

**PROYECTO FINAL DE GRADO**

TALLER 14: SUPERFICIES ARQUITECTÓNICAS SINGULARES

Director académico: Francisco Javier Sanchis Sampedro

*ANÁLISIS GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO*

**MARQUESINA DE LA TERMINAL T-1 DEL AEROPUERTO DE VALENCIA**

**GEMA GARCÍA DIANA**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación

Universidad Politécnica de Valencia

*Curso 2012-2013*



En primer lugar, quiero agradecer a Gonzalo Aguarón De La Cruz, Ingeniero Aeronáutico y Director Técnico del proyecto de la terminal T-1 del aeropuerto de Manises (Valencia), por su colaboración con la aportación de información y documentación gráfica y escrita, en los primeros pasos y en la fase final de este proyecto.

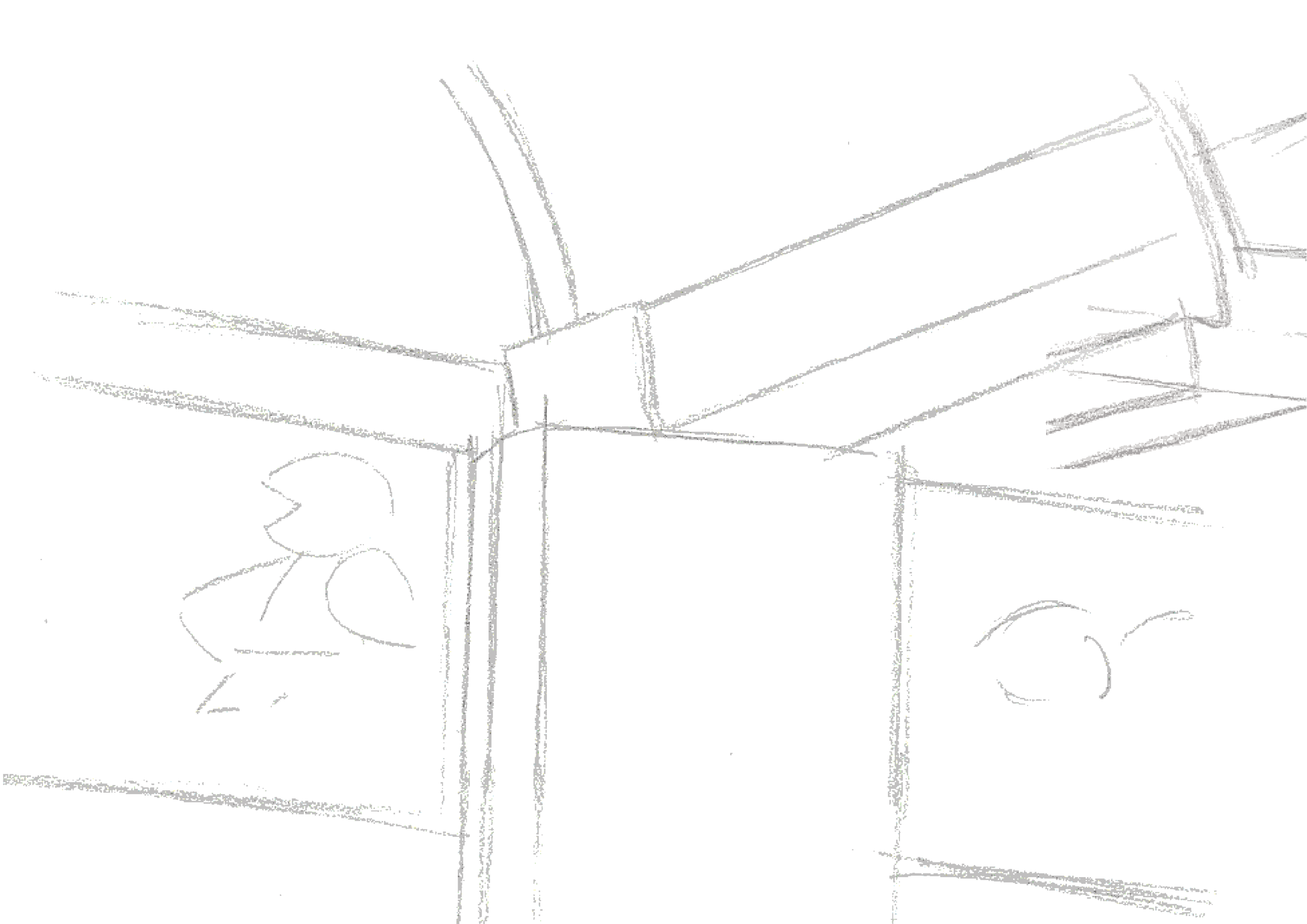
Además, agradecer a José Cayetano Soler David el haberme facilitado el contacto con la dirección del aeropuerto.

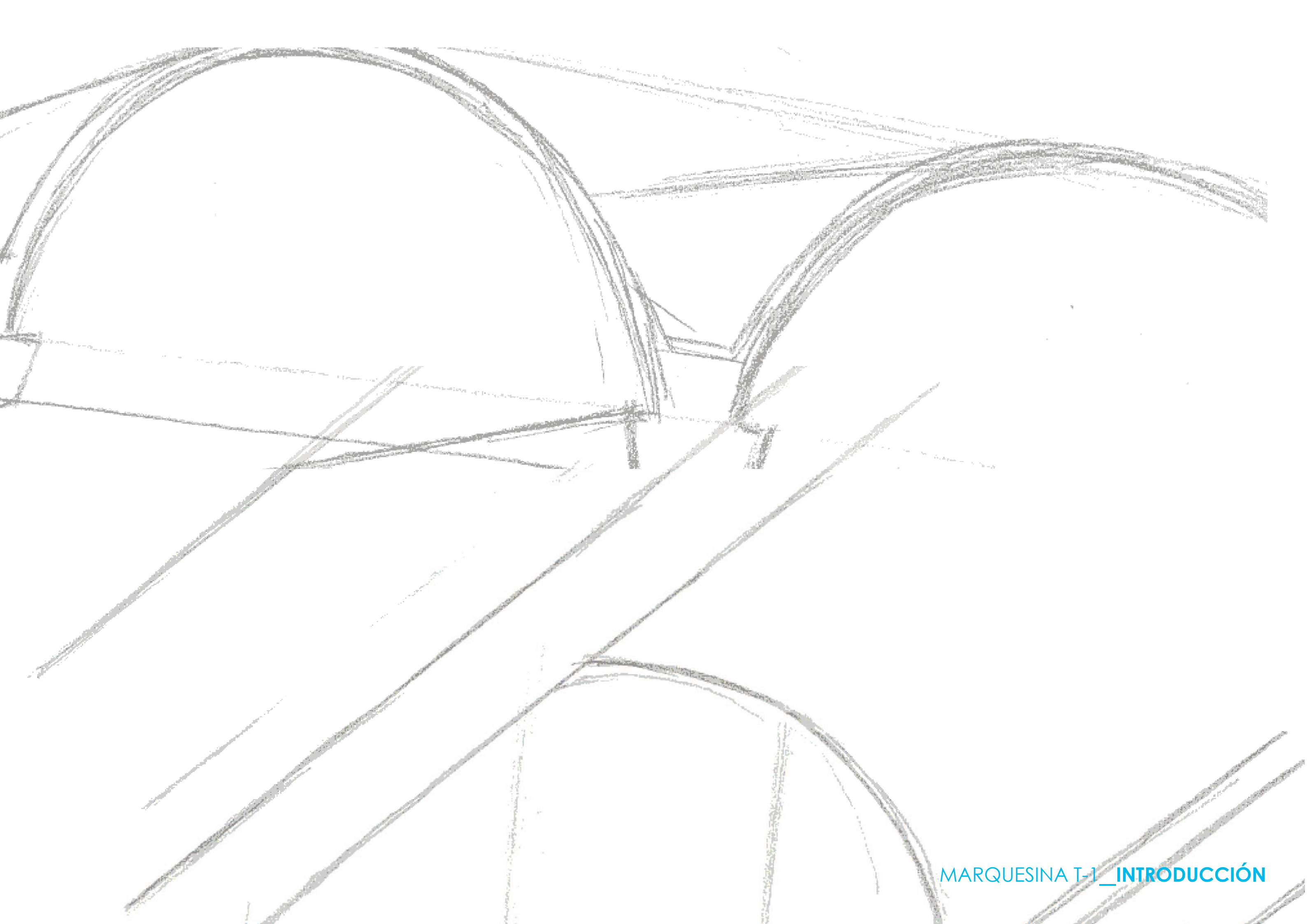
Y por último, a Julián Cámara Carazo, director del aeropuerto de Manises por haber puesto a mi disposición la documentación gráfica y escrita del proyecto original de la cubierta de la terminal T-1.



# Í N D I C E

	<i>Página</i>
01. INTRODUCCIÓN	9-12
02. DOCUMENTACIÓN DE LA SUPERFICIE	14-18
03. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO	20-21
04. ANÁLISIS GEOMÉTRICO	24-27
05. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	30-33
06. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO	36-48
07. CONCLUSIONES	49-50
08. BIBLIOGRAFÍA	51
09. ÍNDICE DE IMÁGENES	52-53









## J U S T I F I C A C I Ó N D E L P R O Y E C T O

La síntesis fundamental del taller de PFG número 14 de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación (Universidad Politécnica de Valencia) llamado Superficies Arquitectónicas Singulares, tutorizado por Francisco Javier Sanchis Sampedro, me ha llevado a centrar mi atención en un elemento que define el propio nombre del taller, la membrana que cubre la terminal T-1 del aeropuerto de Manises (Valencia).

El objetivo de este proyecto es el de desarrollar un estudio profundizado de dicha parte del aeropuerto de Manises.

Para su completa descripción me centraré en su análisis geométrico, estructural y constructivo, así como un conocimiento previo de sus características arquitectónicas.

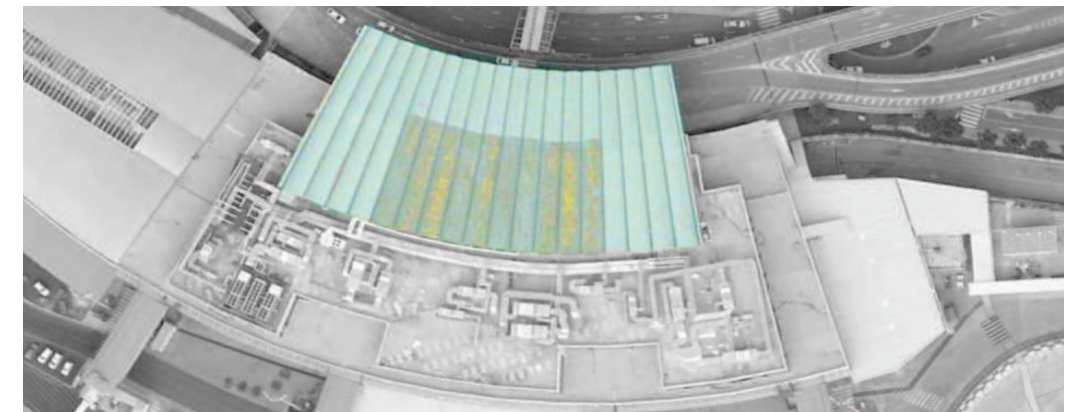


Imagen 1.1.

H I S T O R I A D E L A E R O P U E R T O D E V A L E N C I A

AEROPUERTO DE VALENCIA

Fue la ciudad de Valencia uno de los escenarios en los que tuvieron lugar las primeras experiencias de aerostación realizadas en España a finales del siglo XVIII.

El interés de la comunidad valenciana, no sólo por la aeronáutica sino específicamente por el transporte aéreo, pronto se materializó en la constitución de la Junta del Aeropuerto de Valencia en la temprana fecha de 1929.

Desde entonces, el impulso para construir un aeropuerto, primero en la Albufera y posteriormente en Manises, conllevó la apertura al tráfico aéreo del aeropuerto valenciano en marzo de 1933.

Hasta la elección del emplazamiento definitivo se barajaron, incluso se llegaron a utilizar, varios lugares como campo de vuelo en la provincia de Valencia: Paterna, playa de Nazaret, playa de la Malvarrosa, puerto marítimo y la Albufera. Fue el establecimiento del aeroclub en terrenos de Manises, gracias al apoyo de su alcalde, la circunstancia decisiva para ubicar el aeropuerto en su municipio.

Las dificultades para construir el proyectado aeropuerto de la Albufera y el ofrecimiento que el alcalde de Manises hizo a la Junta Central de Aeropuertos, aconsejaron modificar los planes y trasladar la construcción del aeropuerto a esa ciudad, cuya apertura oficial tuvo lugar el 19 de marzo de 1933.



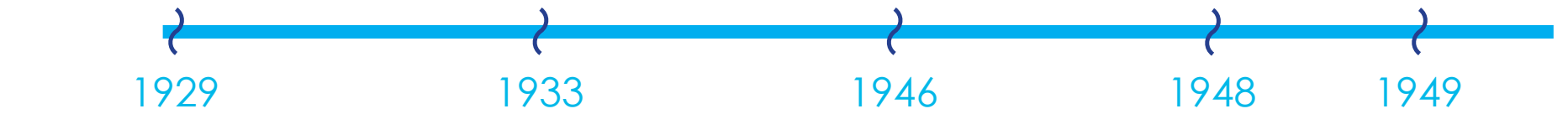
Imagen 1.2.



Imagen 1.3.



Imagen 1.4.



**1929**  
Creación de la Junta del aeropuerto de Valencia.

**1933**  
Se realiza el primer vuelo regular entre las ciudades de Madrid y Valencia.

**1946**  
Se empieza a construir la pista 12/30, en aquel momento a base de piedra afirmada,

**1948**  
**1949**  
Se afirma la pista 04/22 y se construye una plataforma de estacionamiento para los aviones.



Imagen 1.5.

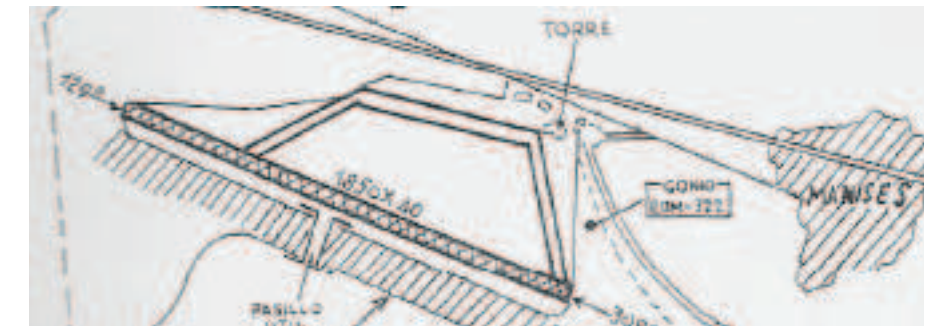


Imagen 1.6.

1954

Se construye otra calle de rodaje paralela a la pista 12/30 para el servicio de la aviación militar.

1958

Se comienza la instalación de las luces de aproximación, la ampliación de la pista 12/30 y la construcción de la calle de rodaje del extremo noreste y la construcción de sus plataformas de estacionamiento.

1967

Se construye una terminal de pasajeros que se utiliza ahora como zona técnica.

1983

Se inaugura una nueva terminal de pasajeros que utiliza paneles solares para autoabastecerse. A finales de los años setenta la saturación de la terminal de pasajeros, con tan sólo 3766 m<sup>2</sup> obligó a iniciar los trámites para construir una nueva terminal capaz de absorber el creciente tráfico del aeropuerto.

2007

Se inaugura la nueva Terminal Regional. El crecimiento del número de pasajeros a partir del año 2003 y la designación de la ciudad de Valencia en diciembre de 2003 como sede de la 32<sup>a</sup> Copa América de Vela, sirvió de catalizador para que se agilizará la ampliación del aeropuerto, de forma que estuviese terminada antes del inicio de las regatas en abril de 2007.

2012

Se inaugura la última obra del aeropuerto, siendo ésta la terminal T2.



Imagen 1.7.

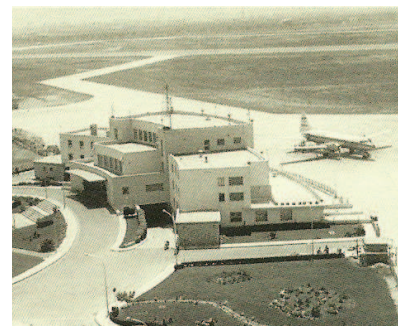


Imagen 1.8.



Imagen 1.9.



Imagen 1.10.



Imagen 1.11.

El nuevo edificio terminal, en forma de segmento de corona circular que se adapta perfectamente al estacionamiento de aviones existente. En la planta sótano se encuentran las instalaciones del edificio y la superior está destinada a oficinas, restauración y centro comercial.

La mayor innovación, desde el punto de vista arquitectónico y estructural, es la inclusión de una membrana de hormigón armado de 85 x 44 metros de dimensiones en planta, que cubre el vestíbulo de salidas y a su vez se extiende 19,6 metros en voladizo sobre las calzadas de acceso.

El denominado Plan Valencia representó la más importante ampliación del Aeropuerto de Valencia desde su inauguración. Las principales actuaciones que abarcó la primera fase del plan fueron la prolongación de la pista de vuelo en 500 metros, la ampliación de la plataforma de estacionamiento de aeronaves, la construcción de un edificio de aparcamiento de vehículos, una nueva terminal de aviación general, un nuevo centro de carga aérea y la ampliación de la terminal de pasajeros (T1) dotándolo de un edificio para la aviación regional, que posee una estación de metro integrada.

## T E R M I N A L T - 1



Imagen 1.12.

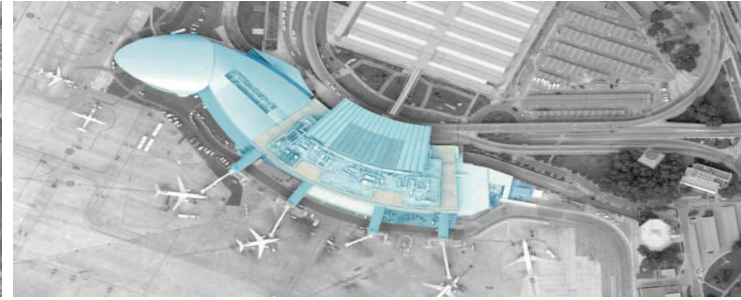


Imagen 1.13.

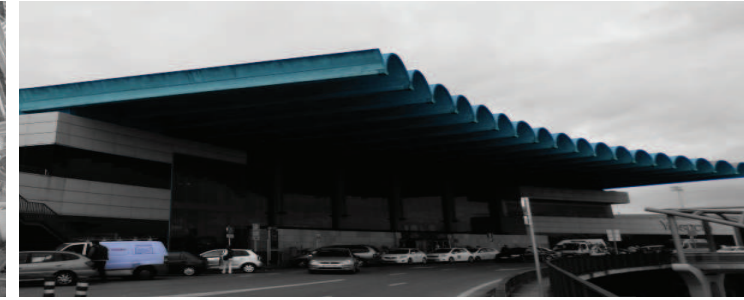


Imagen 1.14.



Imagen 1.15.

## NACIMIENTO DEL PROYECTO

El 10 de agosto de 1979 se comunica al Ingeniero Aeronáutico Gonzalo Aguarón De La Cruz (director del proyecto) la realización del aeropuerto de Valencia con objeto de atender a las necesidades de un edificio terminal de pasajeros.

Además, este proyecto fue desarrollado gracias al trabajo de Antonio Mantilla Estrada (Arquitecto), ingenieros técnicos aeronáuticos, arquitectos técnicos, ayudantes de obra, delineantes y administrativos.

Destacar en este caso el trabajo de Ricardo Barredo De Valenzuela, autor del diseño y cálculo de la membrana.

## DATOS TÉCNICOS

*Situación:* Término municipal de Manises (Valencia)

*Superficie membrana:* 3740 m<sup>2</sup>

*Presupuesto T-1:* MIL DOSCIENTAS NOVENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTAS SESENTA Y CINCO MIL TRESCIENTAS CINCUENTA Y CINCO PESETAS (1.291.865.355 pesetas)

*Promotor:* Diputación de Valencia de acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

*Director del proyecto:* Gonzalo Aguarón De La Cruz (Ingeniero aeronáutico)

*Arquitecto:* Antonio Mantilla Estrada

*Autor diseño de la membrana:* Ricardo Barredo De Valenzuela

*Arquitecto técnico:* Carlos Marín

*Constructora:* Dragados y Construcciones

*Jefe de obra:* Gaspar Samper (Ingeniero de Caminos)

*Plazo de ejecución de las obras (Terminal T-1):* 25 meses



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CERÁMICAS

CONSEJO REGULADOR

DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

DE MATERIALES

10/05/2017

En este apartado, documentación de la superficie, trataremos de describir a modo general el conjunto de la marquesina de la T-1, para ello, conoceremos los posibles criterios de diseño como son la funcionalidad y la estética. Situaremos el aeropuerto de Manises dentro del entorno de Valencia y su conexión con la ciudad, así como las entradas más sencillas al aeropuerto. Para finalizar este apartado describiremos gráficamente la marquesina, para ello nos apoyaremos de los planos de vistas de la misma.

### CUBIERTA DE LA TERMINAL T-1

La cubierta está constituida por una membrana tronco-cónica de directriz media circunferencia, con pequeña conicidad, formada por 18 lóbulos sucesivos, con parte volada y parte apoyada.

Calculada para resistir el peso propio del elemento, cargas naturales y cargas accidentales.

Resulta de gran interés el estudio de sus dimensiones, sobretodo por su gran vuelo.

### CUBIERTA COMO ELEMENTO FUNCIONAL

Debido a la forma geométrica de la membrana, tronco-conos de directriz media circunferencia, permite la evacuación de aguas hacia su extremo de menor anchura, coincidente con la entrada principal de la terminal T-1. Ello es posible gracias a una pequeña pendiente que permite la citada evacuación de aguas.

Su forma curva permite el fácil escurrimiento del agua de lluvia así como una mejor limpieza de la cubierta, en su caso.

### CUBIERTA COMO ELEMENTO ESTÉTICO

La forma tronco-cónica rompe con la estética de las formas rectas, en este caso la cubierta de la terminal T-1 es la forma que define al elemento. Al hablar del aeropuerto de Valencia posiblemente sea el primer elemento en el que pensamos, ya no solo por su forma sino por sus dimensiones.

Impresiona contemplar su gran vuelo, mediante su apoyo visto podemos observar sus grandes dimensiones.



Imagen 2.1.



Imagen 2.2.



Imagen 2.3.



Imagen 2.4.

El aeropuerto de Valencia está situado en el término municipal de Manises, a 8 Km. de distancia de Valencia.

La conexión más directa entre la capital y el aeropuerto es a través de la autovía del Este (A-3) desde su salida 349A



Situación

Escala 1/200000

Imagen 2.5.

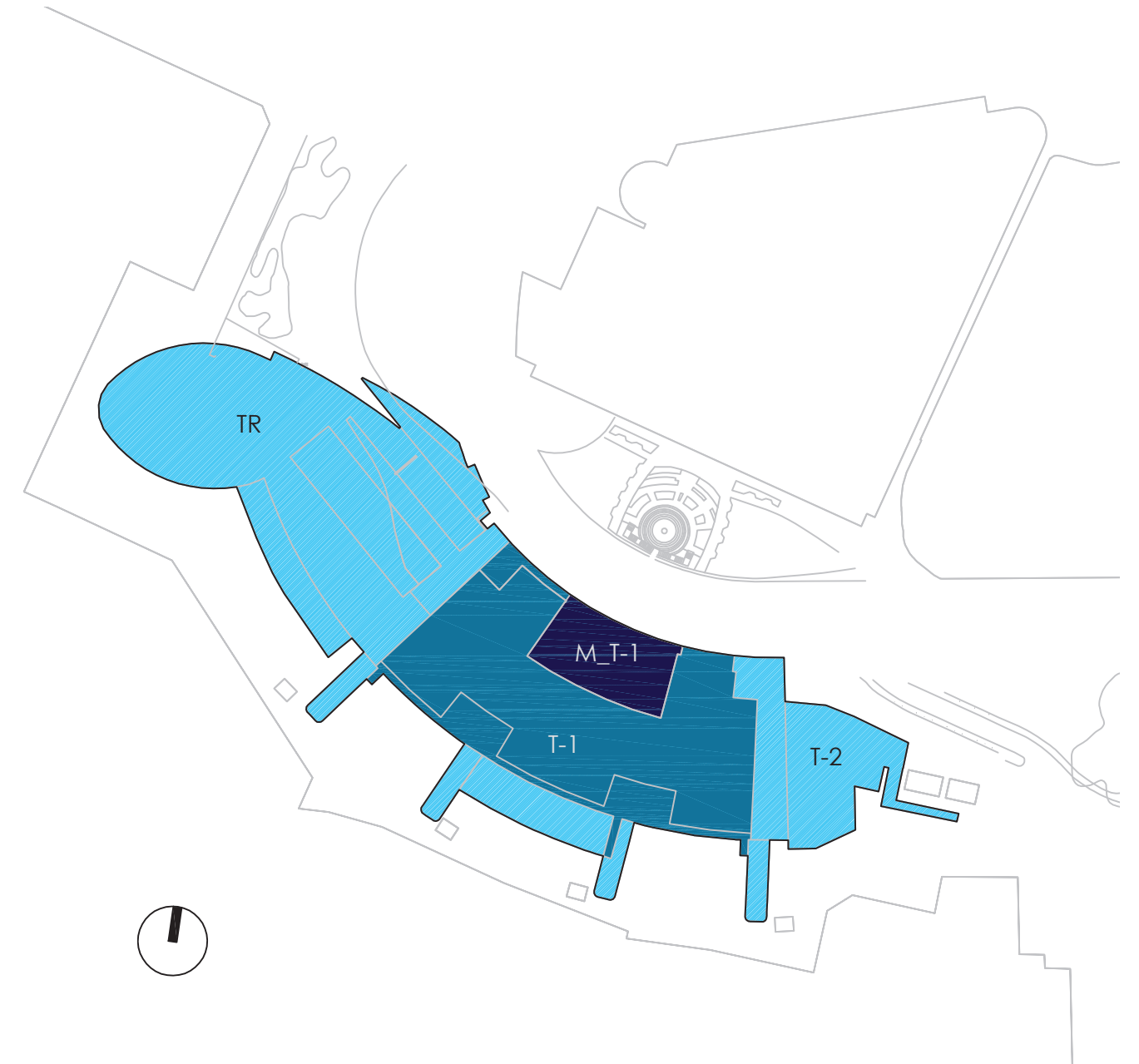


Imagen 2.6.

