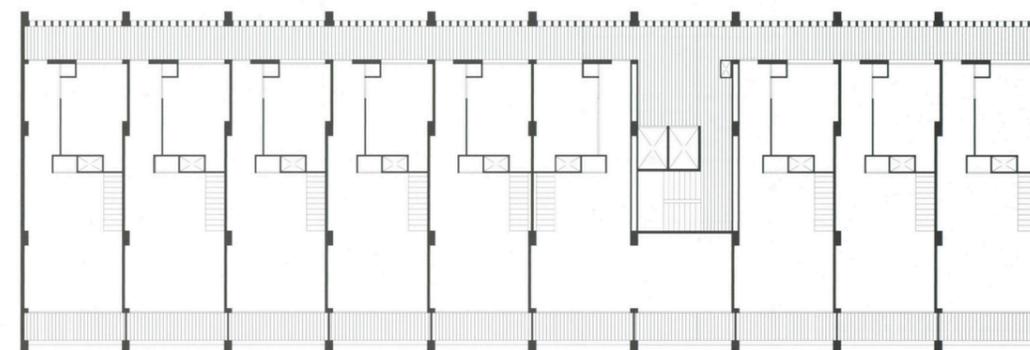
- Luz = 4,50m

- Crujía = 4,80m

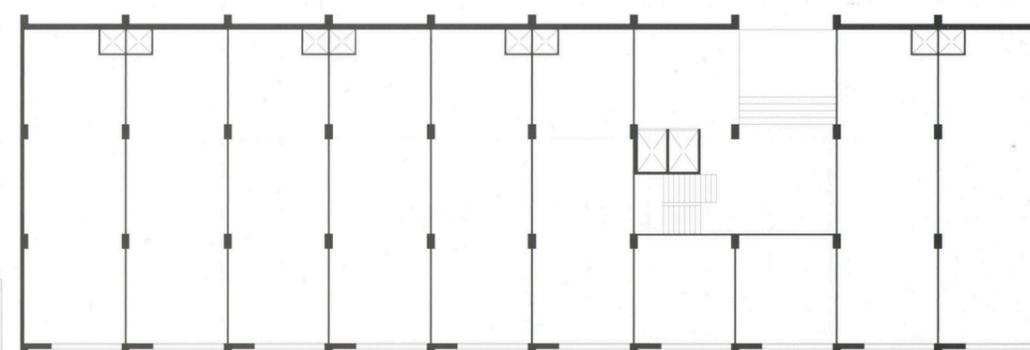
AMBITO DE CARGA MÁX: 2,25m



Plantas 2ª duplex.  
2nd floor duplex.



Planta 1ª duplex.  
1st floor duplex.



Planta baja. Acceso.  
Ground floor. Entrance.

## PLANTAS EDIFICIO 1



Planta alta.  
Upper floor.



Planta baja.  
Ground floor.

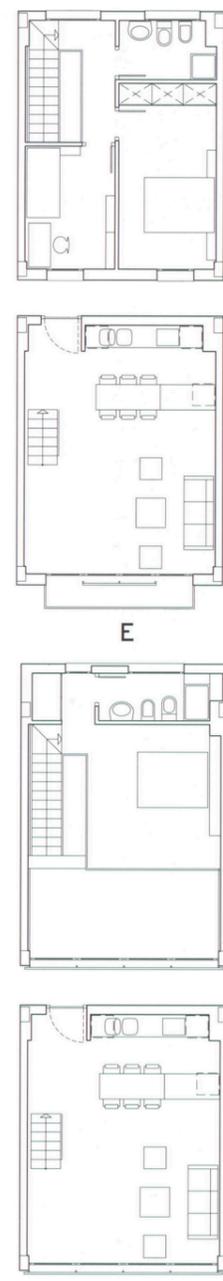
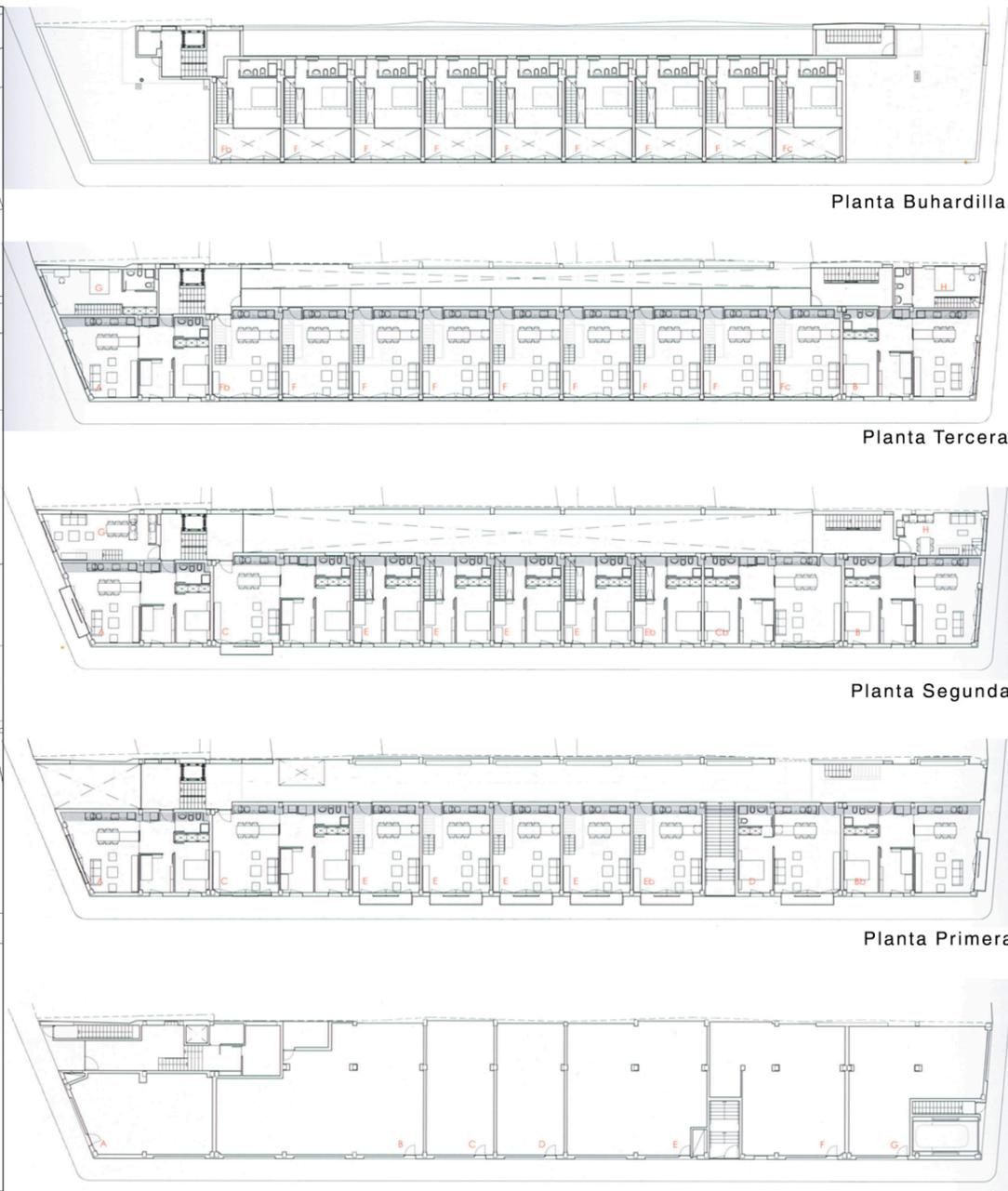
## EJEMPLO PLANTAS TIPO VIVIENDA

## ORDENACIÓN

Planimetría 1. Planta ordenación, plantas generales edificio y plantas tipologías viviendas. C Espegel y A Cánovas Alcaraz. "Complejo residencial Santa María Micaela. Santiago Artal Ríos. Valencia, 1958-1961". 2010.



Imagen 1. <http://www.sanahujapartners.com>



# 26 VIVIENDAS PROTEGIDAS

**PROYECTO**  
**ARQUITECTO:** José Luis Sáez y Francisco Viguera  
**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** 2005  
**SISTEMA DE PROMOCIÓN:** Pública  
**USUARIOS:** Vivienda de protección oficial

**EMPLAZAMIENTO**  
**UBICACIÓN:** Calle Quart 33, Valencia  
**SITUACIÓN URBANA:** Barrio de Velluters  
**SUPERFICIE CONSTRUIDA:** 3031,05 m<sup>2</sup>

**EDIFICIO**  
**MORFOLOGÍA:** Bloque lineal con galería  
**Nº ALTURAS:** 4+PB+PS  
**Nº VIVIENDAS:** 26  
**TIPOLOGÍA VIVIENDAS:** Simples y Dúplex, vivienda pasante  
**TIPO DE ACCESO:** Por corredor exterior  
**APARCAMIENTO EN GARAJE:** Sí  
**PLAZAS APARCAMIENTO:** 26  
**TRASTEROS:** 23  
**LOCALES COMERCIALES:** 8

**CONSTRUCCIÓN**  
**ESTRUCTURA:** Pilares y vigas de hormigón armado  
**FORJADOS:** Nervaduras in situ y bovedilla de hormigón o losa de hormigón maciza  
**ESCALERA:** Losa de hormigón  
**ALTURA LIBRE MÁXIMA Y MÍNIMA DE PLANTA BAJA:** Máx = 6,2m; Mín = 3,4m  
**ALTURA LIBRE VIVIENDA:** 2,5m  
**CANTO MÁXIMO Y MÍNIMO DE FORJADO:** Máx = 0,7m; Mín = 0,25m  
**DISTANCIA ENTRE PILARES MÁX:**  
 - Luz = 6,75m  
 - Crujía = 5,40m  
**AMBITO DE CARGA MÁX:** 3,375m

**ORDENACIÓN**  
 Planimetría 1. Planta ordenación, plantas generales edificio y plantas tipologías viviendas. IVVSA. "IVVSA 20 años de arquitectura residencial". Generalitat Valenciana. Valencia, 2009.

**PLANTAS EDIFICIO**

**EJEMPLO PLANTAS TIPO VIVIENDA**



Imagen 1. IVVSA. "IVVSA 20 años de arquitectura residencial". Generalitat Valenciana. Valencia, 2009.

