



***ELEMENTOS ESTRUCTURALES SINGULARES
EN LA ARQUITECTURA DE JOSÉ DE YARZA
GARCÍA***

AUTOR: J. PABLO ORTEGA MOROLLÓN

TUTORES: SERGIO SEBASTIÁN FRANCO

CARLOS LABARTA AIZPÚN

Grado de Estudios en Arquitectura. Universidad de Zaragoza

Noviembre 2019

“La mejor obra es la que se sostiene por su forma, no por la resistencia oculta del material”

Eduardo Torroja en *“Razón y ser de los tipos estructurales”*

RESUMEN:

Análisis de elementos estructurales singulares en cuatro obras del arquitecto zaragozano José de Yarza García. Desde el principio de su carrera profesional, las estructuras han estado presentes en sus proyectos. Tras una breve introducción biográfica y de contexto histórico se procede al análisis de las obras.

Los cuatro proyectos se sitúan en la ciudad de Zaragoza y se clasifican en función de los materiales y los sistemas estructurales que los forman. Viendo el transcurso del proceso proyectual, desde las etapas iniciales hasta el final de la obra, se llega a una serie de conclusiones de cómo las estructuras influyeron en la arquitectura de Yarza.

ABSTRACT:

Analysis of singular structural elements in four projects by architect José de Yarza García. Since the beginning of his professional career, structures have been present. After a brief biographical and historical context introduction, the works will be analyzed.

The four projects are located in the city of Zaragoza and will be classified according to the materials and structural systems that form them. Seeing the course of the project process, from the initial stages to the end of the work, a series of conclusions will be reached on how the structures influenced Yarza's architecture.

ÍNDICE

1. Introducción	6
2. José De Yarza García, una vida marcada por la arquitectura	9
3. Contexto Histórico	12
4. Grandes luces en la arquitectura de José de Yarza García	14
4.1 Grandes luces. Estructuras colgantes	16
4.1.1 Curvatura simple (Umbráculo de Los Enlaces)	17
4.1.2 Curvatura doble (Capilla de los Marianistas)	25
4.2 Grandes luces de hormigón	32
4.2.1 Pórticos de hormigón (Cine Coliseo)	34
4.2.2 Arcos parabólicos (Cine Fleta)	41
5. Conclusión	48
6. Bibliografía	52

1. INTRODUCCIÓN.

MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS:

La principal motivación de este trabajo es lograr conocer y dar a conocer algunos elementos singulares, desde el punto de vista estructural, de la obra de José de Yarza García, (1909-1995) uno de los máximos exponentes de la arquitectura aragonesa del siglo XX. Fue un prolífico autor con más de 600 obras firmadas y construidas en Zaragoza, gran urbanista, autor del plan de ordenación urbana de la ciudad de los años 50, y por lo tanto artífice de lo que es el centro actual de la ciudad de Zaragoza. Su trabajo como arquitecto es poco conocido a nivel nacional e internacional, por tratarse de una obra poco difundida, pero de la cual, sin duda alguna, podemos seguir aprendiendo en nuestros días.

Además, resulta interesante profundizar en una rama de la arquitectura como son las estructuras, de una manera diferente, dejando atrás los cálculos y empezando por entender el por qué, y el cómo de las mismas.

El estudio individualizado de proyectos concretos, permite aprender más acerca de algunos tipos estructurales que pueden resultar muy ilustrativos a lo largo de la vida profesional de un arquitecto, ofreciendo un mayor número de soluciones a la hora de proyectar, más allá de lo convencional.

Además de aprender más acerca de las estructuras y los diferentes tipos estructurales y de dar a conocer la obra de José de Yarza, el objetivo es demostrar que se pueden tener referentes de buena arquitectura sin salir de Zaragoza. Una ciudad donde la arquitectura no ha estado presente en las escuelas y universidades hasta bien entrado el nuevo milenio, por lo que la cultura arquitectónica se veía reducida a aquellos que regresaban a la ciudad una vez se hubieran formado fuera. A pesar de ello, la a veces menospreciada Zaragoza en lo que a este tema se refiere, también tiene buenas obras y de las que se puede aprender.

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

Para la realización de este trabajo, en primer lugar, se ha llevado a cabo un estudio de la obra de Yarza, identificando elementos de su obra que pudiesen ser destacables, llamativos o singulares en lo estructural. Con la idea de realizar un estudio más concreto, nos centraremos en aquellas estructuras que cubran grandes espacios, las llamadas grandes luces.

Se han seleccionado cuatro proyectos. A continuación, se ha propuesto una clasificación de cada uno de estos elementos en función de sus características; por un lado, se ha diferenciado aquellas estructuras colgantes mixtas, formadas por cables de acero y hormigón armado, y las grandes luces de hormigón armado. Agrupando los proyectos de dos en dos en cada uno de los tipos. Tras ello se ha expuesto la conclusión a la que se ha llegado.

Para obtener la información se han usado varias fuentes:

La tesis doctoral del arquitecto Guzmán de Yarza Blache, nieto de José de Yarza García, titulada *“José de Yarza García; vínculos europeos en la modernidad periférica española”*, en la que realiza un análisis global de la obra del arquitecto, además de un análisis crítico de su manera de hacer arquitectura. De esta obra, se han obtenido importantes datos biográficos del autor, así como un análisis general de cada una de las obras.

Para obtener información documentada de los proyectos, planos, memorias, etc. se intentó contactar con el archivo personal de Yarza, pero esta idea se desestimó, al no poder contactar con la persona que actualmente lo custodia. El propio nieto de Yarza explica en su tesis cómo se siente un privilegiado por poder acceder al mismo.

En el Archivo Municipal del Ayuntamiento de Zaragoza se ha podido conseguir información general de algunos de los proyectos, planos del conjunto y memorias. De algunos de los proyectos se pudo disponer de detalles o documentos referidos a los tipos estructurales interesados. Para poder acceder a la consulta de dichos planos no se pudo realizar por el método convencional, por lo que se hizo mediante una solicitud al Registro General del Ayuntamiento de Zaragoza

argumentando que la finalidad de esta consulta era meramente académica. Por lo que, tras ser aceptada, permitió el acceso a la documentación.

Los planos de detalle se obtuvieron a través de internet, en el Archivo de la Fundación Alejandro de la Sota. En él, aparecían digitalizadas algunas de las obras de Yarza, cedidas al mismo, por el propio Guzmán de Yarza, tal y como me comunicó Teresa Couceiro, directora de dicha fundación.

Por todo ello, las obras que aparecen en este trabajo, son aquellas de las que se dispone información suficiente y relevante como para poder ser analizadas, el resto, aun resultando también interesantes, tuvieron que descartarse debido a la falta de información.

Gracias a que todas estas obras se encuentran en la ciudad de Zaragoza, se han podido visitar y conocer de cerca. Viendo como el paso del tiempo había influido en ellas.

En la realización de este trabajo se ha tenido en cuenta que el lector tiene unas nociones básicas de estructuras con el fin de que sea lo más conciso posible. El conocimiento de términos como tracción, compresión o los esfuerzos, axil o cortante entre otros.



1. José de Yarza García. Fuente: Archivos de arquitectos. Disponible en: <http://archivosarquitectos.com>



2 Memorial de José de Yarza Echenique, padre de nuestro protagonista, en el centro de Zaragoza. En el puede leerse : *La ciudad Honra aquí a sus funcionarios, muertos en la vía pública el 23 de Agosto de 1920 cuando conscientes del peligro en que perecieron excedían voluntarios el deber profesional reparando con sus manos el alumbrado de la urbe*". Fuente: Foto realizada por el autor.

2. JOSÉ DE YARZA GARCÍA, UNA VIDA MARCADA POR LA ARQUITECTURA.

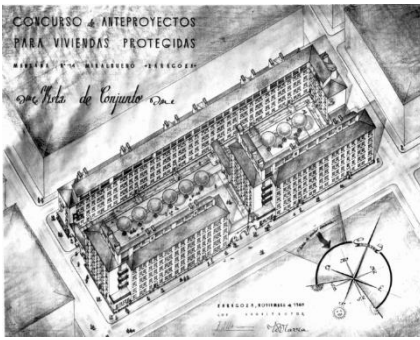
José de Yarza García nació en Zaragoza el 12 de marzo de 1907. Hijo del también arquitecto José de Yarza Echenique y Concepción García. Tuvo una hermana mayor, María Concepción (1903) y un hermano pequeño, Fernando (1909), con quien establecería una estrecha relación durante su infancia.

Su pasión por la arquitectura no fue casual, la familia Yarza se llevaba dedicando a la arquitectura zaragozana desde el siglo XVI, cuando Juan de Yarza y Romero, fue el maestro de Obras de la Catedral del Salvador (La Seo)¹. Su padre, arquitecto municipal de Zaragoza como ya lo habían sido más de un antepasado suyo, trabajo al que se dedicó íntegramente desde 1911 hasta su muerte el 23 de agosto de 1920, a manos de un anarco-sindicalista, mientras se disponía a reparar, él mismo, el alumbrado público de la ciudad ante una huelga de los operarios². Este hecho marcaría la infancia y adolescencia de Yarza. El apoyo de su madre y su hermana mayor sería fundamental a lo largo de sus estudios.

El arquitecto zaragozano creció en el seno de una familia acomodada, tras pasar por varios centros, finalizó sus estudios en el colegio de los Jesuitas de Zaragoza. En 1924 fue a estudiar a Madrid y tras dos años de preparación, estudió en la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid, graduándose en 1933. Durante esos años pudo asistir a conferencias de grandes arquitectos tanto nacionales como internacionales: García Mercadal, Le Corbusier, Walter Gropius, Erich Mendelsohn, entre otros. Tras obtener el título, entre 1933 y 1934, realizó una estancia en Berlín, en la escuela de Charlottenburg-Berlin, interesado por la arquitectura que allí se estaba realizando. Durante su estancia conoció al profesor Herman Jansen, con quien entabló una gran amistad. Con él realizó numerosos viajes por Europa, uno de ellos le llevaría hasta Suecia donde conocería a Solvi Nordmark, con la que

¹ DE YARZA GARCÍA, José. 1948. La familia de los Yarza. En: Revista Nacional de Arquitectura n. 82. pp 405-410

² Memorial de José de Yarza García.



3 . Grupo Residencial Francisco Caballero. José de Yarza y Alejandro Allánegui. (1940, Zaragoza) Fuente: Archivos de arquitectos. Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/1>

dos años más tarde, en mayo de 1936, se casaría en Zaragoza. Con ella tendrían cuatro hijos, Ana Cristina (1937), José Miguel (1937), Juan Carlos (1941) y Domingo (1945). Con el segundo y el cuarto compartiría el ejercicio de profesión en su despacho los últimos años de su carrera profesional.³

Durante la Guerra Civil, participó en el Bando Nacional donde fue herido en un brazo. Tal y como recoge Guzmán de Yarza en su tesis⁴:

“(…) estuvo a punto de morir en varias ocasiones, pero no a manos del enemigo, sino fusilado por sus continuas faltas de disciplina. De estas subordinaciones fue salvado por el General Moscardó, a quien le uniría una estrecha relación.”

A pesar de su participación en la guerra no abandonó el ejercicio de su profesión durante estos años, ya que le fueron encargados varios proyectos de monumentos funerarios o incluso un proyecto de Panteón para los Caídos en el Alcázar de Toledo.

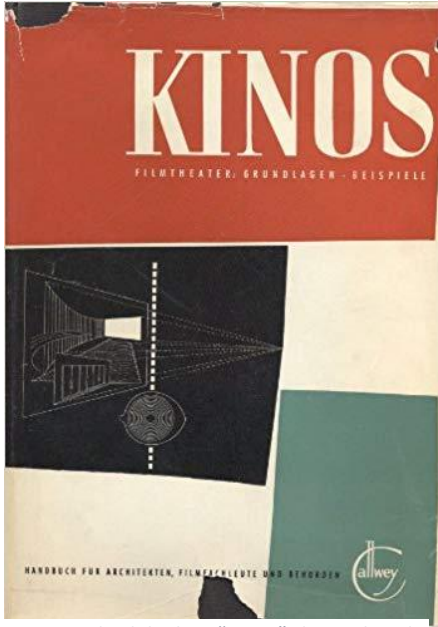
Al finalizar la contienda, en 1939 vuelve a Zaragoza, se asocia con Alejandro Allánegui y entre 1939 y 1946, tendría una de las épocas más productivas de su carrera, llegando a realizar hasta sesenta proyectos por año. A partir de entonces trabajaría en solitario.

En 1941 fue nombrado Arquitecto Jefe de la Dirección de Arquitectura del Ayuntamiento de Zaragoza, obteniendo así el puesto que ya había tenido su padre y ocupándolo hasta el final de su carrera, en 1973.

Durante el resto de su vida profesional desempeñó a la vez tanto actividad pública en el ayuntamiento, como privada en su estudio. En 1943 fue nombrado académico numerario de la Real Academia de Nobles y Bellas Artes de San Luis, una institución con sede en el museo de Zaragoza y que promovía el estudio del arte en Aragón, a raíz de este nombramiento publicaría el libro “Aportación de la familia Yarza a la Arquitectura y Urbanismo de Aragón”

³ DE YARZA BLACHE, Guzmán. 2015. José de Yarza García; vínculos europeos en la modernidad periférica española. Madrid, Tesis Doctoral ETSAM. pp 25-69

⁴ DE YARZA BLACHE, Guzmán. ref 3, pp 56-57



4 . Portada del Libro “Kinos” de Paul Bode, en el cual se incluye el Cine Palafox de José de Yarza. Fuente: Amazon, Disponible en: <https://www.amazon.com/Kinos-Vorfuhrtraume-Grundlagen-Vorschriften-Werkzeichnungen/dp/B009J0OJQS>



5. Grupo residencial Salduba, José de Yarza. (1958, Zaragoza). Fuente: Archivos de arquitectos, Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/6>

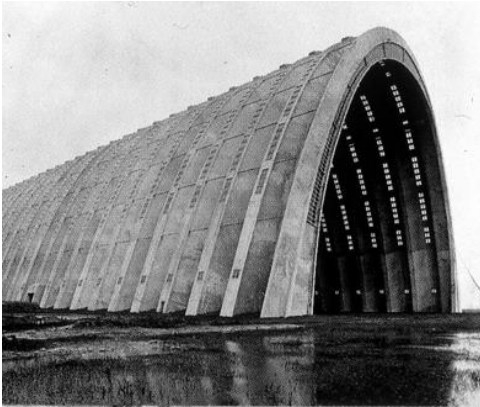
A lo largo de su vida mantuvo un gran interés por la arquitectura española e internacional. Estaba suscrito a numerosas revistas nacionales e internacionales: *L'Architecture d'Aujourd'hui*, *Moderne Bauformen*, *Byggmästeren*, *Architect's Journal*, *Architectural Review* y también españolas como *Informes de la construcción* y *Nuevas Formas* o la *Revista Nacional de Arquitectura*, donde publicó en numerosas ocasiones. Cabe destacar también la publicación internacional de su proyecto del Cine Palafox en el libro “Kinos” del arquitecto alemán Paul Bode⁵.

