



CÁMARA DE COMERCIO DE ALICANTE PANORAMIS LIFE & BUSINESS - ALICANTE

Subarquitectura
Andrés Silanes y Fernando Valderrama, arquitectos

MEMORIA DE LA ESTRUCTURA

Alicante, julio de 2023

1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La presente Memoria corresponde al cálculo estructural para la ejecución de la reforma y ampliación de un edificio existente en la Avda. Perfecto Palacio de la Fuente 6, en el municipio de Alicante.

Los arquitectos autores del proyecto son D. Andrés Silanes y D. Fernando Valderrama (Subarquitectura). El Promotor es la Cámara de Comercio de Alicante.

La edificación existente se planteó como centro comercial y de ocio, con un sótano de aparcamiento ocupando toda la parcela, un amplio atrio de acceso en planta baja cubierto por una estructura ligera elevada, una zona de comercios con dos niveles y una zona de cines con 10 salas de diferente tamaño con acceso a nivel de planta primera.

La estructura es de hormigón armado en sótano, planta baja y edificio comercial, y estructura metálica en los volúmenes de los cines y la cubierta del atrio, donde se disponen también vigas curvas de madera laminada. Aunque desconocemos las cargas empleadas en el cálculo de esta estructura, los recrecidos empleados en las salas de cine, ahora retirados, permiten suponer que éstas han sido muy holgadas y no habrá problema en soportar las ampliaciones previstas.

La intervención prevista afecta a la planta 1ª del edificio, en la zona correspondiente a las antiguas salas 1 a 7, situadas a la derecha del antiguo vestíbulo de los cines. Todo este espacio se unifica, demoliendo la mayoría de los paños de cerramiento de las salas de cine, el pasillo de la entreplanta de proyección y algunos otros elementos estructurales de acero laminado.

También se demuele la mayor parte del solado (se conserva únicamente parte del graderío de la sala 2), para apoyar una solera ventilada de canto variable entre 17 y 100 cm, según zonas. Las cubiertas existentes se mantienen, realizándose toda la reforma en espacio interior.

La nueva intervención consiste, a nivel estructural, en la creación de una entreplanta ocupando gran parte de la superficie disponible. Tan sólo se exceptúa la sala 1, que se mantiene con su altura completa, al igual que una parte de la sala 4; en estos volúmenes con doble altura, se colocan sendas escaleras exentas, con geometría helicoidal sin apoyos intermedios. También se mantiene gran parte del graderío existente en la sala 2, ampliando el recorte existente en la franja lateral para prolongar el pasillo de acceso.

La nueva entreplanta se dispone a dos cotas diferentes: la mayor parte de la superficie está a una cota 60 cm. por debajo de la del forjado de planta 2ª del edificio, mientras que la zona del testero de la sala 3 se dispone a la misma cota del forjado; el paso de una zona a otra se realiza por una rampa ubicada en el lateral de la sala 2, sobre la rampa del nivel inferior.

Esta entreplanta se ejecuta con forjado colaborante de chapa grecada y hormigón armado, sobre correas con sección IPE alveolada, que permiten salvar las luces elevadas de las antiguas salas de cine, descansando sobre vigas situadas en las líneas de pilares perimetrales. El canto es de 40 cm. en toda la extensión de la entreplanta, tanto en correas como en vigas, salvo las dos vigas de pórtico en la zona de forjado a cota superior, cuya sección armada alcanza un canto de 100 cm.

En algunos casos, las luces resultan excesivas para mantener el canto uniforme, por lo que se colocan pórticos intermedios (salas 3 y 7) para reducir la luz de las correas. Estos pórticos se alinean con los de la planta inferior, pero sus pilares no siempre coinciden con los inferiores, por lo que se disponen vigas de apeo de hormigón armado embebidas en la solera ventilada; estas vigas trasladan la carga de los pilares de la entreplanta a la cabeza de los pilares de la planta inferior.

En los tramos de mayor luz, las correas se completan con conectores tipo Nelson para formar una sección mixta con la capa de compresión del nuevo forjado.

Los esfuerzos de viento y sismo se soportan mediante pórticos de arriostramiento ortogonales, que reponen la capacidad previa a la demolición, junto al enlace con la estructura de hormigón armado del edificio que permite la entreplanta rígida.

