



Diseño de una cubierta para un auditorio en la calle Sociedad Musical Santa Cecilia 1 del municipio de Chelva (Valencia)

Autor:

Jesús Belmonte Sánchez

Grado de Ingeniería Civil

Curso: 2017/2018

Fecha: Junio de 2018

Tutor: Ignacio Paya Zaforteza

INDICE GENERAL:

Documento nº1. Memoria y anejos

Memoria

Anejos a la memoria:

- Anejo nº1. Estudio de soluciones
- Anejo nº2. Cálculo estructural
 - o Anexo del anejo nº2
- Anejo nº3. Procedimiento constructivo
- Anejo nº4. Cálculo estructural

Documento nº2. Planos

- Situación y Emplazamiento
- Planta
- Alzado

MEMORIA

AUTOR:

Jesús Belmonte Sánchez

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	DATOS GENERALES	1
1.2.	OBJETO DEL PROYECTO FINAL DE GRADO	1
1.3.	ANTECEDENTES	1
1.4.	CONDICIONANTES TÉCNICOS	1
2.	DATOS DE PARTIDA	2
2.1.	LOCALIZACIÓN DE LA OBRA	2
2.2.	CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA	3
2.3.	GEOMETRIA	3
2.3.2.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	3
2.3.3.	DISTRIBUCIÓN EN ALZADO	3
2.4.	GEOTECNIA	4
2.5.	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES	4
2.6.	ESTUDIO DE SOLUCIONES	4
2.7.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ADOPTADA	6
2.8.	CALCULO ESTRUCTURAL	7
2.9.	PROCESO CONSTRUCTIVO	7
2.10.	VALORACIÓN ECONÓMICA	7
3.	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO BÁSICO	9
4.	CONCLUSIONES	9

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DATOS GENERALES

El presente Trabajo final de Grado, titulado “Diseño de una cubierta para un auditorio en la calle Sociedad Musical Santa Cecilia 1 del municipio de Chelva (Valencia)” y cuyo autor es Jesús Belmonte Sánchez, estudiante de último año de Grado en ICCP, es el resultado de la aplicación de todos los conocimientos y aptitudes adquiridos a lo largo de la carrera.

1.2. OBJETO DEL PROYECTO FINAL DE GRADO

El objetivo de este trabajo es el diseño de la cubierta de un auditorio en la población de Chelva (Valencia). Para ello se ha realizado un estudio de soluciones en el que se describen y comparan varias tipologías de cubiertas según un análisis multicriterio. La opción seleccionada en el estudio de soluciones se ha diseñado en detalle.

1.3. ANTECEDENTES

El edificio objeto cuya cubierta va a diseñarse se encuentra en el municipio de Chelva, Valencia (Comunidad Valenciana, España).

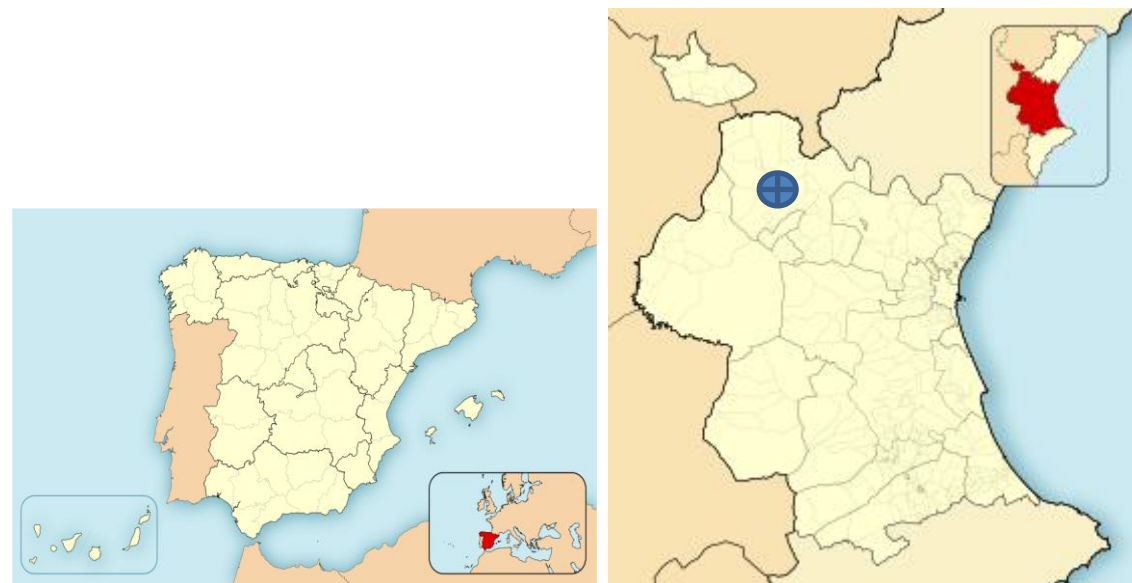


FIGURA 1/Situación/Fuente: Google maps

Esta localidad actualmente no dispone de un auditorio propio, sino que se usa un espacio polideportivo, el cual se acondiciona según lo requiera la ocasión. Es por esto que existe la necesidad de construirse el auditorio y la cubierta que nos acucia.