Entre las principales obras encontramos, además de las analizadas, un amplio repertorio de usos, desde viviendas sociales, como el Grupo Salduba (1958) a arquitectura docente o un gran número de cinematógrafos de entre los cerca de ochocientos proyectos en los que participó a lo largo de su vida.

En 1973 abandono el ejercicio profesional definitivamente, del que se había ido alejando progresivamente. Durante sus últimos años se dedicó a ordenar y clasificar todo su archivo personal⁶, lo que deja evidente su clara intención de dejar un legado para el futuro. José de Yarza murió en Zaragoza en 1995 dejando un legado arquitectónico incalculable.

⁵ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3. P 199.

⁶ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3. P 201.



6. Hangares del aeropuerto de Orly (Francia), obra del ingeniero francés Eugène Freyssinet. Con un espesor de 9 cm salva una luz de 55 m. Fuente: Arquiscopio, disponible en: <https://arquiscopio.com/archivo/2013/02/02/hangares-para-dirigibles-de-orly/>



7. Pabellón de rayos cósmicos de Felix Candela, la lámina de hormigón que conforma su cubierta tan solo tiene 15 mm, permitiendo así el paso de los rayos cósmicos para la investigación. (1951, Ciudad de México). Fuente: Arquitectura y Empresa, disponible en: <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/pabellon-de-rayos-cosmicos-1951-arquitectura-de-felix-candela>

3. CONTEXTO HISTÓRICO.

José de Yarza realiza su vida profesional entre 1939 y 1977. En su inicio España acaba de vivir una guerra civil que había dejado el país en una situación de miseria y hambruna.

En aquellos primeros años, de los que datan las obras que analizaremos, las condiciones de trabajo, los materiales y los medios para llevar a cabo los proyectos, eran totalmente distintos de los que ahora conocemos. La escasez de materiales hizo que éstos se llevasen hasta el extremo, Los arquitectos lograban que las construcciones fuesen resistentes por la forma que se les aplicaba y no por las propiedades del material.

El hormigón es un claro ejemplo de este principio, material moldeable, se le puede dar la forma que se desee para llevar al extremo sus propiedades, dentro de unos límites, debido a que el encofrado que se debe crear como molde tiene que ser construible.

El primer edificio con hormigón armado se construiría en España en 1900, tan solo cuatro décadas antes que el inicio de la carrera profesional de Yarza. Durante esta época hubo numerosos avances en la técnica de construcción y el hormigón armado, fue llevado al extremo en obras como los hangares de Orly (París), que fueron diseñados por Eugene Freyssinet entre 1921 y 1923, y que salvaban una distancia de alrededor de sesenta metros de luz. Esta obra se construyó con láminas parabólicas de hormigón armado, eliminando la división funcional entre paredes y techo.

En España, la arquitectura de Félix Candela, fue un claro ejemplo de innovación y de búsqueda de las oportunidades que permitía un material como el hormigón.⁷

El hormigón carecía de aditivos y la mezcla del mismo cobraba una importancia suma, de tal manera que en todas las memorias aparecen especificadas las cantidades exactas de grava, arena, agua y cemento necesarias para la dosificación,

⁷ TORRJA MIRET, Eduardo. 2010. Razón y ser de los tipos estructurales. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

variando las cantidades de éstos en función de los requerimientos que se necesiten del material.

En cuanto al acero, era un material caro en aquella época, por lo que los armados tenían que ser, en la medida de lo posible, los justos y necesarios. Además los aceros que formaban los hierros de los armados eran de acero liso, no corrugado, y requerían de unos pliegues en sus extremos para evitar el deslizamiento, hecho que se aprecia en todos los planos estructurales disponibles, donde además de los dobles de anclaje que se usan hoy en día, se realizaban estos segundos pliegos en U, para evitar el movimiento de éstos durante la vida útil del hormigón.

En las construcciones de los años 40 y 50, la arquitectura moderna estuvo más presente en el mundo urbano, ya que en el mundo rural todavía seguía arraigada la construcción más tradicional. Las estructuras de la mayoría de los edificios, sobre todo los de uso residencial, se componían de hormigón armado y en menor medida de elementos de acero. En estos casos cubrían luces de poco tamaño, raramente más de cinco o seis metros, lo suficiente para poder distribuir una vivienda o un local. Esta técnica permitía construir más rápido y evitar riesgos a la hora de dimensionar las estructuras, además los medios de construcción de los que se disponían eran precarios y limitaban estas distancias.

En edificios singulares, aquellos que por su programa se consideraban especiales como pueden ser los de uso religioso o de ocio, se mantenía esta tendencia de luces de poco tamaño, pero era donde se podían encontrar más variedades.

Este último tipo de edificios, es el que vamos a analizar en este trabajo, aquellos donde los arquitectos podían tener más libertad en el diseño y donde se encuentran edificios de gran calidad arquitectónica.

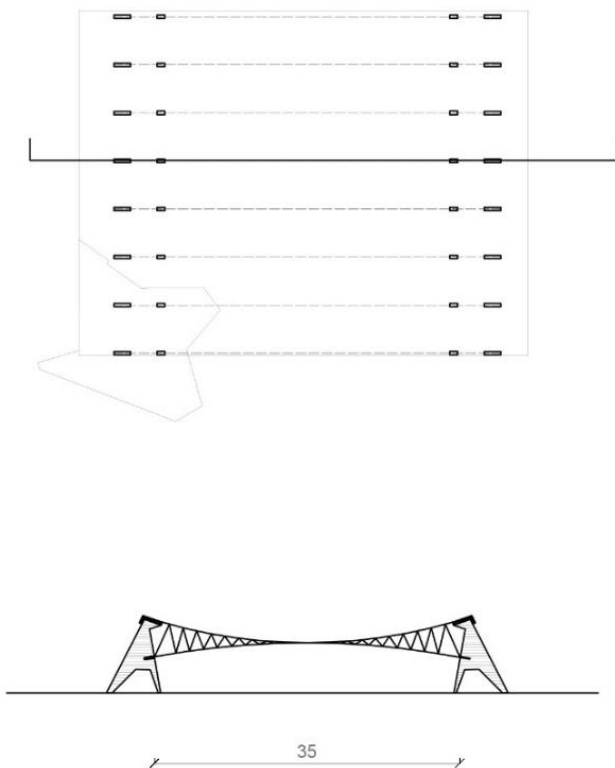
4. GRANDES LUCES⁸ EN LA ARQUITECTURA DE YARZA GARCÍA.

Este trabajo se va a centrar en aquellas estructuras de José de Yarza García que, por la longitud que salvan para lograr el espacio que queda debajo, se consideran grandes luces. En este trabajo vamos a hacer un repaso de algunas de ellas y como Yarza afrontó su diseño en cada uno de los casos. Para ello se estudiarán tanto estructuras colgantes cableadas, como arcos y pórticos de hormigón armado.

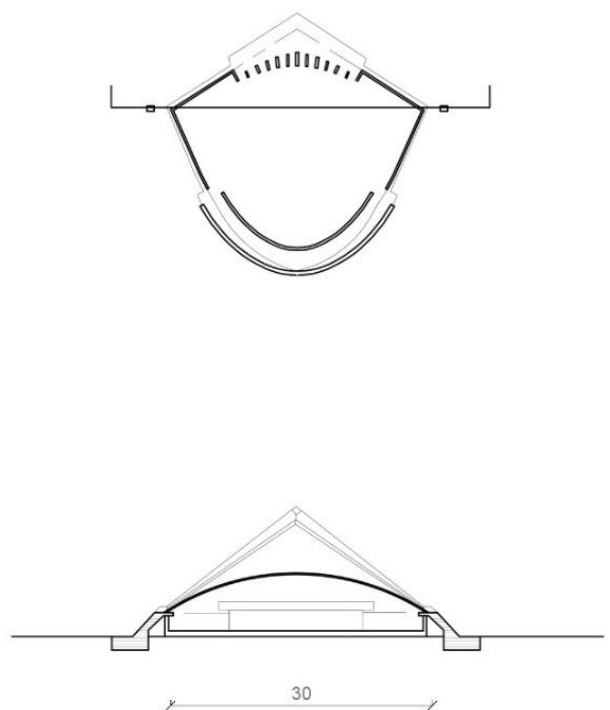
8. Diagramas de la planta y la sección de cada uno de los proyectos analizados en el trabajo. Fuente: Diagrama realizado por el autor

Todos estos proyectos se entienden desde la sección, esta vista nos permite apreciar tanto el espacio interior, como la forma de la estructura, es por eso que todos los proyectos se analizan a través de este elemento de representación.

Umbráculo de Los Enlaces (1961)



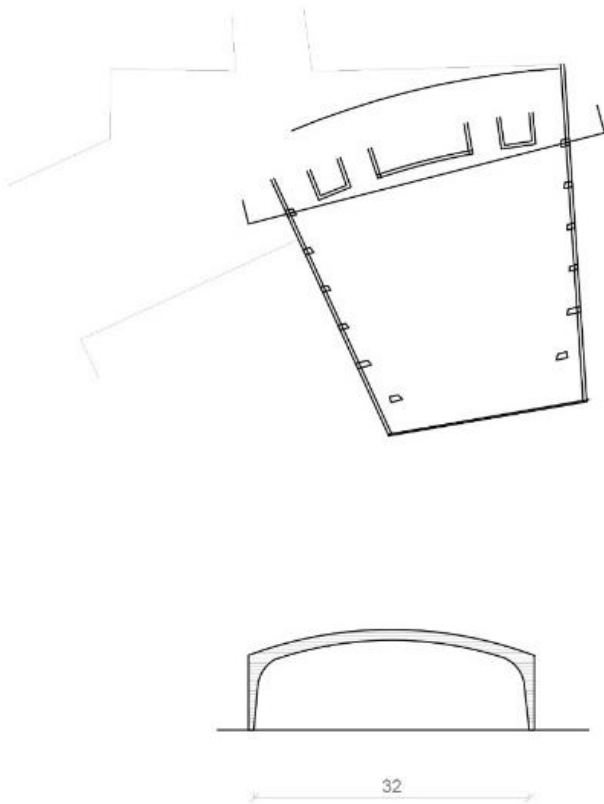
Capilla de Los Marianistas (1965)



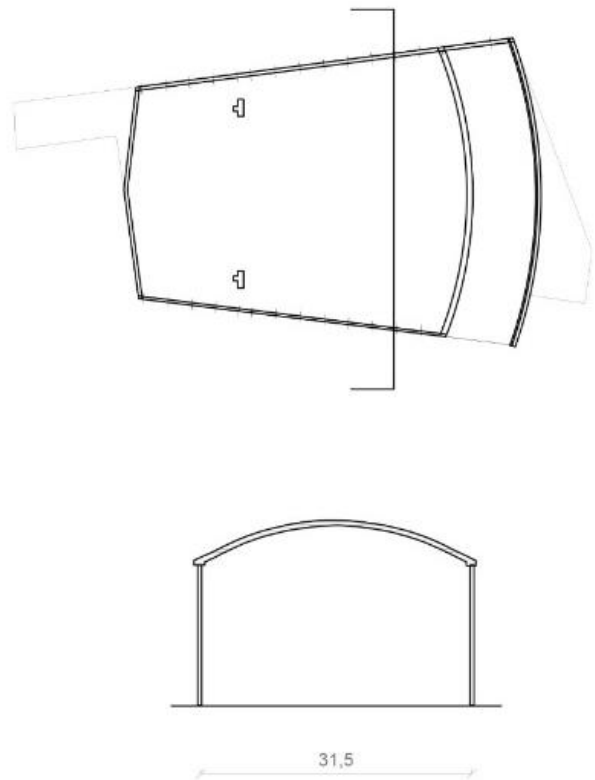
⁸ Luz: Distancia que cubre un elemento estructural entre sus dos apoyos

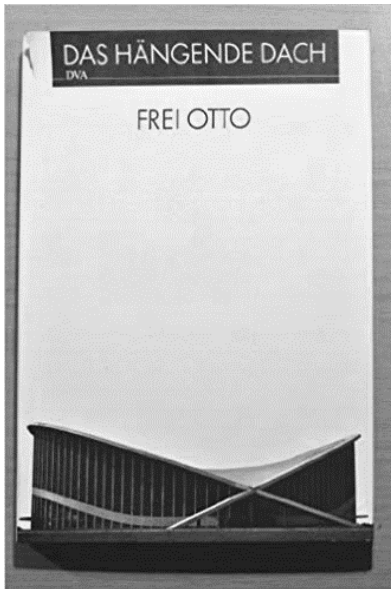
Bajo estas líneas se puede ver un diagrama con las plantas y las secciones más significativas de los proyectos analizados en los apartados siguientes. Son obras cuyos elementos estructurales son completamente diferentes, generando un espacio único. Éste, creado bajo una luz similar, que oscila entre los treinta y los treinta y cinco metros y da cabida a diferentes usos.

Cine Coliseo (1949)



Cine Fleta (1953)



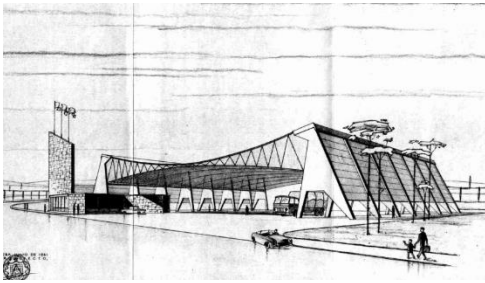


9. Portada del libro "Das Hängende dach" del arquitecto Frei Otto. Fuente: Amazon, disponible en: <https://www.amazon.es/Das-h%C3%A4ngende-Dach-Gestalt-Struktur/dp/3421029873>

4.1 GRANDES LUCES. ESTRUCTURAS COLGANTES.

En la obra de este arquitecto se aprecia su interés por las estructuras colgantes. En la tesis de Guzmán de Yarza, encontramos un apartado dedicado a los proyectos en los que aparecen este tipo de estructuras, con el título "*Das Hängende Dach*", haciendo referencia a la tesis del arquitecto alemán Frei Otto, en la que muestra varias obras de estructuras colgantes como el paraboloide hiperbólico o estructuras de cables y que como cuenta el autor, el propio Yarza tenía en su archivo personal por lo que indudablemente influyó en la decisión de aplicarla en sus proyectos.

Dentro de estas encontramos las de curvatura simple, aquellas donde se emplea una serie de cables en un mismo plano para sostener vigas u otros elementos y las de curvatura doble, donde los cables se disponen tanto paralelos como perpendiculares formando una superficie curva que tiene en una sección parabólica con los lados hacia arriba y en la perpendicular otra con los lados hacia abajo. En la obra de Yarza encontramos estos dos tipos.



10.11.12. Proyecto de umbráculo desmontable. José de Yarza. (1961, Zaragoza). Fuente: Archivo de arquitectos, disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/7>

4.1.1 CURVATURA SIMPLE.

PROYECTO DE UMBRÁCULO DESMONTABLE PARA ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS PESADOS. (1961)

El proyecto fue encargado por la empresa propietaria de la estación de servicio Los Enlaces, en Zaragoza, situada en una de las principales entradas a la ciudad en la antigua carretera Nacional II, El propietario deseaba un espacio polivalente que permitiese además el estacionamiento de vehículos gigantes, así como una nueva cafetería, anexos a la estación de servicio.