2. NORMATIVA Y APLICACIONES

2.1. NORMATIVA DE REFERENCIA

En la redacción del Proyecto de la Estructura se ha considerado la siguiente Normativa española y bibliografía de referencia:

- CTE DB-SE: «Seguridad Estructural: Bases de Cálculo», para el establecimiento de las hipótesis básicas y procedimientos de cálculo y documentación
- CTE DB-SE-AE: «Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación», para el establecimiento de las acciones actuantes sobre la estructura
- CTE DB-SE-A: «Seguridad Estructural: Acero», para los elementos estructurales de acero
- «Código Estructural», para los elementos estructurales de hormigón armado
- NCSE-02: «Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación», para el cálculo de las acciones sísmicas actuantes sobre la estructura
- Europerfil: Ficha técnica «Perfil de forjado colaborante HAIRCOL 59 FC», para el cálculo del forjado mixto de chapa colaborante
- Stanley: Ficha técnica «NELSON Stud, Ferrule & Accessory Catalog», para la elección de los conectores en correas mixtas.

2.2. APLICACIONES INFORMÁTICAS

El cálculo se ha efectuado con la aplicación Tricalc 15.0.01, de reconocida fiabilidad. Este programa realiza un cálculo matricial/MEF del modelo completo, y procede al armado de los elementos de hormigón y la verificación de los elementos de acero laminado, incluso vigas alveoladas.

Para la verificación exhaustiva de vigas alveoladas, con y sin conectores, y el establecimiento de las contraflechas de ejecución, hemos empleado la aplicación ACB+ 4.02 editada por ArcelorMittal.

Para la evaluación de elementos aislados de hormigón armado, hemos empleado el Prontuario Informático del Hormigón Estructural editado por IECA.

3. ACCIONES, COEFICIENTES E HIPÓTESIS

3.1. ACCIONES GRAVITATORIAS SUPERFICIALES

TIPO CARGA	CLASIFICACION CARGA	ELEMENTO CONSTRUCTIVO	VALOR CARGA (kN/m ²)	TOTAL (kN/m ²)
CONCARGA	PESO PROPIO	Forjado FC12	2.20	
	PERMANENTE	Solado	0.50	
	PERMANENTE	Tabiquería	0.50	3.20
SOBRECARGA	USO	Aulas (C1)	3.00	3.00
TOTAL				6.20

Entreplanta (aulas, oficinas)

En el nivel inferior se retira el solado y recrecidos existentes y se dispone solera ventilada, con distinto canto según zonas. El peso de estas soleras + solados + tabiquería ligera es inferior al de los recrecidos + solados + tabiquería retirados. El nuevo uso previsto (aulas, categoría C1) es también inferior al existente anteriormente (categoría C2 ó C5).

3.2. ACCIONES SÍSMICAS

La norma NCSE-02 establece para Alicante una aceleración sísmica básica $a_b = 0.14 * g$ y un coeficiente de contribución $k = 1.0$. El soporte de la nueva estructura es un edificio de gran rigidez, por lo que consideramos un coeficiente de terreno equivalente $C = 1.00$, los que supone un coeficiente de amplificación $S = 0.827$. La aceleración sísmica de cálculo es $a_c = 0.116 * g$.

La planta se ha considerado compartimentada ($\Omega = 5\%$), por la presencia de arriostramientos en las dos direcciones. La ductilidad de la estructura se ha considerado baja ($\mu = 2$). El coeficiente de respuesta adoptado, por tanto, es $\beta = 0.50$.

3.3. ACCIONES DE VIENTO

Las acciones eólicas se establecen de acuerdo con el CTE DB SE-AE, Art. 3.3.2. La presión dinámica es $q_b = 0.45 \text{ kN/m}^2$, como se indica en el Anejo D (zona B).

El edificio se encuentra en una zona urbana, al menos en las fachadas afectadas, si bien las edificaciones próximas están alejadas; adoptamos el tipo III de la tabla 3.3.