Emplazamiento

Escala 1/50000

T-1 : Terminal T-1

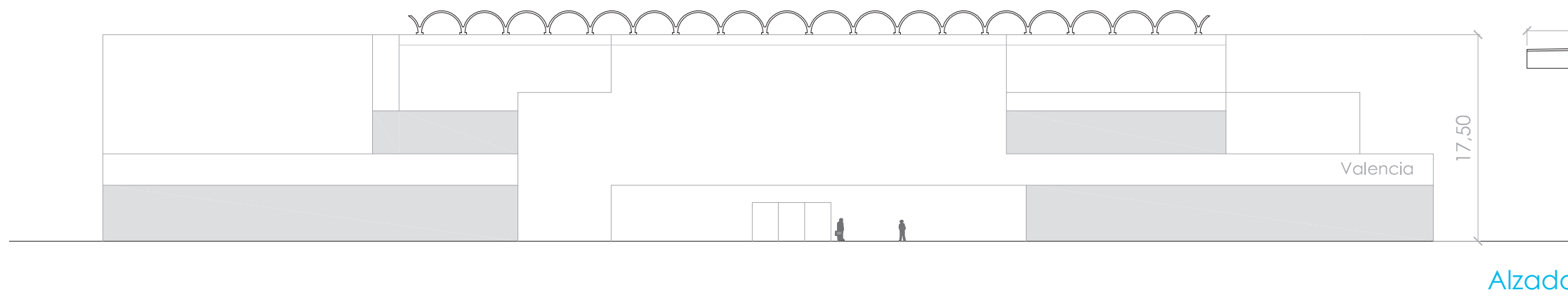
T-2 : Terminal T-2

TR : Terminal regional

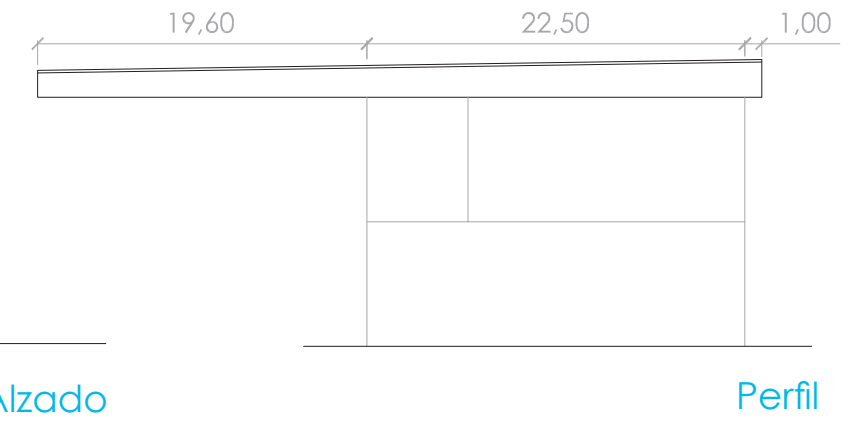
M\_T-1 : Marquesina de la terminal T-1



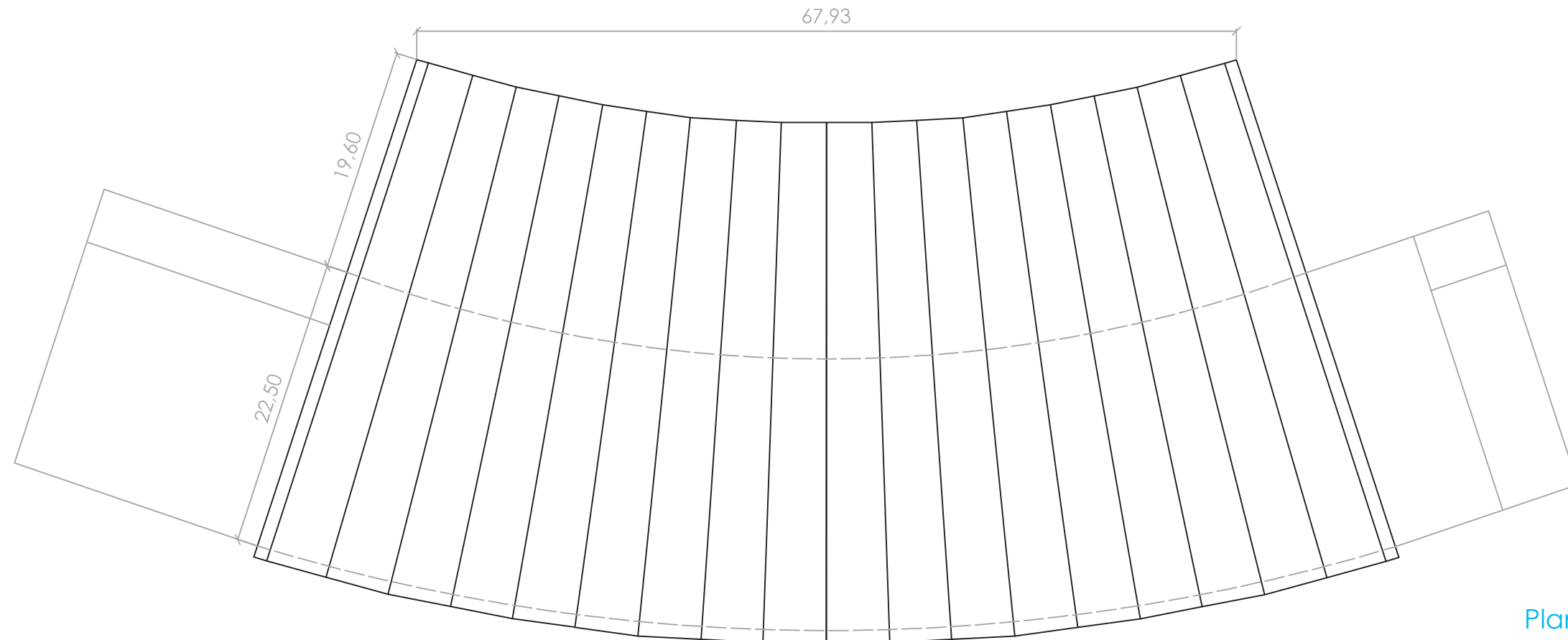
V I S T A S P R I N C I P A L E S



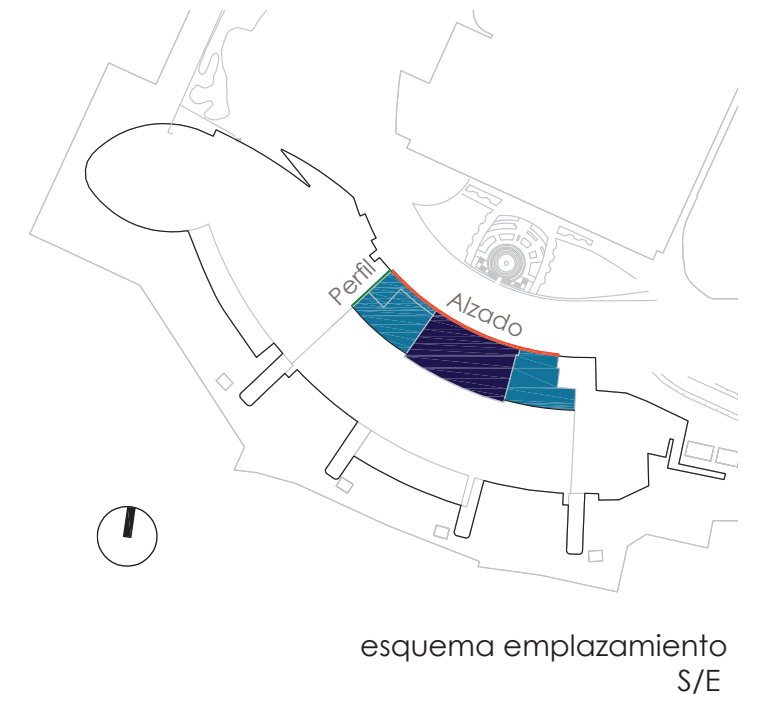
Alzado



Perfil



Planta



esquema emplazamiento S/E

0 1 4 10 metros

escala 1/450

Imagen 2.7.

### DESCRIPCIÓN DE LA TERMINAL T-1

El edificio de la terminal T-1 de forma de segmento de corona circular con una superficie total de 35000 m<sup>2</sup>, está dividido en cuatro niveles, dos de los cuales se dedicaban en un principio a los flujos de llegada y salida de pasajeros.

En planta sótano se encuentran las instalaciones del edificio y la superior está destinada a oficinas y restauración.

El edificio dispone de cuatro fingers de conexión del aeropuerto con las puertas de los aviones.

El vestíbulo principal de facturación tiene una altura de 17,50 metros y se cierra con una cristalera en fachada que proporciona una gran luminosidad a la terminal.

Destacar como dato significativo la instalación, entre el voladizo y el final de la cristalera, de un relieve del escultor Nassio Bayarri.

### CRITERIO DE DISEÑO DE LA CUBIERTA

El criterio de diseño más relevante de la marquesina es el de adaptarse a la forma de la terminal T-1, forma curva para cubrir unas necesidades aeronáuticas, la necesidad de dotar a la terminal de cuatro fingers de conexión del aeropuerto con las puertas de los aviones.

El gran vuelo era necesario para cubrir la entrada del aeropuerto de las inclemencias del tiempo, es por ello que para que la estructura de la cubierta soportase el gran vuelo, deberíamos ir ampliando progresivamente el diámetro de los lóbulos, por tanto la figura que mejor se adaptaba a dichas necesidades era el tronco-cono.

De la elección de los lóbulos repetitivos, obtenemos la figura de planta de abanico que podemos observar en las figuras.

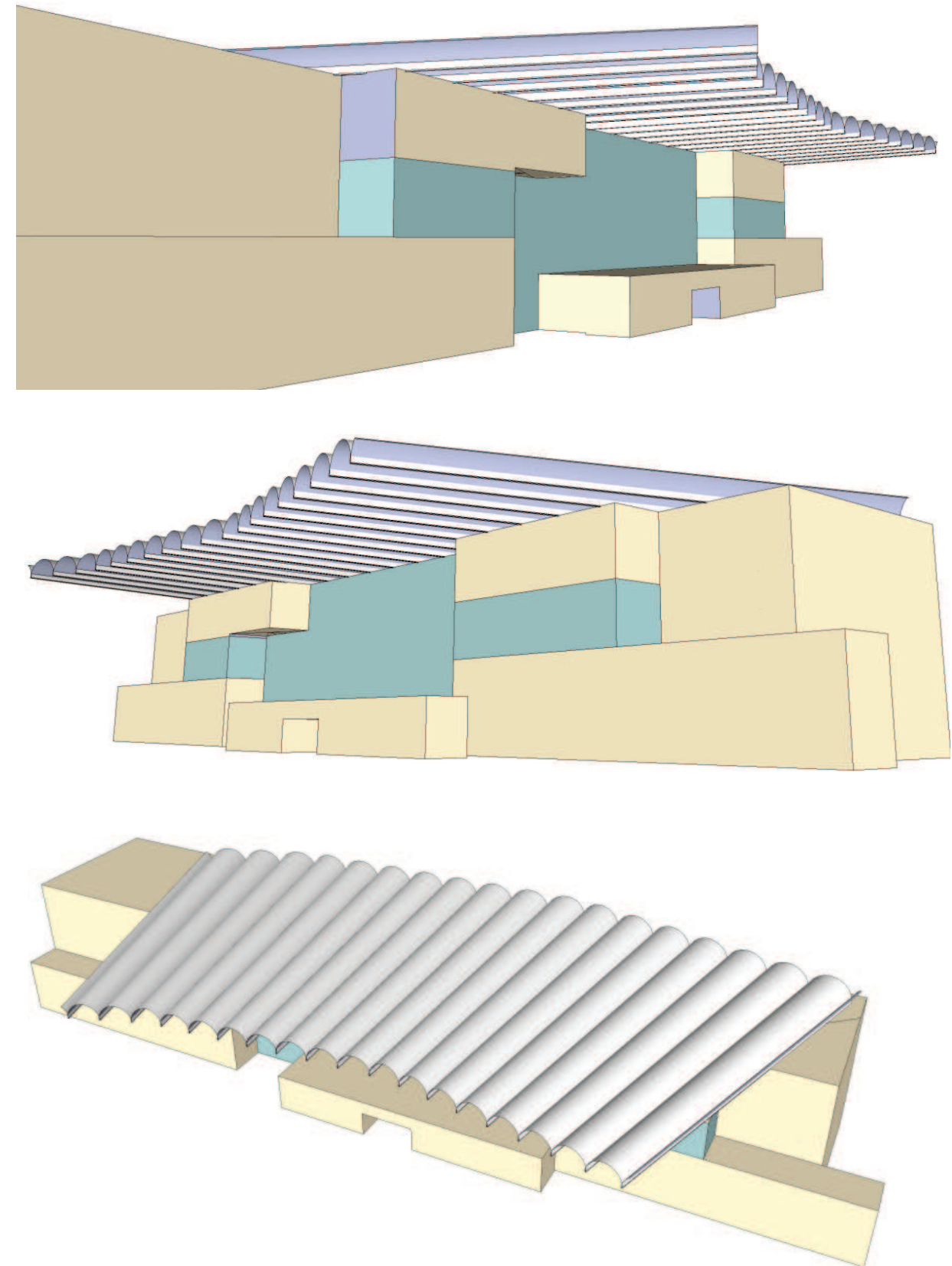
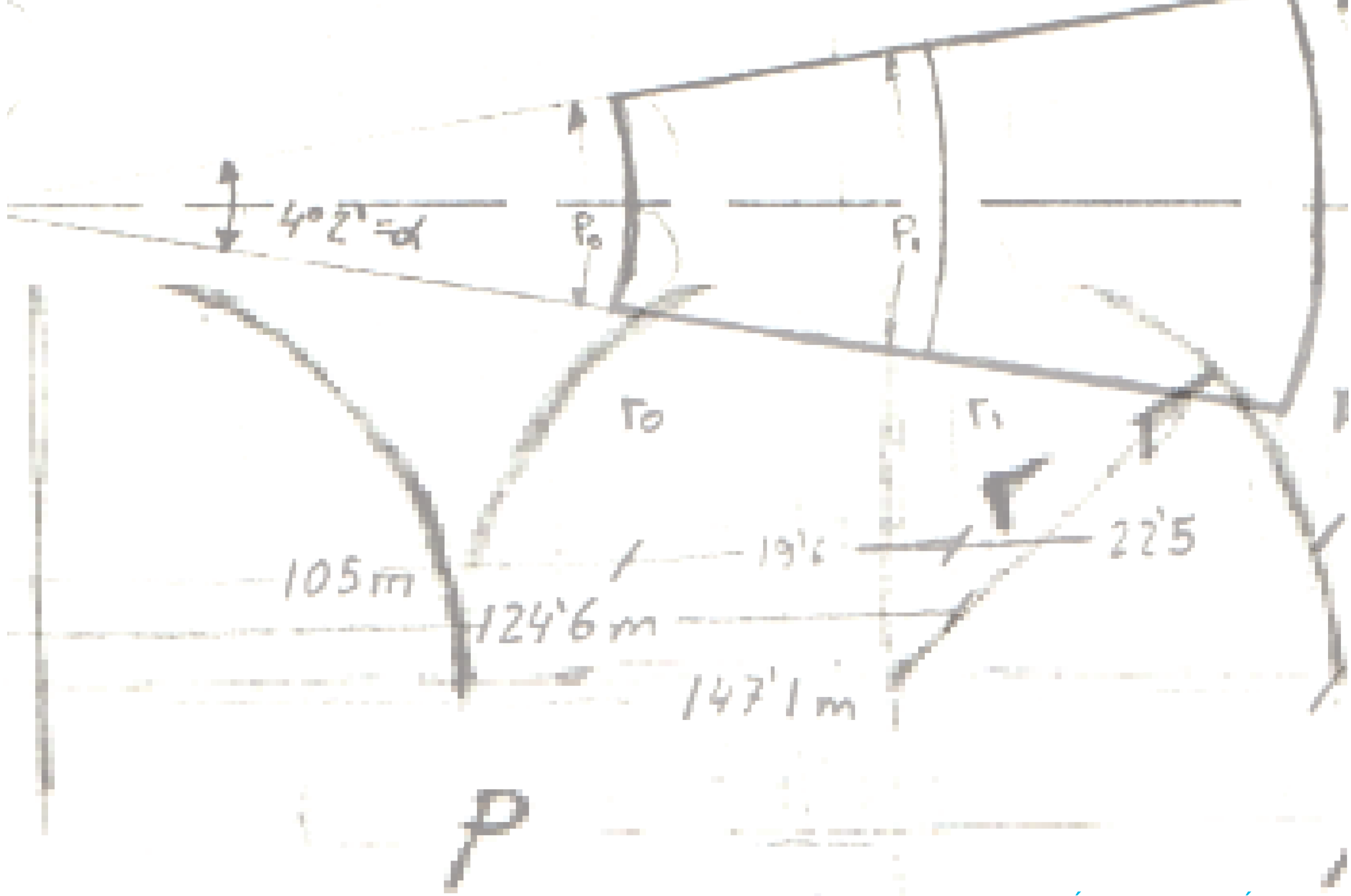


Imagen 2.8.



## I N F L U E N C I A S

## LA INFLUENCIA DE UN ARQUITECTO

La arquitectura como tal remonta sus inicios a la prehistoria, en la cual, surgen los primeros monumentos y el hombre comienza a dominar la técnica de trabajar la piedra. Es en esta época en la que la arquitectura está asociada a la idea de abrigo.

No es hasta la antigüedad clásica, con los periodos griego y romano cuando la arquitectura toma un papel estético y se busca la belleza en las formas.

Es por ello, que tenemos un gran catálogo de arquitectura de todos los tiempos que nos han influenciado y lo siguen haciendo en la arquitectura reciente.

Una influencia arquitectónica no es simplemente una mera copia sino simplemente una aplicación de un gusto creado en el subconsciente del arquitecto a lo largo de su vida.

Muchos de los arquitectos se basan en principios que tienen en consideración tanto aspectos urbanísticos, como de lenguaje propiamente arquitectónico, compositivo y constructivo. Además se guían de principios que entrecruzan elementos como la utilización de los lugares inesperados y la generación de formas nuevas a partir de la propia geometría compositiva.



Imagen 3.1.

## HIPÓDROMO DE LA ZARZUELA

La estructura del Hipódromo de la Zarzuela fue proyectada por el célebre ingeniero Eduardo Torroja, y fue construida en 1935. El edificio es esencialmente un graderío con una sala de apuestas debajo de los asientos.

La cubierta de los graderíos es una lámina de hormigón, la cual trabaja como voladizo apoyado en los pilares cuya configuración de direcciones se extiende a lo largo de su superficie de dos dimensiones.



Imagen 3.2.

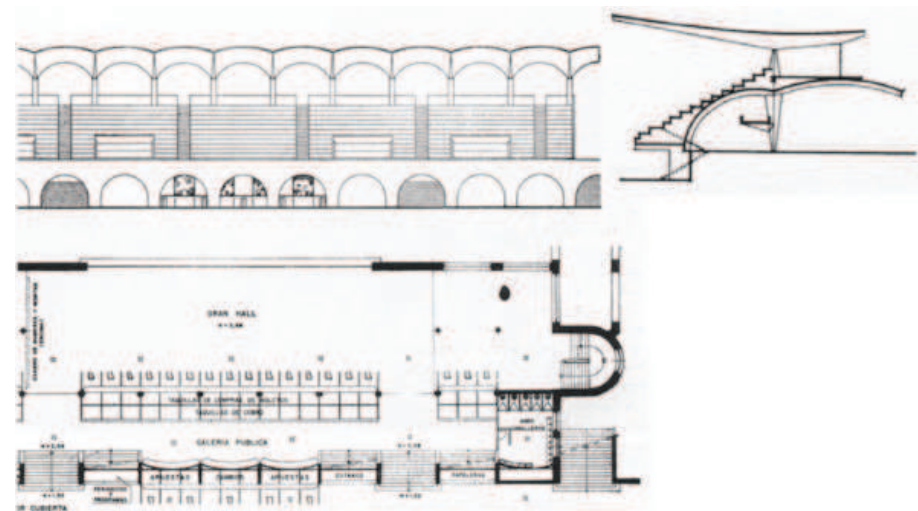


Imagen 3.3.

## A R Q U I T E C T Ó N I C A S

## AUDITORIOS PARA LA FACULTAD DE QUÍMICA

En 1952 el arquitecto Félix Candela inicia junto con sus arquitectos asociados Enrique Yáñez, Guillermo Rosell y Enrique Guerrero el proyecto de los auditorios para la facultad de química de la Ciudad Universitaria de México D.F.

Se trata de una planta con silueta de cono truncado, formada por una caja de muros de piedra originaria del lugar. La cubierta se forma por dos medios conos despuntados, los arcos de los conos van de los 8 a los 16 metros.

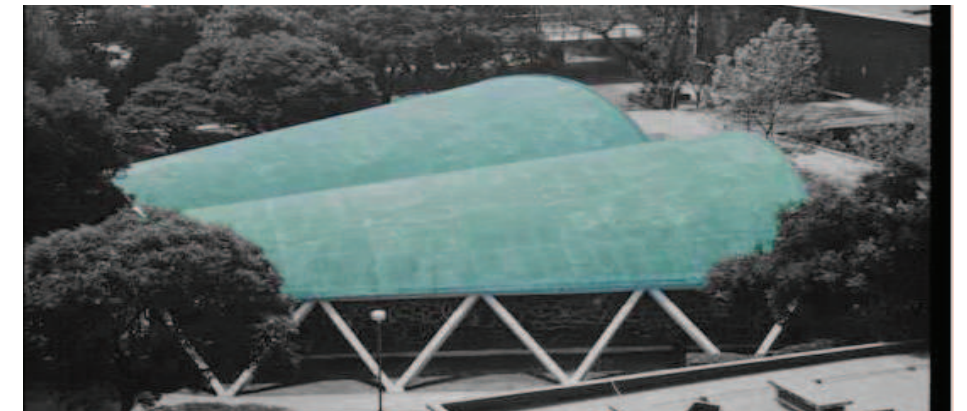


Imagen 3.4.



Imagen 3.5.

## A R Q U I T E C T U R A

## BODEGAS PARA LA ADUANA DEL VALLE DE MÉXICO

En 1954 al norte de la Ciudad de México en una zona industrial Félix Candela edifica por encargo de la Secretaría de Hacienda, los almacenes donde se guardaba la mercancía que debía someterse a la inspección fiscal.

Se trata de tres naves abiertas en sus costados, donde se desembarcaba la mercancía de los camiones; el módulo típico es de dos columnas de forma romboidal con una separación de 20 m entre sí, que sostenían una bóveda cilíndrica corta de directriz catenaria.

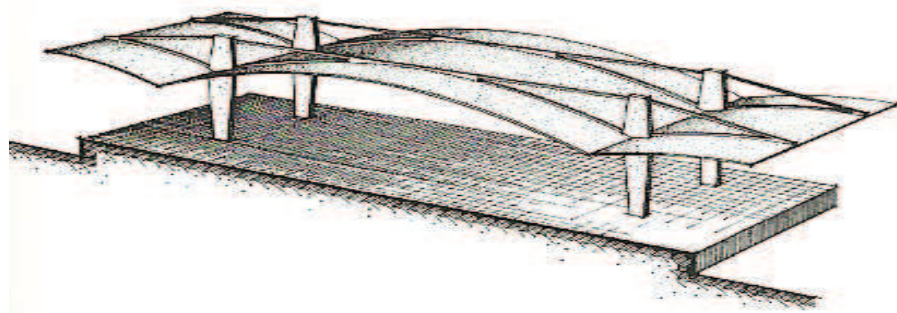


Imagen 3.6.

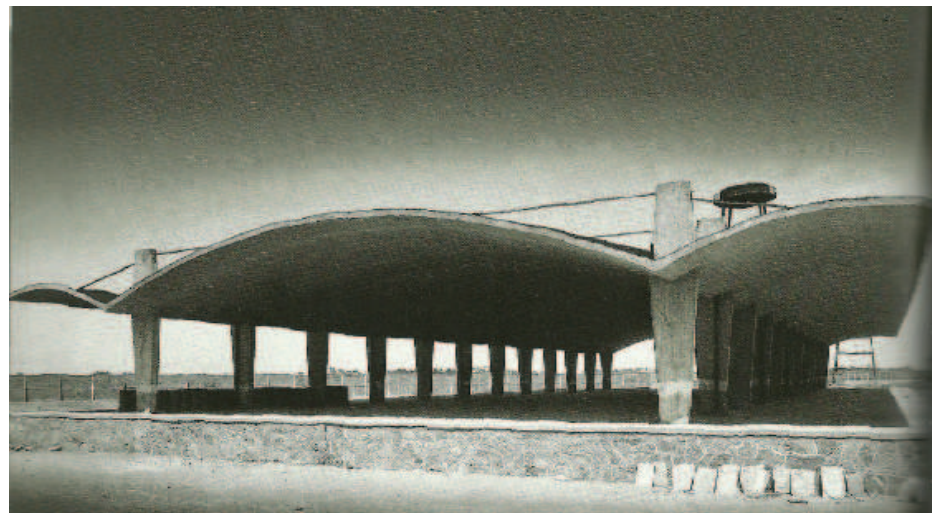


Imagen 3.7.

## OFICINAS DE L'OCEANOGRÀFIC. CIUDAD DE LAS ARTES Y LAS CIENCIAS DE VALENCIA

Se trata de una edificación de inauguración en el año 2002, que forma parte del conjunto de la ciudad de las artes y las ciencias de Valencia.

El elemento que más recuerda a la marquesina del aeropuerto de Manises es la cubierta, ya que se trata de dos alturas cubiertas por una membrana formada por 10 lóbulos tronco-cónicos sucesivos en la primera altura y 5 en la segunda.



Imagen 3.8.

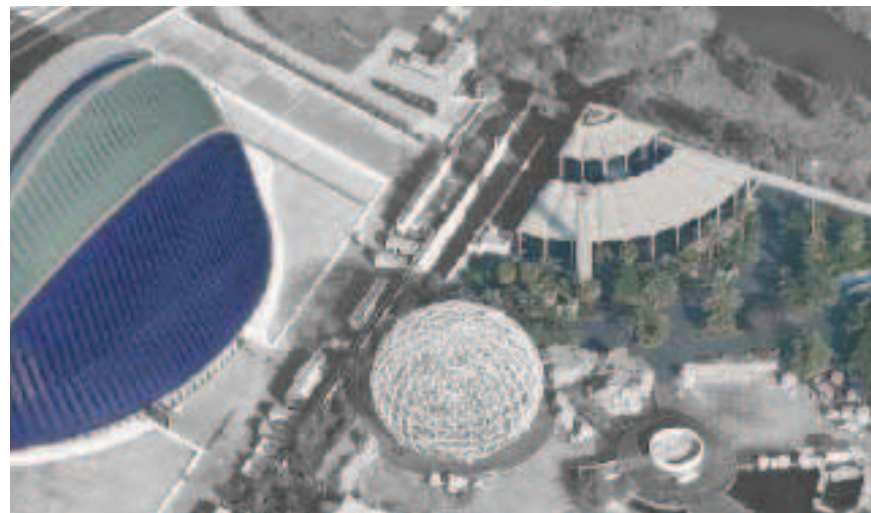


Imagen 3.9.

## P R E D E C E S O R A

## ESTACIÓN MARÍTIMA DEL PUERTO DE VALENCIA

En el año 1911, comenzaron las obras de los Tinglados del Puerto de Valencia.

Terminadas las obras de este tinglado en el año 1985, el Ingeniero Director de Obras del Puerto de Valencia era José María Fuster, quien llevó la supervisión de la obra, aunque el autor e impulsor de los mismos fue el ingeniero Federico G. de Membrillera, subdirector del Puerto de Valencia en ese momento.

La cubierta de la estación marítima de Valencia recuerda a la marquesina por la forma curva de los módulos repetitivos que conforman la misma.



Imagen 3.10.