El espacio proyectado debía cubrir una luz aproximada de treinta y cinco metros, dejando un espacio diáfano para aparcar vehículos como camiones o autobuses. En la memoria se hace hincapié en la cualidad desmontable del proyecto, porque en esa época la normativa municipal no permitía edificios de tales dimensiones con esas características a menos que fuesen efímeros. Por todo ello se optó por una solución ligera e industrializada donde se optimizaban los materiales y que fuese fácilmente desmontable⁹.

La idea final fue crear una estructura porticada permanente que soportase una cubierta colgante formada por cables de acero y que tuviera la propiedad de poder ser desmontable; esta solución ya la había desarrollado meses antes para un proyecto finalmente no construido, tal y como describe Guzmán de Yarza en su tesis, para una fundición con un programa que requería también un gran espacio diáfano.

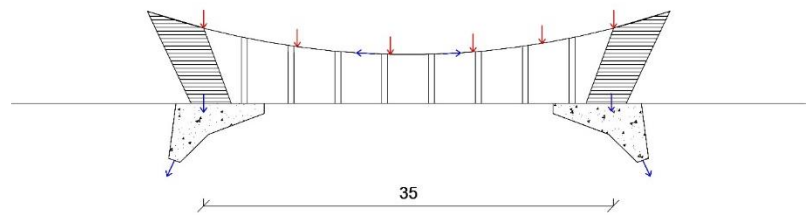
En este caso, se tiene acceso a toda la documentación del proyecto desde las fases iniciales, por lo que resulta interesante estudiar el desarrollo del mismo, viendo como la forma final viene dada como respuesta a las solicitudes que sus partes iban a soportar. Se trata, sin duda, de un proyecto en sección por lo que vamos a analizar este desarrollo a través de la misma.

Inicialmente se proyectó un espacio cerrado. Para ello se diseñaron unos pórticos de hormigón armado con forma trapezoidal, de los que colgaban cables en forma de catenaria simple con el cable trabajando a tracción. Los laterales del trapecio se abrían hacia el exterior contrarrestando la carga

⁹ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3, pp 324-344

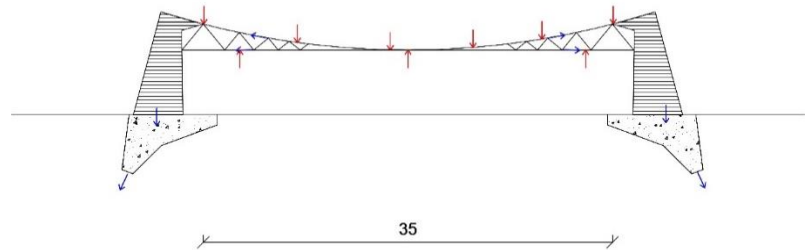
de la cubierta y la parte de arriba de los mismos era tangente a la curva de la catenaria. En este primer proyecto se consideró que la succión del viento, al estar el espacio cerrado en los laterales, se contrarrestaría con el peso propio de la cubierta y por lo que no sería necesario otra estructura que resistiera la fuerza de succión que este hubiese producido en la cubierta. La cimentación era una zapata de sección irregular con el bulbo de presiones en la parte más exterior.

13. Esquema del primer croquis del proyecto.
Fuente: Realizado por el autor.



En una segunda fase del proyecto se opta por abrir el espacio al exterior, por lo que la succión del viento cobra una mayor importancia. Los pórticos varían ligeramente, con forma triangular, el lado exterior pasa a formar un ángulo agudo con la horizontal para contrarrestar el efecto de succión del viento. En la parte superior, en la que se situaría la viga de relinga¹⁰, tendría una sección mayor que la del pórtico por lo que aparece un voladizo. Además de la catenaria se aprecia en la sección como aparece una segunda línea de cables, horizontal, que contrarrestaría los efectos del viento y a la que va una tercera línea de cables que los une. Siendo ambas tangentes en el punto central de la catenaria. La cimentación mantendría el mismo formato que en la primera fase.

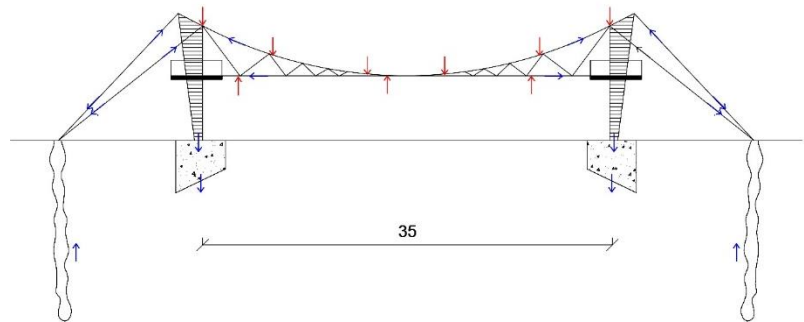
14. Esquema del segundp croquis del proyecto.
Fuente: Realizado por el autor.



¹⁰ Viga a la que se sujetan todos los cables. Se denomina de esa manera ya que hace referencia a la relinga de las velas de los barcos.

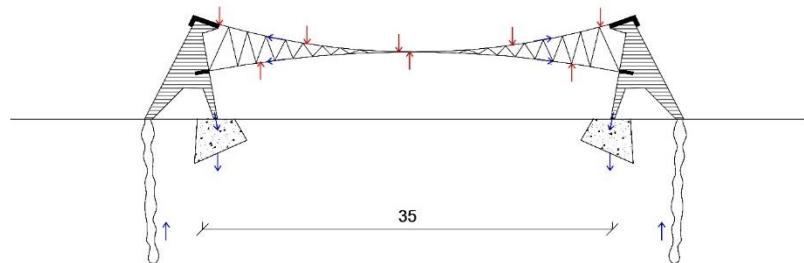
En la tercera propuesta, Yarza opta por dividir los esfuerzos. En las dos primeras fases, la cimentación tenía que resistir tanto compresión como tracción, por lo que diseña dos soluciones de cimentación una para cada esfuerzo. Un pórtico de hormigón triangular de sección mínima, soportaría los efectos a compresión con una zapata, mientras que los cables irían anclados al pórtico y al suelo con una cimentación, que por los dibujos del arquitecto podría tratarse de algún tipo de pilotaje, trabajando a tracción.

15. Esquema del tercer croquis del proyecto. Fuente: Realizado por el autor.



En la última fase y solución final, Yarza rellena el espacio que creaba la tercera opción y recupera el voladizo de la segunda para la viga de relinga, creando un pórtico de hormigón con la característica forma de una pajarita, reflejo de los dos vectores a la que es sometida la sección. Los cables de la cubierta se dividen en tres tipos: Los que soportan las cargas de la cubierta (portantes), en catenaria, aquellos que contrarrestan los efectos de succión del viento (tensores), en forma de catenaria invertida, que se anclan a una segunda viga de relinga que se sitúa en la parte central del pórtico. Un tercer tipo de cable que se encarga de atar los anteriores y dar forma a la catenaria invertida. La cimentación de la fase anterior se mantiene, además la zapata a compresión hace de lastre ante la fuerza del viento.

16. Esquema del cuarto y último croquis del proyecto. Fuente: Realizado por el autor.



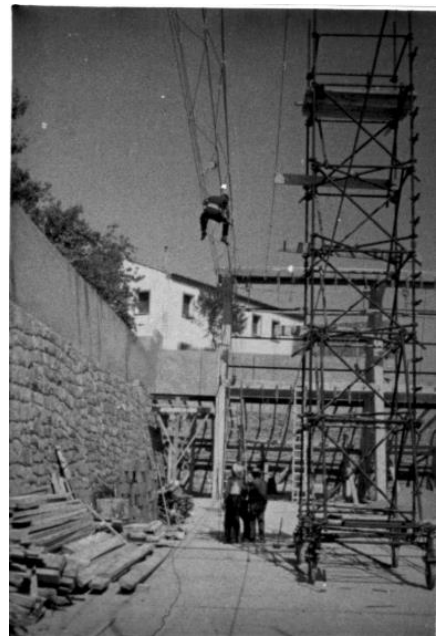
La cubierta, apoyada en los cables que soportan ocho pórticos de hormigón, está formada por una serie de perfiles en Omega que se apoyan en los cables, a los cuales se anclan los paneles de madera en los que van apoyadas dos láminas impermeabilizantes.

En la documentación del arquitecto se puede observar todo lo expresado anteriormente en un único plano, en el que muestra toda la estructura del edificio. El cableado es de acero galvanizado. Los cables que forman las catenarias poseen un diámetro de 14,5mm y el cable que las une tiene 10mm. Del pórtico se aprecia tanto el armado, dividido en dos partes en función de la sollicitación a la que están sometidos, como la cimentación, la parte exterior de *“la pajarita”* a tracción con pilotaje y la parte interior a compresión con una zapata. En la memoria del proyecto también se aprecian los datos empleados para el cálculo y dimensionamiento de la cubierta¹¹. Destacan entre ellos los valores de las cargas: nieve (70 Kg/m²), viento (100 Kg/m²) y peso propio (24 Kg/m²). De estos valores podemos concluir que la carga dominante en el cálculo de la estructura es el viento, siendo generalmente otras como la nieve o el peso propio. El peso propio de la estructura da muestra de la increíble levedad de la construcción.

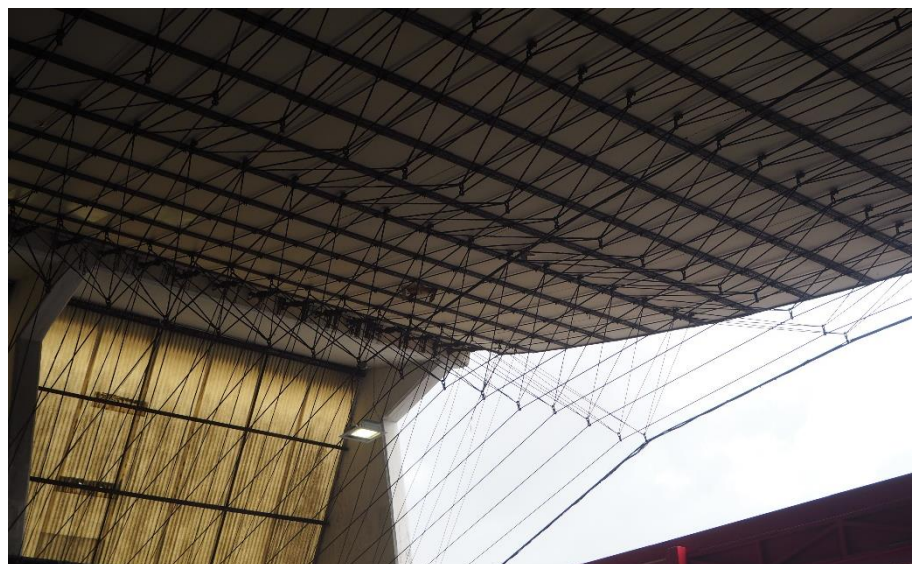
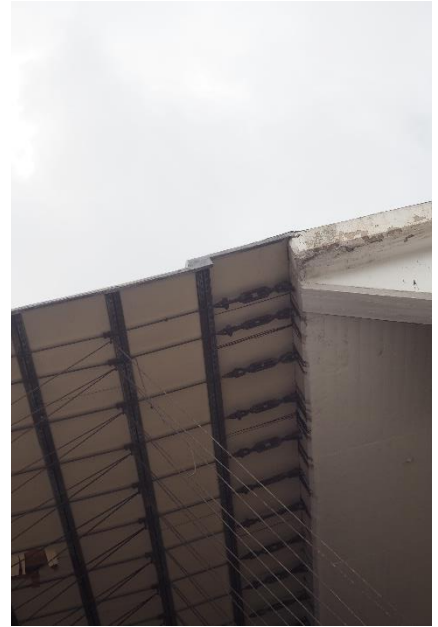
Las fotos en obra muestran la acrobática manera que tenían los operarios de colocar los cables, colgados a varios metros del suelo y sin necesidad de andamios. De ahí el valor que tenía en aquella época la construcción de este tipo de estructuras.

¹¹ Memoria del proyecto, disponible en el archivo general de urbanismo del Ayuntamiento de Zaragoza.

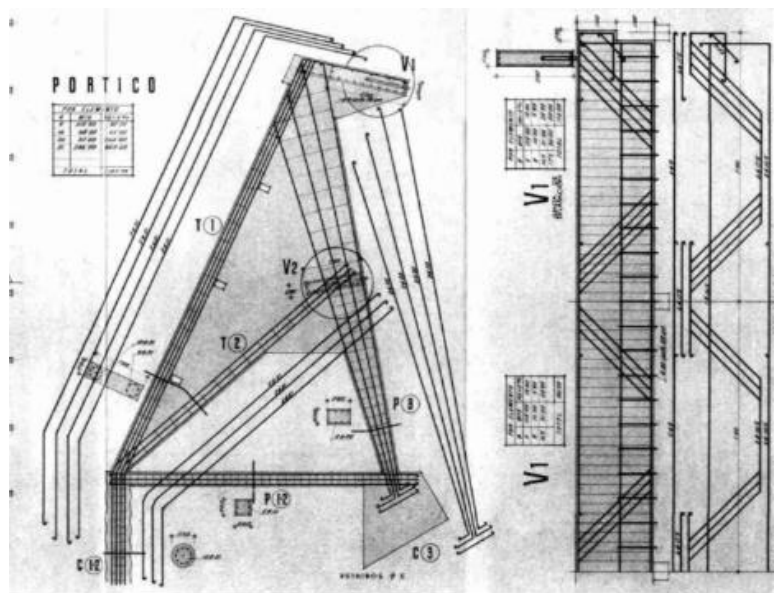
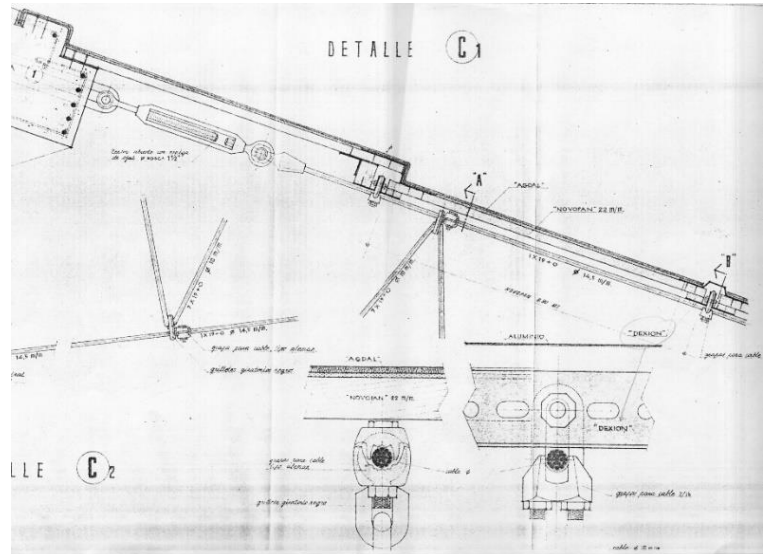
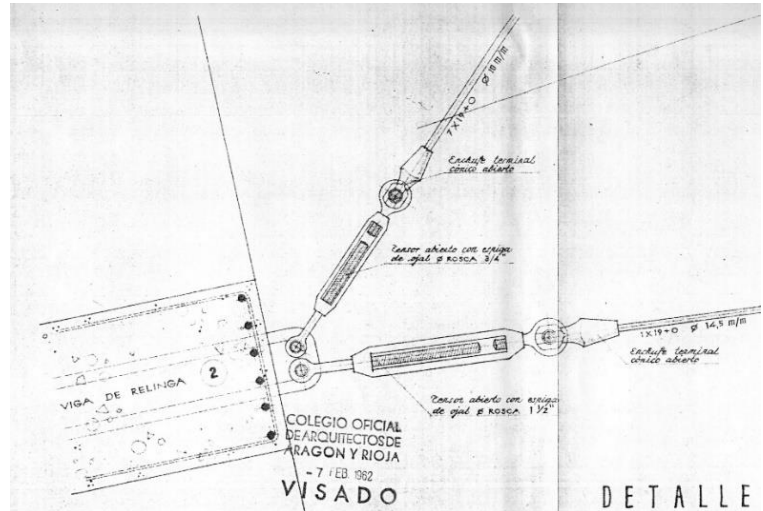
17. 18. 19. 20. Imágenes de la obra del umbráculo. Fuente: Archivo de Arquitectos. Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/7>



21. 22. 23. 24. Imágenes de la obra en la actualidad. Umbráculo. Cableado de cubierta. Foto realizada por el autor.