En las salas de cine, la coronación alcanza una altura sobre rasante de 16.00 m; el coeficiente de exposición global adoptado en toda la altura es $c_e = 2.60$. La esbeltez está en torno a 0.75, por lo que se considera un coeficiente de presión $c_p = 0.80$, sin que intervenga succión al quedar ésta relegada a la fachada trasera del edificio. La acción del viento adoptada en ambas direcciones y en toda la altura sobre rasante es:

$$q_p = 0.45 * 2.60 * 0.80 = 0.94 \text{ kN/m}^2$$

En el volumen bajo el atrio, la coronación alcanza una altura sobre rasante de 9.00 m; el coeficiente de exposición global adoptado en toda la altura es $c_e = 2.30$. La esbeltez está en torno a 0.50, con forjado rígido, por lo que se considera un coeficiente de presión+succión $c_{ps} = 1.10$. La acción del viento adoptada en ambas direcciones y en toda la altura sobre rasante es:

$$q_p = 0.45 * 2.30 * 1.10 = 1.14 \text{ kN/m}^2$$

4. MATERIALES, COEFICIENTES E HIPÓTESIS

4.1. MATERIALES

4.1.1. Hormigón in situ

4.1.1.1. Vigas de apeo embebidas en solera

Hormigón HA-30, con resistencia característica $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ y de cálculo $f_{cd} = 20.0 \text{ N/mm}^2$.
Consistencia: fluida. Tamaño máximo de árido: 12 mm.
Ambiente: XC1. Relación a/c máxima: 0.60. Contenido mínimo en cemento: 275 kg/m³.
Recubrimiento nominal: 25 mm.

4.1.1.2. Soleras ventiladas

Hormigón HA-25, con resistencia característica $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ y de cálculo $f_{cd} = 16.7 \text{ N/mm}^2$.
Consistencia: blanda. Tamaño máximo de árido: 20 mm.
Ambiente: XC1. Relación a/c máxima: 0.65. Contenido mínimo en cemento: 275 kg/m³.
Recubrimiento nominal: 25 mm.

4.1.1.4. Forjados de chapa colaborante

Hormigón HA-30, con resistencia característica $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ y de cálculo $f_{cd} = 20.0 \text{ N/mm}^2$.
Consistencia: blanda. Tamaño máximo de árido: 12 mm.
Ambiente: XC1. Relación a/c máxima: 0.55. Contenido mínimo en cemento: 275 kg/m³.
Recubrimiento nominal: 20 mm.

4.1.2. Acero de armar

Acero corrugado B-500-S, con límite elástico $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$ y resistencia de cálculo $f_{yd} = 440 \text{ N/mm}^2$.

4.1.3. Acero laminado

4.1.3.1. Correas con sección IPE alveolada

Acero laminado S 355 JR, con límite elástico $f_s = 355 \text{ N/mm}^2$ y resistencia de cálculo $f_{sd} = 355 \text{ N/mm}^2$.

4.1.3.2. Chapa grecada para forjado colaborante

Acero laminado S 320 GD, con límite elástico $f_s = 320 \text{ N/mm}^2$ y resistencia de cálculo $f_{sd} = 320 \text{ N/mm}^2$.

4.1.3.3. Resto de elementos

Acero laminado S 275 JR-JO, con límite elástico $f_s = 275 \text{ N/mm}^2$ y resistencia de cálculo $f_{sd} = 275 \text{ N/mm}^2$.

4.2. CRITERIOS DE DEFORMACIÓN

Se toma como deformación máxima admisible d para los elementos de forjado horizontales, basándose en el CTE DB SE, aquella que cumpla la relación:

- $d < L/500$, siendo d la flecha activa
- $d < L/400$, siendo d la flecha total (con un 70% de sobrecarga) a plazo infinito

4.3. COEFICIENTES E HIPÓTESIS

Se toman los coeficientes e hipótesis definidos de la tabla 4.1 del CTE-DB-SE:

CONTROL NORMAL	RESISTENCIA		ESTABILIDAD	
	Favorable	Desfavorable	Estabilizadora	Desestabiliz.
ACCIÓN				
Permanente	0.80	1.35	0.90	1.10
Variable	0.00	1.50	0.00	1.50

Los valores característicos de las acciones son los indicados en el punto 3 de la presente Memoria. Los coeficientes de simultaneidad se obtienen de la Tabla 4.2 del CTE-DB-SE:

SOBRECARGA	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Uso (residencial)	0.7	0.5	0.3
Nieve (altitud <1000 m.)	0.5	0.2	0.0
Viento	0.6	0.5	0.0

En situación persistente o transitoria, las acciones permanentes se consideran en valor de cálculo, mientras que las acciones variables se combinan adoptando el valor de cálculo de una de ellas y el valor de cálculo de combinación (coeficiente Ψ_0) de las demás.

En hipótesis de sismo, las acciones permanentes se consideran en valor característico y las variables se combinan adoptando el valor característico de combinación casi permanente (coeficiente Ψ_2).