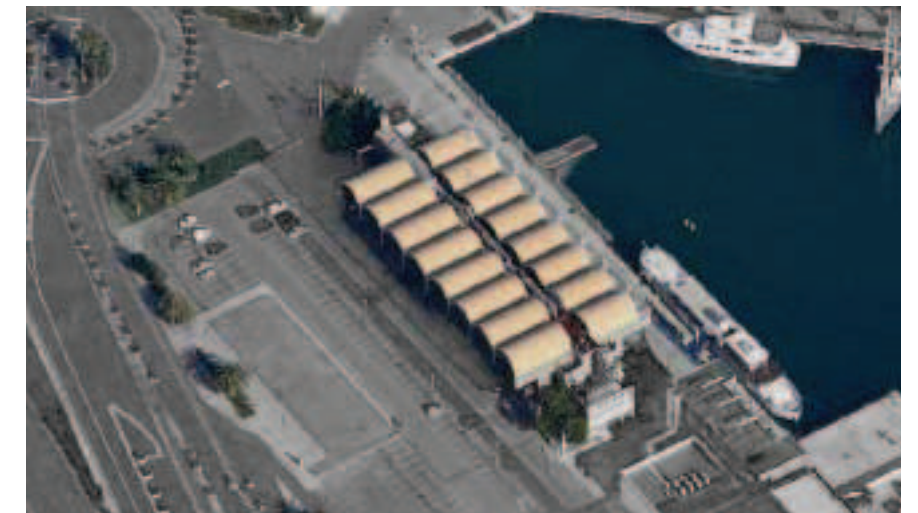


Imagen 3.11.

$E = 0.06 \text{ m}$

$e_1$

$C = 1.85$

$\sim 1 \text{ m}$

$\sim 1 \text{ m}$

$r_1 = 0'10m$



LA GEOMETRÍA

“Para que un objeto sea altamente bello es preciso que su forma no tenga nada de superfluo, sino las condiciones que lo hacen útil, teniendo en cuenta el material y los usos a prestar. Cuando las formas son más perfectas exigen menos ornamentación.”

A. Gaudí

La geometría ha sido siempre instrumento importante de la visión totalizadora de los arquitectos. Es el instrumento que guía el proceso de diseño por la razón, un proceso tan riguroso como el de la propia ciencia.

GEOMETRÍA DE LA MARQUESINA

La geometría de la marquesina está definida por la consecución de 18 lóbulos tronco-cónicos, por ello en este apartado haremos un estudio minucioso de la geometría de uno de dichos lóbulos, para posteriormente mostrar el resultado final del elemento en su conjunto.

La geometría se adapta a la forma de la terminal, forma en planta de abanico que desde un principio fue pensada para albergar la salida de 4 fingers, con la forma curva alcanzaban la separación mínima entre fingers con un frente de fachada mínimo.

Centraremos la atención en la clasificación de la superficie, así como en la generación gráfica de la misma.

CLASIFICACIÓN

El elemento primitivo que genera el conjunto es el cono, el mismo, lo clasificamos como una superficie de curvatura simple, la cual tiene una curvatura cero únicamente en una dirección, siendo positiva o negativa en el resto. Son superficies de este tipo las bóvedas cilíndricas, cónicas y superficies desarrollables en general.

GENERACIÓN

El cono es una superficie radiada no poliédrica (superficie radiada cónica), por tanto es aquella superficie generada por una recta (generatriz) que se desplaza apoyándose en un punto (vértice) y en una recta (directriz).

Tras esta introducción llegamos a la conclusión de que nos encontramos ante un caso de **cono recto de revolución de base circular, cortado por dos planos paralelos entre sí.**

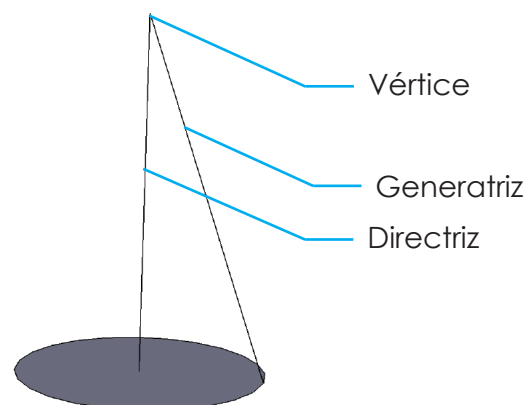
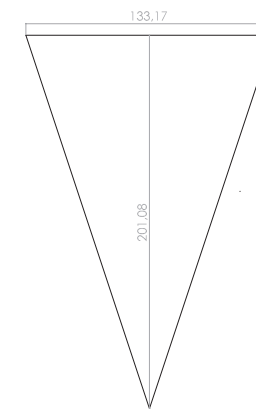


Imagen 4.3.

TRAZADOS GEOMÉTRICOS

Nos apoyaremos de los trazados geométricos para conocer las figuras primitivas que en su conjunto dan lugar al resultado final que observamos.



Paso 1º

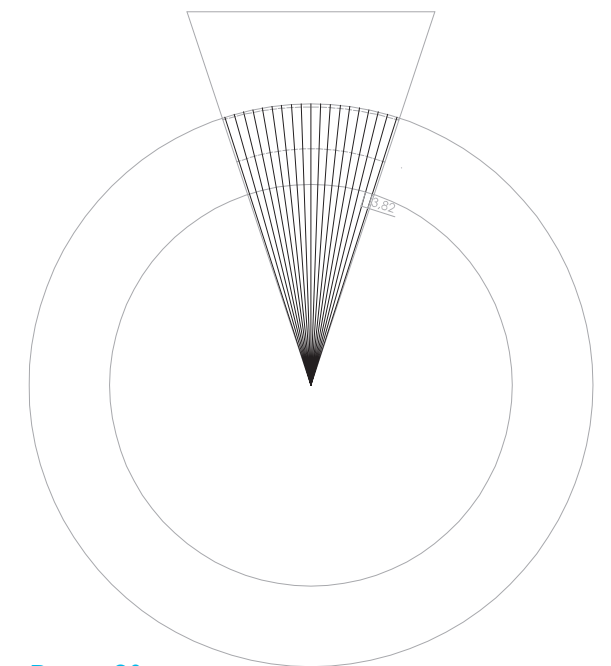
Desarrollo en planta:

1º) Trazado de un cono de base 133,17 m de diámetro y 201,08 m de altura

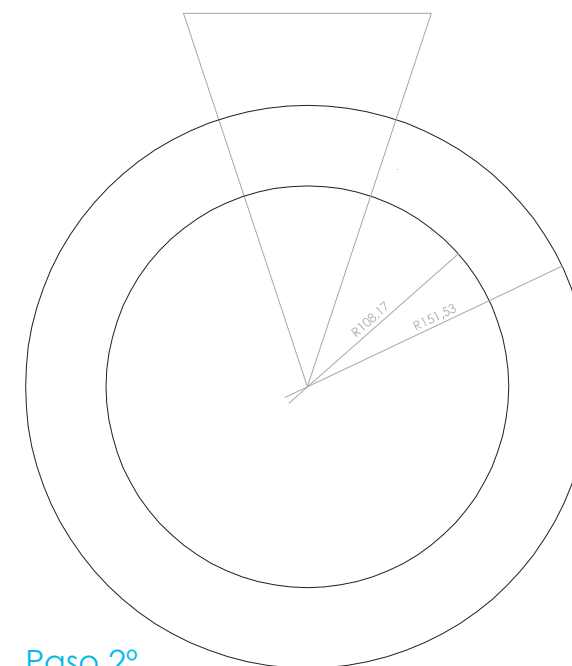
2º) Trazado de los cortes con los dos cilindros de radios 108,17 m. y 151,53 metros.

3º) Trazado de los lóbulos sucesivos.

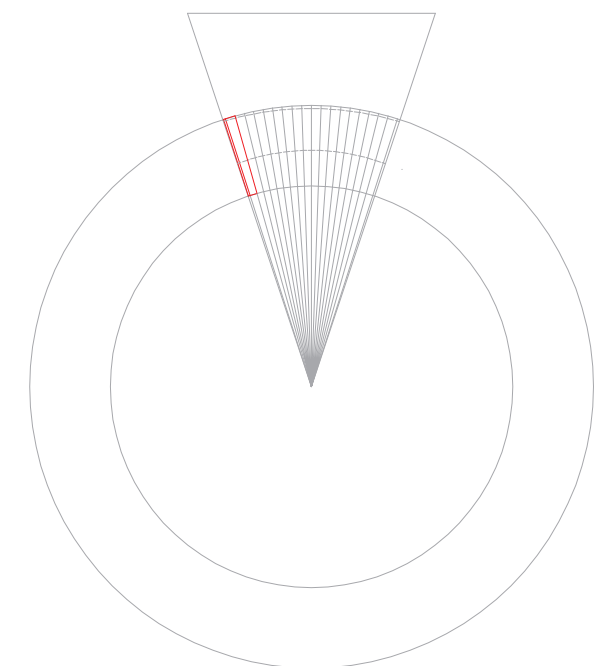
4º) Desarrollo de un solo lóbulo



Paso 3º



Paso 2º



Paso 4º

Imagen 4.4.

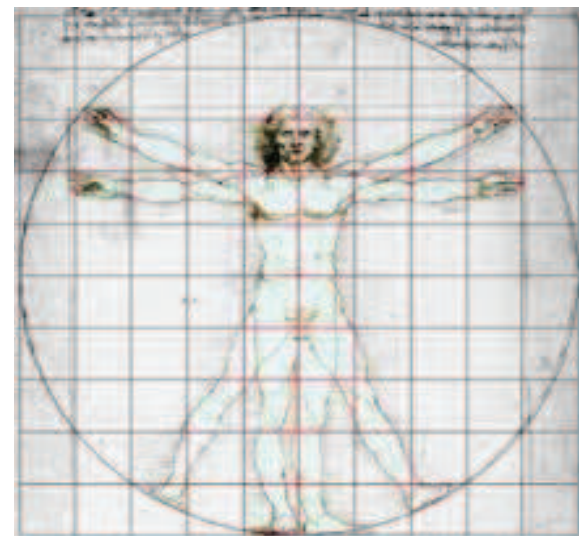


Imagen 4.1.

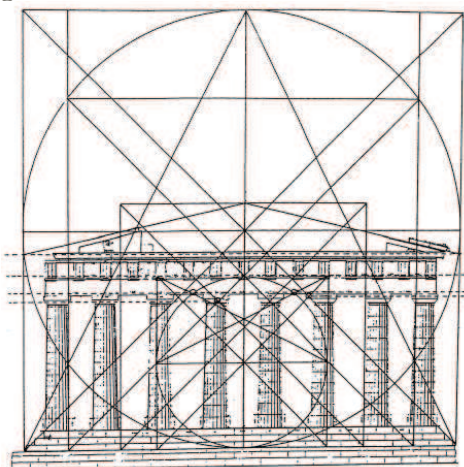
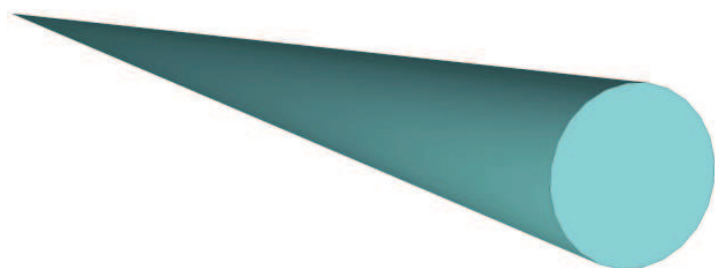


Imagen 4.2.



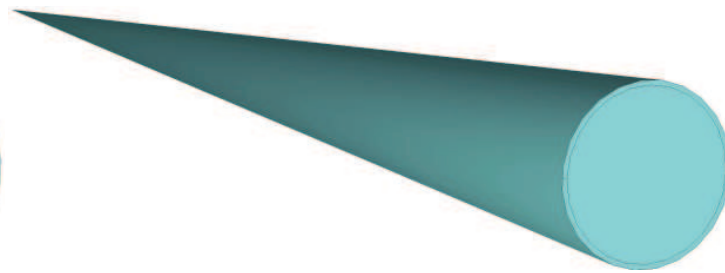
## PROCESO DE COMPOSICIÓN DE UN LÓBULO

A continuación, representaremos en volumen todo el proceso de generación de uno de los 18 lóbulos que componen el conjunto, a base de intersección de diferentes volúmenes.



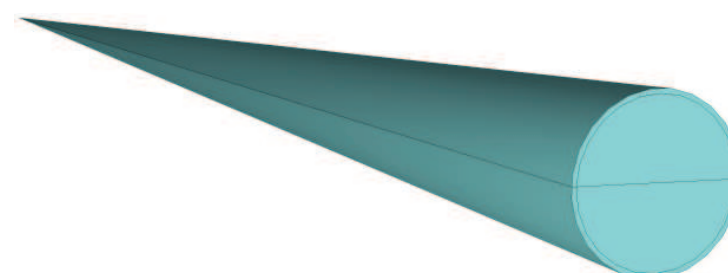
Paso 1°

Construcción de un cono de base 7 metros y altura 201,08 metros.



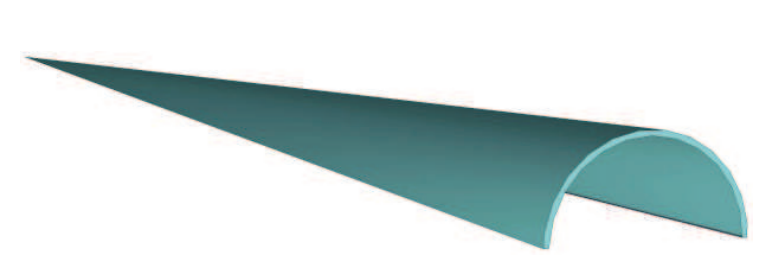
Paso 2°

Construcción de un cono concéntrico de 6,80 m de diámetro.



Paso 3°

Corte del cono por un plano coincidente con su directriz.



Paso 4°

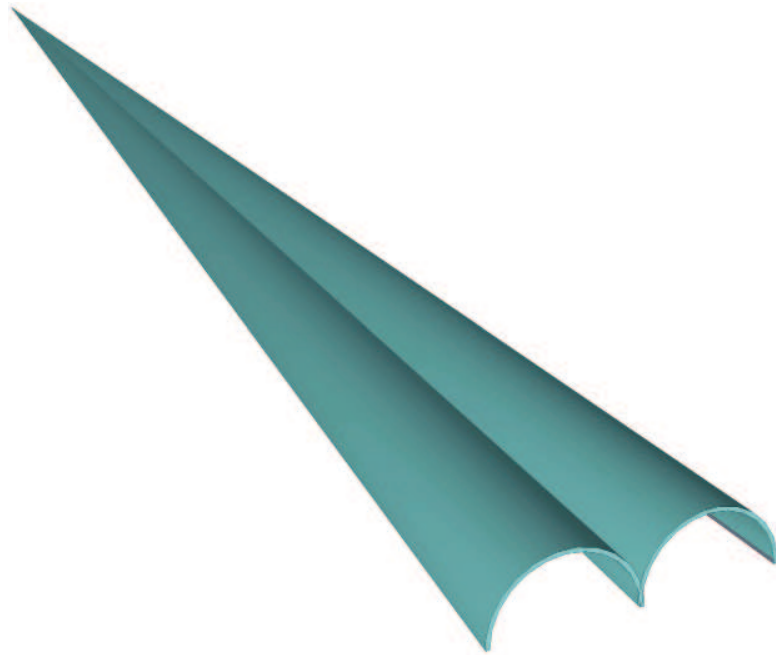
Supresión del semicono inferior y superficie del cono concéntrico.

## PROCESO DE LA MARQUESINA COMPLETA

Para continuar, representaremos en volumen el proceso completo de la marquesina, partiendo de uno de los 18 lóbulos que componen la membrana.

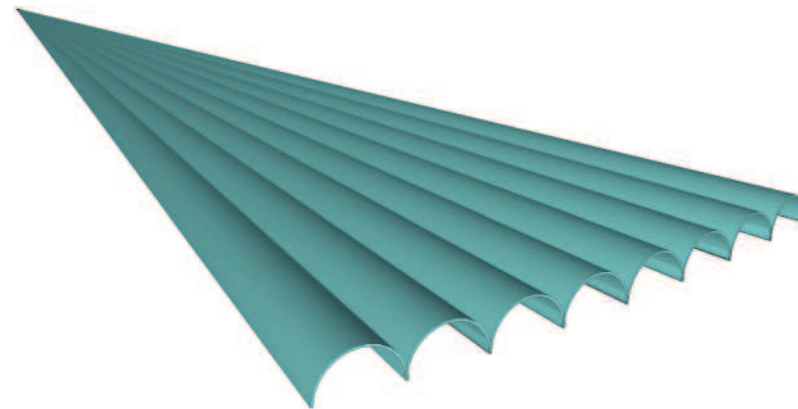
## Paso 1°

Consecución de dos lóbulos coincidentes en su vértice



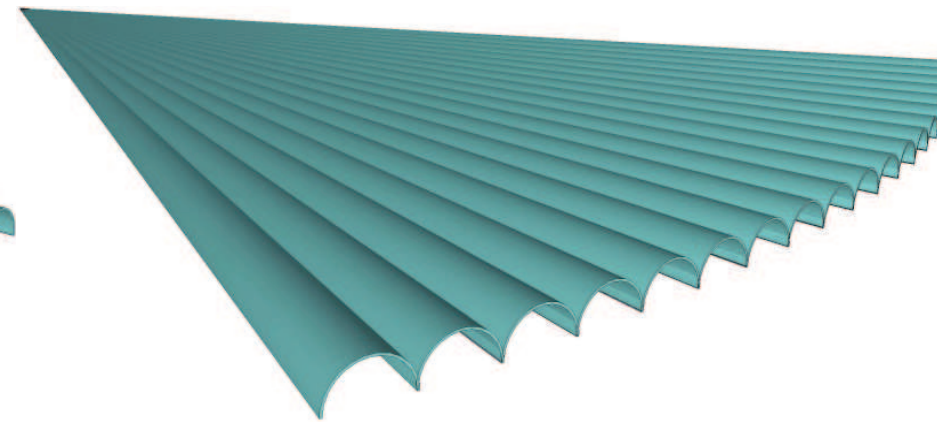
## Paso 2°

Consecución de los 18 lóbulos coincidentes en su vértice



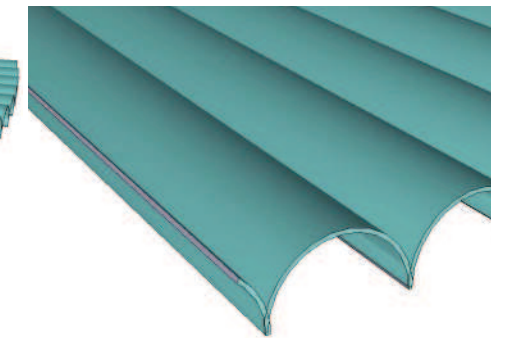
## Paso 3°

Composición de 20 lóbulos completos



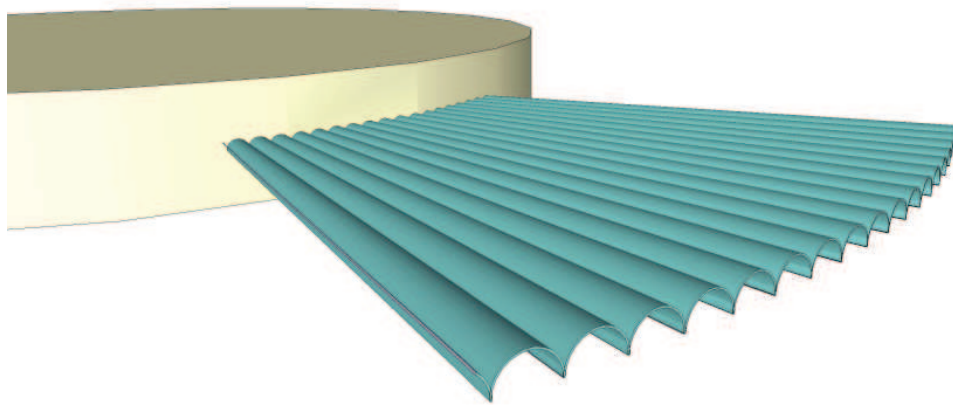
## Paso 4°

Corte de los lóbulos de los extremos, ya que los lóbulos de los extremos no están completos.



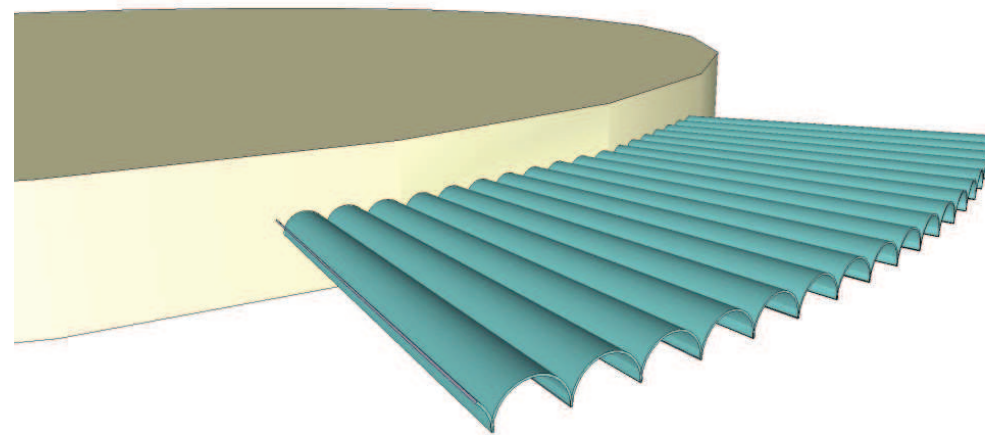
## Paso 5°

Corte del conjunto por un cilindro de radio de la base 108,17 metros



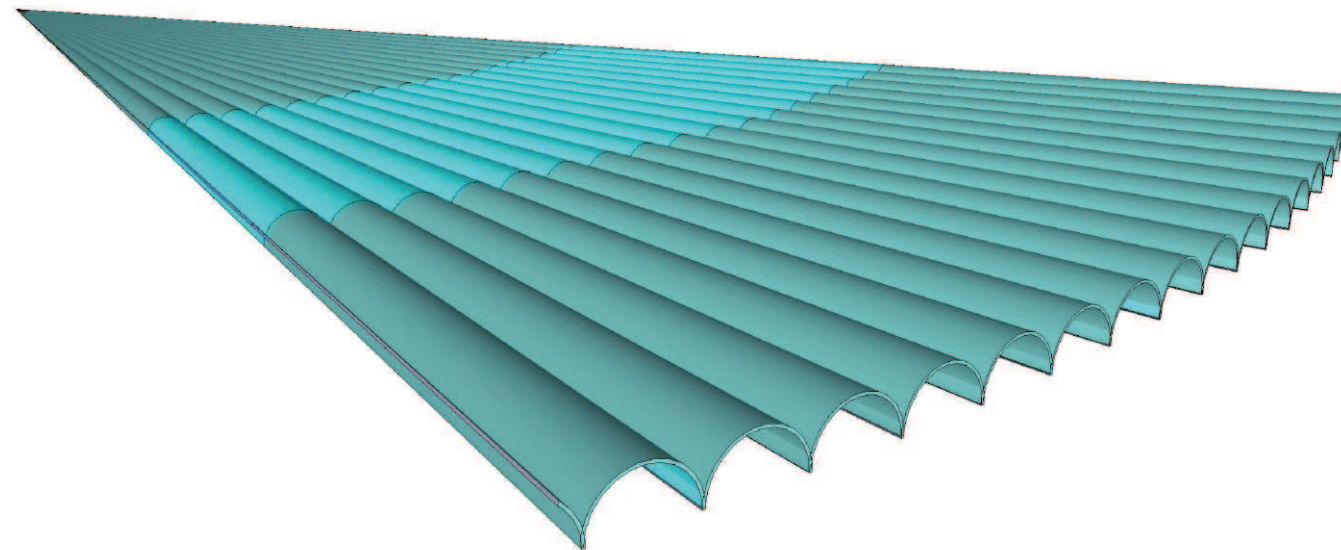
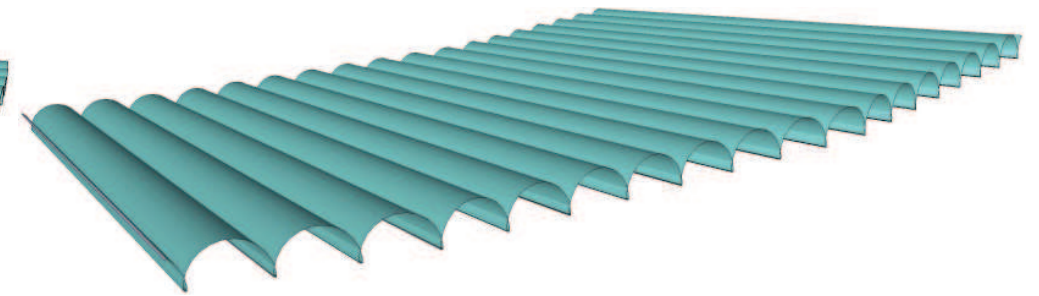
## Paso 6°

Corte del conjunto por un cilindro de radio de la base 151,53 metros



## Paso 7°

Supresión de las partes restantes para quedarnos con la parte que conforma la marquesina



1 3

8 4

9

4 10 11

5 12

6 13

7 14

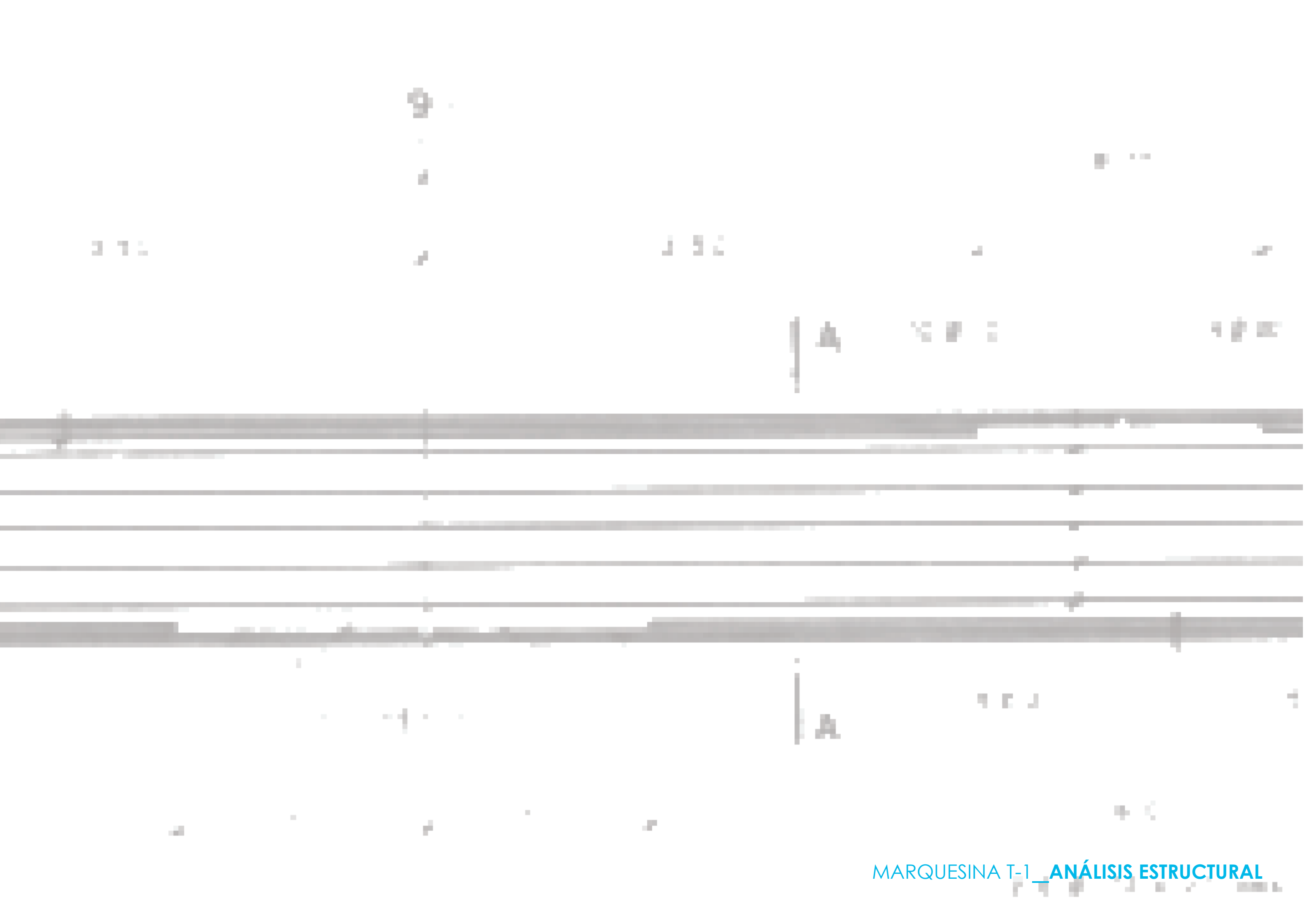


4 15

5 16

6 17

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20



## V I S I Ó N G E N E R A L D E L C O N J U N T O

Se trata de una membrana de hormigón armado con refuerzo de pretensado, formada por viguetas de hormigón prefabricado pretensado en el que se disponen unas armaduras de conexión con el resto del elemento ejecutado con hormigón in situ.