# NORMATIVA

---

**DIRECCION GENERAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO MADRID**

**ESTADISTICA DE EDIFICACION Y VIVIENDAS (MUNICIPIOS URBANOS)**

**CUESTIONARIO PARA PROYECTO DE OBRAS DE NUEVA PLANTA**

Nº DE REGISTRO: 58.492  
 REG. DEFERIDO: 5. AÑO 1931

**PERSONA O ENTIDAD PROPIETARIA**  
 Nombre o razón social: Cooperativa Viviendas Agente Comarciales, Sección F.  
 Domicilio: Dr. Zangarín, 8 N.º 8 València  
 Municipio: València Provincia: València

**EDIFICIO, BLOQUE O BARRIADA**  
 Emplazamiento: Avda. Pérez Galdós esquina Calle... València  
 Municipio: València Provincia: València

**B) DATOS TÉCNICOS DE LA OBRA**

I.- NÚMERO DE EDIFICIOS (1) 3, formando un conjunto	VI.- SERVICIOS
II.- DESTINO PERMANENTE (2) vivienda	13. Agua corriente SI
III.- ENTAMADO	14. Alcanarillado SI
1. Hormigón armado SI	15. Fosa séptica SI
2. Hierro NO	16. Eléctricidad SI
3. Madera NO	17. Gas SI
IV.- MUROS	18. Calefacción central SI
4. Piedra NO	19. Calefacción individual NO
5. Bloques de hormigón SI	20. Agua caliente central NO
6. Ladrillo SI	21. Refrigeración NO
7. Tapial o adobe NO	22. Acondicionamiento de aire NO
V.- CUBIERTA	23. Número de ascensores y montacargas 4
8. Chapas metálicas NO	VII.- CAPACIDAD Y COSTE
9. Fibrocemento NO	24. Número de plantas bajo rasante 19-19-2
10. Pizarra NO	25. Número de plantas sobre rasante 136
11. Tejas NO	26. Superficie de viviendas (4) 3.814,50
12. Azotea SI	27. Superficie del solar (m²) 20.385,19
	28. Superficie edificada (m²) 62.115,19
	29. Volumen de la edificación (m³) 31.982
	30. Presupuesto de las obras (3) mil pts de pesetas 31.982

Imagen 1. Hoja resumen proyecto Sta María Micaela. Archivo Histórico Municipal de València

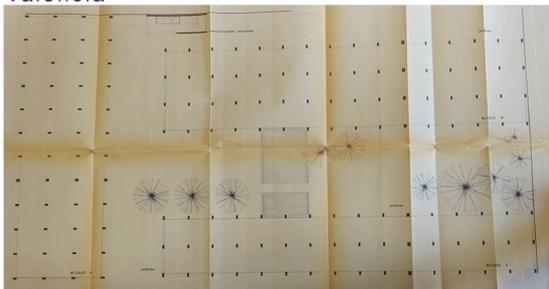


Imagen 2. Planta general Sta María Micaela. Archivo Histórico Municipal de València.



Imagen 3. Planta electricidad 26 VPO. Material aportado por Sáez + Viguera arquitectos.

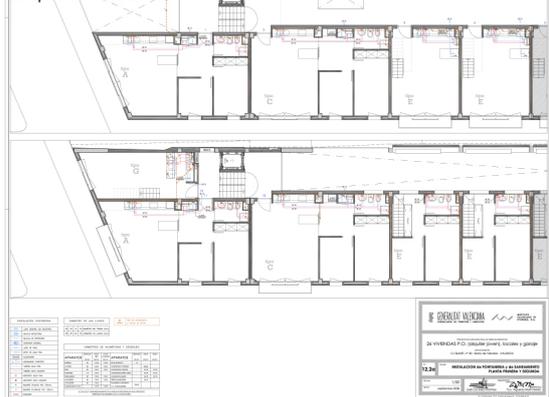


Imagen 4. Planta saneamiento 26 VPO. Material aportado por Sáez + Viguera arquitectos.

Desde los años cincuenta ha habido un aumento de la documentación necesaria a aportar en cada proyecto.

En 1931, el Colegio de Arquitectos emitió un Reglamento de Régimen Interno, en el que establecía la documentación mínima de la que debía constar un proyecto, aunque este reglamento no era de obligado cumplimiento. El proyecto debía constar de:

- Una memoria completa
- Presupuesto detallado
- El pliego de condiciones
- Los planos

En los proyectos de la época la memoria rara vez llegaba a las cuatro páginas y para describir la estructura solo utilizaban un párrafo. Los planos describían el emplazamiento, la cimentación, las plantas, alzados y secciones. Estos no solían ir acotados (Imagen 2). No se solía realizar el presupuesto detallado, especificando solamente el coste final, y los pliegos de condiciones rara vez se realizaban.

En cuanto a la documentación aportada en el caso de Santa María Micaela, hemos encontrado:

- Coste total de la obra
- Plano de emplazamiento
- Plantas (Imagen 2)
- Alzados
- Secciones
- Plantas tipologías viviendas

• Dos hojas resumen que recogen los datos generales del edificio, datos técnicos de la obra, materiales de construcción necesarios, datos de la vivienda y servicios. (Imagen 1)

Por lo tanto, podemos ver que el arquitecto no aportó la documentación mínima de la época.

En cambio, en la actualidad es necesario aportar una documentación mínima. El Colegio de Arquitectos tiene un manual de calidad del proyecto arquitectónico donde se explica la documentación mínima:

- Memoria descriptiva
- Memoria constructiva
- Memoria cumplimiento normativa (Seguridad estructural, seguridad en caso de incendio, seguridad de utilización y accesibilidad, salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía)
- Memoria normativa de otros reglamentos
- Planos (definición urbanística y de implantación, definición arquitectónica del edificio, seguridad en caso de incendio, accesibilidad, carpinterías y cerrajerías, instalaciones y servicios,...) (Imagen 3 y 4)
- Pliego de condiciones
- Mediciones
- Presupuestos

La documentación aportada por el estudio de Sáez + Viguera arquitectos cumple con toda la documentación necesaria, como se establece de forma obligatoria para la tramitación del visado colegial de los proyectos y la obtención de la licencia de obras.

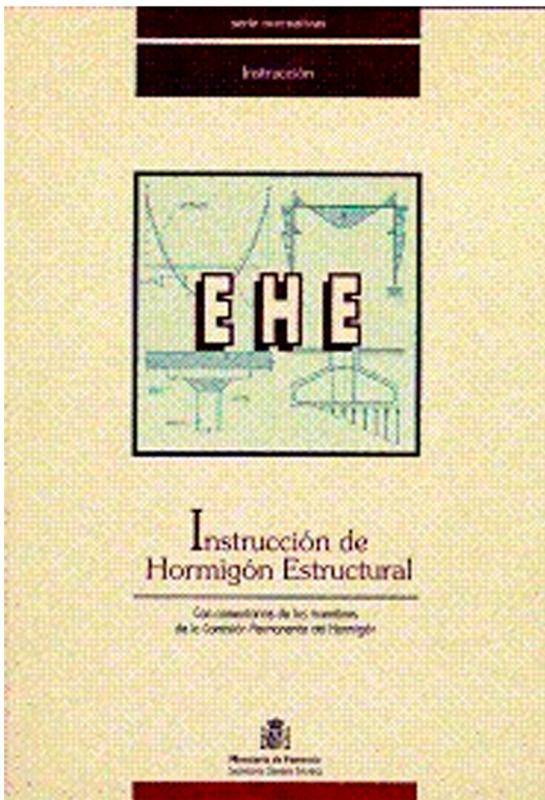
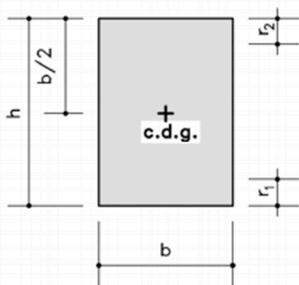


Imagen 1. EHE-98. Página web

### 1. SECCIÓN BRUTA

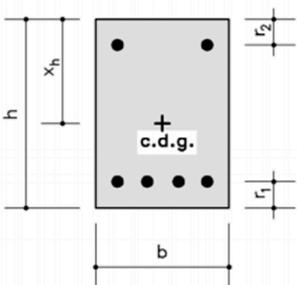


$$A_b = b \cdot h$$

$$x_b = \frac{h}{2}$$

$$I_b = \frac{b h^3}{12}$$

### 2. SECCIÓN HOMOGENEIZADA SIN FISURAR



- Área de la sección homogeneizada.

$$A_h = bh + (n - 1)(A_{s2} + A_{s1})$$

Imagen 2. Secciones viga. Construcción III. Lección 17, E.L.S. de deformación. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2015.

En el complejo de Santa María Micaela se seguía la norma DGA-41, *Normas para cálculo y ejecución de las obras de hormigón armado, de obligado cumplimiento*, y la primera *normativa técnica de la edificación* (conocidas como las MV).

En cuanto al edificio de 26 Viviendas de Protección oficial en el barrio de Velluters, sigue la *Instrucción de hormigón estructural EHE-98*, la *Ley de Ordenación de la Edificación (LOE)* y las *Normas Básicas de la Edificación (NBE)* ya que aún no se había creado el *Código Técnico de la Edificación (CTE)*.

La normativa DGA-41 no indicaba el valor del Momento de inercia que debía considerarse para el cálculo de flechas. A partir de la norma EH-88, este valor queda establecido.

Era habitual que los técnicos anteriores a 1980 cogieran la inercia bruta de la sección para el cálculo de flechas es decir, la sección total del hormigón sin contar las armaduras. Esto llevaba a considerar una flecha muy superior a la real.

A partir de la norma EH-88, ya se define que la sección que hay que coger para el cálculo de flechas es la sección homogeneizada, cogiendo las armaduras. En vez de usar el Momento de Inercia bruta  $I_b$  se pasó a utilizar el Momento de Inercia equivalente  $I_e$ . Esto junto con tener en cuenta la fisuración del hormigón permitieron un cálculo de flecha mucho más preciso que en el anterior caso.<sup>1</sup>

Además de este cambio de elección de sección, por las mismas fechas, se pasó de tener unas normas de hormigón basadas en la "teoría clásica" a estar basadas en la "teoría de los estados límites" permitiendo una reducción de los coeficientes y a una mejora de los cálculos que ayudaron a maximizar sus secciones y reducir los pesos. Esta disminución se analizará con más detalle en la lámina de coeficientes de seguridad.

<sup>1</sup> Construcción III. Lección 17, E.L.S. de deformación. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2015.

# VIVIENDAS

---

## EDIFICIO SANTA MARÍA MICAELA



	Nº viviendas	Superficie útil	Tipo	Nº dormitorios	Nº baños	Cocina y comedor independientes
A	114	95	Dúplex	4	1	Sí
B	12	130	Dúplex	4	1	Sí
C	4	110	Simple	3	1	Sí
D	8	115	Simple	5	1	Sí

Analizadas las características de las viviendas de los dos edificios se observa:

- El edificio de Santa María Micaela tiene muchísimas más viviendas que el edificio VPO.

- Aunque el edificio VPO tiene menos viviendas, tiene mayor número de tipologías que el edificio de Artal.

- Ambos tienen tanto viviendas simples como dúplex.