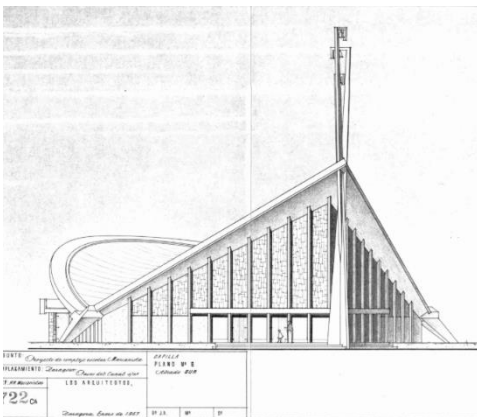
25. 26. 27. Planos de estructura del proyecto. Detalles de las uniones de los cables al pórtico de hormigón y el armado de las pajaritas. Fuente: Archivo de Arquitectos. Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/7>



En la actualidad, el recinto alberga un taller y parte de un restaurante de comida rápida, la estructura se mantiene tal y como era inicialmente, pero los elementos que la rodean hacen que quede prácticamente escondida tras ellos, lo que, en opinión de este autor, es una auténtica lástima, ya que da muestra del poco valor y sentido arquitectónico que se tiene con la conservación y legado de estas obras de arquitectura moderna poco conocidas y no por ello menos importantes.

28. 29. Imágenes de la obra en la actualidad. Un taller, una gasolinera y una conocida cadena de comida rápida dejan en un segundo plano (literalmente) la obra de Yarza. En la imagen inferior, una de las pajaritas se deja ver tras la publicidad. Foto realizada por el autor.





30.31. Proyecto de La Capilla de los Marianistas. José de Yarza. (1965, Zaragoza). Fuente: Archivo de arquitectos, disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/3>



32. Capilla de Nuestra Señora de la Soledad. Félix Candela. (1955, Zaragoza). Fuente: Archivo de arquitectos, disponible en: <http://intranet.pogmacva.com/en/obras/62436>

4.1.2 CURVATURA DOBLE.

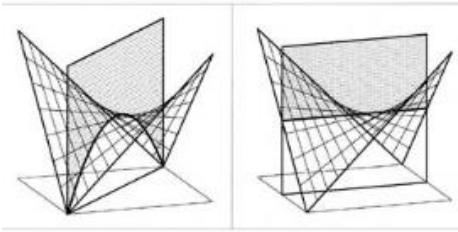
CAPILLA DEL COMPLEJO ESCOLAR DE LOS MARIANISTAS. (1965)

El proyecto consistía en crear una capilla para el colegio Marianistas de Zaragoza, el cual también estaba proyectando José de Yarza. Este edificio, a diferencia del umbráculo no debía tener la capacidad de ser desmontable y, además, tenía que ser un elemento de referencia en el complejo, un hito que se identificase como el lugar de culto y se diferenciase de los otros pabellones del complejo. Se situaría a la entrada del complejo, visible desde la calle, que se encuentra a una cota superior. Estas condiciones hacían que fuese un elemento diseñado para ser visto, ser la cara del nuevo complejo escolar. Tal y como cuenta su nieto Guzmán, fueron los propios Marianistas los que le invitaron a visitar la parroquia de Santa María de Pilar de Madrid, obra de los arquitectos españoles Luis Moya Blanco y José Antonio Domínguez a finales de la década de los cincuenta y con la que habían quedado más que satisfechos. Pero tal y como apunta Guzmán fue la Capilla de Nuestra Señora de la Soledad, que Félix Candela construiría 10 años antes en México DF, la que serviría a Yarza de referencia, por las similitudes con la capilla de los Marianistas que finalmente sería construida¹².

El paraboloide hiperbólico es una forma recurrente en la arquitectura, ya Gaudí lo utilizó en el Parque Güell de Barcelona y Félix Candela se caracterizó a lo largo de su carrera profesional al usarlo en varias de sus obras.

El paraboloide hiperbólico es una superficie curva que resulta de hacer deslizar una parábola cóncava a lo largo de otra convexa, es doblemente reglada, lo que significa que puede trazarse tan solo con rectas, a partir de cuatro puntos que no se encuentran en el mismo plano. La principal ventaja que tiene esta superficie respecto a otras, como la catenaria del umbráculo, es que no necesita de una estructura adicional para contrarrestar la acción de succión del viento puesto que por sí sola es capaz de resistirla. Esto permite que el espesor de la misma sea aún más pequeño. Dos pórticos de hormigón

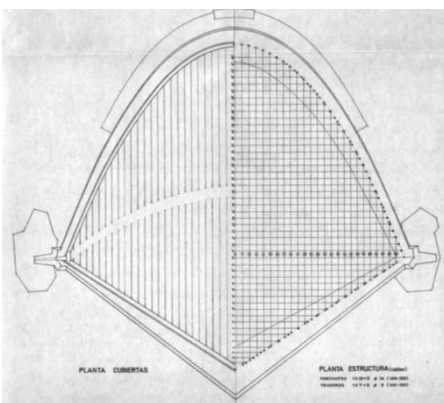
¹² DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3. Pp 344-365



33.34. Paraboloide hiperbólico. Fuente: ETSEM disponible en:
<http://www.edificacion.upm.es/geometria/JPA/Paraboloide%20hiperbolic%2003.html>



35. Apoyo de la cubierta de la Capilla.
Fuente: Foto realizada por el autor.



36. Plano de la distribución de los cables en cubierta. Fuente: Archivo de arquitectos, disponible en:
<http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/3>

inclinados con respecto a la vertical y apoyados en los mismos dos puntos darían forma a esta superficie.¹³

Yarza ya conocía esta forma. En la obra *“Das Hängende Dach”* de Frei Otto ya citada anteriormente, ya aparecían estas estructuras, por lo que ve en este proyecto una oportunidad para desarrollarla, pero a pesar de tener el de Félix Candela de referencia, Yarza cambia el principio constructivo del mismo. La de Candela crea la superficie curva mediante una fina losa de hormigón, al igual que usaba en sus proyectos¹⁴. En el proyecto del arquitecto zaragozano, está cubierta se construye a través de una serie de cables tensados que van uniendo los dos pórticos de hormigón, lo que la convierte en una cubierta colgante.

De esta obra, a diferencia del proyecto del umbráculo no se dispone de información previa al resultado final, por lo que se desconoce si el diseño varió a lo largo del proceso proyectual. Por ello se va a realizar un análisis de la obra final a través de su estructura y como la elección de esta cubierta colgante condiciona el resto del proyecto. Cómo Yarza se adapta y consigue que todos los elementos tengan una utilidad más allá de la meramente estructural.

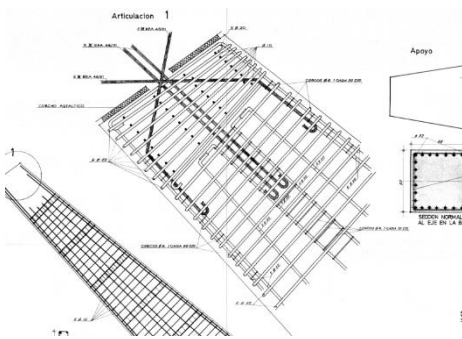
El espacio a cubrir tendría unas dimensiones aproximadas de 30x30 metros, una luz ligeramente menor a la del umbráculo. La primera decisión del proyecto vino a la hora de diseñar los dos pórticos. En las obras de Frei Otto, se trataba de dos pórticos iguales, un arco de hormigón armado y su simétrico, pero todos esos proyectos carecían de la direccionalidad que pide un edificio de estas características. En este caso, el arquitecto entiende que en un edificio religioso no se afronta de la misma manera la entrada que el altar, por lo que considera que los dos arcos deben de ser diferentes¹⁵.

La entrada sería un pórtico triangular con un ángulo mayor sobre la horizontal, dando la bienvenida al visitante, mientras que el otro pórtico, en el que se situaría el altar, tendría forma de arco y un ángulo mucho más pequeño, cerrando el edificio. Estos pórticos se unirían en la parte inferior en un apoyo

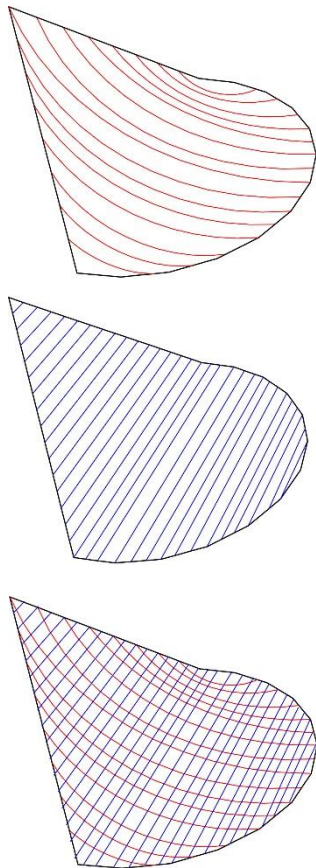
¹³ Web de geometría ETSEM. Parabolooides e hiperboloides.

¹⁴ OTERO BASTERRA, Luis Alfonso. Biografía de Félix Candela en Real Academia de la Historia.

¹⁵ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3. pp 344-366



37. Plano de detalle de la articulación en el apoyo. Tipo Mesnager. Fuente: Archivo Municipal del Ayuntamiento de Zaragoza



38. Diagramas de la posición de los cables en cubierta. Estando trenzados forman el paraboloides hiperbólico. Portantes (rojo) y tensores (azul). Fuente: Realizado por el autor.

articulado, a un soporte semejante a un pilar, que transmitiría los esfuerzos de compresión al suelo. En fachada, unos pilares metálicos formados por dos perfiles en U soldados, ayudarían en el soporte de los arcos durante el proceso constructivo y una vez finalizado el proyecto evitarían el vuelco de la estructura, por lo que trabajarían a tracción, lo que permite que tengan una sección tan pequeña. Estos pilares ayudan a crear un ritmo en fachada, además de soportar las carpinterías de las vidrieras.

Con esta decisión consigue darle un carácter diferente a cada uno de los arcos, pero viendo los planos de detalle de los armados podemos ver como constructivamente estos son exactamente iguales (*ver imagen 42*), tanto la forma de distribución del armado a lo largo de la pieza, como las uniones con los pilares metálicos. En las patas de cada uno tienen la articulación ejecutada de la misma forma, una rótula Mesnager¹⁶, haciendo que el momento sea cero permitiendo el giro de las piezas, evitando que el pórtico se quiebre en el apoyo. Además, estos pilares sirven de sumideros de la cubierta, recogen el agua de lluvia y la llevan a unos estanques en los que se apoyan, como se aprecia en la imagen.

A la hora de crear la cubierta, al igual que en el Umbráculo de Los Enlaces, hay dos tipos de cables, los portantes y los tensores. Como se aprecia en los planos, con ellos se crea una retícula ortogonal que une los dos arcos. Los primeros, longitudinales de Norte a Sur, poseen un espesor de 14 mm y nacen en un pórtico y terminan en el contrario. Esto permite que los dos pórticos trabajen por igual para absorber los esfuerzos a compresión. Los tensores, de 9 mm de espesor, se sitúan perpendiculares a éstos y nacen y terminan en el mismo pórtico, trabajando a tracción evitando la deformación del mismo. En uno de los planos se aprecia como los cables van trenzados entre sí (*ver imagen 41*), y pasan tanto por arriba como por debajo de los otros. Esto permite que la superficie resultante del trenzado sea el paraboloides hiperbólico.

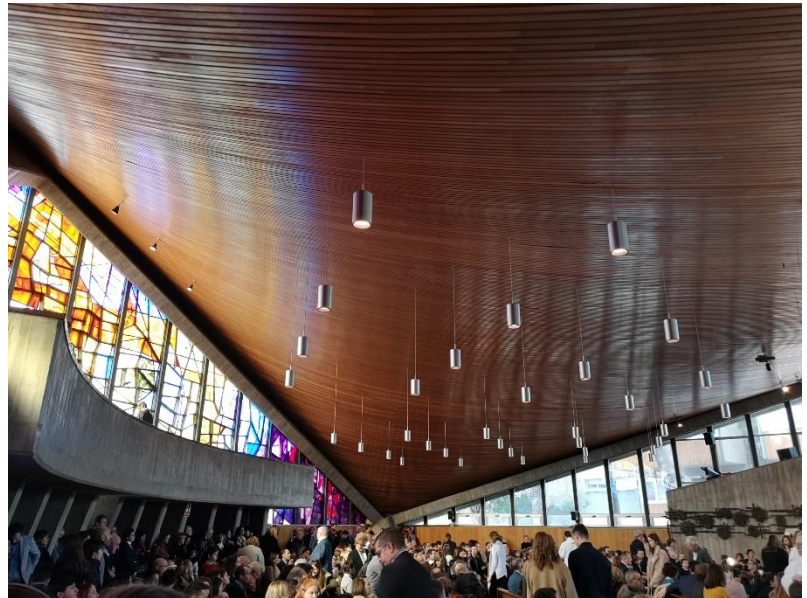
¹⁶ TORRJA MIRET, Eduardo. 2010. Razón y ser de los tipos estructurales. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.



39. 40. 41. Imágenes del interior de la capilla. Plano de detalle de la disposición de los cables en cubierta. Fuente: Fotos realizadas por el autor.