Fue calculada para resistir un estado de cargas permanentes y variables.

Resulta de gran interés el estudio de sus dimensiones sobre todo por su gran vuelo.

Está formada por dos apoyos;

El primer apoyo de la marquesina se encuentra en el lado opuesto de la entrada principal de la terminal T-1, el mismo sirve de apoyo para una luz de 22,5 metros.

El segundo apoyo coincidente con la entrada de la terminal sirve de punto de conexión de las dos piezas, la pieza de vano (22,5 m) y la pieza de voladizo (19,6 m).

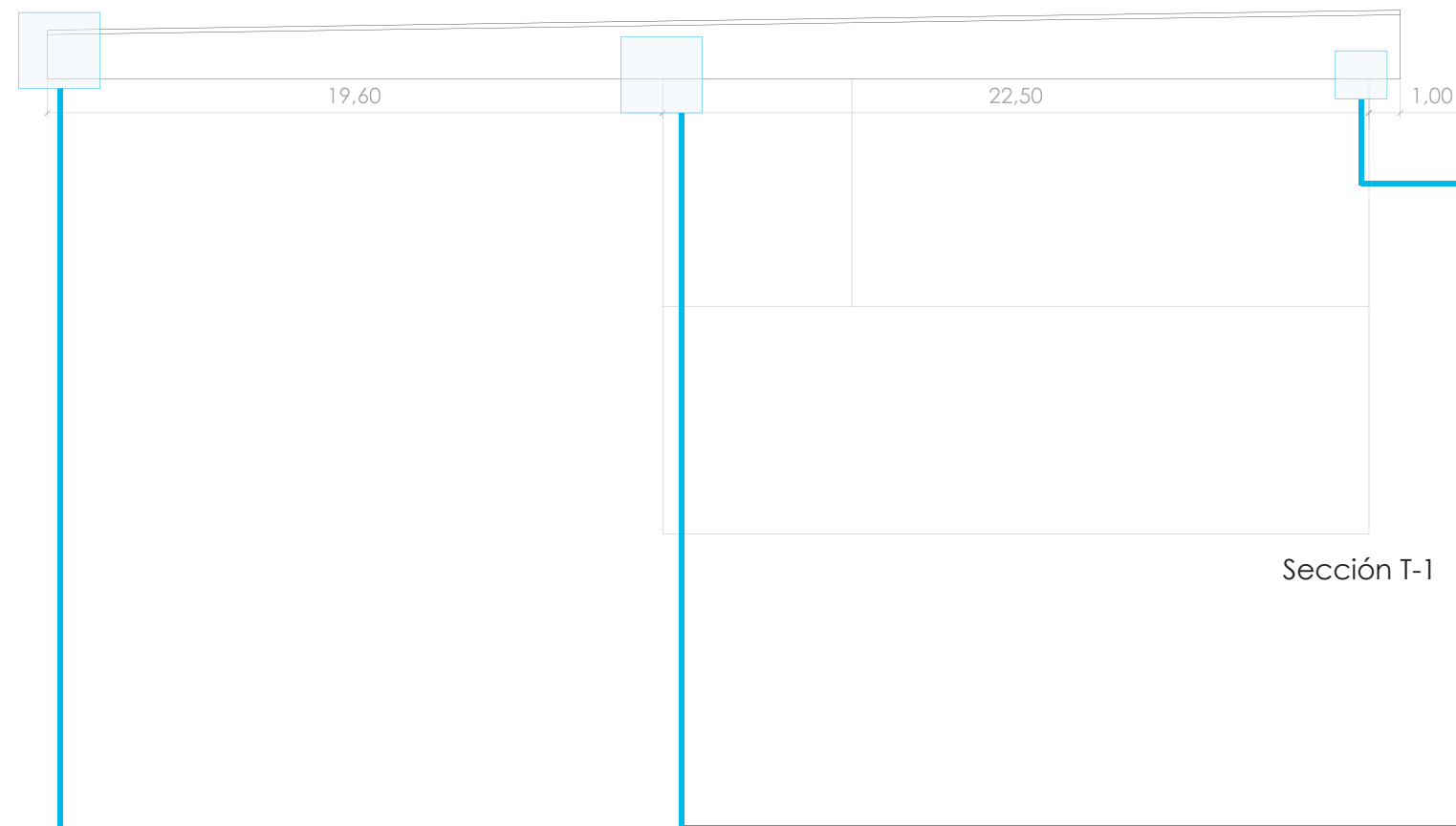


Imagen 5.1.

#### Extremo de voladizo.

Pieza prefabricada que sirve de entramado de la estructura de cubierta.

Esta pieza es de hormigón prefabricado pretensado, por tanto produce unas tensiones internas que ejercen una reacción inversa a la acción que producen las piezas debido al efecto de la gravedad, es decir, evita la caída.



Imagen 5.2.

#### Primer apoyo de la marquesina.

Apoyo de mayor inercia, debido al mayor canto coincidente con la mayor base del tronco-cono. Se produce una reacción de igual magnitud al peso ejercido por la marquesina en una dimensión de 11,25 metros (mitad del tramo interior de la cubierta).



Imagen 5.3.

#### Segundo apoyo de la marquesina.

Apoyo de menor inercia, debido al menor canto del lóbulo en este punto.

Apoyo situado en la fachada principal de la terminal T-1.

Se produce una reacción de igual magnitud al peso ejercido por la marquesina en una dimensión de 11,25 metros (mitad del tramo interior de la cubierta). A su vez se producen momentos internos en las viguetas prefabricadas que contrarrestan el momento de vuelco del citado voladizo.

SISTEMAS DE ESTRUCTURAS ACTIVAS

Trás el estudio general de la marquesina, podemos observar que estamos frente a un caso de sistema de estructura activa.

La adecuada forma del conjunto y estabilidad de la forma, por el que transcurren las cargas, es lo que define a un sistema de estructura activa así, como la composición del mismo por un material flexible, no rígido.

Partiendo del conocimiento de la estructura activa podemos decir que nuestra estructura está sometida a esfuerzos normales, es decir, a compresión o tracción.

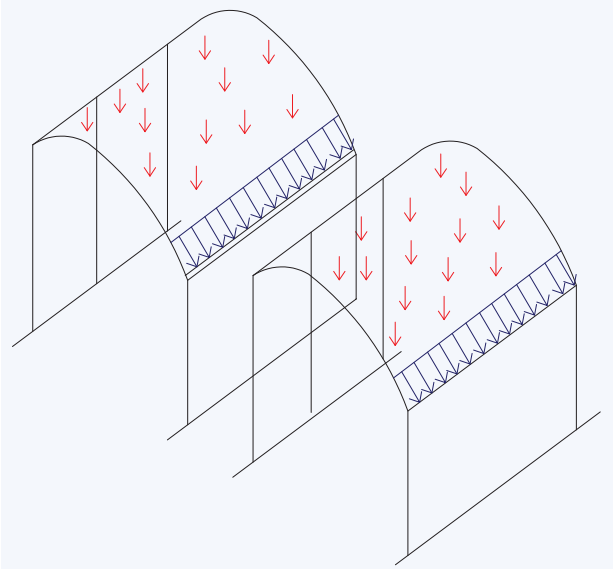


Imagen 5.4.

EL POR QUÉ DE LA FORMA CURVA

La elección de la forma curva en la consecución de los lóbulos que componen la marquesina es debido a un tema estético, funcional y estructural.

ESTÉTICO

La forma curva da mucho juego a la hora del diseño, ya que estas por lo general son las más agradables a la vista, debido a que son más suaves y pueden evocar elegancia y belleza.

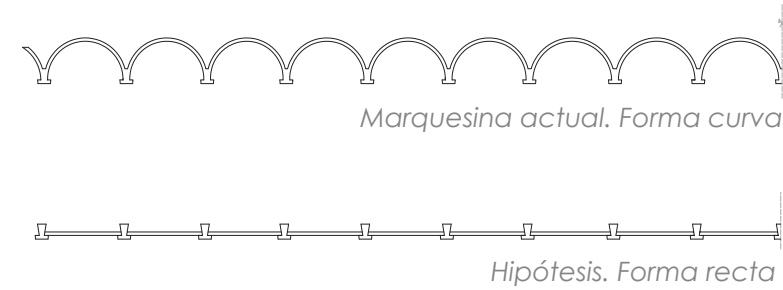


Imagen 5.5.

FUNCIONAL

A su vez la forma curva sirve para evacuar el agua con mayor fluidez, además le ayuda la pequeña pendiente que la marquesina presenta hacia el voladizo.

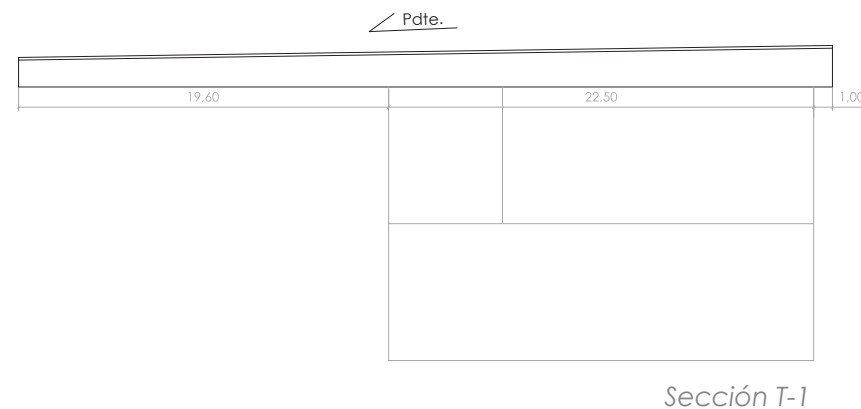


Imagen 5.6.

ESTRUCTURAL

Si la marquesina se compusiera por formas rectas en lugar de formas curvas, dejando a un lado el factor estético, con el paso del tiempo tendría problemas funcionales ya que si los lóbulos flectasen, el agua de lluvia quedaría estancada en el centro de los mismos provocando patologías en el elemento debido a las humedades.

Si con el paso del tiempo los lóbulos flectasen, la forma curva absorbe mejor ese cambio en la geometría del lóbulo, no dejando de evacuar el agua, para lo que fue calculado.

En la forma recta tendríamos problemas de humedades al quedar el agua estancada en la zona intermedia del lóbulo.

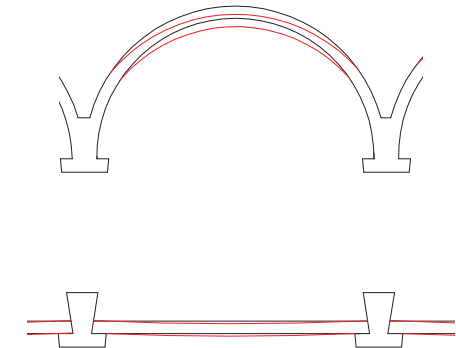


Imagen 5.7.

MAYOR INERCIA CON MENOS MATERIAL

La forma curva nos permite llegar a un canto lo suficientemente grande para garantizar la estabilidad del enorme vuelo de la marquesina. Además, tratándose de una membrana de 10 cm de espesor tenemos una estructura relativamente ligera pero con una gran inercia.

Podemos observar que las dos figuras tienen el mismo canto y misma luz, es decir, misma inercia pero con la diferencia de que la figura 1 tiene un peso mucho menor a la figura 2 por tanto nos permite realizar el gran voladizo de 19,6 metros con una estructura más ligera.

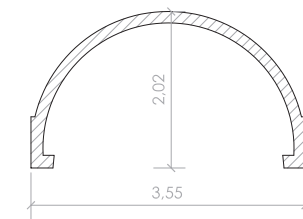


Figura 1

Pieza curva de canto 2,02 m y luz de 3,55 metros realizada con una membrana de hormigón armado de 0,10 metros de espesor.

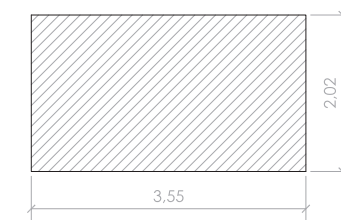


Figura 2

Pieza maciza de canto 2,02 m y luz de 3,55 metros realizada con hormigón armado.

Imagen 5.8.

## C O M P O R T A M I E N T O D E L A E S T R U C T U R A

## ESTADO DE CARGAS

El Código Técnico de la Edificación y en concreto su Documento Básico AE (CTE-DB AE) tiene por objeto la determinación de las acciones sobre los edificios.

Es por ello que en este apartado trataremos de conocer todas las acciones que inciden en la marquesina y su forma de transmisión de dichas cargas al conjunto estructural de la terminal.

Partiendo del estudio del citado documento, hemos extraído el estado de cargas al que esta sometida la cubierta:

## ACCIONES PERMANENTES

Las acciones permanentes se subdividen en;

- Peso propio
- Pretensado
- Acciones del terreno

## ACCIONES VARIABLES

Las acciones variables se subdividen en;

- Sobrecarga de uso
- Viento
- Acciones térmicas
- Nieve

A continuación, haremos un estudio intuitivo para conocer la acción más desfavorable que incide sobre la marquesina;

## PESO PROPIO

El peso propio es el correspondiente a la suma de los pesos propios de las viguetas prefabricadas y los tronco-conos de hormigón armado. El peso propio es un factor a tener en cuenta en todos los cálculos estructurales, ya que no lo podemos eliminar, es un dato inmovible del elemento.

## PRETENSADO

La acción del pretensado está presente en las viguetas prefabricadas, las cuales llevan este tipo de armado en tensión, que puede producir acciones en el conjunto. En este caso las acciones que produce el pretensado no es la más desfavorable a efectos de estudio y cálculo de la misma.

## ACCIONES DEL TERRENO

La acción del terreno no es de consideración ya que este ejerce su acción sobre los apoyos de la terminal, y ésta a través de los dos apoyos las transmite a la marquesina en forma de reacciones. Por tanto no es una acción desfavorable, las reacciones contrarrestan las demás acciones a tratar.

## SOBRECARGA DE USO

La sobrecarga de uso es el peso que puede gravitar en la marquesina por razón de su uso, es por ello que este tipo de acción es mínima, ya que solo accederán los operarios en caso de reparación de algún elemento.

## VIENTO

El viento es la acción que más desfavorece el correcto comportamiento de la marquesina. Esto es debido a su gran vuelo, el cual, propicia que se produzca el viento de succión en el citado voladizo de 19,6 metros de longitud, que ejercerá importantes tensiones en los elementos de la marquesina así como en los apoyos.

## ACCIONES TÉRMICAS

Las acciones térmicas se presentan en forma de deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de temperatura ambiente exterior. Teniendo en cuenta la zona climática de Valencia, la marquesina está expuesta a una importante temperatura exterior que propicia las citadas deformaciones.

## NIEVE

El índice de sobrecarga de nieve en el término municipal de Manises es mínimo, por tanto esta acción es la menos preocupante para el estudio de la estructura.

## ACCIÓN MÁS DESFAVORABLE

Teniendo en cuenta la forma de la marquesina y sobre todo su gran vuelo, no tenemos opción de dudar sobre la acción más desfavorable. Es el viento la acción a tener en cuenta a efectos de estudio de comportamiento estructural así como su cálculo.

## EL COMPORTAMIENTO DEL VIENTO EN LA ESTRUCTURA

*“La forma con que el viento fluye alrededor y encima del objeto depende a la vez de la velocidad del viento y de la forma del objeto”*

Malcolm Millais

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre una superficie y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones del elemento, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

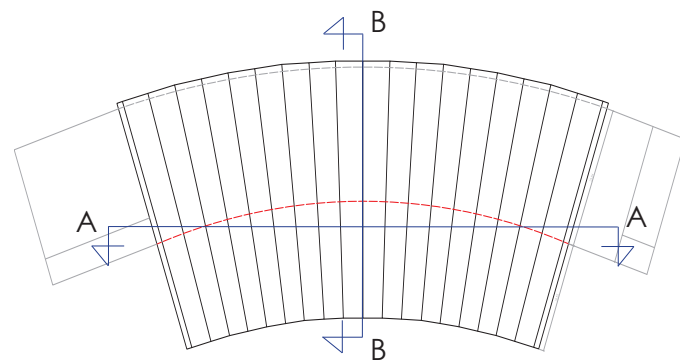
La adecuada forma de un elemento para soportar la acción del viento es uno de los factores de mayor importancia.

La forma tronco-cónica de los lóbulos de la marquesina permite que la acción del viento de succión en el gran vuelo, de aproximadamente 20 metros de longitud, no incida de una forma tan violenta que si por el contrario, su forma fuese plana.

La forma curva permite que el viento se disipe de una forma más uniforme hacia las viguetas donde apoyan los lóbulos, y a su vez éstas sirven de reparto de las cargas hacia los dos apoyos.



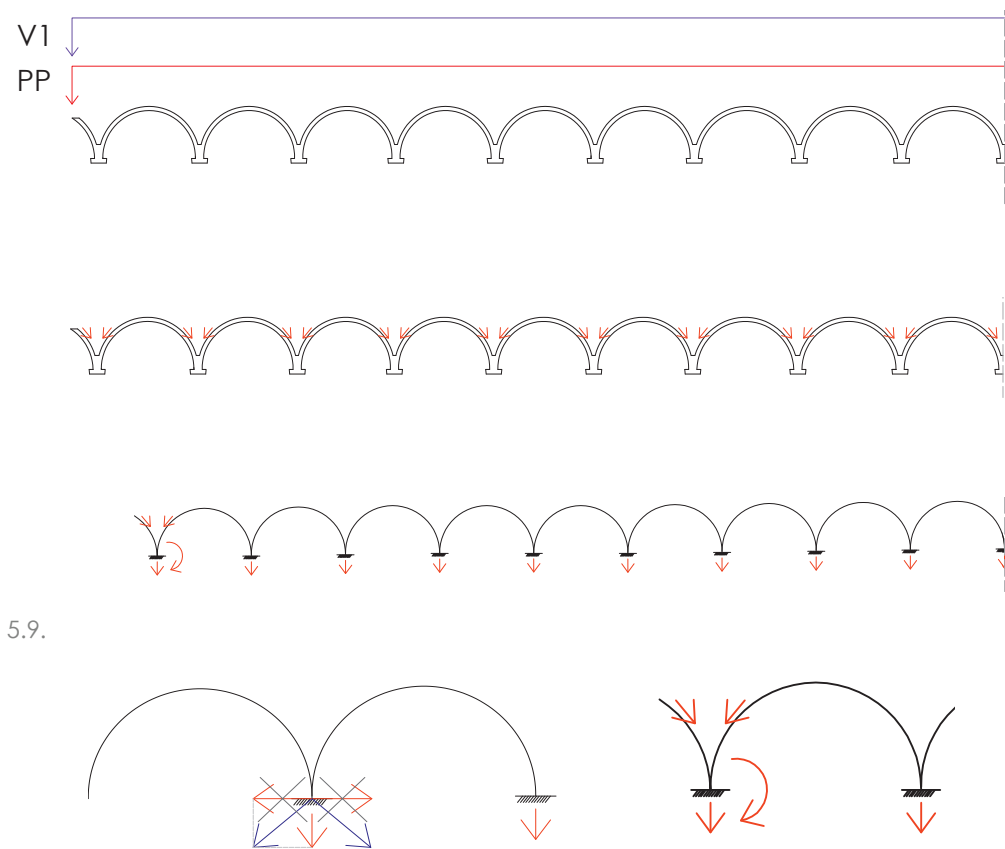
DIAGRAMAS INTUITIVOS



esquema planta marquesina S/E

Imagen 5.9.

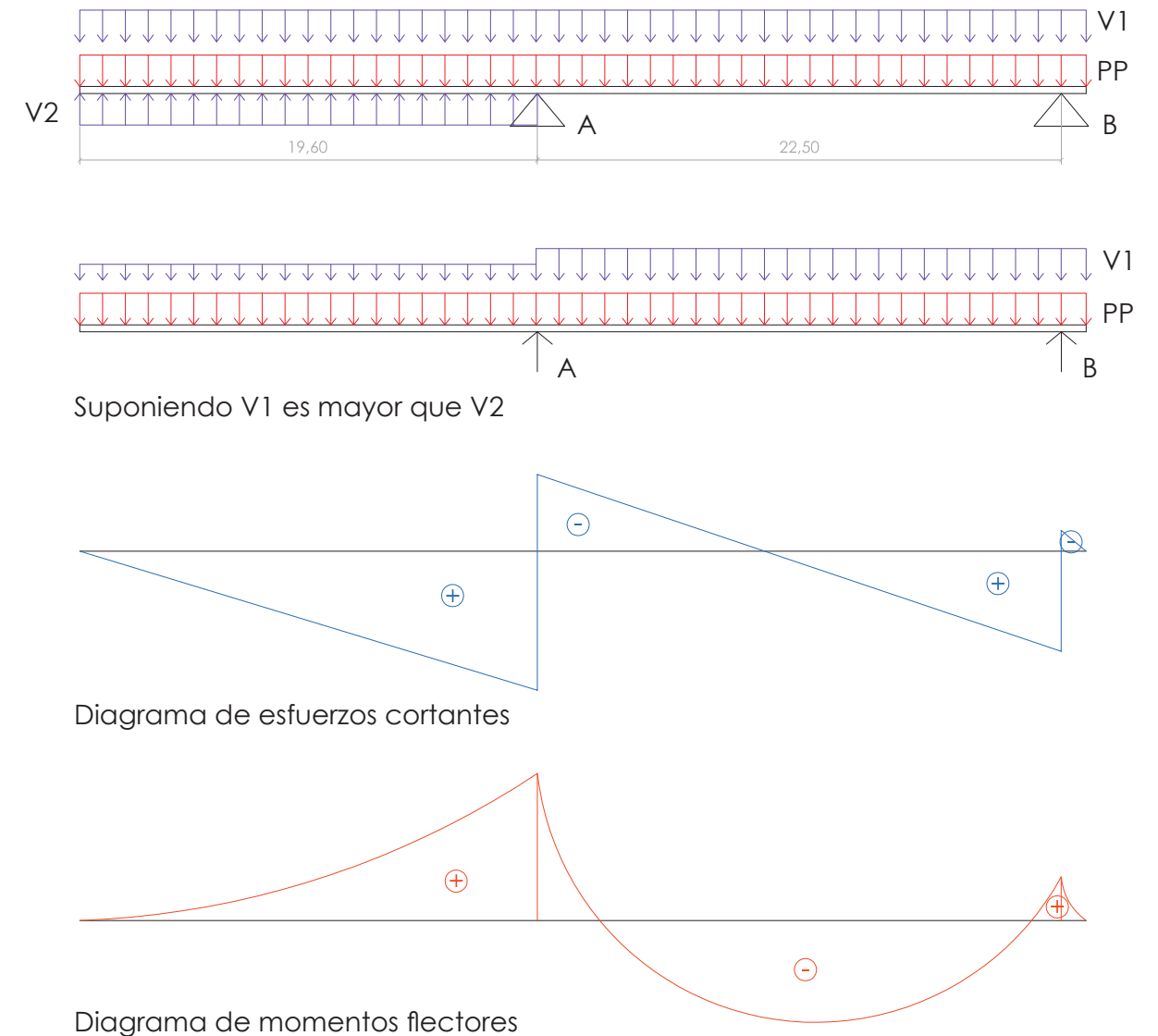
SECCIÓN A-A



Los lóbulos intermedios transmiten las cargas hacia las viguetas que se comportan como un empotramiento. Las cargas llegan en forma diagonal, lo cual genera dos fuerzas, vertical y horizontal, estas últimas se anulan, debido a las producidas en el lóbulo contiguo generando una única fuerza vertical.

Los lóbulos incompletos de los extremos trabajan como si se tratara de un voladizo, ya que las cargas que le llegan las reparte por su forma curva hasta el empotramiento y además, el extremo tiende a transmitir las cargas en vertical debido a la fuerza de la gravedad. Es por ello que en las dos últimas viguetas se produce un pequeño momento flector que intenta corregir ese momento de vuelco.

