

PROYECTO Y EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA LIGERA DISEÑADA A PARTIR DE SUPERFICIES SINGULARES: **SUPERFICIE CILÍNDRICA**

ALUMNO_ DANIEL GUERRI MEDINA

DIRECTORES ACADÉMICOS_ FRANCISCO JAVIER SANCHIS SAMPEDRO Y JOSE MIGUEL MOLINÉS CANO

TRABAJO FINAL DE GRADO MODALIDAD_ DESARROLLO DE PROYECTOS TÉCNICOS DE CONSTRUCCIÓN | TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE LA EDIFICACIÓN

GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA CURSO 2014|15 FEBRERO 2015



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

Agradecimientos

Quiero agradecer a todos los que han formado parte de mi proyecto, tanto a nivel personal como académico.

Empezando por lo académico,

A mi tutor Paco Sanchis, como mi tutor de este TFG y de la asignatura “Geometría descriptiva”, pues sin él no habría elegido este camino. Y a Jose Miguel Molines, profesor que no conocía pero que me ha ayudado e impulsado desde el primer momento siéndome de gran ayuda, por su gran entrega y disponibilidad. Gracias a los dos.

A menor escala, pero siendo también muy importantes, al resto de profesores que me han acompañado en mi bagaje por la ETSIE y de los que he aprendido todo tipo de lecciones, profesionales y personales, y de quienes en cada año he tenido siempre algún referente a quien admirar por su trabajo y pasión por la docencia.

En lo personal,

Siendo pilares fundamentales tanto para este trabajo como para mí día a día a lo largo de toda mi carrera académica y extra académica,

Empezaré por mis amigos Arturo y David, que han sido siempre un gran apoyo cuando he necesitado desconectar y cambiar de aires, echarme unos buenos ratos de risas, fiestas, deportes y todo cuanto se nos ocurriera e incluso en los peores casos compartir preocupaciones pero siempre han estado ahí cuando les he necesitado y espero que así siga siendo por muchos años, porque sin ellos nada sería lo mismo en mi vida cotidiana.

Cómo olvidar también a mis compañeros de la ETSIE, con quienes he compartido estrés, agobios, enfados y desilusiones pero que siempre ha sido recompensado con resultados y nos hemos facilitado mucho esa calma que nos hemos otorgado unos a otros mediante risas, fiestas, cenas de clase y como no, nuestro Joker de dos caras, con enfrentamiento y alegrías por igual, los tediosos y a la vez divertidos trabajos en equipo. Muchas gracias a todos, en especial Luis y Marcos, que han sido como hermanos en esta convivencia llamada “ETSIE”.

Sin dejar de nombrar a toda la plantilla de DIVEGON OBRAS, empresa en la que actualmente trabajo, que me han hecho levantar el ánimo e interés, sintiéndome como un niño en mi entorno laboral aprendiendo cada día desde el momento en que entro hasta que me voy a casa y siendo un grupo muy familiar y cercano para mí en todo momento. Simplemente Gracias.

Y en último lugar pero no por ello menos importante sino al revés, mi familia. Sin ellos esto no habría sucedido nunca. Gracias a su apoyo en lo económico, pues no me ha faltado nada nunca. Gracias a su apoyo doméstico, siempre han estado ahí para facilitarme el trabajo, preparando cenas y comidas express, aguantando mis agobios y estrés y horarios intempestivos con los que cuadrar clases y estudios con amigos, deportes y trabajo. Muchísimas Gracias.

Gracias por lo que habéis hecho de mí. Gracias por vosotros. Gracias por todo. Gracias. Siempre gracias.



RESUMEN - ABSTRACT

Castellano

El proyecto que se desarrolla a continuación, forma parte de la tipología de TFG "Desarrollo de proyectos técnicos de construcción - Técnicas y tecnologías de la edificación - Estructuras" y está enfocado a las "Superficies singulares" y avalado por la LOE en las atribuciones profesionales de los Ingenieros de edificación.

A partir de esta temática y con el patio exterior principal de la ETSIE de la Universidad Politécnica de Valencia como orígenes de este proyecto, se direcciona toda la atención en cubrir la zona de asientos curvos de este patio mediante una estructura singular en sintonía con el mobiliario existente y que proyecte sombra sobre dichos asientos aportando mayor confort y funcionalidad al patio.

Una vez definido esto, el proyecto irá rodando hasta acabar englobando una sucesión de necesidades, como serán las del estudio actual del emplazamiento donde se ubicará, estudio geométrico y estructural de la cubierta, levantamiento de planimetría y detalles constructivos y elaboración de un presupuesto acorde a la construcción de la estructura.

La cubierta describirá un cilindro seccionado y constituirá una estructura ligera formada por hormigón armado y uniones y soportes de acero.

PALABRAS CLAVE:

ESTRUCTURA LIGERA
LÁMINA
CIRCULOS
EXTERIOR
SOMBRAS

English

The project developed below is part of the typology of TFG "Development of construction technical projects - Building Techniques and technologies - Structures" and is focused on the "singular surfaces" and supported by the LOE in the professional responsibilities of Building Engineers.

Based on this theme, this project focuses on the main outdoor courtyard ETSIE of the Polytechnic University of Valencia. It proposes to cover the area of curved seats in this courtyard through the construction of a unique structure in tune with the existing furniture, and will project shade on those seats thereby providing greater comfort and functionality to the courtyard.

Once defined this, the project will become operative following a series of needs which will include a current study of the site where it will be located, geometric and structural study of the cover, lift surveying and construction details and budgeting according to the building structure.

The cover will look like a striped cylinder and will constitute a light structure consisting of reinforced concrete and steel joints and supports.

KEYWORDS:

STRUCTURE LIGHT
SHEET
CIRCLES
OUTSIDE
SHADOWS



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 0	Justificación	.01	CONSTRUCCIÓN 4	Historia de los materiales	.01
	Objetivos y metodología	.02		Replanteo de estructura	.02
DOCUMENTACIÓN 1	Emplazamiento	.01		Detalles constructivos	.03
	Estudio del entorno	.02		Proceso de ejecución	.11
	Programa de necesidades	.08	PRESUPUESTO 5	Despiece	.13
	Zonificación y accesos	.09		Presupuesto	.01
	Soleamiento	.10	CONCLUSIONES 6	Conclusiones	.01
	Acondicionamiento	.11		Resultados de la actuación	.02
GEOMETRÍA 2	Conferencias: Exco y Superficies geométricas	.01	REFERENCIAS 7	Bibliografía	.01
	Referencias históricas	.02		Índice de imágenes	.02
	Análisis de formas. Cilindro	.03	ANEXOS 8	1. DB-SUA	.01
	Bocetos y prototipos	.05		2. Clasificación geométrica	.03
	Generación de forma	.06		3. Cálculos de cargas y coeficientes	.05
	Planimetría	.07		4. DB-SE Deformaciones	.11
	Estructuras semejantes	.08			
	Maqueta	.10			
ESTRUCTURA 3	Metodología	.01			
	Materiales empleados	.02			
	Dimensionamiento	.03			
	Análisis de deformaciones	.09			



Justificación

Como estudiante en mi primer curso de arquitectura técnica, tuve la suerte de cursar la asignatura de Geometría Descriptiva con el profesor Francisco Javier Sanchis Sampedro, que hoy es mi tutor de este TFG. Gracias a sus clases, aprendí a concebir la geometría descriptiva como el arte representar el espacio tridimensional sobre una superficie bidimensional. Por tanto, mediante los procesos adecuados, admite resolver problemas espaciales en dos dimensiones de modo que garantice la reversibilidad del proceso y simplificación de representación y lectura, otorgando grandes utilidades a este campo, tales como, abatimientos hasta observar figuras en verdadera magnitud o representaciones isométricas y cónicas, las cuales he seguido y seguiré usando a lo largo de mi carrera por su enorme utilidad. Todas mis láminas de dibujo arquitectónico tenían su origen en la geometría que había aprendido, así como los detalles constructivos de construcción los pasé en Autocad a isométricas e innumerables láminas de proyectos en los que creé alzados a partir de abatimientos y giros.

A su vez, siempre había fantaseado con la arquitectura moderna y sus múltiples manifestaciones por parte de los grandes arquitectos contemporáneos con obras como: “Ciudad de las artes y las ciencias, de Valencia”, “Metrosol parasol, de Sevilla”, “Museo Guggenheim, de Bilbao”, “Auditorio de Santa Cruz de Tenerife”, “Opera de Sídney”, “Ayuntamiento de Londres”, “West Kowloon Cultural District de Kowloon, Hong Kong”, y así un sinfín de obras actuales que me producen fascinación y han despertado siempre mi interés por la arquitectura, desde el punto de vista estético como desde el punto de vista profesional, que esta carrera me ha proporcionado, intentando observar siempre los métodos constructivos y los grandes costes económicos que ocasionan obras tan singulares por sus materiales, formas y cortos tiempos de plazos de entrega normalmente.

Todo esto, unido a la posibilidad de hacer un proyecto con una estructura singular y a pequeña escala con la que familiarizarme con estos temas antes comentados y tener una toma de contacto de manera profesional con su elaboración de proyecto, cálculos, ejecución y normativas aplicables, han sido los detonantes de optar por este TFG.



0.01



0.02



0.03



0.04



OBJETIVOS

Objetivos generales

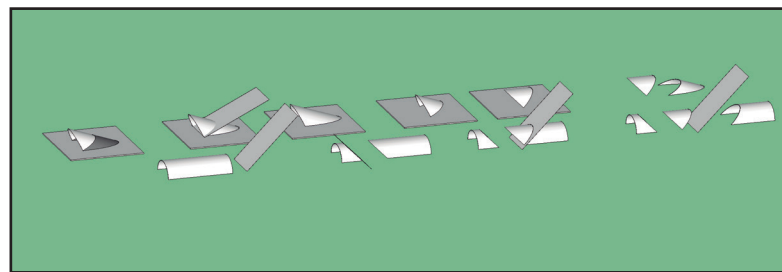
En el desarrollo del TFG, se considera básico los siguientes objetivos, que deberemos tener siempre presentes:

1. Adquirir los conocimientos para el desarrollo del proyectos técnicos reales.
2. Conocimiento y aplicación de normativas vigentes que afectan a la profesión y al correcto ejercicio de esta.
3. Adquirir liderazgo e iniciativa, apoyando firmemente nuestras propias decisiones y justificándolas de manera correcta y coherente, y en consecuencia asumir esos riesgos y deberes propios de la profesión.
5. Garantizar la calidad de ejecución y gestión de proyectos.

Objetivos específicos

El motivo por el que elegí este modelo de TFG se justifica por mi intención de:

1. Adquirir los conocimientos necesarios sobre superficies singulares y su correcta representación y ejecución.
2. Concebir los espacios como algo necesario para la vida cotidiana, mejorando a su vez el confort y atractivo para sus habitantes.
3. Adquirir capacidad crítica de observación y estudio del entorno y obtener las necesidades convenientes de este.
4. Adquirir mayor conocimiento y enfoque distinto de la adaptación a accesibilidad.



0.05

METODOLOGÍA

Documentación y entorno

Para realizar el presente proyecto, se ha llevado a cabo un estudio exhaustivo del entorno físico en el que se va a situar la estructura, así como sus alrededores, accesos, etc. y un estudio del entorno social, es decir, del uso que le dan los alumnos a ese espacio y del uso que le darán una vez esté instalada la cubierta.

En cuanto a su entorno físico, ha sido necesaria la realización de la medición completa del patio, incluyendo en la misma la situación de las baldosas, vegetación, instalaciones y ubicación de los bancos, además de la toma abundante de imágenes de todo lo mencionado anteriormente y de los accesos, pasillos y elementos que afectan al patio en su uso cotidiano.

En cuanto a su entorno social, ha sido necesaria, a parte de nuestra propia experiencia como alumnos, la observación del uso que los alumnos dan actualmente al patio (principalmente en las horas de descanso), lo que nos ha hecho pensar en el mayor uso que se le podría dar en los meses más calurosos del año.



0.06



0.07



0.08



0.09



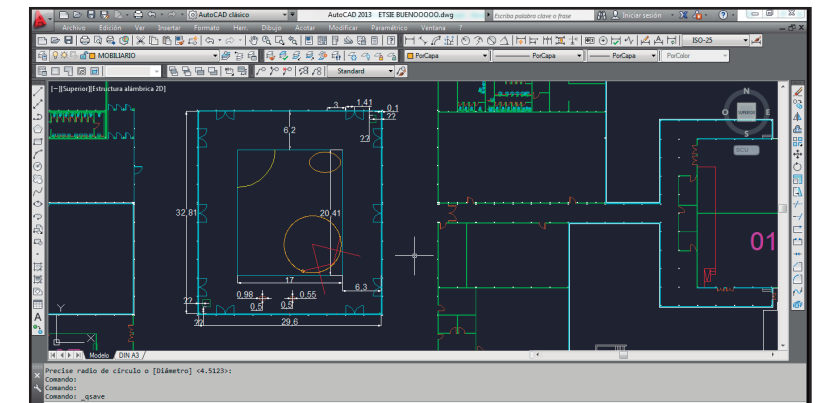
0.10

Desarrollo de planimetría

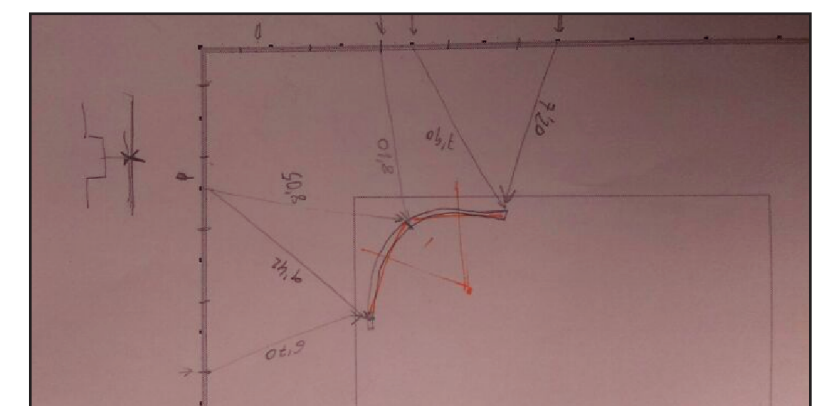
A partir de los planos facilitados por el profesorado de la ETSIE y de la toma de datos del estudio del entorno, se ha realizado la representación gráfica del patio, de sus entornos y accesos, con la ayuda de los programas Autocad y SketchUp.

Estos software daban la posibilidad de obtener de una forma más visual y detallada, mediante un modelo en 2D de alta precisión con el que trabajar y representar cada detalle y otro modelo 3D donde poder exportar estos avances de Autocad y aportar mayor realismo, realizando una maqueta virtual a escala, donde representar y percibir las alturas y proporciones de la estructura.

Además, gracias a las extensiones de SketchUp, se ha podido realizar un estudio de alta exactitud sobre el soleamiento de la zona. Mediante la geolocalización exacta del emplazamiento se ha asignado franjas horarias distintas, a modo de hipótesis, valorando la situación y alturas óptimas de la figura.



0.11



0.12



METODOLOGÍA

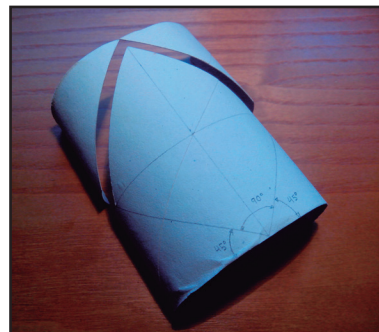
Diseño y construcción

Para el diseño de esta estructura que nos ocupa, se han tomado como referencia principalmente figuras de la arquitectura como Félix Candela y Eduardo Torroja por sus avances en los sistemas constructivos basados en las cáscaras de hormigón.

A partir de una idea simple, como era la “curva”, con la ayuda de internet, software de diseño y de los libros de consulta, ha sido relativamente fácil encontrar toda la información necesaria para crear una idea clara sobre este diseño. Conjuntamente con la ayuda de ejecución de pequeñas maquetas a escala con las que valorar las formas y tipos de estructuras que se podrían realizar.



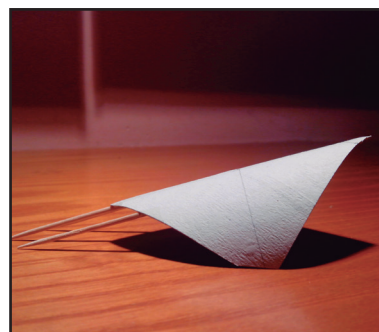
0.13



0.14



0.15



0.16



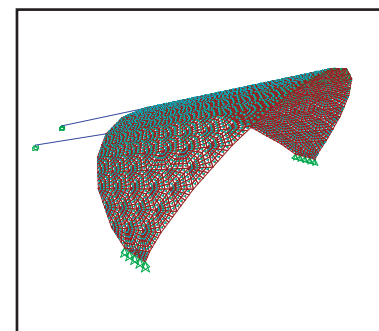
0.17

Cálculo de estructura

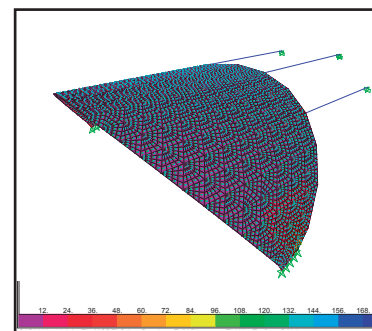
Para realizar el análisis, se idealizan tanto la geometría de la estructura, como las acciones y las condiciones de apoyo mediante un modelo matemático adecuado que debe, asimismo, reflejar aproximadamente las condiciones de rigidez de las secciones transversales, de los elementos, de sus uniones y de las vinculaciones con el terreno.

Esto se lleva a cabo mediante software especializado de cálculo, denominado SAP2000, que es un programa para análisis y diseño de Estructuras por el método de “Elementos Finitos”, que es un procedimiento de análisis del comportamiento de diversos medios a través de modelos numéricos basados en la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales.

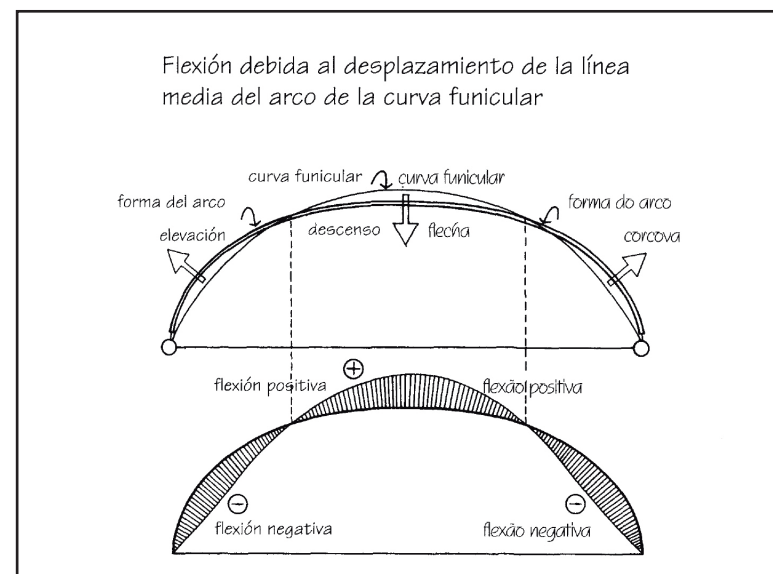
Todo ello dependiente de un nº de variables y/o hipótesis a introducir por el usuario, que en nuestro caso serán las cargas correspondientes a las del cálculo regido por el CTE y DB-SE que se adjunta en el Anexo.



0.18



0.19



0.20

Presupuesto

El último paso de este TFG es el presupuesto, ya que para su elaboración será necesario valorar todos y cada uno de los puntos anteriores de este proyecto, así como, las dificultades que puedan surgir, actuaciones previas y de acondicionamiento del entorno, materiales, cantidades, dimensiones y modos de ejecución.

Para el cálculo del presupuesto, se ha empleado el programa con el que se imparte docencia en la ETSIE, “Presto”. Empleando 2 bases de datos distintas en él, el BDCIVE08 y la base de datos empleada en mi empresa, basada en los precarios de bancos de españoles con los que trabajamos comúnmente.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO:	
PRESUPUESTO Y MEDICIONES	
CAP. I - TRABAJOS PREVIOS	3864.74
CAP. II - ALBAÑILERÍA	13092.23
CAP. III - SOLADOS	11702.62
CAP. VII - CERRAJERÍA	3808.23
CAP. VIII - VIDRIERÍA	241.34
CAP. IX - PINTURAS	3510.98
CAP. X - VARIOS	11430.94
CAP. XI - FONTANERÍA	279.71
CAP. XII - INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y ESPECIALES	519.47
CAP. XV - ESTUDIO SEGURIDAD	2200.04
CAP. XVI - GESTIÓN DE RESIDUOS	2690.46
TOTAL PRESUPUESTO+IVA	64,541.99€

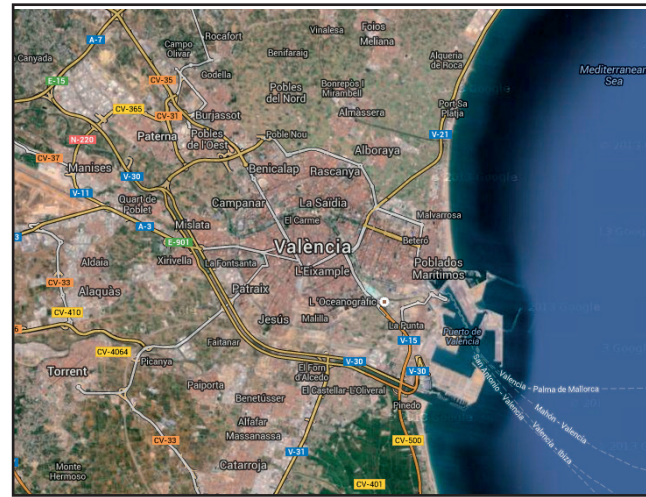
0.21



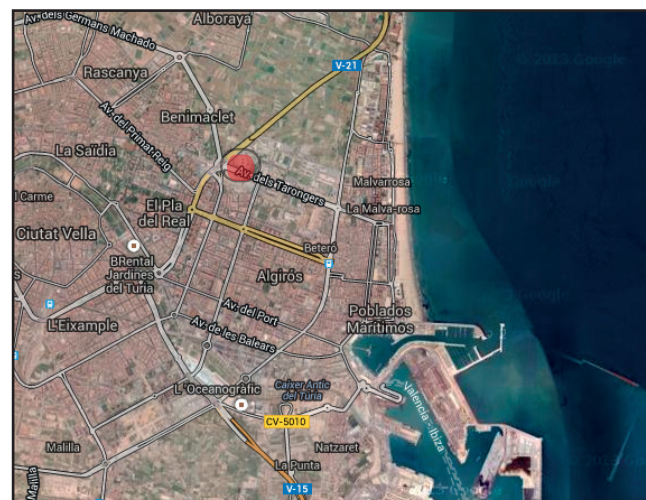
1. DOCUMENTACIÓN



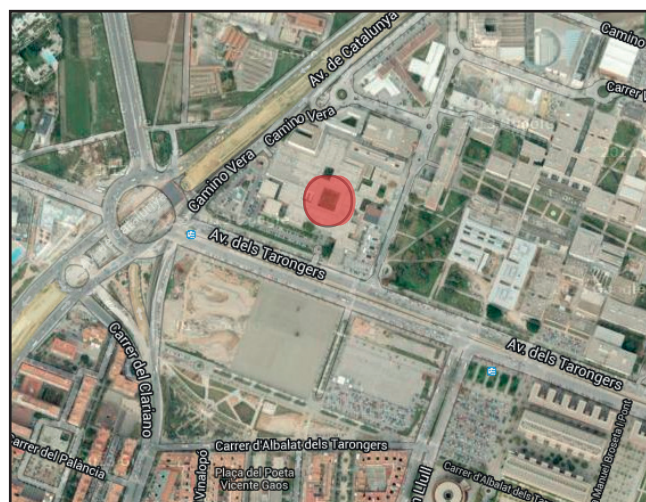
EMPLAZAMIENTO



1.01



1.02



1.03

El edificio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación (ETSIE), antigua ETSGE, es el más antiguo de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), siendo erigida hace casi 50 años (1968) con el nombre de “Instituto Politécnico de Valencia”, que originalmente integraba cuatro centros de estudio distintos: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos; Escuela Técnica Superior de Arquitectura; Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Pero sería en 1985 cuando comenzaron a impartirse las enseñanzas de Arquitectura Técnica que se cursan hoy en día.

La ETSIE está situada en la zona norte de Valencia (España), Avenida dels Tarongers, junto al mirador. Se encuentra enmarcada en su zona Norte por Alboraya, en el Oeste y Sur por la Ciutat Universitaria y Universidad de Valencia y al Este a escasos 2km por la costa (playa de la Malvarrosa) y a unos 4km encontramos el puerto. Su ubicación es óptima en el planteamiento de accesibilidad desde los distintos puntos de la provincia de Valencia, accediendo a ella fácilmente a través de la Ronda Nord, V-21 ó mediante grandes avenidas como la Av. de Catalunya. Sin dejar de mencionar el transporte público a través de tranvía o bicicleta, para las que se haya integrada una amplia red de aparcamientos.

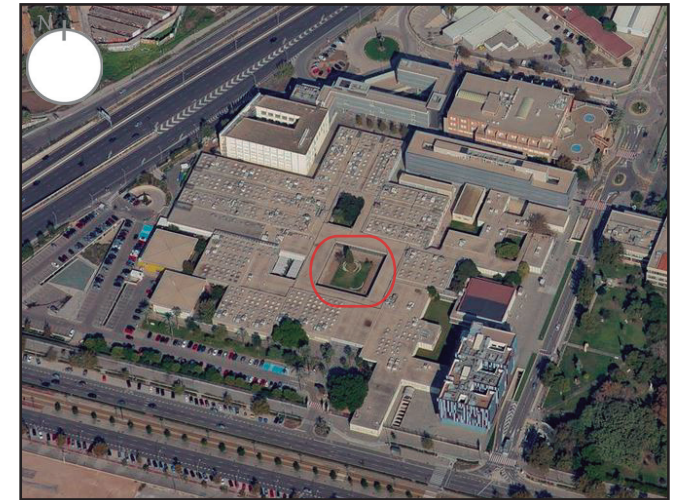
La parcela ocupada por nuestro patio objeto de proyecto, se encuentra en el centro de la ETSIE. Abarca una superficie de 990 m², formada por un rectángulo de lados 32'8 m y 29'6 m. Orientado en dirección ligeramente escorada hacia el noreste es su parte superior.



1.04



1.05



1.06



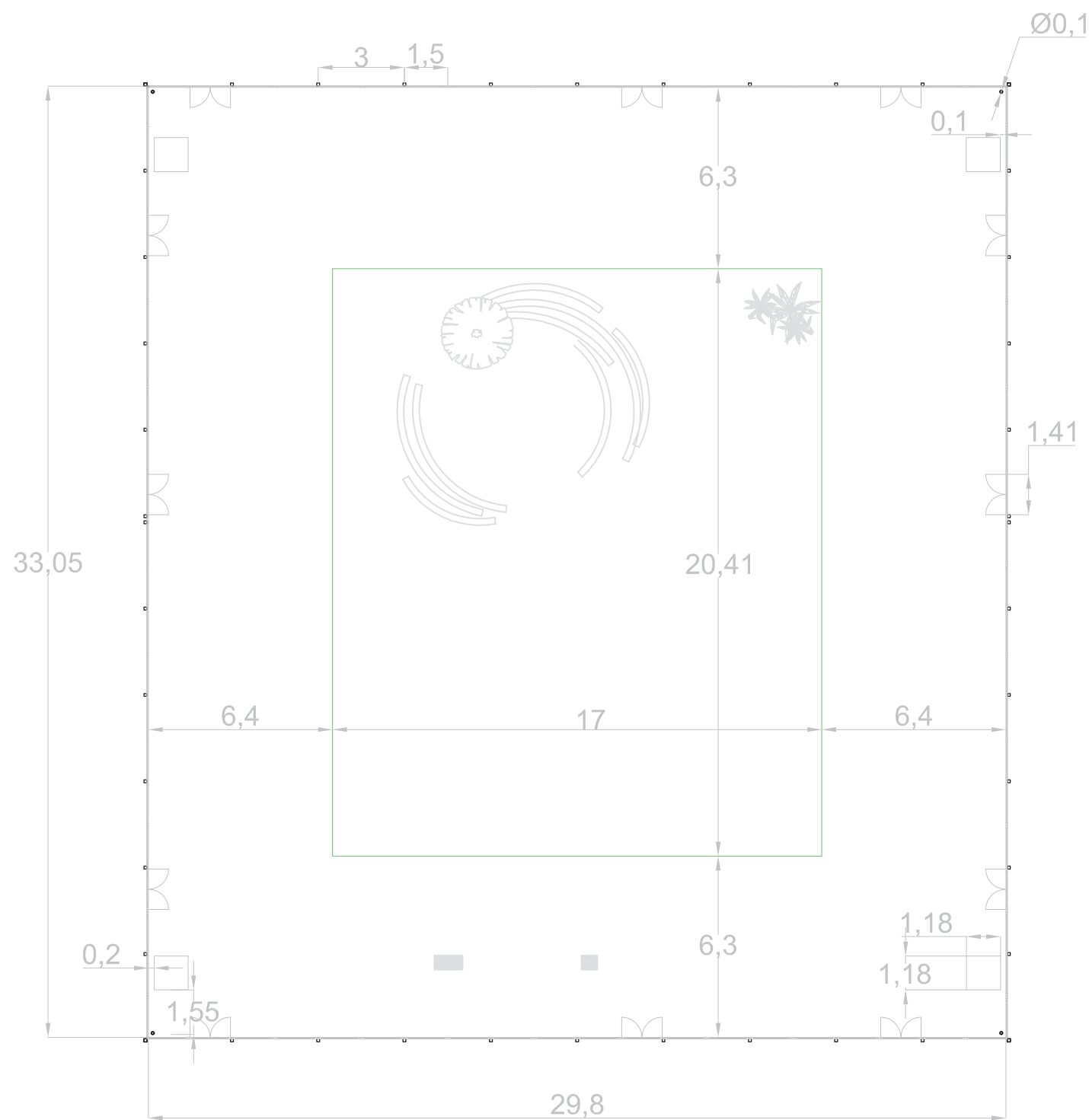
1.07



PLANTA



1.08



1.09

Escala 1:200



FOTOGRAFÍAS



1.10



1.14



1.11

Alzado Noreste



Alzado Sureste

1.15



1.12

Alzado Noroeste



Alzado Suroeste

1.16



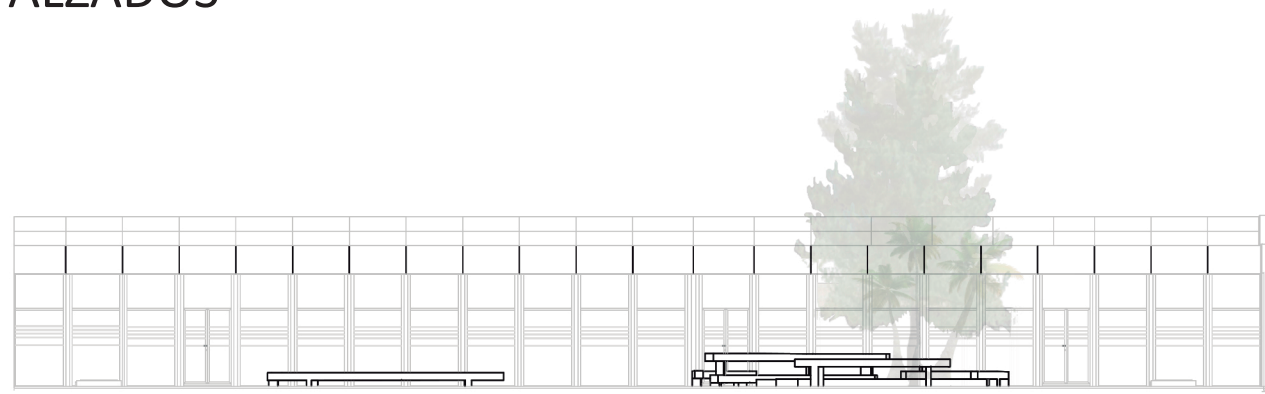
1.13



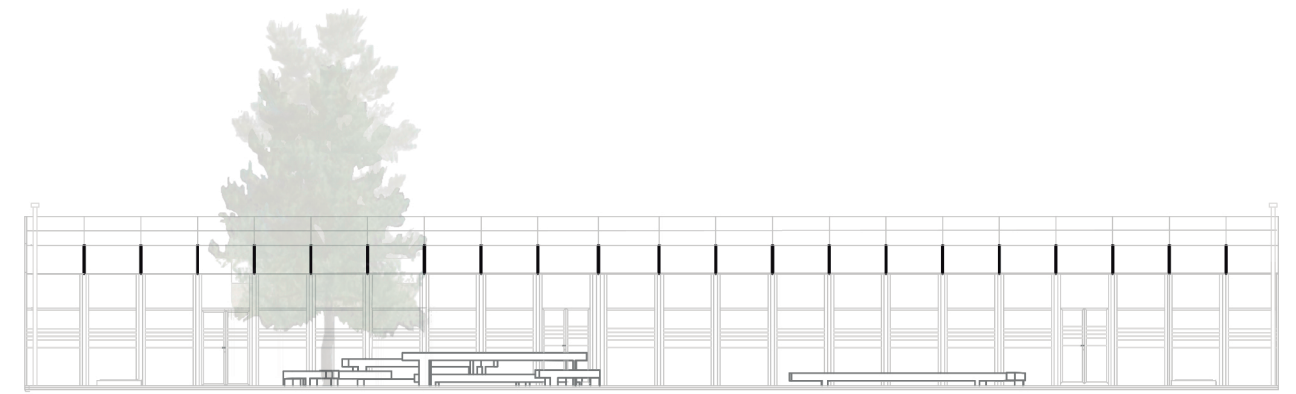
1.17



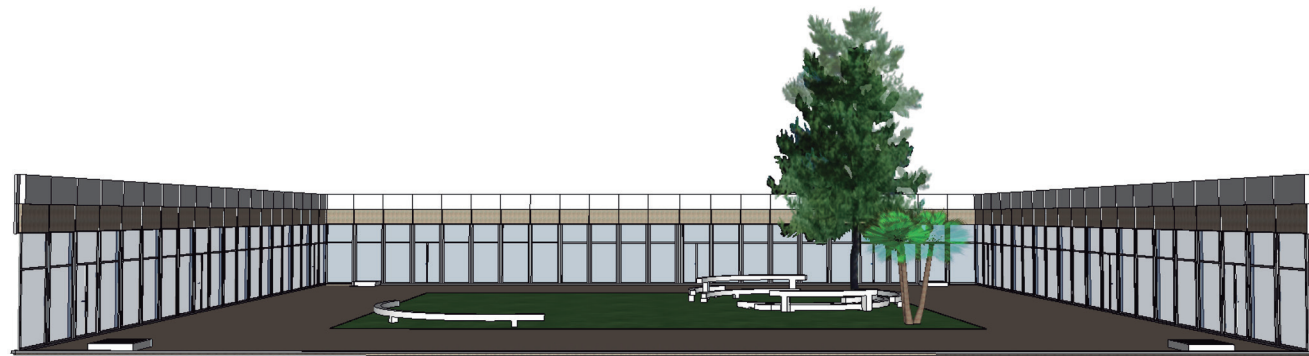
ALZADOS



1.18

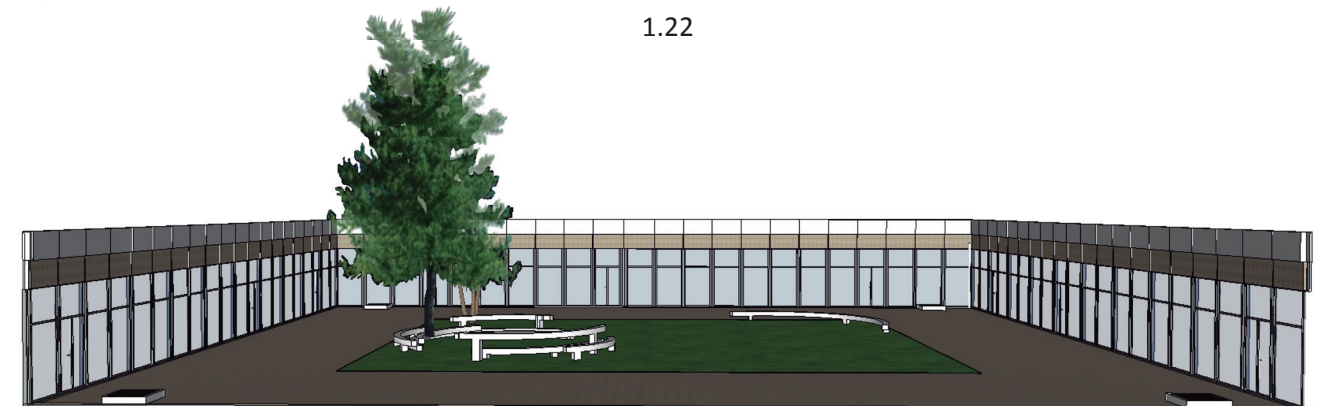


1.22



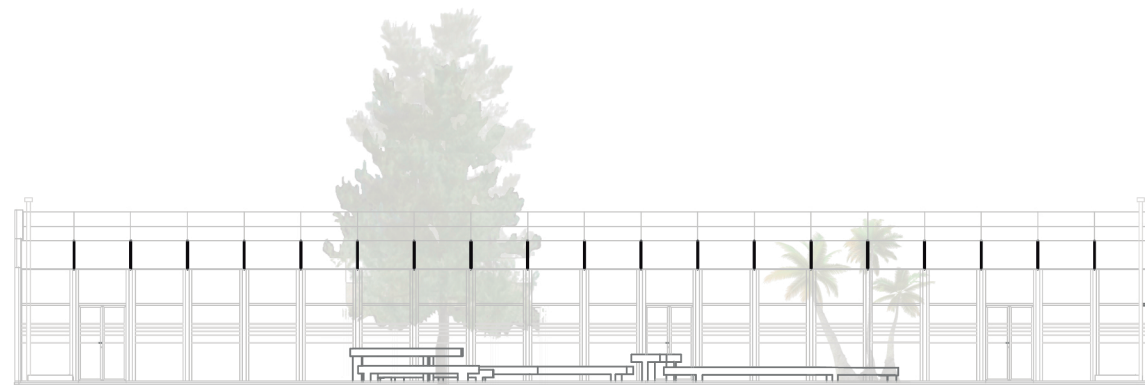
1.19

Alzado Noroeste

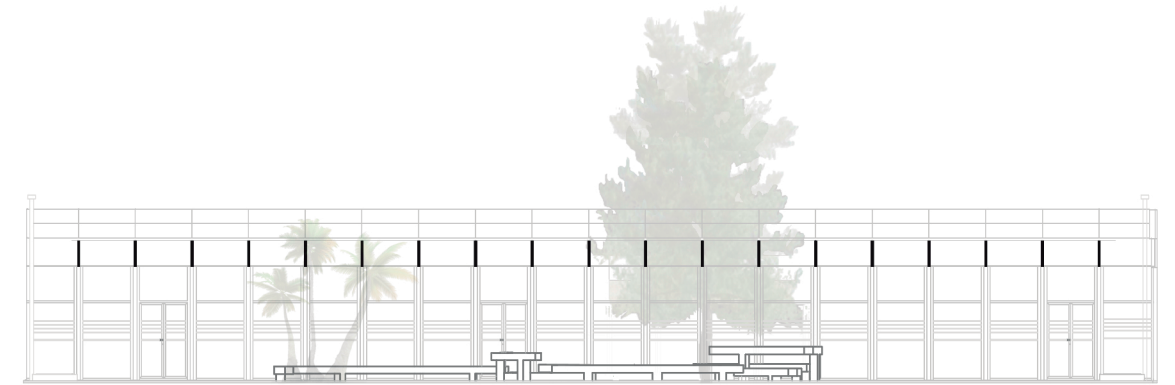


1.23

Alzado Sureste



1.20



1.24



1.21

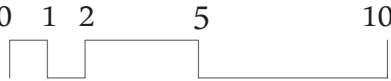
Alzado Noreste



1.25

Alzado Suroeste

Alzados Escala 1:200



ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

Vegetación

Uno de los aspectos que más llama la atención del patio donde se va a llevar a cabo el proyecto, es la vegetación. El enorme ciprés que hay situado en la zona norte del césped, junto a los bancos, acapara toda la atención y da al patio un aspecto más atractivo para su uso como zona de descanso. También existen en esta zona de césped otros tipos de árboles plantados, una palmera y recientemente un pequeño pino, aunque estos últimos quedan en un segundo plano. Así como otros pequeños árboles plantados este año anterior de 2014 pero que no nos afectan para este proyecto.

Sin embargo, existe otro tipo de vegetación que llama la atención en este caso por su daño estético, como son el césped mal cuidado y los musgos y líquenes que han aparecido en las juntas del pavimento e incluso en las propias piezas, debido a la continua exposición a los agentes atmosféricos, a la humedad ambiental de la zona de Valencia y la falta de sol en algunas zonas.



1.26



1.27



1.28

Pavimentos

Cerrando el perímetro la zona ajardinada, el patio está pavimentado a partir de baldosines hidráulicos de 150x50x5cm con un acabado de canto rodado y una separación entre piezas de aproximadamente 3 y 5cm, en las juntas longitudinales y transversales respectivamente.

Como se observa en las imágenes posteriores, algunas de las piezas están muy deterioradas y colonizadas por el musgo.

Muchas de ellas presentan grietas en el sentido de su armado, que ha dilatado debido a la oxidación originada por la entrada del agua y filtraciones en la misma baldosa.

Otras sin embargo, se ven afectadas por el paso de instalaciones junto a ellas y las correspondientes dilataciones y fugas que estas originan.

Mientras tanto, algunas presentan signos de desgaste debido al rozamiento ocasionado por situarse en zonas de continuo tránsito.



1.29



1.30



1.31

Instalaciones

El patio cuenta con algunas instalaciones que actualmente se encuentran obsoletas, como ocurre con la instalación enterrada de riego por aspersores, que está en desuso desde hace años y no ha sido retirada aún, ni enterrada correctamente en su momento de instalación y en algunos puntos las tuberías emergen sobre la tierra y pueden causar tropiezos e incluso fugas por el deterioro del sol.

Otra de las instalaciones es la de ventilación y acceso al forjado sanitario. Está compuesta por cuatro tapas con rejilla de tramex, cuatro tubos metálicos en cada una de las esquinas y algunos tubos de pequeño diámetro que no están conectados a ninguna parte.



1.32



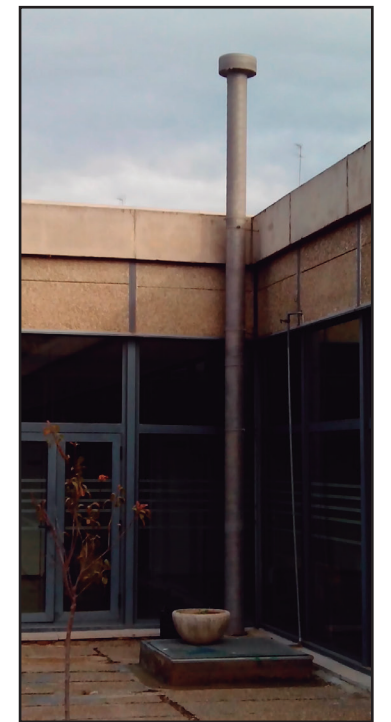
1.33



1.34



1.35



1.36



ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

Mobiliario

El patio está dotado de bancos blancos de hormigón prefabricado, que se encuentran empotrados en la zona ajardinada rodeando el ciprés y un último banco aislado en la esquina opuesta a estos. Todos ellos presentan en planta formas curvas de distintos radios y centros y podrían considerarse la esencia de este patio.

También existen algunos maceteros de hormigón de forma cúbica a modo de decoración y que históricamente son usados por los alumnos de los primeros cursos de la ETSIE para comenzar sus andaduras con croquis sencillos en la asignatura de "Dibujo arquitectónico".

En la zona pavimentada, se pueden observar también vestigios de lo que fue otro PFG que dio lugar a unos restos de ladrillo macizo y hormigón y que a día de hoy no tienen ningún uso.



1.37



1.38



1.39



1.40



1.41

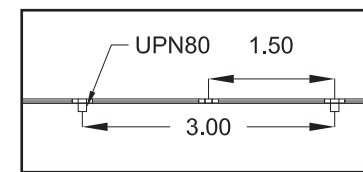
Envolvente

La envolvente del patio, está diseñada a partir de una estructura y carpintería modular metálicas.