- Las superficies útiles de las viviendas de Santa María duplican a las VPO.

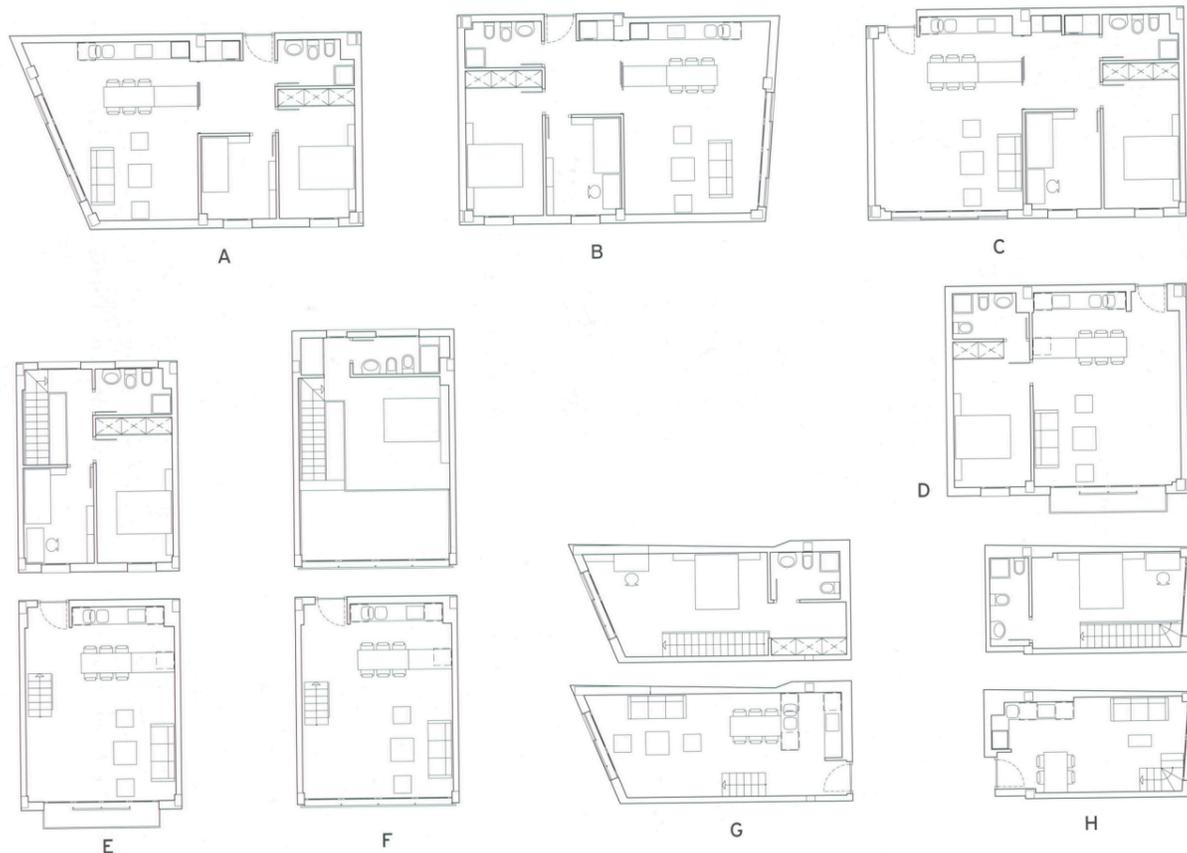
- Hay mayor número de dormitorios en las viviendas de los años cincuenta que en las viviendas actuales. Sin embargo, el número de baños es igual en ambas, pese a que en las viviendas de Santa María Micaela hay mayor número de usuarios.

- En el edificio de Velluters, la cocina, el comedor y el salón aparecen todos en un mismo espacio al contrario, que en el edificio del Ensanche, donde la cocina es independiente del comedor-salón.

Planimetría 1. C Espejel y A Cánovas Alcaraz. "Complejo residencial Santa María Micaela. Santiago Artal Ríos. Valencia, 1958-1961". 2010.

Del análisis de los datos se puede concluir que la compartimentación era mucho más estricta en los años cincuenta, mientras que en la actualidad los espacios son más amplios y de mayores dimensiones. Se diluyen los límites entre las estancias y se combinan distintos usos dentro de un mismo espacio.

## EDIFICIO 26 VPO EN VELLUTERS



	Nº viviendas	Superficie útil	Tipo	Nº dormitorios	Nº baños	Cocina y comedor independientes
A	3	61	Simple	2	1	No
B	3	67	Simple	2	1	No
C	3	68	Simple	2	1	No
D	1	51	Simple	1	1	No
E	5	67	Dúplex	2	1	No
F	9	59	Dúplex	1	1	No
G	1	56	Dúplex	1	1	No
H	1	40	Dúplex	1	1	No

Esta unión de usos y la necesidad de un aumento de las zonas de la vivienda hace que las distancias entre pilares y por consiguiente las luces aumente. Como resultado, estos se traduce en un aumento considerable de la flecha.

En los ejemplos analizados, pasamos de tener una luz de 4,8m a una de 6,2m. Esta última tiene esta medida para salvar toda la longitud en planta de la vivienda.

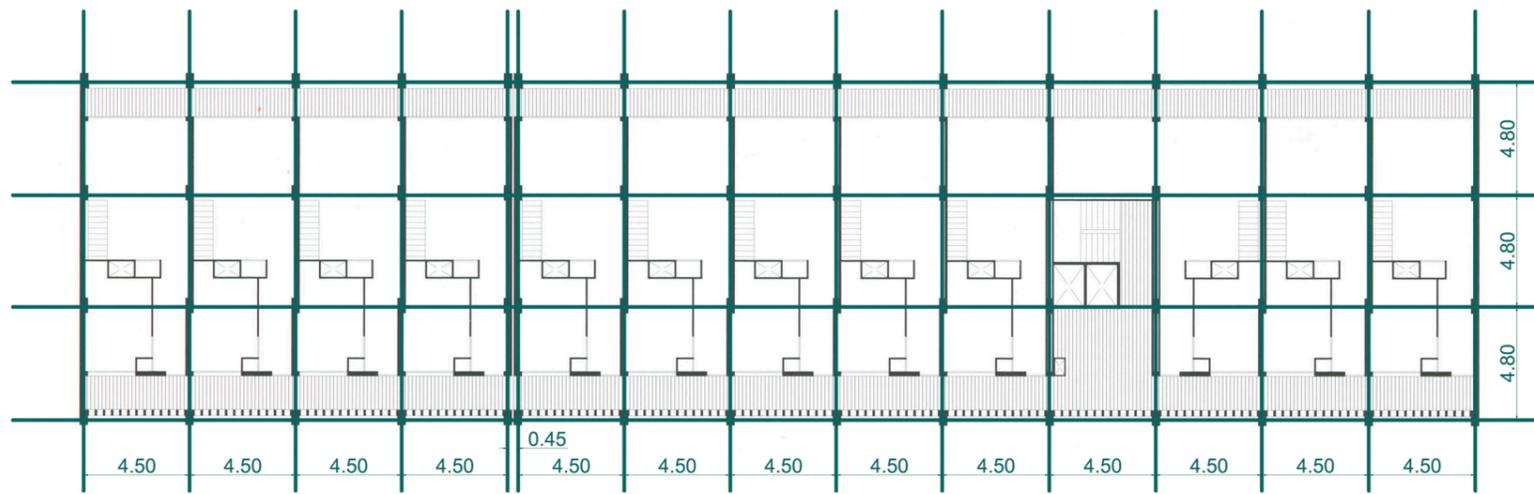
Planimetría 2. IVVSA. "IVVSA 20 años de arquitectura residencial". Generalitat Valenciana. Valencia, 2009.

ESCALA 1/250

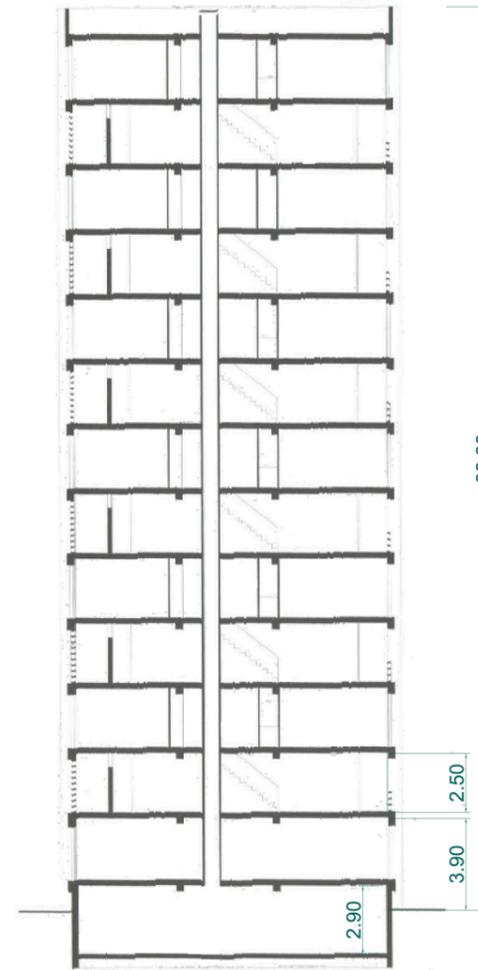
# SISTEMA ESTRUCTURAL

---

## EDIFICIO SANTA MARÍA MICAELA



Planimetría 1. C Espegel y A Cánovas Alcaraz. "Complejo residencial Santa María Micaela. PLANTA GENERAL ACOTADA Santiago Artal Ríos. Valencia, 1958-1961". 2010.



SECCIÓN TRASVERSAL ACOTADA

En los dos casos tenemos pórticos de hormigón armado compuestos por pilar y viga.

En cuanto a las distancias entre pórticos, luces y alturas libres son las siguientes en cada edificio:

### EDIFICIO SANTA MARÍA MICAELA

- Luz máxima: 4,8m
- Crujía máxima: 4,5m
- Altura libre máxima P.B: 3,9m
- Altura libre máxima P. vivienda: 2,5m
- Altura edificio: 36,3m

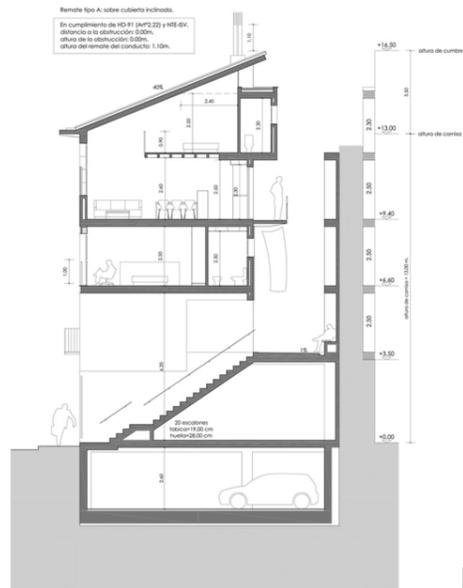
### EDIFICIO 26 VPO EN VELLUTERS

- Luz máxima: 6,2m
- Crujía máxima: 5,4m
- Altura libre máxima P.B: 6,2m
- Altura libre máxima P. vivienda: 2,5m
- Altura edificio: 16,5m

Las luces de proyecto son mayores en el edificio contemporáneo que en el de los años cincuenta. Esto se debe a la existencia de un garaje en la planta sótano que obliga a disponer separaciones entre pilares que permitan la disposición de dos o más coches, teniendo en cuenta que la anchura mínima reglamentaria de una plaza de aparcamiento es de 2,20m.