SECCIÓN B-B



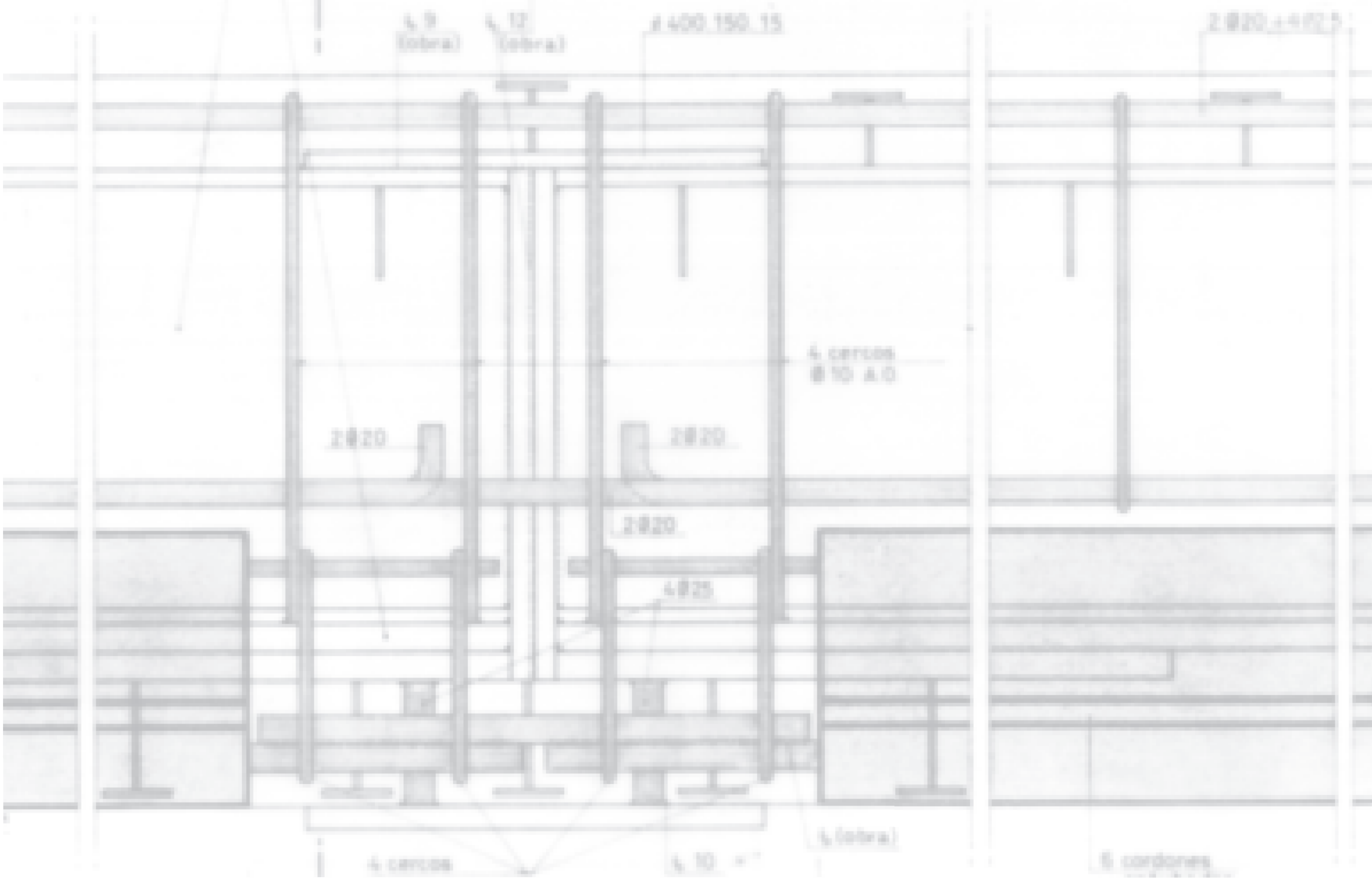
Suponiendo V1 es mayor que V2

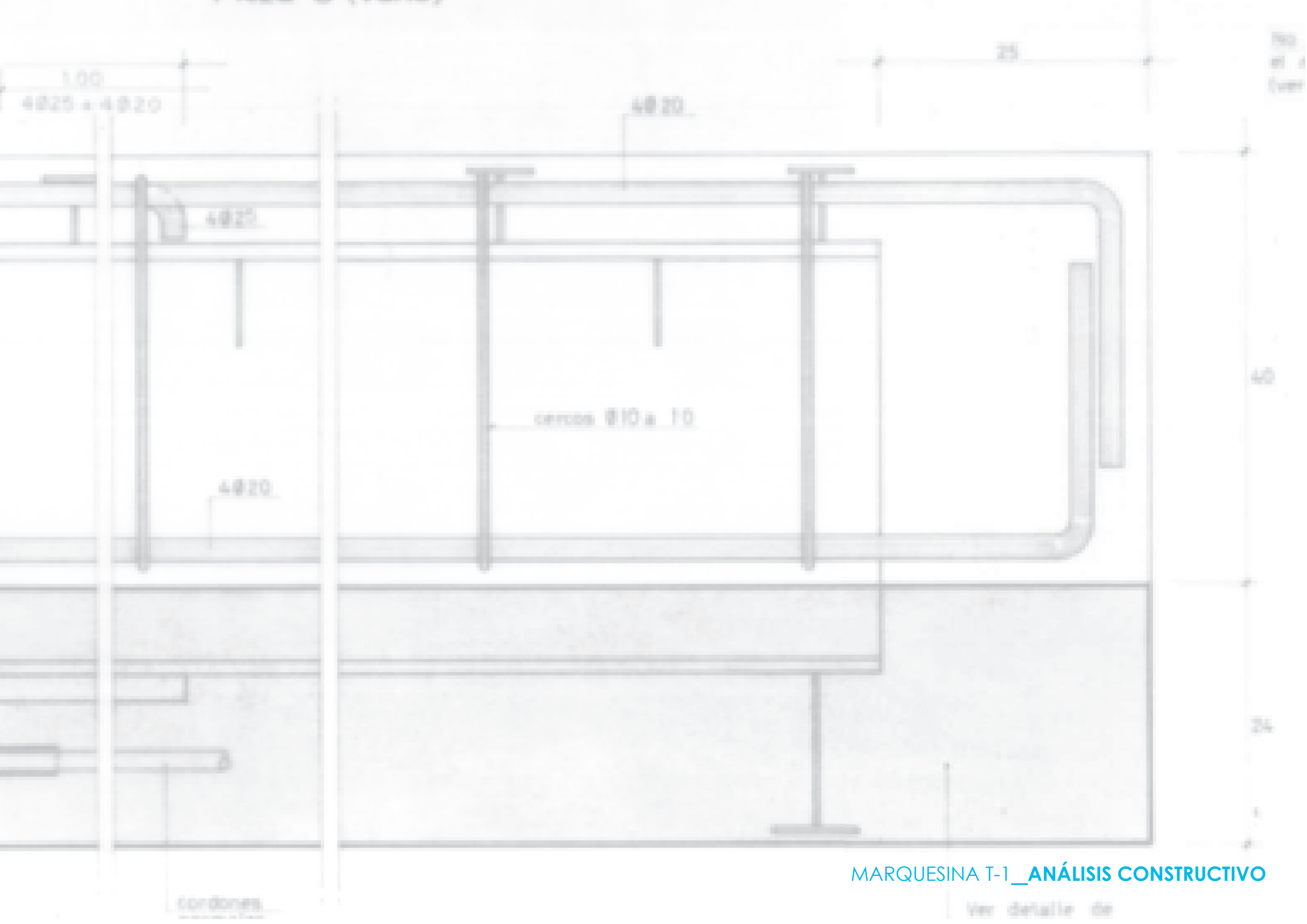
Diagrama de esfuerzos cortantes

Diagrama de momentos flectores

Imagen 5.10.

V1, acción de viento sobre la marquesina  
 V2, acción de viento de succión en el voladizo  
 PP, peso propio de la marquesina  
 A, apoyo en extremo A  
 B, apoyo en extremo B





D E S A R R O L L O

C O N S T R U C T I V O

A continuación analizaremos constructivamente todo el conjunto de la marquesina, para ello, la dividiremos en zonas para analizarlas mediante detalles constructivos.

Dividiremos la membrana en tres zonas diferenciadas;

Zona 1: extremos de las piezas A y B

Zona 2: apoyo intermedio y unión piezas A Y B

Zona 3: unión lóbulo tronco-cónico y vigueta

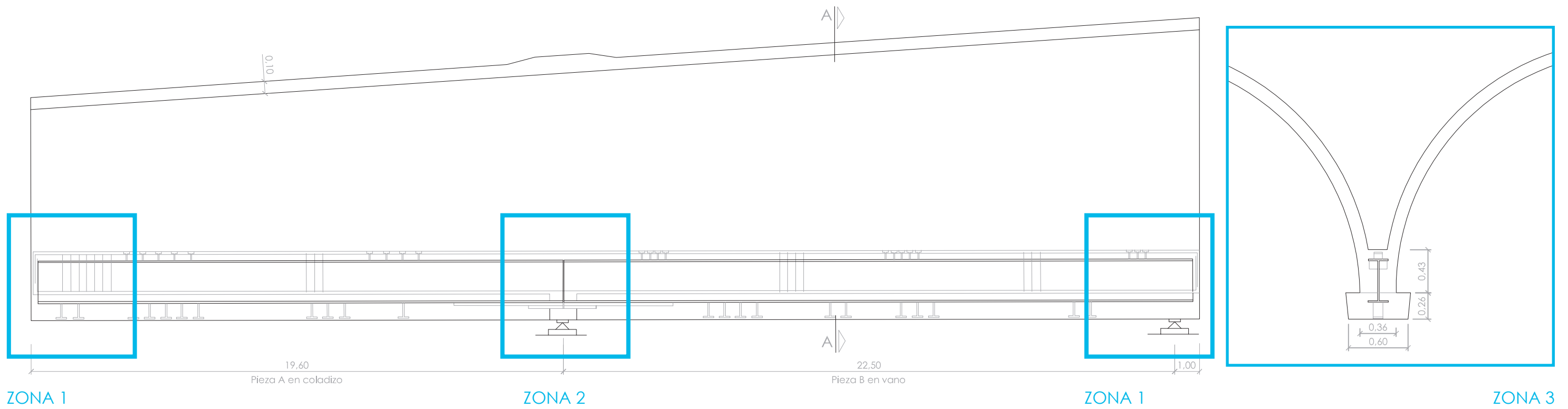


Imagen 6.1.



Imagen 6.2.



Imagen 6.3.

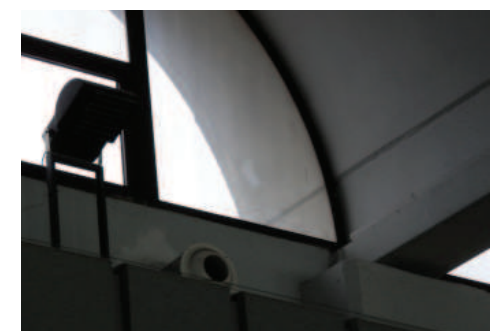
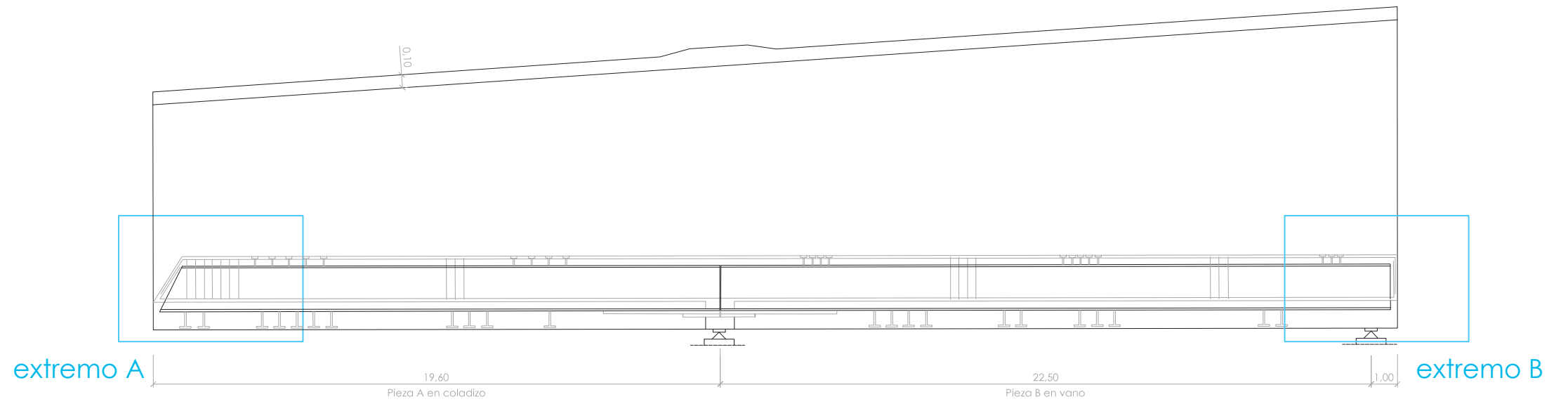
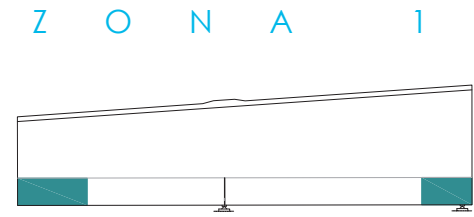


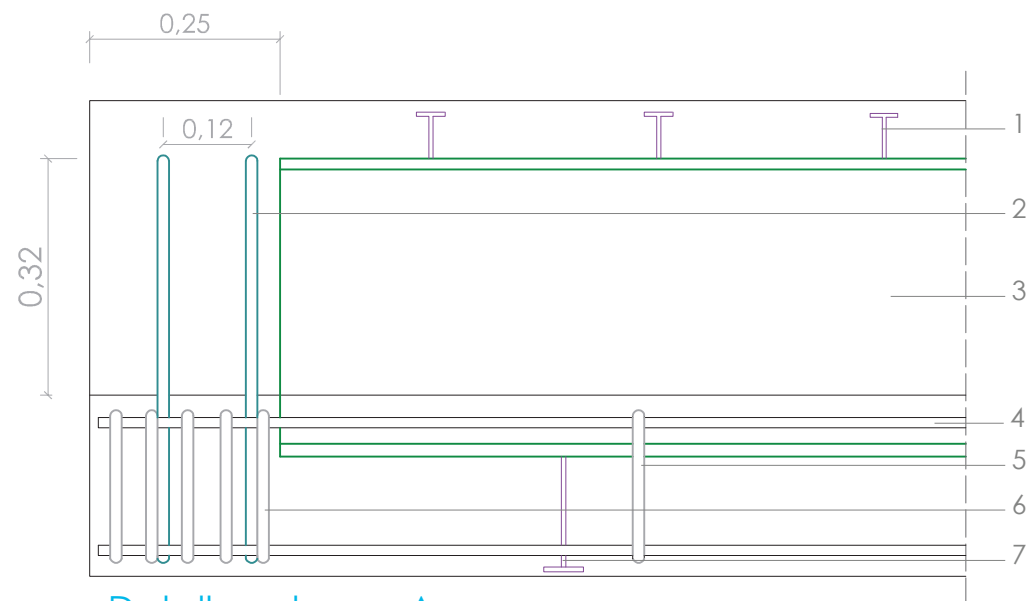
Imagen 6.4.



Imagen 6.5.



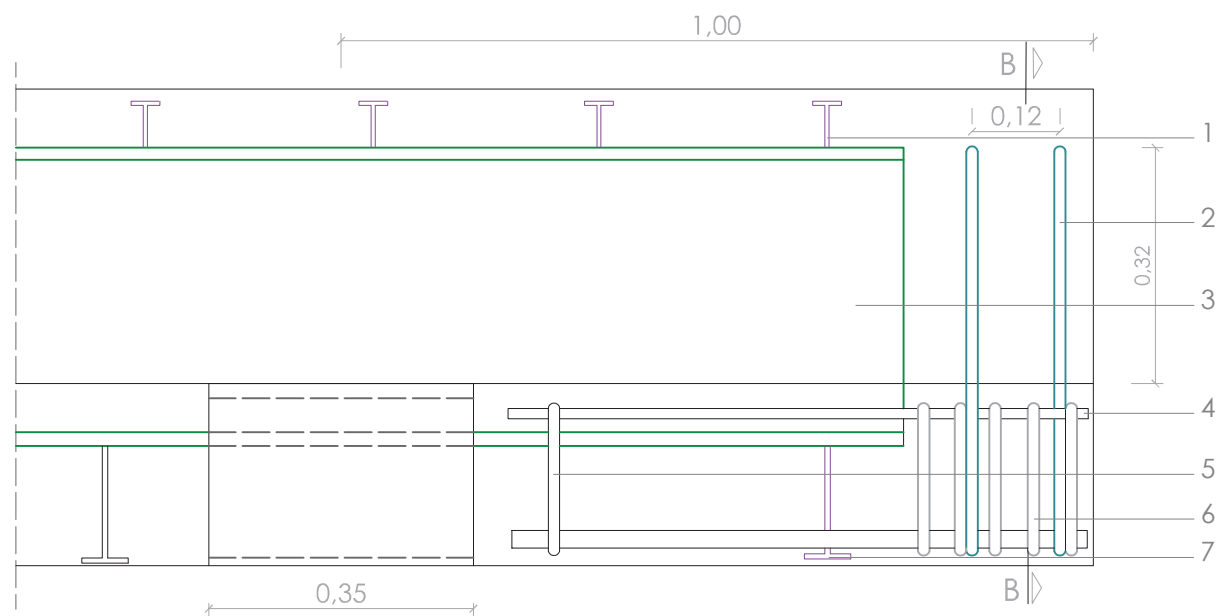
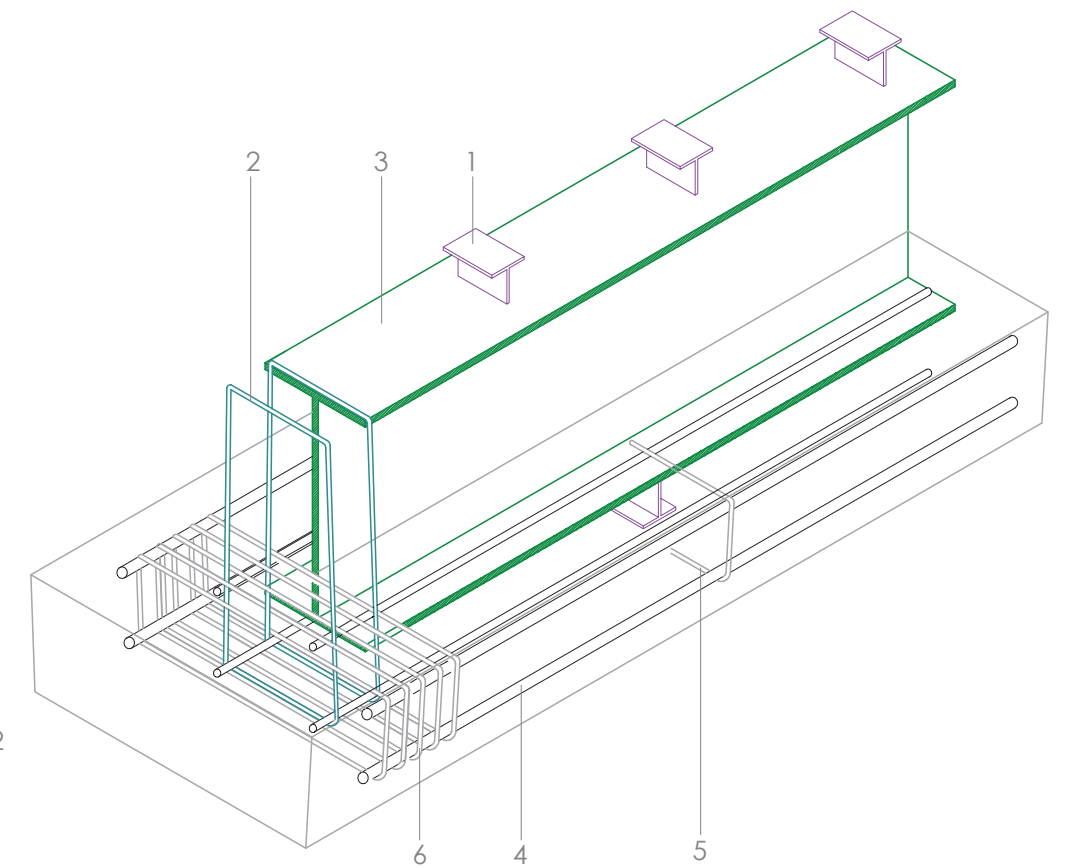
sección longitudinal  
escala 1/50



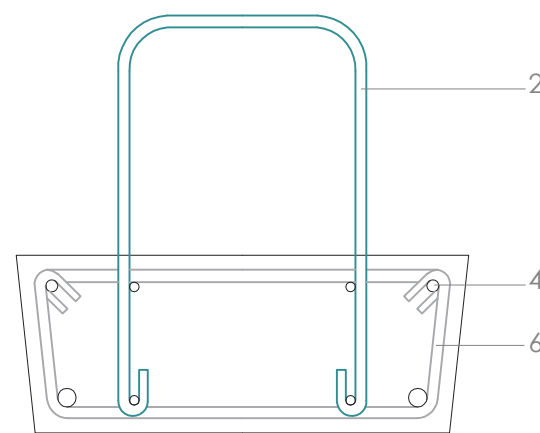
Detalle extremo A  
escala 1/10

Leyenda

- 1 Separador superior metálico en T
- 2 Horquillas 2  $\varnothing$  16
- 3 Viga prefabricada con perfil en T
- 4  $\varnothing$  25
- 5 Cerco  $\varnothing$  10
- 6 Cercos 5  $\varnothing$  16
- 7 Separador inferior metálico en T



Detalle extremo B  
escala 1/10



Sección B-B



escala 1/10

## Z O N A 2

## JUNTAS DE DILATACIÓN

En la viga de alineación nos encontramos con que cada tres pilares en uno de ellos existe una junta de dilatación.



Imagen 6.6.

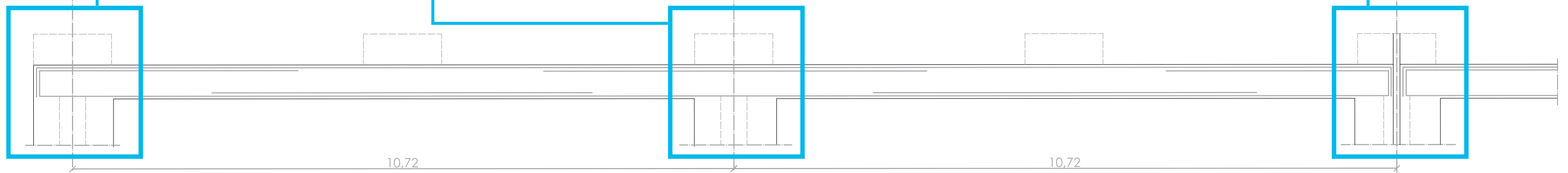


Imagen 6.7.

DETALLE 1

DETALLE 1

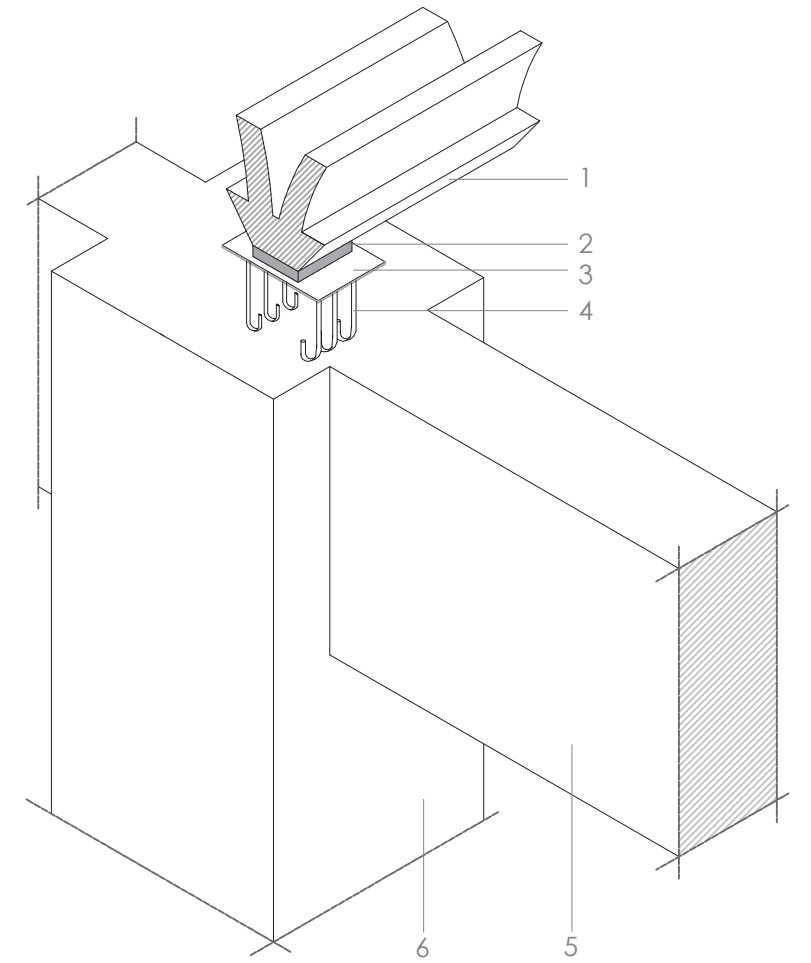
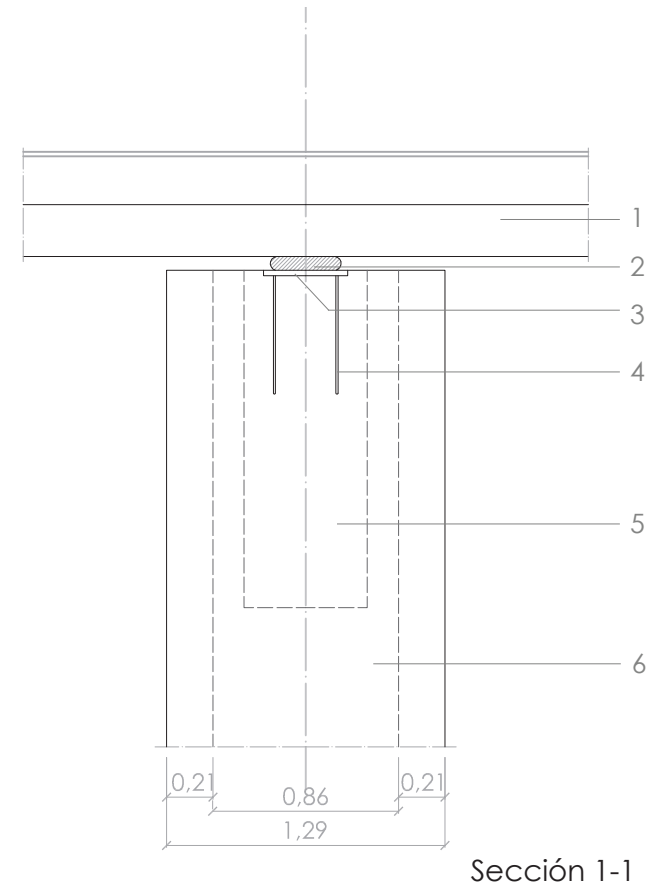
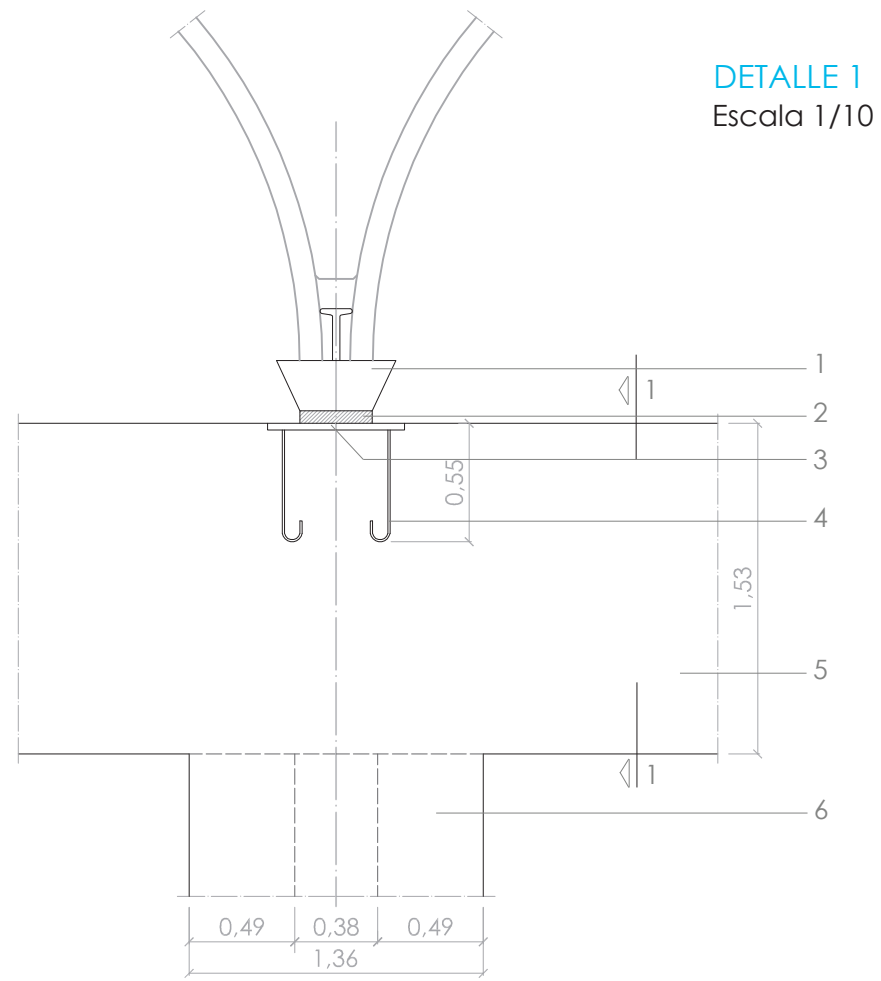
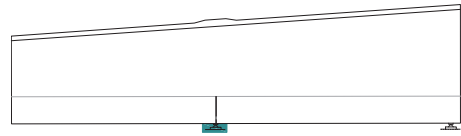
DETALLE 2