La estructura de fachada que limita el perímetro de nuestro patio de estudio, es la misma envolvente que rodea gran parte de las fachadas de ETSIE en alternancia con paneles prefabricados en las zonas que requieren mayor aislamiento.

Esta estructura metálica, se compone de soportes simples metálicos de 2UPN80 cerrados y unidos mediante cordones de soldadura a tope, separados lateralmente 3metros y con una altura aproximada de 3'5metros de alto, conformando módulos repetidos en todo el perímetro.

A su vez, las carpinterías son metálicas también y se componen de módulos repetidos de 1'5metros. Estos se dividen en dos zonas, una superior con acristalamiento fijo de 0'5metros de alto y otra inferior de 2'2metros de alto, pudiendo ser acristalamiento fijo o una doble puerta abatible de 0'75cm de hoja.



1.42



1.43



1.44



1.45

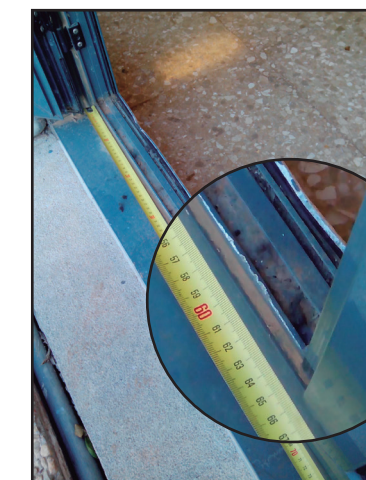


1.46

Accesibilidad

Las condiciones de accesibilidad en el patio están muy descuidadas, el acceso para personas en silla de ruedas es complicado o prácticamente nulo, debido a que las puertas de acceso no cumplen con la anchura mínima de 0'8metros que estipula el documento DB-SUA en su Anejo A. Igualmente los pasos de las puertas forman una barrera arquitectónica, mediante un perfil en su parte inferior anclado al suelo y que impide la entrada a minusválidos en silla de ruedas sin la ayuda de terceros.

Además de la entrada, el estado del pavimento y tipo de pavimento hacen imposible el tránsito de sillas de ruedas, ya que el acabado de canto rodado es muy incómodo y tortuoso, así como las juntas entre baldosas y la zona de césped que hacen totalmente impracticable la zona central en este sentido.



1.47



1.48



1.49

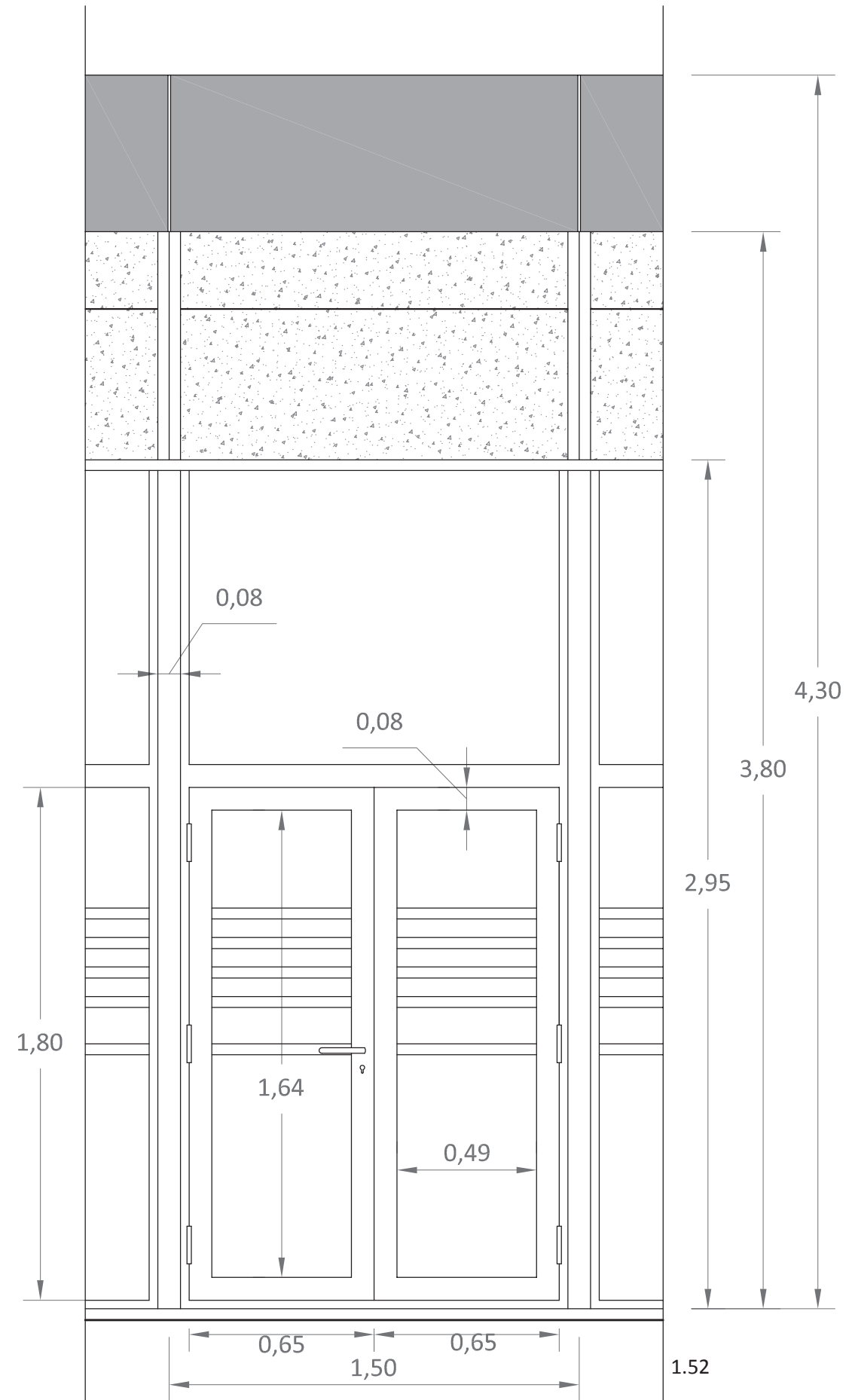


1.50



ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

Detalle de carpinterías existentes



"A quien modula Dios le ayuda."
Francisco Javier Sanchis Sampedro

1.51

Escala 1:20



PROGRAMA NECESIDADES

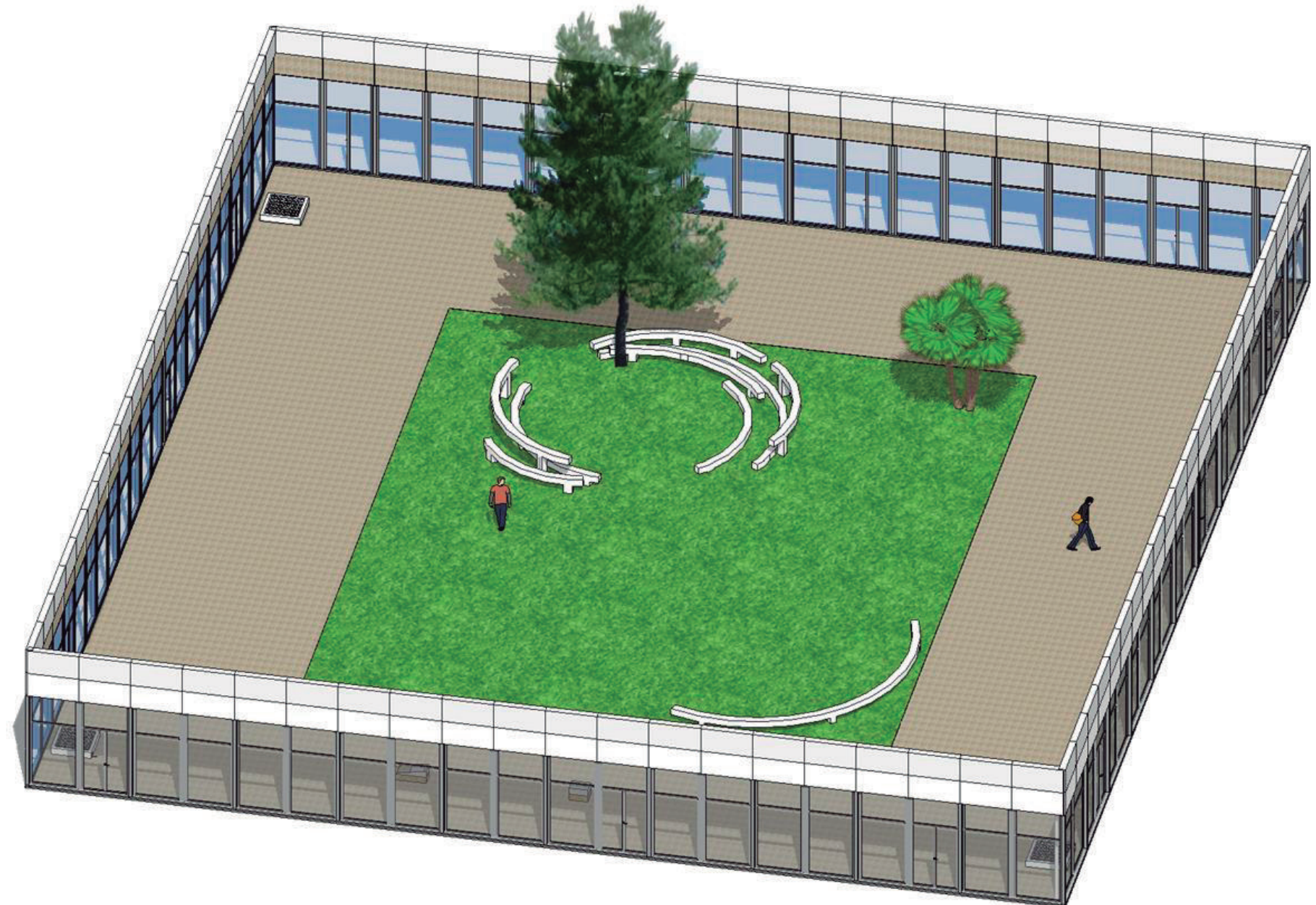
Como se ha comentado, a razón del TFG se propone realizar una estructura ligera de geometría singular. En este apartado valoraremos las necesidades que debe solventar para así adaptar la estructura a la solución que deba aportar.

Estas necesidades responden a:

- Objetivo principal del proyecto
 - Uso que se pretende dar al patio
 - Optimizar y maximizar en lo posible su uso
- Capacidad de la cubierta
- Forma atractiva y eficiente
- Situación
- Orientación
- La forma que resolverá esto y se adaptará mejor
- Presupuesto disponible
- Materiales a emplear

Como se observa, para desarrollar el proyecto se nos plantean objetivos a alcanzar para mejorar el confort del patio, de manera que nuestra infraestructura tenga un máximo aprovechamiento y amortización.

Hay que tener en cuenta, que con este proyecto, tratamos de evitar la falta de uso del patio central en los meses de mayor temperatura, que debido a la gran exposición al sol de sus bancos se encuentra casi siempre vacío. Se prevé que tras llevar a cabo este proyecto, el patio tenga una nueva percepción por parte de los alumnos y profesores de la ETSIE, y para conseguir esto se quiere crear un espacio cómodo y llamativo para los ojos curiosos y expectantes de los alumnos mediante una cubierta sencilla pero atractiva por su forma minimalista. Esta cubierta tendrá forma cilíndrica y una envergadura apta para cubrir la mayor parte de los asientos del patio, dejando siempre alguno al descubierto para aquellos que quieran disfrutar del sol, dando lugar a una nueva zona recreativa en la que poder hacer muchas actividades ya sea en grupo o solitario como jugar a las cartas (típico del comedor de "la Vella"), leer, estudiar, comer, etc o simplemente tumbarse a descansar a la sombra o al sol, según guste.



1.53

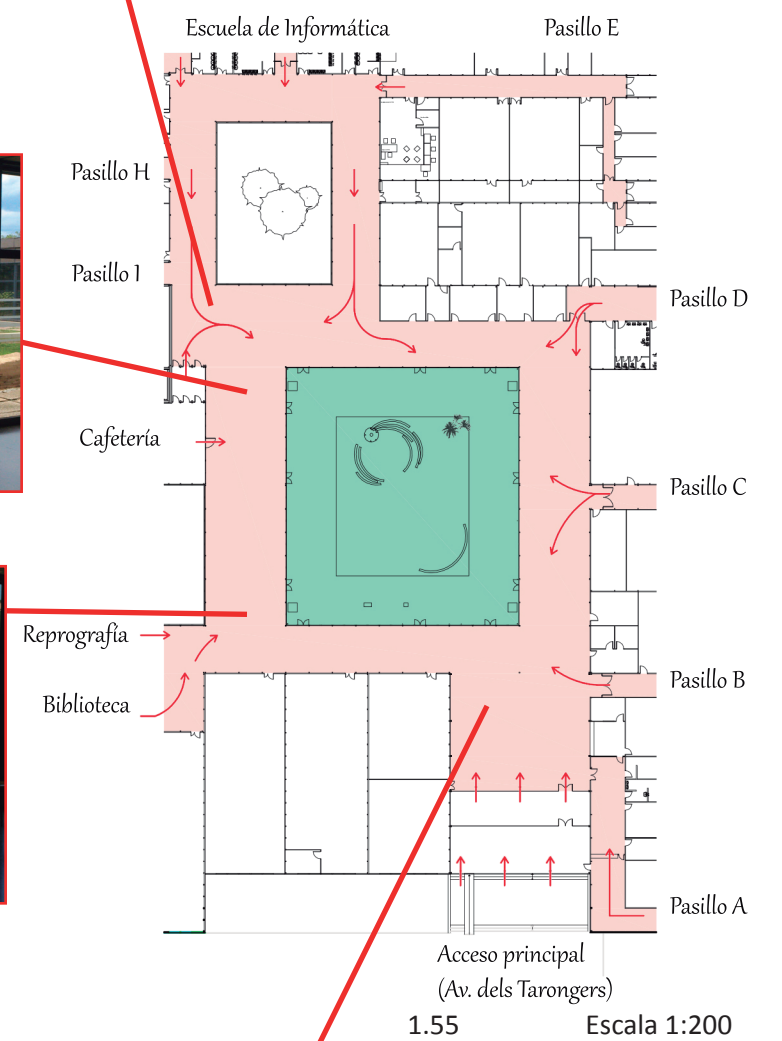
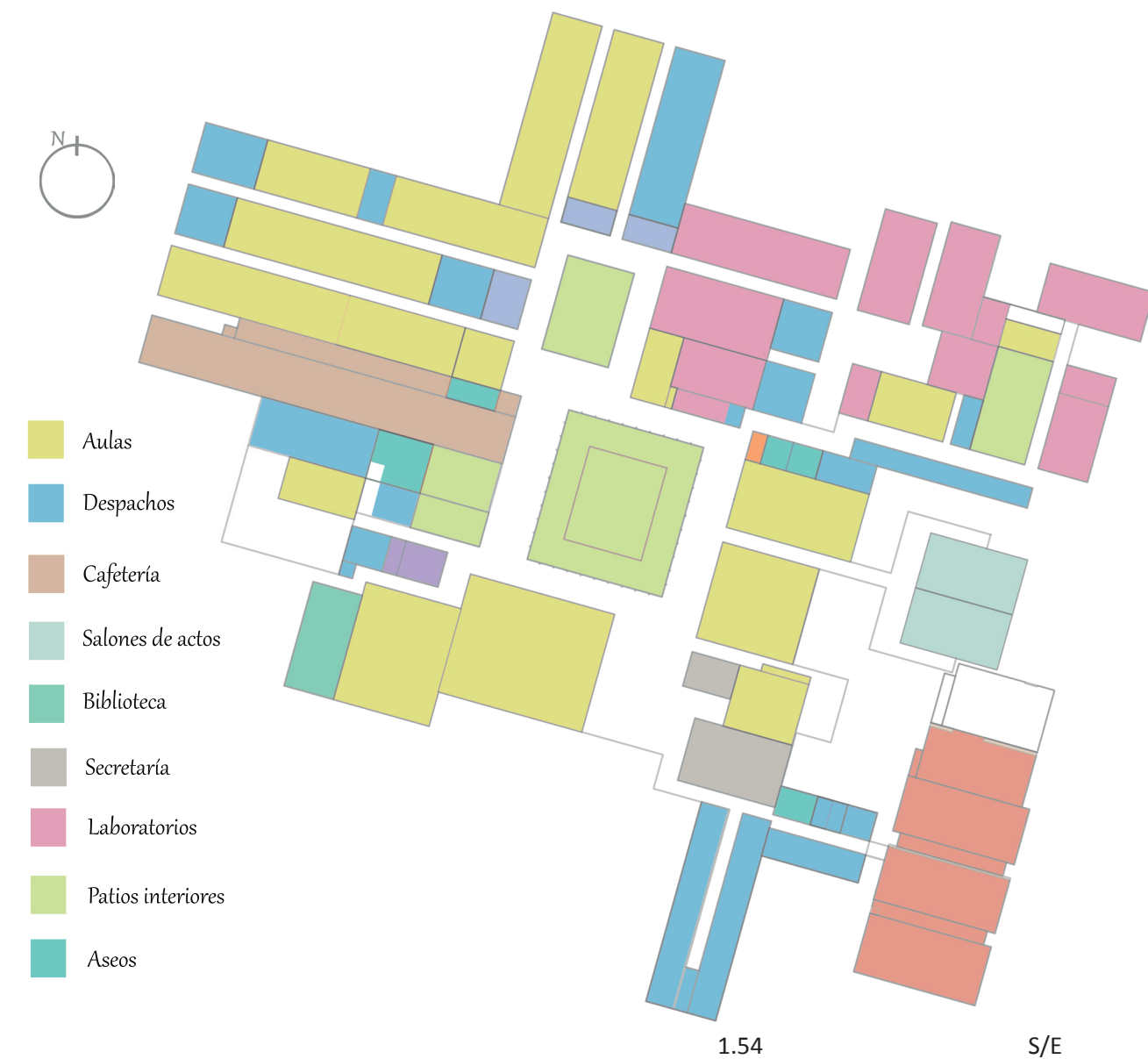


ZONIFICACIÓN Y ACCESOS

La estructura del edificio ETSIE, por cuestiones mencionadas de la provisionalidad con la que se proyectó en sus orígenes, tiene una distribución muy dinámica y útil, repartiendo todos sus aulas y servicios en una sola planta baja que otorga el lujo de no tener que subir escaleras, percibiendo sensación de cercanía y eliminando las barreras arquitectónicas, pues en los puntos en que encontramos algún peldaño va acompañado de su correspondiente rampa con pendiente adaptada a las normativas vigentes de la DC-09 y DB-SUA.

Podemos observar que nuestro patio, objeto de estudio, es el más grande y el más céntrico de los que encontramos en la ETSIE, rodeado por las zonas más transitadas, como por ejemplo, la cafetería "La Vella", los accesos principales, reprografía y la biblioteca.

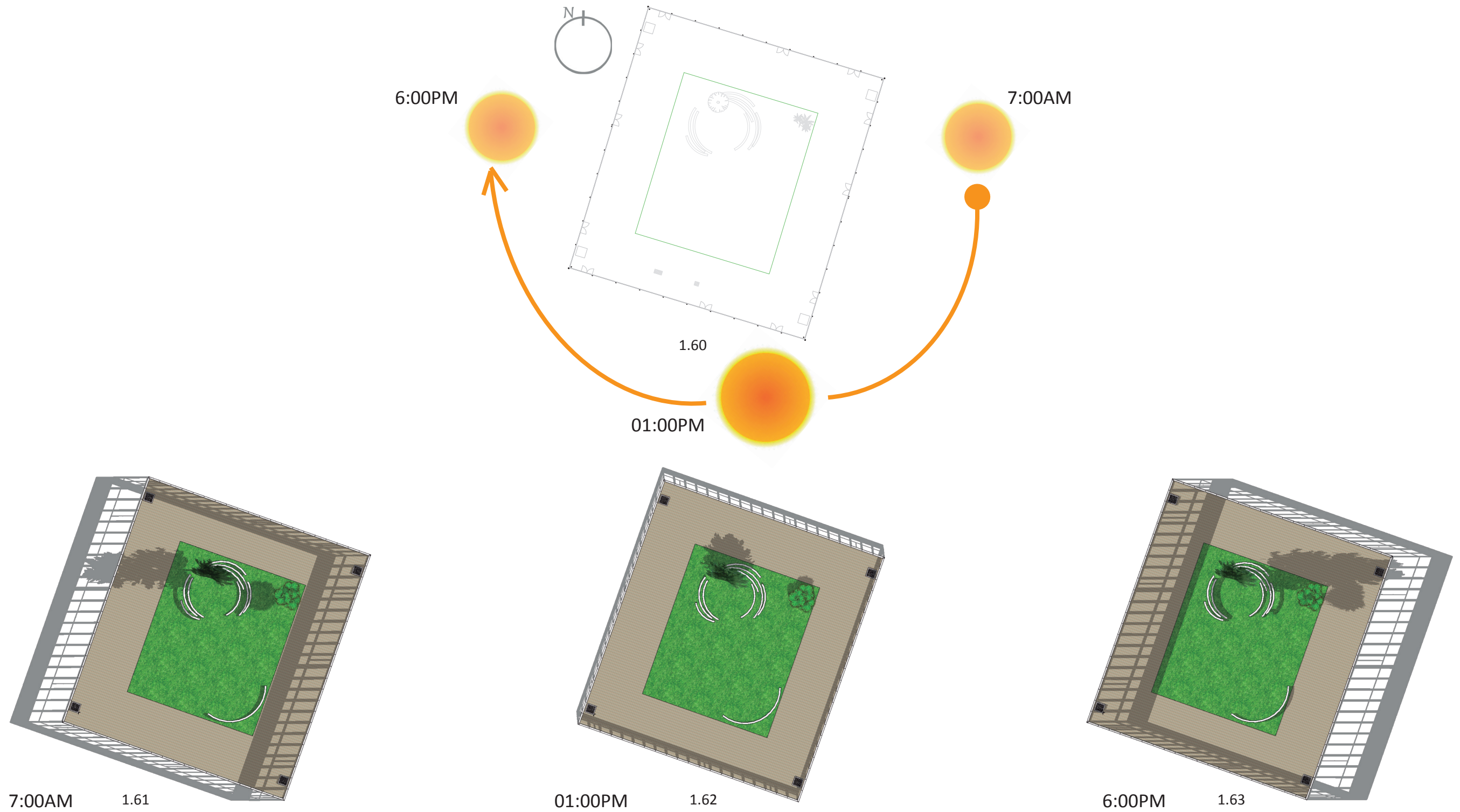
Esto favorecerá a la importancia de nuestro proyecto y podrá favorecer en gran escala la utilidad de este espacio si nuestra propuesta es interesante y eficiente.



SOLEAMIENTO

Para el presente proyecto, la necesidad principal a cubrir desde mi punto de vista era la de proteger de la exposición al sol los bancos y una zona amplia cercana a estos para poder optar por descansar al sol o estar a la sombra

Por lo que se hace necesario un breve estudio del soleamiento del emplazamiento, observando el comportamiento y geometría del sol en referencia a la situación de nuestra estructura para optimizar el confort que esta nos provea.



ACONDICIONAMIENTO

Vegetación

Se propone la eliminación del musgo existente en las juntas de los baldosines hidráulicos y en todos los elementos donde se presente a partir de la aplicación, por parte de una empresa especializada, de un herbicida hecho con glifosfato. Se ha elegido este tipo de herbicida, ya que suele ser el más efectivo. También se esparcirá cal agrícola tanto en las juntas entre baldosines como en el resto del césped, para controlar la acidez del suelo.



1.64



1.65

También se estudiará el trasplante del pequeño pino que se encuentra situado cerca de los bancos, ya que podría estorbar en las tareas de montaje de la estructura ligera.



1.66

Pavimentos

En cuanto a los baldosines hidráulicos, tras hacer las mediciones necesarias, se decide realizar una sustitución parcial de todos aquellos que se hayan visto afectados por la vegetación, por la erosión del uso, golpes u oxidación y dilatación de su armado interior. Se realizará la sustitución de 100 unidades nuevas del mismo tipo.

Las baldosas que solo tengan pequeños golpes, no serán sustituidas por otras nuevas, bastará con su reparación.

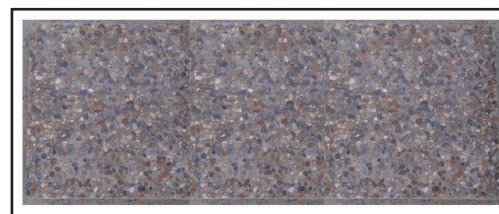
En la foto se aprecian las numerosas baldosas que pueden salvarse en esta actuación.



1.67

PROPIEDADES	Baldosas 150x50x5	[UNE-EN 13747-2]
FLEXIÓN	Clase UT	$X_i > 4,0 / X_4 > 5,0 \text{Mpa}$
CARGA DE ROTURA	Clase 7T	$X_i > 5,6 / X_4 > 7,0 \text{Kn}$
DESGASTE	Clase I	$X_i < 20 \text{mm}$
ABSORCIÓN	Clase 2B	Abs.total: $X_i < 6\%$

1.68



1.69

- Tipo: Baldosa de garbancillo
- Uso previsto: Peatonal
- Colores: Gris/ beige
- Texturas: Piedra de río
- Dimensiones: 150x50x5cm

Instalaciones y mobiliario

Como primera tarea previamente a las mencionadas, se retirarán todos los maceteros de hormigón que hay esparcidos por la zona ajardinada y se estudiará con la UPV un lugar dentro de la misma donde reubicarlas, bien sea dentro del patio o en otro lugar de la UPV, pues como dijimos, no conviene llevarlos muy lejos ya que son un clásico para los alumnos de "Dibujo Arquitectónico", debido a su geometría y sencillez.

Una de las zonas habilitadas dentro de la UPV donde se ubican maceteros de este tipo es junto al edificio de rectorado.

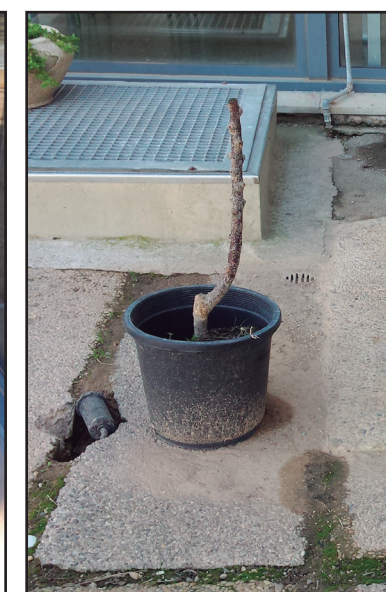


1.70

Las instalaciones existentes de riego por aspersión serán retiradas en su totalidad antes del inicio de los trabajos, ya que actualmente no cumplen ninguna función, dando problemas innecesarios de mantenimiento y resultan molestas para los alumnos que frecuentarán el área. Así como las bajantes de agua sin conexión.



1.71



1.72



ACONDICIONAMIENTO

Accesibilidad

De las mejoras que hemos propuesto anteriormente, la eliminación de las barreras arquitectónicas se considera la más imprescindible y necesaria de todas, ya que actualmente una persona discapacitada tendría muchas dificultades para acceder al patio y moverse por él.

Aunque la entrada sur (la más cercana al hall de la ETSIE) tiene una pequeña rampa para minusválidos (y que tampoco cumple con la pendiente máxima de 10% según el DB-SUA), estos no pueden pasar por ella debido al marco de la puerta tiene un perfil en la parte inferior causando una barrera arquitectónica.

Por estas razones, se propone la colocación de una nueva puerta de acceso de las mismas características que la existente pero con una hoja accesible de ancho superior a 0'85m y un fijo de 0'45m, respetando así los módulos existentes.

Además se modificará la rampa existente, prolongándola hasta 1'25m de longitud para salvar los 12'5cm de alto, consiguiendo una pendiente del 10% y abujardando las baldosas pertenecientes a la rampa (o en su defecto colocando tiras antideslizantes de carborundum) y ejecución de un camino de 1,50m de ancho en los espacios de giro y meseta, y de 1'2m (anchuras mínimas exigidas por el DB-SUA) de suelo impreso para exteriores de hormigón de la casa Archiproducts® modelo Riga Favaro1, con clase de resbaladidad 3 y colocado sin juntas, que conectará un itinerario desde la puerta mencionada hasta la zona de bancos donde se albergará la cubierta.

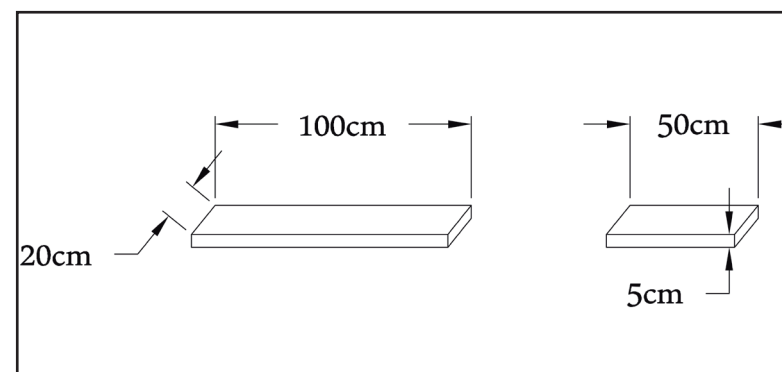


1.73

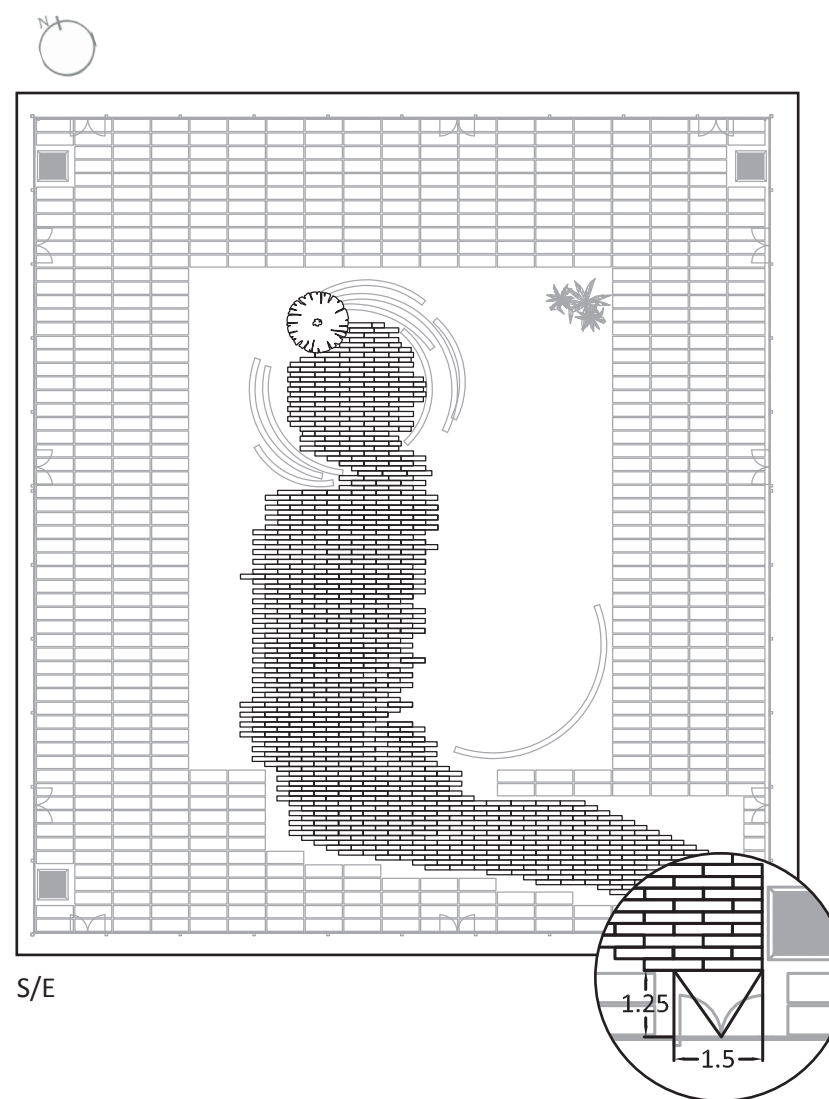


1.74

A continuación se muestran las dimensiones del tipo de suelo escogido:



1.75



1.76



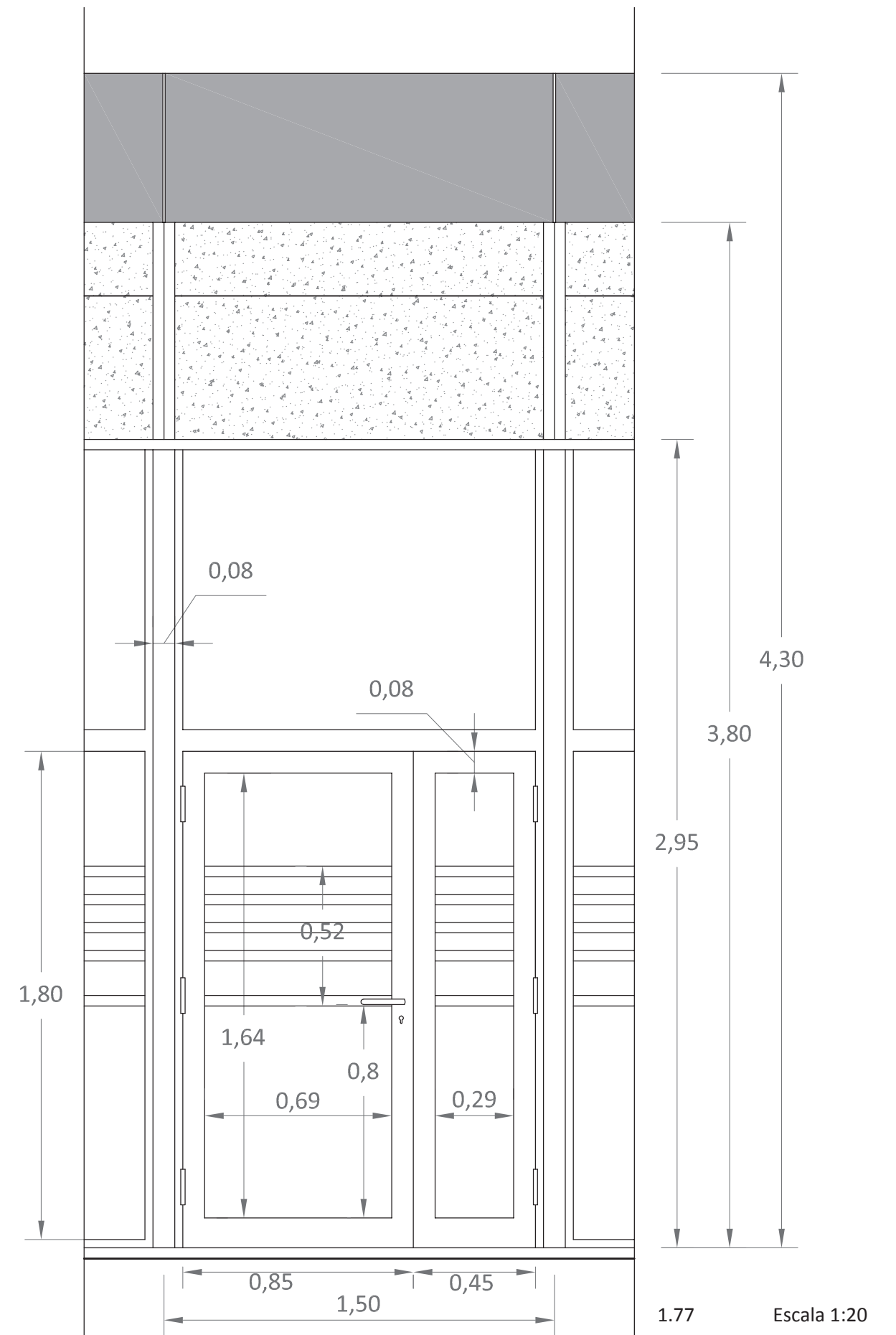
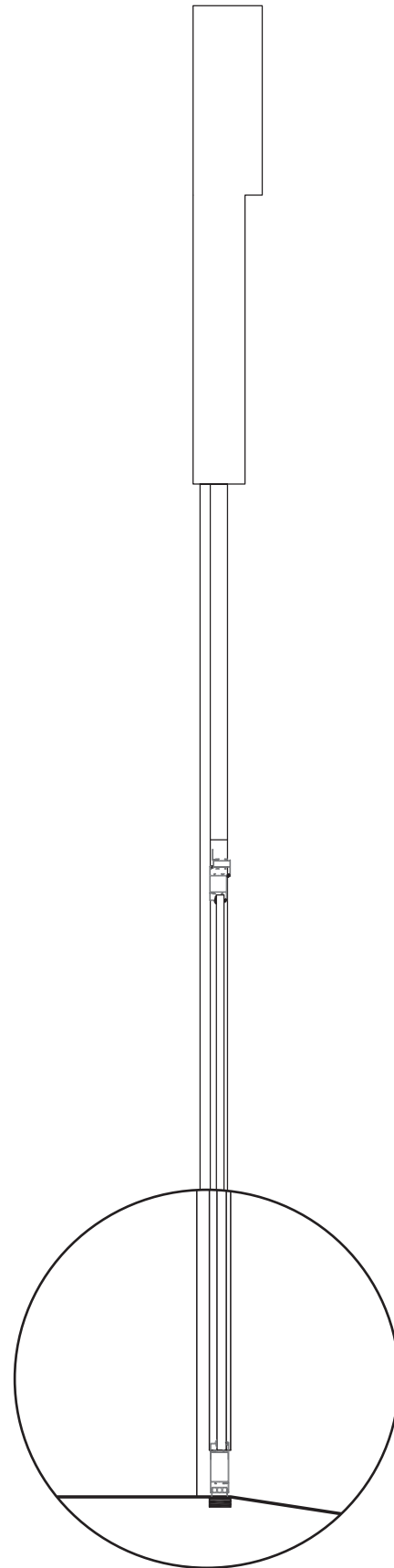
ACONDICIONAMIENTO

Detalle de carpintería accesible

Para adaptar la carpintería, desmontamos la puerta para que se la lleve el cerrajero y realice las modificaciones pertinentes.

Estas consistirán en:

1. Modificación de hoja principal abatible, ampliando el ancho de hoja hasta 85cm., y reduciendo la hoja secundaria fija abatible hasta los 45cm..
2. Se elimina el perfil inferior, que obstruía la accesibilidad y coloca un nuevo perfil metálico, a modo de tirante, de 2cm de espesor. En el momento de su colocación deberá levantarse el pavimento para que quede totalmente enrasada su cara superior con la del tirante, evitando cualquier desnivel. Se coordinarán estos trabajos con los de ejecución de recibido de felpudo, que se coloca en la parte interior de la puerta, para sanear la zona nada más acabar los trabajos de cerrajería.
3. Una vez colocada la nueva perfilería, se deberá proceder a colocar los nuevos vidrios adaptados a las nuevas medidas de los huecos.
4. Finalmente se colocarán los vinilos rayados para no estropear la estética y prevenir golpes contra el cristal.



ACONDICIONAMIENTO

Iluminación

Otra de las mejoras de acondicionamiento que se presenta como óptima y necesaria es la instalación de iluminación. Esta propuesta está enfocada a los alumnos y profesores que están en la universidad en horario nocturno, ya que en épocas de invierno oscurece alrededor de las seis de la tarde dificultando el uso y dejando una zona lúgubre y oscura a la que no apetece acceder.

Se prevé la instalación de ocho focos LED, uno en cada esquina del patio y los otros cuatro en la parte central de cada una de las fachadas.

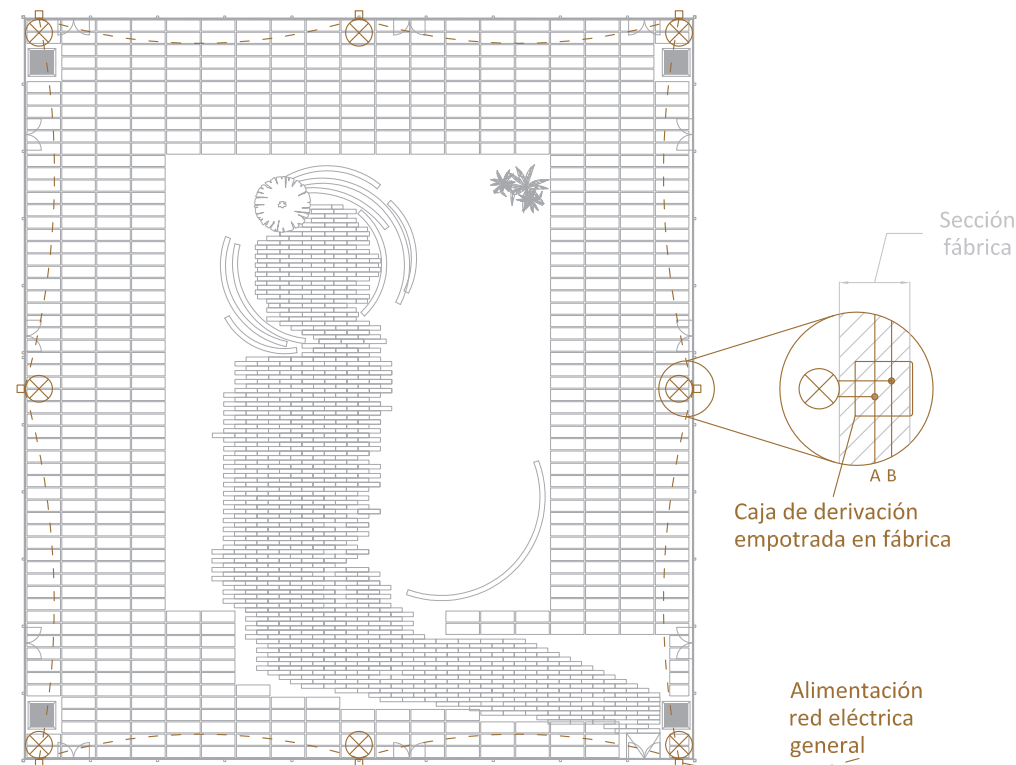
Estarán todos conectados en paralelo y tendrán un accionador programado y otro accionador manual conectados en serie, es decir, los focos se encenderán según unos horarios programados o manualmente. Con la utilización de estos dos dispositivos el conjunto trabajará de una forma más eficiente.

Los alumnos y profesores no tendrán acceso al interruptor, que se ubicará en bodegas y al que únicamente tendrá acceso el personal de mantenimiento y bodegas del centro, que podrán activar el circuito de manera manual a través de este.

Las ocho luces se posicionarán, de forma que iluminen cada una de ellas, una zona determinada del patio y estarán atornilladas a uno de los paneles de la parte superior de las carpinterías a una altura aproximada de 3,5m del suelo. La instalación eléctrica se alimentará a partir de la desviación de uno de los cables de la iluminación que circula por los falsos techos del pasillo, a través de una de las cajas de derivación, como se muestra en el plano. También se puede observar el funcionamiento de la red y de todos sus componentes.