FIGURA 2/Sala de multifuncional/Fuente:sitio web Ayuntamiento de Chelva

Para esto, basandonos en el Trabajo Fin de Grado ya existente de la alumna M^a del Mar Martínez Sevilla y su diseño estructural, se pretende diseñar la cubierta de dicho auditorio a modo de crear una obra singular, que cumpla con su propósito y contribuya además a la modernización y revitalización del turismo del municipio. Con este se pretende imitar a la corriente seguida por algunos municipios pequeños de España donde, la inversión en infraestructuras, se busca promover tanto el turismo como la cultura un ejemplo de esto lo encontramos en Teulada y su auditorio.

1.4. CONDICIONANTES TÉCNICOS

Son de aplicación para el proyecto presente:

- EAE, Instrucción de Acero Estructural: puesto que todas las estructuras a estudiar están compuestas por elementos metálicos.
- CTE (Código Técnico de la Edificación): considerando las cubiertas como partes de una edificación, se emplea el para el cálculo de las acciones incidentes y su combinación.

Además, se seguirán las recomendaciones de las distintas guías, que sin ser documentos oficiales, proporcionan datos y directrices a seguir a la hora de realizar este tipo de estructuras, como son las guías del ITEA.

2. DATOS DE PARTIDA

En el presente proyecto, se pretende diseñar una cubierta para auditorio, partiendo de una serie de datos y condicionantes ya existentes de otro TFG, “Diseño de la Estructura de un Auditorio en el Municipio de Chelva, Valencia”, de la alumna M^a del Mar Martínez Sevilla. En este apartado se exponen los datos de aptida así como los condicionantes a tener en cuenta a la hora de realizar el estudio de soluciones y la valoración de dichas soluciones.

2.1. LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

El auditorio se localizará en una parcela del municipio de Chelva, Valencia (Comunidad Valenciana, España). La zona de actuación se localizada en la zona norte, la cual, según la zonificación del suelo urbano de las Normas Subsidiarias de Planeamiento del Término Municipal de Chelva, es suelo urbanizable. De esta zona urbanizable se ha seleccionado una parcela no urbanizada.

A continuación se muestra una sucesión de imágenes con aumentos de las parcelas.

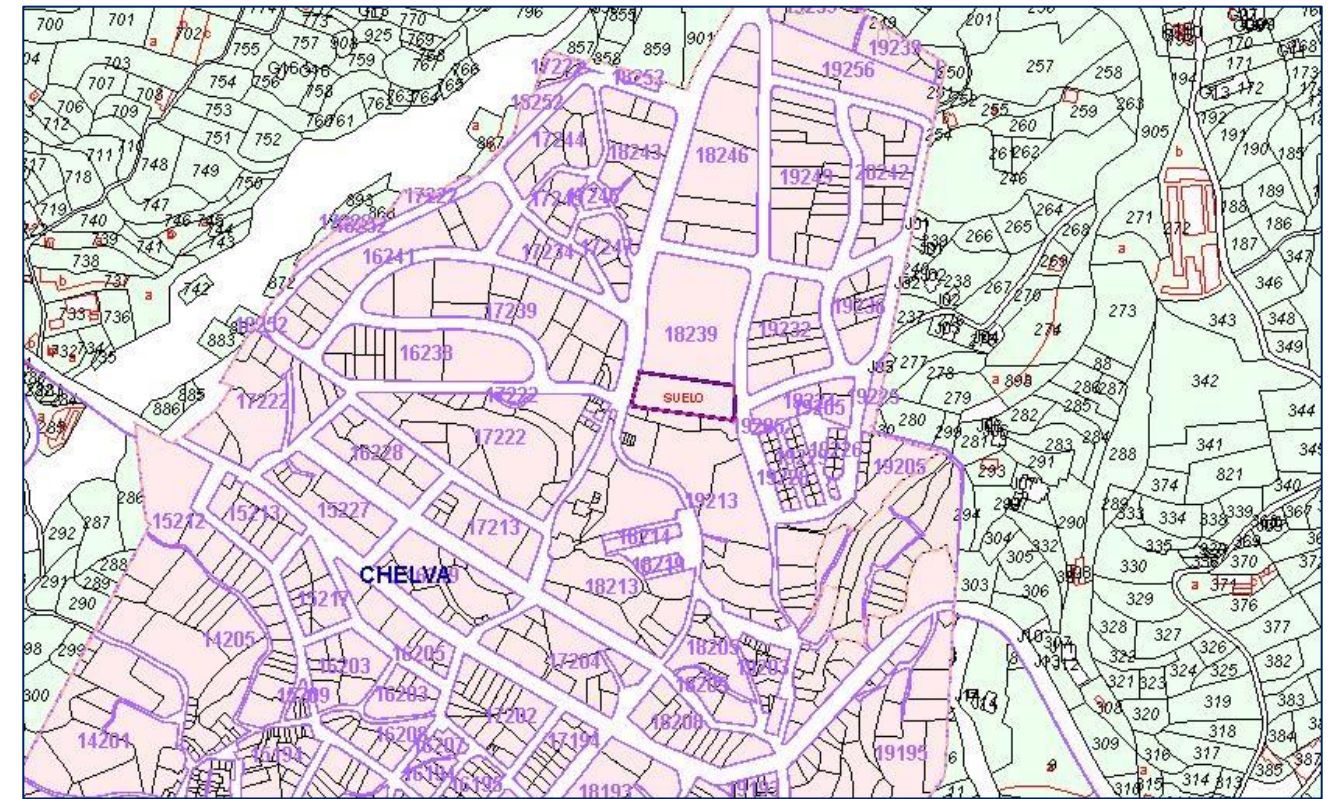
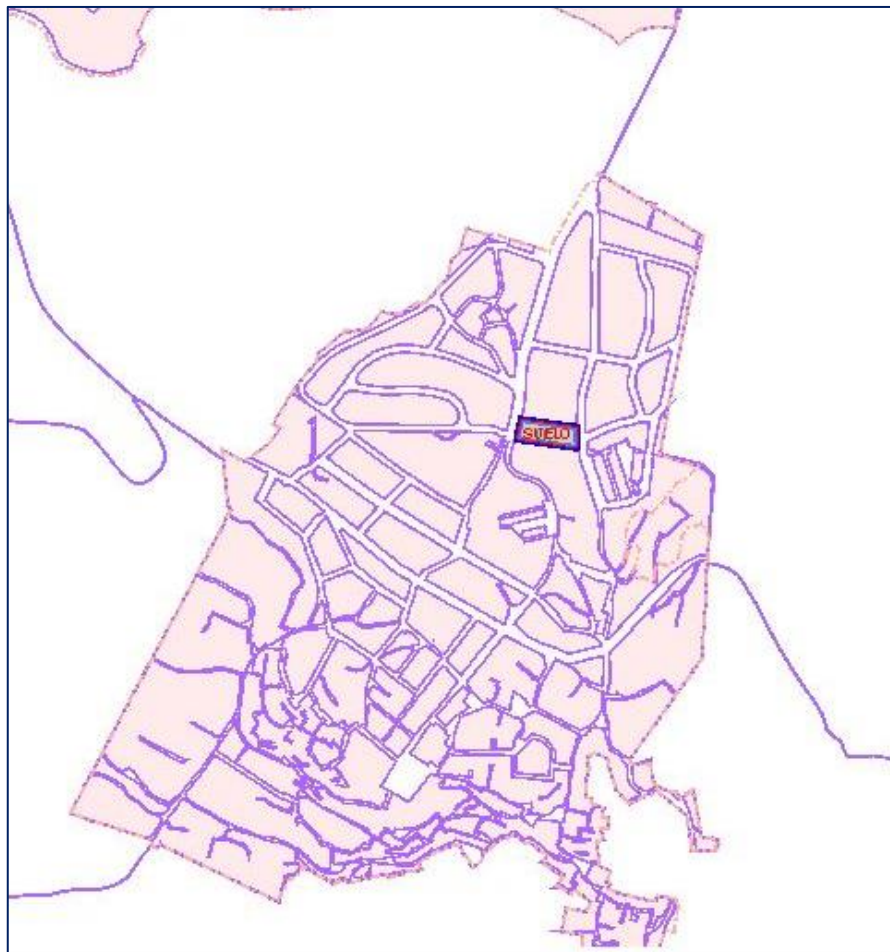