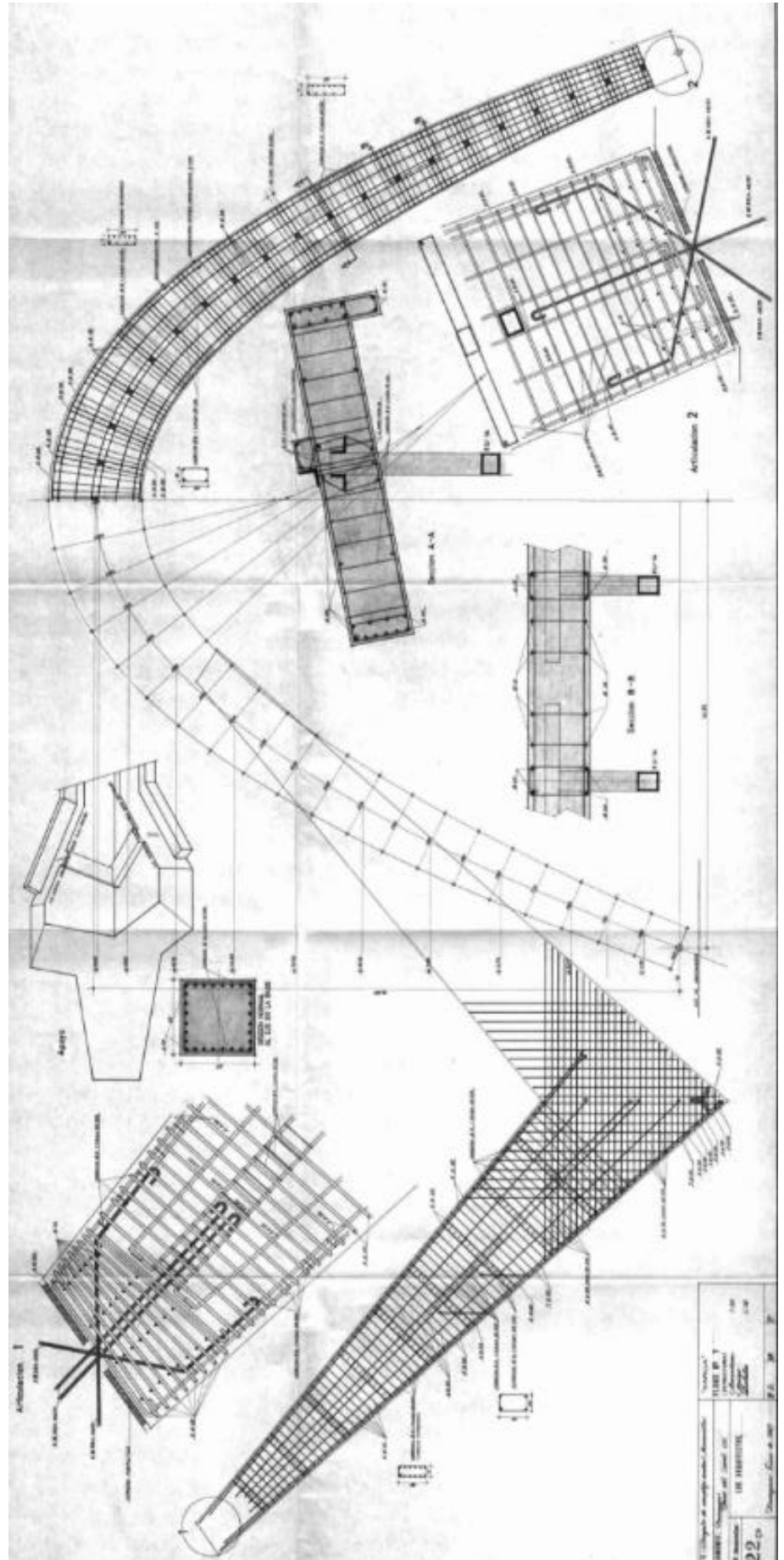
En los planos del arquitecto se puede apreciar de nuevo la capacidad de síntesis que tenía Yarza y que le permitía expresar los detalles de los dos pórticos y los forjados del edificio en un mismo plano. Puesto que son todas piezas simétricas, tan solo dibuja la mitad de ellas, pudiendo añadir datos técnicos de las mismas y detalles a una menor escala en el mismo documento. En el plano de cubierta se puede observar la posición de los cables, de los que también hay varios detalles constructivos así como una axonometría en la que se explican las diferentes capas de la cubierta y la forma de trenzar los cables. El espesor final de la cubierta sería de tan solo 50 mm¹⁷. Mucho menor que el de la cubierta del umbráculo, que debido a estar formada por diferentes superficies curvas es mucho más grande.

Actualmente el edificio sigue manteniendo el mismo uso que desempeña desde su inauguración y se encuentra en buen estado.

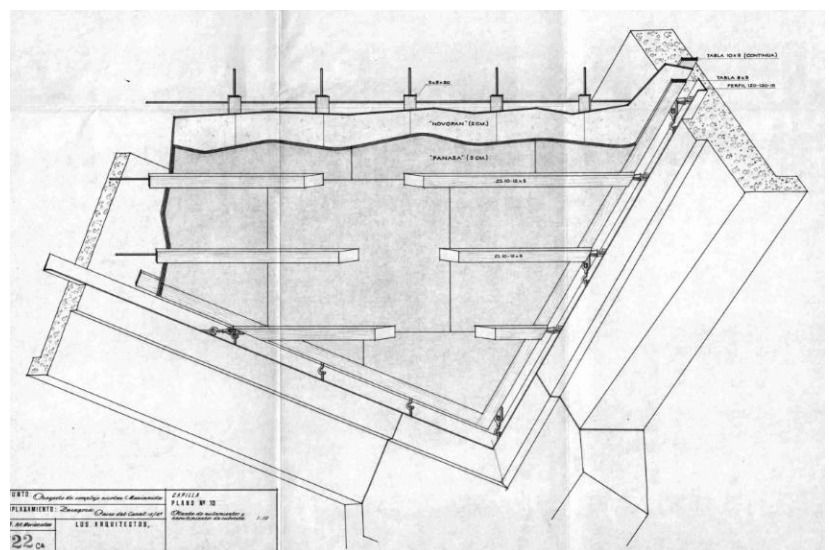
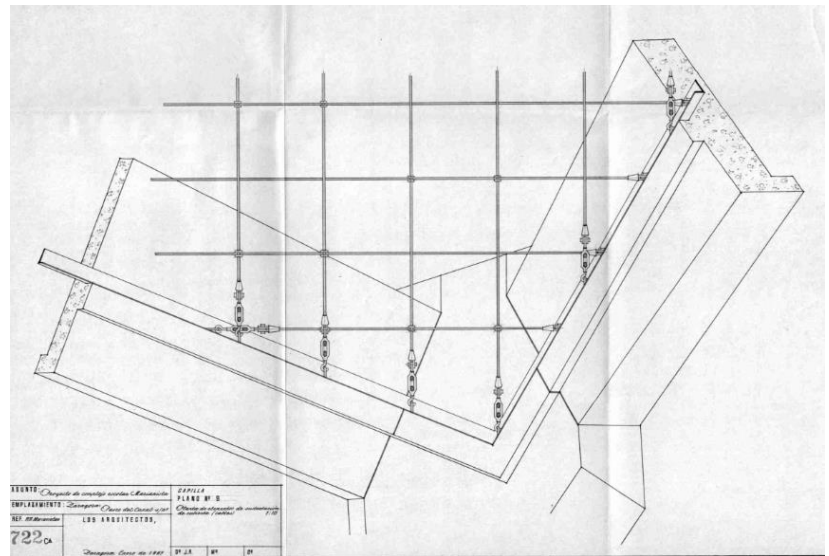


¹⁷ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3. pp 344-366

42. Plano de los dos pórticos de hormigón, además de sus apoyos. Como se puede ver, Yarza poseía además una gran capacidad de síntesis. Gracias a que los dos pórticos son simétricos, en un mismo plano se explica todos los elementos estructurales de hormigón del proyecto. Fuente: Archivo Municipal del Ayuntamiento de Zaragoza.



43. 44. Plano de detalle de la disposición de los cables en cubierta y de las diferentes capas de cubierta. Fuente: Archivo Municipal del Ayuntamiento de Zaragoza.

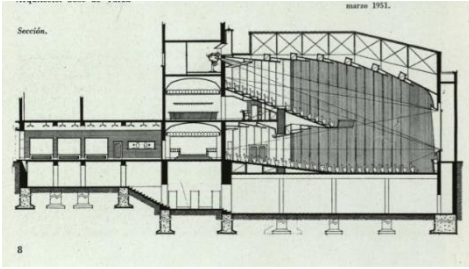


La principal diferencia entre estos dos proyectos es la disposición de los cables en la cubierta. Mientras que en el umbráculo de la estación de servicio de Los Enlaces hay dos tipos de cables trenzados, todos ellos trabajando en distintas curvas, catenaria para los portantes y su inversa para los tirantes, además de un tercer tipo que los va uniendo y dando forma. En el proyecto de Los Marianistas los cables se disponen perpendiculares y trabajan en la misma superficie curva, formando parte de la misma superficie curva y evitando el uso de un tercer tipo. Esta segunda opción permite tener una cubierta mucho más fina, 50mm como se ha apuntado anteriormente, y muchos menos puntos de unión entre cables. En el proyecto de Los Enlaces la misma sección se repite a lo largo de un plano, por lo que no es más que una sucesión de la misma que podría ser ampliable y no tener un límite. Por otro lado la Capilla de los Marianistas es un espacio único, con dimensiones propias, definidas por la estructura y la forma final del edificio.

45. Complejo escolar de los marianistas. Fuente: Colegio Marianistas, disponible en: <https://www.marianistas.net/index.php/about-us/about-us-2/historia>

46. Estación de servicio los enlaces. Fuente: Zaragoza. Arquitectura. Siglo XX. Disponible en: <https://zaragozarquitecturasigloxx.com/2016/07/02/estacion-de-servicio-los-enlaces/>





47. Sección del Cine Coso. Fuente: Revista Nacional de Arquitectura. Nº 117, 1951.

4.2 GRANDES LUCES DE HORMIGÓN.

El hormigón armado es el único de los materiales convencionales que puede adquirir prácticamente cualquier forma o dimensión. La armadura puede aumentarse o disminuirse, repartirse o concentrarse en una forma determinada, con el fin de contrarrestar los efectos de tracción o flexión a los que la pieza es sometida.

Es un material que trabaja extraordinariamente bien a compresión por lo que la característica principal del hormigón armado es que los esfuerzos de flexión y tracción son absorbidos por las armaduras, mientras el hormigón resiste las compresiones. Lo ideal es que una pieza de hormigón resista, en la medida de lo posible, esfuerzos únicamente de compresión, lo que permite hacer una pieza más ligera y con menos armadura. También es importante tener en cuenta la fisuración del material, aunque las armaduras puedan resistir el esfuerzo, el hormigón que las recubre puede quebrarse, haciendo peligrar la estabilidad de la estructura.

El primer acercamiento que tuvo Yarza al experimentar con las llamadas grandes luces y el hormigón armado, fue en los cinematógrafos¹⁸. A principios de los años treinta y durante las dos décadas siguientes hubo en España un aumento significativo de esta clase de lugares en los que el público general podía entretenerse con el visionado de películas. Estos requerían de un gran espacio central diáfano en el que situar el patio de butacas y en el que no podía existir ningún apoyo, puesto disminuiría la visibilidad de los espectadores. La estructura que soporta la cubierta debía apoyarse tan solo en las paredes perimetrales de la sala. A lo largo de su vida profesional, proyectó varios cines en su ciudad natal.

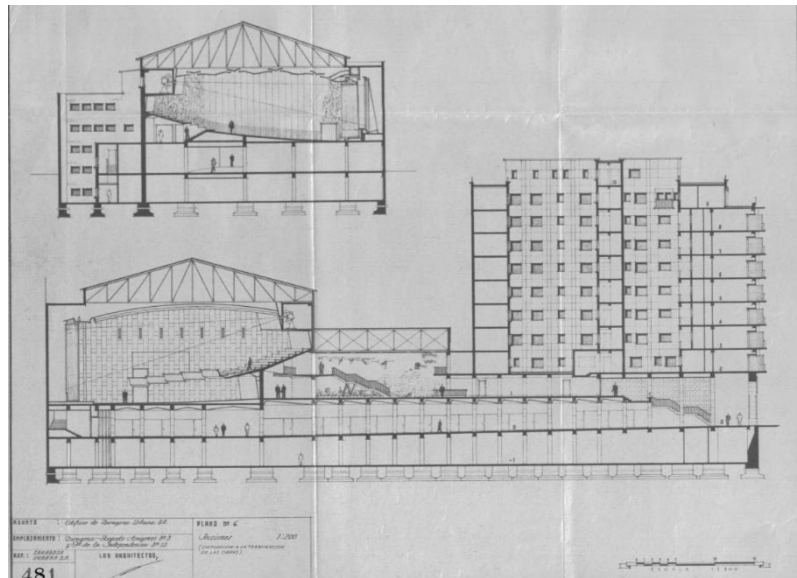
Uno de sus primeros cines fue el Cine Coso de Zaragoza (1945), en el que salva la luz con una cercha triangular que se repite a modo de pórtico transversal al patio de butacas. Estas están unidas mediante unas cruces de San Andrés que arriostran el conjunto. Este sistema se repetiría finalmente en su siguiente proyecto de cinematógrafo, el cine Palafox y Cine Rex finalizado en 1952. Inicialmente para estas dos salas

¹⁸ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3. pp 171-175

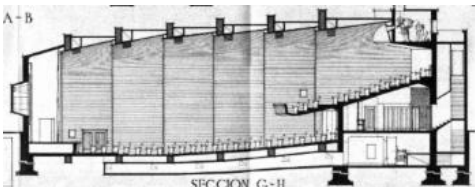
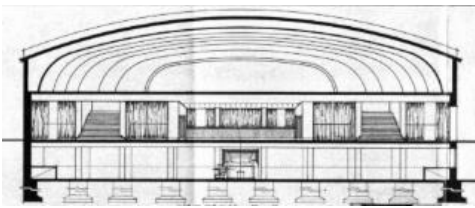
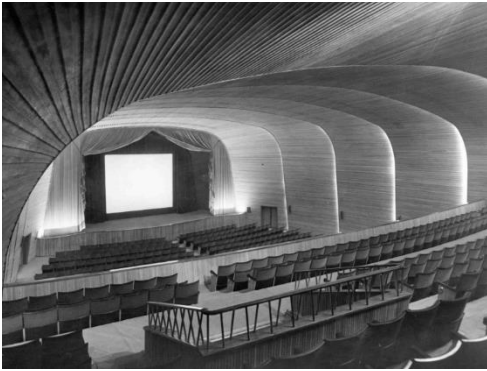
contiguas había diseñado un sistema más interesante, en la que un gran arco parabólico de hormigón sobre el escenario, del cual se suspenden unos cables metálicos que sustentan la estructura laminar que cubre la sala. Esta estructura estaría formada por una serie de nervaduras paralelas colocadas a poca distancia y de la que cuelgan los cables suspendidos que formarían el falso techo de la sala. Pero Finalmente fue descartada por su complejidad¹⁹ y puesto que una estructura de esas dimensiones iba a quedar en un patio interior sin poder ser vista, le hizo decantarse por las cerchas triangulares.