Ficha técnica:	
Tipo	Foco exterior tipo proyector
Tecnología	LED
Material	Aluminio
Alto(cm)	12,9cm
Ancho(cm)	20cm
Fondo(cm)	22,6cm
Color	Gris
Potencia máxima	30 W
Tipo de casquillo	LED
Índice de protección	IP65 (protección contra agentes externos)
Incluye bombilla	Sí(led integrado)
Flujo luminoso	2300 lúmenes

1.78



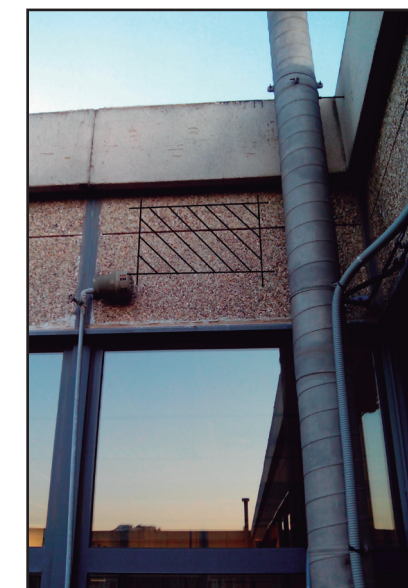
1.79



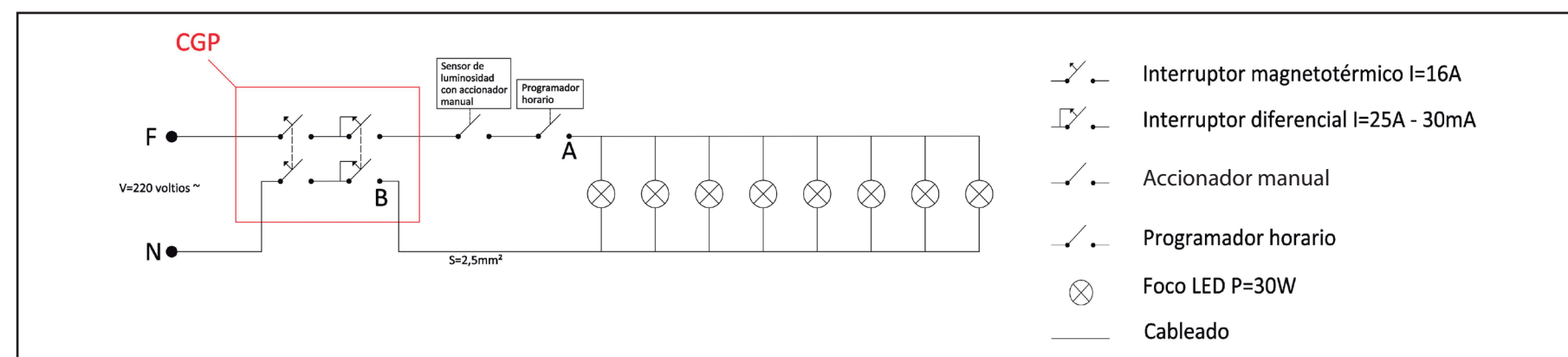
1.80



1.81



1.82



1.83



2. GEOMETRÍA



EXCO Y CONFERENCIAS

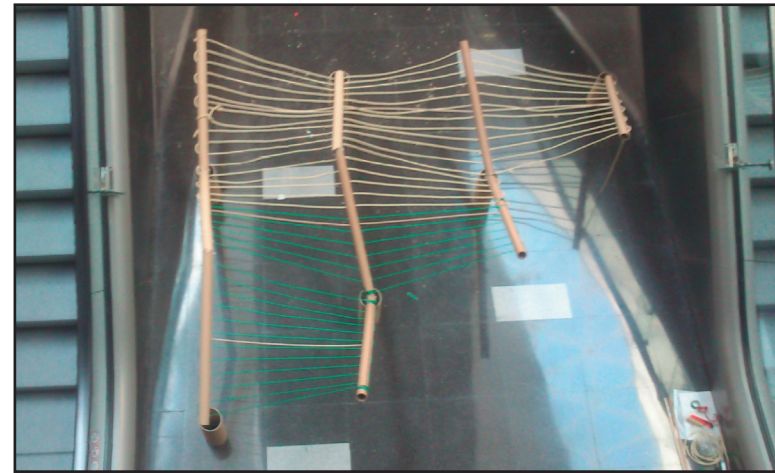
Al iniciar el nuevo semestre, tras los exámenes de enero, se desarrollaron un gran número de acontecimientos que pude aprovechar para tomar ideas, recrearme y recapacitar sobre mi TFG.

Con motivo de las conferencias que se celebraban en las jornadas Exco de CEVISAMA, tuvimos la oportunidad de asistir a uno de los talleres de Francisco Sanchis, mi tutor de TFG, donde pudimos ver el proceso y método de construcción de figuras geométricas regladas.

En el taller observamos como por medio de una sucesión de líneas, en este caso unos tubos de cartón a modo de estructura y cuerdas como elementos de crubición, podíamos obtener una figura singular y sencilla (paraboloide hiperbólico), así como alguna de la problemática que acarrea la precisión exigida por esta forma.



2.01



2.02



2.03

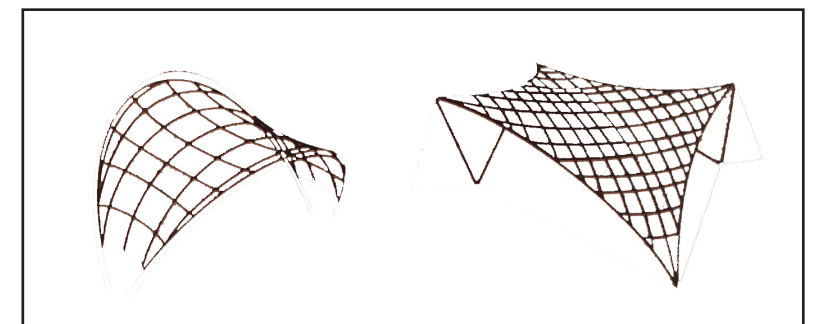


2.04



2.05

Unos días más tarde, pudimos asistir también a la conferencia que impartía Francisco Sanchis en el aula magna sobre "La geometría de las superficies arquitectónicas", donde ya pude observar, por medio de referencias físicas, y autores y obras destacados, las ventajas de la geometría sobre la distribución de cargas en una estructura y de cómo podía optimizarse de esta forma.



2.06



2.07



REFERENCIAS HISTÓRICAS

Renacimiento (XV d.C. - XVIII d.C)

Este período se caracteriza por el retorno de los códigos estéticos greco-romanos que buscaban la belleza por encima del pragmatismo arquitectónico, dando paso al uso de cuadrados, rectángulos y del arco de medio punto nuevamente, más bellos desde el punto de vista geométrico que el apuntado.

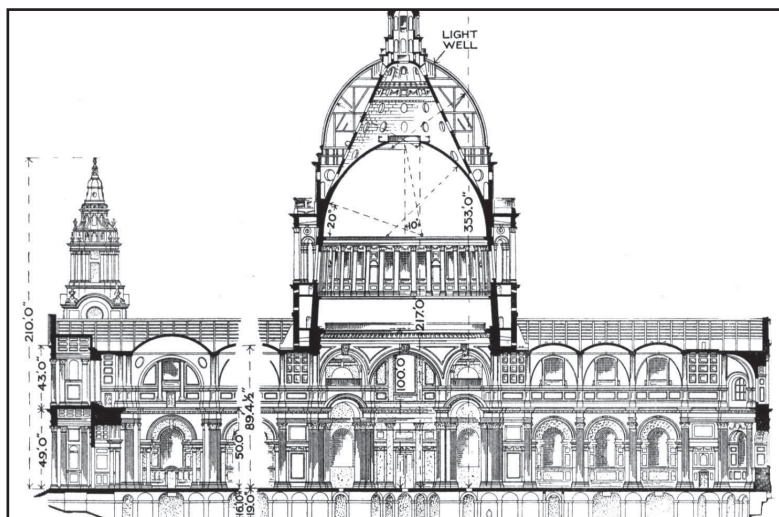
El renacimiento buscaría también la creación del espacio por medio de simetrías y órdenes como la "gigante" o "serliana", que imitaban y magnificaban las anteriores culturas.

Aparece como construcción más representativa la cúpula, que se ejecutaban en una o dos hojas, que apoyaban en tambores y contrafuertes.

Las estructuras están basadas en las matemáticas, que evolucionan profundamente. Utilizan el número de oro y buscan la unidad del edificio, es decir, que el interior corresponda con el exterior.



2.08



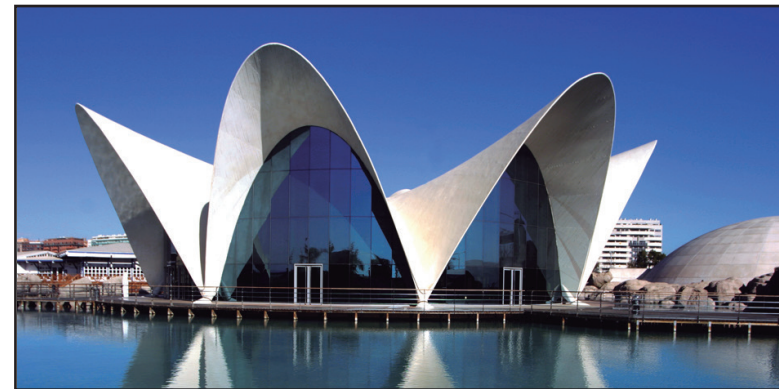
2.09

Contemporáneo (XIX d.C. - actualmente)

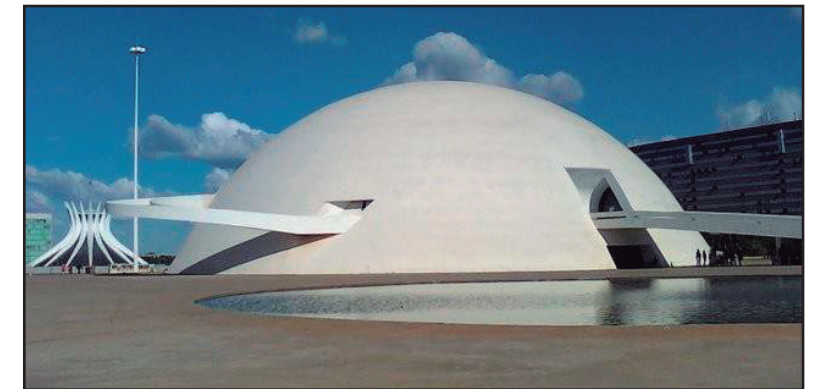
La revolución industrial y la combinación del acero y hormigón como un único elemento constructivo en la segunda mitad del s.XIX, supusieron un importante punto de inflexión para la proyección y ejecución de estructuras de hormigón armado, de una complejidad y formas que no hubieran sido posibles en otras épocas con los materiales y técnicas utilizadas hasta entonces.

Surgen arquitectos como Félix Candela, Eduardo Torroja, Oscar Niemeyer o Santiago Calatrava que realizan a lo largo de su carrera numerosas estructuras en las que aparecen arcos y bóvedas que solo son posibles de ejecutar gracias las características mecánicas de estos nuevos materiales y que ellos consiguen optimizar en sus obras.

El empleo de la "catenaria" para la proyección de los arcos y bóvedas de Gaudí, la ejecución de estructuras ligeras de gran resistencia llamadas comúnmente "cascarones" de Félix Candela y Eduardo Torroja, y la innovadora e irreverente interpretación del modernismo arquitectónico de Oscar Niemeyer, han sido determinantes para la idea del diseño de la cubierta ligera de que trata el presente proyecto.



2.10



2.11



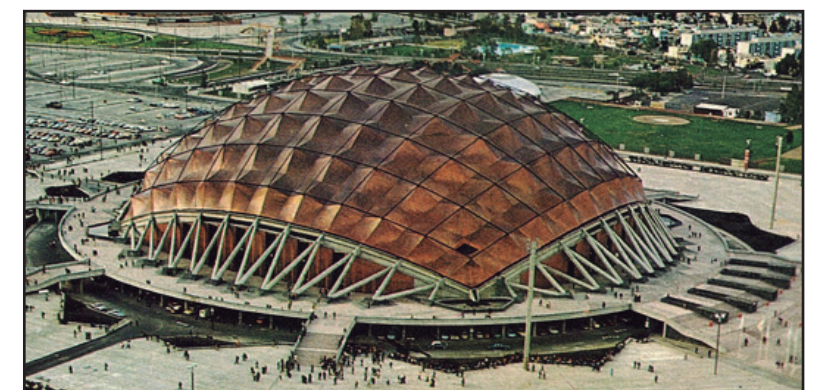
2.12



2.13



2.14



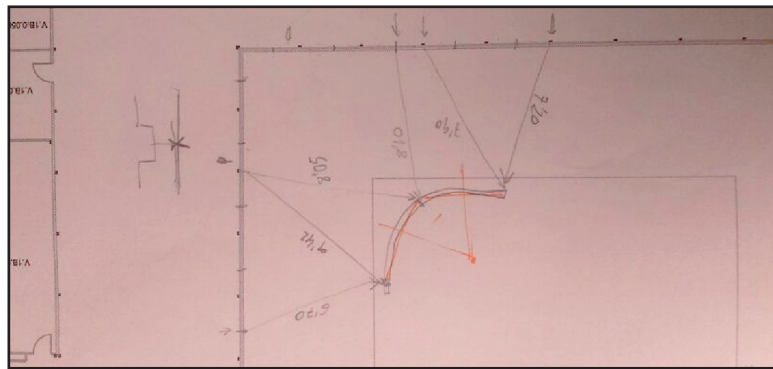
2.15



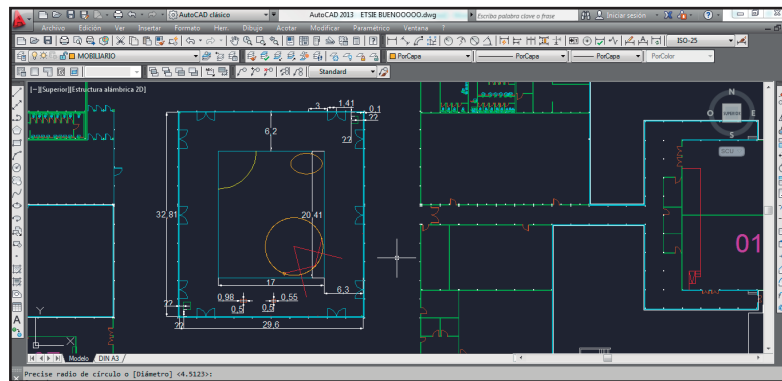
ESTUDIO Y ELECCIÓN

Para la elección de esta forma surgieron antes otras ideas y prototipos, todos ellos orientados desde un principio a la curvatura que destaca en el patio por la forma circular de los bancos de gran belleza.

Por lo que a partir de los planos facilitados por el profesorado de la ETSIE, la toma de datos del emplazamiento, de sus entornos y accesos, y la representación gráfica (formato digital) del patio, con la posibilidad que ofrece esto de obtener de una forma más visual y detallada, mediante un modelo con el que trabajar y sobre el que visualizar la manera de mimetizar nuestra estructura mediante emulación de esta sobre los planos y vistas 3D.



2.16

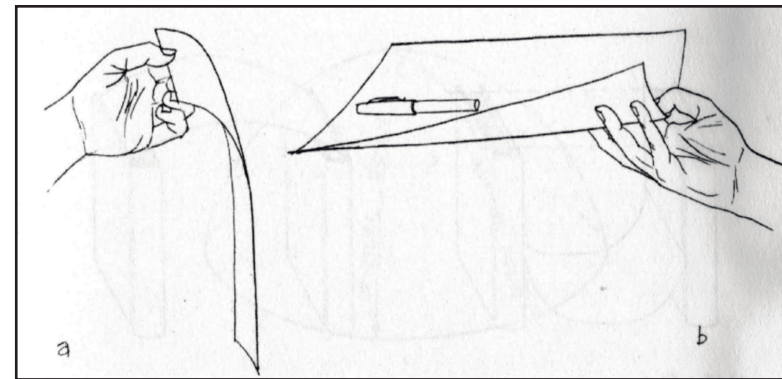


2.17

Pero no fue el único motivo por el que se optó por esta forma, ya que si bien era buscado, fue al estudiar las formas de trabajo de las distintas figuras geométricas cuando realmente me motivé a seguir esta línea. Ya que lo que buscaba este TFG es una estructura ligera, simple y atractiva, fue al documentarme y ver obras como las de Félix Candela, Eduardo Torroja y Calatrava, cuando pude observar como con pequeños espesores de hormigón armado se obtenían estructuras de grandes dimensiones.

Estas figuras geométricas son resistentes por su forma, teniendo una capacidad portante que no se obtiene por la cantidad de material, sino dando una forma adecuada. Ya que la curvatura aumenta la rigidez y capacidad portante de la figura, al disponer parte del material lejos del eje neutro, dando así mayor inercia al conjunto. Además su extraordinario comportamiento se debe al trabajo en unas direcciones como arcos y en otras como soporte, lo que garantiza una transmisión óptima de la carga hacia los apoyos mediante esfuerzos mayoritariamente de membrana, sin apenas aparición de flexiones, permitiendo reducir al límite su espesor.

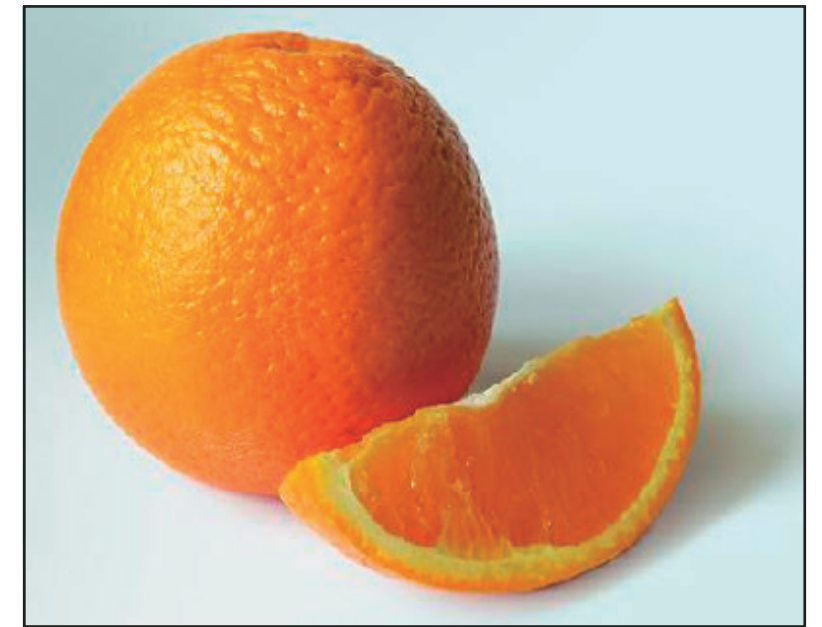
Siendo así, las cascaras son estructuras suficientemente delgadas para no desarrollar tensiones apreciables de flexión, pero también suficientemente gruesas para resistir cargas por compresión, corte y tracción. Y aunque se puedan y se hayan construido con todo tipo de materiales como madera, acero y materiales plásticos, son ideales para construirlas de hormigón armado.



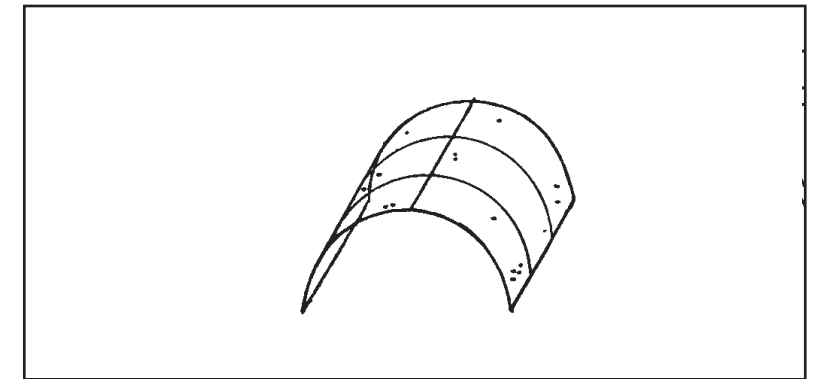
2.18

La figura que nos ocupará, se define como una cubierta abovedada, que se define por presentar curvatura en una dirección y líneas rectas en otra. Además dicha figura quedará seccionada en uno de sus puntos en dos direcciones perpendiculares la una a la otra, dando lugar a una forma muy similar a un gajo de naranja.

Habría que remarcar a nivel de comportamiento estructural que las superficies curvas no son tan eficientes como las apuntadas, pues su parte superior es más plana y la disminución de la curvatura introduce mayores tensiones y empujes horizontales.



2.19



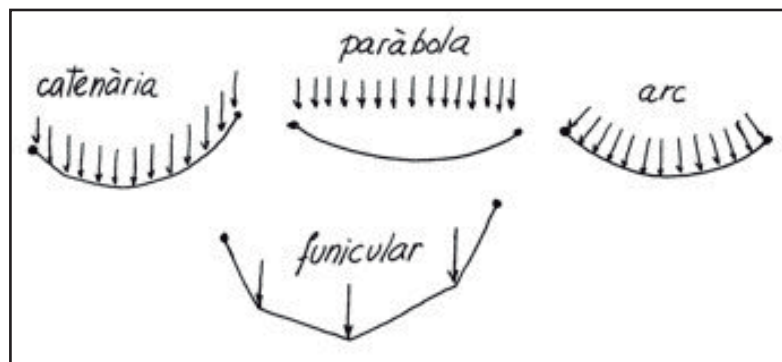
2.20



ANÁLISIS GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL

Para describir la forma de las estructura que nos ocupa comenza-remos definiendo el término:

“Curva funicular”: el funicular de cargas es la curva que describe un cable suspendido por sus extremos, sometido a cargas en su longitud. Si las cargas son el propio peso del cable se obtiene la catenaria. Si las cargas son uniformes en proyección vertical, se obtiene la parábola. Si son perpendiculares a cada punto del cable, el arco, etc.



2.21

Nuestra figura describe un arco por su forma y se clasifica como una superficie activa, pues se define como una membrana de curvatura simple y como tal trabaja en todo su conjunto como una estructura solidaria.



2.22

Como indica Engel en su libro “Sistemas de estructuras” las láminas (también denominadas cascaras o membranas) son sistemas de superficies flexibles pero resistentes también a tracciones, compresiones y esfuerzos cortantes, en los que la transmisión de fuerzas se realiza a través de la resistencia de las superficies y una determinada forma de las superficies.

Por lo que analizando la geometría y documentando este proyecto a raíz de cálculos y teorías básicas sobre estructuras, es a priori asequible construir, es decir, a falta de un posterior cálculo de estructuras adaptado a la forma y normativa vigente, no debería haber ningún problema de sustentación y ejecución para una estructura como la que nos ocupa, pues sus reducidas dimensiones y falta de necesidad de soportar grandes cargas otorgarán facilidades para un diseño ligero y eficiente.

Estructuras de MEMBRANAS 4.3 Sistemas de CASCA		hormigón armado	concreto armado		10	20	40	75												
		hormigón armado	concreto armado			20	40	150	200											
		hormigón armado	concreto armado			15	25	70	90											
		hormigón armado	concreto armado	madera		15	25	40	70											
		hormigón armado	concreto armado			20	25	60	100											

2.23

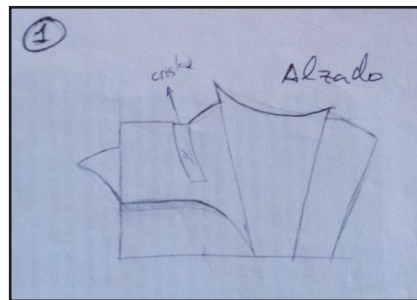
Según postula Engel, a cada tipo de estructura le corresponde un estado de tensiones específico en cada uno de sus componentes. De aquí se desprenden unas condiciones vinculantes en la elección de material básico de construcción y las luces que puedan alcanzarse. Lo que nos orienta más aún, tras ver las numerosas referencias históricas y como veremos en ejemplos sobre este tipo de formas, a construir esta estructura de hormigón armado, pareciendo un material óptimo para este tipo de figuras arquitectónicas.



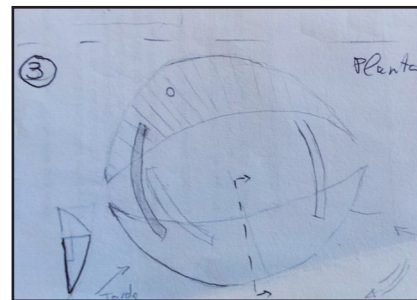
BOCETOS Y PROTOTIPOS

Tras elegir el camino a seguir se procedió al estudio de las formas, de las interconexiones e intersecciones ente ellas por medio de bocetos y maquetas.

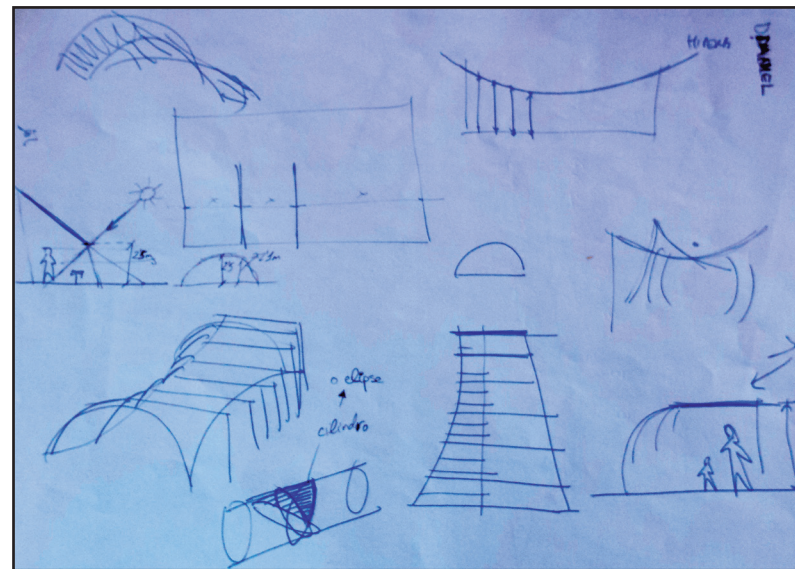
Hasta finalmente encontrar la figura y el desarrollo que más atractivo y eficiente parecía para la finalidad que se persigue.



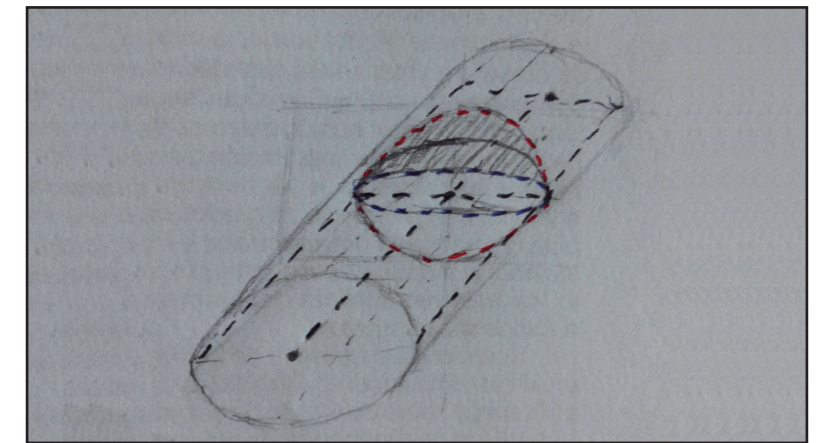
2.24



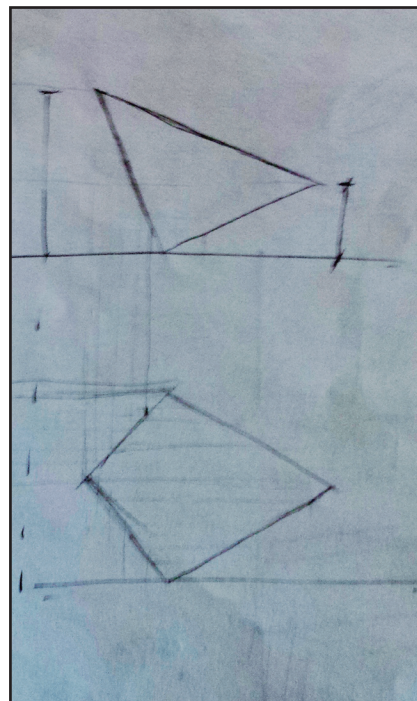
2.27



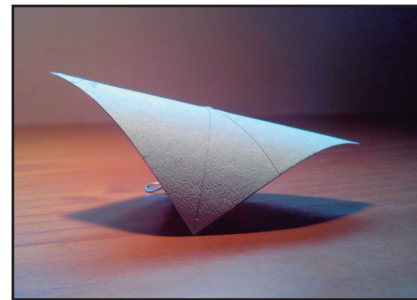
2.31



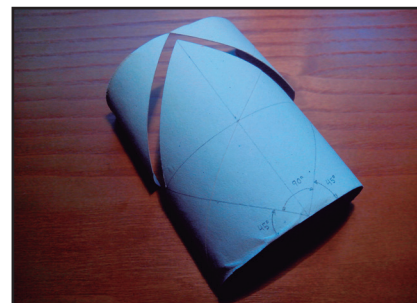
2.33



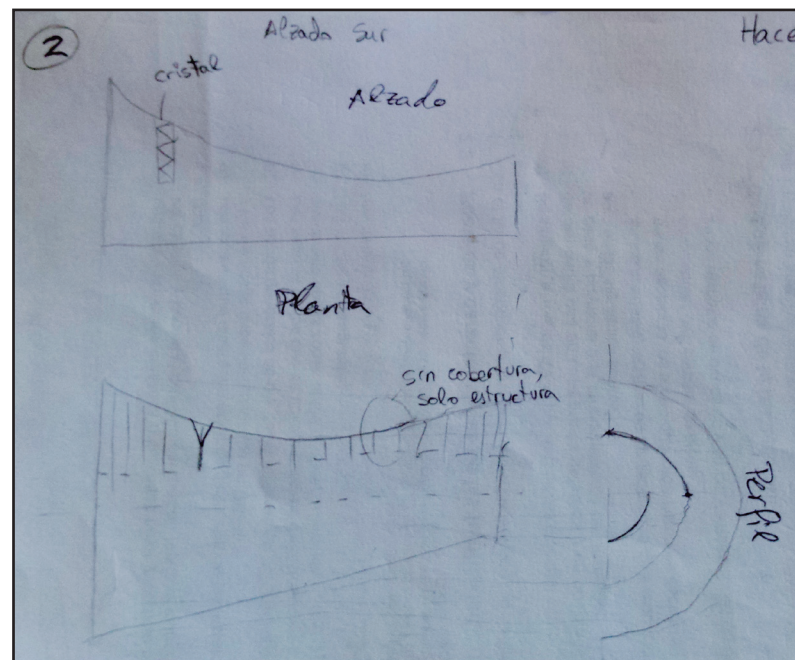
2.25



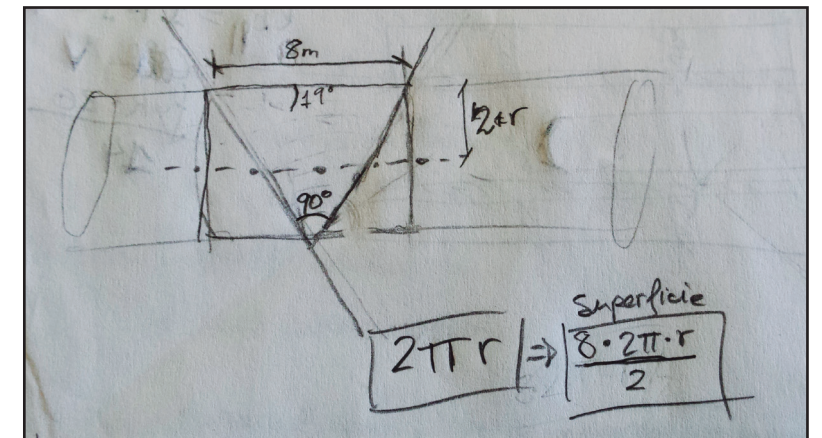
2.28



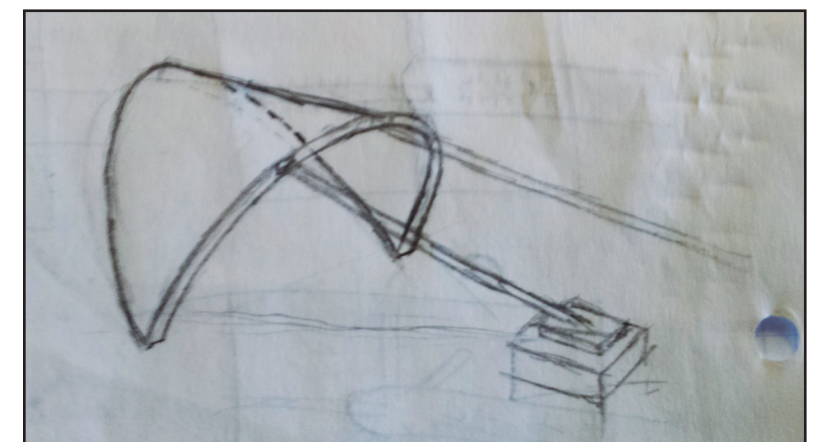
2.29



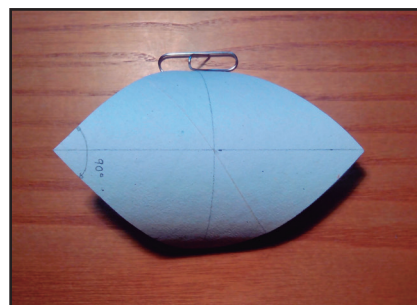
2.32



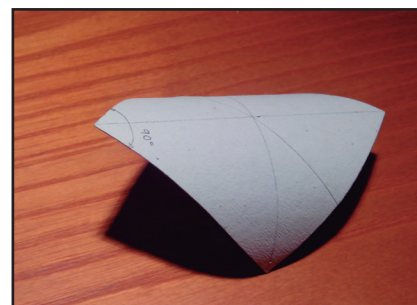
2.34



2.35



2.26



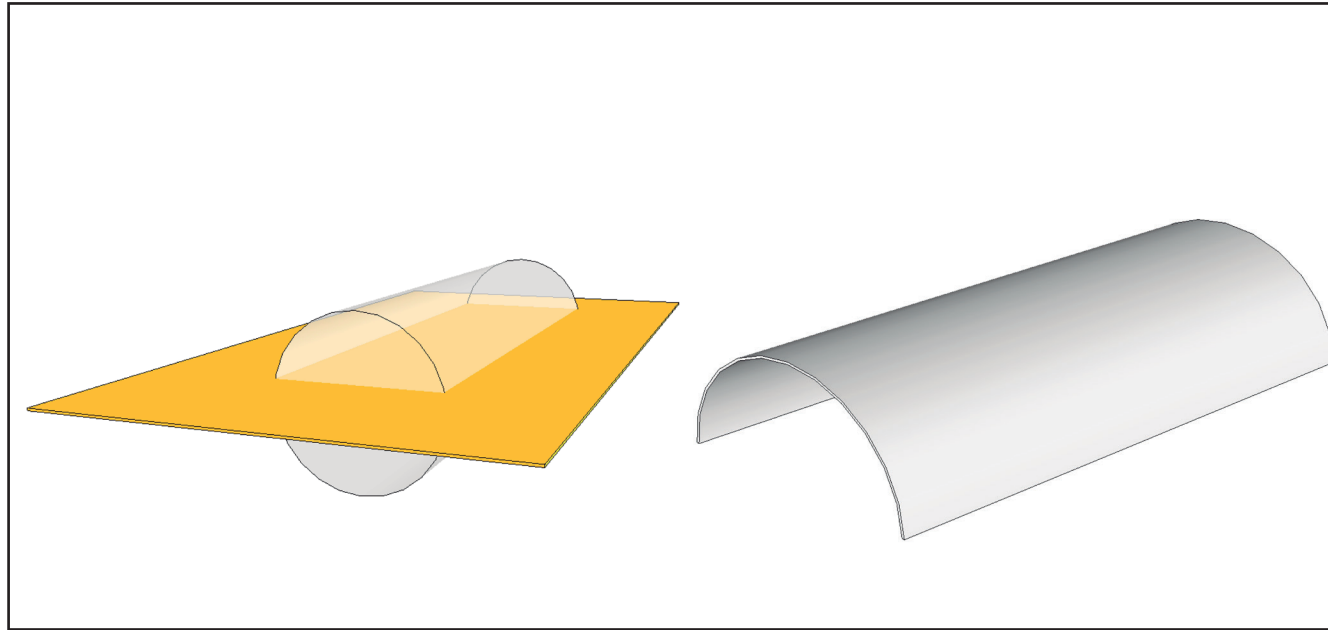
2.30



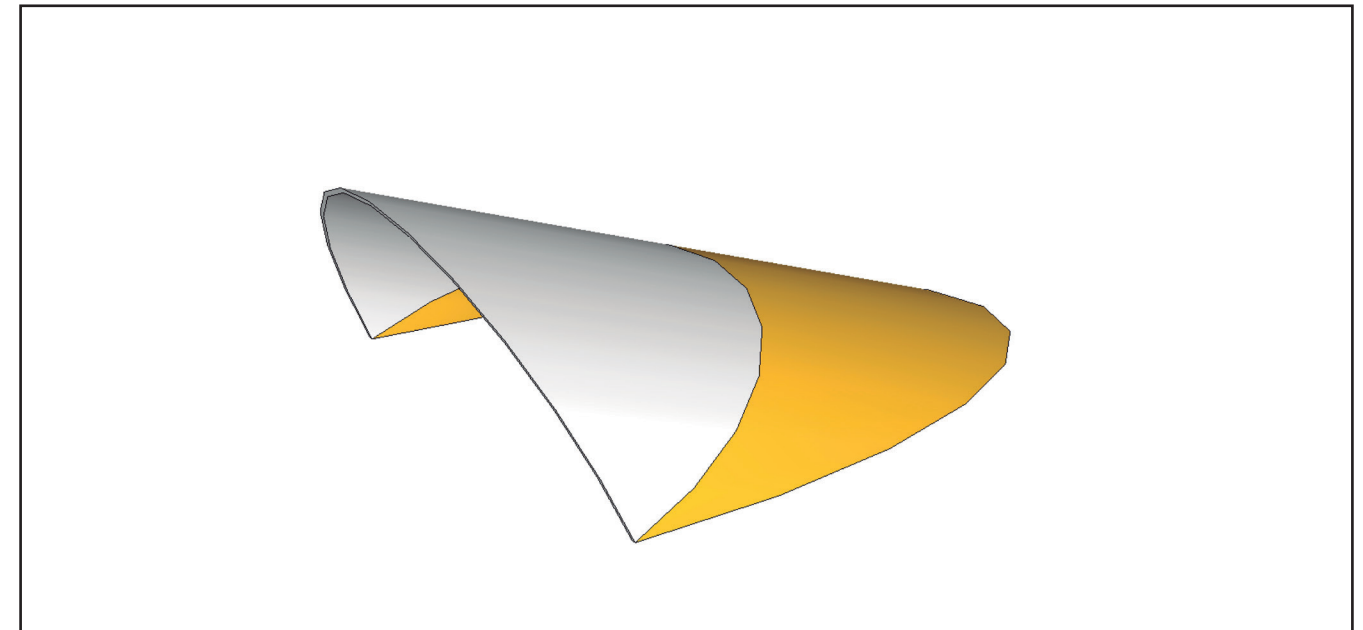
PROCESO GEOMÉTRICO DE GENERACIÓN DE LA FORMA

La figura geométrica desarrollada es una bóveda cilíndrica de base circular (o de revolución) de 5 m de radio, rebajada (no corta en su apoyo por el eje de simetría sino que corta a 4 metros de altura) y recto, sus generatrices forman 90° con la base, y está seccionado por dos planos no perpendiculares al eje (a 45°) que le producen secciones elipse.

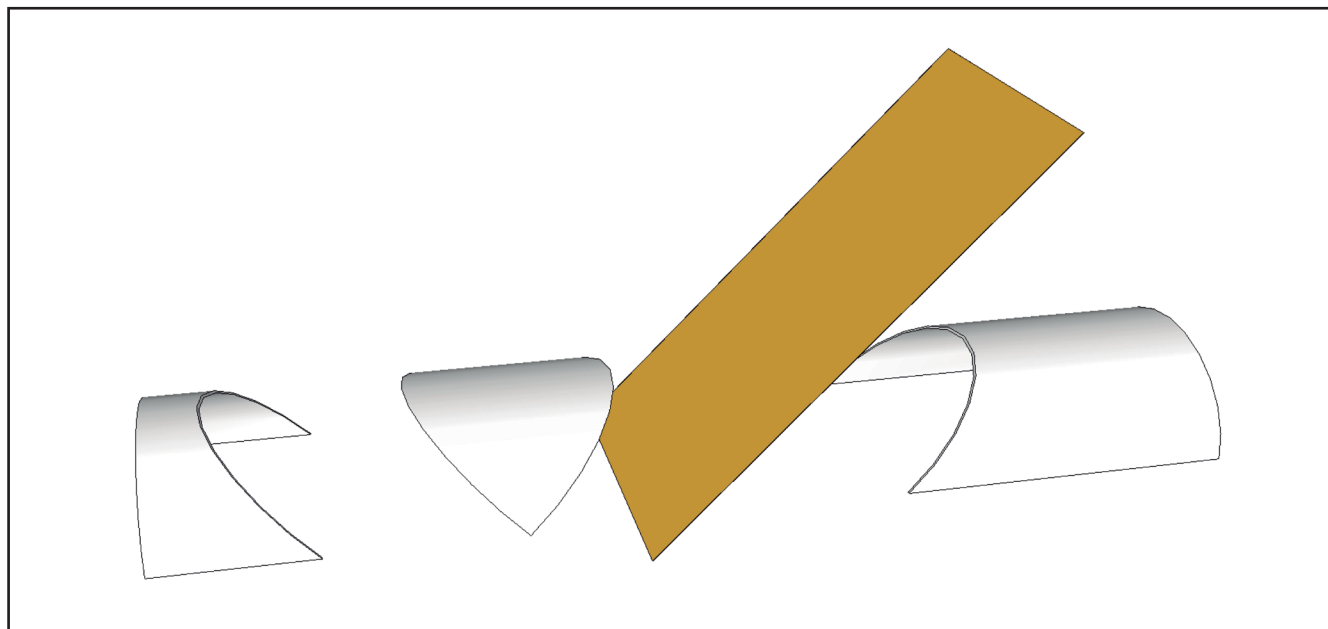
Para el diseño virtual del cilindro en SketchUp, software con el que se ha modelizado la geometría de la figura, se ha utilizado un movimiento de revolución de una recta alrededor de un eje, cuya directriz es una circunferencia.