FIGURA 4/ Emplazamiento/Fuente: sede electronica del catastro

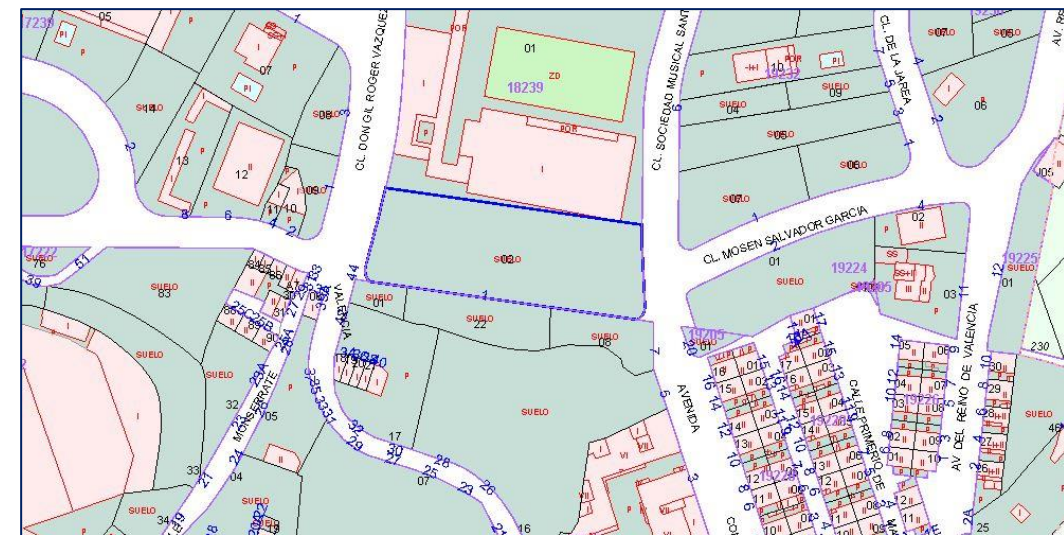


FIGURA 5/ Emplazamiento/Fuente: sede electronica del catastro

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA

La parcela elegida se sitúa en el sector norte de la localidad de Chelva. Los datos descriptivos de la parcela, extraídos de la Sede Electrónica del Catastro, se muestran a continuación.

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	1823902XK701250001BA
Localización	CL SDAD MUSICAL STA CECILIA 1 Suelo FR CULT UE-A SECTOR NORTE 46176 CHELVA (VALENCIA)
Clase	Urbano
Uso principal	Suelo sin edif.