Desafortunadamente no hay información suficiente de estos dos proyectos que permita realizar un análisis más detallado de los mismos, por ello en este apartado vamos a estudiar otros dos casos de los que sí que se tiene información. Uno de ellos se resuelve mediante un pórtico de hormigón, que hace que toda la estructura de la sala, tanto elementos verticales como horizontales, se resuelva con una única pieza, mientras que en el otro sea con unos arcos parabólicos perpendiculares al patio de butacas, atados con un cordón interior que los hace autoportantes, y que tienen un apoyo simple sobre los pilares situados en los laterales.

48. Sección del Cine Palafox y del Cine Rex.
Fuente: Archivo Municipal del Ayuntamiento de Zaragoza



¹⁹ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3. pp 434-456



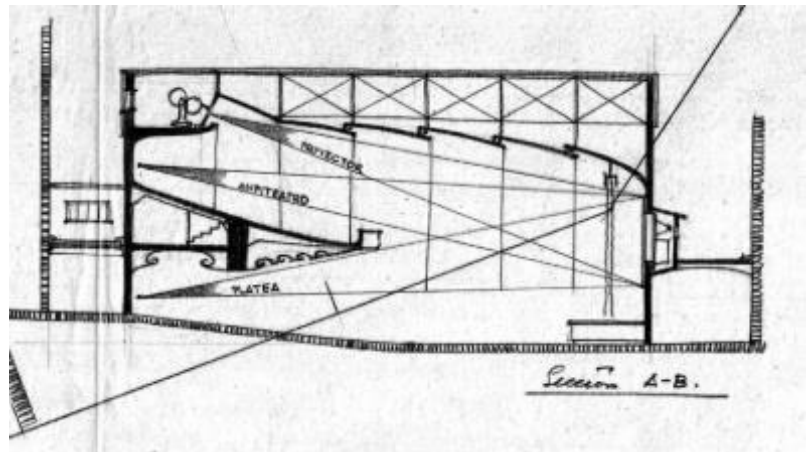
49. 50. 51. Cine Coliseo. José de Yarza. Zaragoza. Fuente: Archivos de arquitectos, disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/2>

52. Primer boceto del Cine Coliseo. José de Yarza. 3/12/48 Fuente: Archivos de arquitectos, disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/ori>

4.2.1 PÓRTICOS DE HORMIGÓN. CINE COLISEO (1949)

Cuando “Quintana S.A”, empresa aragonesa, le encarga a José de Yarza, la construcción de un nuevo cine en el Paseo de la Independencia de Zaragoza²⁰, se encuentra construyendo al mismo tiempo el cine Coso y ya lleva unos meses involucrado en el proyecto del cine Palafox²¹. Es por eso que en parte del proceso proyectual del mismo se ven cuestiones que ya se habían planteado en los proyectos anteriormente explicados. El Cine consistiría en una gran sala a la que se accedería a través de un pasaje comercial de dos tramos que uniría el Paseo de la Independencia con la Calle Zurita en forma de L, situándose la entrada en la unión de los dos tramos. Este planteo inicial recuerda al Cine Palafox, donde un pasaje de las mismas características acompaña en planta a la sala de cine. De este proyecto se tiene documentación del proceso proyectual por lo que resulta interesante estudiar el desarrollo del mismo, viendo como la forma final viene dada por una serie de gestos del arquitecto, en los que la estructura es la principal protagonista.

El planteamiento estructural inicial (3 de diciembre de 1948) es parecido a la solución final del proyecto del Cine Coso, una viga de gran canto soportaría el peso del anfiteatro, mientras en cubierta, unas cerchas triangulares cubrirían transversalmente el espacio.

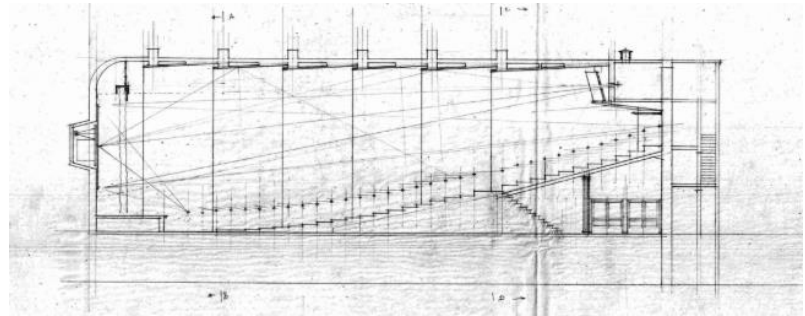


²⁰ MARTINEZ HERRANZ, Amparo. 2005. Los cines de Zaragoza, 1939-1972. Zaragoza: Elazar

²¹ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3. pp 275-291

A lo largo del proceso proyectual, esta cercha desaparece, en un segundo croquis a mano alzada (25 de febrero de 1949), Yarza cambia la cercha por lo que parecen unos pórticos de hormigón armado iguales, que se asemejan a los que finalmente serían construidos. Estos pórticos están

53. Segundo boceto del Cine Coliseo. José de Yarza. 28/2/49 Fuente: Archivos de arquitectos, disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/ori>

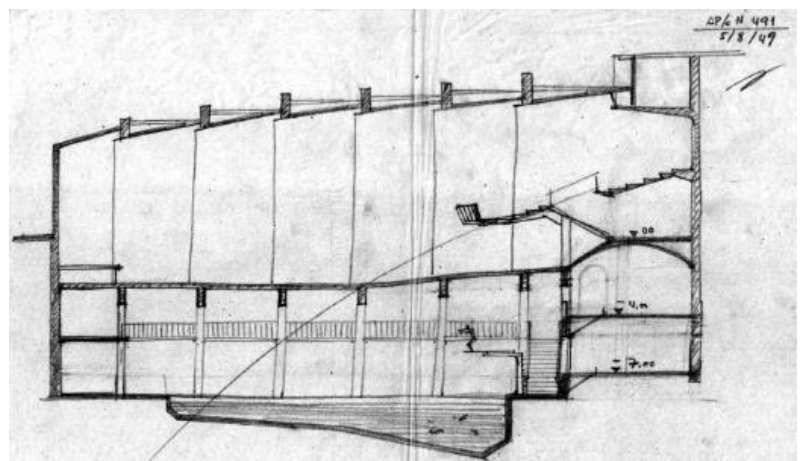


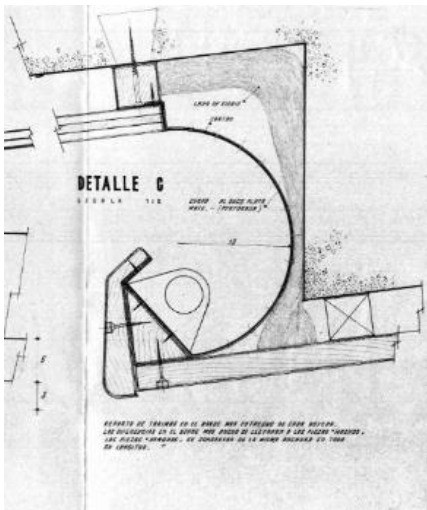
arriostrados por unas losas de hormigón de canto mínimo horizontales, justo debajo de ellos cuelga el falso techo, con la iluminación.

En el último boceto (8 de agosto de 1949) ya encontraríamos un sección muy parecida a la forma final. Los pórticos se van reduciendo y cerrando conforme se acercan al escenario, de manera que centran la vista en el la pantalla. Las losas de hormigón se inclinan de forma que unen la parte inferior de la sección del pórtico con el siguiente, los laterales también seguirían este mismo proceso. En este croquis Yarza incluía una piscina en la parte inferior de la sala que finalmente no llegó a construirse.

De esta forma se crea un espacio abovedado formado por caparazones que se superponen conforme se alejan del escenario. Podría decirse que, con esta solución, Yarza

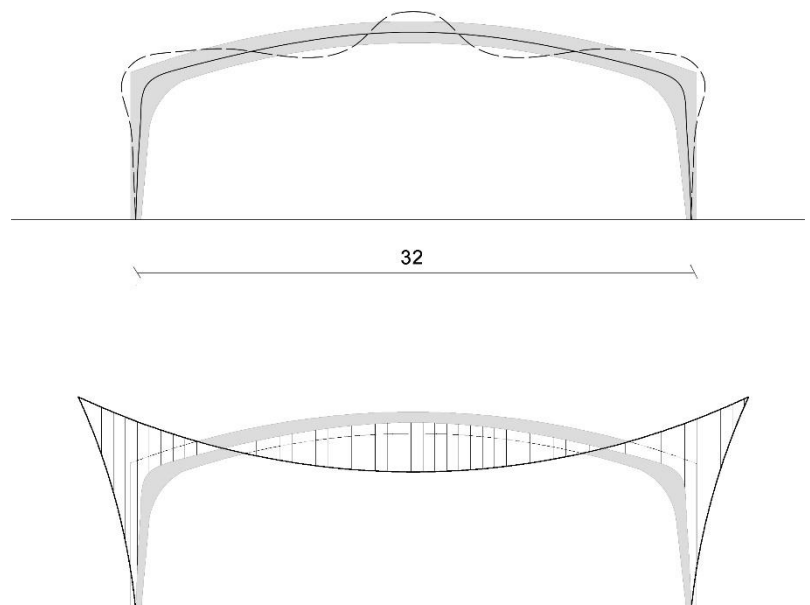
54. Tercer boceto del Cine Coliseo. José de Yarza. 8/8/49 Fuente: Archivos de arquitectos, disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es>





55. Detalle iluminación de la sala de cine, ubicada en los solapes de las losas que arriostran los pórticos.. José de Yarza. 8/8/49 Fuente: Archivos de arquitectos, disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es>

56. Diagramas de Deformación y de Momentos Flectores del pórtico del cine Coliseo. Fuente: Diagrama realizado por el autor



²² BUIL GUALLAR, Carlos y LABARTA, Carlos. 2000. Compromisos Periféricos; la arquitectura de cine de José de Yarza García en la década de los cincuenta.

La parte superior del pórtico está formada por un ligero arco, una ligera deformación hacia arriba, que sería la contraflecha que permite disminuir la deformación vertical de la parte central del pórtico. Este arco está empotrado en sus extremos a unos pilares que conducen los esfuerzos a los apoyos, formados por una articulación que no permite el desplazamiento en ninguno de los ejes cartesianos, pero que permite el giro del pórtico, evitando la fisuración del hormigón en los apoyos. Este apoyo es el mismo que veíamos en el apartado anterior en la Capilla del colegio de los Marianistas de Zaragoza.

De esta forma se ve como el momento mayor, lo encontramos en el punto central del arco, un segundo momento máximo, de sentido contrario en las uniones del arco con el pilar. Por eso, la parte central del arco tiene un gran número de positivos, que aumentan tanto diámetro como en cantidad conforme el pórtico se va haciendo más grande, debido a que tiene un momento mayor. Por otro lado, los extremos tienen un refuerzo de negativos que van desde el primer tercio del arco del pórtico hasta la parte baja del pilar. Unas barras quebradas sirven para dar forma a la estructura. Los estribos que contrarrestan los esfuerzos de cortante se sitúan en todo el pórtico cada 40 centímetros a excepción del empotramiento y los apoyos donde se sitúan cada 20, debido a que el esfuerzo por cortante es mayor en esas secciones.

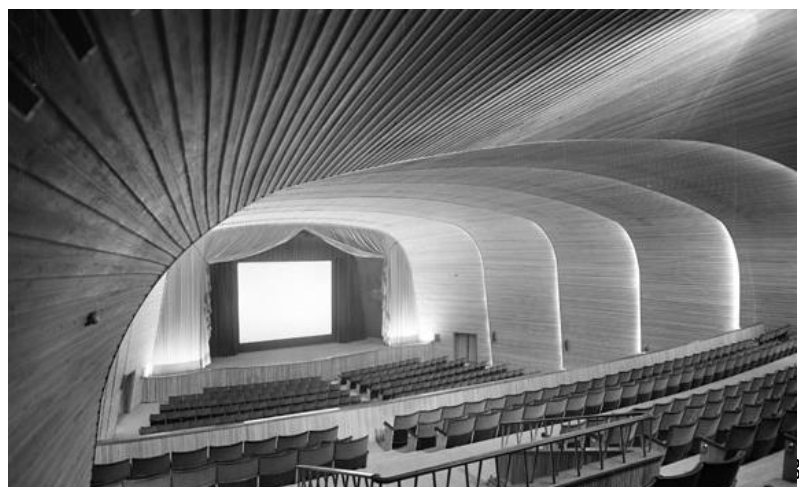
En la zapata, como ya hemos citado antes, encontramos un detalle parecido al de la capilla de los Marianistas, una articulación Mesnager, en la que dos barras del exterior del pilar bajan en diagonal hasta la parte inferior de la zapata. Mientras que las barras del interior de la sección bajan en perpendicular a la misma.

Así pues, se puede decir que el pórtico está formado por una única pieza puesto que las armaduras no son diferentes en las partes verticales y en las horizontales, si no que se sigue el mismo criterio a lo largo del pórtico. Además, en caso de las armaduras más cercanas a las caras del pórtico forman parte tanto del pilar como la parte horizontal. Algo que no veremos en el siguiente proyecto.