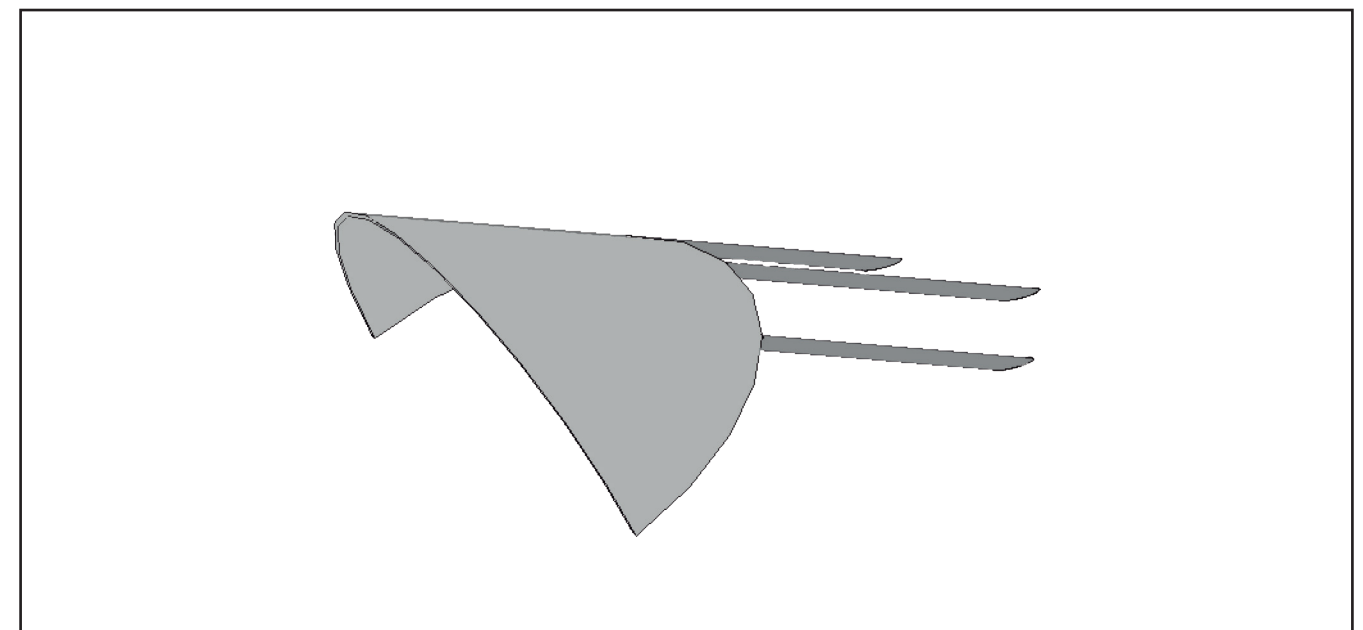
2.36



2.38



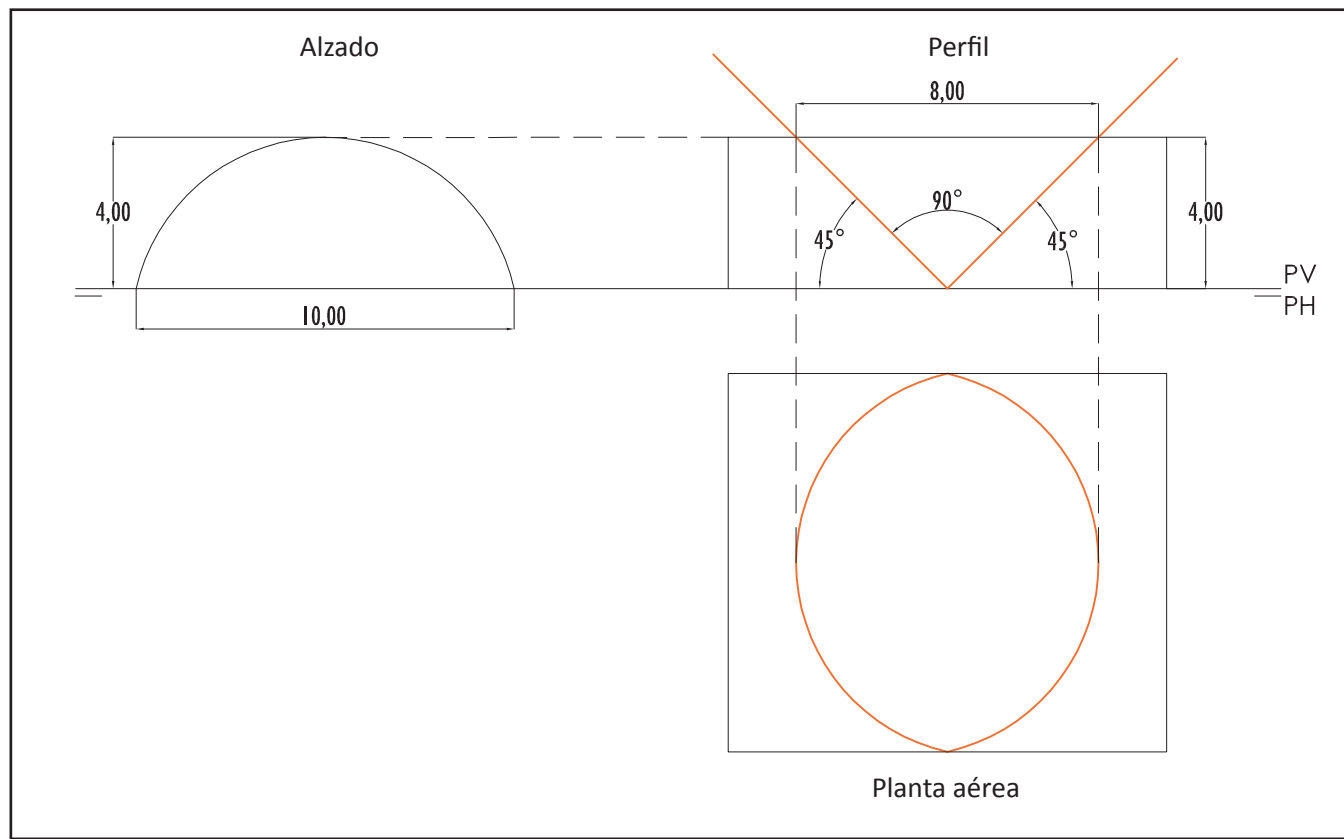
2.37



2.39

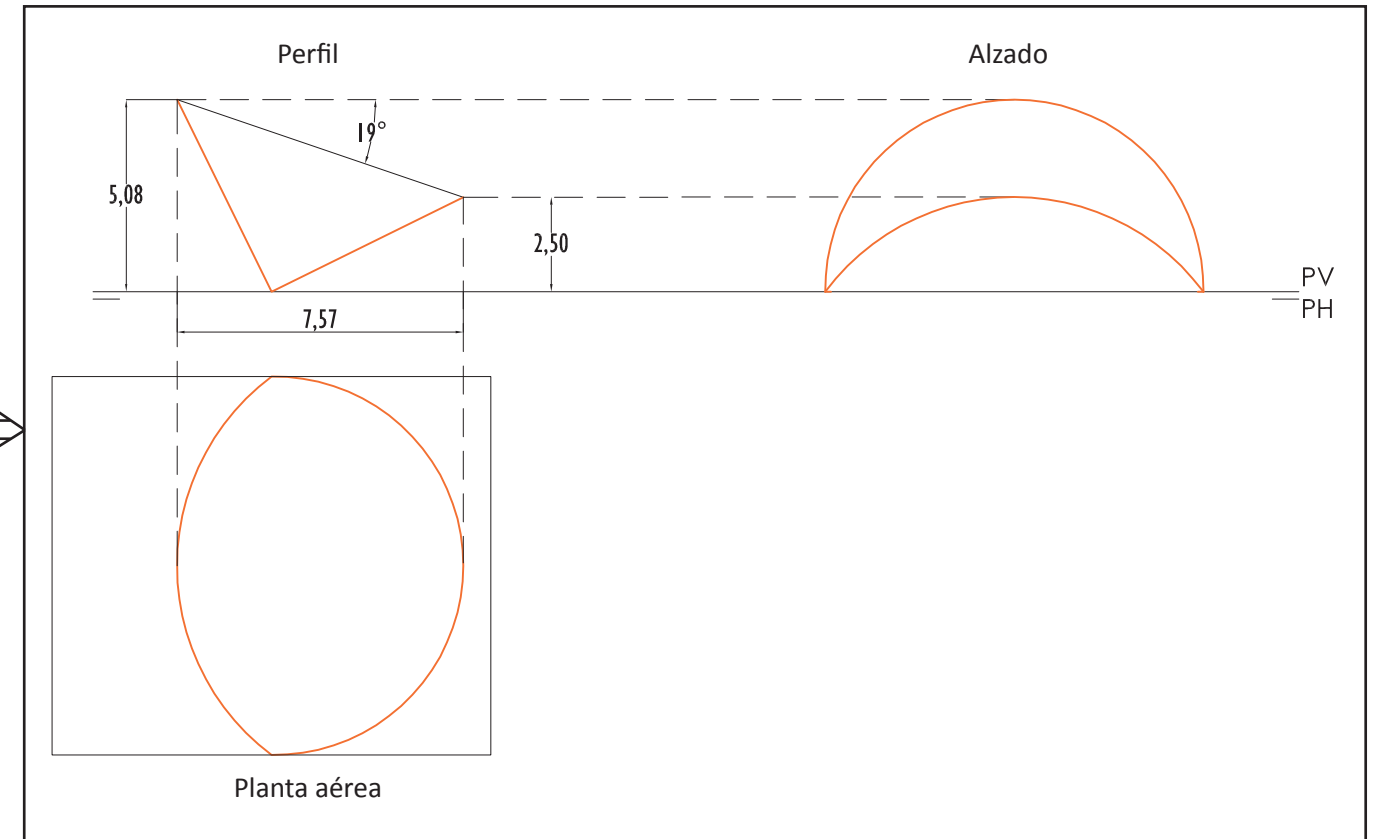


PLANIMETRÍA



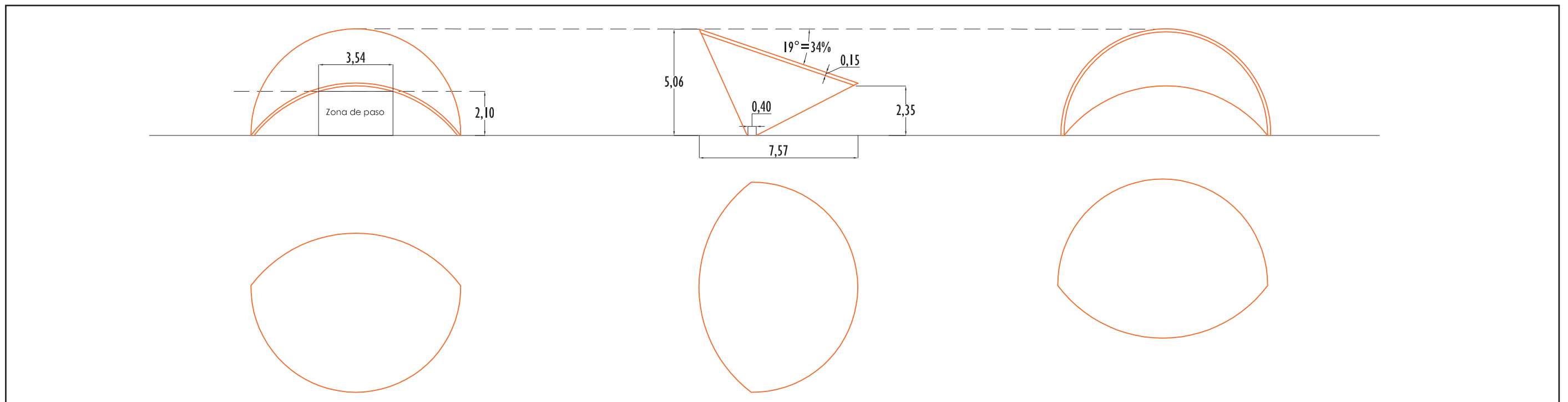
2.40

Escala: 1/200



2.41

Escala: 1/200



2.42

Escala: 1/200



ESTRUCTURAS SEMEJANTES

AUTOR:
Eduardo Torroja | Secundino Suazo

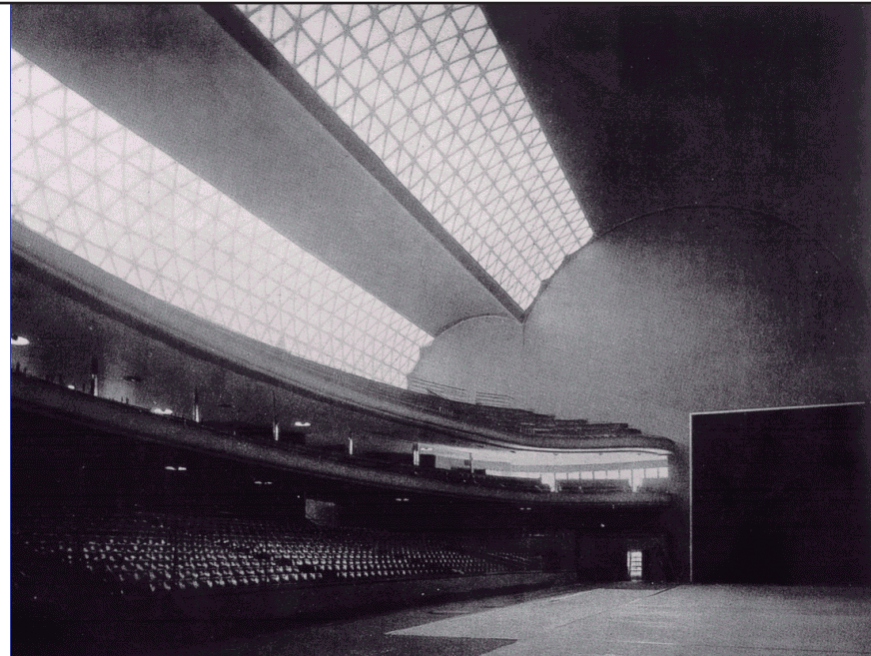
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
1935

LOCALIZACIÓN:
Madrid/España

ELEMENTO ANALIZADO:
Cubierta

TIPO DE SUPERFICIE:
Cilindro

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
Hormigón armado



2.43

AUTOR:
Oscar Neimeyer

AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
1943

LOCALIZACIÓN:
Pampulha/Brasil

ELEMENTO ANALIZADO:
Cubierta

TIPO DE SUPERFICIE:
Cilindro

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
Hormigón armado



2.44

AUTOR:
Josep Lluís Sert

AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
1955

LOCALIZACIÓN:
Mallorca/España

ELEMENTO ANALIZADO:
Cubierta

TIPO DE SUPERFICIE:
Cilindro

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
Hormigón armado



2.45

AUTOR:
Jose María García Paredes

AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
1987

LOCALIZACIÓN:
Valencia/España

ELEMENTO ANALIZADO:
Cubierta

TIPO DE SUPERFICIE:
Cilindro

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
Acero y vidrio



2.46



ESTRUCTURAS SEMEJANTES

AUTOR:
Norman Foster

AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
1998

LOCALIZACIÓN:
Cambridge/Inglaterra

ELEMENTO ANALIZADO:
Envolvente del edificio

TIPO DE SUPERFICIE:
Cilindro

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
Acero y vidrio



2.47

AUTOR:
Eduardo Torroja

AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
1941

LOCALIZACIÓN:
Madrid/España

ELEMENTO ANALIZADO:
Cubierta

TIPO DE SUPERFICIE:
Cilindro

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
Hormigón armado



2.48

AUTOR:
Ángel Asenjo

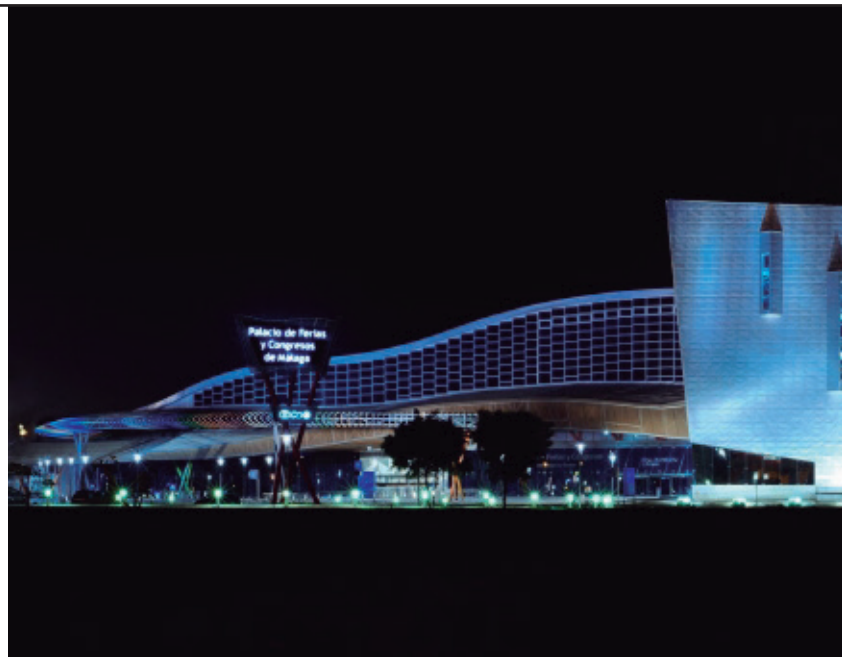
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
2003

LOCALIZACIÓN:
Málaga/España

ELEMENTO ANALIZADO:
Cubierta

TIPO DE SUPERFICIE:
Cilindro

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
Acero y vidrio



2.49

AUTOR:
Norman Foster

AÑO DE CONSTRUCCIÓN:
1997

LOCALIZACIÓN:
Glasgow/Escocia

ELEMENTO ANALIZADO:
Envolvente

TIPO DE SUPERFICIE:
Cilindro

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:
Acero



2.50



MAQUETA

1. En primer lugar, se ha tomado una pieza de tubo de PVC de unos 40cm de largo y 10cm de diámetro. Se ha escogido este material, ya que es fácil de cortar y manipular y fundamentalmente por su forma cilíndrica, que es la figura geométrica básica de la cubierta ligera.

Se ha requerido para su elaboración una sierra de costilla, sargentos, una regla metálica, una cortadora a 45°, varillas metálicas, pegamento extra fuerte y una lima plana.



2.51

2. Con la ayuda de una regla metálica y de la cortadora a 45°, se han marcado sobre la superficie del tubo las guías por las que se va a realizar el corte. Una vez marcadas, se han realizado los cortes con una sierra de costilla de manera precisa. Los sargentos se han utilizado para fijar la cortadora a la mesa de trabajo. De esta forma, se ha simulado la forma característica de la "lámina".



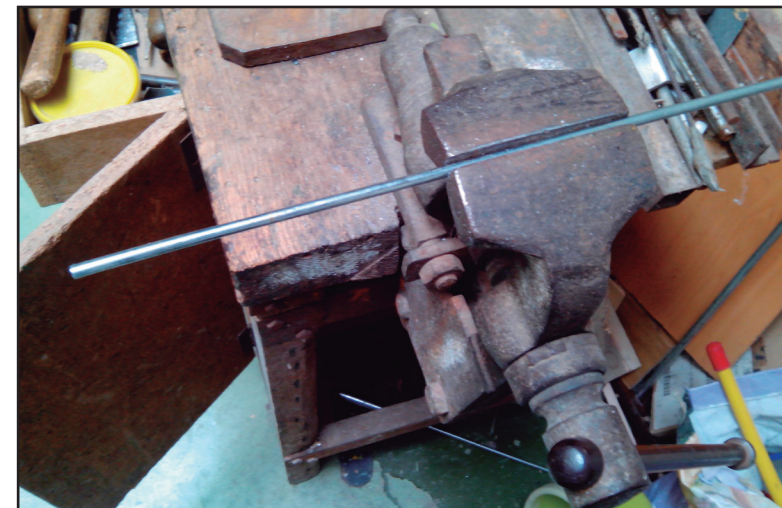
2.52

3. A continuación se han limado los bordes y las imperfecciones mediante una lima plana y también los dos extremos en punta para darle estabilidad al apoyarla sobre una superficie lisa.



2.53

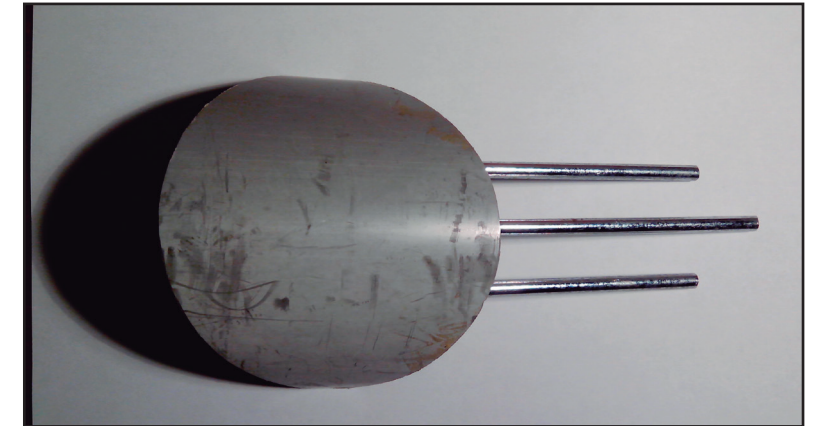
4. A partir de una varilla metálica larga y maciza de unos 6mm de \varnothing , se han obtenido tres segmentos, dos más cortos y uno más largo, que simulan los tres perfiles tubulares que sostienen la cubierta. Una vez cortados se han limado los extremos.



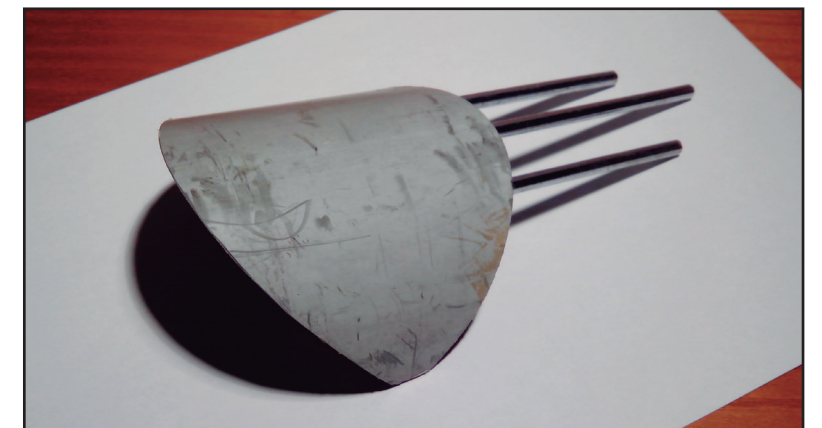
2.54

5. Una vez se han obtenido las varillas, se han unido al tubo mediante un pegamento extrafuerte universal, válido para pegar metal y PVC.

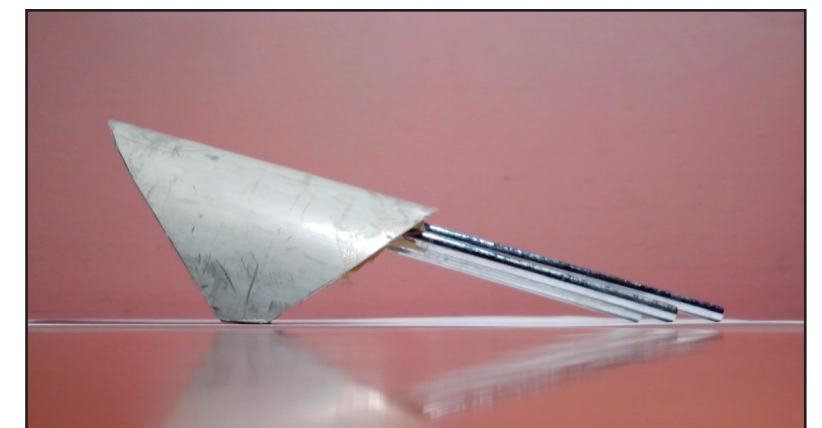
A continuación se muestran algunas imágenes de la maqueta finalizada desde distintos ángulos.



2.55



2.56



2.57



3. ESTRUCTURA



METODOLOGÍA

Software

Para realizar el análisis se idealizan tanto la geometría de la estructura como las acciones y las condiciones de apoyo mediante un modelo matemático adecuado que debe, asimismo, reflejar aproximadamente las condiciones de rigidez de las secciones transversales, de los elementos, de sus uniones y de las vinculaciones con el terreno.

Modelo de diseño SAP200

Dado el pequeño espesor de la estructura en comparación con el resto de dimensiones, el problema se ha abordado aplicando la teoría de láminas, eligiendo para el análisis mediante elementos finitos un tipo de elemento lámina curvo, concretamente el elemento shell de SAP2000. Aunque en realidad la estructura es un sólido tridimensional, se ha representado utilizando elementos de superficie en vez de elementos sólidos, a los cuales se les asocia un determinado espesor.

Es un programa de cálculo de estructuras por elementos finitos que tiene implementada una gran variedad de códigos de diseño para el adecuado dimensionamiento de todo tipo de estructuras, especialmente metálicas y de hormigón.

El programa ofrece distintos tipos de análisis de estructuras tales como estático lineal, no lineal de 2º orden (p delta), pandeo global y análisis sísmico con un gran nivel de detalle en la obtención de esfuerzos, movimientos, tensiones y ratios de aprovechamiento de la estructura. Todos ellos dependientes de un nº de variables y/o hipótesis a introducir por el usuario, que en nuestro caso serán las cargas correspondientes a las del cálculo regido por el CTE y DB-SE.

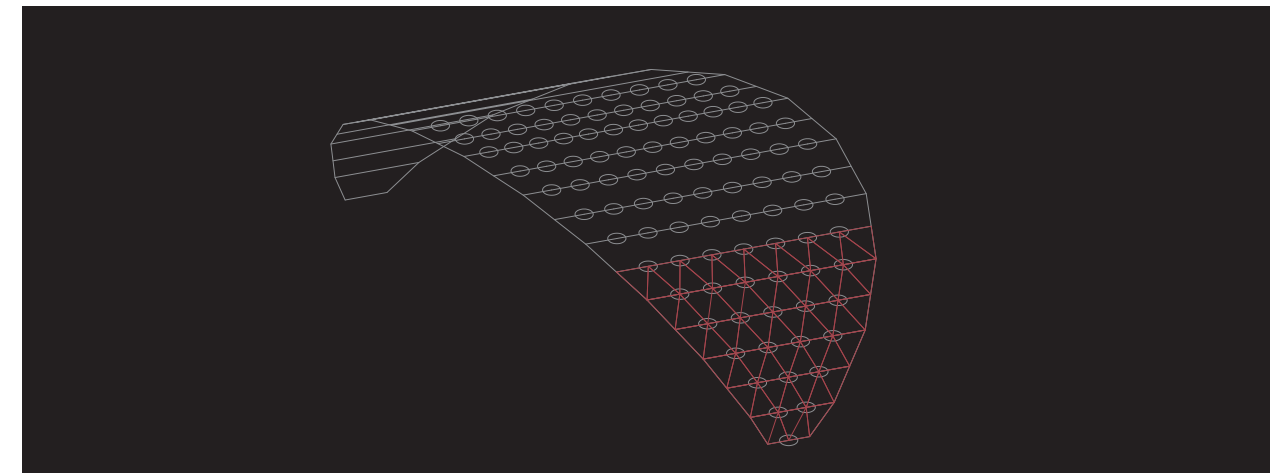
Paso a paso

1. Para el modelizado de la estructura se procedió a exportar la figura (3.01), desde SketchUp a formato Autocad3D.
2. Una vez en formato Autocad3D, tenemos un archivo compuesto por puntos, líneas y áreas. Mediante la función "DIVIDE" se obtienen las fracciones, que podremos visualizar con la función "ddptype" y en que repartiremos las cáscaras trazando triángulos con la función "3Dcara".
3. Finalizado el modelizado en Autocad3D, habiendo añadido todos los "3Dcara" de la cubierta y los pilares, se puede proceder a exportar finalmente el modelo a SAP2000.
4. Una vez aquí, se definen las coordenadas de los distintos nodos de la estructura, siendo así, los "3Dcara" pasan a ser "Shells" y los pilares serán "frames", teniendo entonces un archivo que consta de 4777ptos., 4 frames y 5344 shells.
5. Definición de los tipos de materiales y de sus características geométricas y mecánicas.
6. Asignación de las condiciones de contorno y tipos de apoyo de las estructura.
7. Definición de las cargas, coeficientes de mayoración e hipótesis de cargas y combinaciones de estas.
8. Procesados los datos el programa calculará las resultantes, con lo que podremos proceder al dimensionamiento las cargas con la ayuda de la EHE-08 y el libro "Números gordos en proyectos de estructuras".

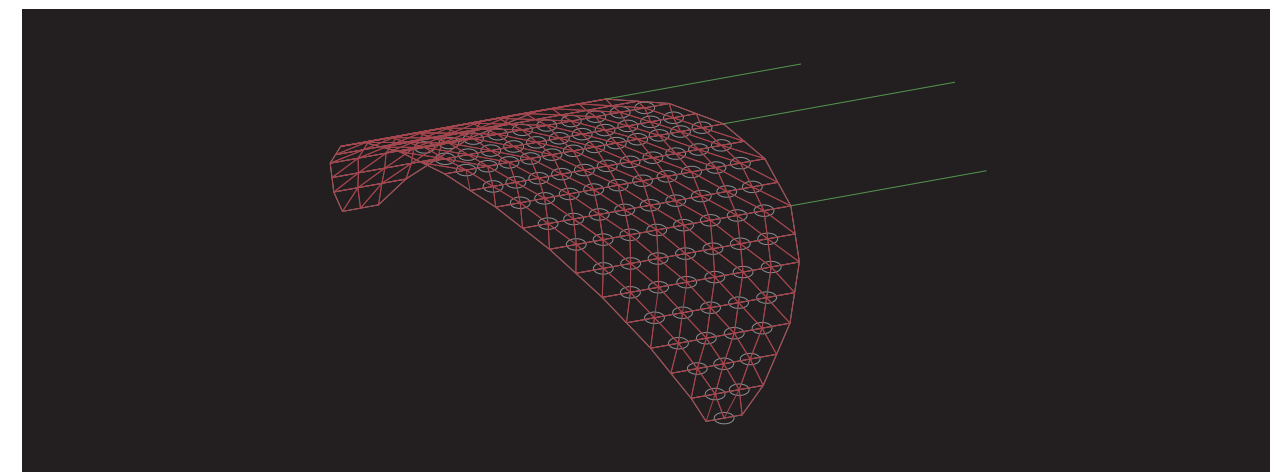
Modelización



3.01



3.02



3.03



MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EMPLEADOS

Hormigón armado

El hormigón empleado en esta obra será HA25/B/20/IIIa, (es decir, que poseerá consistencia Blanda, tamaño máximo del árido 20mm y se encuentra en un ambiente costero situado a menos de 5km de la orilla del mar) cumpliendo así con el artículo 31.4 de la EHE-08 “Valor mínimo de la resistencia”, donde cita que para estructuras de hormigón armado la resistencia mínima será de 25N/mm² y puesto que es una estructura de poca envergadura y sin sobrecargas apreciables, nos ajustaremos al mínimo exigido, abaratando así costes y optimizando las estructura. En referencia al acero, que forma parte del armado empleado, será acero B500-SD, que es el más común en construcción.

Diámetros comerciales de barras de acero corrugado: Φ6, Φ8, Φ10, Φ12, Φ14, Φ16, Φ20 Φ25, Φ32, Φ40.

Hormigón (Lámina) EHE-08	
Tipo de hormigón	HA-25
Sección	15cm
Densidad	25KN/m ³
Módulo de Elasticidad	326.668,6 N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0,2
Coefficiente de dilatación térmica	5,5·10 ⁻⁶
Módulo de rigidez	1.361.119,3 N/mm ²

3.04

En la siguiente tabla se puede observar la relación entre el diámetro de las barras del armado, la separación entre ellas y su superficie.

DIÁMETRO NOMINAL en mm	MASA NOMINAL en kg/m	SECCIÓN en cm ²	SECCIÓN DE ACERO EN cm ² SEGÚN SEPARACIÓN ENTRE BARRAS en cm				
			10cm	15cm	20cm	25cm	30cm
6	0.283	0.222	2.83	1.88	1.41	1.13	0.94
8	0.503	0.395	5.03	3.35	2.51	2.01	1.68
10	0.785	0.617	7.85	5.24	3.93	3.14	2.62
12	1.131	0.888	11.31	7.54	5.65	4.52	3.77
16	2.011	1.578	20.11	13.4	10.05	8.04	6.70
20	3.142	2.470	31.42	20.94	15.71	12.57	10.47
25	4.909	3.850	49.09	32.72	24.54	19.63	16.36
32	8.042	6.310	80.42	53.62	40.21	32.17	26.81
40	12.566	9.860	125.66	83.78	62.83	50.27	41.89

3.05

Acero

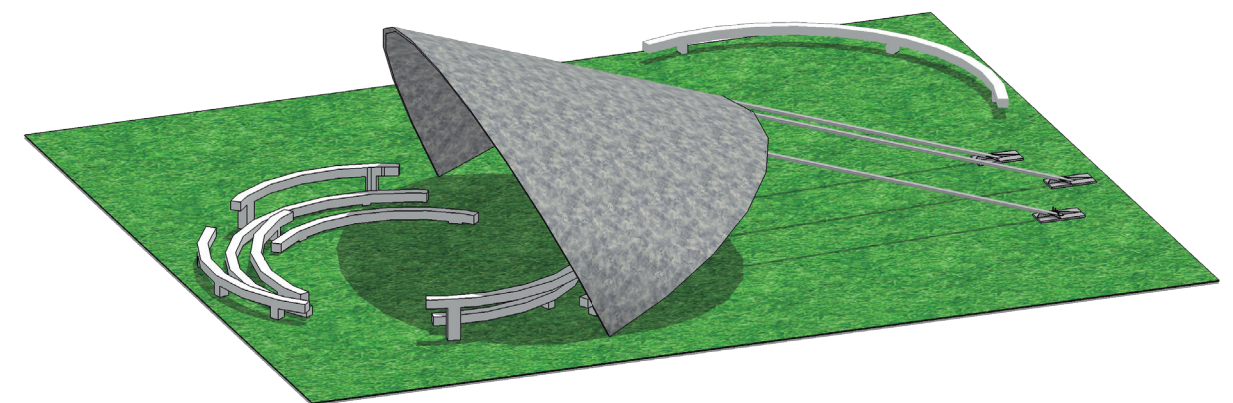
En referencia al acero empleado será el designado según la UNE-EN 10025 (productos de acero laminados en caliente) el acero S275JR, denominado por la antigua UNE 36080-73 como A44b, cuya letra “b” indica su uso en construcciones remachadas o soldadas ordinarias. Este acero cumplirá todos los requisitos exigidos por la normativa EAE y DB-SE-A vigentes.

Los soportes empleados y a los que nos referimos son perfiles de huecos laminados en caliente de sección circular y cumplen con el EAE Art. 28.2: “Perfiles de sección hueca acabados en caliente, a los efectos de esta instrucción, son los perfiles huecos estructurales de sección transversal constante, de espesor igual o mayor que **2 mm**, conformados en caliente, con o sin tratamiento térmico posterior, o conformados en frío con tratamiento térmico posterior, empleados en la construcción de estructuras.”

Las principales características geométricas y mecánicas son las siguientes:

Acero (Soportes) - DB_SE-A	
Tipo de Acero	S 275 JR
Sección	Circular Φ100.2mm
Densidad	78.5 Kg/m ³
Modulo de Elasticidad	210000 N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0,3
Coefficiente de dilatación térmica	1,2 ·10 ⁻⁵
Módulo de rigidez	81000 N/mm ²

3.06



DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

Tras haber definido las cargas y coeficientes necesarios*, se obtienen las hipótesis que introduciremos en SAP2000 para que este nos muestre por medios gráficos y/o tablas Acces las resultantes obtenidas.

Una vez obtenidas estas resultantes, lo primero que debemos hacer es consultar la EHE-08, recopilando los coeficientes que dicta esta normativa y que son aplicables para el cálculo de la estructura.

Comenzamos extrayendo los coeficientes parciales de seguridad de los materiales, acero y hormigón, para estados límite últimos.

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero pasivo y activo γ_s
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

3.07

Para después unificar unidades de medida y aplicar los coeficientes que usaremos a lo largo de los cálculos

$$\text{Conversión de Kg/cm}^2 \text{ a N/mm}^2: \frac{1\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{\text{cm}^2}{100\text{mm}^2} \cdot \frac{10\text{N}}{\text{kg}} = 0,1\text{N/mm}^2$$

$$F_{yd} = 500/1,15 = 434,78\text{N/mm}^2 = 4347,8\text{Kg/cm}^2$$

$$F_{cd} = 250/1,5 = 166,7\text{ N/mm}^2 = 1667\text{Kg/cm}^2$$

NOTA: Para los cálculos tomaremos los valores más desfavorables en cada caso.

Soportes

Art. 53.3 de la EAE:

“Los soportes se comprobarán a compresión ante la combinación más desfavorable de esfuerzos axiles y flectores. En la estimación de los momentos actuantes se considerarán los coeficientes de sobrerresistencia pertinentes.”

Dimensionado de Pilares metálicos por tensión:

Con la formula siguiente comprobaremos que a tensión del perfil no sobrepasa la tensión admisible del acero, que se corresponde con 2750 kg/cm² para un JR275.

Siendo:

$$\sigma = \left| \frac{Nk}{A} \right| + \left| \frac{MR}{W} \right| \leq 2750 \text{ kg/cm}^2$$

Nk = Axil del soporte (kg/cm²)

A = Área de sección del soporte (cm²)

W = Valor del módulo resistente

MR = Momento resultante de My, Mz : $MR = \sqrt{My^2 + Mz^2}$

$$Nk = 1'81\text{Tn} \quad || \quad \sigma_e = 2750 \text{ Kg/cm}^2 \quad || \quad A = 4'58\text{cm}^2 \quad || \quad MR = \sqrt{My^2 + Mz^2} = \sqrt{104^2 + 25'2^2} = 107$$

$$\sigma = \left| \frac{1810}{4'58} \right| + \left| \frac{107}{14'7} \right| = 402'47 \leq 2750 \text{ kg/cm}^2 \quad \checkmark$$

Se utilizan los valores absolutos para asegurar que sean el mayor sumatorio y por lo tanto el más desfavorable de los resultados posibles.

COMPROBACIÓN A CORTANTE:

Siendo:

$$T_{xz} = \frac{Vz}{Avz}$$

Vz: Cortante en el eje Z del soporte

Avz: Área

$$Avz = 2 \cdot \frac{A}{\pi}$$

A: Área de la sección del soporte

σ : Tensión calculada por resistencia

γ_M : Coeficiente de seguridad del acero

F_{yd}: Resistencia de cálculo del acero

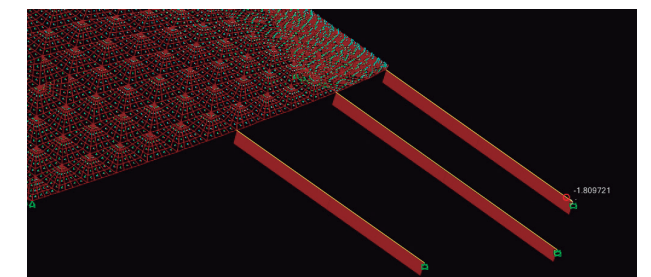
$$SVM = \sqrt{\sigma^2 + 3txz^2} \leq \frac{f_{yd}}{\gamma_M} = \frac{2750}{1,05} \quad \checkmark$$

Comprobación de Pilares metálicos a Axil:

$$N_d < N_u$$

$$N_d = 1'81\text{Tn} \quad || \quad \sigma_e = 2750\text{Kg/cm}^2 \quad || \quad A = 4'83\text{cm}^2$$

ω : Coef. Pandeo (según esbeltez y rigidez de nudos)



3.08



DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

DB_SE-A:

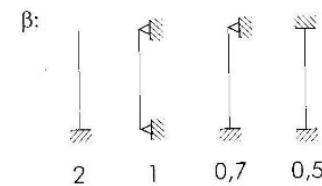
Tabla 6.1 Longitud de pandeo de barras canónicas

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	empotrada articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud L_k	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

3.09

$\beta = 1$ (coef. Rigidez) || Lpilar más largo (más desfavorable) = 780cm

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{i} = \frac{0'5 \cdot 780}{3'51} = 111'11 \rightarrow \text{Interpolando } \omega_{37'1} = 2'44$$



λ	0	60	80	100	150
ω	1	1,2	1,5	2	4

3.10

$$Nu(Tn) = \frac{\sigma_e \cdot A(\text{cm}^2)}{w \cdot 1000} = Nu = \frac{\sigma_e \cdot A}{w \cdot 1000} = \frac{2750 \cdot 4'83}{2'44 \cdot 1000} = 5'44Tn$$

$Nd < Nu$ 1'81Tn < 5'44Tn - Cumple

Dimensionado de Pilares metálicos a Axil:

$$A(\text{cm}^2) = \frac{Nu \cdot w \cdot 1000}{\sigma_e} \quad A(\text{cm}^2) = \frac{1'81 \cdot 2'44 \cdot 1000}{2750} = 1'6\text{cm}^2(\text{necesario}) < 4'83\text{cm}^2(\text{perfil})$$

EAE Art. 28.2: "Perfiles de sección hueca acabados en caliente, a los efectos de esta instrucción, son los perfiles huecos estructurales de sección transversal constante, de espesor igual o mayor que 2 mm, conformados en caliente, con o sin tratamiento térmico posterior, o conformados en frío con tratamiento térmico posterior, empleados en la construcción de estructuras."

Por lo que adaptamos el perfil a la sección comercial más común en este tipo de estructuras: **10.2 ($\Phi = 100\text{mm}$, Espesor = 2mm),**

De área = **4'83cm²** > 1'6cm², por lo que vamos por el lado de la seguridad con una sección sobredimensionada.

Perfil	Dimensiones		M Kg/m	Sup. pintura		Valores estáticos					
	d mm	t mm		s_m m ² /m	s_l m ² /T	A mm ²	A_v mm ²	I mm ⁴ (x10 ⁸)	W_{pl} mm ³ (x10 ³)	W_{el} mm ³ (x10 ³)	i mm
50-2	50	2	2,36	0,156	66,3	301	192	0,087	3,48	4,60	16,9
50-3	50	3	3,47	0,156	45,1	442	281	0,122	4,91	6,62	16,6
50-4	50	4	4,53	0,156	34,6	578	368	0,154	6,16	8,46	16,3
60-2	60	2	2,86	0,188	65,8	364	232	0,153	5,11	6,72	20,5
60-3	60	3	4,21	0,188	44,6	537	342	0,218	7,29	9,74	20,1
60-4	60	4	5,52	0,188	34,1	703	448	0,277	9,24	12,5	19,8
75-2	75	2	3,60	0,235	65,4	458	292	0,305	8,15	10,6	25,8
75-3	75	3	5,32	0,235	44,2	678	432	0,440	11,7	15,5	25,4
75-4	75	4	7,00	0,235	33,6	892	568	0,563	15,0	20,1	25,1
75-5	75	5	8,63	0,235	27,2	1100	700	0,676	18,0	24,5	24,8
90-2	90	2	4,34	0,283	65,1	552	351	0,535	11,9	15,4	31,1
90-3	90	3	6,43	0,283	43,9	819	521	0,77	17,2	22,7	30,7
90-4	90	4	8,48	0,283	33,3	1080	688	1,0	22,2	29,5	30,4
90-5	90	5	10,4	0,283	26,9	1340	853	1,21	26,8	36,1	30,1
90-6	90	6	12,4	0,283	22,7	1580	1010	1,40	31,1	42,3	29,7
94-2	94	2	4,53	0,293	65,0	578	368	0,61	13,0	16,9	32,5
94-3	94	3	6,73	0,293	43,8	857	546	0,89	18,9	24,8	32,1
94-4	94	4	8,87	0,293	33,2	1130	719	1,14	24,4	32,3	31,8
94-5	94	5	11,0	0,293	26,9	1400	891	1,38	29,5	39,6	31,5
94-6	94	6	13,0	0,293	22,6	1660	1060	1,61	34,3	46,4	31,1
100-2	100	2	4,83	0,312	64,9	615	392	0,73	14,7	19,2	34,6
100-3	100	3	7,17	0,312	43,7	914	582	1,07	21,5	28,2	34,3
100-4	100	4	9,47	0,312	33,1	1210	770	1,39	27,8	36,8	33,9
100-5	100	5	11,7	0,312	26,8	1490	949	1,68	33,7	45,1	33,6
100-6	100	6	13,9	0,312	22,5	1770	1130	1,96	39,2	53,0	33,3
115-2	115	2	5,57	0,361	64,8	710	452	1,13	19,7	25,5	39,9
115-3	115	3	8,28	0,361	43,6	1060	675	1,65	28,8	37,6	39,6
115-4	115	4	10,9	0,361	32,9	1390	885	2,15	37,4	49,2	39,2
115-5	115	5	13,6	0,361	26,6	1730	1100	2,61	45,5	60,5	38,9
115-6	115	6	16,1	0,361	22,4	2050	1310	3,06	53,2	71,2	38,5
115-7	115	7	18,6	0,361	19,3	2380	1520	3,47	60,4	81,6	38,2
125-3	125	3	9,02	0,392	43,5	1150	730	2,14	34,2	44,6	43,1
125-4	125	4	11,9	0,392	32,8	1520	970	2,78	44,5	58,5	42,8
125-5	125	5	14,8	0,392	26,5	1880	1200	3,39	54,3	72,0	42,4

3.11



DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

Dimensionado de zapatas aisladas:

Por facilidad de gestión, construcción y economía; y ya que no habría gran diferencia en sus dimensiones se construirán 3 zapatas iguales para los soportes calculadas a partir de la carga más desfavorable.

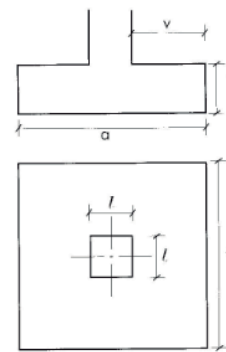
$$N_{\text{máx}}(\text{axil}) = 0'67T_n \quad || \quad M_{\text{max}} = -0'104$$

- Área de la zapata:

$$HA-25: \sigma_{\text{admisible}} = 25 \text{N/mm}^2$$

$$A(\text{m}^2) = a \cdot a = \frac{N(\text{Tn})}{\sigma_{\text{adm}} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)} = \frac{0'67}{1667} = 0'004 \text{m}^2; \quad a = 0'06 \text{m} \approx \mathbf{0'5 \text{m} \text{ mínimo}}$$

Por lo que condicionaremos la dimensión de zapata al mínimo exigido por la EHE-08 y por la dimensión de la placa base y separaciones mínimas.