PARCELA CATASTRAL		
	Localización	CL SDAD MUSICAL STA CECILIA 1 FR CULT UE-A SECTOR NORTE CHELVA (VALENCIA)
	Superficie gráfica	2.081 m ²

FIGURA 6/ datos de la parcela/Fuente: catastro

2.3. GEOMETRIA

2.3.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El edificio tiene una forma en planta rectangular, de 42 x 20 m (ejes X e Y respectivamente).

Está formado por 3 zonas diferenciadas por su uso:

- Entrada principal (Zona 1): 8 x 20 m
- Sala de conciertos (Zona 2): 26 x 20 m
- Zona de camerinos (Zona 3): 8 x 20 m

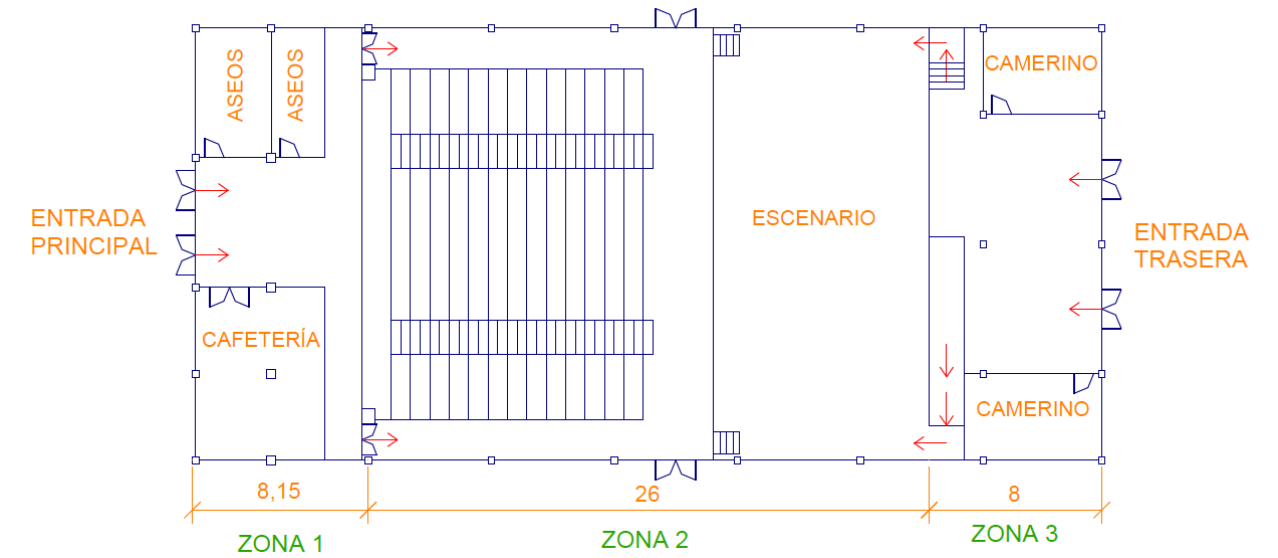


FIGURA 7/planta interior edificio/Fuente: M³ del Mar Martínez Sevilla

Cabe remarcar que la cubierta a diseñar en este proyecto, corresponde con la “Cubierta Principal” del proyecto original, abarca 36.5 m desde la entrada principal hasta parte de la zona de camerinos.

2.3.3. DISTRIBUCIÓN EN ALZADO

Para facilitar la accesibilidad a los usuarios, los accesos y salidas están a la cota de la calle.

Como ya se indicaba antes, el edificio consta de dos cubiertas a distintas cotas.

El trabajo presente se dedicará a estudiar la cubierta principal

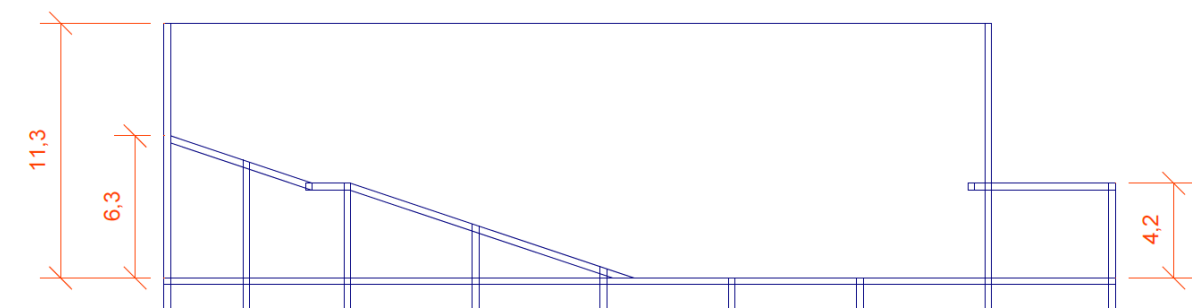


FIGURA 8/planta interior edificio/Fuente: M³ del Mar Martínez Sevilla



2.4. GEOTECNIA

Puesto que para este Trabajo Final de Grado parte de uno ya preexistente y que el estudio geotécnico esta fuera del objetivo del diseño de la cubierta principal, se parte de los datos ya disponibles del TFG de M^a del Mar Martínez Sevilla. En la siguiente tabla se resumen las principales características.