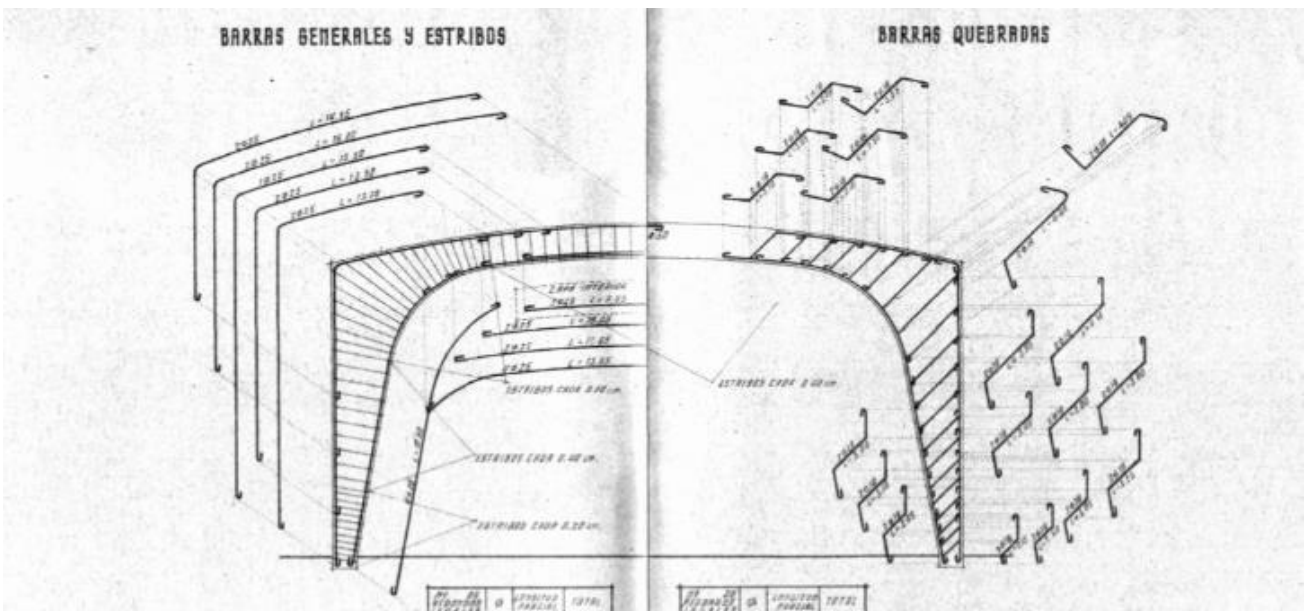
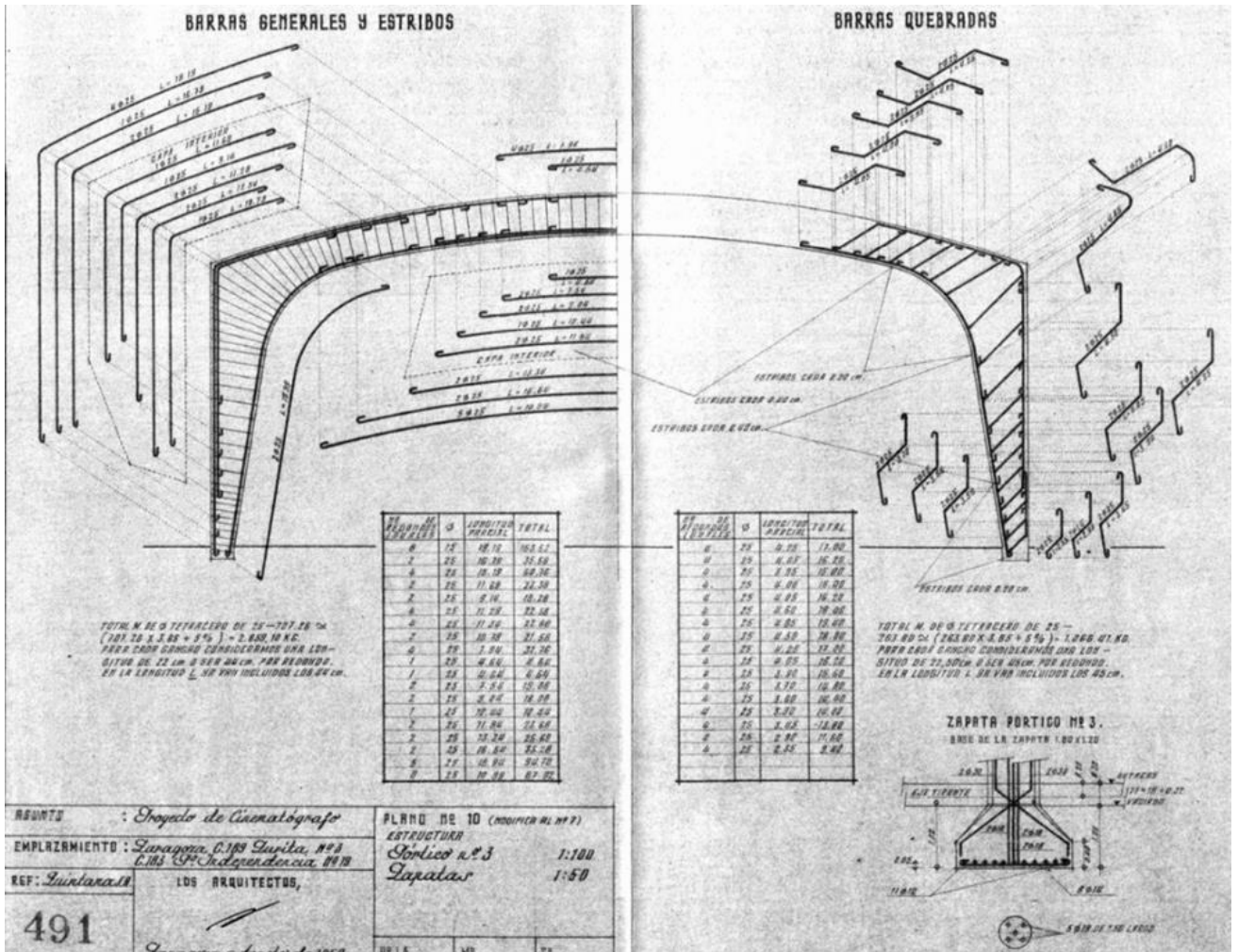
Finalmente quedaría por analizar la losa de hormigón que permite arriostrar los arcos y da forma a la sala. Desgraciadamente no se tienen detalles de las uniones de esta con los arcos, pero sí que se tiene un detalle constructivo en la que se puede ver que es realmente fina, y como une la parte inferior del arco más pequeño con el arco siguiente dejando entre ésta y el revestimiento de lamas de madera, el espacio suficiente para colocar todos los elementos de iluminación y la calefacción, que nunca llegan a atravesar el pórtico, moviéndose entre los espacios que dejan unos con otros.

En las imágenes del proyecto acabado se puede observar el espacio interior citado anteriormente y la superposición de las bóvedas. También se ve puede apreciar el revestimiento de lamas de madera, las lamas se sitúan longitudinalmente, solapándose desde el centro del arco hasta la base del pilar y en dirección a la pantalla lo que acentúa aún más el énfasis y la direccionalidad que Yarza le quería dar al espacio con los pórticos cóncavos y decrecientes.

57.58. Imágenes del cine Coliseo. José de Yarza, 1949. Fuente: Rafael castillejo, cines de Zaragoza. Disponible en: <http://www.rafaelcastillejo.com/zaracines.htm>



59.60. Planos de la estructura de los pórticos que conforman el Cine Coliseo. Fuente: Archivo de arquitectos. Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/2>



Hoy en día el lugar ya no se usa como cine, tras su cierre el 21 de julio de 1999²³, una conocida marca de ropa regenta el local, vieron oportuno dejar visto todo el caparazón que formaba la sala de cine, de este cuelgan los elementos de iluminación. Que actualmente esta estructura se use como elemento decorativo dentro de una tienda de este tipo da muestra de la belleza estructural que logró con la creación de los pórticos solapados entre sí.

61. Imagen del cine Coliseo en la actualidad La decoración de la tienda deja en un segundo plano al caparazon de la estructura, que aún así, esta muy presente en el local. Fuente: Foto realizada por el autor



²³²³ CASTILLEJO RAFAEL, Cines de Zaragoza.



62. 63 Imágenes del cine Fleeta. José de Yarza. 1953. Fuente: Archivos de arquitectos. Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/5>

4.2.2 ARCOS PARABÓLICOS.

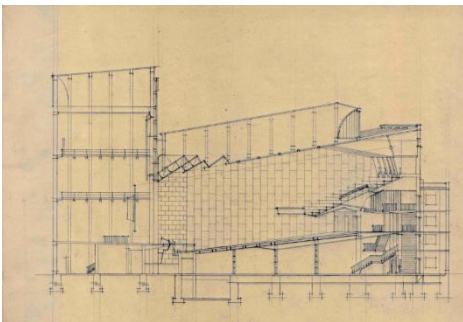
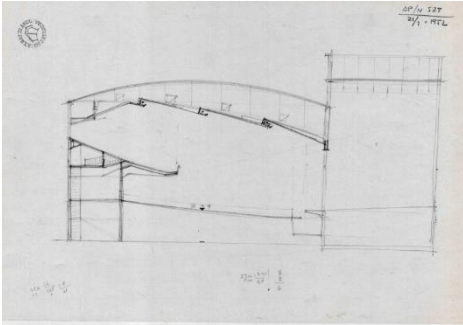
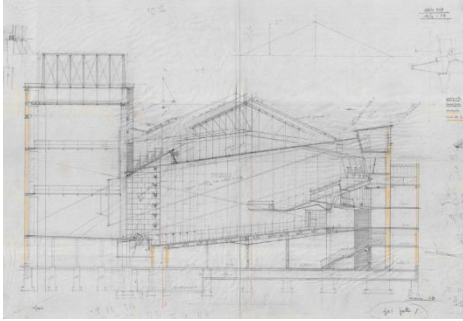
CINE FLETA /TEATRO IRIS (1953)

Cuando José de Yarza se encontró con este proyecto ya había construido otros cines como el cine Coso, el cine Palafox o el cine Coliseo, nombrados anteriormente, por lo que partía con experiencia suficiente para diseñar y dar cabida a este tipo de espacios.

Este proyecto se construyó en el lugar que anteriormente ocupaba un complejo recreativo y de espectáculos llamado Iris Park. Albergaba varios espacios: un cine, un teatro y una pista de patinaje. La empresa promotora decidió derribarlo y construir un espacio que sirviese tanto para representar obras teatrales como para proyectar películas. El teatro llevaría el nombre de Iris en honor al antiguo recinto y posteriormente pasaría a denominarse Teatro Fleeta en honor al tenor aragonés Miguel Fleeta²⁴.

De este proyecto se tiene información de todo el proceso proyectual por lo que es posible investigar el por qué de la estructura final a través del avance del proyecto. En los planos iniciales encontramos similitudes con el cine Palafox, la sala se encuentra elevada, dejando libre la planta baja en la que se sitúa un corredor comercial que ocupa el mismo espacio que la entrada al recinto, haciendo formar parte de la calle al propio teatro. Pero si algo diferencia este cine del resto es que este tendría una fachada a la calle, Yarza se enfrentaba no solo a dar forma al espacio interior sino también a responder a una fachada exterior a la calle César Augusto. A priori no supuso un problema estructural pero esta vez, la cubierta del cine iba a formar parte de la fachada, por lo que la estructura que le daba forma pasaba a un primer plano en el proyecto. Es probable que por esta cuestión descartase la cercha triangular que le sirvió en el Palafox y buscase otra forma diferente. En este caso la cercha la coloca longitudinalmente a la sala. Al cubrir una luz tan grande, la cercha alcanza unas dimensiones muy grandes y desde la calle, la parte superior de la misma acapara toda la atención, tal y como se aprecia en un alzado de las primeras fases del proyecto. En otra de las versiones utiliza un recurso que ya

²⁴ MARTINEZ HERRANZ, Amparo. 1993. El teatro Fleeta. Zaragoza: Antigrama, Núm. 10



64. 65. 66. Croquis de las diferentes versiones que propuso José de Yarza para el Cine Fleta.. José de Yarza 1953. Fuente: Archivos de arquitectos. Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/5>

había usado en el cine Coliseo, lo que parece ser una fina losa de hormigón que cubría la sala creando un espacio abovedado. Pero finalmente esta sería descartada.

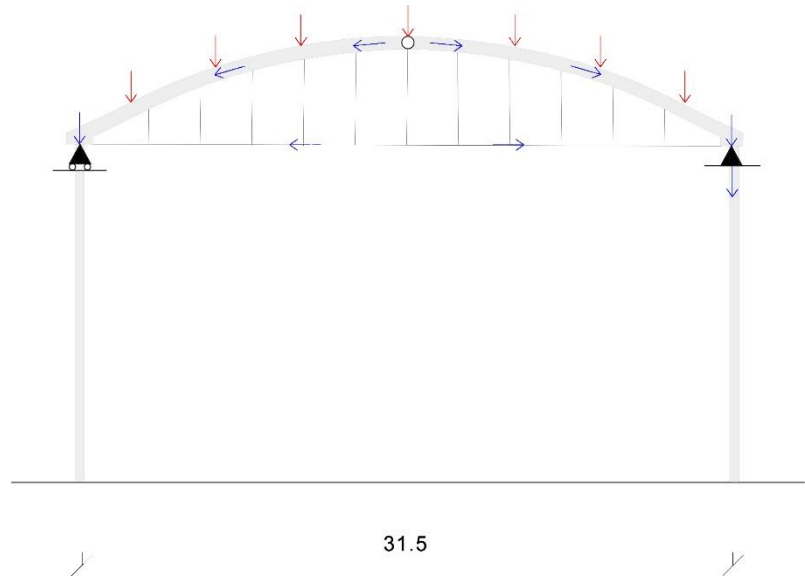
La solución final fue construir unos arcos parabólicos de hormigón armado que cubrirían toda la luz de la sala transversalmente. Se apoyarían en la fachada del edificio y en la fachada trasera que daría al patio interior, en unos pilares de 65x65 que trabajarían casi en su totalidad solo a compresión. Situados cada 2,75 metros, estos arcos serían atirantados y estarían atados entre ellos por una serie de correas que arriostrarían la estructura.

El funcionamiento de los arcos de hormigón armado lo explica detalladamente Yarza en la memoria del proyecto, por lo que resulta interesante analizarlo de mano del propio arquitecto a través de esta:

“(…) Los arcos se apoyarán sobre los postes directamente unidos a ellos por los hierros pasantes, uno de sus extremos (el derecho mirando al escenario desde la sala) en dilatación por medio de péndulos y el otro fijo a la cadena de coronación de poste. (...) Para directriz de los arcos se adopta la parabólica, por ser la curva antifunicular intermedia entre dicha forma (carga uniforme según la cuerda) y la catenaria (carga uniforme según la directriz). El intradós del arco es totalmente parabólico, en cambio su trasdós se hace recto a cierta distancia de los apoyos. El tirante se forma con grupos de 4 redondos de 36 o 40, anclados en las extremidades por medio de un trozo de perfil laminado U de 16 cm. El tirante quedará partido en dos mitades solidarias de cada semiarco y las cuales se unirán entre sí por intermedio de manguitos aterrajados una vez colocados en su posición definitiva”

De esta forma el arco queda como se puede observar en la imagen. El apoyo fijo está situado en fachada, ya que si fuese el apoyo móvil el que se coloque en este lado, quedaría dañada en caso de que se produjera un movimiento de la estructura. En la clave del arco se coloca una rótula que divide el arco en dos semiarcos iguales evitando fisurar el hormigón. El extremo del arco que se apoya en la fachada, sobresale quedando visto desde el exterior, dando evidencia de una estructura que en la interior queda oculta. Las partes que quedan en el exterior forman parte de la composición de la fachada, en ellas se apoyan los mástiles de unas banderas y bajo las mismas se coloca una serie de máscaras teatrales gigantes.