10,72

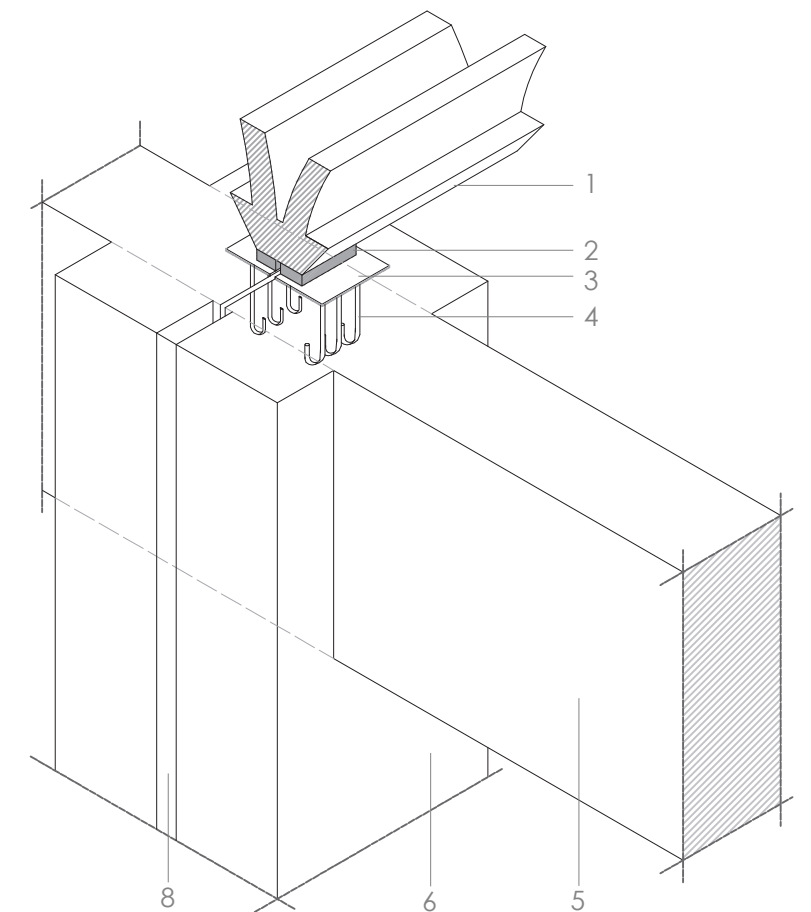
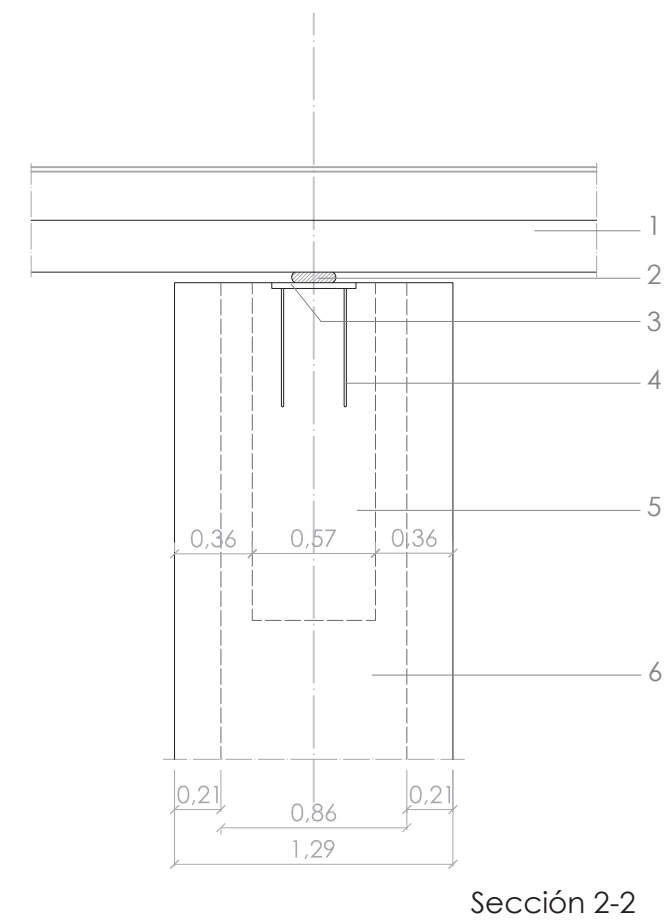
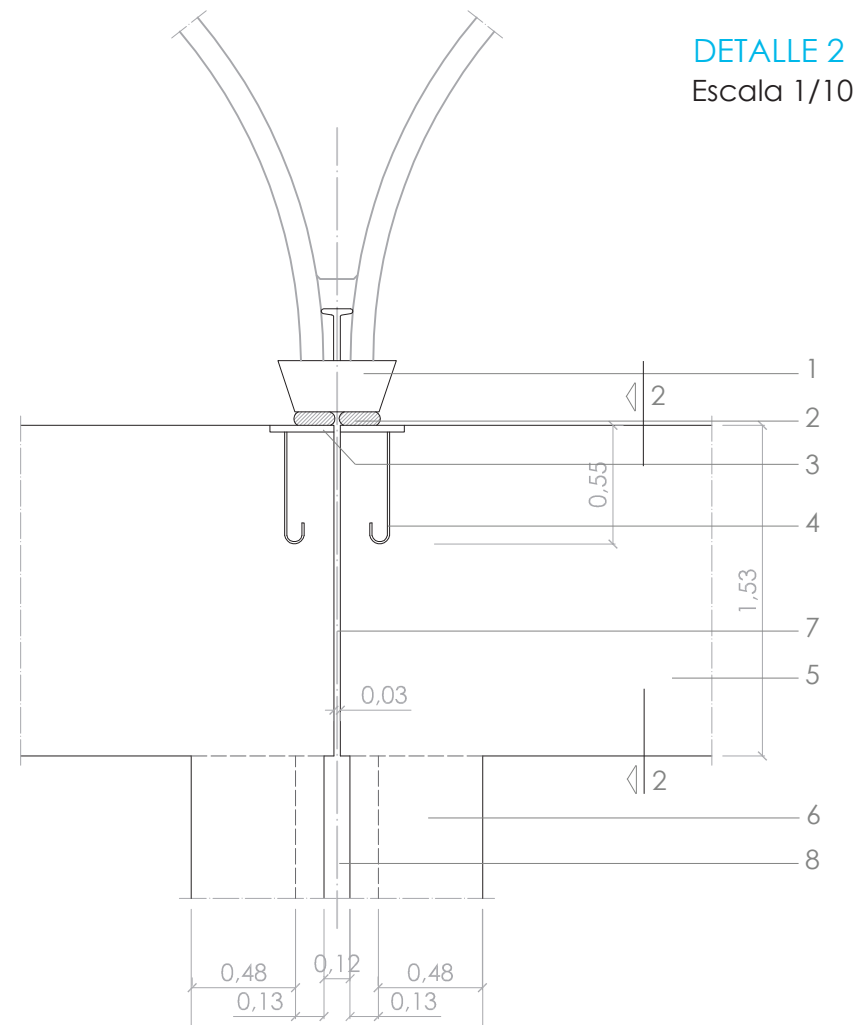
10,72

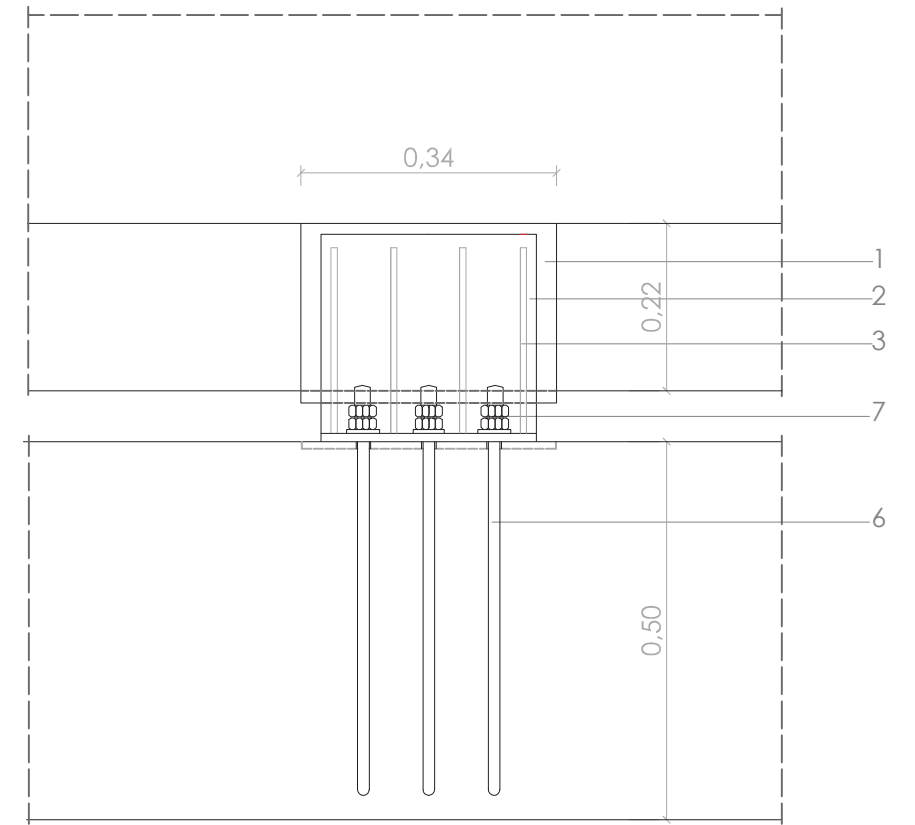
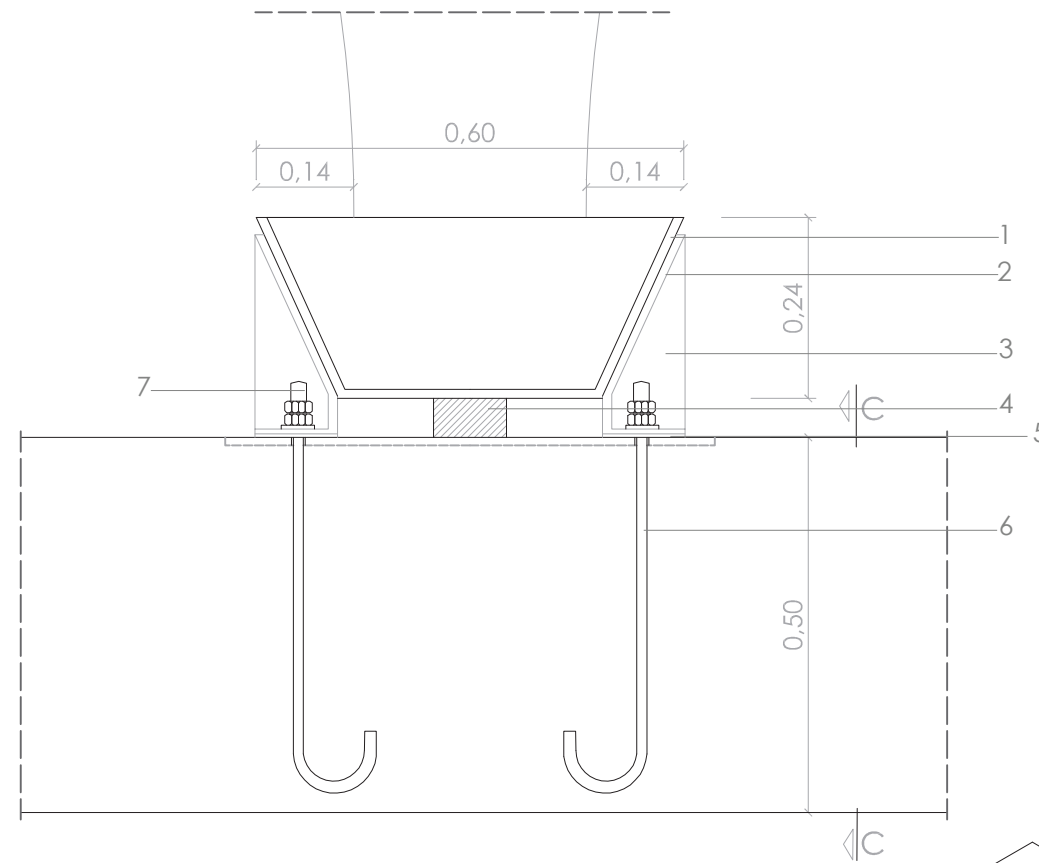
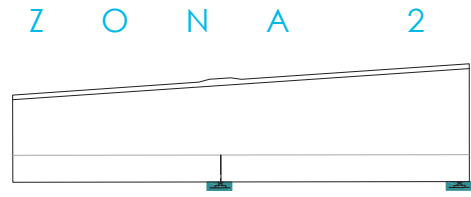
Z O N A 2



Leyenda

- 1 Viga prefabricada
- 2 Apoyo elastomérico zunchado
- 3  $2 \neq 800.400.10$
- 4  $\varnothing 12$
- 5 Viga alineación
- 6 Pilar
- 7 Junta dilatación viga
- 8 Junta dilatación pilar

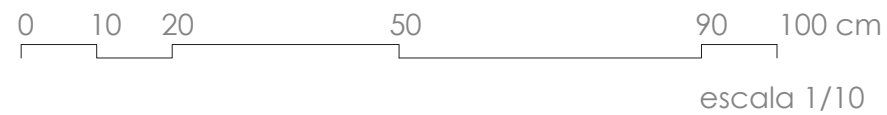
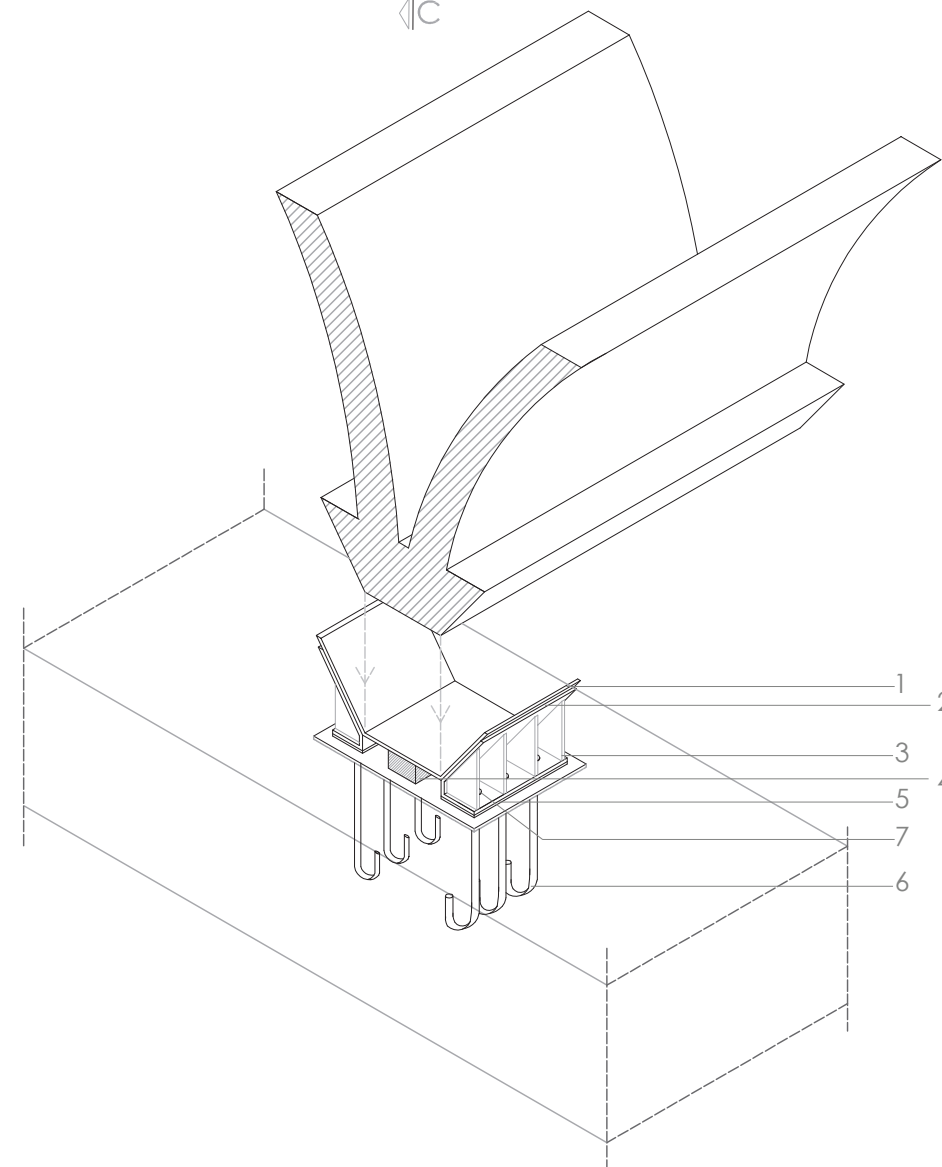




Sección C-C

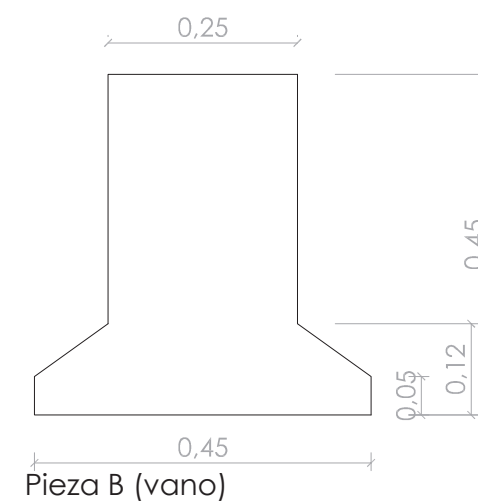
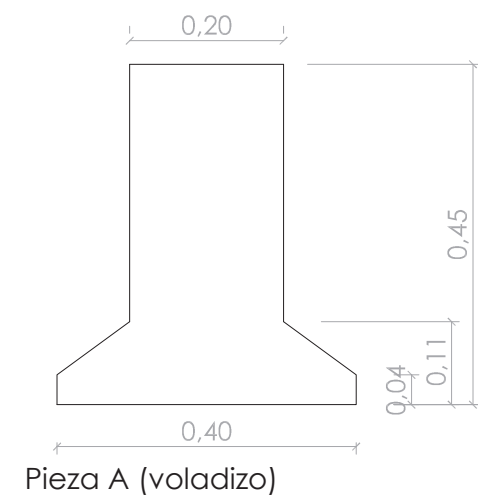
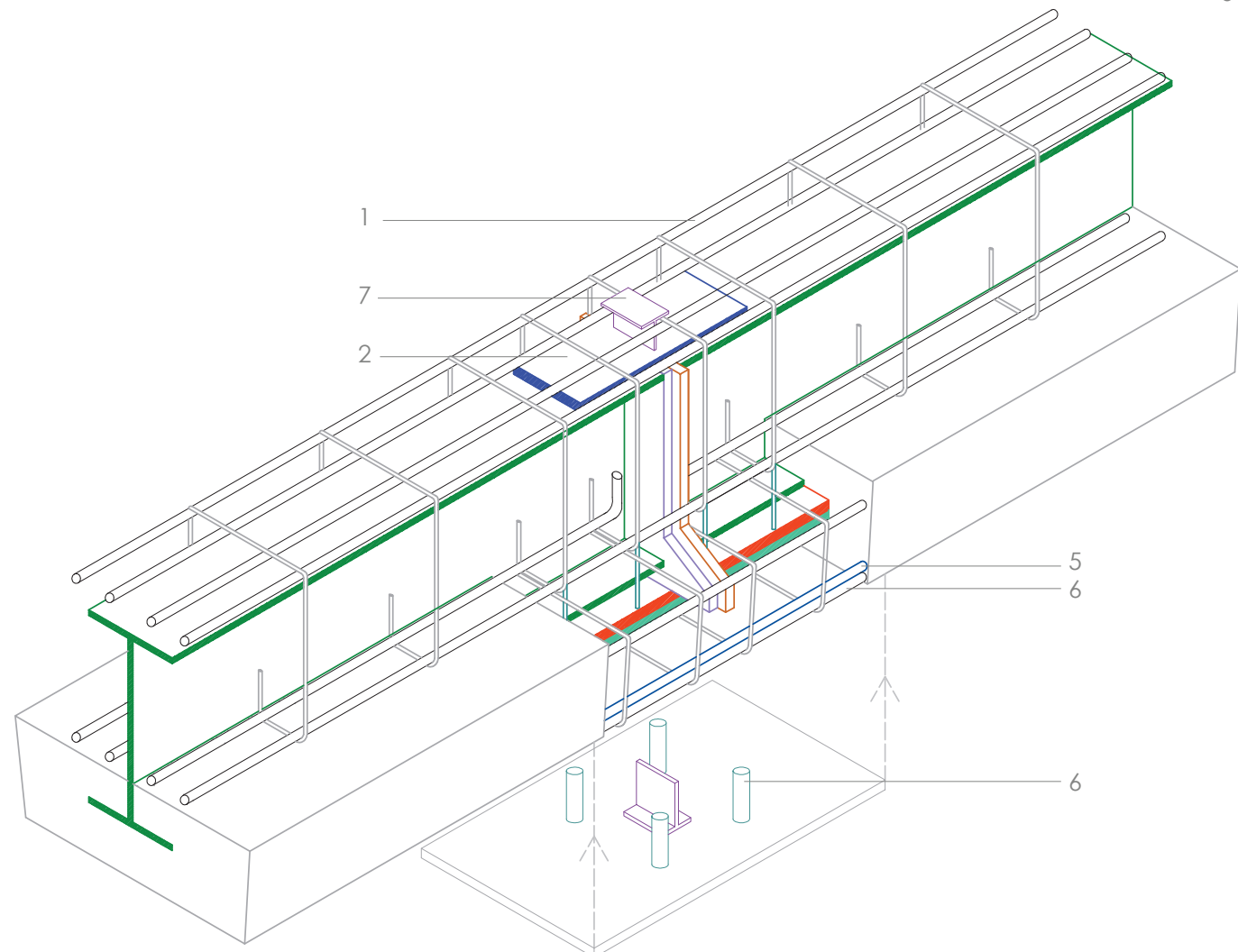
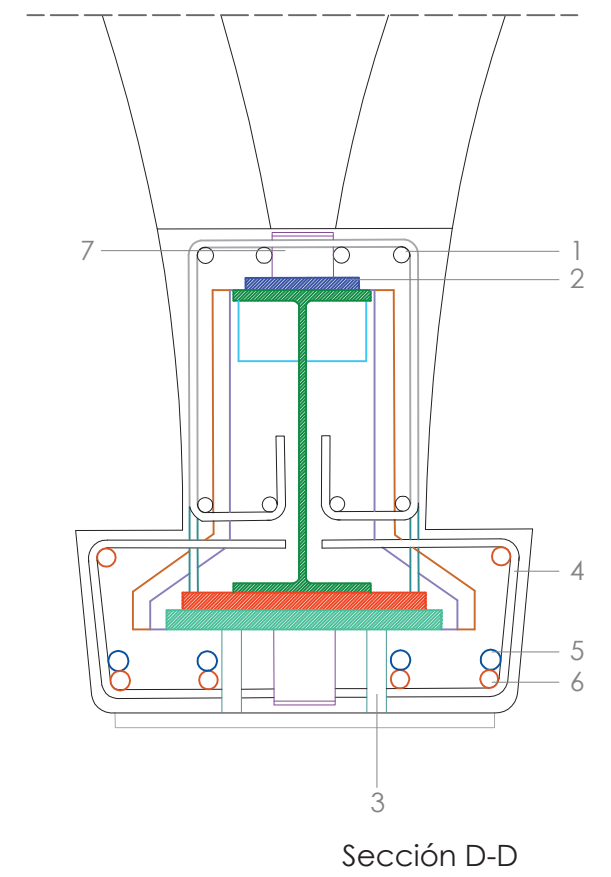
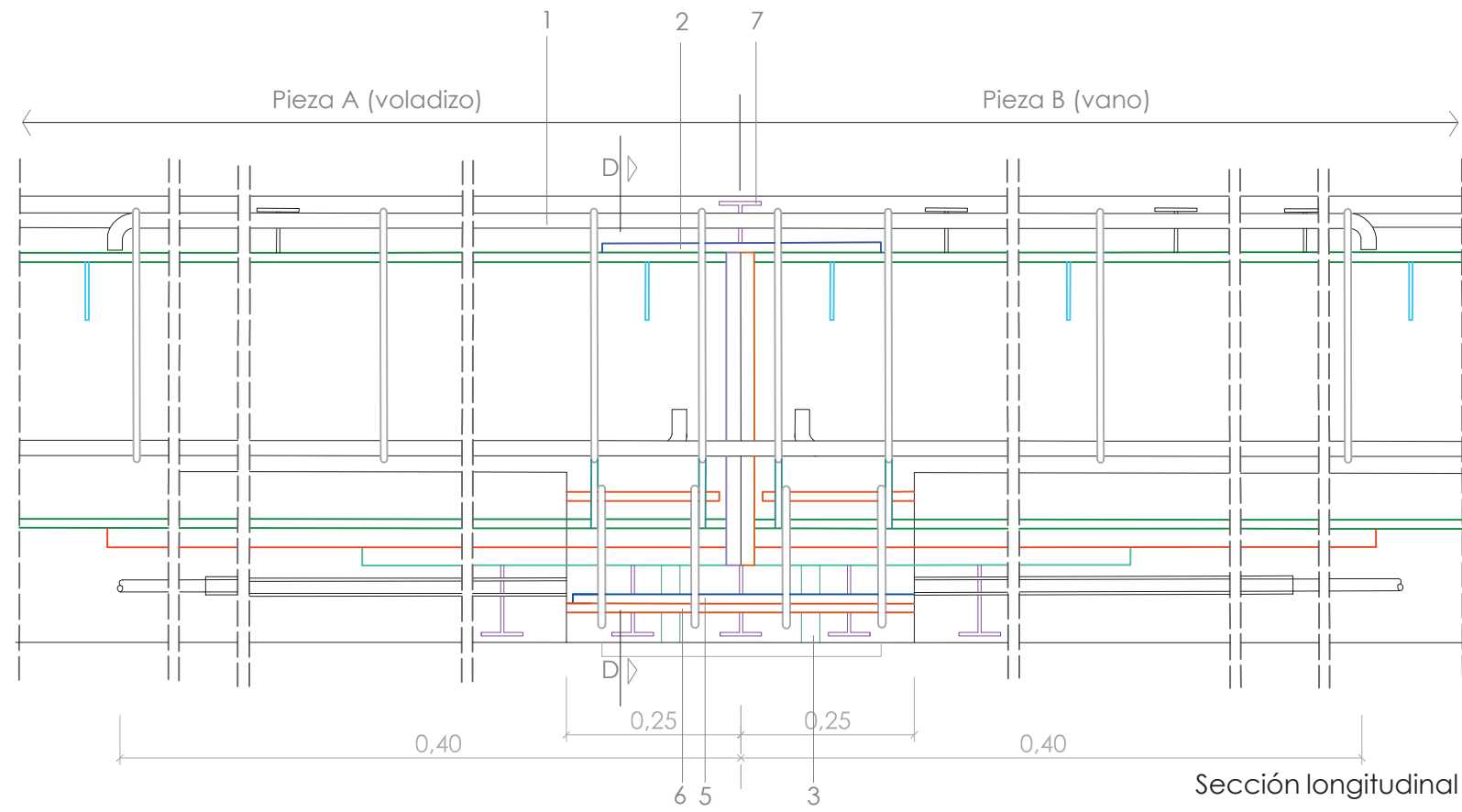
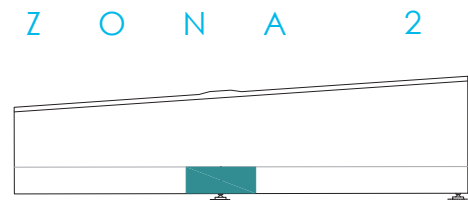
Leyenda