Cota apoyo cimentación	-2.30 m
Ataque al hormigón	NO
Afección del Nivel Freático	NO
Afección del sismo	NO

2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES

Puesto que el objetivo de este TFG se centra en el diseño de la cubierta principal, el resto de elementos resistentes no se estudiarán, se toman por consecuente los ya estudiados en el trabajo de partida y su ubicación:

- Cimentación: estará compuesta por zapatas aisladas cuadradas, zapatas combinadas rectangulares y vigas de atado de sección 40x40 cm.
- Pilares: debido a la variabilidad de las cargas según la zona del edificio habrá un número muy diverso de pilares en cuanto a tamaño y armado.
- Vigas: al igual que ocurre con los pilares, habrá vigas diferentes en cuanto a tamaño y tipos para las distintas zonas del edificio.
- Forjados: se ha usado forjado de viguetas de hormigón con las siguientes características:

Canto de bovedilla	33 cm
Espesor capa compresión	5 cm
Intereje	70 cm
Bovedilla	Poliestireno
Ancho de nervio	12 cm
Volumen de hormigón	0.119 m ³ /m ²
Peso propio	2.908 KN/m ²

- Losas: Las losas que forman el graderío son losas inclinadas bidireccionales de hormigón armado de 40 cm de canto. Se ha dispuesto un armado base, y además, alrededor de los pilares se ha dispuesto un refuerzo.

Por consecuente, la cubierta final será el resultado del estudio de soluciones realizado en dicho anejo.

2.6. ESTUDIO DE SOLUCIONES

Para elegir la estructura a proyectar, se ha realizado un estudio de soluciones en dos fases:

- En la primera fase, es una fase preliminar en la que las estructuras solo se han planteado a un nivel teórico. Se han propuesto 8 soluciones de distintas tipologías, desde la más simple de hormigón prefabricado, hasta otras más complejas formadas mediante mayas tridimensionales de perfiles tubulares. Tras describirlas, se ha realizado un análisis multicriterio, analizando no solo los aspectos constructivos, sino que también los estéticos e incluso el acústico. Como resultado se ha obtenido que tres de las soluciones propuestas destacan sobre el resto, obteniendo además una puntuación similar tras la evaluación multicriterio. Por esto se ha decidido estudiar las tres soluciones en profundidad. Con esto concluye la primera fase

	ANÁLISIS MULTICRITERIO										PUNTUACIÓN FINAL
	FUNCIONAL (ACÚSTICO)		ECONÓMICO		ESTÉTICO		CONSTRUCTIVO		MATERIAL		
	CALIF.	PES O	CALIF.	PES O	CALIF.	PES O	CALIF.	PESO	TIPO	PES O	
SOL 1	4	24	9	81	5	40	7	56	ACERO	1	201
SOL 2	6	36	8	72	7	56	9	72	ACERO	1	236
SOL 3	5	30	8	72	4	32	8	64	HORMIGÓN	0.9	178
SOL 4	9	54	7	63	8	64	7	56	ACERO	1	237
SOL 5	4	24	6	54	6	48	6	48	MADERA	0.8	139
SOL 6	7	42	4	36	6	48	4	32	MADERA	0.8	126
SOL 7	7	42	6	54	7	56	5	40	ACERO	1	192
SOL 8	8	48	6	54	10	80	6	48	ACERO	1	230

- En la segunda fase se han estudiado las tres soluciones (figuras-----) mediante el empleo de programas informáticos. Se han planteado las bases de cálculo para cada solución para su posterior implementación en el programa de análisis estructural. Para esto se han diseñado las tres estructuras mediante AutoCAD y posteriormente se han dimensionado en SAP2000. Este proceso ha conllevado una serie de modificaciones sobre las propuestas teóricas de la primera fase. El uso de estas herramientas informáticas ha permitido obtener tres modelos, en principio funcionales, sobre los que poder decidir qué solución es la más óptima se adapta más a los criterios buscados.

La solución 2 se ha planteado finalmente mediante perfiles tubulares en su totalidad. Se han utilizado perfiles tubulares circulares para las cigas lenticulares y rectangulares para las correas.