3.12

- Canto de zapatas Aisladas:

$$h(\text{m}) = \frac{a(\text{m}) - L(\text{m})}{4} = \frac{50 - 10}{4} = 10 \text{cm}; \quad h = 0'25 \text{m} \text{ mínimo en zapata de H.A. (Art. 58.8.1 EHE-08)}$$

Pero por dificultad de ejecución y para mayor seguridad simplificaremos a:

$$h = \mathbf{0'5 \text{m}} \text{ (más } 0'1 \text{ HL).}$$

- Armadura de zapata aislada

$$AS(\text{cm}^2) = \frac{N(\text{Tn/ml})}{0'8 \cdot h(\text{m}) \cdot f_{yd}} \cdot 1000 = \frac{0'67}{0'8 \cdot 0'5 \cdot 4347'8} \cdot 1000 = 0'385 \text{cm}^2;$$

Dado que no llega a la sección mínima del ábaco de secciones, se colocará el diámetro y separación mínimos definidos en EHE-08 Art. 58.8.2. → **1Φ12 s/30**

Por simetría, ciñéndonos a las dimensiones y yendo por el lado de la seguridad, se dispondrán a una separación entre barras de **26'73cm**.

Dimensionado de placa base a flexión:

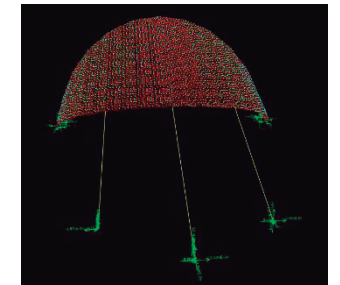
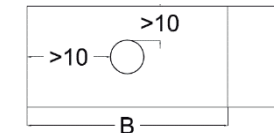
$$\text{Axil máx. (Nd)} = 0'67T_n \quad || \quad \text{Cortante. (Vd)} = 1'65T_n \quad || \quad M_{\text{max. (M)}} = 0'104T_n$$

- Dimensionado de la placa inicial:

La distancia del borde de la placa al borde del perfil debe ser al menos de 10cm.

$$A \geq a + 20 \text{cm} \quad a = b = 10 \text{cm}$$

$$B \geq b + 20 \text{cm} \quad A = B = 30 \text{cm}$$



3.13

Por ejecución y trabajar a flexión dimensionaremos a **A = 0'50m y B = 1'2m**.

Dimensionado de pernos de anclaje:

- Resistencia del tornillo calibrado (τu):

$$\tau_u = 1 \text{Tn/cm}^2$$

- Área necesaria de tornillos (Ω):

Fk = cortante característico total de la unión

N = nº de pernos

n = nº de planos de corte

$$\Omega = \frac{1'5 \cdot F_k(\text{Tn})}{N \cdot n \cdot \tau_u} = \frac{1'5 \cdot 1'68}{4 \cdot 1 \cdot 1} = 0'63 \text{cm}^2; \quad \Phi = \mathbf{1 \text{cm}}$$

Se supone una distribución de tensiones tal que un cuarto de la placa se encuentre comprimido contra la zapata. De esta forma, los pernos opuestos están traccionados y se desprecia la contribución de los pernos comprimidos.

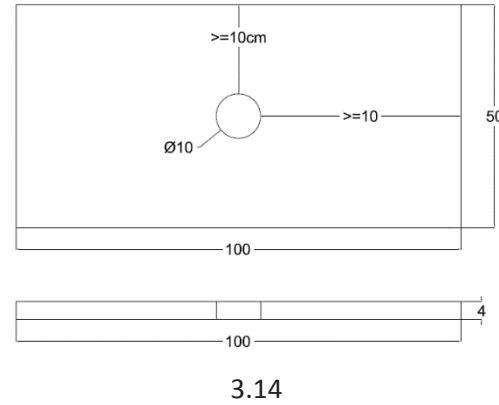


DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

- Comprobación de dimensiones de placa:

$$\Sigma F_v = 0; Nd + Td = \sigma \cdot \frac{B}{4} \cdot A$$

$$\frac{4 \cdot (Nd + Td)}{AB} \leq 0.85 f_{cd} \cdot 10 = \frac{4 \cdot (2'715 + 0'35)}{0'1296} = 94'6 \leq 141'69$$



- Dimensionado del espesor de placa:

$$e(\text{mm}) = \frac{V(\text{mm})}{2'5} = \frac{200}{2'5} = 80\text{mm}$$

*Nota: 8cm es un espesor excesivo por lo que hay que dimensionar cartelas rigidizadoras y así optimizar a **2cm el espesor de la placa base**.

Dimensionado de cartelas

V = vuelo máx.

$$M_{\text{total}} = 0.85 f_{cd} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot B = 0.85 \cdot 1667 \cdot \frac{20^2}{2} \cdot 50 = 14.169.500$$

$$\frac{B}{30} < e_2 < e; \frac{50}{30} = 1.6\text{cm} < 2\text{cm} = e_2 < 2 = e$$

$$M_{\text{resistente}} = 2 \cdot \frac{e_2 \cdot H^2}{6} \cdot \sigma_{adm} =$$

$$2 \cdot \frac{2.5 \cdot H^2}{6} \cdot 2600 = 14169500 (\text{1 rigidizador}) \rightarrow H = 80.9\text{mm} = \mathbf{8.9\text{cm}}$$

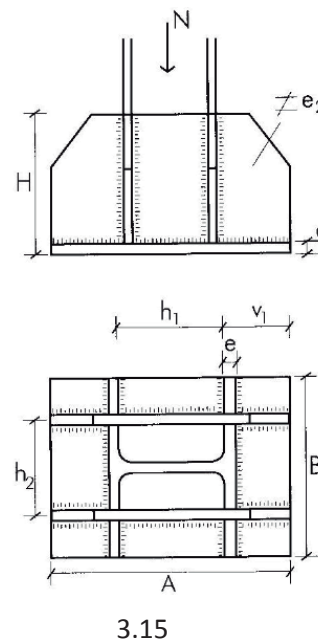


Lámina de hormigón

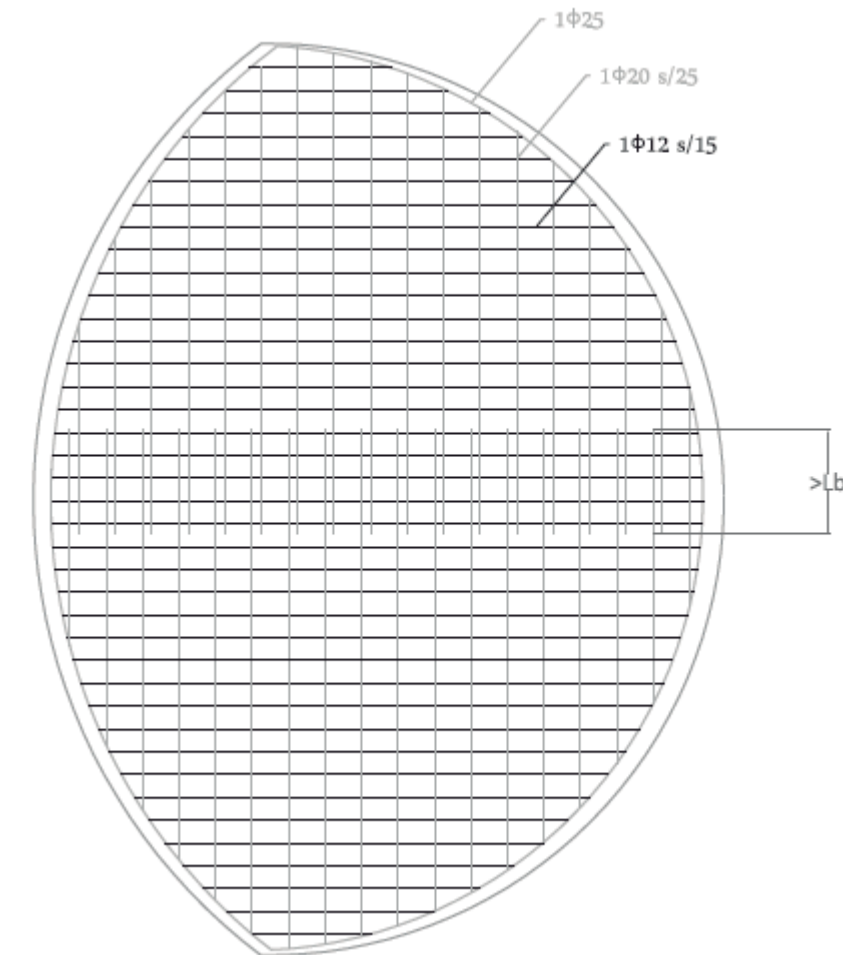
Dimensionado de armadura de Lámina:

Acero B500-SD $F_{yk} \geq 500\text{N/mm}^2 = 5\text{kg/cm}^2$

h = espesor de la lámina = 0.15m

$$\text{Arm long (principal)} = \frac{M_d}{0.8 \cdot h \cdot f_{yd}} = \frac{5'643}{0.8 \cdot 0.15 \cdot \frac{5000}{1.15}} \cdot 1000 = 10'82\text{cm}^2 \approx 12'57\text{cm}^2 = \mathbf{1\Phi 20 \text{ s/25}}$$

$$\text{Arm Trans. (secundaria)} = \frac{M_d}{0.8 \cdot h \cdot f_{yd}} = \frac{3'564}{0.8 \cdot 0.15 \cdot \frac{5000}{1.15}} \cdot 1000 = 6'83\text{cm}^2 \approx 7'54\text{cm}^2 = \mathbf{1\Phi 12 \text{ s/15}}$$

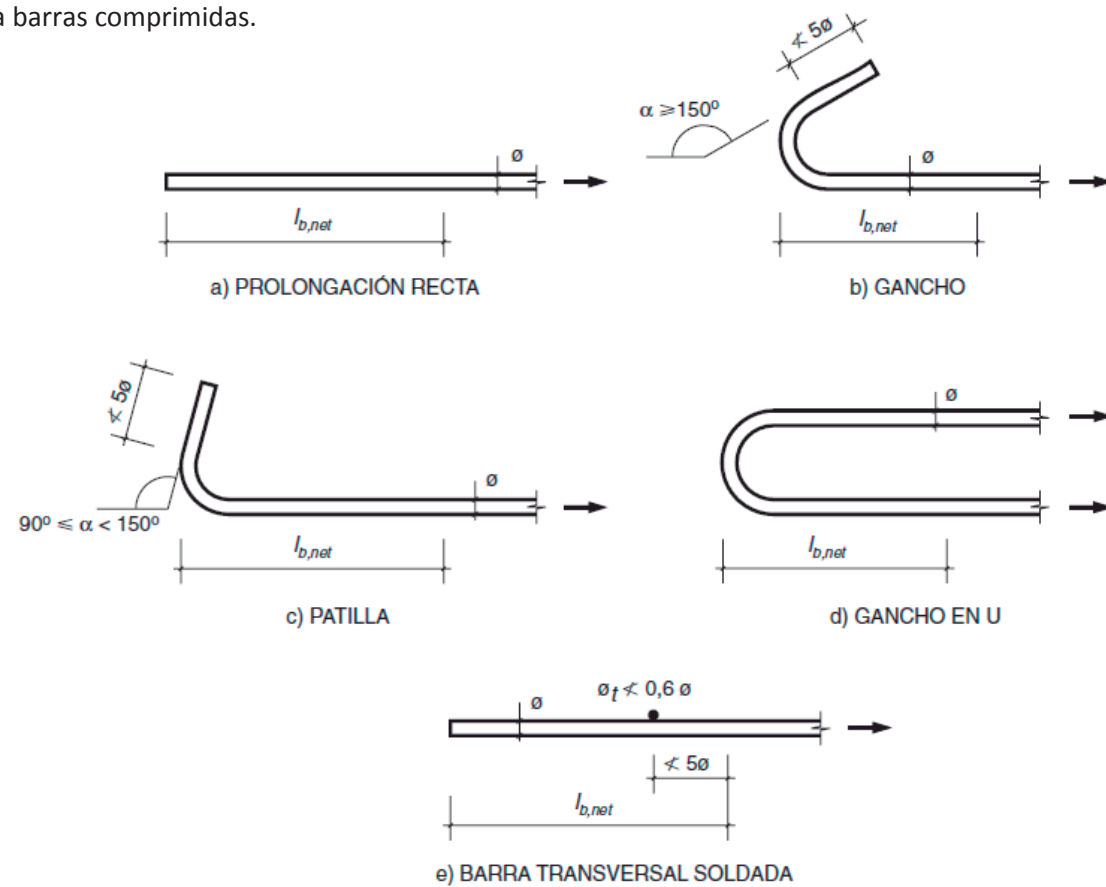


DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

Longitud de anclaje de barras corrugadas:

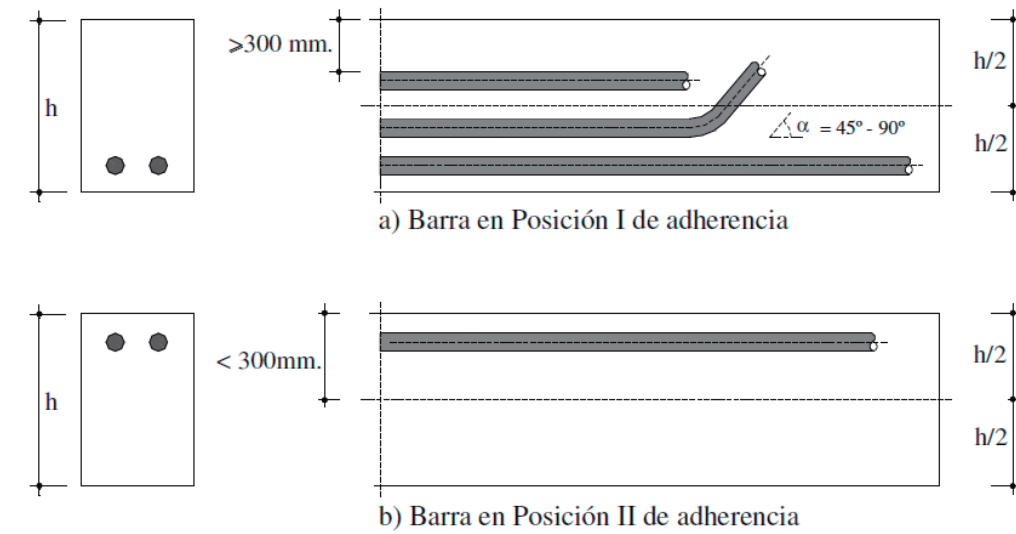
La longitud recta de anclaje l_b definida en el art. 69.5.1.2 y 69.5.1.4 de la EHE-08 no podrá adoptar valores inferiores al mayor de los 3 siguientes:

- 10Φ
- 15cm
- La 1/3 parte de la longitud básica de anclaje para barras traccionadas y 2/3 de dicha longitud para barras comprimidas.



3.17

Las longitudes básicas de anclaje (l_b) dependen de las propiedades de adherencia de las barras y de la posición que éstas están ocupando en la pieza de hormigón. Dado que la losa estructural tiene un espesor de 15cm se considera cualquier posición del armado dentro de ésta en **Posición II de adherencia**.



3.18

Según EHE-08 en el Art. 69.5.1.1:

“- Posición I, de adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90° o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45°, están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.

- Posición II, de adherencia deficiente, para las armaduras que, durante el hormigonado, no se encuentran en ninguno de los casos anteriores.”

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	m	
	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥ 50	0,7	1,0

3.19

$$l_{bII}(\text{mm}) = 1'4m\Phi^2 > \frac{f_y k \Phi}{14} \rightarrow 1'4 \cdot 1'5 \cdot 20^2 = 840\text{mm} > 310.55$$



DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

Dimensionado de zapatas combinadas:

- Área de la zapata:

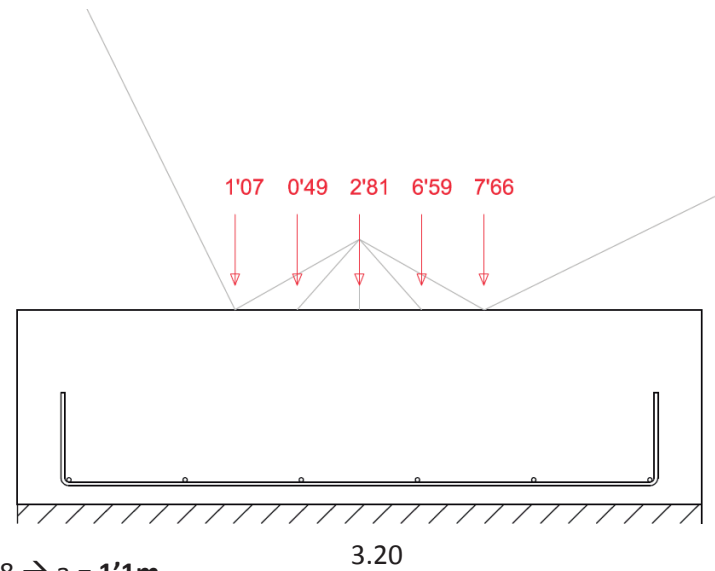
HA-25: $\sigma_{admisible} = 25\text{N/mm}^2$

$\Sigma N = 18'62\text{Tn}$

$$A = a \cdot a = \frac{N1+N2+N3+N4+N5}{\sigma_{adm} \cdot 10}$$

$$= \frac{1'07+0'49+2'81+6'59+7'66}{1667 \cdot 10} = 0'11\text{m}^2;$$

$a = 0'33\text{m} \approx$ Por ejecución y mínimos según la EHE08 $\rightarrow a = \underline{1'1\text{m}}$



- Canto de zapata:

$$h > \frac{V_{max}}{2} = \frac{\left(\frac{0'15}{2} + \frac{1'1}{2}\right)}{2} = 0'313\text{m}$$

Pero por dificultad de ejecución simplificaremos a: $h = \underline{0'6\text{m}}$ (más 0'1 HL).

- Armadura de zapata combinada:

$$AS = \frac{Md}{0'8 \cdot h \cdot f_{yd}}$$

M. Longitudinal cálculo lineal:

$$M+d = 1'6 \cdot \frac{\sigma_{adm} \cdot V_{max}}{2} \cdot 10 = 1'6 \cdot \frac{1'67 \cdot 0'62}{2} \cdot 10 = 8'28\text{mT/ml}$$

$$M-d = 1'6 \cdot \sigma_{adm} \cdot \left(\frac{L^2}{8} - \frac{V^2}{2}\right) \cdot 10 = 1'6 \cdot 1'67 \cdot \left(\frac{1'1^2}{8} - \frac{0'62^2}{2}\right) \cdot 10 = -1'09\text{mT/ml}$$

M Transversal:

$$M+d = 1'6 \cdot \frac{1'2 \cdot \sigma_{adm} \cdot b^2}{8} \cdot 10 = 1'6 \cdot \frac{1'2 \cdot 1'67 \cdot 1'1^2}{8} \cdot 10 = 4'85\text{mT/ml}$$

Armadura Longitudinal:

$$AS = \frac{Md}{0'8 \cdot h \cdot f_{yd}} = \frac{8'28}{0'8 \cdot 0'5 \cdot 4347'8} \cdot 1000 = 0'476\text{cm}^2 \approx \underline{1\Phi6 \text{ s/30}}$$

$= \underline{1 \Phi 12 \text{ s/30}}$ (Diámetro y separación mínimos definidos en EHE-08 Art. 58.8.2).

Armadura Transversal:

$$AS = \frac{Md}{0'8 \cdot h \cdot f_{yd}} = \frac{4'85}{0'8 \cdot 0'5 \cdot 4347'8} \cdot 1000 = 0'278\text{cm}^2 \approx \underline{1\Phi6 \text{ s/30}}$$

$= \underline{1 \Phi 12 \text{ s/30}}$ (Diámetro y separación mínimos definidos en EHE-08 Art. 58.8.2).

Dimensionado de placa base a compresión:

$\Sigma Axiles. (N) = 18'62\text{Tn}$

- Área de la placa:

$$A = a \cdot a \geq \frac{1'5 \cdot N(\text{Tn}) \cdot 1000}{0'85 \cdot f_{yd}(\text{kg/cm}^2)} = \frac{1'5 \cdot 18'62 \cdot 1000}{0'85 \cdot 4'35} = 0'76\text{m}^2; a = \underline{1'07\text{m}}; b = \underline{0'71\text{m}}$$

- Espesor de placa:

$$e(\text{mm}) = \frac{V(\text{mm})}{2'5} = \frac{355-50}{2'5} = 122\text{mm}$$

*Nota: 12'5cm es un espesor excesivo por lo que hay que dimensionar cartelas rigidizadoras y así optimizar a 2cm el espesor de la placa base.



DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

Dimensionado de cartelas

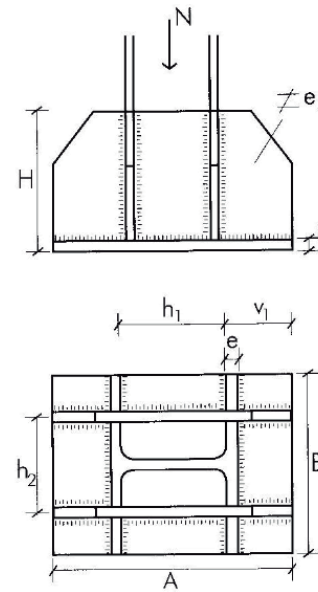
V = vuelo máx.

$$M_{total} = 0'85f_{cd} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot B = 0'85 \cdot 1667 \cdot \frac{20^2}{2} \cdot 71 = 20.120.690$$

$$\frac{B}{30} < e_2 < e; \frac{71}{30} = 2'33\text{cm} < \mathbf{2'5\text{cm}} = e_2 < 2'5\text{cm} = e$$

$$M_{resistente} = 2 \cdot \frac{e^2 \cdot H^2}{6} \cdot \sigma_{adm} =$$

$$2 \cdot \frac{2'5 \cdot H^2}{6} \cdot 2600 = 20.120.690 \text{ (1rigidizador)} \rightarrow H = 96'4\text{mm} = \mathbf{10\text{cm}}$$



3.21

Dimensionado de placas de corte:

$$\sigma = \left| \frac{Nk}{A} \right| = \frac{18620}{2 \cdot X\text{cm}^2} = 2600 \rightarrow X = 3'5\text{cm}^2 = 1'8^2$$

Nota: Al tener el bulón y su base 3'5cm se puede colocar placas de 1cm de espesor, esto se verá reflejado de tal forma que haya 3 placas de corte de 1cm y 2 (las opuestas) de 1'5cm, para igualar superficies.

Dimensionado de bulón:

- Resistencia del tornillo calibrado (τ_u):

$$\tau_u = 1Tn/\text{cm}^2$$

- Área necesaria de tornillos (Ω):

Fk = cortante característico total de la unión

N = nº de tornillos

n = nº de planos de corte

$$\Omega = \frac{1'5 \cdot Fk(Tn)}{N \cdot n \cdot \tau_u} = \frac{1'5 \cdot 18'62}{1 \cdot 4 \cdot 1} = 6'98\text{cm}^2; \Phi = \mathbf{3'5\text{cm}}$$

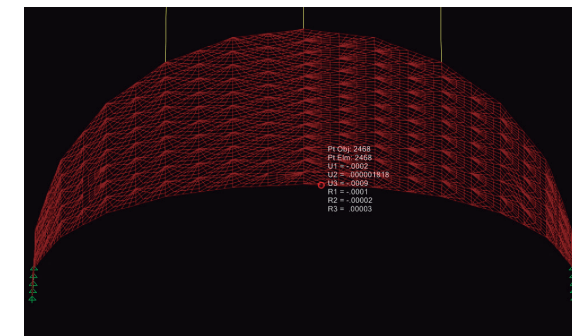
Estudio de Deformaciones/Desplazamientos

En este último análisis, podemos visualizar tras el dimensionado de la estructura, los desplazamientos máximos que podrían presentar sus puntos más desfavorables con las distintas combinaciones de hipótesis de cargas y dirección y medidas de estas deformaciones.

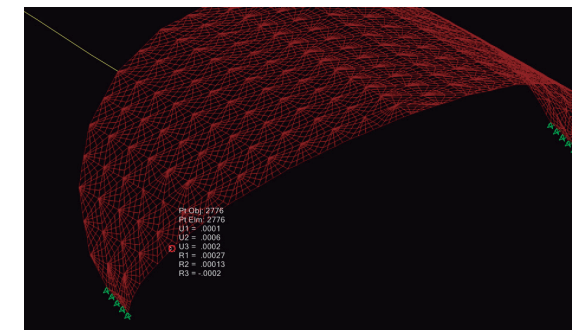
Cabe explicar que los números U1, U2 y U3, hace referencia la dirección de los ejes X, Y y Z correspondientemente.

Hipótesis	Joint	U1 (cm)	U2 (cm)	U3 (cm)
ELS2	120	0.091	0.410	0.111
ELS7	2776	0.065	0.522	0.140
ELS7	2776	0.065	0.522	0.140

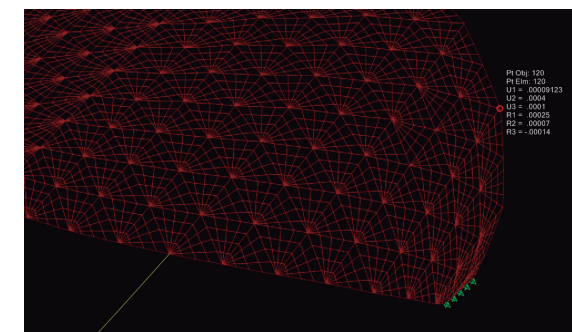
3.22



3.23



3.24



3.25

Estas deformaciones corresponden con las máximas posibles para los casos más desfavorables.

Como se puede observar, ninguna de ellas se considera significativa o dañina para la integridad de la estructura, ya que no superan los umbrales estipulados por el DB-SE* de, 1/300 de flecha, siendo 1 la luz del pórtico, lo que equivale en este caso a 3'3cm. Ni desplazamiento horizontal de 1/250, siendo 1 la altura total, que en este caso equivale a 2cm.



4. CONSTRUCCIÓN

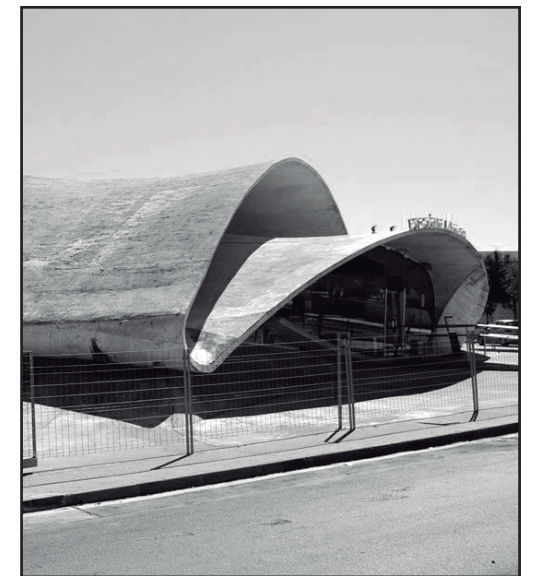
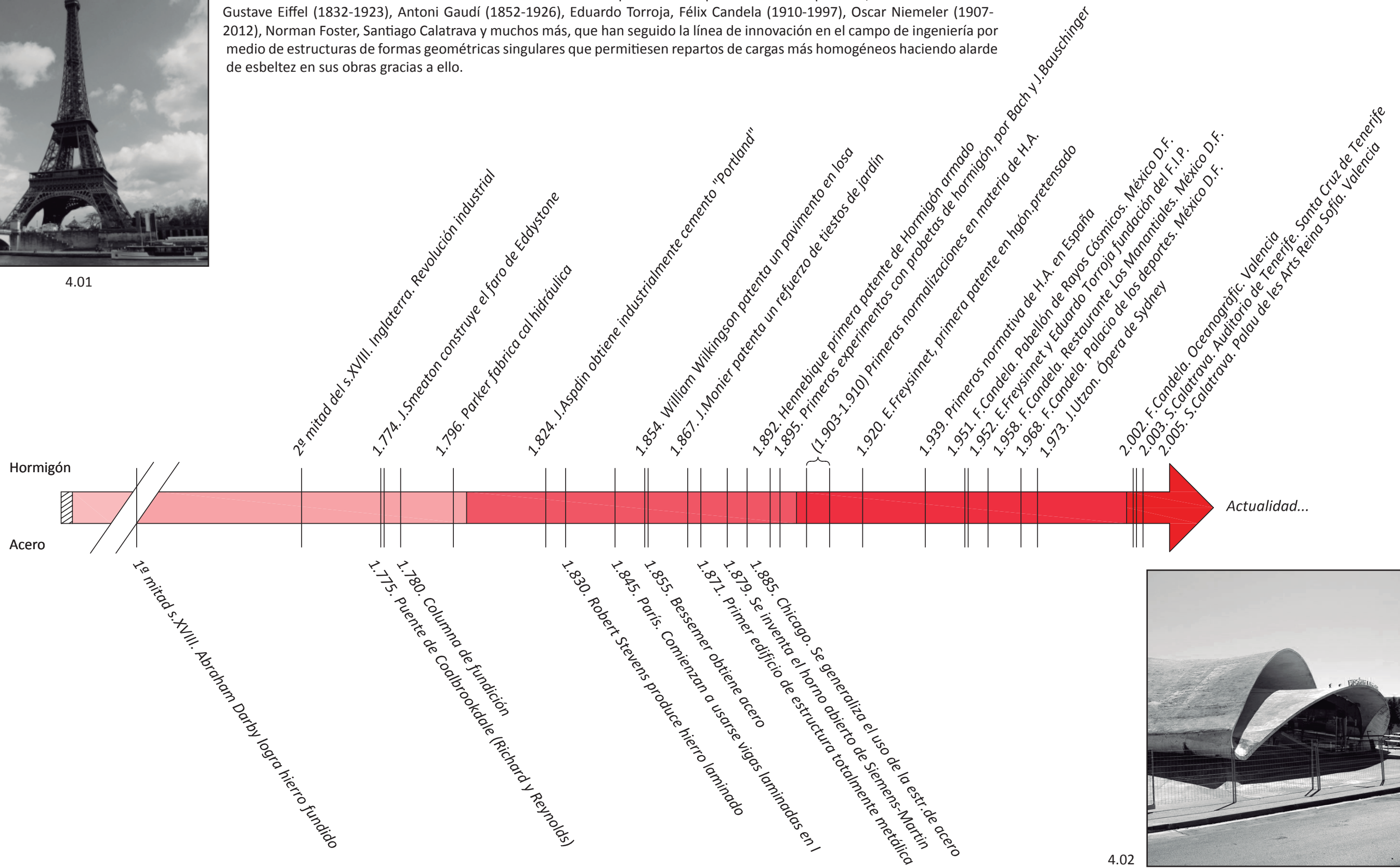


HISTORIA DE LOS MATERIALES



4.01

La evolución de estos dos materiales ha sido decisiva en la concepción de la arquitectura contemporánea, así como los autores Gustave Eiffel (1832-1923), Antoni Gaudí (1852-1926), Eduardo Torroja, Félix Candela (1910-1997), Oscar Niemeler (1907-2012), Norman Foster, Santiago Calatrava y muchos más, que han seguido la línea de innovación en el campo de ingeniería por medio de estructuras de formas geométricas singulares que permitiesen repartos de cargas más homogéneos haciendo alarde de esbeltez en sus obras gracias a ello.