- 1  $\neq$  800.400.10
- 2  $\neq$  290.10
- 3  $\neq$  10
- 4 Apoyo elastomérico
- 5 Placa de neopreno (e= 5 cm)
- 6  $3\phi 25$
- 7 Tuerca, contratuerca y arandela

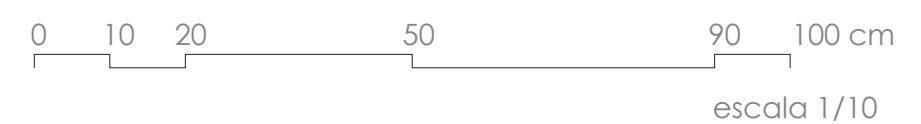


escala 1/10

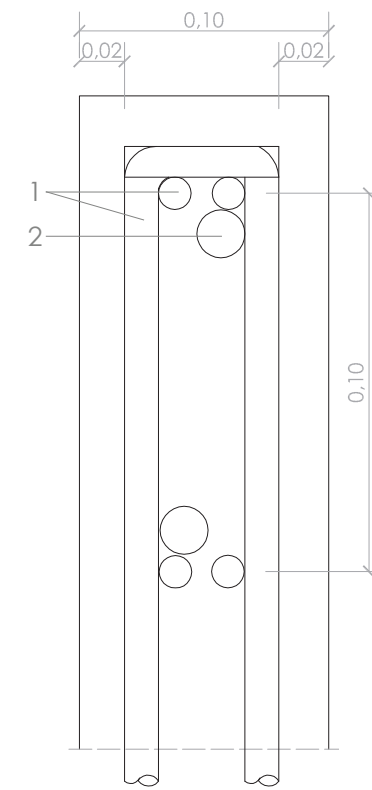
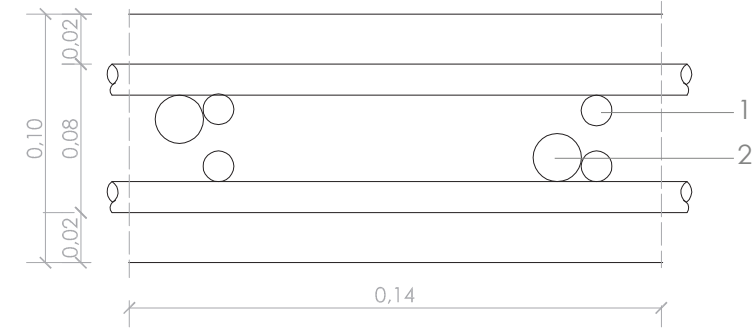
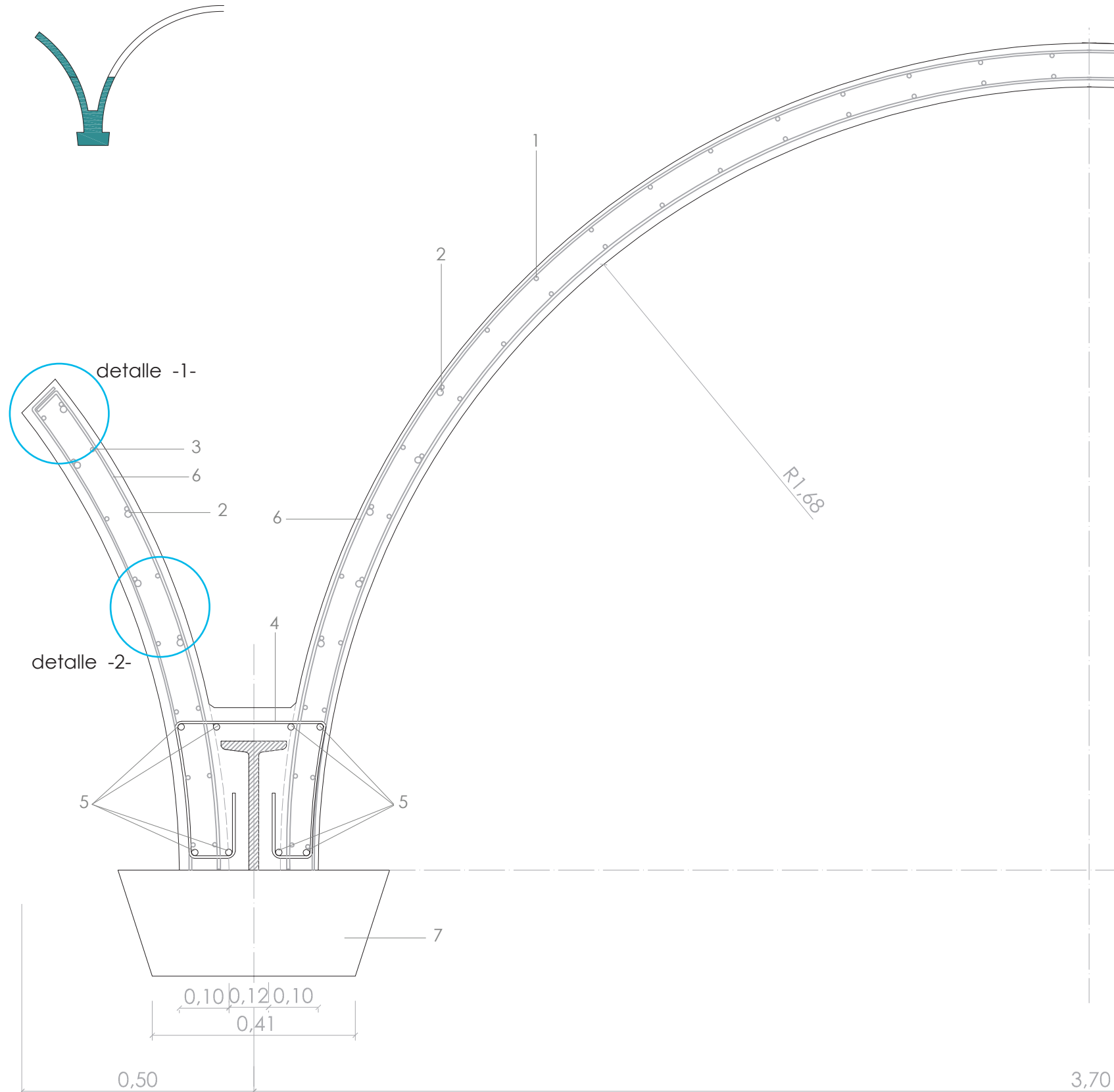




- Leyenda
- 1 4ø25
  - 2 ≠ 400.150.15
  - 3 4ø25
  - 4 4 cercos ø10
  - 5 4ø25
  - 6 4ø25
  - 7 Separador superior metálico en T

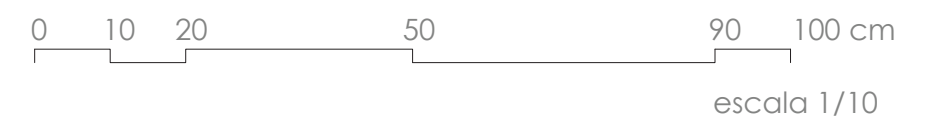


Z O N A 3



Leyenda

- 1 emparrillado  $\varnothing 10$  cada 10 cm
- 2 8  $\varnothing 20$  a 10 cm
- 3 emparrillado  $\varnothing 12$  cada 15 cm
- 4 cercos  $\varnothing 10$  cada 10 cm
- 5 4  $\varnothing 20$
- 6 10  $\varnothing 10$  a 10 cm + refuerzo  
3  $\varnothing 10$  cada 10 cm
- 7 Viga prefabricada



## I M P L A N T A C I Ó N

## O R G A N I Z A C I Ó N

## D E

## O B R A

## UBICACIÓN DE ZONA DE TRABAJO



Imagen 6.9.

Mediante esta fotografía, tomada en los años 80 con la inauguración de la nueva terminal, podemos observar un espacio de tierra comprendido entre la antigua terminal y la nueva terminal de pasajeros. Es por ello, que esta superficie podría haber sido utilizada para la instalación de los medios auxiliares de obra así como los talleres de ferrallado y elaboración de materiales, además de lugar de acopio de materiales necesarios para la construcción.

Además, esta superficie se utilizó para la implantación de las obras de la construcción de la carretera que unía la ciudad con el aeropuerto, que se realizaron al unísono de la nueva terminal.

## MEDIOS AUXILIARES Y EQUIPOS NECESARIOS

Para la elevación de los materiales de obra nos ayudaremos de dos grúas torre con un radio de acción que abarcará toda la superficie de la marquesina así como la zona de acopio situada enfrente de las obras.

Se instalará un taller de ferrallado, una planta de hormigonado de obra y una zona de acopio de materiales.

Existen dos entradas a obra diferenciadas, delimitadas por un vallado perimetral de protección de obra, una entrada de maquinaria y otra para la entrada de personal autorizado, los cuales accederán a una zona acotada en el que están situadas la caseta de obra así como los vestuarios de los operarios y el comedor de obra. Desde esta zona hay un acceso directo a obra.

En ambas entradas se dispondrá un cartel con toda la señalética con las normas de seguridad obligatorias en la entrada a la obra.

Los medios auxiliares y equipos necesarios para la elevación de los materiales hasta pie de obra y puesta en obra, son los siguientes:

- Dos grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Camión homigonera con manguera
- Camión de transporte de materiales
- Encofrados metálicos
- Andamios para colocación de encofrados

Para el transporte de materiales hasta pie de obra serán necesarios camiones especiales en el caso de las viguetas prefabricadas, ya que debido a sus grandes dimensiones es necesario el acople de una parte de camión para ajustarse a dichas dimensiones.

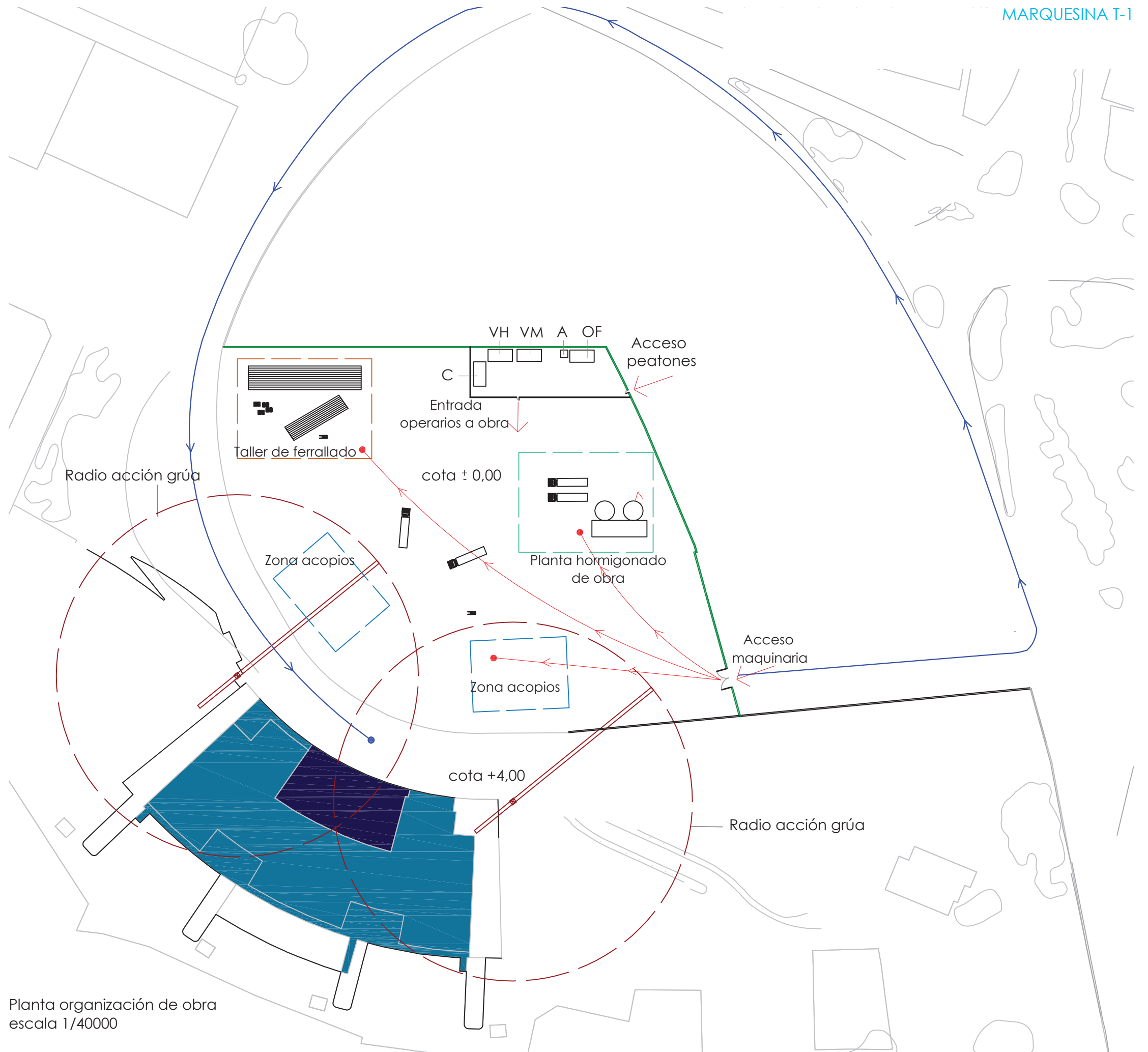
Para el resto de materiales más convencionales será necesaria la utilización de camiones de transporte de materiales normalizados.

Dentro de la zona de acopios, el material se moverá con la ayuda de carretillas elevadoras y de grúas autopropulsadas.

Los recorridos de circulación de la maquinaria están perfectamente acotados desde la entrada a obra hasta las zonas donde se han de llevar los materiales. Además también estará acotado el recorrido de la maquinaria desde la zona de acopio y entrada a obra hasta pie de obra.

LEYENDA

Recorridos de circulación maquinaria en zona trabajo	
Recorridos de circulación maquinaria hasta pie de obra	
Vallado perimetral de protección de obra	
VH	Vestuario hombres
VM	Vestuario mujeres
C	Comedor
OF	Oficina de obra
A	Aseo de oficina de obra



Planta organización de obra  
escala 1/40000

## P R O C E S O

## 1. TRANSPORTE DE MATERIALES A OBRA

El transporte de las viguetas prefabricadas hasta la obra se realizó con la ayuda de un camión de gran dimensión con un enganche de estructura auxiliar con ruedas, como se puede observar en la imagen.

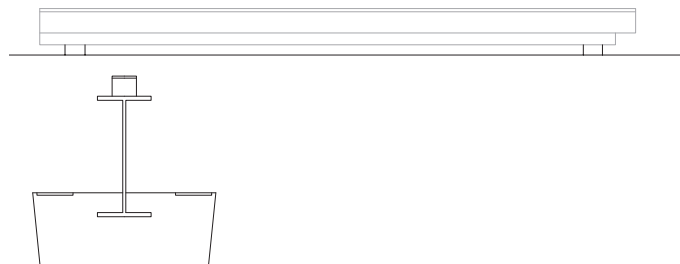
(La imagen no corresponde al vehículo utilizado en obra).



Imagen 6.10.

## 2. ACOPIO DE MATERIALES EN OBRA

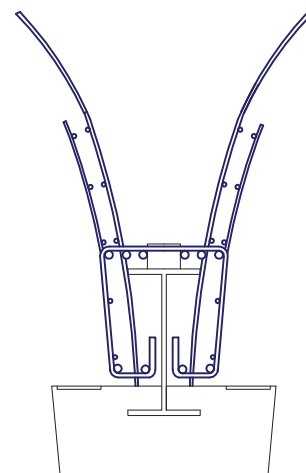
Acopio de materiales en zona prevista para ello, como se puede observar en el anterior plano de implantación de obra.



## 3. COLOCACIÓN ARMADURAS DE VIGUETAS Y ARMADURAS DE ESPERA DE LOS LÓBULOS

Colocación de las armaduras de la vigueta sobre zona prefabricada envolviendo el perfil metálico. Colocación de armaduras de espera de los lóbulos.

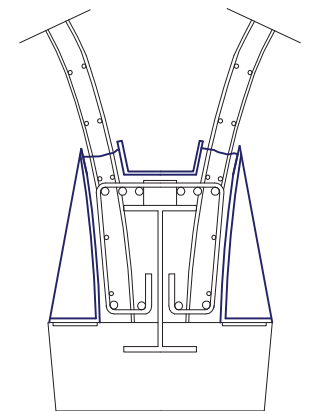
(Se realizará la preparación a pie de obra, antes del izado de las piezas).



## C O N S T R U C T I V O

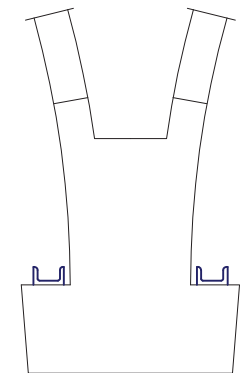
## 4. COLOCACIÓN ENCOFRADO Y HORMIGONADO HASTA UNA ALTURA DE 25 CM

Colocación de encofrado y hormigonado de la vigueta hasta una altura de 25 cm. (Se realizará el hormigonado a pie de obra, antes del izado de las piezas).



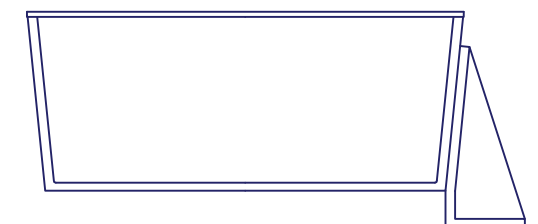
## 5. COLOCACIÓN DE CARRIL EN 'U'

Colocación de carriles de perfiles en U para recibimiento de encofrado. Soldados a placas previstas de fábrica en las viguetas. (Se realizará la preparación a pie de obra, antes del izado de las piezas).



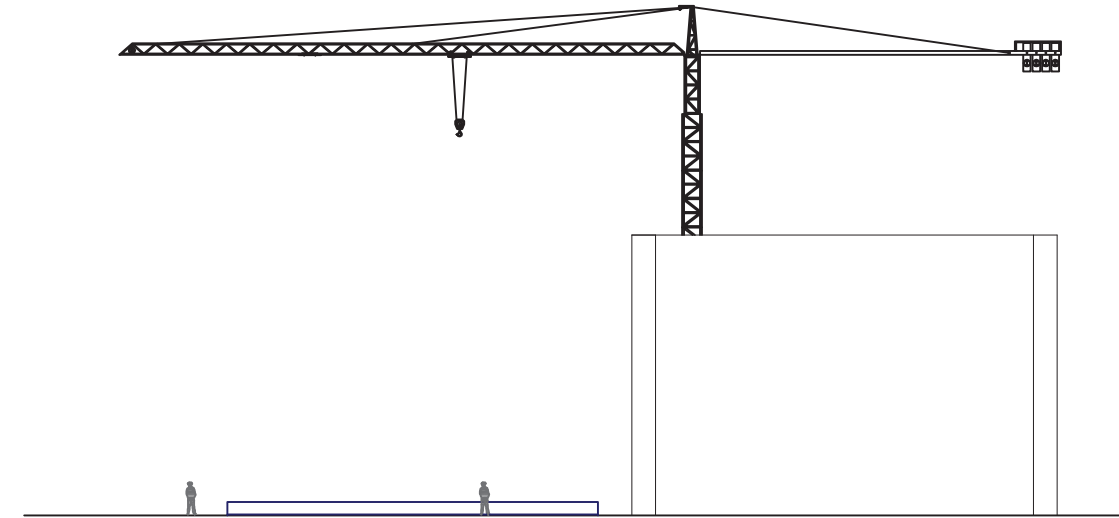
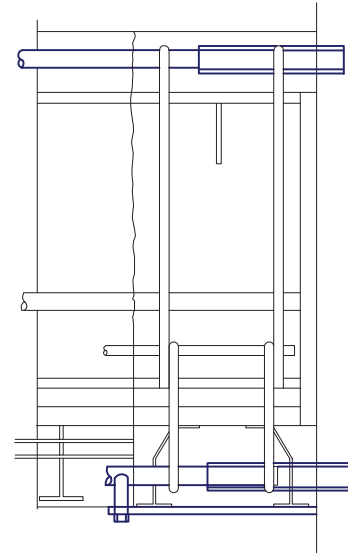
## 6. PREPARACIÓN DE APOYOS DE LAS VIGUETAS EN VIGA DE ALINEACIÓN

Realización del cajeadado de placas metálicas en la zona de unión donde se recibirán las dos piezas. Soldadura de las placas. (Se realizará la preparación a pie de obra, antes del izado de las piezas).



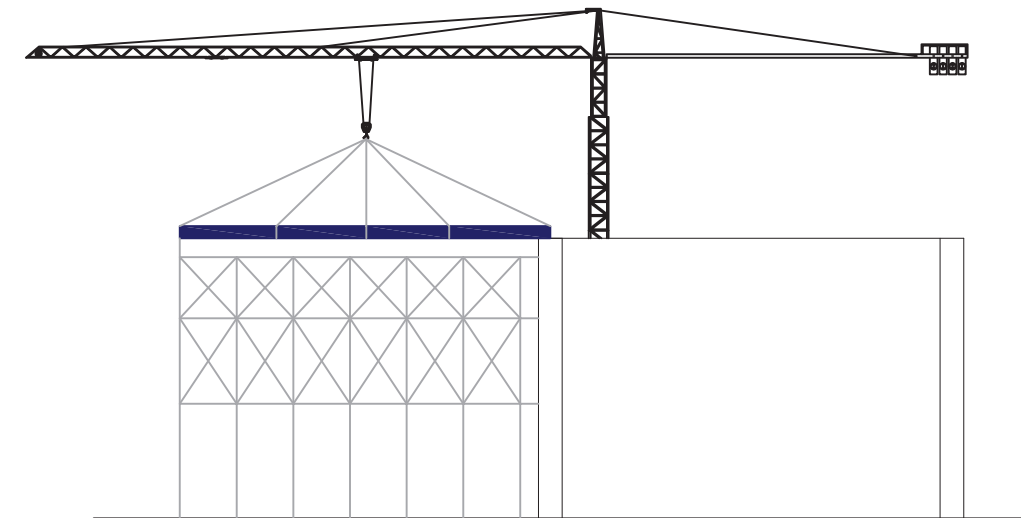
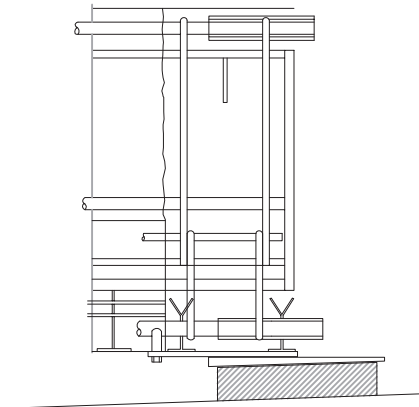
### 7. PREPARACIÓN UNIÓN ENTRE PIEZAS A Y B

Soldadura de pletina de espesor 10 mm en la cara inferior de la zona de unión.  
Colocación de la armadura en nervio y manguitos de unión.  
Soldadura de las armaduras a placa de unión de las dos piezas.  
(Se realizará la preparación a pie de obra, antes del izado de las piezas).



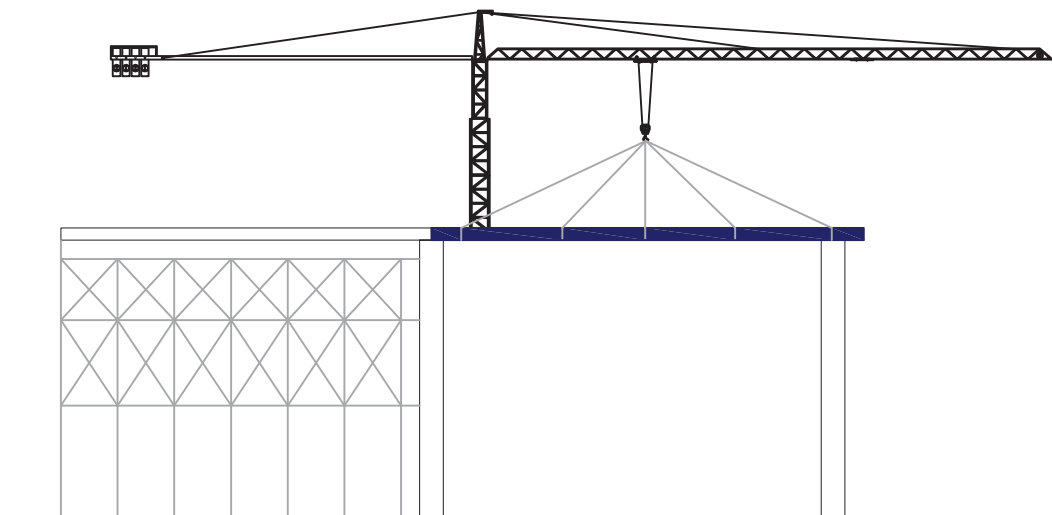
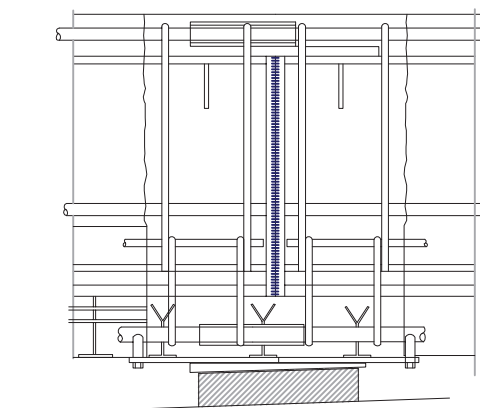
### 8. IZADO Y COLOCACIÓN DE PIEZA A

El izado de las piezas se realizará con la ayuda de dos grúas torres previstas en la obra.  
Se preparará una estructura auxiliar portante para apuntalado de las piezas del voladizo hasta el hormigonado, curado y fraguado del hormigón de la zona de unión.