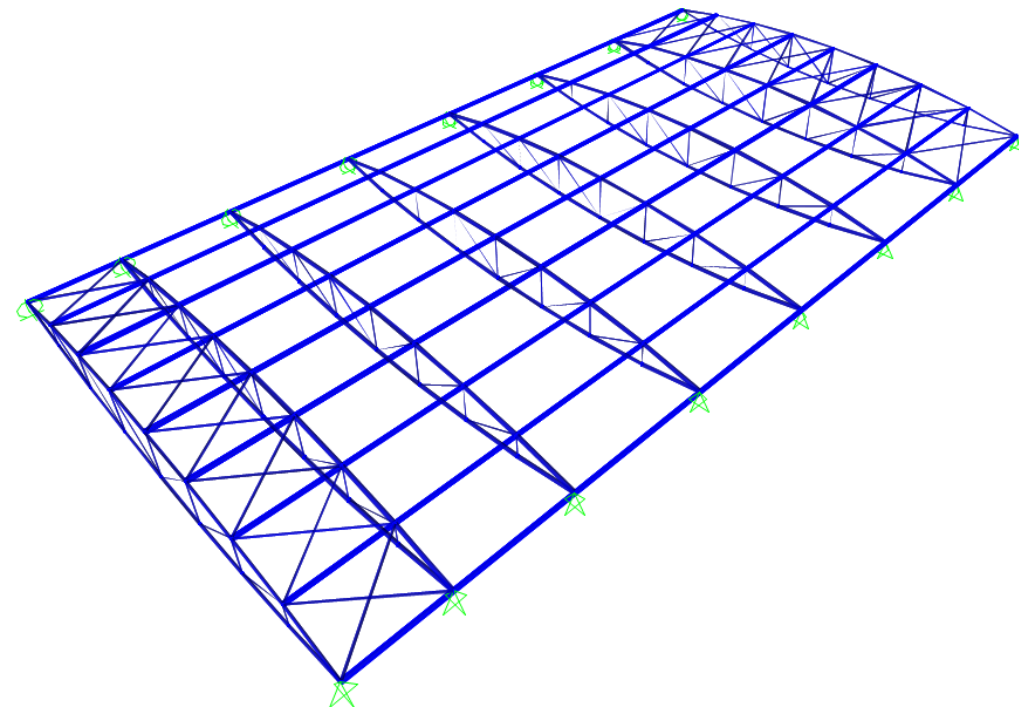


FIGURA 9/ Solución 2. Fuente propia Sap2000

La solución 4 es una estructura planteada a base de cerchas con perfiles laminados tipo HEB y UPN. Se ha variado su geometría respecto a la propuesta de la primera fase, aunque se mantienen las correas (perfiles tubulares rectangulares) apoyadas en el cordón inferior. De esta forma se obtiene una estructura exterior, cuya forma puede aprovecharse a favor de la acústica y que crea un espacio diáfano en el interior.

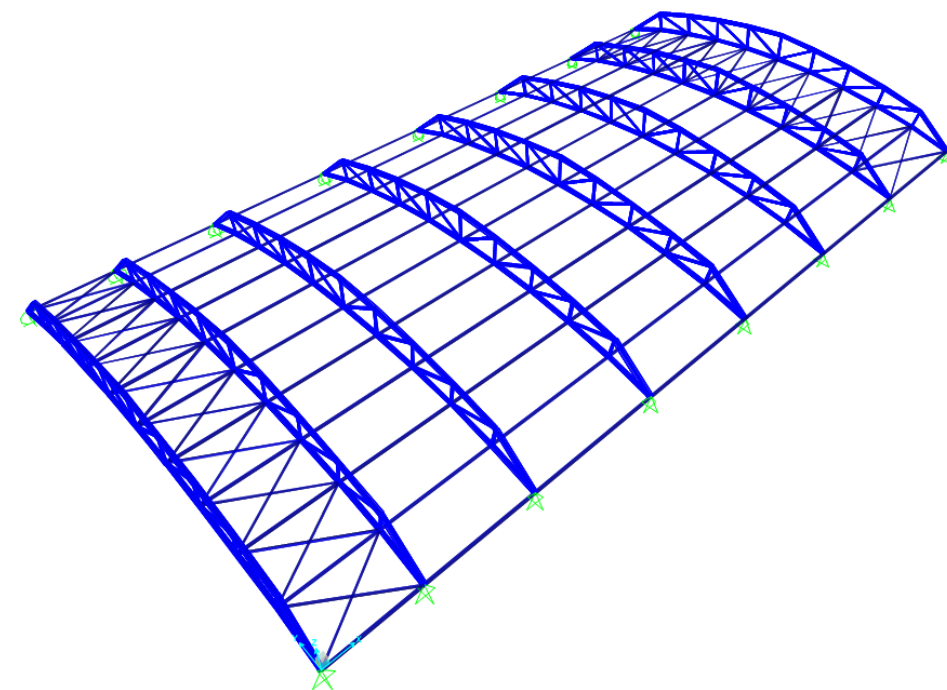


FIGURA 10/ Solución 4. Fuente propia Sap2000

Solución 4. Fuente propia Sap2000

La solución 8 estructura poliédrica a base de perfiles tubulares.