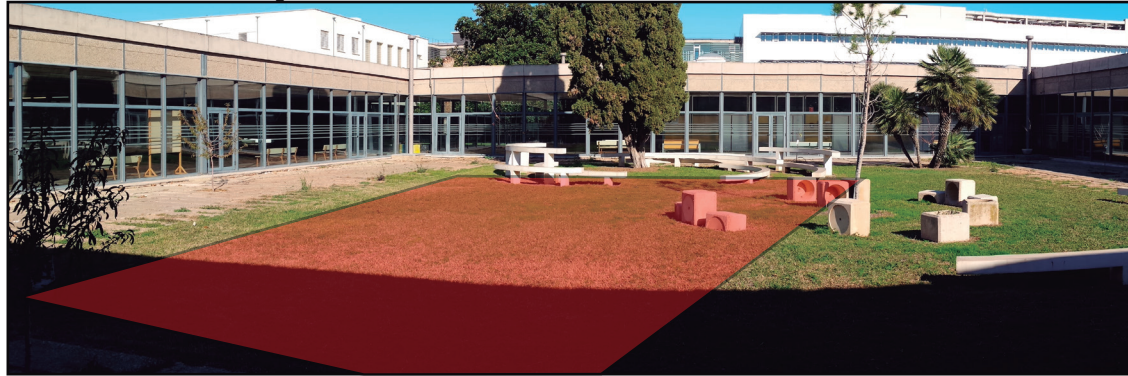


4.02

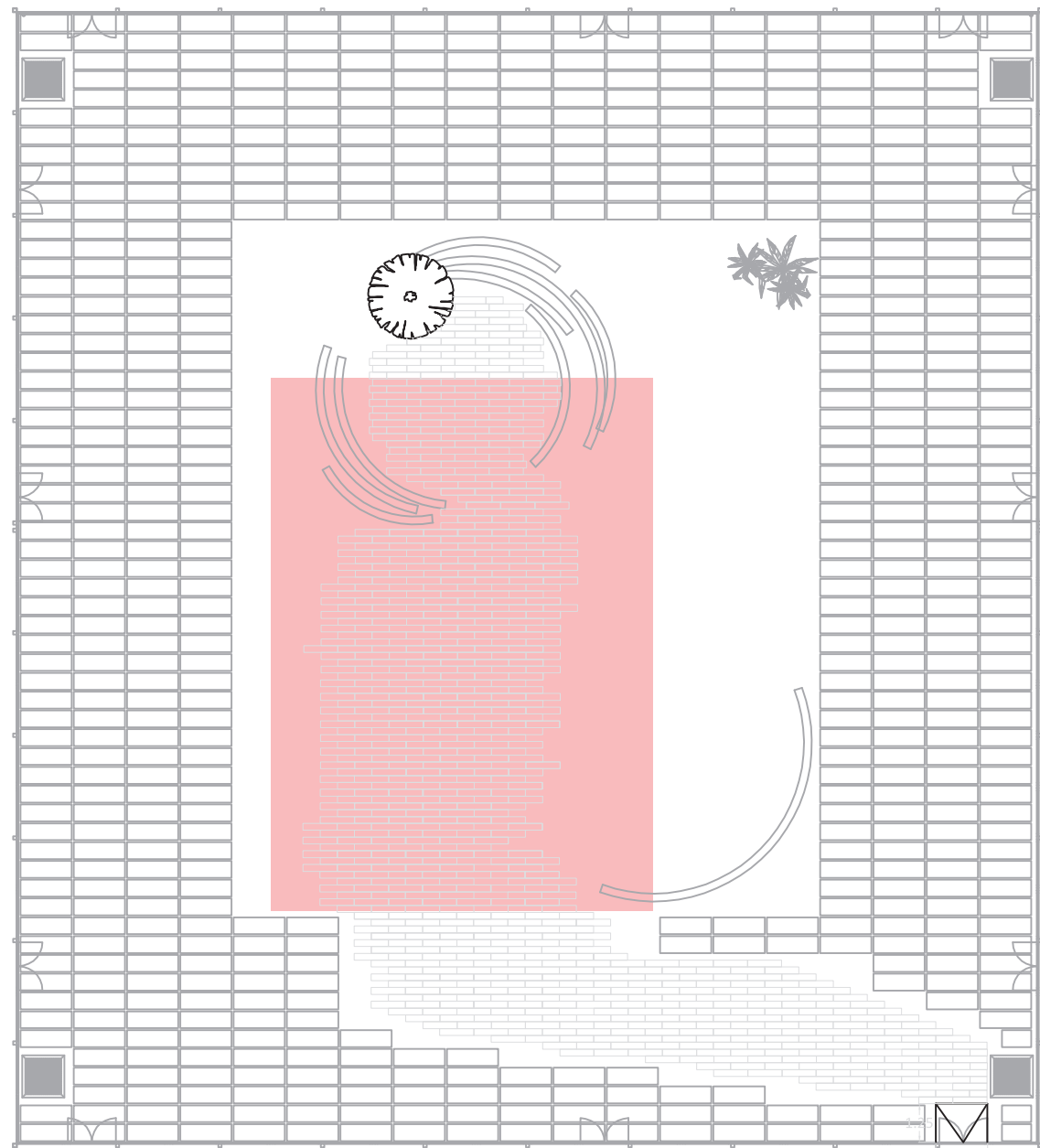


REPLANTEO DE LA ESTRUCTURA

Zona de trabajo



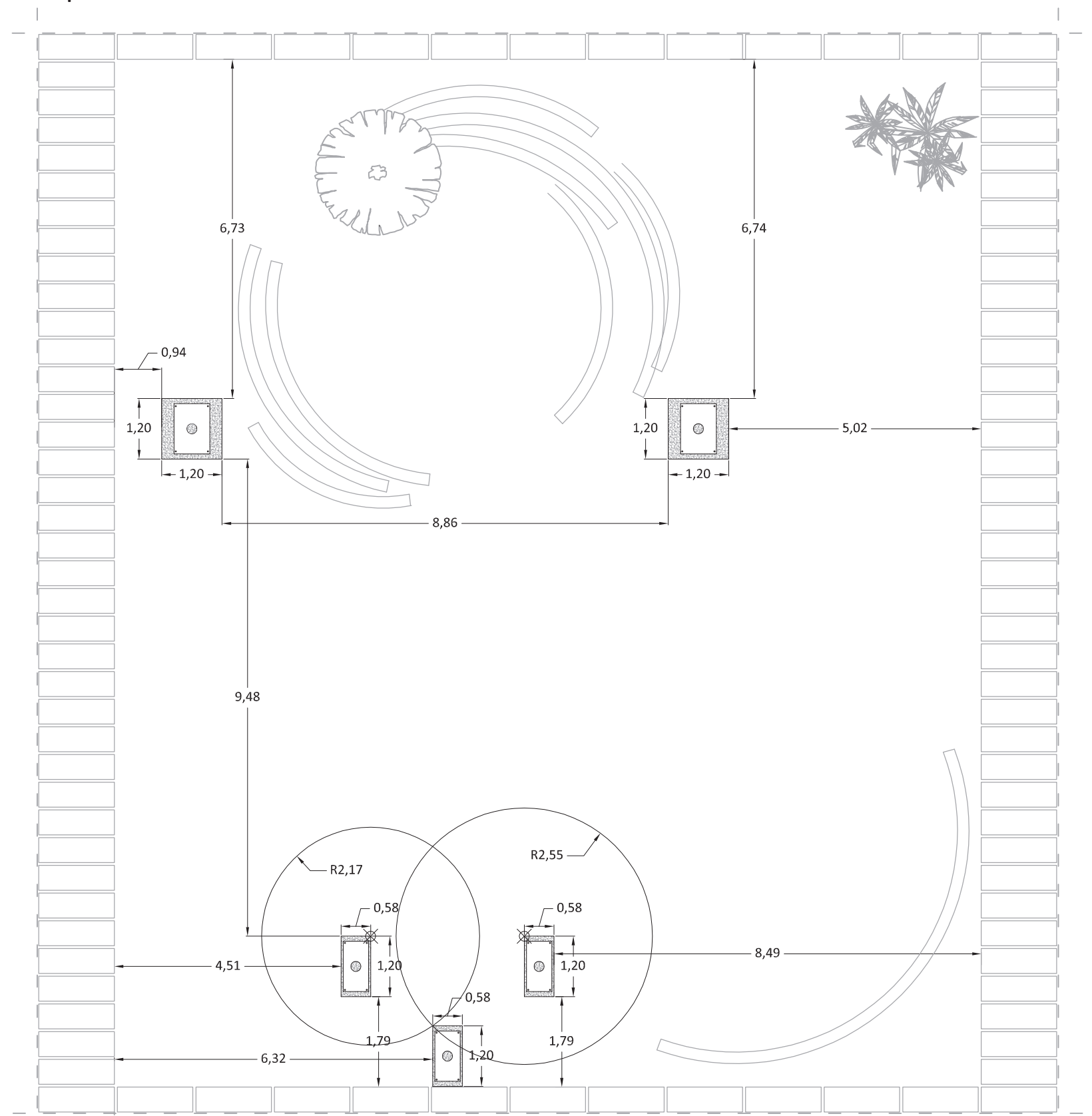
4.03



4.04

Escala 1:200

Replanteo de cimentación



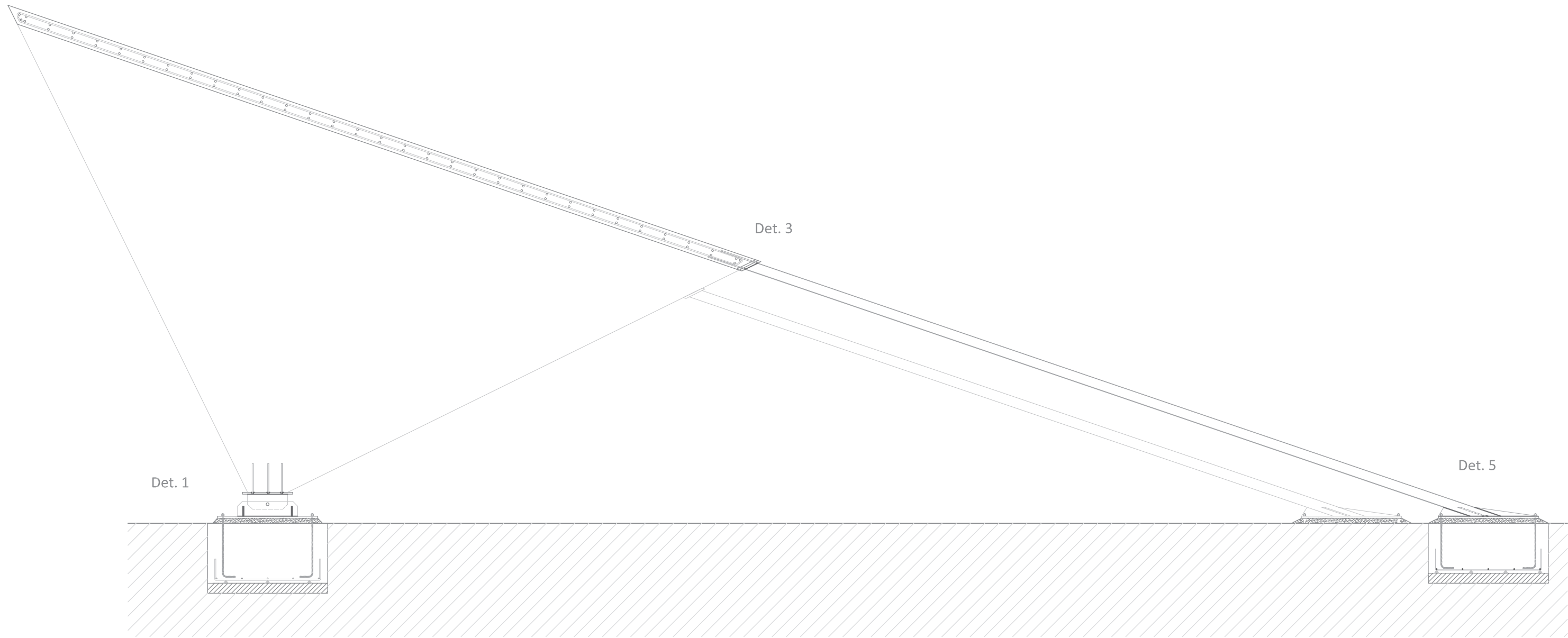
4.05

Escala 1:100



Detalles constructivos

Sección longitudinal



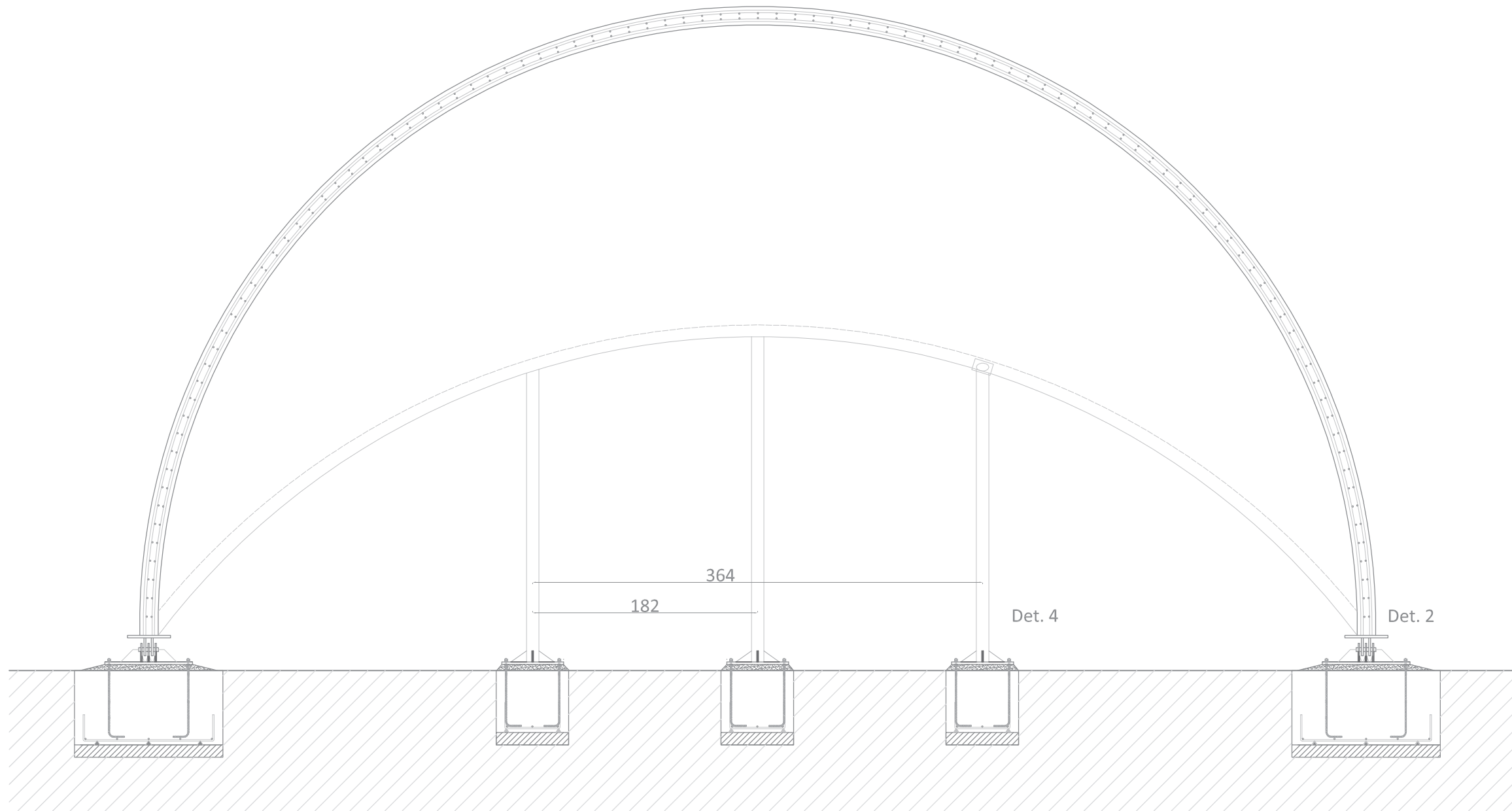
4.06

Escala 1:40



Detalles constructivos

Sección Transversal



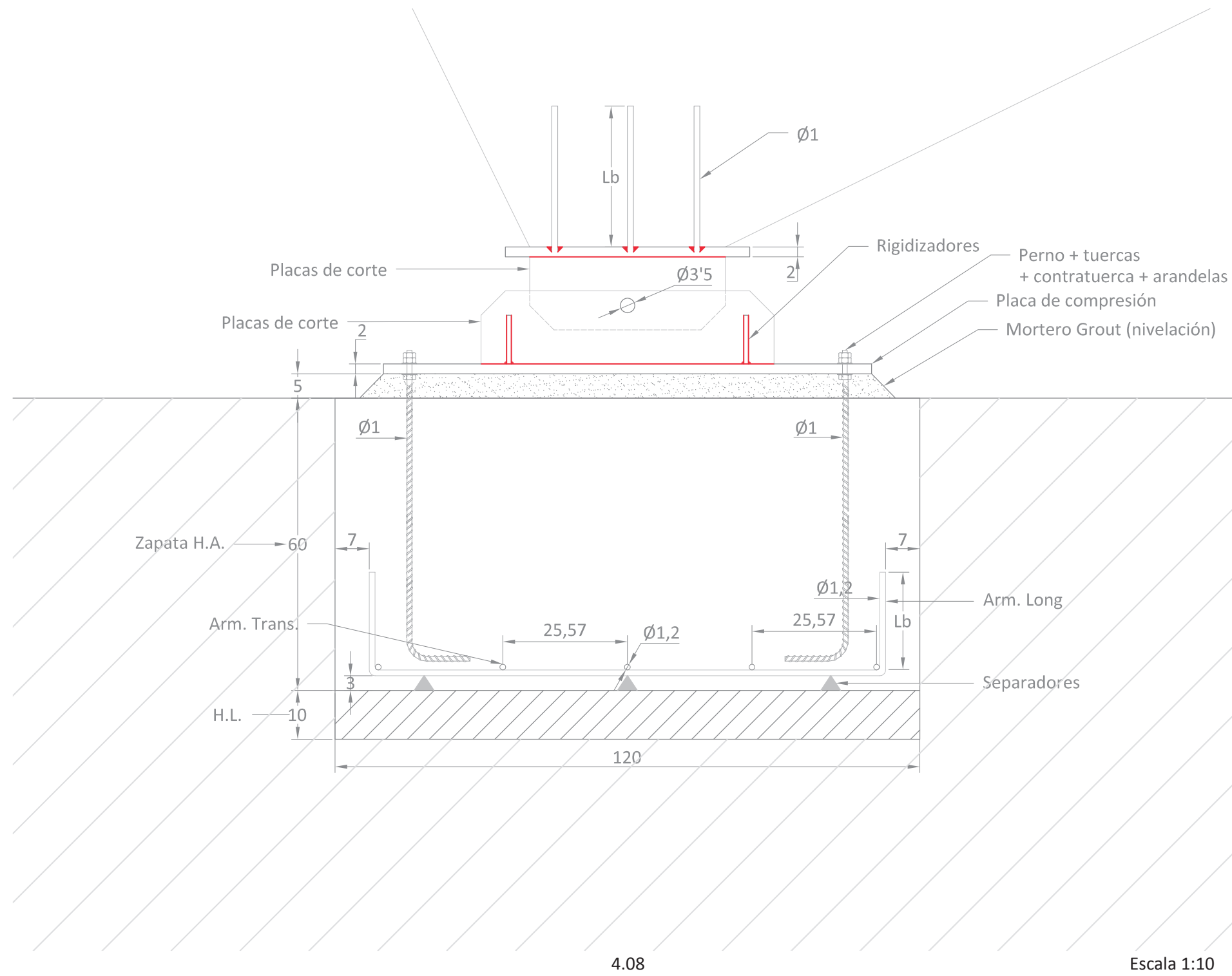
4.07

Escala 1:40



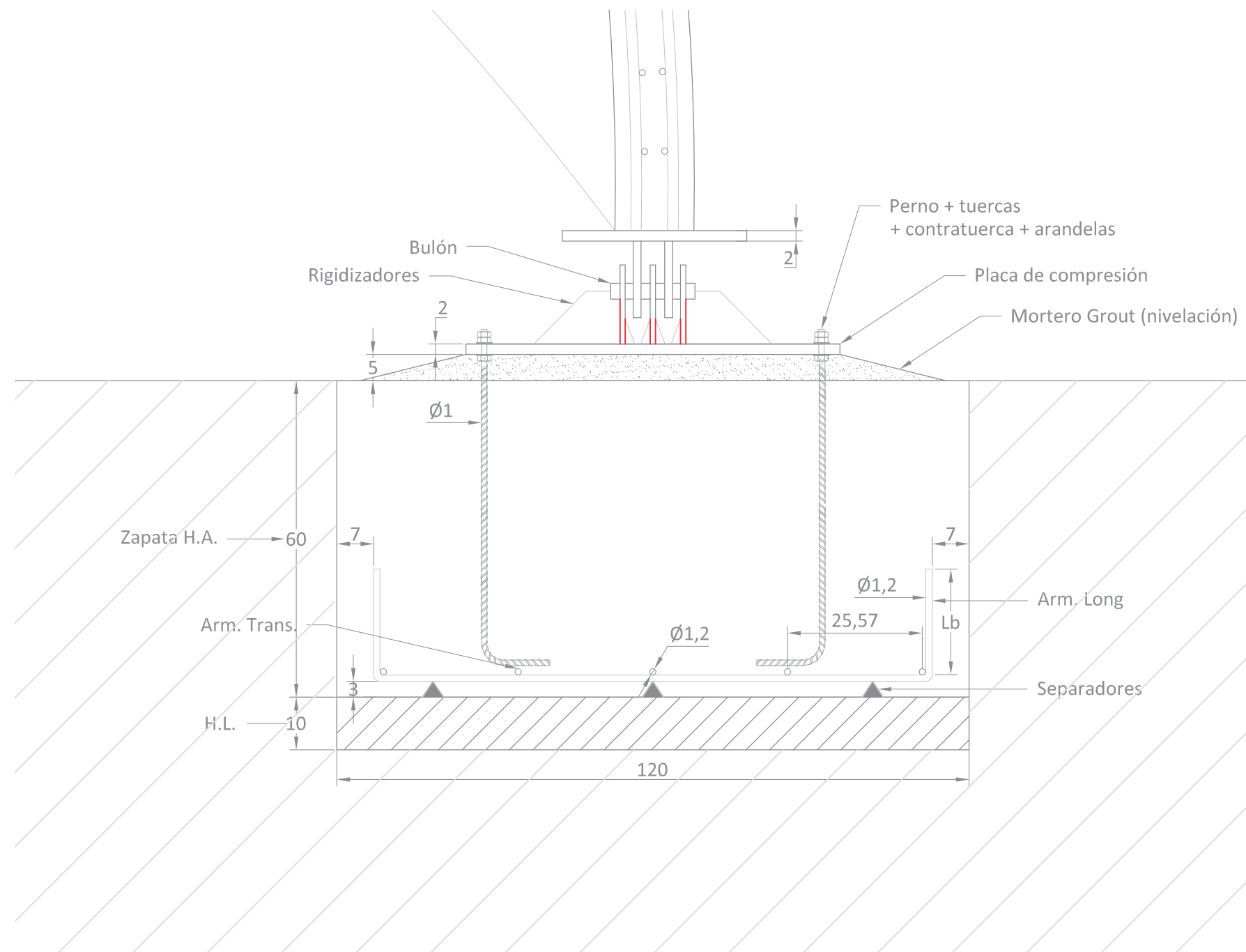
Detalles constructivos

Detalle 1_Articulación. Zapata - Losa



Detalles constructivos

Detalle 2_Articulación. Zapata - Losa



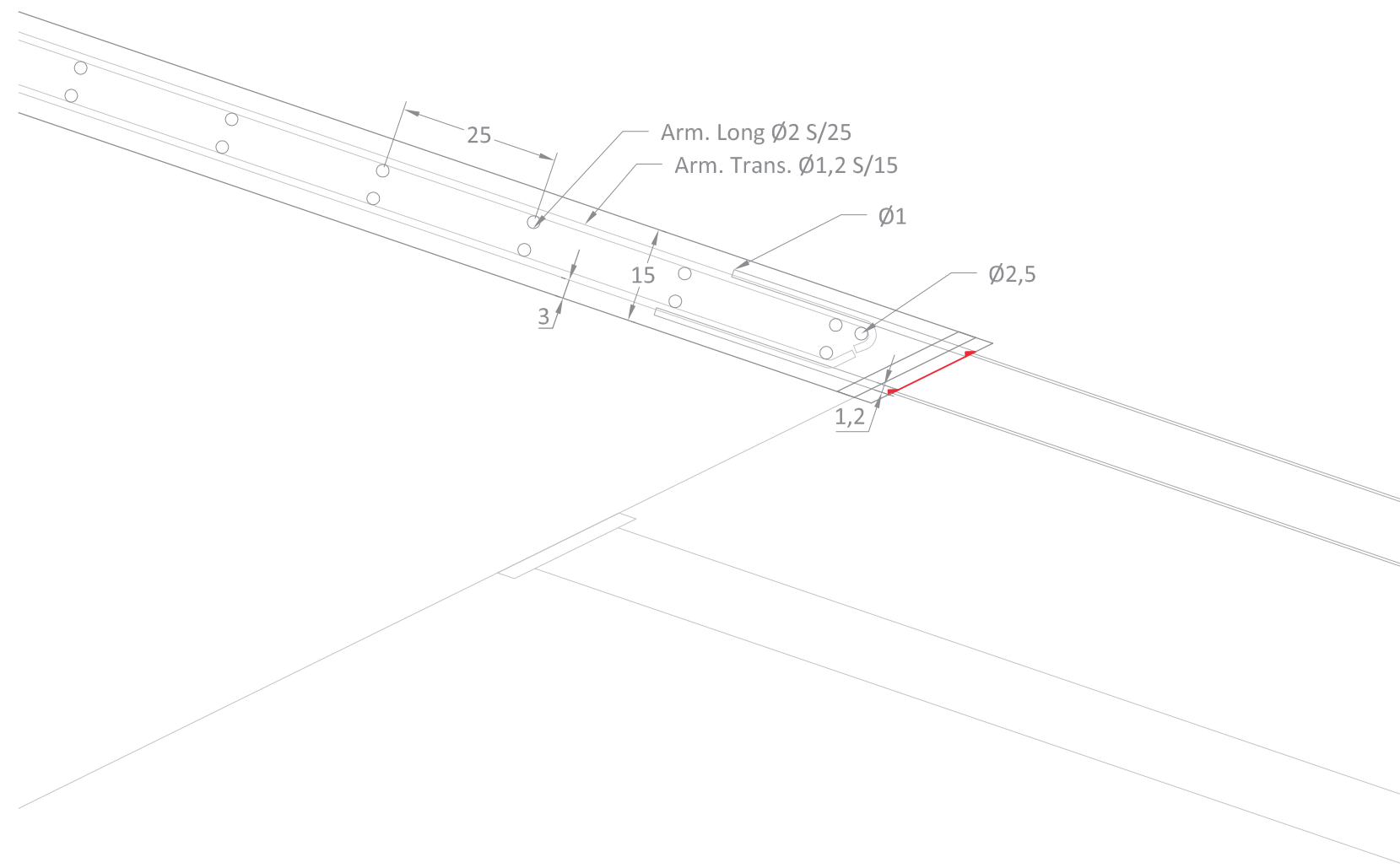
4.09

Escala 1:10



Detalles constructivos

Detalle 3_Empotramiento. Pilar - Losa



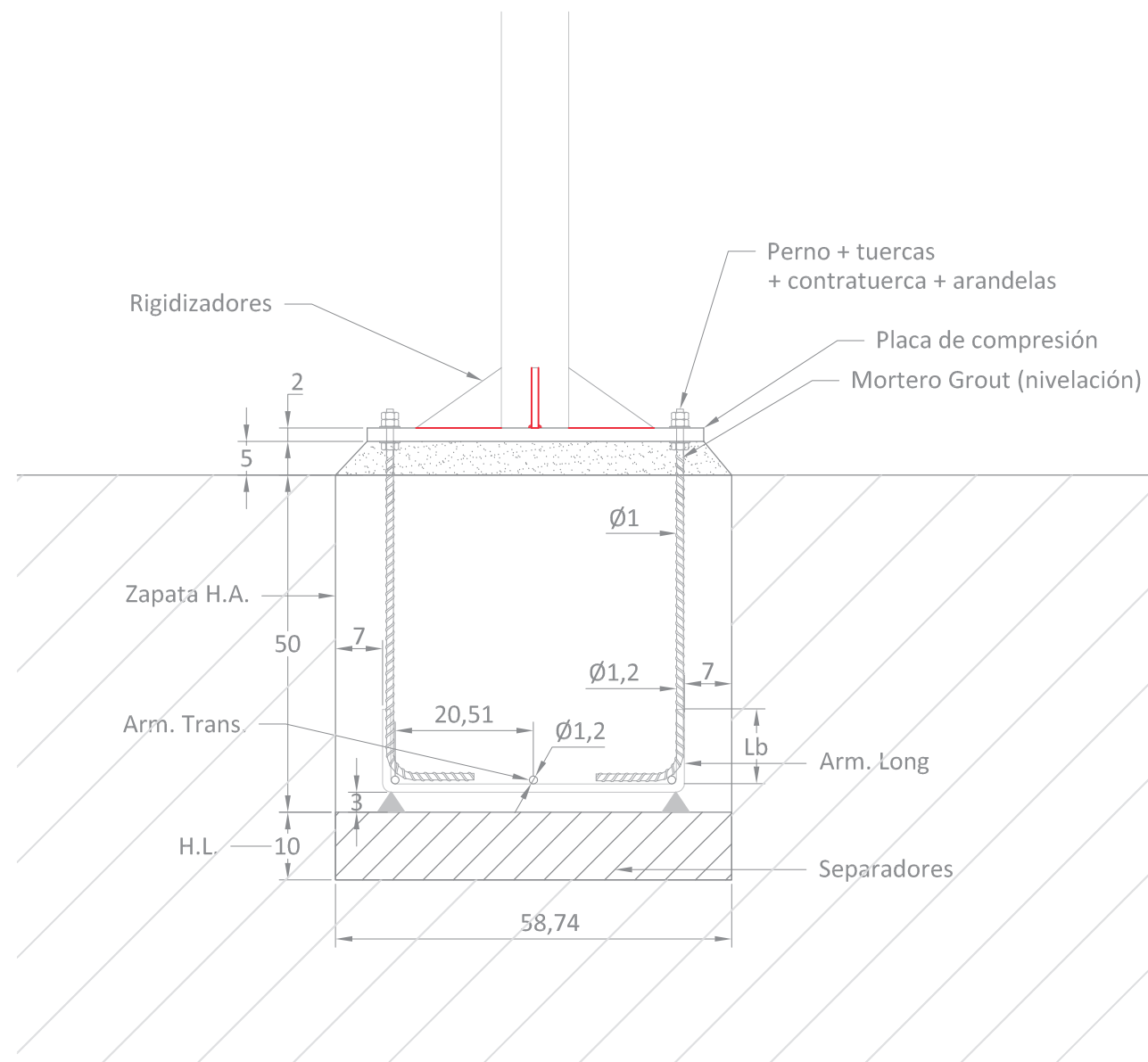
4.10

Escala 1:10



Detalles constructivos

Detalle 4_Empotramiento. Zapata - Pilar



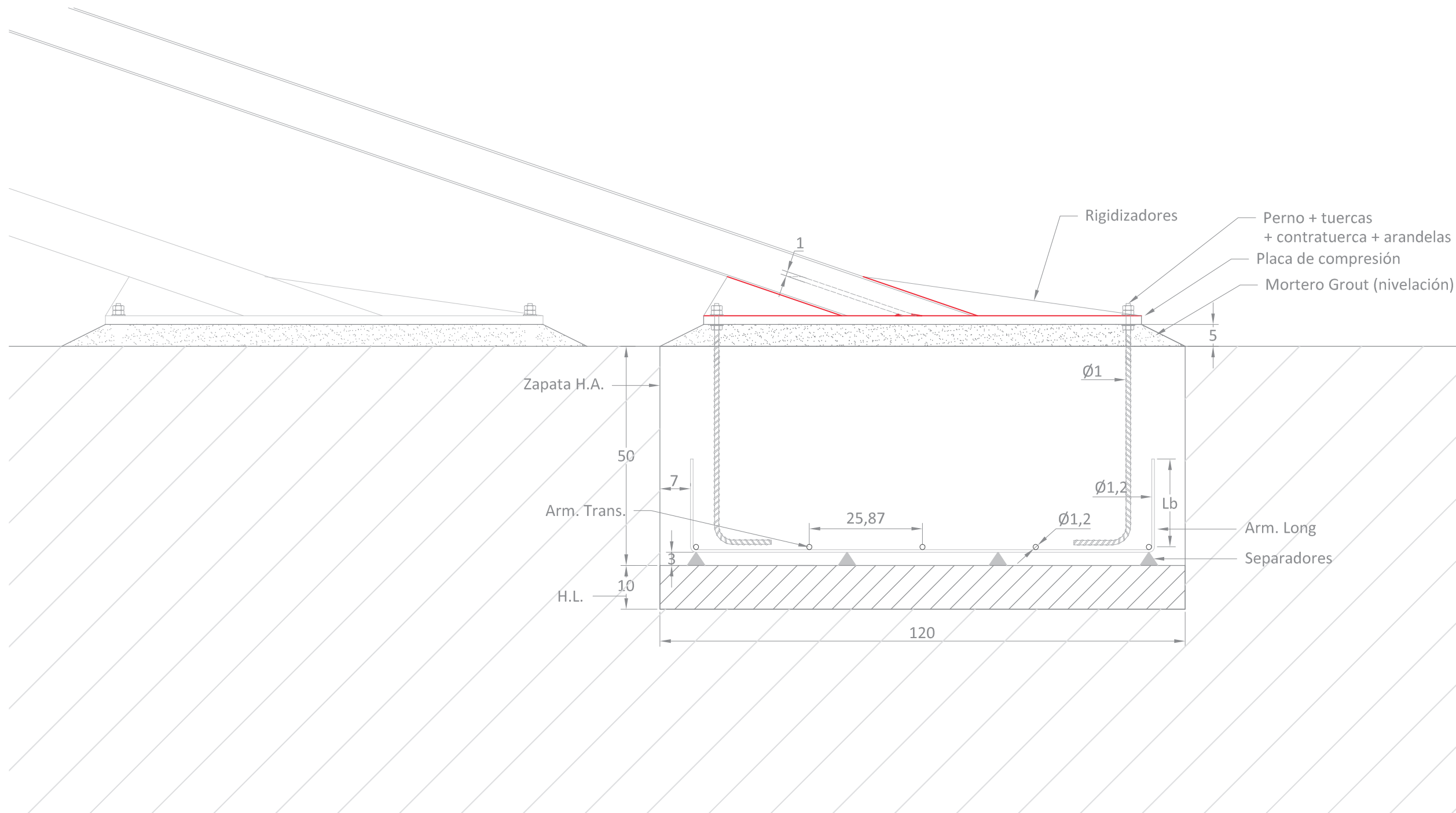
4.11

Escala 1:10



Detalles constructivos

Detalle 5_Empotramiento. Zapata - Pilar



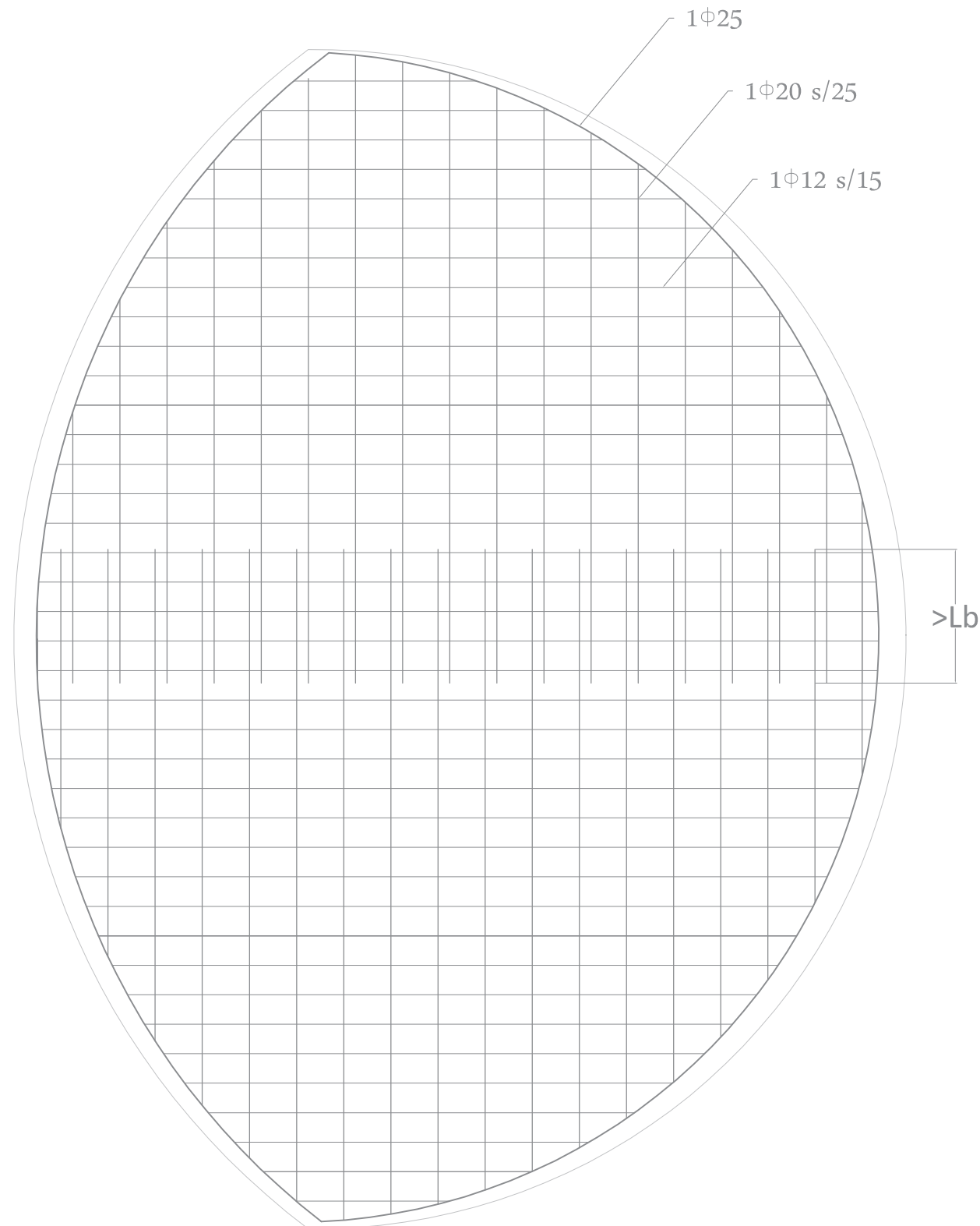
4.12

Escala 1:10



Detalles constructivos

Esquemas de armado



4.13

Escala 1:50

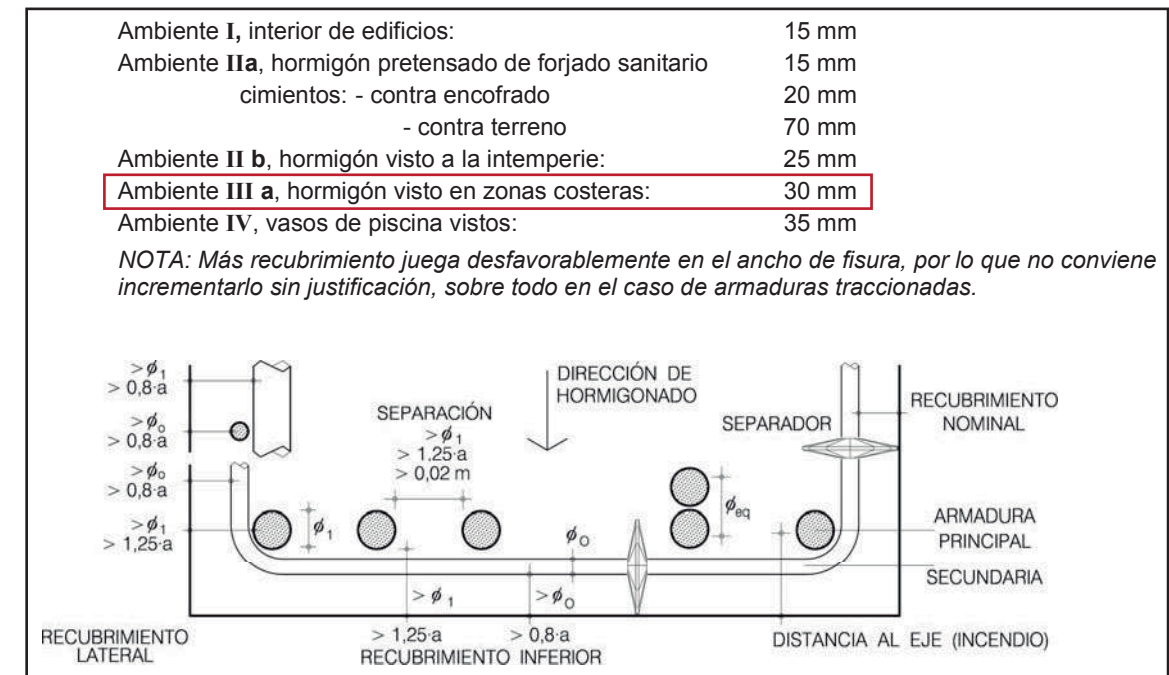
Normativa aplicable

Los diámetros de doblado de barras cumplen con la siguiente tabla de la EHE-08:

Acero	Ganchos, patillas y gancho en U (ver figura 69.5.1.1)		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	Diámetro de la barra en mm		Diámetro de la barra en mm	
	$\sigma < 20$	$\sigma \geq 20$	$\sigma \leq 25$	$\sigma > 25$
B 400 S B 400 SD	4 σ	7 σ	10 σ	12 σ
B 500 S B 500 SD	4 σ	7 σ	12 σ	14 σ

4.14

Se puede comprobar también, como los recubrimientos y separaciones entre barras cumplen con las características descritas en la siguiente tabla de DA-SE:



4.15

Igualmente los recubrimientos cumplen con las normativas aplicables por este mismo documento:

Tabla 2.1 Longitud básica de anclaje⁽¹⁾ (m)

Acero	Hormigón	Sección (cm ²)	φ 6	φ 8	φ 10	φ 12	φ 14	φ 16	φ 20	φ 25
			0,28	0,50	0,78	1,13	1,54	2,01	3,14	4,90
B 400	HA 30							0,60	0,90	
	HA 25	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,70	1,10	
	HM 20						0,50	0,80	1,20	
B 500	HA 30							0,75	1,15	
	HA 25	0,20	0,30	0,35	0,45	0,50	0,60	0,85	1,30	
	HM 20						0,55	0,70	1,05	1,65

4.16



PROCESO DE EJECUCIÓN

1. Cimentación

1. Trabajos previos de preparación: Desbroce y limpieza.
2. Replanteo previo a excavación: con ayuda del plano de replanteo de cimentación y los útiles necesarios (aparatos topográficos, cinta métrica, escuadras, camillas, etc).
3. Excavación con maquinaria hasta una cota 10cm superior a la cota definitiva.
4. Refinado manual del pozo, para compactar terreno y limpieza.
5. Vertido de hormigón de limpieza (H.L.). Previo excavado de esos 10cm últimos de terreno, inmediatamente antes del vertido del hormigón de limpieza.
6. Armado:
Se colocarán los separadores adaptados a los recubrimientos mínimos especificados en los detalles constructivos y cumplirán las condiciones del Art. 37.2.5. EHE-08 y la disposición especificada en su tabla 69.8.2, para este caso se emplean separador de hgón prefabricados.
Tras esto, se procede a la colocación del emparrillado de la zapata proyectada.
7. Comprobación de replanteo, colocación de pernos y basa alineado y aplomados correctamente, e inmovilización de la basa mediante camillas o útiles similares.
*Las basas del presente proyecto, vendrán preparadas con rigidizadores y suplementos soldados en taller.
8. Puesta en obra del hormigón: vertido, vibrado y curado.
9. Fijación de la placa tras su nivelación con tornillos.
Retacado con mortero especial (Grout).

2. Cubierta

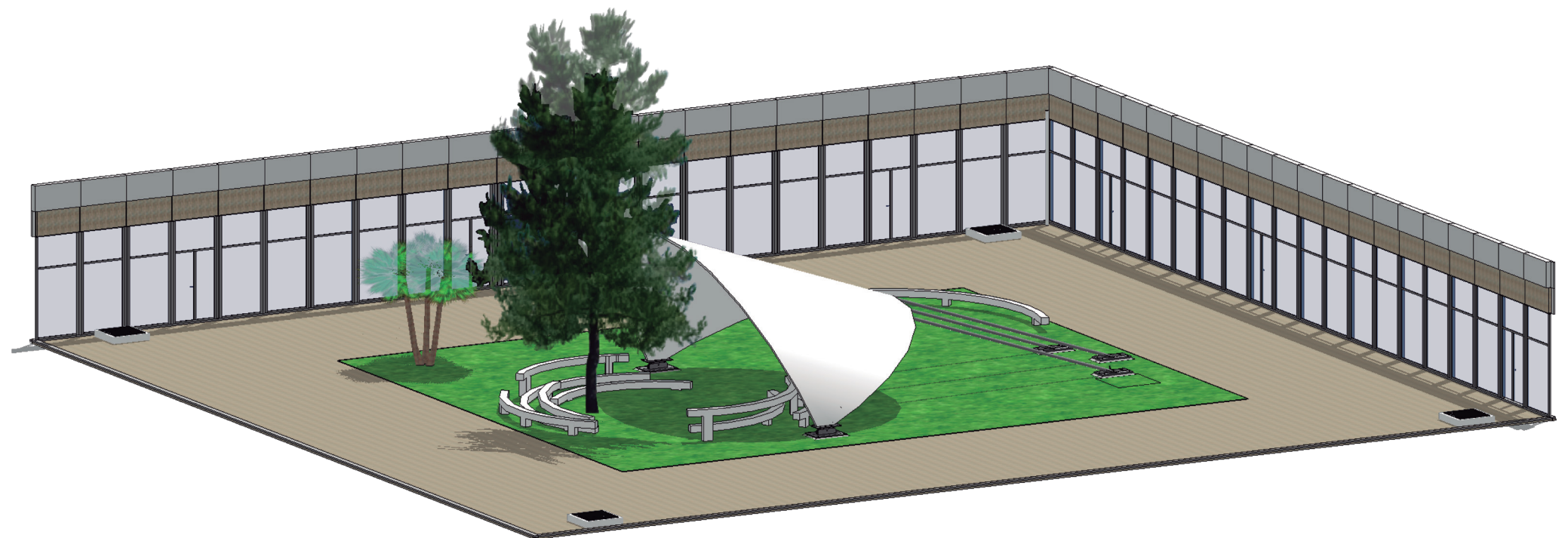
1. Encofrado y apuntalado de losa (a nivel y altura correspondientes) y colocación de sopandas y durmientes. *Por la singularidad de la estructura, se colocarán cuñas adaptadas a la geometría final del encofrado.
2. Armado:
 1. Se colocará primero la armadura longitudinal inferior, cumpliendo con los recubrimientos especificados ayudándonos del uso de separadores de rueda en este caso, ya que son más aptos para adaptarse al encofrado.
 2. Colocación del armado transversal inferior, apoyado sobre el anterior y correctamente atado usando hilo negro.
 3. Colocación del armado transversal superior, que quedará sujeto y cumpliendo los recubrimientos mediante el uso de pates.
 4. Por último, se coloca el armado longitudinal superior, apoyado y correctamente atado al anterior usando hilo negro.
3. Colocación de las 3 placas embebidas en la cubierta para recibimiento de soportes metálicos.
4. Puesta en obra del hormigón: vertido, vibrado y curado.
*Plazos y procedimientos de desapuntalado prescritos en el Art. 74 de la EHE-08.

3. Soportes

1. Colocación de pilares, debidamente anclado con pernos en nudo empotrado de encuentro con cubierta y rigidizado y soldado en obra a la placa de base.
*Los pilares no entrarán en servicio hasta el descimbrado de la cubierta.

4. Acabado

1. Daremos una primera mano de imprimación de pintura blanca de marca TKROM selladora saneadora (TK5906), para evitar infecciones de microorganismos.
2. Segunda mano de esta misma pintura TKROM selladora saneadora.
3. Daremos un acabado del producto TKROM esmalte de poliuretano bicomponente, no amarillante. Que proporcionará al polimerizar una excepcional resistencia a los agentes atmosféricos, a los aceites lubricantes, a los disolventes y a los agresivos químicos.