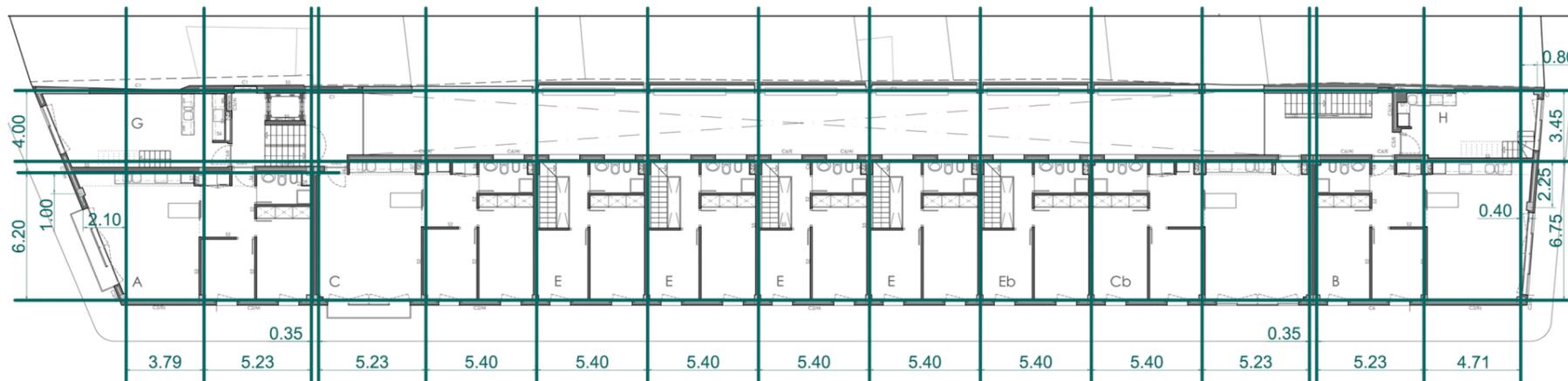
Otro factor que interviene en el incremento de luces en las VPO, es la voluntad de resolver las viviendas solo con pilares en su medianera, sin disponer pilares intermedios. De esta forma se crean espacios más diáfanos y versátiles.

De manera general, podemos comentar que en edificios de viviendas de los años cincuenta, las luces rondaban entre 4 o 4,5m; sin embargo, hoy en día, rondan los 6m lo que se traduce en un incremento considerable de la flecha.



EDIFICIO 26 VPO EN VELLUTERS Planimetría 2. Material aportado por Sáez + vigueras arquitectos.

### SECCIÓN TRASVERSAL ACOTADA



PLANTA GENERAL ACOTADA

ESCALA 1/300

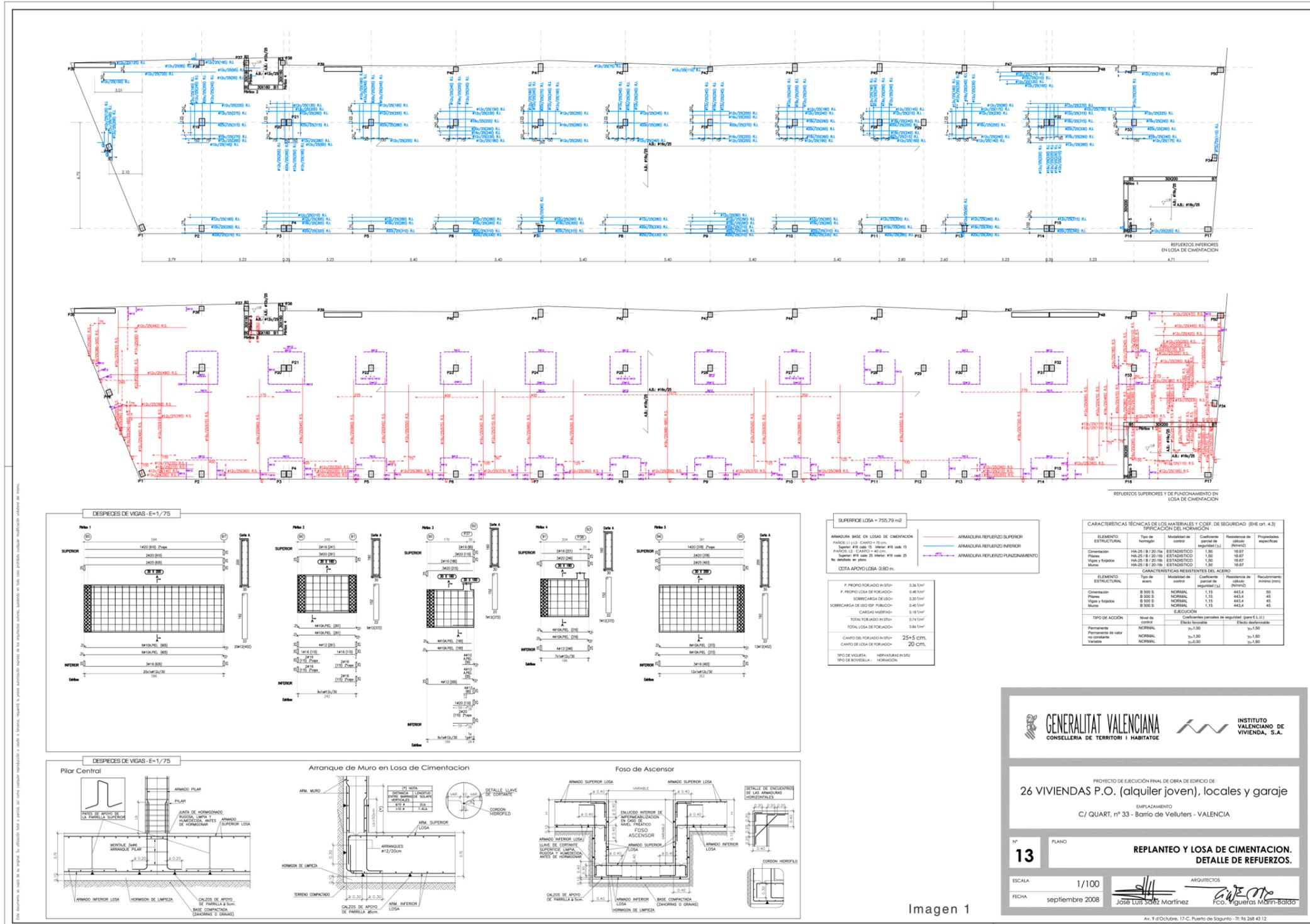


Imagen 1. Planta y detalle cimentación. Material aportado por Sáez + Viguera arquitectos.

Imagen 2. Ejemplo planta cimentación de la década de los cincuenta. Empar Marco Serrano. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

Imagen 3. Zapata continua y zapata aislada ataluzada de hormigón armado. Rafael R. Temes Cordovez. "El tapiz de Penélope. Transformaciones residenciales sobre tejidos sin valor patrimonial". UPV, departamento de Urbanismo. Valencia, 2007.

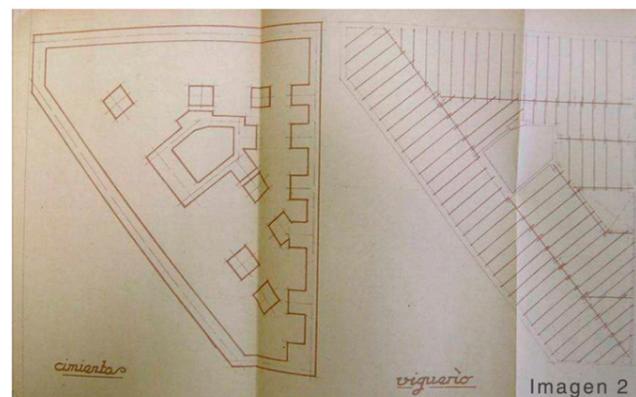


Imagen 2

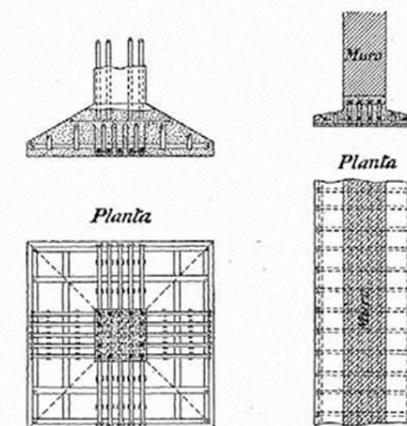


Imagen 3

A pesar de no haber podido obtener información sobre la cimentación del grupo Santa María Micaela, a través de Temes se sabe que, alrededor de 1950, se trataba de zapatas aisladas o corridas en tronco de pirámide, con un ensanchamiento en el punto de encuentro entre el pilar y la zapata. A partir de la Instrucción de 1968, se regularon las zapatas flexibles y rígidas, ya sin ensanchamiento en el encuentro y mejorando el cálculo de estas.<sup>1</sup>

Casi ningún plano de cimentación de la década de los cincuenta estaba acotado ni definía el tipo de armadura de las zapatas (Imagen 2). Sin embargo, en la actualidad, todos los planos de cimentación están acotados y detallan el desglose de las armaduras de las zapatas y vigas de cimentación, como puede verse en los planos del edificio de VPO (Imagen 1).

<sup>1</sup> Rafael R. Temes Córdoba, "la introducción del hormigón armado y su uso como sistema estructural de la vivienda en España. El caso concreto de la ciudad de Valencia".

# SISTEMA CONSTRUCTIVO

---



Imagen 1. Plantas viviendas marcando el tipo de cerramiento y de tabiquería más detalles constructivos de estos. Documentación aportada por Sáez + Viguera arquitectos.