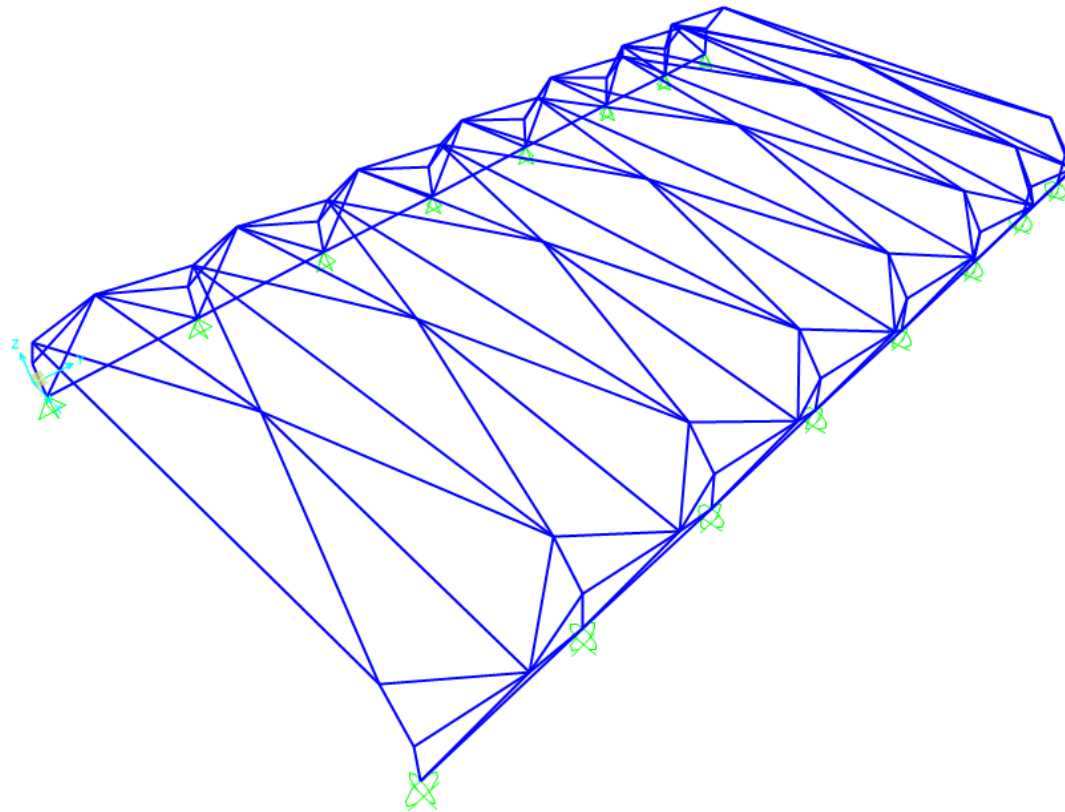


FIGURA 11/ Solución 8. Fuente propia Sap2000

Finalmente, tras analizar los resultados, se han expuesto los argumentos a favor de la solución finalmente elegida, la solución 2.

Los motivos principales han sido las ventajas de los perfiles tubulares frente a los laminados, entre los que se centra su mejor respuesta acústica, imprescindible en una obra de este carácter, el impacto visual que puede provocar la solución 4 al estar expuesta al exterior.

2.7. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ADOPTADA

La solución definitiva será una estructura a base de vigas lenticulares.

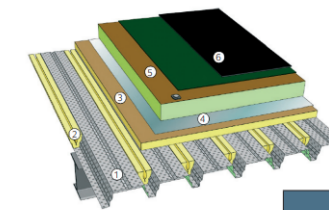
Las vigas se han planteado en su totalidad con perfiles tubulares circulares de acero s275JR. Para los cordones superiores se ha usado un mismo tipo de perfil, evitando así el sobre coste

que requerirían las soldaduras entre los extremos. Los montantes y diagonales se han materializado mediante perfiles de dimensiones menores, puesto que los esfuerzos a los que van a estar sometidos son inferiores. La unión entre montantes y diagonales con el cordón se ha planteado mediante soldadura en todo su perímetro.

Las vigas laterales, al estar estas sometidas a menores esfuerzos, sus cordones inferiores y superiores tendrán distintos espesores.

El cerramiento de la estructura se ha planteado mediante una cubierta tipo CN 1114i que ofrece la Compañía ArcelorMittal, el cual además de una excelente absorción acústica está recomendado para salas multiusos y de conciertos interiormente se colocaran unos paneles de madera fonoabsorbente. Estarán colocados de forma que la estructura pueda ser vista desde la posición del público y quede oculta mediante estos paneles vista desde el escenario.

CN 1114i bitum o PVC



Descripción del sistema

1. Perfil Hacierco gama deck perforado
2. Aislamiento tipo 1
3. Aislamiento tipo 2
4. Barrera de vapor
5. Aislamiento tipo 3
6. Membrana bituminosa multicapas

Sistema	Aislamiento acústico	Absorción acústica	Transmitancia térmica	Factor de temperatura en la superficie	Peso
	Rw (C ; Ctr) dB	α_w	U W/(m ² .K)	f _{RSi}	Kg/m ²
bitum (b)	36 (-1 ; -6)	0,95	0,33	0,97	36
PVC (P)	36 (-2 ; -8)	0,95	0,33	0,97	30

Sistema		Aislamiento según frecuencia					
		125	250	500	1000	2000	4000
bitum	R dB	17	24	32	47	61	80
PVC	R dB	15	24	33	42	58	75
bitum/PVC	α	0,61	0,92	0,94	0,95	0,97	0,84

Ventajas

- Excelente absorción acústica
- Buen rendimiento térmico
- Curvado in situ
- Para salas multiusos, salas de conciertos...

Características mecánicas	
Autoportante:	Hasta 4,50 m

FIGURA 12/ Fuente: Arcelormittal

Longitudinalmente se colocaran las correas de la cubierta, de acero s275JR y con perfiles rectangulares de 100x100x5.4 mm. Se unen al corroen superior mediante una placa en T soldada al corodn superior. En los vanos de los laterales colocan las riostras (perfiles tubulares circulares) frente al viento.

Los apoyos se han materializado mediante unos elementos de apoyo metálico, a los cuales se ha soldado los extremos de las vigas, preparados de fábrica mediante una placa circular a la que se han soldado ambos cordones con solape. Estos elementos se apoyan sobre unos apoyos de neopreno situados sobre las vigas de la estructura, anclados en los apoyos de los extremos para resistir las tracciones que se producen para ciertas combinaciones de carga donde el aire,

que produce succión sobre toda la cubierta debido a su baja curvatura, produce un efecto de tracción sobre los neoprenos de los laterales.

2.8. CALCULO ESTRUCTURAL

Para la solución elegida se han llevado una serie de comprobaciones y dimensionamientos para complementar los resultados del SAP2000. Todos estos cálculos han ido asociados a perfiles tubulares, por lo que se ha seguido la EAE y las publicaciones del Instituto Técnico de la Estructura en Acero.