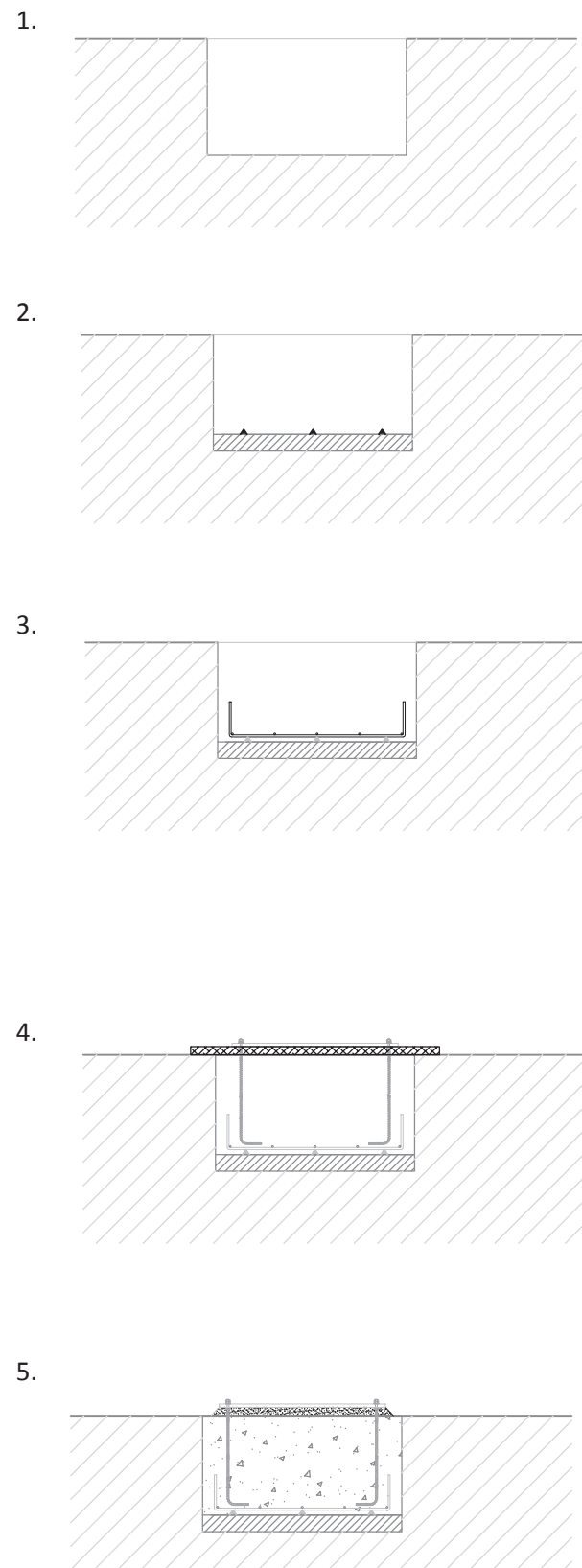


4.17

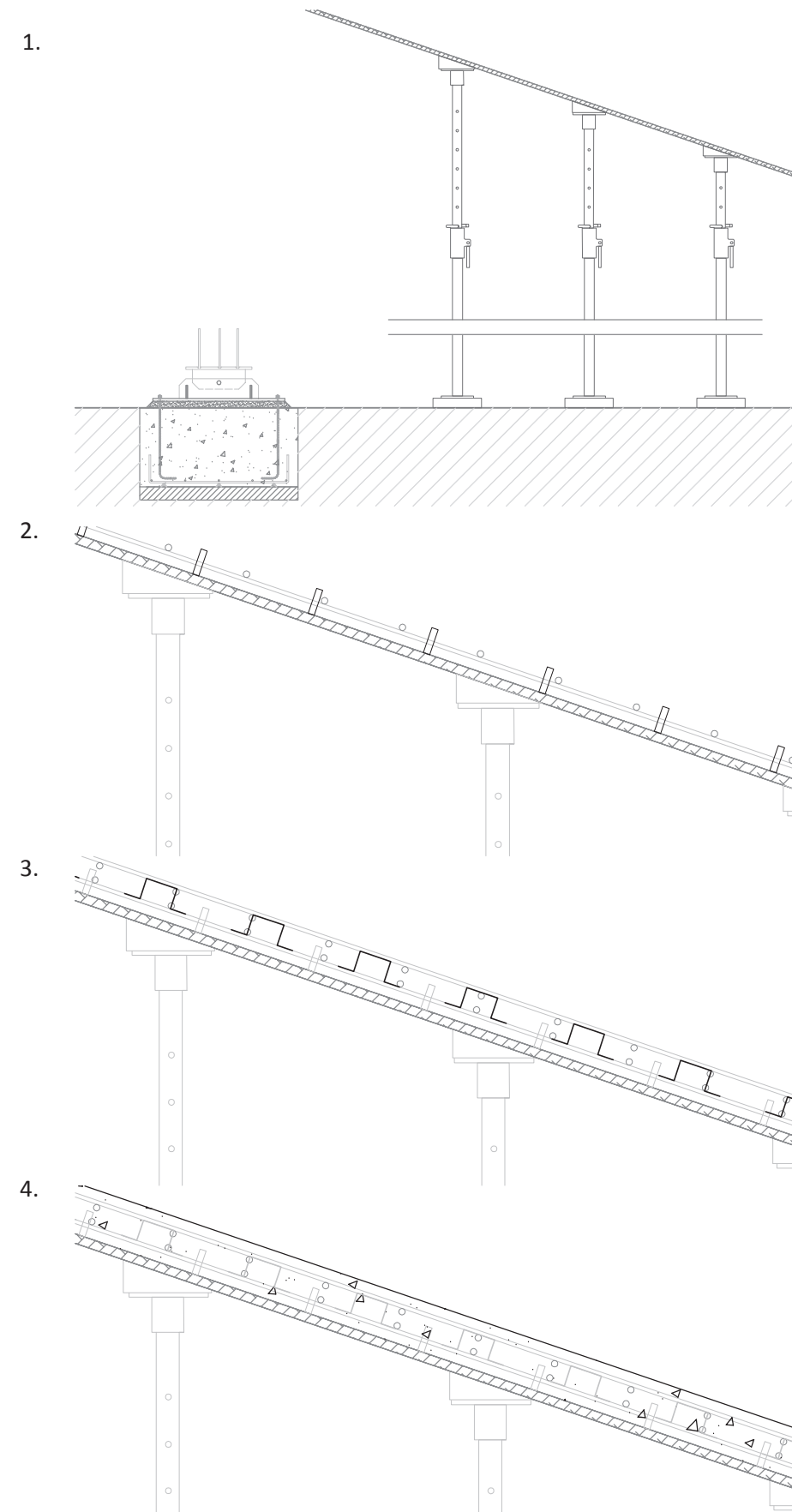


PROCESO DE EJECUCIÓN

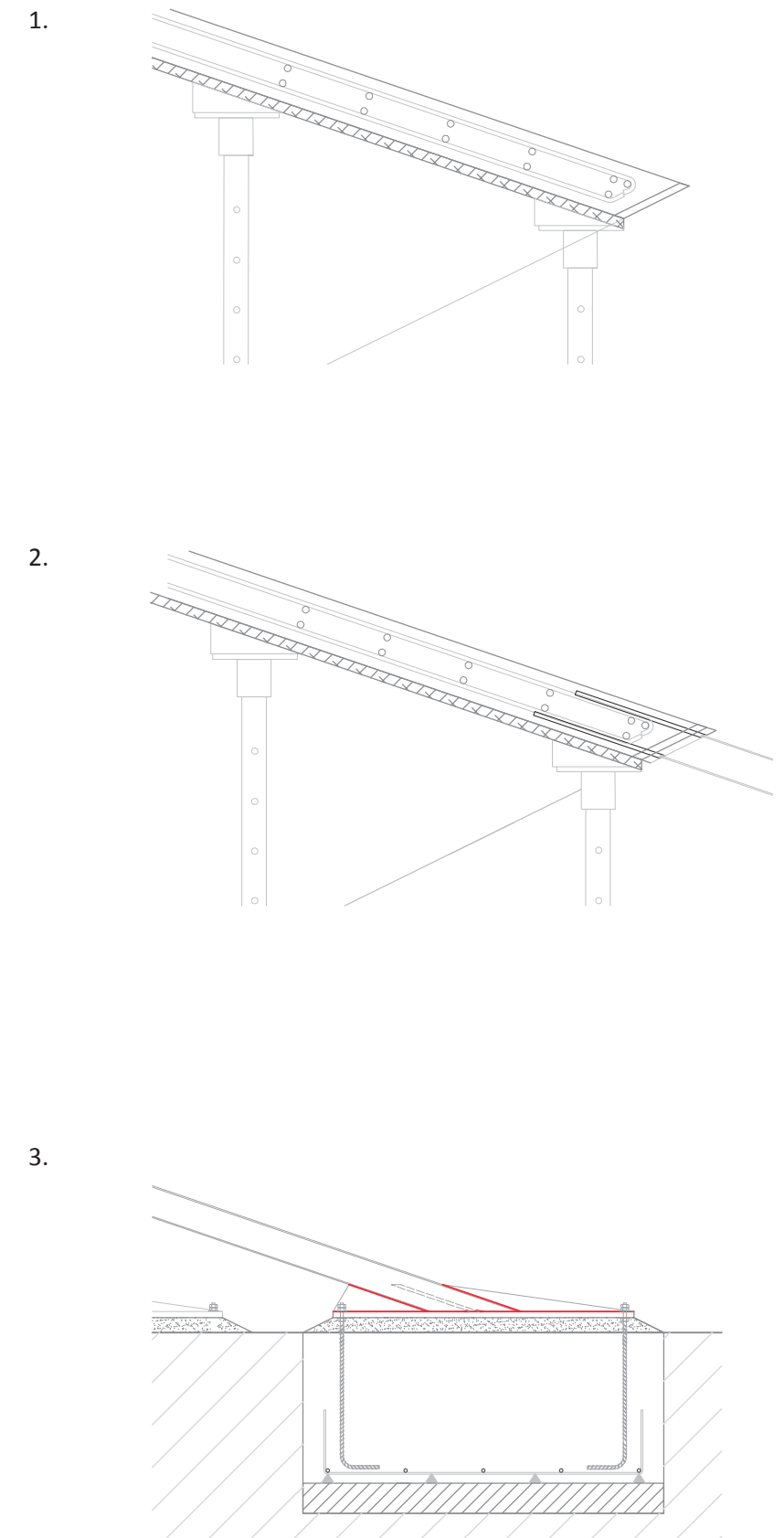
1. Cimentación



2. Cubierta

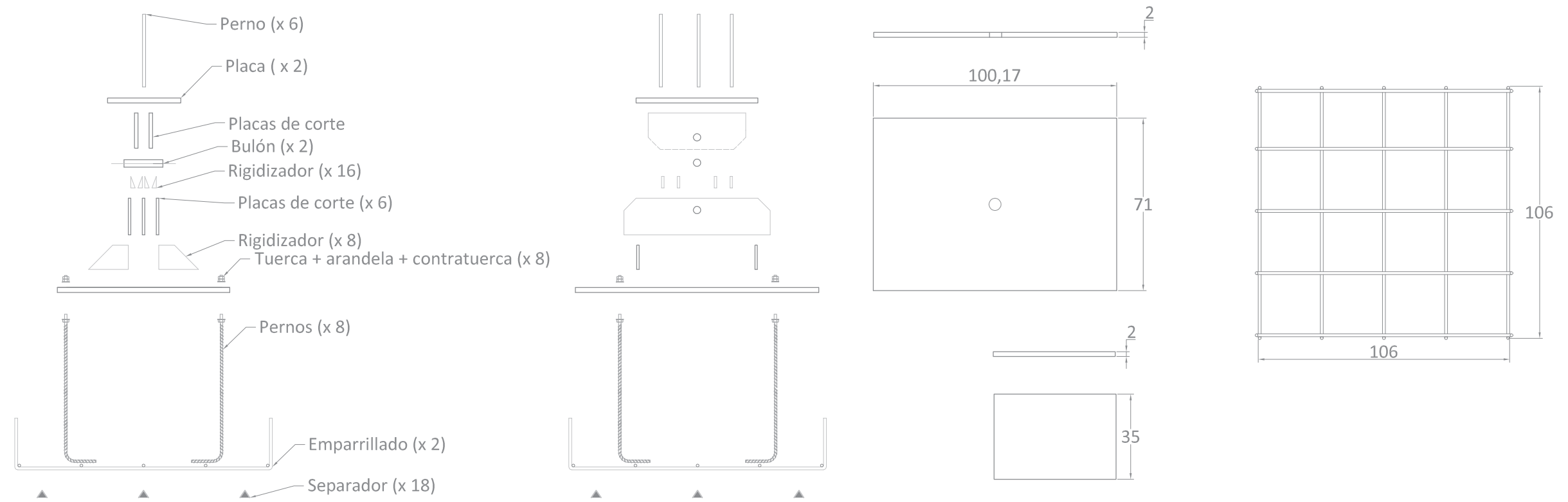


3. Soportes



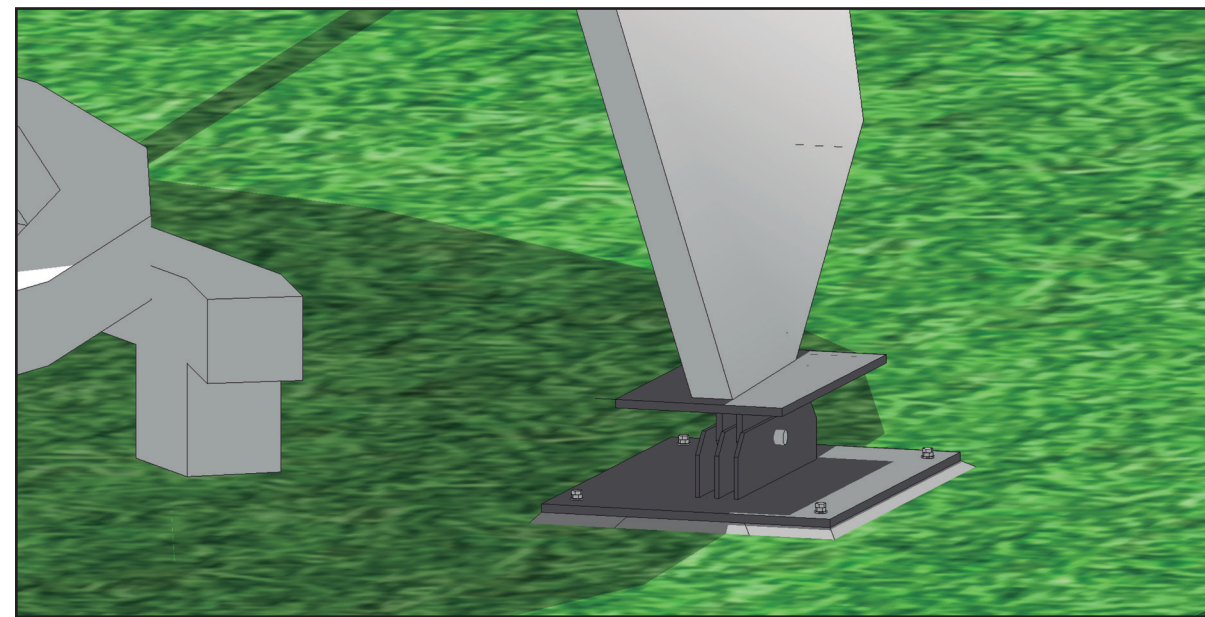
DESPIECE

Basa articulada



4.18

Escala 1:20

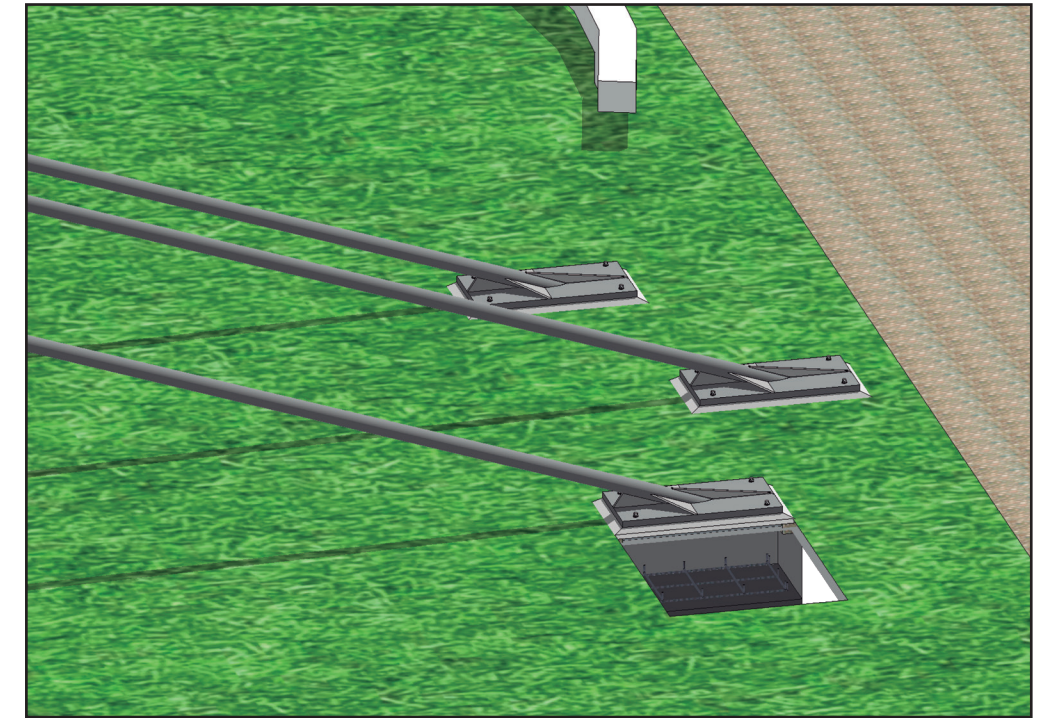
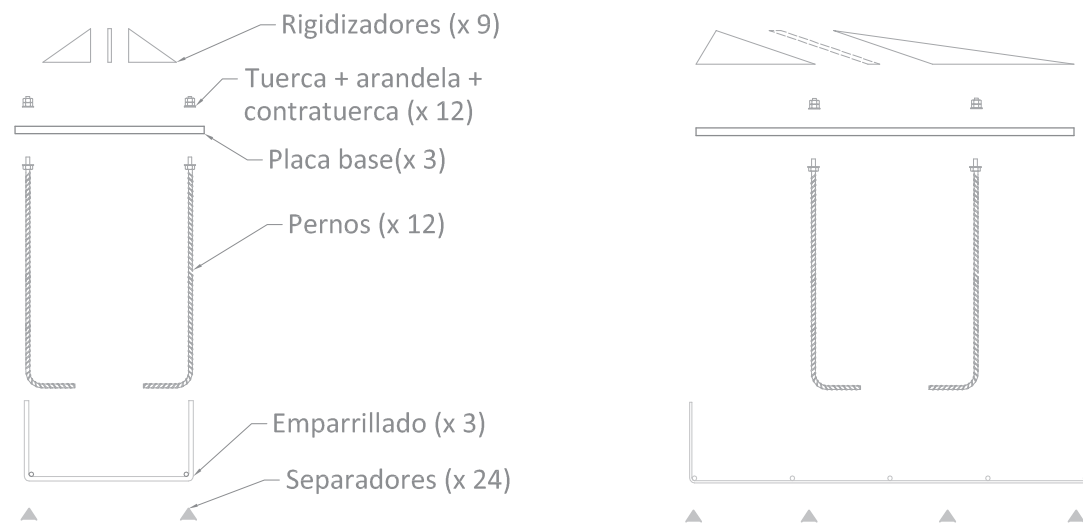


4.19

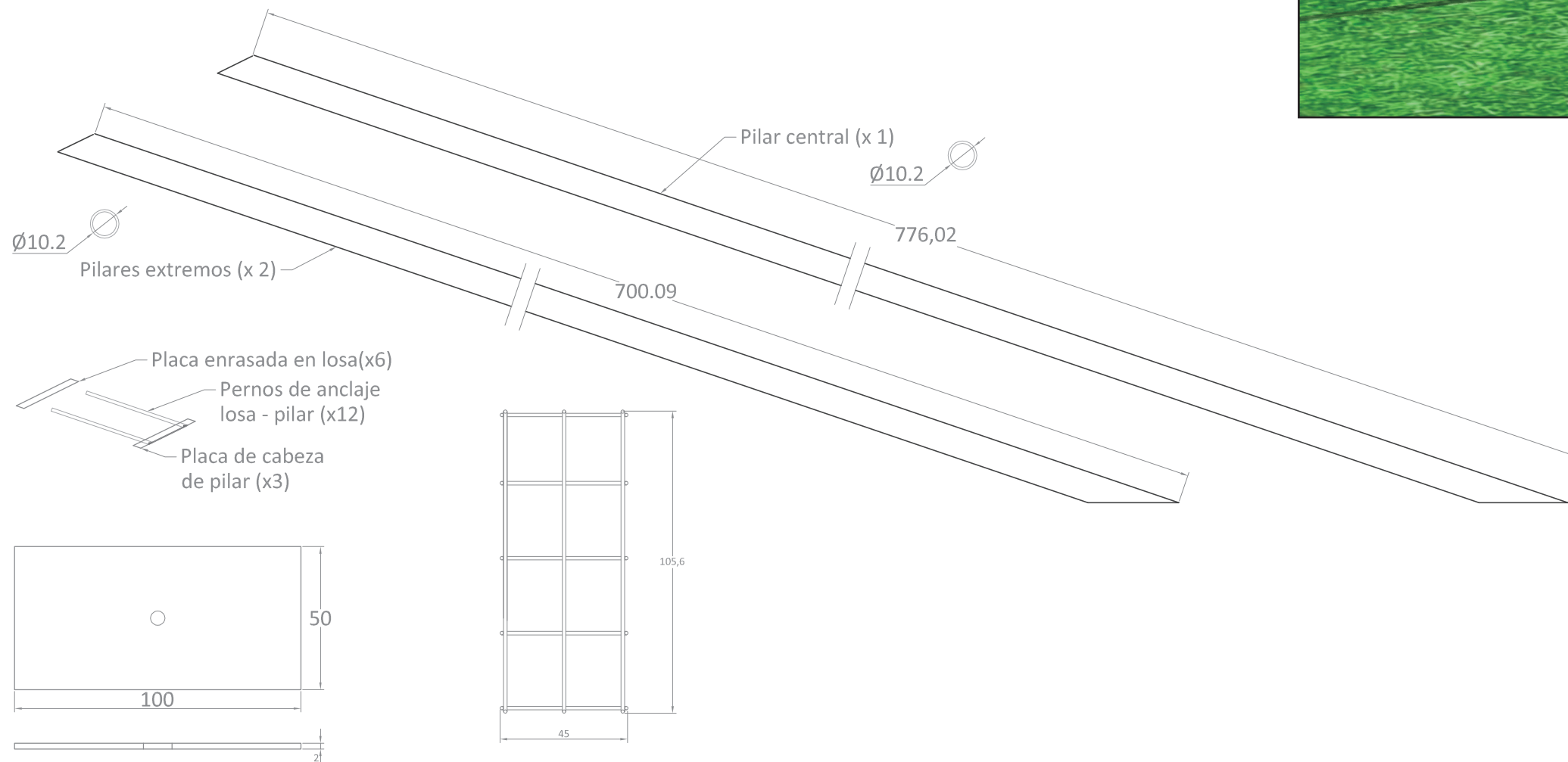


DESPIECE

Empotramientos



4.21



4.20

Escala 1:20



5. PRESUPUESTO



PRESUPUESTO

Carátula

PRESUPUESTO
TFG CUBIERTA DE HORMIGÓN - PATIO ETSIE

VALENCIA - UPV

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CO	OBRA CIVIL.....	53,340.49	100.00
	TOTAL EJECUCION MATERIAL	53,340.49	
	10.00 % Gastos generales.....	5,334.05	
	7.00 % Beneficio industrial	3,733.83	
	SUMA G.G. y B.I.	9,067.88	
	TOTAL	62,408.37	
	21.00 % I.V.A.....	13,105.76	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	75,514.13	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	75,514.13	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SETENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CATORCE EUROS con TRECE CÉNTIMOS

Presupuesto

CAPÍTULO OBRA CIVIL						
SUCAPITULO C01. CAP.I - TRABAJOS PREVIOS						
C01.001	M3 EX CAV. MANUAL ZANJAS	Excavación a cielo abierto, en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, en vaciados, y retirada de escombros y con p.p. de medios auxiliares necesarios y costes indirectos.				
	3	1.40	0.90	0.70	2.65	
	2	1.40	1.40	0.80	3.14	
						5.79 30.18 174.74
C01.002	M3 HORMIGÓN RELLENO HM-20/P/40/ Ila ELABORADO EN OBRA	Hormigón en masa de limpieza HM-20/P/40/ Ila N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 40 mm. elaborado en obra para relleno y nivelado de fondos de cimentación, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cms., según CTE/DB-SE.				
	3	1.20	0.70	0.10	0.25	
	2	1.20	1.20	0.10	0.29	
						0.54 88.13 47.59
C01.003	M3 DEMOLICIÓN FAB.L.MACIZO 1 PIE A MANO	Demolición de muros de fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor, por medios manuales, incluso limpieza y retirada de escombros a contenedor, sin transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.				
	Existentes por obras de proyectos anteriores.					
	1	1.50	0.50	1.00	0.75	
	1	1.00	0.50	1.00	0.50	
						1.25 23.05 28.81
C01.004	UD TRANSPLANTE DE ÁRBOL **POSIBLE	POSIBLE Transplante de árbol para manipulación y ejecución de estructura en zona de soportes de acero, incluso medios manuales y mecánicos, tratado de raíces y productos especializados. Esta partida será NULA en la certificación EN CASO DE NO EJECUTARSE.				
		1.00	400.00	400.00		
C01.005	UD DESMONTAJE INSTALACIONES FONTANERIA	Desmontaje de instalación de fontanería existente de riego por aspersión, en superficies de hasta 250 m ² de superficie, tubos de abastecimientos y desagües, incluyendo aparatos sanitarios, aspersores, griferías, sifones, termo, pila, etc..., por medios manuales, incluso limpieza y retirada de escombros a contenedor, sin transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.				
		1.00	300.00	300.00		
C01.006	UD LEVANTADO BALDOSAS CANTO RODADO C/R	Levantado de baldosas de canto rodado con recuperación, en zona a pavimentar para adaptación a accesibilidad.				
		100.00	11.57	1,157.00		



PRESUPUESTO

C01.007	UD DEMOLICIÓN BALDOSAS CANTO RODADO Demolición de baldosas de canto rodado, incluso cortes por medios manuales necesarios. En zona a pavimentar para adaptación accesibilidad y sustitución de las deterioradas. Incluso recogida y vertido de escombros.	<u>125.00</u>	<u>13.61</u>	<u>1,701.25</u>
C01.008	UD DESMONTAJE PUERTA DE ACCESO Desmontaje de puerta de carpintería metálica, herrajes de colgar, tejuelos y frenos, con recuperación, incluso p.p. de medios auxiliares y protección del mobiliario hasta recogida de cerrajero.	<u>1.00</u>	<u>32.47</u>	<u>32.47</u>
C01.009	M2 DESMONTAJE VIDRIO LAMINAR S/REC Desmontado de vidrio laminar, incluso corte de cordones de silicona, perfiles de anclaje y sujeción, con carga de escombros en contenedor, sin transporte a vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	2	0.70	2.10
			2.94	
		<u>2.94</u>	<u>7.69</u>	<u>22.61</u>
TOTAL SUBCAPÍTULO C01 CAP. I - TRABAJOS PREVIOS			3,864.47	

SUCAPITULO C02. CAP.II - ALBAÑILERÍA				
C02.001	UD RECIBIDO DE CILINDRO DE CHAPA DE PILARES Recibido de forro de chapa de pilares, incluso aplomado y nivelación mediante placas y tornillos al forjado, incluso material y medios auxiliares.	<u>3.00</u>	<u>108.43</u>	<u>325.29</u>
C02.002	M2 ENCF MAD P/ZAP-ENCF 8US Encofrado de madera para zapatas, encepados y vigas riostras, considerando 8 usos, incluso desencofrado, limpieza y almacenamiento. Zapatas Aisladas	6	1.20	0.60
		6	0.70	0.60
	Zapatas combinadas	4	1.20	0.70
		4	1.20	0.70
		<u>13.56</u>	<u>34.45</u>	<u>467.14</u>
C02.003	M2 ENCF MAD LOSA INCL VI 6U Encofrado de madera para losa inclinada de hormigón visto, mediante tablero de madera, incluyendo sopandas y apuntalamiento, considerando 6 usos, incluso desencofrado, limpieza y almacenamiento.	<u>54.00</u>	<u>37.21</u>	<u>2,009.34</u>
C02.004	M2 LOSA INCL HA-25 OBRA 15CM Losa inclinada realizada con hormigón de obra H A-25/B/20/IIIa de 15 cm de espesor con una cuantía media de 30 kg. de acero B 500 S, encofrado, elaborado, vibrado, curado y desencofrado, según EH E.	<u>54.00</u>	<u>167.91</u>	<u>9,067.14</u>
C02.005	UD ZAPATA 70x120x50 B500SD 25 Zapata rectangular de 70x 120 cm. y 50 cm. de canto, de hormigón armado H A-25/B/20/IIa elaborado "in situ", con una cuantía de 12 kg., de acero B 500 S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.	<u>3.00</u>	<u>188.69</u>	<u>566.07</u>
C02.006	UD ZAPATA COMBINADA 120X 120X 60 B500SD 25 Zapata rectangular de 120x 120 cm. y 60 cm. de canto, de hormigón armado H A-25/B/20/IIa elaborado "in situ", con una cuantía de 18 kg., de acero B 500 S, incluso elaboración, ferrallado, separadores de hormigón, puesta en obra y vibrado, sin incluir encofrado.	<u>2.00</u>	<u>226.62</u>	<u>453.24</u>
C02.007	UD CAJEADO DE FELPUDO EN PUERTA EXTERIOR Formación de cajeados para instalación de felpudo 80x 150 cms., enfoscado y fratasado en toda la superficie con mortero hidrófugo 1/4 i/ preparación y limpieza, p.p. de medios auxiliares y perfil perimetral L20 mm. acero inox .	<u>1.00</u>	<u>75.11</u>	<u>75.11</u>



PRESUPUESTO

C02.008	M2 CONSTRUCCIÓN RAMPA MINUSVÁLIDOS					
	Construcción rampa de obra en acceso local para minusválidos con pte 10%, mediante formación de rampa y recredido de mortero de cemento, incluso parte proporcional de recibido, rejuntado y limpieza, totalmente terminado.					
		1	1.50	1.00	1.50	
						1.50 85.93 128.90
	TOTAL SUBCAPÍTULO C02 CAP. II - ALBAÑILERÍA.....					13,092.23

SUBCAPÍTULO C03 CAP. III - SOLADOS						
C03.001	UD BALDOSAS CANTO RODADO					
	Solado de baldosa hidráulica, acabado de canto rodado, recibido con mortero de cemento II-Z/35A y arena de río 1/6 (M -40), i/cama de 2 cms. de arena de río, rejuntado con lechada de cemento II-Z/35A 1/2 y limpieza, según normativas vigentes, medido en superficie realmente ejecutada.					
						50.00 45.13 2,256.50
C03.002	M2 ADOQUÍN RIGA - FAVORE1					
	Suelo impreso para exteriores de hormigón, dimensión de piezas 100x 20x 8'5cm, recibido con mortero de cemento II-Z/35A y arena de río 1/6 (M -40), i/cama de 2 cms. de arena de río, rejuntado con lechada de cemento II-Z/35A 1/2 y limpieza, según normativas vigentes, medido en superficie realmente ejecutada.					
						160.00 51.55 8,248.00
C03.003	M2 SOLADO ANTIDESLIZANTE RIGA-FAVORE1					
	Adoquín de hormigón 8'5cms., en despiece libre, abujardado o apomazado, recibido con mortero de cemento II-Z/35A y arena de miga 1/6, cama de arena de 2 cms. de espesor, pulido y abrillantado, i/rejuntado con lechada de cemento II-Z/35A 1/2 y limpieza, s/C TE y otras normativas vigentes, medida la superficie ejecutada.					
		1	1.50	1.00	1.50	
						1.50 122.08 183.12
C03.004	UD COLOCACION BALDOSAS RECUPERADA					
						100.0 10.15 1,015.00
	TOTAL SUBCAPÍTULO C03 CAP. III - SOLADOS					11,702.62



PRESUPUESTO

SUBCAPÍTULO C07 CAP. VII - CERRAJERÍA			
C07.001	UD PILAR CIRCULARr ø10.2 - 7.82m Perfil estructural circular ø10 e2mm, de longitud 7.82m, preprado en taller con placas de cabeza y base con rigidizadores, incluso dos manos de minio de distintos colores.	1.00	700.00 700.00
C07.002	UD PILAR CIRCULAR ø10.2 - 6.91m Perfil estructural circular ø10 e2mm, de longitud 6.91m, preprado en taller con placas de cabeza y base con rigidizadores.	2.00	600.00 1,200.00
C07.003	UD BULONES ø3'5cm	2.00	20.00 40.00
C07.004	UD PLACA ANCLAJE 1000X 700X 20MM Placa de anclaje de soporte metálico, centrada en la cimentación, de acero A-42 b, dimensiones 1000x 7000 mm., y 40 mm. de espesor, armaduras de anclaje compuesta de barras de acero AE-215 L, incluso rigidizadores y placas de corte, taladros, roscados, tuercas, limpieza y pintura, según NTE/EAS-7.	3.00	197.41 592.2
C07.005	UD PLACA ANCLAJE 500X 300X 40MM Placa de anclaje de soporte metálico, centrada en la cimentación, de acero A-42 b, dimensiones 1000x 7000 mm., y 40 mm. de espesor, armaduras de anclaje compuesta de barras de acero AE-215 L, incluso rigidizadores y placas de corte, taladros, roscados, tuercas, limpieza y pintura, según NTE/EAS-7.	2.00	221.10 442.20
C07.006	UD ADAPTACION DE PUERTA Puerta de entrada de dos hojas, hoja de 85 cms. y fijo abatible de 45 cms., en perfilaría de tubo de 60x 50 mm., junquillos de 20x 20 mm., para acristalar con v idrio laminar de alta eficiencia, incluso cerco de 100x 60 mm., muelles tipo DORM A BS-84, pernios con rodamiento, y pasacables, totalmente terminado, con dos manos de minio de distintos colores, incluso p.p. de medios auxiliares y pequeño material de soldadura.	1.00	291.40 291.40
TOTAL SUBCAPÍTULO C07 CAP. VII - CERRAJERÍA.....			3,265.83

SUBCAPÍTULO C08 CAP. VIII - VIDRIERÍA			
C08.001	M2 D. ACRIST. CLIMALIT STADIP 3+3/12/ 6+6 Doble acristamiento C limalit, formado por un v idrio incoloro de 3+3 mm. y un vidrio laminado de seguridad Stadip 66.2 incoloro de 12 mm., cámara de aire deshidratado de 12 mm. con perfil separa- dor de aluminio y doble sellado perimetral, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoy o perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona neutra, incluso cortes de vidrio y colocación de junquillos, según N TE-FVP-8. Puerta abatible	1	0.70 1.65 1.16
	Fijo	1	0.30 1.65 0.50
			<u>1.66 99.90 165.83</u>
C08.002	ML PULIDO CANTO VIDRIO Pulido de canto de v idrio realizado en taller. Verticales	4	1.65 6.60
	horizontales	2	0.30 0.60
		2	0.70 1.40
			<u>8.60 6.13 52.72</u>
C08.003	M2 VINILO TRASLÚCIDO Lámina de polivinilo traslúcido en cara interior para crear superficies traslúcidas, totalmente instalado. Para mamparas y frentes de cajero. Color según manual corporativo. Según normativas vigentes. Puerta abatible	1	0.70 0.55 0.39
	Fijo	1	0.30 0.55 0.17
			<u>0.56 40.70 22.79</u>
TOTAL SUBCAPÍTULO C08 CAP. VIII - VIDRIERÍA.....			241.34



PRESUPUESTO

SUBCAPÍTULO C09 CAP. IX - PINTURAS						
C09.001	UD PINTURA DE PUERTA ACCESIBLE					
	Pintura al esmalte mate, dos manos sobre perfil de puerta, i/limpieza y desengrasado manual, imprimación de wash-primer y acabado con esmalte. Según manual corporativo.	1.00	63.51	63.51		
C09.002	M2 REV.IMP.ELAST. POLIURETANO ARM.					
	Revestimiento impermeabilizante elástico de poliuretano armado para intemperie y pigmentos sólidos a la luz formado por suministro y aplicación de dos capas de impermeabilizante elástico de resinas hidroxiaacrílicas, isocionatos alifáticos TKROM ESMALTE POLIU RETAN O 2C con una carga de 1 a 1,5 kg/m2, armado con velo de refuerzo.	2	10.00	3.14	2.00	125.48
						125.48 16.01 2,008.6
C09.003	M2 IMPRIMACION SELLADORA SANEADORA					
	Imprimación fungicida-algucida para sanear soportes atacados por hongos, algas, mohos, levaduras, musgos, bacterias, etc., aportando a la vez un eficaz efecto sellador y compactador de superficies degradadas por dichos agentes o por efectos atmosféricos o de envajecimiento.	2	10.00	3.14	2.00	125.48
						125.48 11.47 1,438.87
TOTAL SUBCAPÍTULO C09 CAP. IX - PINTURAS.....						3,510.98

SUBCAPÍTULO C10 CAP. X - VARIOS						
C10.001	D LIMPIEZA DIARIA Y PROT.MOBILIARIO (EUROS/DÍA)					
	Limpieza diaria y protección de mobiliario después de la jornada de trabajo, incluso material de protección (precio cerrado por cada día de trabajo). Se supone una duración aproximada de 2 meses por lo que se considera esta CANTIDAD SUSCEPTIBLE DE MODIFICACIONES, tanto al alza como a la baja.	40.00	28.40	1,136.00		
C10.002	UD CABINA PROVISIONAL DE OBRA					
	Instalación de cabina provisional de obra, para mover según la marcha de la misma, construida "in situ" mediante paneles de madera para pintar por tres caras exteriores con alma de chapa de 5 mm. a modo de blindaje, cerramiento frontal hasta 1.05 m. de iguales características que los otros lados, suelo elevado, pasadocientos, instalación de cableado provisional datos, voz y alarmas, incluso desmontaje de la misma y traslado de escombros a contenedor, sin incluir transporte a vertedero. Se considera que la cabina se monta una sola vez.	1.00	782.37	782.37		
C10.004	UD HORA PEÓN HORAS EXTRAS					
	Hora peón horas extra. SUSCEPTIBLES DE MODIFICACIÓN O SUPRESIÓN.	20.00	20.97	419.40		
C10.005	UD HORA MAESTRO ALBAÑIL					
	Hora maestro albañil. SUSCEPTIBLES DE MODIFICACIÓN O SUPRESIÓN.	20.00	21.36	427.20		
C10.006	KM DESPLAZAMIENTOS FURGONETA < 3.500 KG (P.E.< 500 € IVA INCLUIDO)					
	Para aquellos trabajos indicados especialmente donde se requiera un desplazamiento especial. Inclu- y e horas de peón.	200.00	0.56	112.00		
C10.007	UD LEVANTAMIENTO DE PLANOS S<450 M2					
	Para aquellas actuaciones solicitadas, en referencia a medición y levantamiento de planos, incluyendo visitas necesarias y reportaje fotográfico, representando mobiliario, tomas eléctricas, i. aire acondicionado, etc..., hasta una superficie máxima de 450 m2.	1.00	658.63	658.63		
C10.008	M2 ELIMINACIÓN DE HIERVAJOS					
	Eliminación de hierbas entre baldosas mediante herbicidas y productos especializados para garantizar su no reaparición futura.	66.00	6.53	430.98		
C10.009	M2 FELPUDO DE KOKO					
	Suministro y colocación de felpudo de koko de 17mm de altura colocado en entrada de acceso a patio.	1	1.50	0.80	1.20	
						1.20 36.55 43.86



PRESUPUESTO

TOTAL SUBCAPÍTULO C10 CAP. X - VARIOS..... 4,010.44

SUBCAPÍTULO C10.1 GESTIÓN DE PROYECTOS

C10.1.001	UD HONORARIOS DE ARQUITECTO, ARQUITECTO TÉCNICO O INGENIERO PARA D.O. Honorarios de arquitecto, arquitecto técnico o ingeniero para dirección de ejecución de obra incluyendo las visitas necesarias y la emisión de informes de las visitas. Realizado en reforma y nueva implantación en el territorio Penínsular. Importe de proyecto obra civil < 300.000,00€.			
				1.00 2,473.50 2,473.50
C10.1.002	UD PROYECTO BASICO Y DE EJECUCIÓN. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD INC Redacción de proyecto básico y de ejecución, incluyendo visado, estudio de SS y tramitación de licencias (tasas excluidas).			
				1.00 4,947.00 4,947.00

TOTAL SUBCAPÍTULO C10.1 GESTIÓN DE PROYECTOS..... 7,420.50



PRESUPUESTO

SUBCAPÍTULO C11 CAP. XI - FONTANERÍA

C11.001	UD REVISIÓN RIEGO POR GOTEO Revisión de red horizontal existente de riego por goteo, limpieza y desastasco, incluso material auxiliar, alambres, bombas, etc..., dejándolo en perfecto estado de funcionamiento.	1.00	158.47	158.47
C11.002	UD REVISIÓN DE BAJANTES EXISTENTES Revisión de bajantes existentes en el local, sustituyendo las piezas que estuvieran en mal estado, incluso material auxiliar, codos, piezas especiales, material de pegar, etc..., dejándolo en perfecto estado de funcionamiento.	1.00	121.24	121.24
TOTAL SUBCAPÍTULO C11 CAP. XI - FONTANERÍA.....			279.71	

SUBCAPÍTULO C12 CAP. XII - INSTALACIÓN ELÉCTRICA

C12.001	UD PUNTO DE LUZ SENCILLO CON MECANISMO Puntos de luz sencillo, con mecanismo, interruptor unipolar completo, realizado con conductor LWR de 2,5 y 1,5 mm ² , bajo tubo PVC forroplast, incluso cajas de registro, fijaciones y p.p. de clemas. M arca Simón 82 Aluminio mate. El cableado será libre de halógenos, según normativas vigentes.	1.00	27.48	27.48
C12.002	ML PASATUBOS FLEXIBLE 40mm Tubo corrugado polietileno de 40mm de diámetro y 50m de longitud para instalaciones en hormigón y enterrado.	1.00	70.00	70.00
C12.003	UD ADECUACIÓN CABLEADO Recogida y adecuación de cableado en puesto de trabajo a base de "tubo espiral", "bridas" o sistema similar.	1.00	61.99	61.99
C12.004	UD FOCO PROYECTOR DE LEDS Foco Proy ector de LEDs para ex terior BRICO 30W 2550lumens, incluso colocación y anclaje.	8.00	45.00	360.00
TOTAL SUBCAPÍTULO C12 CAP. XII - INSTALACIÓN ELÉCTRICA...			519.47	



PRESUPUESTO

SUBCAPÍTULO C15 CAP. XV - ESTUDIO SEGURIDAD

C15.001	UD ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Dotación en obra de elementos de protecciones colectivas para su uso y disposición durante el transcurso de las obras (estimado 3 meses) consistente en Extintor de polvo ABC 21 Kg, Botiquín de urgencias, placas de señalización de riesgos, protecciones de petos y bordes con riesgo de caídas, cintas de señalización de huecos, vallas de contención de peatones en fachadas, barandillas tipo sargento para forjados y de tubo para protección perimetral de andamios de más de 3 metros de altura, adaptación de local para vestuario con taquillas guardarropa e instalación de punto de agua e inodoro conectado provisionalmente a bajante existente, incluso cierre perimetral de cortinilla. Todo ello según Normativa de Seguridad Vigente y exigencias del Estudio de Seguridad de la Obra. Ajustificar por D.F.	1.00 2,200.04 2,200.04
TOTAL SUBCAPÍTULO C15 CAP. XV - ESTUDIO SEGURIDAD....		2,200.04

SUBCAPÍTULO C16 CAP. XVI - GESTIÓN DE RESIDUOS

C16.001	UD GESTIÓN RESIDUOS Desarrollo del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en cumplimiento del Real Decreto 105/2008 de 1 de Febrero, referente a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra en particular los recogidos en los artículos 4 y 5 de dicho Real Decreto. Dicho Plan deberá ser aprobado por la D.F. y aceptado por la Propiedad.	1.00 737.86 737.86
C16.002	UD CONTENEDORES 6 M3 Alquiler de contenedores de 3 m3. Servicio de entrega y recogida de contenedor de 3 m3 de capacidad, colocado a pie de carga y transporte a vertedero distancia menor 10 km. Incluso p.p. licencias y canon del ayto. legales. Aportando certificado de residuos y albarán o justificante del contenedor.	5.00 133.56 667.80
C16.002	UD SACOS PARA DESESCOMBROS 1 M3 Carga de escombros en sacos y evacuación a una distancia máxima de 20m., por medios manuales, sobre camión pequeño, contenedor o tubo de evacuación, sin medidas de protección colectivas. Aportando certificado de residuos y albarán o justificante del contenedor.	20.00 64.24 1,284.80
TOTAL SUBCAPÍTULO C16 CAP. XVI - GESTIÓN DE RESIDUOS		2,690.46
TOTAL CAPÍTULO OBRA CIVIL.....		53,340.49
TOTAL.....		53,340.49



7. CONCLUSIONES



Durante el desarrollo de este TFG he aprendido más cosas de las que imaginaba, deberé separar primeramente estas, al igual que hice con los objetivos iniciales, en generales y específicos.

En lo general,

Hay mucho que decir, pues comencé este TFG como un alumno y lo he finalizado, casi sin darme cuenta, como un profesional. He aprendido a desarrollar modelos de trabajo y observar con una mirada crítica de lo que me rodea en mi entorno arquitectónico.

Gran parte esta evolución, se la debo, sin lugar a dudas, a DIVEGON OBRAS S.A., por su paciencia y confianza depositada en mí, en un estudiante que llegaba a una obra y no sabía ni hacía donde debía mirar, ni como priorizar en la organización de trabajos de una pequeña reforma o hasta que milímetro apurar el flexómetro para realizar un presupuesto de pintura de un paño de 2x3m.

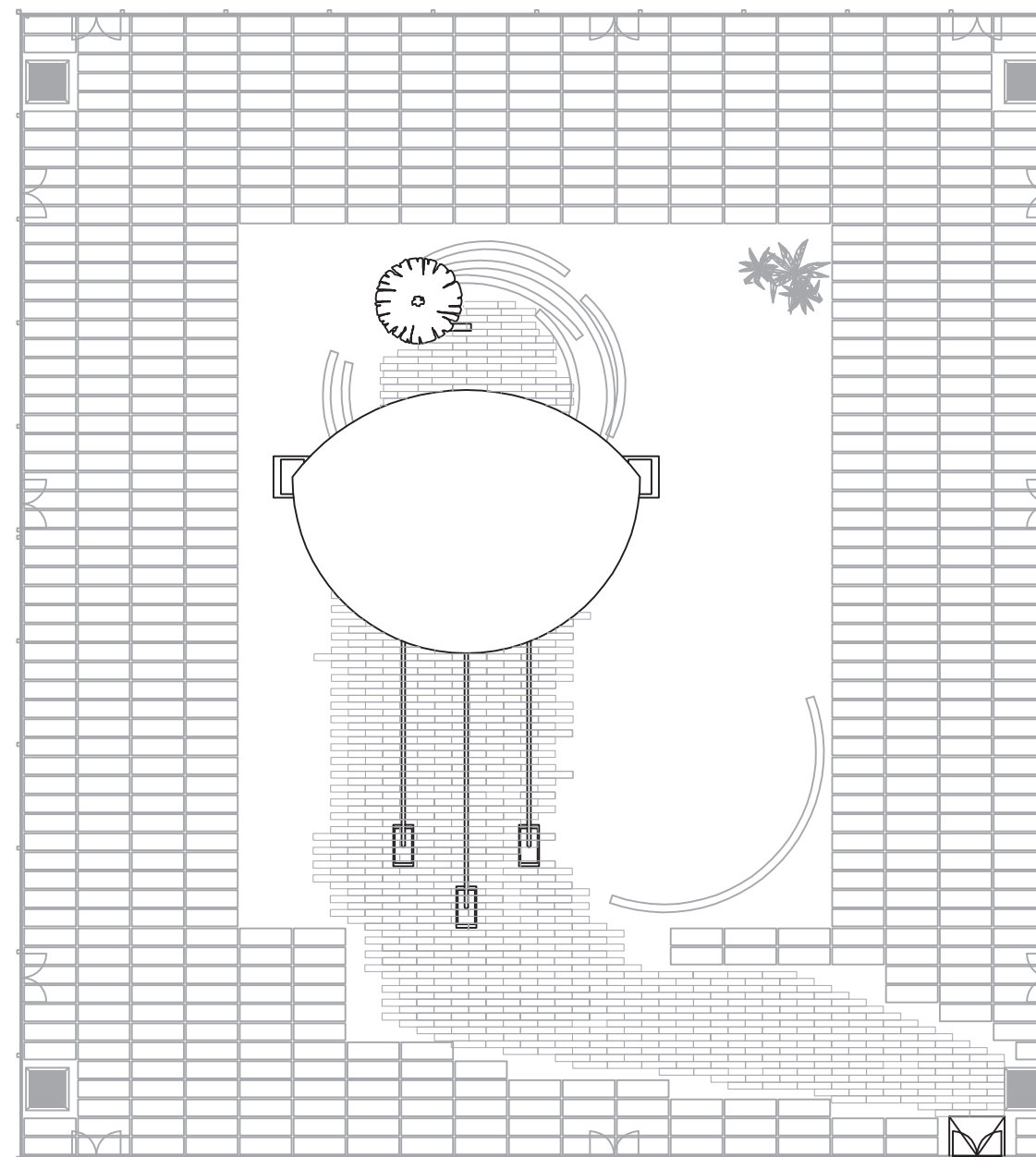
Por otro lado, he adquirido también mayor capacidad de gestión en mi documentación profesional, ya que cuando la documentación aplicable comienza a multiplicarse se requiere de un mayor orden y optimización de métodos para aprovechar lo máximo de estos sin perder información.

También he conseguido mayor capacidad y facilidad en la búsqueda de información y normativas aplicables, algo que comenzó en mis clases de legislación y proyectos, y que me he visto forzado a seguir desarrollando por la necesidad casi cotidiana de consulta.