Al hablar de la fachada el propio Santiago Artal decía:

“La composición exterior de fachada está modulada por la estructura de hormigón, toda ella visible, siendo los cerramientos en ladrillo amarillo. La carpintería metálica cubre de suelo a techo. Lo antepechos de las terrazas de viviendas y el exterior de las galerías de acceso a viviendas están cerradas con una celosía de bloques de hormigón pintados de blanco. Las terrazas de la fachada están chapadas de vitraico azul. Los testeros de los edificios altos son de placas de hormigón prefabricado”.<sup>1</sup>

No se ha encontrado ninguna sección constructiva del cerramiento, pero solían realizarse de muretes de medio pie o un pie de espesor con ladrillos perforados siendo imposible dejar vistos estos, debiéndolos revestir con una capa de enfoscado. En este caso, se utilizaron ladrillos vistos no necesitando el revestimiento de estos.

Los tabiques se ejecutaban de ladrillo mecánico perforado entre 7 y 10 centímetros de espesor, enlucidos y pintados. Con la estructura de hormigón armado estos dejan de tener función estructural secundaria o auxiliar, y ya no es necesaria su continuidad en todas las plantas para ayudar a transmitir las cargas, dando mayor libertad a la distribución de cada planta.

En cuanto al edificio de Sáez + Viguera arquitectos la composición de la fachada sigue modulada por la estructura de hormigón pero esta ya no se encuentra vista. Los cerramientos están formados por ladrillo hueco triple, aislamiento térmico y ladrillo hueco del 7 con acabado de estuco de cal o enfoscado de mortero monocapa dependiendo de la zona pero siempre en las plantas de vivienda. El cerramiento de planta baja consta de doble ladrillo del 7 con una cámara de aire entre ellos y con un acabado de aplacado pétreo. No todos los huecos de ventana llegan de suelo a techo por lo que es necesario dintel.

La tabiquería de compartimentación de la vivienda se trata de un ladrillo hueco del 7 con un guarnecido de yeso y un acabado en pintura. Al igual que en el edificio de los años cincuenta la tabiquería no tiene carácter estructural.

Al no existir actualmente una tabiquería igualmente distribuida en todas las plantas y continua hasta la planta baja, los forjados y las vigas han perdido la coacción al movimiento que imponía la tabiquería, con lo que las deformaciones experimentadas son mayores, al no estar ni tan siquiera parcialmente impedidas por este entramado continuo.

<sup>1</sup> C Espegel y A Cánovas Alcaraz. “Complejo residencial Santa María Micaela. Santiago Artal Ríos. Valencia, 1958-1961”. 2010.

GENERALITAT VALENCIANA  
CONSELLERIA DE TERRITORI I HABITATGE

INSTITUTO VALENCIANO DE VIVIENDA, S.A.

PROYECTO DE EJECUCIÓN FINAL DE OBRA DE EDIFICIO DE  
26 VIVIENDAS P.O. (alquiler joven), locales y garaje

EMPLAZAMIENTO  
C/ QUART, nº 33 - Barrio de Velluters - VALENCIA

Nº 9.2 PLANO DETALLES CERRAMIENTOS Y TABIQUERÍA PLANTA PRIMERA Y SEGUNDA

ESCALA 1/100

FECHA septiembre 2008

ARQUITECTOS  
José Luis Sáez Martínez Fco. Viguera Marin-Baldo

Av. 9 d'Octubre, 17.C. Puerto de Sagunto - Tl. 96 268 43 12

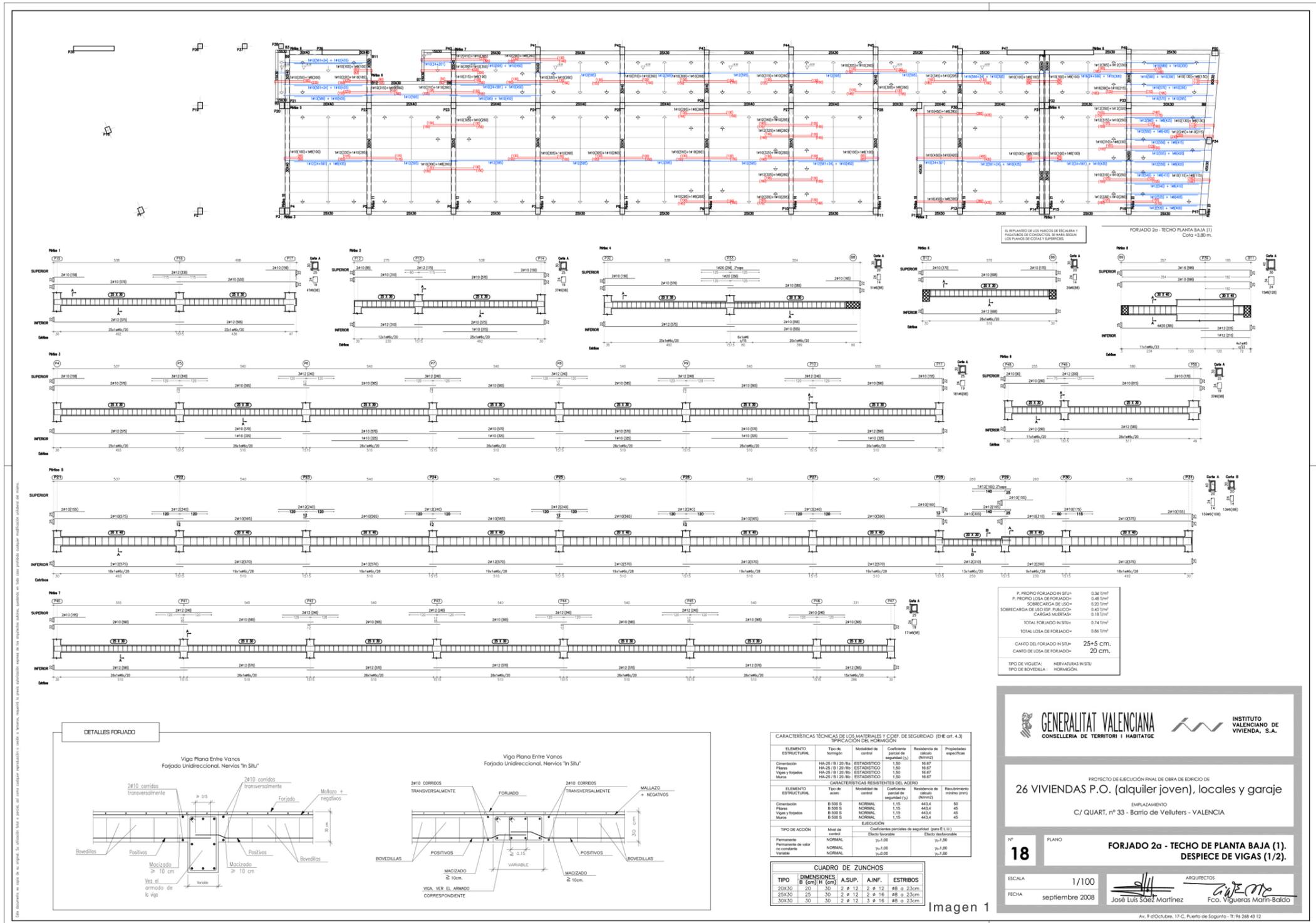


Imagen 1. Planta y detalles constructivos de forjado. Documentación aportada por Sáez + Vigueras arquitectos.

Imagen 2. Tipo de forjado años cincuenta. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

Imagen 3. Vigüeta prefabricada de hormigón armado. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

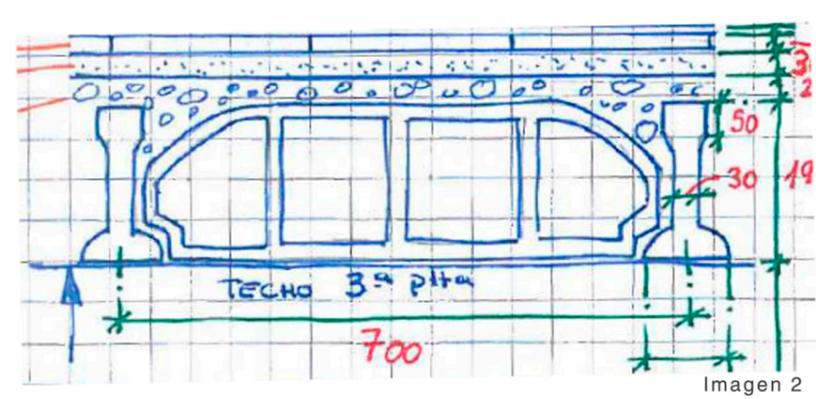


Imagen 2

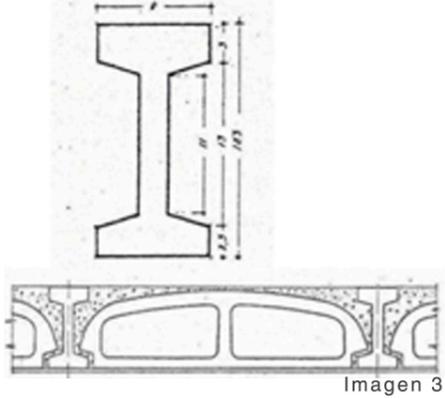


Imagen 3

En el edificio de Santa María Micaela Artal nos describió su forjado del siguiente modo: "Los forjados son de vigüetas prefabricadas y bovedillas de hormigón. Las vigüetas prefabricadas nacieron durante los años cincuenta y no tuvieron muy buena acogida al principio debido a la incertidumbre en la fabricación del producto y la falta de suministro".<sup>1</sup>

En cuanto al tipo de viga, Santiago Artal utiliza vigas de canto en todo el conjunto de edificios pero no hemos podido llegar a saber las dimensiones de estas. Era habitual utilizar vigas de canto con unas dimensiones que variaban entre 30 a 50 cm y con un ancho entre 25 y 30 cm. Rara vez aparecía información sobre la disposición de las armaduras y aún menos plantas con despiece de vigas. Lo que si era muy habitual hasta la década de los setenta era el doblado de las armaduras longitudinales a 45º donde el momento era nulo para pasar a absorber la tracción en la parte superior de la viga. Además de que la misma armadura sirviera para absorber los momentos negativos en los apoyos, el doblado permitía también, la absorción del cortante.<sup>2</sup>