67. Diagrama de la estructura del arco que conforma la cubierta. iFuente: Diagrama realizado por el autor.



La puesta en obra de los mismos también se describe en el mismo documento:

“El montaje se proyecta por medio de un castillete central, que se trasladará a lo largo de la sala y servirá para izar los semiarcos y soportales por la clave hasta que empiece a trabajar el tirante. (...). Las viguetas de forjado se montarán desde los arcos (empezando simultáneamente y simétricamente por ambos extremos, para evitar un descentramiento excesivo de la línea de presiones) y sin andamiaje especial”

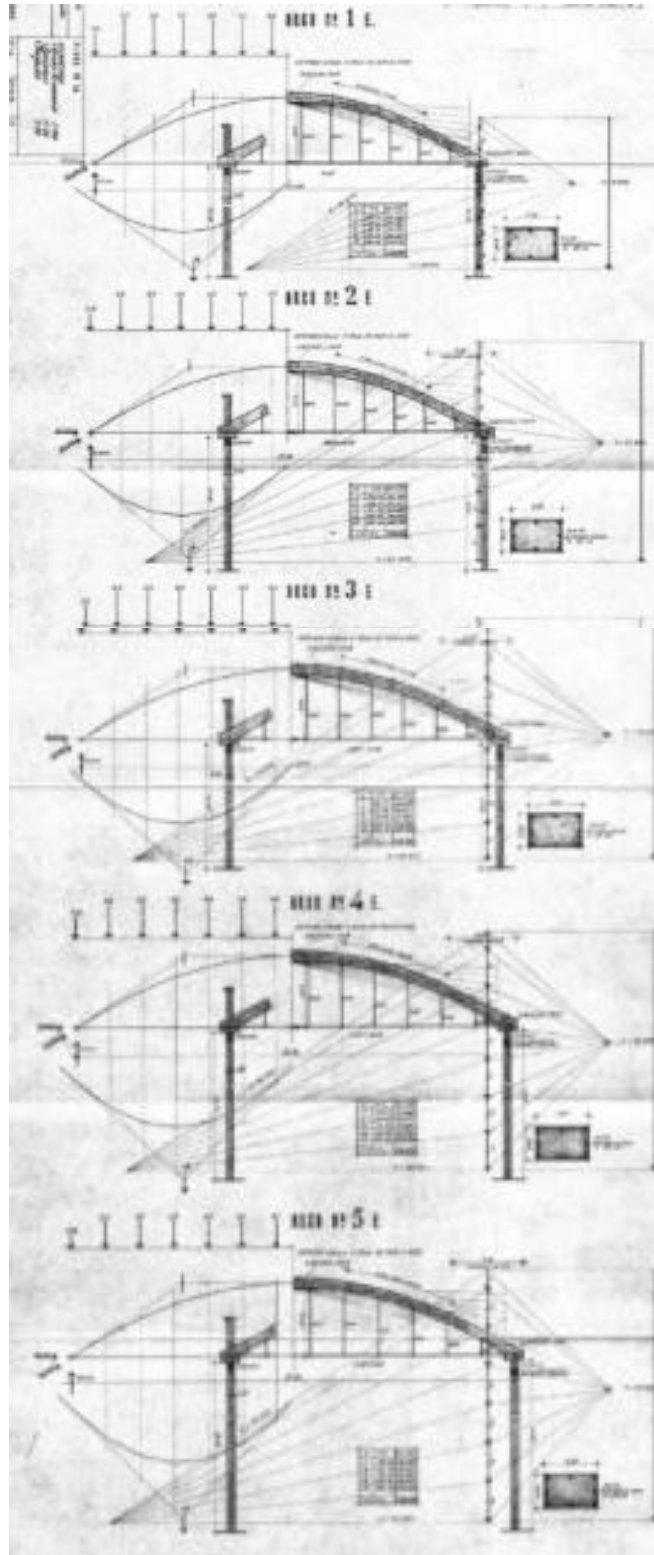
Las viguetas que arriostran los arcos son una parte importante de la estructura, serían construidas en taller (prefabricadas) y tal y como escribe Yarza:

“(...) se colocarán sobre los arcos desplazándolas 50 cm. Con lo cual todas, excepto las primeras, se apoyarán en un arco y en los extremos de las viguetas del arco anterior. Con ello las condiciones de trabajo se hacen más favorables, pues los momentos flectores se reducen al existir una compensación directa de las flexiones llegando a condiciones de trabajo casi de continuidad perfecta (...)”

68. *Fachada del Teatro Fleta en la Avenida Cesar Augusto de la capital aragonesa. José de Yarza. 1953. Fuente: Archivos de arquitectos. Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/5>*



69. Planos estructurales de los arcos del Cine Fleta. Fuente: Archivos de arquitectos. Disponible en: <http://jdeyarza.archivosarquitectos.com/es/original/project/5>



El Cine Fleta, supuso el último proyecto de cinematógrafo para Yarza, Estos espacios, que se habían extendido en los años treinta en la Gran Vía de Madrid, llegando posteriormente a la capital aragonesa, tuvieron su época dorada las siguientes dos décadas. A partir de los años sesenta y posteriormente con la llegada de la televisión a la mayoría de hogares, empezaron a dejar de construirse nuevos recintos tan grandes ante la bajada de la demanda.

Paralizaciones de derribo y un proyecto de rehabilitación durante la década de los noventa, que finalmente fue paralizado en 2003²⁵, hacen que actualmente se encuentre en estado ruinoso, a la espera de encontrar un uso futuro. Unas estructuras metálicas rojas de apoyo para los arcos acaparan la atención tras la valla y la lona que lo separa de los viandantes. En fachada se dejan ver los extremos de los arcos. En 1996 fue incluido en el registro de la Fundación Docomomo Ibérico como una de las cinco obras más importantes del Movimiento Moderno en Aragón²⁶.

70. Imagen del estado actual del Teatro Fleta., extremos de los arcos vistos en fachada.
Fuente: Foto realizada por el autor.



²⁵ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3 pp 291-310

²⁶ Fundación DOCUMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO DEL MOVIMIENTO MODERNO

La principal diferencia de estos dos proyectos es la composición de los pórticos. Mientras que en el Cine Coliseo, el pórtico está formado por una única pieza, el pórtico del Cine Fleta tiene dos partes, los pilares y el arco. El primero trabaja por sí mismo y transmite la carga al segundo por medio de unos apoyos simples. En el caso del cine Coliseo el pórtico trabaja en todo su conjunto ya que hay empotramientos en las uniones. Por lo tanto, aunque formalmente puedan asemejarse, son dos principios estructurales totalmente diferentes. La localización de los mismos y cómo se relacionan con el exterior es determinante en la elección de cada una de las estructuras.

71. Imagen del estado actual del Teatro Fleta.
Fuente: Foto realizada por el autor.



72.73. Imagen del estado actual del Coliseo, como tienda de moda y entrada del cine a mediados del siglo XX. Fuente: Foto realizada por el autor y Rafa Castillejo, disponible en: <http://www.rafaelcastillejo.com/zaracines.htm>



5. CONCLUSIÓN.

La estructura adquiere un papel importante en la arquitectura de José de Yarza. A él le gustaba calcular las estructuras de sus proyectos en el despacho²⁷, lo que da muestra de su gran pasión por ellas y su afán por buscarles un lugar en el proyecto más allá de la función intrínseca de las mismas.

Como resultado, vemos en esta arquitectura de Yarza una estructura generadora de espacio. Es una parte esencial en las obras ya que se encargan de crear el lugar en el que albergar el uso. En el proyecto del umbráculo de Los Enlaces, el espacio resultante no es más que la superposición de la sección analizada en el apartado correspondiente (4.1). Ocho pórticos de hormigón exactamente iguales que soportan una viga de relinga a la que van sujetos los cables que forman la cubierta. En la capilla de los Marianistas, la cubierta colgante que cubre la totalidad del recinto tiene forma de paraboloide hiperbólico. Ésta dota de carácter y entidad a un espacio tan singular como el de un edificio religioso. La superficie curva resultante permite trabajar la luz del interior. Los dos pórticos que la forman, crean una direccionalidad en el espacio que contrasta con las dos direcciones de la cubierta. Los perfiles laminados UPN que los sujetan, ayudan a crear el ritmo en fachada y que aprovecha para colocar las vidrieras, creando de esta forma un espacio único. En los cines también se observa esta cualidad. En el cine Fleta, los arcos parabólicos permiten crear el gran espacio diáfano interior y en el cine Coliseo, se puede ver en el solapamiento de las losas que arriostran los pórticos. El arquitecto zaragozano disminuye la sección de los mismos conforme se acercan a la pantalla, creando un caparazón para toda la sala. En este caso la estructura está compuesta por un pórtico de una sola pieza por lo que no solo define el espacio mediante la cubierta sino también los laterales.

Las estructuras de Yarza son sinceras y tienen un carácter marcado. Se muestran tal y como son, pero nunca sobresaliendo sobre los aspectos más importantes del proyecto. Además, él refuerza esta cualidad en la implantación de la obra en el terreno. En el umbráculo podría

²⁷ DE YARZA BLACHE, Guzmán. Ref 3 p 288.

decirse que es donde éstas son más protagonistas. La sección singular del proyecto se coloca de cara a la carretera y forma la fachada principal de la obra. Casi la totalidad de los elementos que la conforman son estructurales y se muestran. Probablemente, que la estructura estuviese vista, era lo que más le interesaba al arquitecto. El mar de cables que forma la cubierta dota al recinto de un carácter efímero con el fin de potenciar la cualidad desmontable del edificio. La capilla de los Marianistas es un hito, colocada en la entrada, es la cara del complejo. A esto se debe la forma tan característica de la superficie de su cubierta. En el interior, esta superficie sigue presente forrada mediante unas lamas de madera, en este caso un material más noble, acorde con el uso del edificio. También se observa esto en el cine Coliseo, el caparazón está envuelto en el interior por una piel de lamas de madera. Ésta dota al recinto, no solo de una mejor apariencia, sino que además, de unas condiciones acústicas que son necesarias para el visionado de películas. La disposición menguante de los arcos muestra la intencionalidad de Yarza en que la estructura sea protagonista. En el cine Fleta los arcos se ven desde el exterior formando parte de la cubierta y los extremos de los mismos en la composición de la fachada del edificio a la calle César Augusto de la capital aragonesa. Los salientes sirven de apoyo a los mástiles de la bandera y debajo de estos aparecen las máscaras teatrales. En un proyecto donde a priori, la estructura queda en un segundo plano, Yarza consigue que esté presente.

Esta característica se puede apreciar desde los proyectos iniciales como el citado Cine Coliseo de 1949, hasta sus últimas obras, como el Hospital MAZ de Zaragoza donde toda la estructura queda vista, con el acabado característico visible de las vetas de los listones de madera que forman el encofrado. Además, en este mismo proyecto, el uso de paneles prefabricados de hormigón para los acabados de las habitaciones y un claustro elevado soportado por pilares en V que a su vez se apoyan en la estructura principal del hospital dan una nueva muestra de su intención estructural. Estos pilares en V están presentes en más obras, como el Cine Cervantes, y en todas ellas los mantiene vistos, dándole carácter al espacio. Estos pilares no son más que la solución estructural a tener diferentes crujías en un mismo espacio

vertical. El parking subterráneo de una vivienda necesita distancias entre pilares mayores que las propias viviendas.

Un punto a tener en cuenta en la relación de Yarza con las estructuras es la viabilidad y sentido que cobran en el proyecto, en algunos de ellos que aparentemente no tienen una estructura tan característica, inicialmente se planteó una estructura mucho más singular, como es el caso ya nombrado de la estructura del cine Palafox, citada anteriormente. Él descarta el uso de unos arcos parabólicos y una losa de hormigón porque el cine queda en un patio interior y esa estructura quedaría escondida tras los edificios, quedando solo a la vista de las partes traseras de las casas. En este caso, optó por descartar la idea y adoptar una más convencional, barata, y funcional, que resolviese la luz de la sala de cine sin necesidad de grandes adornos estructurales.

Todos los elementos estructurales singulares analizados en este trabajo, tienen un porque detrás de su apariencia y su constitución y van más allá que lo meramente formal. Las pajaritas del umbráculo o el pórtico del Cine Coliseo obtienen su forma final de las solicitaciones a los que son sometidos, permitiendo cambiar la sección de los mismos o las direcciones de la pieza, en función de los esfuerzos a los que esta debe dar respuesta. En las pajaritas del umbráculo, el saliente que daría forma a la cabeza viene dado por la dimensión de la viga de relinga que sujeta los cables, la pata delantera absorbería los esfuerzos de compresión transmitiéndolos a un dado de cimentación mientras que la pata trasera se encargaría de los esfuerzos de tracción de los tirantes. Las partes del pórtico que no sufrirían esfuerzos se vacían, dando lugar a la característica forma. En la capilla del colegio de los Marianistas, Yarza necesita construir un elemento que debe ser un hito, un lugar diferenciado del resto del conjunto. Para ello debe tener una forma característica que logra creando el paraboloide hiperbólico. Además, al tener todos los cables en una misma superficie curva permite que la cubierta sea mucho más fina, dejando un amplio espacio interior, y por lo tanto mucho más ligera y que pueda cubrir una superficie mayor. En el Cine Coliseo, Yarza se encontró con un proyecto en un patio interior, no tenía espacio circundante en el que colocar grúas, por lo que diseñó un sistema que permitía construir de dentro a fuera,

unos pórticos en los que los pilares y las vigas formaban parte de una misma pieza y que estaban unidos por una serie de láminas de hormigón abovedadas que los arriostraban. En el cine Fleta, el hecho de que tuviera fachada hizo cambiar a Yarza la idea sobre la estructura inicialmente planteada. Paso de ser una cercha triangular, que dejaba un enorme pico en la parte superior del edificio, a ser una cubierta curva de teja, creada a partir de los arcos y las correas que arriostran los mismos.

José de Yarza García, fue un pionero en el uso de este tipo de estructuras en la ciudad de Zaragoza, hecho que además le confiere un valor especial. Supuso una revolución en la arquitectura del Movimiento Moderno en Zaragoza, construyó numerosas obras que hoy en día siguen siendo un ejemplo de arquitectura y vanguardia que merecen ser estudiadas y reconocidas como merecen. En este trabajo se ha intentado mostrar algunas de ellas y valorar la importancia que éstas tuvieron en el desarrollo de la ciudad de Zaragoza, permitiendo salirse de lo convencional y apostar, en una época como aquella, por una arquitectura que miraba al futuro.

6. BIBLIOGRAFIA.

- BUIL GUALLAR, Carlos y LABARTA, Carlos. 2000. Compromisos Periféricos; la arquitectura de cine de José de Yarza García en la década de los cincuenta. Pamplona, Escuela Técnica superior de Arquitectura, Universidad de Navarra. Actas preliminares. pp 16-17
- DE YARZA BLACHE, Guzmán. 2015. José de Yarza García; vínculos europeos en la modernidad periférica española. Madrid, Tesis Doctoral ETSAM.
- DE YARZA GARCÍA, José. 1948. La familia de los Yarza. En: Revista Nacional de Arquitectura n. 82. pp 405-410
- DE YARZA GARCÍA, José. 1951. Cine Coso. En: Revista Nacional de Arquitectura n. 117. pp 8-10
- DE YARZA GARCÍA, José. 1951. Cine Coliseo. En: Revista Nacional de Arquitectura n. 117. pp 11-13
- DE YARZA GARCÍA, José. 1949. Cine Coliseo. En: Revista Nacional de Arquitectura n. 95. pp 481-488
- LABARTA, Carlos. 2009. Modernidad en la arquitectura zaragozana del siglo XX. En: La ciudad de Zaragoza de 1908 a 2008. Institución Fernando el católico. Zaragoza
- MARTINEZ HERRANZ, Amparo. 2005. Los cines de Zaragoza, 1939-1972. Zaragoza: Elazar.
- MARTINEZ HERRANZ, Amparo. 1993. El teatro Fleta. Zaragoza: Artigrama, Núm. 10
- TORRJA MIRET, Eduardo. 2010. Razón y ser de los tipos estructurales. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

WEBGRAFIA

- CASTILLEJO RAFAEL, Cines de Zaragoza. Disponible en (consultado el 17/11/2019) <http://www.rafaelcastillejo.com/zaracines.htm>
- OTERO BASTERRA, Luis Alfonso. Biografía de Felix Candela en Real Academia de la Historia. Disponible en (consultado el 12/11/19): <http://dbe.rah.es/biografias/10378/felix-candela-outerino>