### 9. IZADO Y COLOCACIÓN DE PIEZA B Y UNIÓN DE LAS DOS PIEZAS

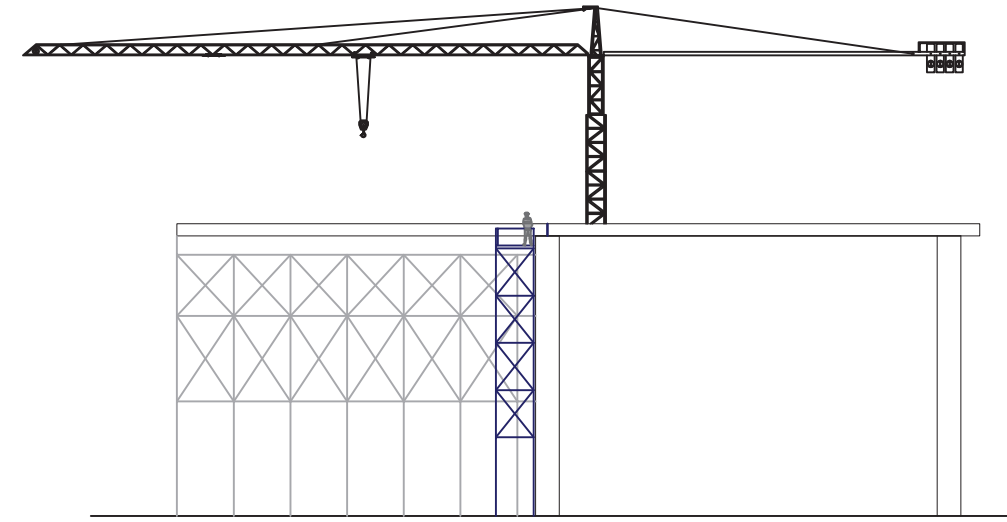
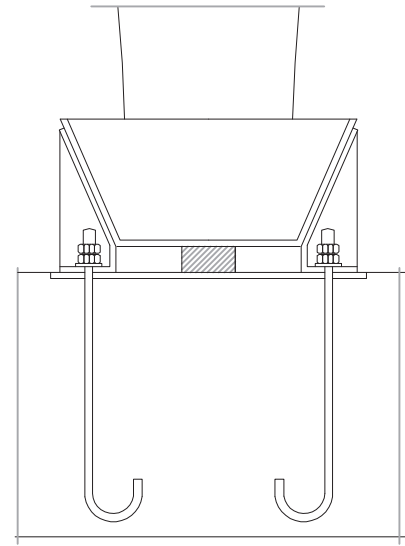
El izado de las piezas se realizará con la ayuda de dos grúas torres previstas en la obra.  
La pieza apoyará en los pilares y viga de alineación dispuestos en el perímetro de la terminal.



### 10. ATORNILLADO Y SOLDADO UNIÓN

Se atornillará el cajeadado con placas metálicas (previsto anteriormente en la unión) a la viga de alineación.

Para ello nos ayudaremos de un medio auxiliar (andamio) para el acceso de los operarios a la altura donde estará ubicada la unión.

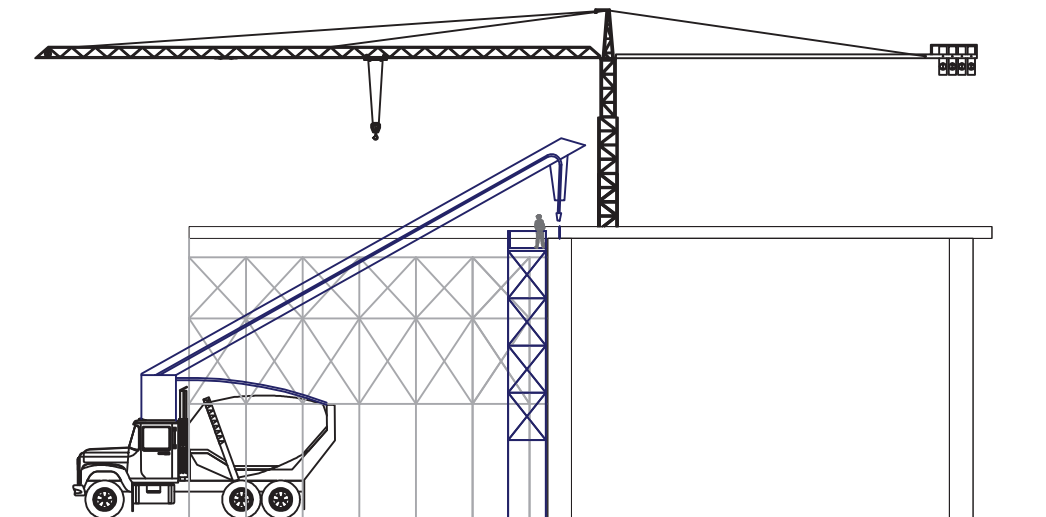
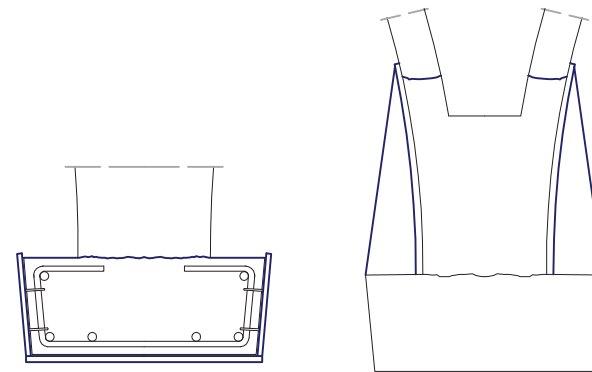


### 11. ENCOFRADO Y HORMIGONADO DE LA UNIÓN

El encofrado de la unión se realizará en dos fases, debido a la complejidad de la forma de la vigueta.

El izado del material se realizará con la ayuda de la grúa torre y el hormigonado de la unión se realizará con un camión hormigonera con manguera de elevación del hormigón.

El medio auxiliar de apuntalado se retirará una vez curado el hormigón de la unión.

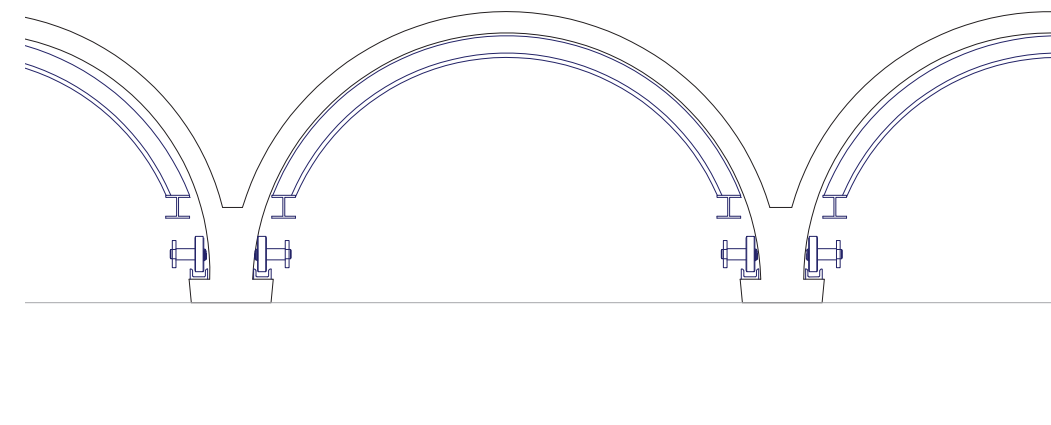
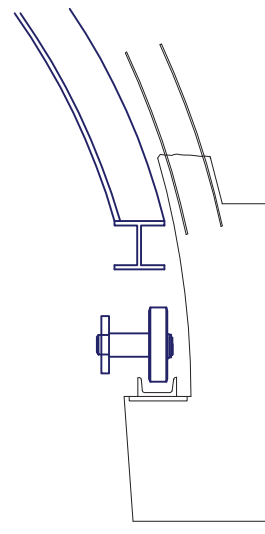


### 12. COLOCACIÓN DE ENCOFRADO

Se colocará un encofrado metálico especial con forma tronco-cónica, asentado sobre los carriles metálicos en U previstos en las alas de la vigueta prefabricada.

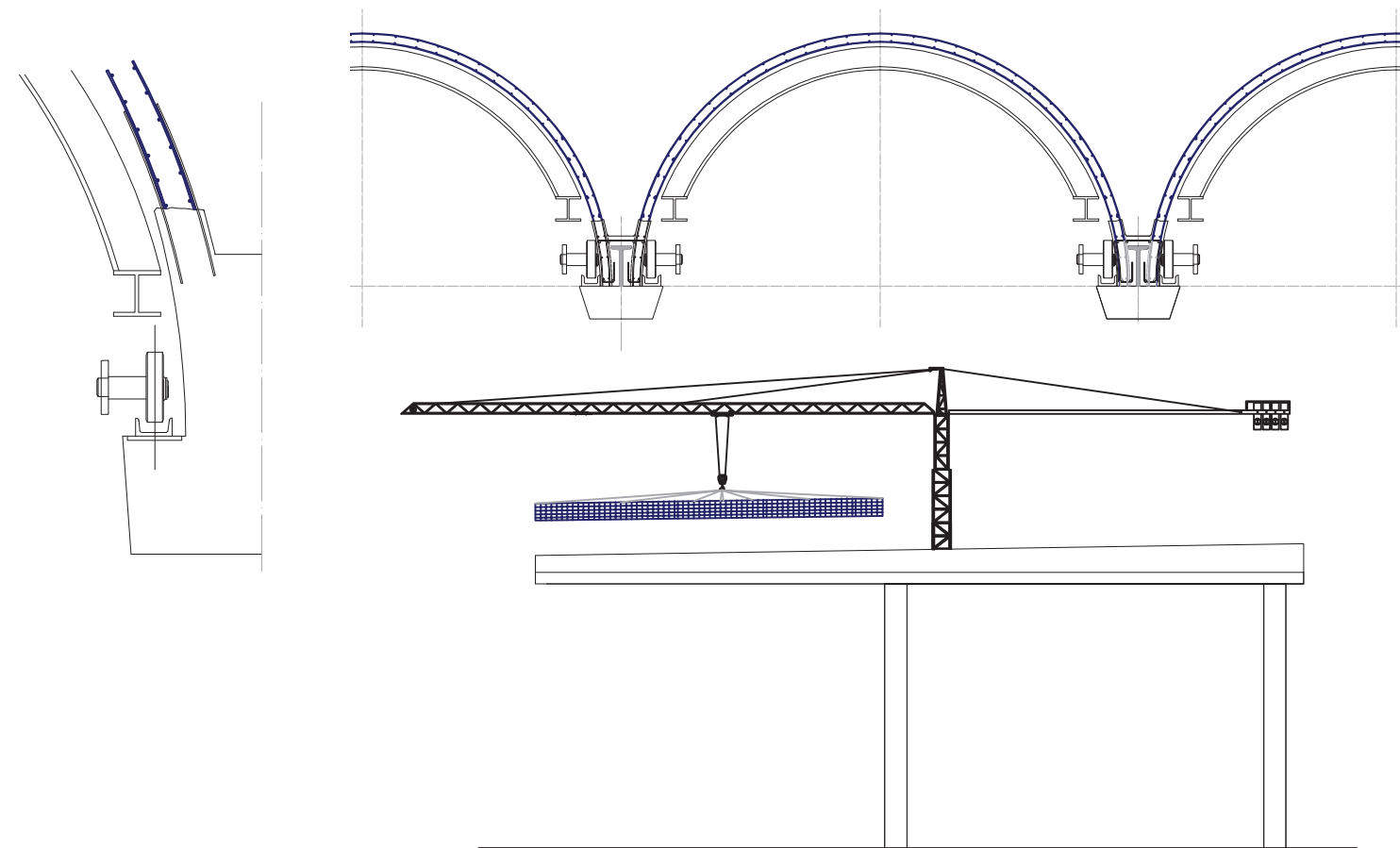
En obra se dispuso de dos encofrados que se colocaban simétricamente, ello es debido a la comodidad de ejecución y a la necesidad de no perder la inercia del conjunto debido a los grandes pesos que se llegaban a alcanzar.

El izado del encofrado se realizará con grúa torre.



## 13. COLOCACIÓN DE ARMADURA DE LOS LÓBULOS

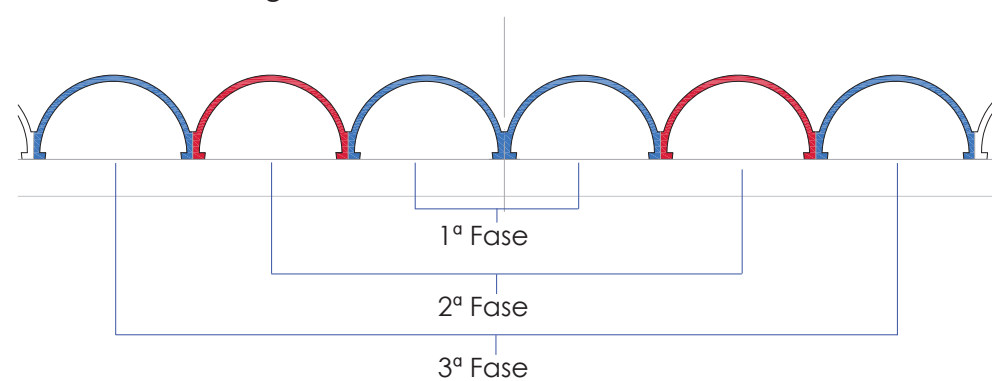
Elevación con grúa torre de la armadura ya elaborada en taller.  
Solape de las mismas con las armaduras de espera.



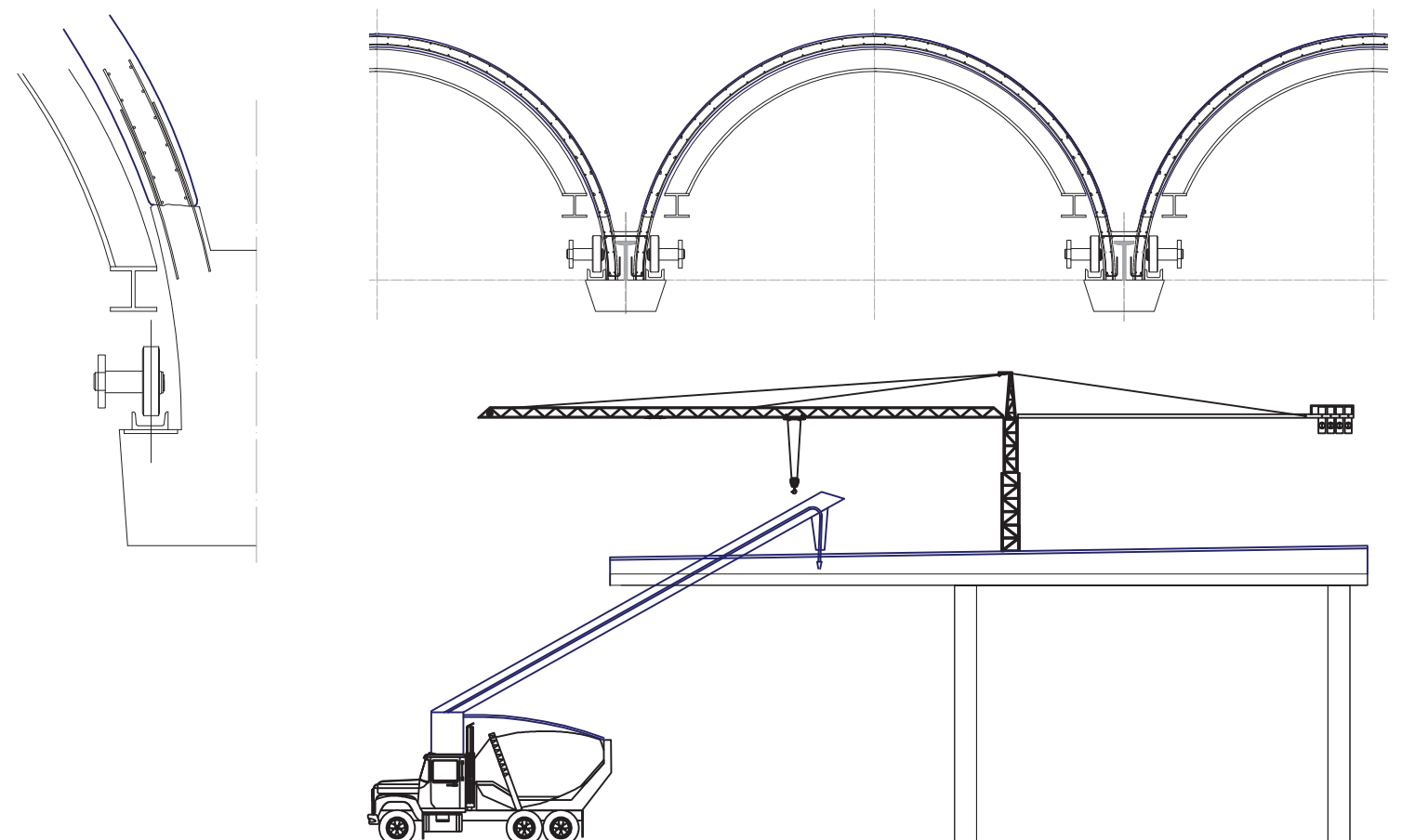
## 14. HORMIGONADO DE LOS LÓBULOS

Hormigonado de los lóbulos con un camión hormigonera con manguera de elevación del hormigón.

Técnica de hormigonado de los lóbulos



Al disponer de dos encofrados, el hormigonado se realizará desde el centro de la marquesina hacia los extremos alternando lóbulos simétricos para no perder la inercia del conjunto.





## C O N C L U S I O N E S

En primer lugar, en cuanto al **análisis geométrico** mencionar que, la forma tronco-cónica ha permitido generar la forma en planta de abanico, adaptándose en forma al perímetro de la terminal T-1. Con dos tipos de superficies de revolución, como son el cono y el cilindro se ha podido diseñar el conjunto de la marquesina.

Del **análisis estructural** decir que los lóbulos tronco-cónicos permiten mayor inercia con menor material y además, el crecimiento progresivo del diámetro desde el voladizo hacia el primer apoyo del vano central, garantiza mayor peso en esta zona, y por tanto la estabilidad al voladizo.

Por último, en cuanto al **análisis constructivo** decir que, los materiales empleados para la construcción de esta cubierta, la mayor parte de hormigón prefabricado, permite la facilidad en la construcción, empleando hormigonado in situ en aquellos puntos de unión entre las dos piezas prefabricadas, así como en la ejecución de la parte curva de los lóbulos. El empleo de dos unidades de encofrado metálico permite garantizar la idéntica forma de los lóbulos y a su vez la estabilidad del conjunto al ejecutar los lóbulos simétricamente.

La terminación de los lóbulos incompletos de los extremos facilita la ejecución del último lóbulo completo, además de la ventaja citada anteriormente en el apartado de análisis estructural, contrarrestar las fuerzas del último lóbulo.

## C O E F I C I E N T E D E I D O N E I D A D G E O M É T R I C A

Para finalizar, a continuación daré unas conclusiones sobre todos los aspectos relacionados con la geometría de la marquesina. Para ello me apoyaré de la valoración del elemento a través de un coeficiente de idoneidad geométrica, definido en la tesis doctoral del profesor Francisco Javier Sanchis Sampedro, con título "La geometría de las Superficies Arquitectónicas. Análisis formal geométrico de la Ciutat de les Arts i de les Ciències de Valencia".

*COEFICIENTE DE IDONEIDAD GEOMÉTRICA - Coeficiente que recoge una valoración cualitativa como conclusión a los análisis realizados sobre un edificio o parte de él, centrados en su forma geométrica y las consecuencias que este diseño tiene desde el punto de vista estructural y constructivo. Recoge tres aspectos con su valoración independiente:*

*- FORMA GEOMÉTRICA - La superficie geométrica puede haber sido utilizada en el diseño de manera limpia y exacta o haberse adaptado a la forma deseada. Se valorará con un 2 la geometría utilizada de manera más correcta y con un 0 la que ha sufrido excesivas modificaciones para adaptarse al diseño desde su forma original*

*- COHERENCIA ESTRUCTURA - GEOMETRÍA - En ocasiones el uso de una determinada geometría ayuda a un mejor comportamiento estructural. Otras veces el empleo de una forma necesita de elementos estructurales auxiliares para poder soportar las cargas. Se ha valorado con un 2 el primer caso en el que estructura y geometría son coherentes, y con un 0 el caso en que la geometría no solo no ha sido coherente con el sistema estructural sino que ha necesitado de una estructura auxiliar para ejecutarse.*

*- APLICABILIDAD DE LA GEOMETRÍA DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO - Durante la ejecución de una superficie singular, la geometría puede colaborar a realizar los despieces del material, diseñar los encofrados, organizar el proceso constructivo. Si en el elemento analizado sucede este hecho se ha valorado con un 2. Si por el contrario no se ha utilizado la geometría durante la construcción de una determinada superficie, y además, de haberse utilizado se hubiera optimizado algunos de los procesos, materiales... se valorará con un 0 en este apartado.*

*Se ha dejado una horquilla de dos puntos en la valoración de los diferentes parámetros para poder estimar de manera intermedia si no es un claro ejemplo de buena o mala praxis geométrica.*

*Por tanto, el "coeficiente de idoneidad" resultará de la suma de los tres parámetros anteriores, pudiendo ser 0 en el caso de un elemento donde la geometría no se ha utilizado correctamente en ninguna de los tres aspectos comentados, o puede ser 6 si es un buen ejemplo de utilización de la geometría en el diseño de arquitectura.*

Valoraré la forma geométrica con 1,5 ya que las formas geométricas no son limpias debido a las viguetas de sujeción de los lóbulos, por tanto rompen con la estética de los lóbulos sucesivos sin necesidad de nexo de unión con otro elemento constructivo.

Con 2 la coherencia estructura-geometría ya que la forma tronco-cónica de los lóbulos que conforman la marquesina ayudan a la estabilidad de la estructura ya que va aumentando la inercia debido al mayor canto y con ello mayor peso, de forma progresiva hacia el primer apoyo creando la estabilidad del voladizo.

Con 2 la aplicabilidad de la geometría durante el proceso constructivo, ya que la forma de los lóbulos nos marcan la forma de los encofrados que se adaptan perfectamente a ella y a su vez nos indica el seguimiento de las armaduras a lo largo de todo el lóbulo.

El **coeficiente de idoneidad geométrica será de 5,5**, por tanto es una buena valoración ya que la marquesina es buen ejemplo de utilización de la geometría.

## BIBLIOGRAFÍA

Alonso, Luis. (2011). 40 ideas for 100 projects

De Anda Alanís, Enrique X. (2008). Félix Candela: 1910-1997 : el dominio de los límites.

Engel, Heino. (1997). Sistemas de estructuras

Ibañez Torres, Raul. (2004). El vientre de un arquitecto.

Millais, Malcolm. (1997). Estructuras de edificación

Sanchis Sampedro, Francisco J. (2011). Las formas del hormigón. Catálogo práctico de diseño.  
Valencia: TFM - Universidad Politécnica de Valencia

Utrilla Navarro, Luis. (2007). Historia del aeropuerto de Valencia.

CTE DB-AE . Código Técnico de la Edificación. (2009). Documento Básico Acciones en la Edificación

## RECURSOS ELECTRÓNICOS

[www.marinarealjuancarlosi.com](http://www.marinarealjuancarlosi.com)

## RECURSOS INFORMÁTICOS UTILIZADOS

AutoCAD

Adobe Indesign

Adobe Illustrator

Google Sketchup

Adobe Photoshop

Imagen	Fuente	Página
Imagen 1.1.	Elaboración propia	9
Imagen 1.2.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	10
Imagen 1.3.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	10
Imagen 1.4.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	10
Imagen 1.5.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	10
Imagen 1.6.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	10
Imagen 1.7.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	11
Imagen 1.8.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	11
Imagen 1.9.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	11
Imagen 1.10.	www.fbarquitectura.com - fecha consulta: 10/04/2013	11
Imagen 1.11.	trotamundos-valencia.blogspot.com - fecha consulta: 10/04/2013	11
Imagen 1.12.	google earth - fecha consulta: 22/02/2013	12
Imagen 1.13.	google earth - fecha consulta: 22/02/2013	12
Imagen 1.14.	Elaboración propia	12
Imagen 1.15.	google earth - fecha consulta: 23/02/2013	12
Imagen 2.1.	www.goolzoom.com - fecha consulta: 20/05/2013	14
Imagen 2.2.	www.goolzoom.com - fecha consulta: 20/05/2013	14
Imagen 2.3.	google earth - fecha consulta: 21/05/2013	15
Imagen 2.4.	google earth - fecha consulta: 21/05/2013	15
Imagen 2.5.	Elaboración propia	16
Imagen 2.6.	Elaboración propia	16
Imagen 2.7.	Elaboración propia	17
Imagen 2.8.	Elaboración propia	18
Imagen 3.1.	evoluciondelaarquitectura.wikispaces.com - fecha consulta: 05/04/2013	20
Imagen 3.2.	www.arquirutas.com - fecha consulta: 06/04/2013	20
Imagen 3.3.	jabapo04.wordpress.com - fecha consulta: 06/04/2013	20
Imagen 3.4.	www.skyscrapercity.com - fecha consulta: 06/04/2013	20
Imagen 3.5.	sistemasestructuralesii.blogspot.com - fecha consulta: 06/04/2013	20
Imagen 3.6.	De Anda Alanís, Enrique X. "Félix Candela: 1910-1997: el dominio de los límites" (2008)	21
Imagen 3.7.	De Anda Alanís, Enrique X. "Félix Candela: 1910-1997: el dominio de los límites" (2008)	21

Imagen	Fuente	Página
Imagen 3.8.	www.goolzoom.com - fecha consulta: 12/04/2013	21
Imagen 3.9.	www.goolzoom.com - fecha consulta: 12/04/2013	21
Imagen 3.10.	www.goolzoom.com - fecha consulta: 12/04/2013	21
Imagen 3.11.	www.goolzoom.com - fecha consulta: 12/04/2013	21
Imagen 4.1.	leonardocodigoabierto.blogspot.com - fecha consulta: 13/04/2013	24
Imagen 4.2.	www.coaaragon.es - fecha consulta: 13/04/2013	24
Imagen 4.3.	Elaboración propia	24
Imagen 4.4.	Elaboración propia	24
Figuras varias	Elaboración propia	25-27
Imagen 5.1.	Elaboración propia	30
Imagen 5.2.	Elaboración propia	30
Imagen 5.3.	Elaboración propia	30
Imagen 5.4.	www.slideshare.net - fecha consulta: 23/04/2013	31
Imagen 5.5.	Elaboración propia	31
Imagen 5.6.	Elaboración propia	31
Imagen 5.7.	Elaboración propia	31
Imagen 5.8.	Elaboración propia	31
Imagen 5.9.	Elaboración propia	33
Imagen 5.10.	Elaboración propia	33
Imagen 6.1.	Elaboración propia	36
Imagen 6.2.	Elaboración propia	36
Imagen 6.3.	Elaboración propia	36
Imagen 6.4.	Elaboración propia	36
Imagen 6.5.	Elaboración propia	36
Imagen 6.6.	Elaboración propia	38
Imagen 6.7.	Elaboración propia	38
Imagen 6.8.	Elaboración propia	40
Imagen 6.9.	Utrilla Navarro, Luis. "Historia del aeropuerto de Valencia"	43
Imagen 6.10.	www.camionesclasicos.com - fecha consulta: 02/06/2013	45
Figuras varias	Elaboración propia	36-48