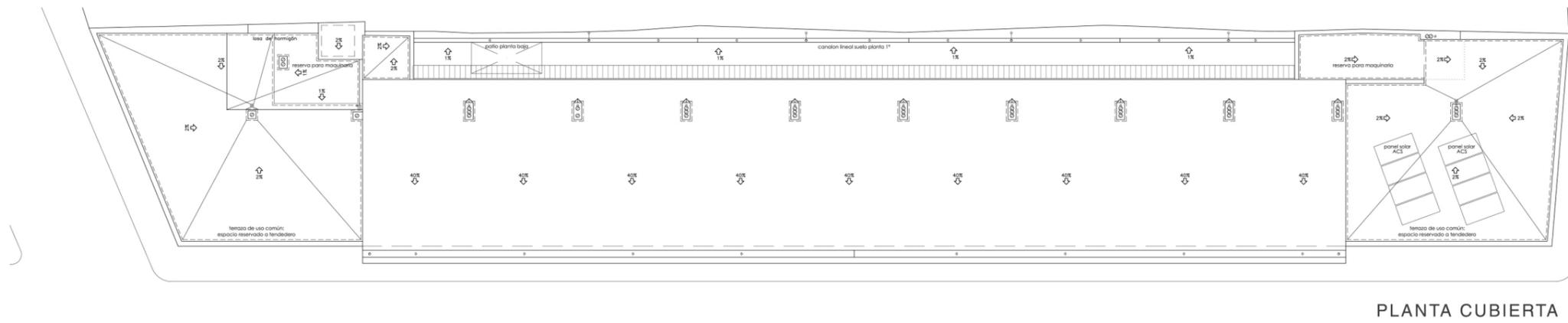
Para el edificio de viviendas de protección oficial se utilizó un forjado de nervaduras in situ y bovedillas de hormigón o bien, una losa de hormigón. Para la estructura se utilizaron tanto vigas de canto como vigas planas. Encontramos distintas dimensiones de vigas siendo las más utilizadas: vigas de canto de 30x50 cm y vigas planas de 60x30 cm. En la actualidad, ya no se dobla las armaduras longitudinales para la absorción de tracciones en la parte superior, sino que se colocan armaduras de tracción en la parte superior y extremos de la viga y armadura de tracción en centro de vano y en la parte inferior de la viga. La absorción del cortante en la actualidad se consigue con la colocación de estribos verticales a lo largo de la barra y con una separación entre ellos que varía dependiendo del valor del cortante.

Esta reducción en el canto que han ido experimentando las vigas durante los años, para dar libertad de disposición de la tabiquería y por un tema visual, han dado lugar a mayores deformaciones en vigas por flexión y por tanto, mayores flechas.

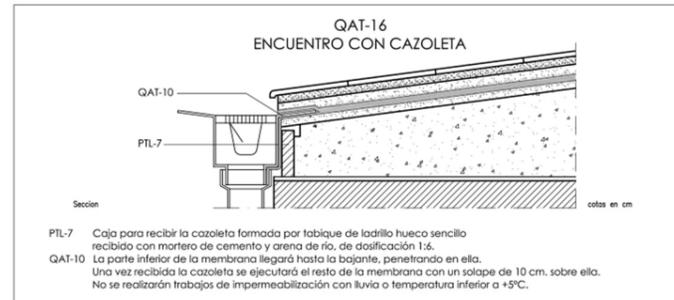
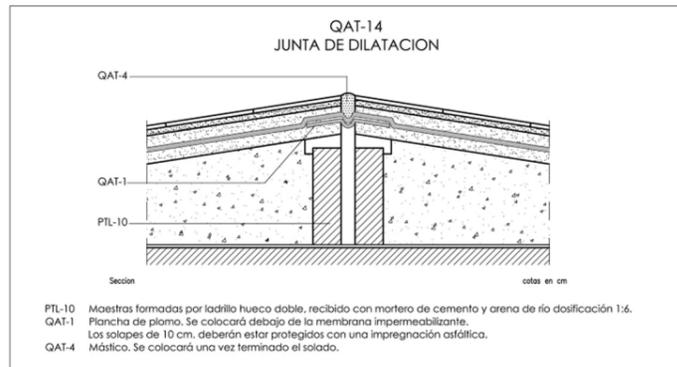
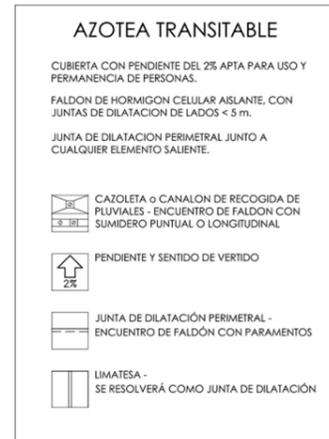
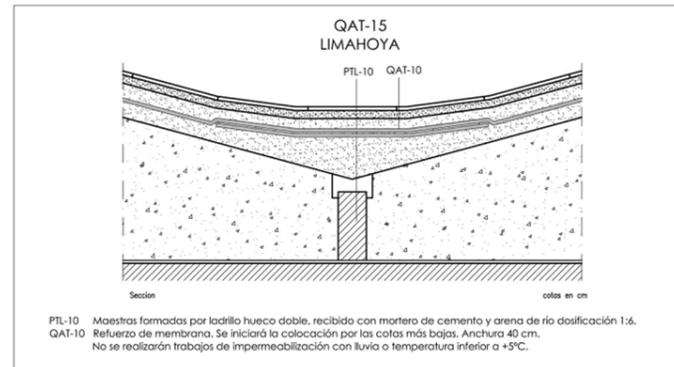
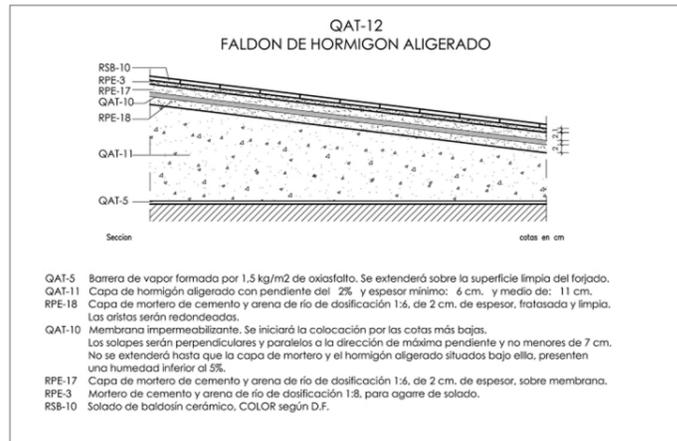
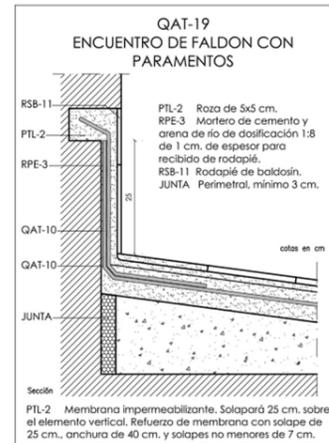
<sup>1</sup> C Espel y A Cánovas Alcaraz. "Complejo residencial Santa María Micaela. Santiago Artal Ríos. Valencia, 1958-1961". 2010.

<sup>2</sup> Empar Marco Serrano. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

# EDIFICIO 26 VPO EN VELLUTERS



PLANTA CUBIERTA



No encontramos ningún detalle, ni ninguna planta de cubierta que defina la cubierta en el Grupo Santa María Micaela. Lo único que sabemos es que se trata de una cubierta plana y que en una de ellas de uno de los bloques altos se encuentra un lavadero industrial. Gracias a Fran Bretones sabemos que en esta época la cubierta plana empieza a sustituir la cubierta inclinada a dos aguas tradicional. La cubierta plana se divide dando lugar a limahoyas y limasetas para la evacuación de agua. Era muy característico en la época el empotramiento de la solera en todo su perímetro no garantizando su dilatación y por tanto, fisurándola y haciendo imposible su estanqueidad. Debido a esto, ya empieza a aparecer las telas impermeabilizantes.<sup>1</sup>

Para el bloque de viviendas de protección oficial se utilizan dos tipos de cubierta. La primera de ellas es una cubierta inclinada en la parte central del edificio donde se encuentran los dúplex. La segunda tipología de cubierta es una cubierta plana al igual que en el caso de Santa María Micaela situada en los dos extremos del edificio. Estas dos terrazas están destinadas para el uso comunitario y para la colocación de instalaciones como puede ser paneles solares para ACS. Al igual que el caso anterior se dividen dando lugar a limahoyas y limasetas para la evacuación de agua.

Imagen 1. Planta y detalles constructivos de forjado. Documentación aportada por Sáez + Viguera arquitectos.

<sup>1</sup> Jose M. Fran Bretones. "Técnicas de Rehabilitación, soluciones específicas a las lesiones existentes en los inmuebles del ensanche de Valencia de 1887". UPV, Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Valencia, 1990.



Imágenes. <http://www.saezvigueras.es> y <http://www.sanahujapartners.com>

En cuanto a los acabados, Santiago Artal fue muy explícito, e indicaba lo siguiente:

*“La composición exterior de las fachadas está modulada por la estructura de hormigón, toda ella visible, siendo los cerramientos en ladrillo amarillo. La carpintería metálica cubre de suelo a techo, cubriéndose los antepechos de ésta con un cristal rojo opaco. Los antepechos de las galerías de acceso a viviendas están cerradas con una celosía de bloques de hormigón pintados de blanco. Las terrazas de las viviendas están chapadas con vitraillo azul. Es decir, la policromía de las fachadas se desarrolla en blanco, amarillo, rojo y azul, dentro de la retícula gris de la estructura. Los testeros de los edificios altos son de placas de hormigón prefabricado.*

*Por tratarse de un portal, utilicé para su decoración materiales que le dieran cierta riqueza. Las paredes están cubiertas de un entablado de madera de mobila, y uno de los planos con mármol verde de Grecia. El hueco de la conserjería es de hierro y tablero de marga chapado de formica. La mesa y el banco del portal son de mármol color sena. El suelo es de baldosa Butsems tipo “granito”.*

*Los paseos que unen los tres bloques están cubiertos mediante una placa de hormigón armado sobre pilares de hierro y tiene cubierta su cara inferior con un entablado de madera de mobila. El paseo que va al bloque alto interior pasa sobre el estanque del jardín mediante un puente de hormigón.*

*Las escaleras de los bloques altos son de hormigón armado, visto en su cara inferior, con peldaños de piedra artificial Butsems. La barandilla es independiente y se sujeta a dos pilares de hierro que arrancan en la planta baja y se elevan hasta la terraza. Las paredes están chapadas de vitraico.*

*Entre los diferentes materiales no estructurales usados tenemos suelos de baldosa hidráulica en viviendas, de gres en baños y cocinas y también en galerías de acceso a viviendas. Escaleras, vestíbulos en planta baja y paseos en el jardín, baldosas 40 x 40 cm Butsems pulida en obra, tipo “granito”. Cocinas y cuartos de baño chapados completamente de azulejos. Carpintería exterior e interior metálica. En las viviendas dúplex la escalera interior es de madera con peldaños al aire y barandilla de hierro”.<sup>1</sup>*

Los acabados del edificio de VPO son los siguientes:

La fachada está compuesta por un cerramiento de ladrillo, con una terminación de enfoscado de mortero monocapa o estuco fino de cal en planta primera y superiores. En la planta baja el cerramiento de ladrillo está terminado con un aplacado pétreo. En cuanto a la fachada interior, las primeras plantas tienen una terminación de enfoscado de mortero monocapa y las plantas superiores de un revestimiento de chapa metálica ondulada. Las carpinterías son metálicas pintadas de negro mate junto con una celosía de listones de madera IPE barnizada y barandillas de acero pintado al oxidon.