Se han comprobado que todos los perfiles obtenidos mediante el dimensionamiento en SAP2000 tenían un aprovechamiento menor al 100%, aunque han tenido que aumentarse en un principio los cordones superiores de las vigas por no cumplir estos.

Las flechas máximas que se producen en la estructura cumplen con los requisitos mínimos de deformaciones del CTE.

Las uniones de la estructura son todas mediante soldadura de los perfiles tubulares. Las uniones entre cordones y diagonales y montantes se han diseñado de forma que cumplan con las especificaciones de la EAE. Todas estas uniones se materializado sin solape, de forma que no se generen excentricidades en la unión.

Los cordones, como ya se ha indicado, son de un mismo perfil, en lugar de distintos perfiles que, pese a que permiten un ahorro de material, aumentan los costos de fabricación por las uniones soldadas entre los extremos de cada perfil.

Los extremos de las vigas vendrán de fábrica preparados para soldarse a las piezas de anclaje. Constarán de una palca ala circular a la que se le han soldado ambos cordones con solape. Puesto que para esta comprobación la EAE no establece nada en concreto se ha calculado como si la placa de anclaje se tratase de un perfil laminado al que se le soldan dos perfiles tubulares soldados.

Los apoyos de neoprenos, se han dimensionado en función de las reacciones y deformaciones obtenidas en el SAP2000, siendo de tipo rectangulares B (fabrica VSL) en luso apoyos intermedios. En los extremos se han utilizado del tipo BS con anclaje mediante tornillos, puesto que en estos apoyos, para las combinaciones ELU con carga predominante de viento se producen tracciones en el neopreno. Se anclaran mediante dos tornillos a la placa y a la viga sobre la que se apoyan. Las características técnicas se han obtenido del catálogo técnico de la marca.

2.9. PROCESO CONSTRUCTIVO

Las vigas lenticulares vendrán montadas de fábrica. Su transporte se realizará mediante transporte especial.

Una vez en obra se izan las cerchas mediante grúas de 10 toneladas con dos puntos de apoyo. Una vez izadas, se apoyaran provisionalmente sobre los pilares, de forma que un operario pueda llevar acabo de soldadura de los extremos a las piezas de anclaje. Se realizara esta acción para cada uno de las cerchas.

Las correas se soldaran en obra, un tramo de 6.5m y cinco de 6m, de forma que se haga coincidir la soldadura con los puntos de momentos nulos. Las correas de 36.5 metros se anclan a las cerchas mediante la placa en T soldada al cordón

2.10. VALORACIÓN ECONÓMICA

CÓDIGO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR	IMPORTE
UO01	kg	4886.99	Acero s275JR para vigas con perfiles tubulares	3.84	18,766.04
UO02	kg	5267.65	Acero s275JR para vigas correas tubulares.	2.46	12,958.42
UO03	kg		Acero s275JR para chapas de anclaje	2.22	515.36
UO04	m ³	734.964	Cubierta Globalroof, modelo CN 1114i PVC	22.56	16,580.79
UO05	m ³	734.964	Paneles fonoabsorbentes de madera lisos	12.56	9,231.15
UO06	Ud	16	Aparato de apoyo	18.55	296.80
				TOTAL	58348.56

Ensayos (1%): 583.49 €

Seguridad y salud (2.5%): 1458.71 €:

$PEM = 60390.76 \text{ €}$

13 % *gastos generales* = 7850.798247€

6% *beneficio industrial* = 3623.445345€

PRESUPUESTO TOTAL SIN I.V.A. = 71865.00€

21% *DE I.V.A.* = 15091.64986€

PRESUPUESTO TOTAL = 86956.65€

La valoración estimada del presupuesto total de la estructura diseñada en este proyecto es de:

Ochenta y seis mil novecientos cincuenta y seis euros con sesenta y cinco céntimos.

3. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO BÁSICO

Documento nº1. Memoria y anejos

Memoria

Anejos a la memoria:

- Anejo nº1. Estudio de soluciones
- Anejo nº2. Cálculo estructural
- Anexo del anejo nº2
- Anejo nº3. Procedimiento constructivo
- Anejo nº4. Cálculo estructural

Documento nº2. Planos

- Situación y Emplazamiento
- Planta
- Alzado
- Detalles constructivos

4. CONCLUSIONES

El Trabajo Final de Grado supone, por un parte, un gran reto para el alumno puesto que es la primera vez que se enfrenta a la redacción de un documento de este nivel, y a su vez, una gran ayuda para poner en práctica los conocimientos, tanto teóricos como técnicos.

Para este trabajo han sido de gran utilidad los conocimientos adquiridos en todas las asignaturas relacionadas con el análisis estructural, en concreto las asociadas al acero estructural. También han sido de utilidad los conocimientos de la asignatura de Tipología Estructural y Edificación.

Tras todos los documentos que integran el actual Trabajo “Diseño de una cubierta para un auditorio en la calle Sociedad Musical Santa Cecilia 1 del municipio de Chelva (Valencia)”, se considera que se ha realizado el análisis de los antecedentes, que se han justificado el objeto del trabajo, que se han estudiado las posibles alternativas estructurales, que se ha encontrado la solución adecuada y se ha diseñado en profundidad, y que se ha realizado la correspondiente valoración estimada.

Valencia, Junio de 2018

El autor del Trabajo Final de Grado



Jesús Belmonte Sánchez.