Tanto las escaleras de acceso como las escaleras interiores son con peldaños al aire y barandilla metálica. Las escaleras de acceso tienen peldaños de piedra artificial y las de las viviendas peldaños de madera. La única escalera que no es con peldaños al aire, es la de acceso que se encuentra en la mitad de la longitud mayor del edificio. Esta es de hormigón armado y tiene unos peldaños de piedra artificial.

En cuanto a los suelos, todos ellos incluido los del corredor a las viviendas y los de dentro de ellas son de baldosas hidráulicas.

<sup>1</sup>C Espegel y A Cánovas Alcaraz. “Complejo residencial Santa María Micaela. Santiago Artal Ríos, Valencia, 1958-1961”. 2010.

# DIMENSIONAMIENTO

---

COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE MAJORACIÓN DE ACCIONES (en función del nivel de control de ejecución) PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (Art. 12.1)			
Tipos de acción	Nivel de control de Ejecución (Art. 95)		
	Intenso	Normal	Reducido
Permanente	1,35	1,50	1,60
Pretensado	1,00	1,00	1,00
Permanente de valor no constante	1,50	1,60	1,80
Variable	1,50	1,60	1,80

COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA DEL MATERIAL PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (Art. 15.3)		
Situación de proyecto	Hormigón	Acero
Permanente o transitoria	1,50	1,15
Accidental	1,30	1,00

COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE MINORACIÓN DE RESISTENCIA DEL MATERIAL PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (no depende del control de calidad) (Art. 15.3)		
APLICACIÓN	NO DEPENDE DEL CONTROL DE CALIDAD	COEFICIENTE SEGURIDAD
HORMIGÓN	-	$\gamma_c = 1,00$
ACERO	-	$\gamma_s = 1,00$

COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE MAJORACIÓN DE ACCIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (no depende del control de ejecución) (Art. 12.2)			
APLICACIÓN	TIPO DE ACCIÓN	EFECTO	
		FAVORABLE	DEFAVORABLE
A TODA LA OBRA EN GENERAL	PERMANENTE	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_Q = 1,00$
	ARMADURA PRETESA	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	ARMADURA POSTESA	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
	PERMANENTE DE VALOR NO CONSTANTE	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_Q^* = 1,00$
	Variable	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_Q^* = 1,00$

Imagen 1. Coeficientes de seguridad según EHE. Instrucción del hormigón estructural

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COEF. DE SEGURIDAD (EHE art. 4.3) TIPIFICACIÓN DEL HORMIGÓN					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad ( $\gamma_c$ )	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	Propiedades específicas
Cimentación	HA-25 / B / 20 / IIa	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Pilares	HA-25 / B / 20 / IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Vigas y forjados	HA-25 / B / 20 / IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Muros	HA-25 / B / 20 / IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DEL ACERO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad ( $\gamma_s$ )	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	Recubrimiento mínimo (mm)
Cimentación	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	50
Pilares	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
Vigas y forjados	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
Muros	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
EJECUCIÓN					
TIPO DE ACCIÓN	Nivel de control	Coeficientes parciales de seguridad (para E.L.U.)			
		Efecto favorable		Efecto desfavorable	
Permanente	NORMAL	$\gamma_c = 1,00$	$\gamma_s = 1,50$	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,50$
Permanente de valor no constante	NORMAL	$\gamma_c = 1,00$	$\gamma_s = 1,60$	$\gamma_c = 1,60$	$\gamma_s = 1,60$
Variable	NORMAL	$\gamma_c = 0,00$	$\gamma_s = 1,60$	$\gamma_c = 1,60$	$\gamma_s = 1,60$

Imagen 2. Características técnicas de los materiales y coeficientes de seguridad. Material aportado por Sáez + Vigueras arquitectos.

Se desconocen los valores de los coeficientes de minoración de las resistencias del hormigón y del acero utilizados en el edificio de Santa María Micaela, pero se ha estudiado, por medio de Marco, lo recogido en la norma 1941. Esta no establecía unos coeficientes mínimos, pero indicaba lo siguiente<sup>1</sup>:

- Para una resistencia de hormigón de 120kg/cm<sup>2</sup> se ha de considerar en los cálculos una tensión admisible de 40 kg/cm<sup>2</sup>.

- Para el acero se ha de considerar una tensión admisible de 1200 kg/cm<sup>2</sup> para resistencias del hormigón de 120 kg/cm<sup>2</sup> o 1400 kg/cm<sup>2</sup> para resistencias del hormigón de 140 kg/cm<sup>2</sup>.

A partir de estos datos se deduce que el coeficiente de minoración era de 3.

En cambio, en el edificio de Viviendas de protección los coeficientes de minoración de las resistencias son valores conocidos, tal y como indica la EHE-98: para hormigones se utiliza un coeficiente de minoración de 1.5 y para el acero de 1.15 (Imagen 2). Además se utilizan resistencias de 25 N/mm<sup>2</sup> para el hormigón y de 500 N/mm<sup>2</sup> para el acero. En la actualidad, se suelen utilizar resistencias de hormigón comprendidas entre 25 y 35 N/mm<sup>2</sup>, y resistencias de acero bien de 400 N/mm<sup>2</sup> o 500 N/mm<sup>2</sup>.

Hemos realizado una tabla que recoge todos estos datos:

	Material	Resistencia (N/mm <sup>2</sup> )	Coefficiente de minoración	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )
EDIFICIO AÑOS CINCUENTA	Hormigón	12	3	4
	Acero	120	3	40
EDIFICIO ACTUALIDAD	Hormigón	25	1.5	16.67
	Acero	500	1.15	443.4

Se observa, por lo tanto, que en los años cincuenta los valores de las resistencias eran muy inferiores, mientras que los coeficientes de minoración eran muy elevados. Ello conducía a que las dimensiones de vigas fueran muy grandes. En cambio, en la actualidad, gracias al uso de materiales de mayor calidad, las resistencias son mayores y los coeficientes de minoración menores, con lo que las piezas se pueden diseñar con dimensiones menores. Se produce así, una reducción de las dimensiones (del canto de las piezas) y de la armadura necesaria y por tanto, una reducción del momento de inercia equivalente de la pieza, lo que genera mayores deformaciones.

<sup>1</sup> Empar Marco Serrano. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

P. PROPIO FORJADO IN SITU=	0.36 T/m <sup>2</sup>
P. PROPIO LOSA DE FORJADO=	0.48 T/m <sup>2</sup>
SOBRECARGA DE USO=	0.20 T/m <sup>2</sup>
SOBRECARGA DE USO ESP. PUBLICO=	0.40 T/m <sup>2</sup>
CARGAS MUERTAS=	0.18 T/m <sup>2</sup>
TOTAL FORJADO IN SITU=	0.74 T/m <sup>2</sup>
TOTAL LOSA DE FORJADO=	0.86 T/m <sup>2</sup>
CANTO DEL FORJADO IN SITU=	25+5 cm.
CANTO DE LOSA DE FORJADO=	20 cm.
TIPO DE VIGUETA:	NERVATURAS IN SITU
TIPO DE BOVEDILLA :	HORMIGÓN.

Imagen 1. Cargas edificio VPO en Velluters. Material aportado por Sáez + Viguera arquitectos.

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
	C1 Zonas con mesas y sillas	3	4
	C2 Zonas con asientos fijos	4	4
C Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B y D)	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 gimnasia 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°	0,4 <sup>(10)</sup>	2
	G2 Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(8)</sup>	0,4 <sup>(11)</sup>	1
	G3 Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Imagen 2. Valores sobrecarga de uso. CTE DB-SE.

Tipos de acción	Nivel de control de Ejecución (Art. 95)		
	Intenso	Normal	Reducido
Permanente	1,35	1,50	1,60
Pretensado	1,00	1,00	1,00
Permanente de valor no constante	1,50	1,60	1,80
Variable	1,50	1,60	1,80

Imagen 3. Coeficientes de seguridad según EHE. Instrucción del hormigón estructural

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COEF. DE SEGURIDAD (EHE art. 4.3) TIPIFICACIÓN DEL HORMIGÓN					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón	Modalidad de control	Coficiente parcial de seguridad (γ)	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	Propiedades específicas
Cimentación	HA-25 / B / 20 /IIa	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Pilares	HA-25 / B / 20 /IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Vigas y forjados	HA-25 / B / 20 /IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Muros	HA-25 / B / 20 /IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DEL ACERO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero	Modalidad de control	Coficiente parcial de seguridad (γ)	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	Recubrimiento mínimo (mm)
Cimentación	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	50
Pilares	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
Vigas y forjados	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
Muros	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
EJECUCIÓN					
TIPO DE ACCIÓN	Nivel de control	Coeficientes parciales de seguridad (para E.L.U.)			
Permanente Permanente de valor no constante Variable	NORMAL	Efecto favorable		Efecto desfavorable	
		γ <sub>s</sub> =1,00		γ <sub>s</sub> =1,50	
		γ <sub>s</sub> =1,00		γ <sub>s</sub> =1,60	
		γ <sub>s</sub> =0,00		γ <sub>s</sub> =1,60	

Imagen 4. Características técnicas de los materiales y coeficientes de seguridad. Material aportado por Sáez + Viguera arquitectos.

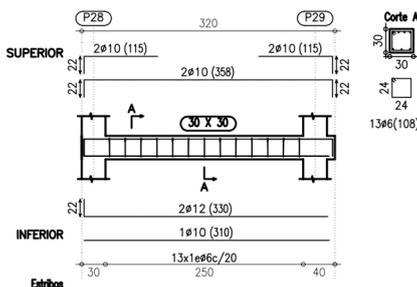


Imagen 5. Esquema ferralla. Material aportado por Sáez + Viguera arquitectos.

Se dispone de los valores de las cargas en el edificio de VPO (Imagen 1), pero no en el de Santa María Micaela. Para este último se han tomado los valores que indica Marco como habituales en la época. Nos dice lo siguiente:

“La carga total de cálculo que figura en la mayoría de los proyectos consultados es de 350 Kg/m<sup>2</sup> en unos casos y de 400 Kg/m<sup>2</sup> en otros. Este valor incluye las cargas permanentes y las sobrecargas”.<sup>1</sup>

Sobre los coeficientes de mayoración de las acciones la Norma 1941 no decía nada al respecto, en cambio la norma EHE-98 ya define los valores de los coeficientes dependiendo del tipo de acción (Imagen 3 y 4).

Hemos realizado una tabla comparativa que recoge todos estos datos:

	Cargas	Valor cargas (Kn/m <sup>2</sup> )	Coficiente de mayoración	Valor total cargas (Kn/m <sup>2</sup> )
EDIFICIO AÑOS CINCUENTA	Peso propio	2,5	-	4,5
	Sobrecarga uso	2	-	
EDIFICIO ACTUALIDAD	Peso propio	4,8	1,5	8,6
	Sobrecarga uso	4	1,6	

Analizando estos valores, se puede ver como el valor de las cargas utilizadas en los años cincuenta eran la mitad de los valores considerados en la actualidad. También, se puede ver como en los años cincuenta no se definía el tipo de sobrecarga de la que se trataba, dando un valor general a todas ellas. En cambio, en la actualidad se considera el uso previsto para cada zona y, en función de él, se aplican sobrecargas de uso diferentes (Figura 2).

En cuanto a las solicitaciones, vamos a hablar de solicitaciones en viga. En la norma de 1941, para el cálculo de vigas, se tomaba un momento en centro de vano igual a ql<sup>2</sup>/10.

El valor del momento que se tomaba es una simplificación que puede considerarse como el valor medio entre el momento en centro de vano experimentado por una viga biapoyada (ql<sup>2</sup>/8) y los momentos de empotramiento perfecto de una viga biempotrada (ql<sup>2</sup>/12). Todo ello, además, se hacía mediante un análisis lineal, basado en las hipótesis de comportamiento elástico y lineal de los materiales y en el equilibrio de la estructura no deformada.

Actualmente, en cambio, se realiza un análisis lineal con redistribución limitada de las estructuras, que consiste en determinar inicialmente los esfuerzos mediante un análisis lineal y, posteriormente, realizar una redistribución de estos que satisfaga las condiciones de equilibrio, en función de la ductilidad de la propia estructura.

A pesar de este cambio en la forma de obtener los máximos esfuerzos actuantes en los nudos y en las secciones de centro de vano, los valores pueden considerarse similares a los obtenidos mediante la simplificación de la antigua normativa. Además, la comprobación que nos ocupa, el cálculo de la flecha, es una comprobación servicio, para la que el análisis lineal sigue siendo actualmente un método adecuado, al tratarse de estructuras reticulares planas de hormigón armado.

En los años cincuenta, el momento de solicitación de las vigas aparecía en la hoja de cupo de hierro, y rara vez aparecía en el plano de estructura detallado, ya que estos casi nunca se realizaban. En la actualidad sí que se realizan todos los planos de estructura necesarios para detallar la geometría, ferralla y detalles de todos los elementos de la estructura. (Imagen 5)

<sup>1</sup> Empar Marco Serrano. “Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia”. UPV, Valencia, 2013.

# EJECUCIÓN Y CONTROL

---

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y COEF. DE SEGURIDAD (EHE art. 4.3) TIPIFICACIÓN DEL HORMIGÓN					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de hormigón	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad ( $\gamma_c$ )	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	Propiedades específicas
Cimentación	HA-25 / B / 20 / IIa	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Pilares	HA-25 / B / 20 / IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Vigas y forjados	HA-25 / B / 20 / IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
Muros	HA-25 / B / 20 / IIb	ESTADÍSTICO	1,50	16,67	
CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DEL ACERO					
ELEMENTO ESTRUCTURAL	Tipo de acero	Modalidad de control	Coefficiente parcial de seguridad ( $\gamma_s$ )	Resistencia de cálculo (N/mm <sup>2</sup> )	Recubrimiento mínimo (mm)
Cimentación	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	50
Pilares	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
Vigas y forjados	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
Muros	B 500 S	NORMAL	1,15	443,4	45
EJECUCIÓN					
TIPO DE ACCIÓN	Nivel de control	Coefficientes parciales de seguridad (para E.L.U.)			
		Efecto favorable		Efecto desfavorable	
Permanente Permanente de valor no constante Variable	NORMAL	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_Q=1,50$	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_Q=1,50$
	NORMAL	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_Q=1,60$	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_Q=1,60$
	NORMAL	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,60$	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_Q=1,60$

**Imagen 1.** Características técnicas de los materiales y coeficientes de seguridad del edificio VPO en Velluters. Material aportado por Sáez + Viguera arquitectos.

Los cementos que se utilizaban en la época de los cincuenta, eran los cementos portland o cementos ordinarios. Rara vez se utilizaban cementos con adiciones ya que los técnicos no tenían mucha confianza en ellos.<sup>1</sup> En la actualidad, los cementos tienen mejores características y mayores resistencias que los anteriores. Además podemos encontrar multitud de tipos en el mercado gracias a las adiciones.

El hormigón se realizaba en obra, por lo que era más complicado controlar su resistencia final y sus características. Ahora el hormigón viene preparado de fábrica, previamente definidos por el técnico sus características y su resistencia (Imagen 1).

El acero solía proceder del estraperlo, debido a la escasez del hierro de la época, por lo que no se podía garantizar las características y resistencia del producto. Al igual que con el hormigón, en la actualidad, el técnico fija las características y resistencia de la armaduras en el proyecto básico antes de la llegada del material a obra.

Podemos ver por tanto, un aumento de la resistencia en hormigones y aceros. Esto permite una disminución de las secciones y por tanto, mayores deformaciones. Con el empleo en la actualidad de aceros de alta resistencia se produce una reducción del momento de inercia debido a la menor sección de las armaduras y un incremento del ancho de fisura. Además, al utilizar aceros de mayor límite elástico, aumenta la deformación de sección traccionada.

Cuanto mayor es el límite elástico del acero menor es la sección de armado necesaria, por lo que, la tensión de trabajo es mayor y en consecuencia también se producen mayores deformaciones en condiciones de servicio.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Empar Marco Serrano. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

<sup>2</sup> Construcción III. Lección 17, E.L.S. de deformación. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2015.

La construcción de los edificios era un trabajo artesano. Hasta la década de los sesenta no se empezó a modernizar el sector de la construcción con la utilización de maquinaria.

En el caso concreto del hormigón, su fabricación era manual y a pie de obra. La dosificación se hacía a capazos, en lugar de a peso, con cantidades fijas de arena y grava. La cantidad necesaria de agua era determinada por los propios operarios, según su propio criterio y se pensaba que el aumento de la cantidad de agua a la mezcla no variaba la resistencia del hormigón ni sus propiedades. Debido a todos estos factores se daban hormigones poco homogéneos.

En ningún momento se indicaban las precauciones que debían tener los obreros tanto para su propia salud como para preservar la calidad de los materiales para la construcción. Una vez vertido el hormigón se compactaba mediante compactación con barra, y no con vibrado como se hace en la actualidad.<sup>1</sup>

En cuanto a la colocación de las barras, ya por entonces, existía una mínima separación de dos centímetros o el diámetro de la barra más gruesa, limitaciones que aún siguen existiendo.

En la actualidad el hormigón viene de fábrica con las características y resistencia adecuada. Además vienen con un sello de calidad como puede ser el CE. Las cantidades de los componentes son fijados por el técnico dependiendo del tipo de hormigón. Es bastante común el uso de aditivos y se ha comprobado que la relación agua cemento varía mucho la resistencia del hormigón. También es obligatorio el vibrado del hormigón una vez vertido, para la eliminación de burbujas de aire y la homogeneización del material.

En cuanto el control, rara vez los arquitectos acudían a obra y no tenían ninguna preocupación por el control de calidad de los materiales o de la ejecución, bastaba con indicar que la arena y la grava se debían haber limpiado previamente y que su contenido de humedad no debía ser muy alto. Los únicos ensayos que se llevaban a cabo eran el doblado de las barras a 180º y el control de la resistencia del hormigón mediante la comprobación de su compacidad con un mazo.

Actualmente, es necesario seguir un riguroso control de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución. Según la EHE:<sup>2</sup>

*La Dirección Facultativa, en representación de la Propiedad, deberá efectuar las comprobaciones de control suficientes que le permitan asumir la conformidad de la estructura en relación con los requisitos básicos para los que ha sido condecida y proyectada.*

*Durante la ejecución de las obras, la Dirección Facultativa realizará los controles siguientes:*

- *Control de la conformidad de los productos que se suministren a la obra.*
- *Control de la ejecución de la estructura.*
- *Control de la estructura terminada.*

<sup>1</sup> Empar Marco Serrano. "Análisis de la normativa de hormigón armado en España y la influencia de los investigadores españoles desde 1936 a 1973. Aplicación de la técnica constructiva en la ciudad de Valencia". UPV, Valencia, 2013.

<sup>2</sup> EHE-98. Instrucción del hormigón estructural.

# PATOLOGÍAS

---

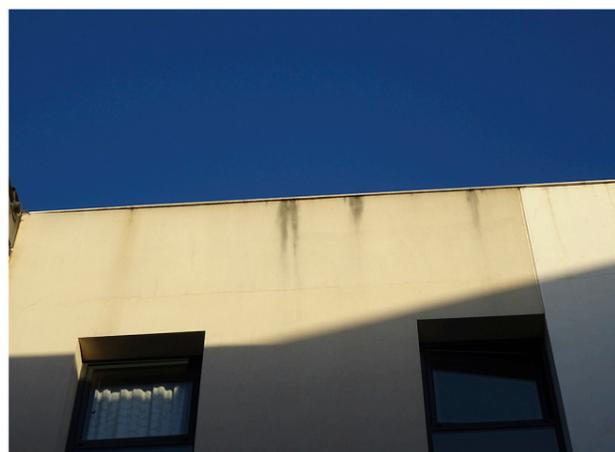
## EDIFICIO SANTA MARÍA MICAELA



Imágenes. Aportados y realizadas por el alumno del TFG.



## EDIFICIO 26 VPO EN VELLUTERS



A pesar de la mayor antigüedad del edificio de Santa María Micaela, se encuentra en mejor estado de conservación que el de las viviendas de protección oficial. Gracias a las labores de mantenimiento, en el primero solo aparecen algunos grafitis en la zona de los locales comerciales.

En cambio, en el edificio de VPO se evidencian diversas patologías en su piel exterior, tales como:

- Grafitis en la planta baja empeorando la estética de la fachada.
- Perdidas de piezas del acabado pétreo en planta baja.
- Manchas de humedades en la fachada, sobre todo en las zonas de cubierta y alrededor de los huecos de ventana.
- Grietas en el acabado de mortero de cal monocapa formando un arco de descarga de la deformación del dintel.
- Eliminación del barnizado en las celosías de las carpinterías a causa de la climatología.
- Humedades en los forjados de las comunicaciones verticales, debido posiblemente a la cubierta del edificio vecino.
- Humedades en la zona de la junta estructural, debido posiblemente a una fuga de las instalaciones.

Ninguna de las patologías descritas se debe a una aumento en la deformación de vigas o forjados.