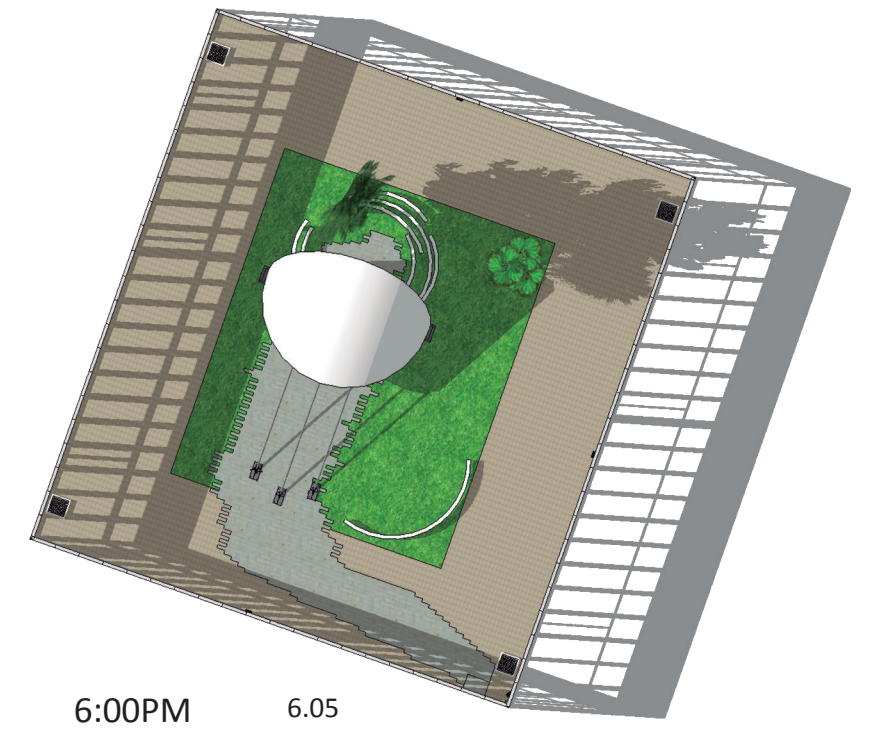
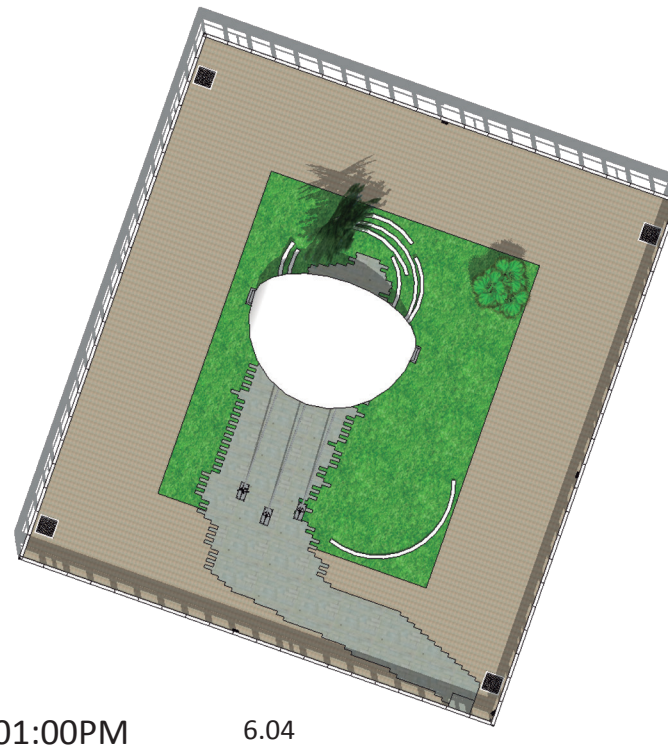
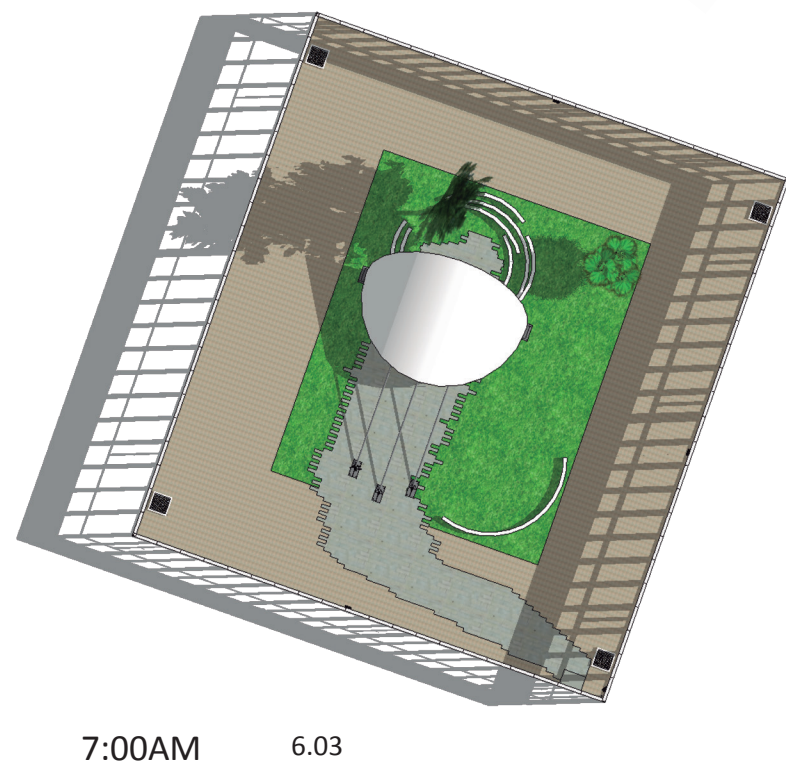
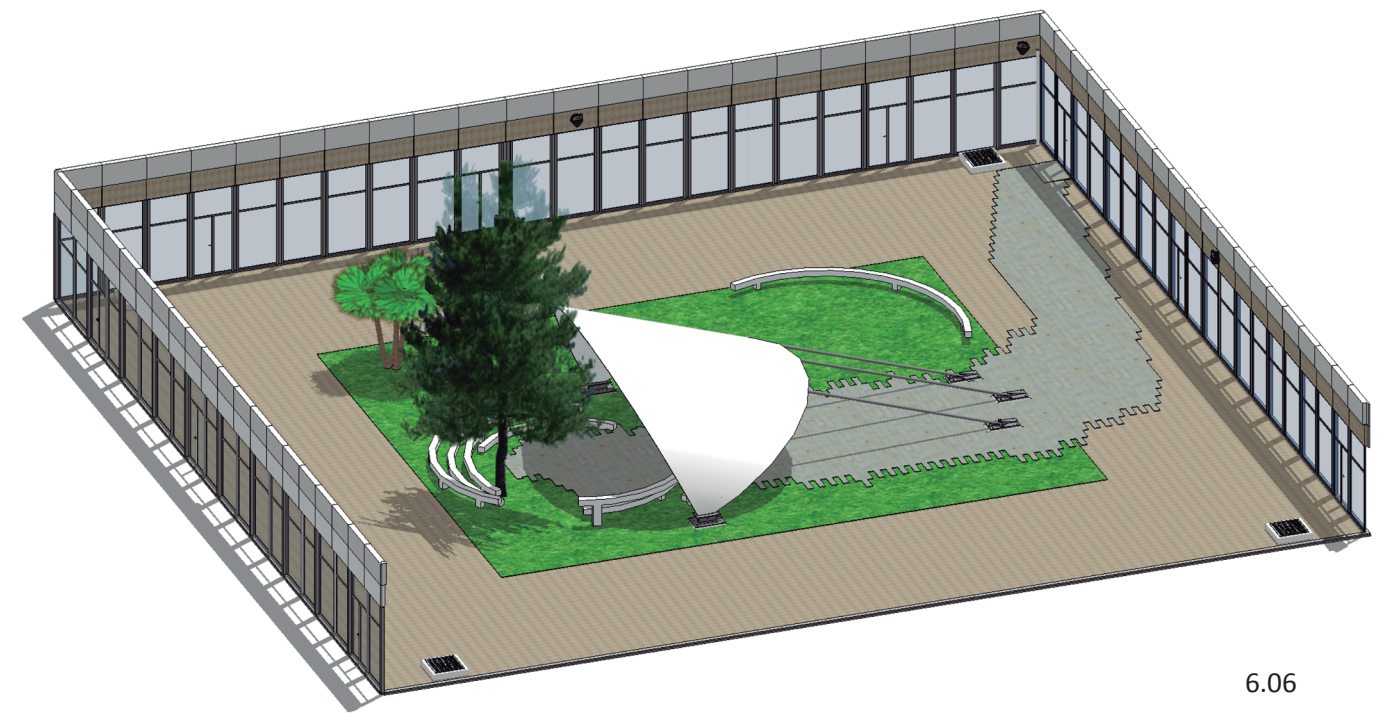
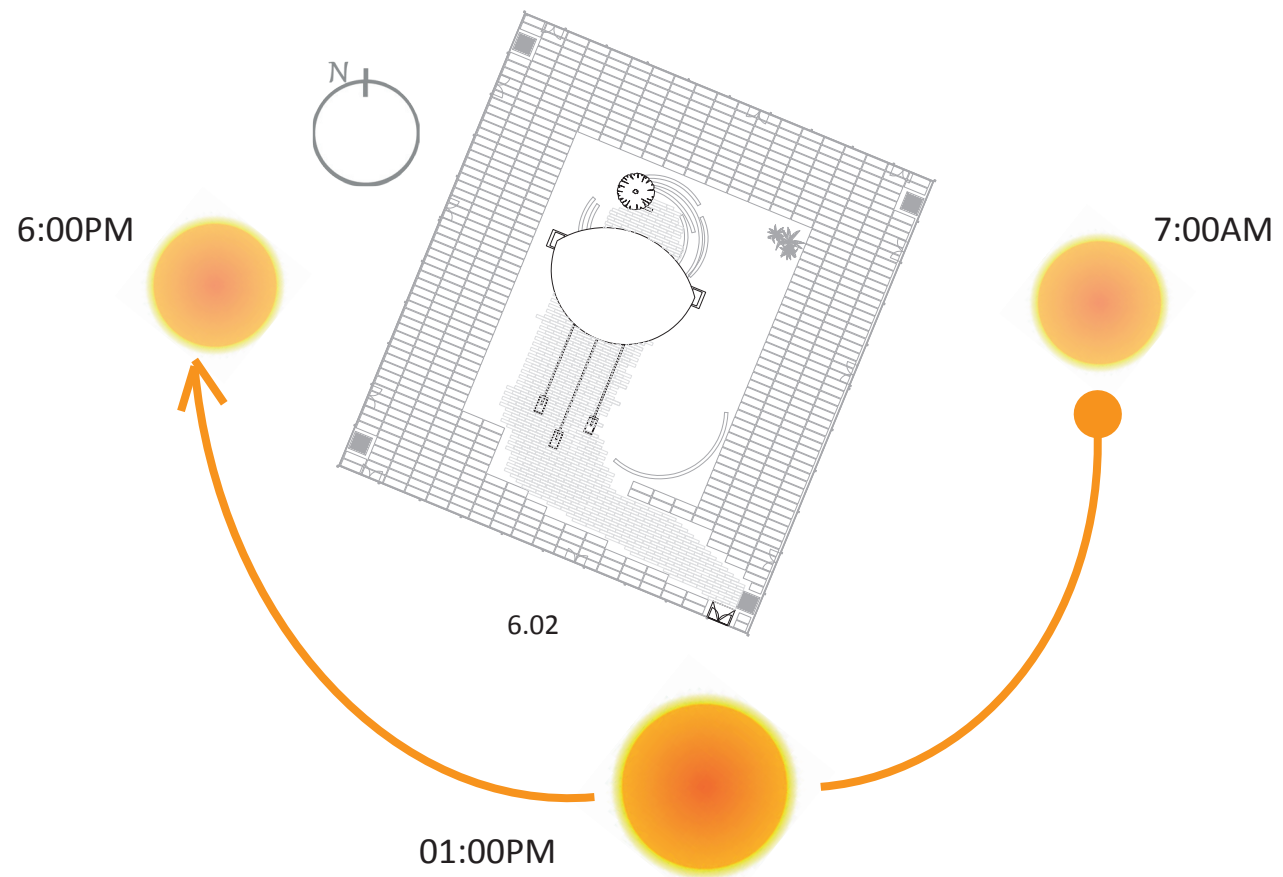
Y en lo específico,

Con motivo de haber finalizado con los apartados de ejecución/construcción y presupuesto del proyecto, debo comenzar haciendo una pequeña autocrítica a mi estructura.

Cualquier persona del entorno de la construcción, sabe que en esta hay muchos procesos repetitivos y cotidianos, pero todos ellos en lo referido a construcciones ordinarias. Por lo que cuando se realiza una estructura singular, hay que ser conscientes de que conllevará un sobrecoste en su ejecución, ya que los procesos no están igualmente normalizados. A su vez, también se debe ser consecuente, pues la calidad de ejecución en espesores pequeños y de geometrías singulares tiene una importancia relativa apreciable. Ahora bien, también he conseguido, a lo largo de las muchas lecturas e investigaciones, una concepción sobre las estructuras de cáscaras de hormigón, que si ya intuía previamente, muy funcional. Pues su naturaleza, no es solo agraciada estéticamente, sino que también lo es en el correcto reparto de las cargas y su consecuente resistencia. Esto brinda la posibilidad de moldear todo tipo de geometrías, con estructuras esbeltas, diáfanas y funcionales. Lo que en contraposición al sobrecoste de ejecución, supone un ahorro en material por su pequeños espesores y ligeros armados.



Resultados de la actuación



7. REFERENCIAS



BIBLIOGRAFÍA

FUENTE DOCUMENTAL

- Sanchis Sampedro, Francisco J. (2013). Las superficies geométricas en la arquitectura. Valencia: Tesis Doctoral - Universidad Politécnica de Valencia
- Ángela García Codoñer. (2012). Análisis de formas arquitectónicas. Valencia : Universitat Politècnica de València
- Juan Carlos Arroyo Portero. (2001). Números gordos en proyectos de estructuras.
- Heino Engel. (2001). Sistemas de estructuras.
- Lina Puertas del Río, Fernando Castañón Cristóbal. (2000). Análisis avanzado de estructuras: ejemplos resueltos con SAP2000
- Antonio Tomás Espín. (2007). Diseño óptimo de forma y armado de láminas de hormigón. Cartagena: Tesis Doctoral - Universidad de Cartagena
- Mario Salvadori y Robert Heller Nobuko. (2005). Estructuras para arquitectos.

NORMATIVA APLICABLE

- CTE DB-AE. Código Técnico de la Edificación. (2009). Documento Básico Acciones en la Edificación
- CTE DB-SE. Código Técnico de la Edificación. (2009). Documento Básico Seguridad Estructural
- CTE DB-SE-A. Código Técnico de la Edificación. (2007). Documento Básico Seguridad Estructural. Acero
- CTE DB-SUA. Código Técnico de la Edificación. (2010). Documento Básico de Utilización y Accesibilidad
- EHE-08. Instrucción Española de Hormigón Estructural. (2008).
- EAE. Instrucción de Acero Estructural. (2012).

RECURSOS ELECTRÓNICOS

- www.wikipedia.com
- www.construmatica.com
- www.youtube.com
- www.google.com

RECURSOS INFORMÁTICOS UTILIZADOS

- AutoCad2013
- SketchUp8
- Adobe Illustrator CS6
- Adobe Photoshop CS6
- SAP2000
- Presto8.7



ÍNDICE DE FIGURAS

Ref.	Contenido. Formato	Fuente	Pág.
0. INTRODUCCIÓN			
0.01	Centro Cultural Internacional, Oscar Niemeyer. Foto	http://goo.gl/8onNZf	0.01
0.02	Opera de Sidney en construcción. Foto	http://goo.gl/73YLrb	0.01
0.03	Teatro Popular en Niteroi, Niemeyer. Foto	http://goo.gl/6PQqQd	0.01
0.04	American Air Museum en construcción. Foto	http://goo.gl/ZYgGrY	0.01
0.05	Figuras y desarrollo. SketchUp	Propia	0.02
0.06	Panorámica de patio 1. Foto	Propia	0.02
0.07	Patio ETSIE 1. Foto	Propia	0.02
0.08	Patio ETSIE 2. Foto	Propia	0.02
0.09	Patio ETSIE 3. Foto	Propia	0.02
0.10	Patio ETSIE 4. Foto	Propia	0.02
0.11	Replanteo de bancos. Autocad	Propia	0.02
0.12	Replanteo de bancos. Mano alzada	Propia	0.02
0.13	Fabricación de maqueta. Foto	Propia	0.03
0.14	Fabricación de prototipo. Foto	Propia	0.03
0.15	Maqueta sin soportes. Foto	Propia	0.03
0.16	Prototipo de estructura 1. Foto	Propia	0.03
0.17	Maqueta definitiva acabada. Foto	Propia	0.03
0.18	Estructura modelizada en SAP2000. SAP2000	Propia	0.03
0.19	Gráfica de momentos flectores. SAP2000	Propia	0.03
0.20	Esquema de flexión de estructura. Imagen	Engel, Heino - Sistemas de estructuras	0.03
0.21	Resumen de presupuesto. Illustrator	Propia	0.03
1. DOCUMENTACIÓN			
1.01	Mapa provincia de Valencia. Imagen	Google maps	1.01
1.02	Mapa de zona portuaria y cercanías. Imagen	Google maps	1.01
1.03	Mapa de zona de Universidades de Valencia. Imagen	Google maps	1.01
1.04	Acceso principal de la ETSIE. Foto	Propia	1.01
1.05	Imagen aérea UPV. Foto	UPV.es	1.01



ÍNDICE DE FIGURAS

Ref.	Contenido. Formato	Fuente	Pág.
1.06	Imagen aérea ETSIE. Foto	Goolzoom.com	1.01
1.07	Patio ETSIE 5. Foto	Propia	1.01
1.08	Perspectiva patio ETSIE. SketchUp	Propia	1.02
1.09	Planta de cotas. Autocad	Propia	1.02
1.10	Alzado 1 Norte del patio ETSIE. Foto	Propia	1.03
1.11	Alzado 1 Norte del patio ETSIE. Foto	Propia	1.03
1.12	Alzado 1 Oeste del patio ETSIE. Foto	Propia	1.03
1.13	Alzado 2 Oeste del patio ETSIE. Foto	Propia	1.03
1.14	Alzado 1 Este del patio ETSIE. Foto	Propia	1.03
1.15	Alzado 2 Este del patio ETSIE. Foto	Propia	1.03
1.16	Alzado 1 Sur del patio ETSIE. Foto	Propia	1.03
1.17	Alzado 2 Sur del patio ETSIE. Foto	Propia	1.03
1.18	Alzado Noroeste del patio ETSIE. Autocad	Propia	1.04
1.19	Vista cónica Noroeste del patio ETSIE. SketchUp	Propia	1.04
1.20	Alzado Noreste del patio ETSIE. Autocad	Propia	1.04
1.21	Vista cónica Noreste del patio ETSIE. SketchUp	Propia	1.04
1.22	Alzado Sureste del patio ETSIE. Autocad	Propia	1.04
1.23	Vista cónica Sureste del patio ETSIE. SketchUp	Propia	1.04
1.24	Alzado Suroeste del patio ETSIE. Autocad	Propia	1.04
1.25	Vista cónica Suroeste del patio ETSIE. SketchUp	Propia	1.04
1.26	Vista general vegetación del patio. Foto	Propia	1.05
1.27	Mala hierba en juntas de pavimento. Foto	Propia	1.05
1.28	Musgo emergente en baldosas. Foto	Propia	1.05
1.29	Baldosa deteriorada por oxidación de armadura. Foto	Propia	1.05
1.30	Instalaciones en pavimento. Foto	Propia	1.05
1.31	Pavimento deteriorado por desgaste. Foto	Propia	1.05
1.32	Instalaciones mal enterradas. Foto	Propia	1.05
1.33	Instalaciones sin conexión y respiradero de fdo. Sanitario de tramex. Foto	Propia	1.05



ÍNDICE DE FIGURAS

Ref.	Contenido. Formato	Fuente	Pág.
1.34	Instalaciones sin conexión. Foto	Propia	1.05
1.35	Riego por aspersión averiado. Foto	Propia	1.05
1.36	Respiradero y tubería de fdo. sanitario. Foto	Propia	1.05
1.37	Mobiliario, bancos 1. Foto	Propia	1.06
1.38	Mobiliario, bancos 2. Foto	Propia	1.06
1.39	Maceteros. Foto	Propia	1.06
1.40	Restos antiguos TFGs. Foto	Propia	1.06
1.41	Vista general del patio de la ETSIE y su mobiliario. Foto	Propia	1.06
1.42	Detalle de módulo de carpinterías. Autocad	Propia	1.06
1.43	Módulo de carpinterías. Foto	Propia	1.06
1.44	Ventanales desde el exterior. Foto	Propia	1.06
1.45	Ventanales desde el interior. Foto	Propia	1.06
1.46	Panorámica de módulo de carpintería. Foto	Propia	1.06
1.47	Medidas de hojas de puertas de acceso al patio. Foto	Propia	1.06
1.48	Baldosas y juntas en sentido longitudinal. Foto	Propia	1.06
1.49	Huecos para plantas y pavimento en mal estado. Foto	Propia	1.06
1.50	Barrera arquitectónica de carpintería. Foto	Propia	1.06
1.51	Detalle de Módulo de puerta de carpintería del patio. Autocad	Propia	1.07
1.52	Detalle de Módulo de puerta de carpintería del patio. Autocad	Propia	1.07
1.53	Vista del patio desde el aire. SketchUp	Propia	1.08
1.54	Zonificación ETSIE S/E. Autocad	Propia	1.09
1.55	Plano de accesos a patio. Autocad	Propia	1.09
1.56	Acceso a cafetería "LaVella". Foto	Propia	1.09
1.57	Patio visto desde cafetería "LaVella". Foto	Propia	1.09
1.58	Patio visto desde pasillo bedeles. Foto	Propia	1.09
1.59	Acceso principal ETSIE. Foto	Propia	1.09
1.60	Soleamiento esquemático. Autocad	Propia	1.10
1.61	Soleamiento a las 7:00 patio ETSIE. SketchUp	Propia	1.10



ÍNDICE DE FIGURAS

Ref.	Contenido. Formato	Fuente	Pág.
1.62	Soleamiento a las 13:00 patio ETSIE. SketchUp	Propia	1.10
1.63	Soleamiento a las 18:00 patio ETSIE. SketchUp	Propia	1.10
1.64	Hervicida - Glyphosfato. Imagen	www.solostocks.com.co	1.11
1.65	Hervicida - Cal agrícola. Imagen	www.mineralescobra.com	1.11
1.66	Pino potencialmente trasplantable. Foto	Propia	1.11
1.67	Pavimento de patio en buen estado. Foto	Propia	1.11
1.68	Ficha técnica baldosa hidráulica. Tabla	Propia	1.11
1.69	Baldosa hidráulica. Foto	Propia	1.11
1.70	Maceteros junto a rectorado. Foto	Propia	1.11
1.71	Instalaciones hidráulicas desconectadas y mal enterradas. Foto	Propia	1.11
1.72	Aspersor de riego roto. Foto	Propia	1.11
1.73	Pavimento de hgón. impreso Riga Favaro 1. Foto	http://goo.gl/Tp0Yf9	1.12
1.74	Pavimento de hgón. impreso Riga Favaro 1. Foto	http://goo.gl/Tp0Yf9	1.12
1.75	Dimensiones de baldosas hidráulicas Riga favaro1. Autocad	Propia	1.12
1.76	Planta de patio con itinerario accesible. Autocad	Propia	1.12
1.77	Detalle carpintería accesible. Autocad	Propia	1.13
1.78	Ficha técnica iluminación. Tabla	Propia	1.14
1.79	Plano de iluminación. Autocad	Propia	1.14
1.80	Foco LED. Foto	http://goo.gl/JRiTmC	1.14
1.81	Caja de derivación. Foto	http://goo.gl/yWQkLH	1.14
1.82	Ubicación de fotos en patio. Foto	Propia	1.14
1.83	Esquema unifilar de iluminación. Autocad	Propia	1.14
2. GEOMETRÍA			
2.01	Daniel Guerri (yo) en los talleres de Cevisama. Foto	Guillem Marhuenda	2.01
2.02	Maqueta de estructura de taller, Paraboloide hiperbólico 1. Foto	Propia	2.01
2.03	Maqueta de estructura de taller, Paraboloide hiperbólico 2. Foto	Propia	2.01
2.04	Maqueta de estructura de taller, Paraboloide hiperbólico 3. Foto	Propia	2.01
2.05	Feria de Valencia, Edificio Elipsoide. Foto	http://www.feriavalencia.com/	2.01



ÍNDICE DE FIGURAS

Ref.	Contenido. Formato	Fuente	Pág.
2.06	Esquema estructural de cubiertas singulares. Imagen	Libro: Cubiertas, Innovación y diseño Ref: ETSGE 2-21 1007T	2.01
2.07	Opera de Sídney. Foto	http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93pera_de_S%C3%ADdney	2.01
2.08	Castillo de Chenonceau. Foto	www.arquitectura-antigua.es	2.02
2.09	Esquema catedral renacentista. Imagen	Poliformat ETSIE	2.02
2.10	Cafetería del oceanográfico de Valencia. Foto	deaquiaalla.wordpress.com	2.02
2.11	Cúpula del congreso nacional de Brasilia. Foto	dreamsofmylittleworld.blogspot.com	2.02
2.12	American air museum. Foto	commons.wikimedia.org	2.02
2.13	Hipódromo de la Zarzuela. Foto	http://www.nochemad.com/hipodromo-de-la-zarzuela	2.02
2.14	Auditorio de Tenerife. Foto	ca.wikipedia.org	2.02
2.15	Palacio de los deportes México DF. Foto	http://www.cuernatravel.com/#!palacio-de-los-deportes,-mexico-d.f	2.02
2.16	Plano de replanteo de bancos. Plano a mano alzada	Propia	2.03
2.17	Plano de replanteo de bancos. Autocad	Propia	2.03
2.18	Ejemplo inercia de folio. Imagen	Poliformat ETSIE	2.03
2.19	Gajo de naranja. Foto	lanaranjacitrus.blogspot.com	2.03
2.20	Bóveda. Imagen	Engel, Heino - Sistemas de estructuras	2.03
2.21	Esquema de curvas funiculares. Imagen	http://wiki.ead.pucv.cl/images/b/b3/Catenaria_estelle6.jpg	2.04
2.22	Estructura catenaria Sagrada Familia, Gaudí. Foto	http://goo.gl/d0XTd8	2.04
2.23	Tabla de relaciones Luz-Geometría-Material. Imagen	Engel, Heino - Sistemas de estructuras	2.04
2.24	Boceto prototipo 1. Dibujo a mano alzada	Propia	2.05
2.25	Boceto prototipo 2. Dibujo a mano alzada	Propia	2.05
2.26	Maqueta prototipo 2. Foto	Propia	2.05
2.27	Boceto prototipo 3. Dibujo a mano alzada	Propia	2.05
2.28	Maqueta prototipo 2. Foto	Propia	2.05
2.29	Maqueta prototipo 2. Foto	Propia	2.05
2.30	Maqueta prototipo 2. Foto	Propia	2.05
2.31	Boceto ideas generales. Dibujo a mano alzada	Francisco Javier Sanchis Sampedro	2.05
2.32	Boceto prototipo 4. Dibujo a mano alzada	Propia	2.05
2.33	Boceto figura definitiva. Dibujo a mano alzada	Propia	2.05



ÍNDICE DE FIGURAS

Ref.	Contenido. Formato	Fuente	Pág.
2.34	Boceto generación de superficie de figura definitiva. Dibujo a mano alzada	Propia	2.05
2.35	Boceto figura definitiva. Dibujo a mano alzada	Propia	2.05
2.36	Generación de figura definitiva, paso 1. SketchUp	Propia	2.06
2.37	Generación de figura definitiva, paso 2. SketchUp	Propia	2.06
2.38	Generación de figura definitiva, paso 3. SketchUp	Propia	2.06
2.39	Generación de figura definitiva, paso 4 (último). SketchUp	Propia	2.06
2.40	Planimetría, croquis acotado 1. Autocad	Propia	2.07
2.41	Planimetría, croquis acotado 2. Autocad	Propia	2.07
2.42	Planimetría, croquis acotado 3. Autocad	Propia	2.07
2.43	Estructuras Semejantes, Ficha 1. Illustrator.	Propia	2.08
2.44	Estructuras Semejantes, Ficha 2. Illustrator.	Propia	2.08
2.45	Estructuras Semejantes, Ficha 3. Illustrator.	Propia	2.08
2.46	Estructuras Semejantes, Ficha 4. Illustrator.	Propia	2.08
2.47	Estructuras Semejantes, Ficha 5. Illustrator.	Propia	2.09
2.48	Estructuras Semejantes, Ficha 6. Illustrator.	Propia	2.09
2.49	Estructuras Semejantes, Ficha 7. Illustrator.	Propia	2.09
2.50	Estructuras Semejantes, Ficha 8. Illustrator.	Propia	2.09
2.51	Fabricación de maqueta 1. Foto	Propia	2.10
2.52	Fabricación de maqueta 2. Foto	Propia	2.10
2.53	Fabricación de maqueta 3. Foto	Propia	2.10
2.54	Fabricación de maqueta 4. Foto	Propia	2.10
2.55	Planta de maqueta finalizada. Foto	Propia	2.10
2.56	Vista general de maqueta finalizada. Foto	Propia	2.10
2.57	Perfil de maqueta finalizada. Foto	Propia	2.10
3. ESTRUCTURA			
3.01	Modelo primitivo de cubierta. SketchUp	Propia	3.01
3.02	Modelo primitivo de cubierta en proceso. Autocad	Propia	3.01
3.03	Modelo primitivo de cubierta finalizado. Autocad	Propia	3.01



ÍNDICE DE FIGURAS

Ref.	Contenido. Formato	Fuente	Pág.
3.04	Tabla de características del hormigón empleado. Excel	Propia	3.02
3.05	Tabla de área de las secciones de acero según diámetros y separación de barras. Excel	Propia	3.02
3.06	Área de las secciones de acero según diámetros y separación de barras. Tabla Excel	Propia	3.02
3.07	Tabla 15.3 EHE-08, Coeficientes parciales de seguridad.	EHE-08	3.03
3.08	Gráfica de axiles en pilares. SAP2000	Propia	3.03
3.09	Tabla 6.1 DB-SE-A. Longitud de pandeo de barras. Imagen	DB-SE-A	3.03
3.10	Esquemas de coeficientes de rigidez. Imagen	Números gordos en proyectos de estructuras	3.03
3.11	Prontuario de perfiles estructurales comerciales. Imagen	Poliformat ETSIE	3.04
3.12	Esquema de zapata. Imagen	Números gordos en proyectos de estructuras	3.05
3.13	Fuerzas resultantes en extremos de pilares. SAP2000	Propia	3.05
3.14	Dimensiones de placa a flexión de pilar. Autocad	Propia	3.06
3.15	Esquema tipo de pilar rigidizado con leyenda. Imagen	Números gordos en proyectos de estructuras	3.06
3.16	Esquema de armado de lámina de hgn.. Autocad	Propia	3.06
3.17	Figura 69.5.1.1 EHE-08. Imagen	EHE-08	3.07
3.18	Esquema de posición de adherencia de las armaduras pasivas. Imagen	Poliformat ETSIE	3.07
3.19	Tabla 69.5.1.2.a EHE-08, Coeficiente de adherencia de las barras corrugadas. Imagen	EHE-08	3.07
3.20	Esquema de fuerzas resultantes sobre zapata combinada en Tn. Autocad	Propia	3.08
3.21	Esquema tipo de pilar rigidizado con leyenda. Imagen	Números gordos en proyectos de estructuras	3.09
3.22	Relación Hipótesis-Punto-Desplazamiento máximo. Tabla Excel	Propia	3.09
3.23	Figura esquemática de deformada, Punto 120. SAP2000	Propia	3.09
3.24	Figura esquemática de deformada, Punto 2776. SAP2000	Propia	3.09
3.25	Figura esquemática de deformada, Punto 2776. SAP2000	Propia	3.09
4. CONSTRUCCIÓN			
4.01	Torre Eiffel. Foto	http://goo.gl/LTX1Tp	4.01
4.02	Edificio "Shang ly Chen", Eduardo Torroja. Foto	http://www.yatedo.com/p/Eduardo+Torroja/famous/	4.01
4.03	Patio ETSIE. Foto	Propia	4.02
4.04	Plano de zona de actuación. Autocad	Propia	4.02
4.05	Plano de replanteo. Autocad	Propia	4.02



ÍNDICE DE FIGURAS

Ref.	Contenido. Formato	Fuente	Pág.
4.06	Sección longitudinal. Autocad	Propia	4.03
4.07	Sección Transversal. Autocad	Propia	4.04
4.08	Detalle 1 Zapata - Losa. Autocad	Propia	4.05
4.09	Detalle 2 Zapata -Losa. Autocad	Propia	4.06
4.10	Detalle 3 Pilar – Losa. Autocad	Propia	4.07
4.11	Detalle 4 Zapata – Pilar. Autocad	Propia	4.08
4.12	Detalle 5 Zapata – Pilar. Autocad	Propia	4.09
4.13	Esquema de armado de losa. Autocad	Propia	4.10
4.14	Tabla 69.3.4 EHE-08, Diámetro de mandriles. Imagen	EHE-08	4.10
4.15	Tabla 2.3 Recubrimientos y separación de armaduras. Imagen	DA-SE	4.10
4.16	Tabla 2.1 Longitudes básicas de anclaje. Imagen	DA-SE	4.10
4.17	Estructura acabada. SketchUp	Propia	4.11
4.18	Despiece de basa articulada. Autocad	Propia	4.13
4.19	Imagen de nudo articulado. SketchUp	Propia	4.13
4.20	Despiece de empotramientos. Autocad	Propia	4.14
4.21	Imagen de nudo empotrado. SketchUp	Propia	4.14
6. CONCLUSIONES			
6.01	Planta con estructura acabada. Autocad	Propia	6.01
6.02	Planta con estructura acabada orientada. Autocad	Propia	6.02
6.03	Planta de soleamiento 7:00. SketchUp	Propia	6.02
6.04	Planta de soleamiento 13:00. SketchUp	Propia	6.02
6.05	Planta de soleamiento 16:00. SketchUp	Propia	6.02
6.06	Perspectiva de estado final del patio ETSIE. SketchUp	Propia	6.02



8. ANEXO



DOCUMENTACIÓN

8.1 ACCESIBILIDAD

Sección SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas

1 Resbaladidad de los suelos

- 1 Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de *uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia*, excluidas las zonas de *ocupación nula* definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado.

Las *zonas de ocupación nula* a las que se refiere este apartado son aquellas que responden a la definición de *zonas de ocupación nula* del DB SI, independientemente de si tienen una ocupación asignada en la tabla 2.1 (densidades de ocupación de la Sección SI 3 del DB SI), es decir, se trata de zonas en las que la presencia de personas sea ocasional o relacionadas con el mantenimiento.

Por lo que los suelos de los aseos que sirvan a estas zonas no son de uso ocasional y por lo tanto tienen que cumplir estas condiciones.

- 2 Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

El valor de resistencia al deslizamiento R_d es el valor USRV descrito en la norma UNE-ENV 12633:2003.

Clasificaciones de producto

Con independencia de clasificaciones específicas de producto, aunque éstas estén relacionadas con la resbaladidad, siempre se debe comprobar que la clase de los suelos exigida en la tabla 1.2 en función de su localización se ha obtenido conforme a la norma UNE-ENV 12633.

- 3 La tabla 1.2 indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior ⁽¹⁾ , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾ . Duchas.	3

⁽¹⁾ Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de *uso restringido*.

⁽²⁾ En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

Zonas húmedas en entradas

La condición exigida a las entradas de los edificios tiene como objetivo proporcionar una zona de transición entre la zona exterior húmeda y la zona interior seca en la que la suela del calzado pierda humedad de forma progresiva. Esto puede conseguirse:

- Mediante una zona en el interior del edificio que suponga un recorrido de al menos 6 m desde la entrada con un suelo menos deslizante, con las condiciones que se exigen para las zonas interiores húmedas.
- Mediante un elemento tipo felpudo capaz de absorber el agua del calzado, en cuyo caso la dimensión del elemento debe asegurar que, con el paso normal de una persona, ambos pies entran en contacto con el elemento, siendo preferible al menos dos contactos con cada pie. Para ello, se puede considerar que una dimensión de 2 m en el sentido de la marcha es suficiente para cubrir cualquier tipo de tránsito. Como solución alternativa, se puede reducir esta dimensión si el diseño de la entrada reduce la longitud del paso, como por ejemplo, cuando se entra a través de puertas giratorias o de puertas situadas en mitad de un felpudo.

Bandas antideslizantes

Si se utilizan bandas antideslizantes, tanto adheridas como de cambio de rugosidad/textura del material, en lugar de un material continuo que cumpla la exigencia de resbaladidad correspondiente, estas bandas requieren un emplazamiento regular para ser efectivas que asegure el contacto del pie en cualquier dirección:

- En escaleras se considera suficiente una banda de 3 a 5 cm de anchura en el borde exterior de cada huella
- En un pavimento continuo se considera suficiente bandas perpendiculares a la dirección de la marcha separadas no más de 10 cm entre ellas.

Acceso directo a zonas de *uso restringido*

La nota 1 de la tabla 1.2 no exceptúa la aplicación de condiciones de resbaladidad a las entradas a los edificios desde el espacio exterior, sino que de lo que exceptúa a dichas entradas es de la consideración de "zonas interiores húmedas".

2 Discontinuidades en el pavimento

- 1 Excepto en zonas de *uso restringido* o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:
- No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.
 - Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda del 25%;



DOCUMENTACIÓN

8.1 ACCESIBILIDAD

4.3 Rampas

1 Los itinerarios cuya pendiente exceda del 4% se consideran rampa a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de *uso restringido* y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas. Estas últimas deben satisfacer la pendiente máxima que se establece para ellas en el apartado 4.3.1 siguiente, así como las condiciones de la Sección SUA 7.

4.3.1 Pendiente

1 Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto:

- a) las que pertenezcan a *itinerarios accesibles*, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable.

La longitud de los tramos de las rampas debe medirse en proyección horizontal.

- b) las de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas, y no pertenezcan a un *itinerario accesible*, cuya pendiente será, como máximo, del 16%.

2 La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a *itinerarios accesibles* será del 2%, como máximo.

4.3.2 Tramos

1 Los tramos tendrán una longitud de 15 m como máximo, excepto si la rampa pertenece a *itinerarios accesibles*, en cuyo caso la longitud del tramo será de 9 m, como máximo, así como en las de aparcamientos previstas para circulación de vehículos y de personas, en las cuales no se limita la longitud de los tramos. La anchura útil se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada para escaleras en la tabla 4.1.

La longitud de los tramos de las rampas debe medirse en proyección horizontal.

2 La anchura de la rampa estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos, siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm de la pared o barrera de protección.

3 Si la rampa pertenece a un *itinerario accesible* los tramos serán rectos o con un radio de curvatura de al menos 30 m y de una anchura de 1,20 m, como mínimo. Asimismo, dispondrán de una superficie horizontal al principio y al final del tramo con una longitud de 1,20 m en la dirección de la rampa, como mínimo.

4.3.3 Mesetas

1 Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa con la misma dirección tendrán al menos la anchura de la rampa y una longitud, medida en su eje, de 1,50 m como mínimo.

2 Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la rampa no se reducirá a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de *zonas de ocupación nula* definidas en el anejo SI A del DB SI.

3 No habrá pasillos de anchura inferior a 1,20 m ni puertas situados a menos de 40 cm de distancia del arranque de un tramo. Si la rampa pertenece a un *itinerario accesible*, dicha distancia será de 1,50 m como mínimo.

- Pasillos y pasos	- Anchura libre de paso $\geq 1,20$ m. En zonas comunes de edificios de <i>uso Residencial Vivienda</i> se admite 1,10 m - Estrechamientos puntuales de anchura $\geq 1,00$ m, de longitud $\leq 0,50$ m, y con separación $\geq 0,65$ m a huecos de paso o a cambios de dirección
- Puertas	- Anchura libre de paso $\geq 0,80$ m medida en el marco y aportada por no más de una hoja. En el ángulo de máxima apertura de la puerta, la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta debe ser $\geq 0,78$ m - Mecanismos de apertura y cierre situados a una altura entre 0,80 - 1,20 m, de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano, o son automáticos - En ambas caras de las puertas existe un espacio horizontal libre del barrido de las hojas de diámetro $\varnothing 1,20$ m - Distancia desde el mecanismo de apertura hasta el encuentro en rincón $\geq 0,30$ m - Fuerza de apertura de las puertas de salida ≤ 25 N (≤ 65 N cuando sean resistentes al fuego)
- Pavimento	- No contiene piezas ni elementos sueltos, tales como gravas o arenas. Los felpudos y moquetas están encastrados o fijados al suelo - Para permitir la circulación y arrastre de elementos pesados, sillas de ruedas, etc., los suelos son resistentes a la deformación
- Pendiente	- La pendiente en sentido de la marcha es $\leq 4\%$, o cumple las condiciones de rampa accesible, y la pendiente trasversal al sentido de la marcha es $\leq 2\%$

No se considera parte de un *itinerario accesible* a las escaleras, rampas y pasillos mecánicos, a las puertas giratorias, a las barreras tipo torno y a aquellos elementos que no sean adecuados para personas con marcapasos u otros dispositivos médicos.



GEOMETRÍA

8.2 Clasificación geométrica

NOMBRE	GEOMETRÍA						ESTRUCTURA				MATEMÁTICAS		
	ELEMENTO GENERADOR		MOVIMIENTO DE GENERACION			DIRECTRICES	CURVATURA				CUÁDRICA / ECUACIÓN		
	REGLADA	CURVA	REVOLUCIÓN	TRASLACIÓN	HELICOIDAL		NULA	SIMPLE	DOBLE		ELÍPTICA	PARABÓLICA	HIPERBÓLICA
								SINCLÁSTICA	ANTICLÁSTICA				
POLIEDROS	Caras planas			1 arista en una dirección por cara		2 rectas paralelas o que se cortan por cara	1 cara	2 caras	3 caras				
ESFERA		Circuf.	Alrededor de un diámetro			Circunferencia			Circunferencias			$x^2+y^2+z^2=a^2$	
ELIPSOIDE		Elipse	Alrededor de un eje de la elipse			Elipse			Elipses y/o circunferencia			$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$	
CILINDRO	Recta paralela al eje	Curva perpend. al eje	Recta alrededor del eje	Curva en la dirección del eje		Circunferencia Elipse Parábola		Circunf.				$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$	
CONO	Recta que corta al eje		Alrededor del eje			Circunferencia Elipse Parábola		Cónica				$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$	
CONOIDE						Circunferencia y recta		Elipse o circunf.					
PARABOLOIDE HIPERBÓLICO	Doble generación recta					2 rectas que se cruzan y plano director					Parábolas y/o hipérbola		$z = \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}$
HIPERBOLOIDE HIPERBÓLICO	Doble generación recta					3 rectas que se cruzan					Hipérbolas y/o parábola		$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$
TOROIDE		Circunf.	Alrededor de una recta exterior a la circunferencia			Circunferencia			Parte exterior	Parte interior			
HELICOIDE	Helicoides reglados				A lo largo del eje de la hélice	Hélice y eje		Curva					



GEOMETRÍA

8.2 Clasificación geométrica

Generación = elemento + movimiento

Elemento:

Regladas

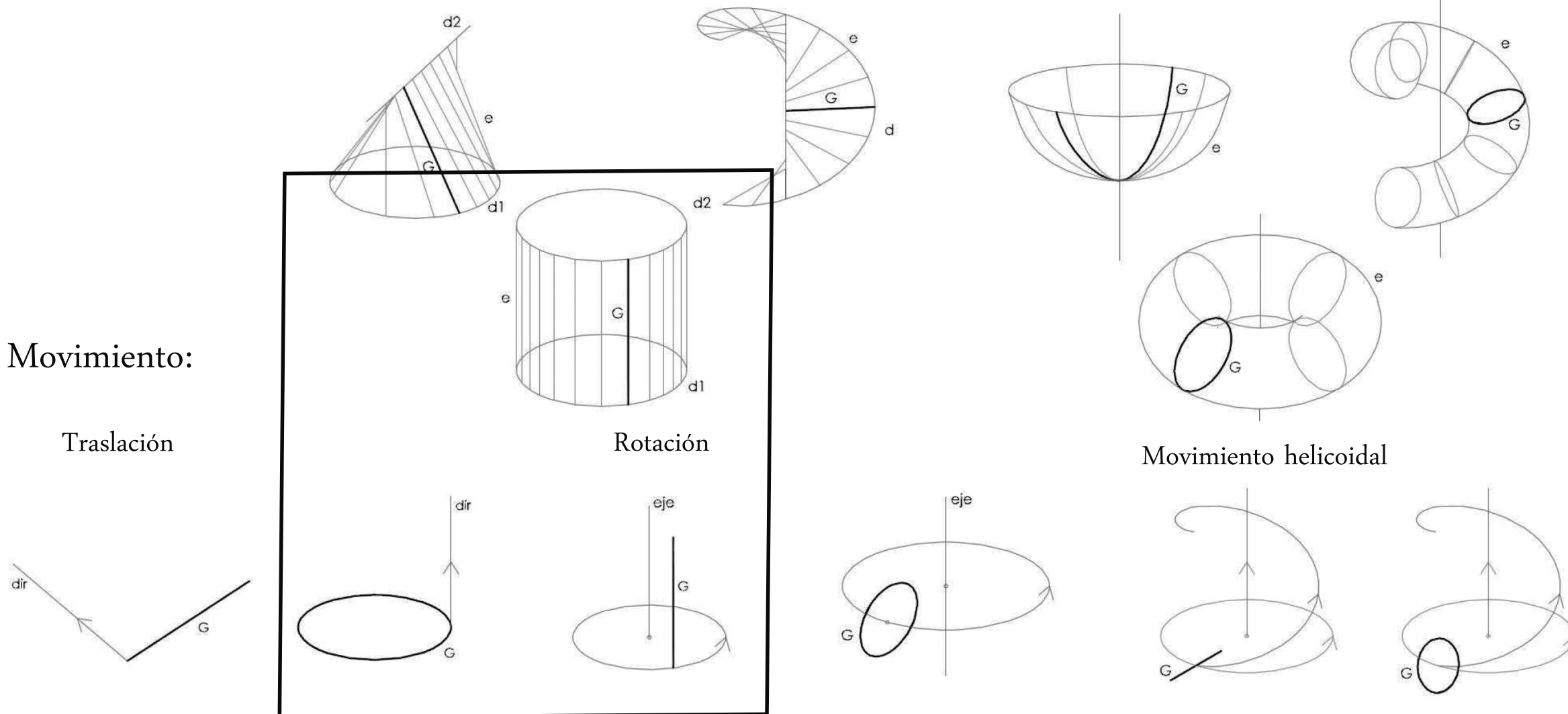
Curvas

Movimiento:

Traslación

Rotación

Movimiento helicoidal



ESTRUCTURA

8.3 Cálculo de dimensiones básicas, coeficientes y cargas

Artículo 56. Láminas

Salvo justificación en contrario, no se construirán láminas con espesores de hormigón menores que los siguientes:

- Láminas plegadas: 9 cm.
- **Láminas de simple curvatura: 7 cm.**
- Láminas de doble curvatura: 5 cm.

Salvo justificación especial, se cumplirán las siguientes disposiciones:

- Las armaduras de la lámina se colocarán en posición rigurosamente simétrica, respecto a la superficie media de la misma.
- La cuantía mecánica en cualquier sección de la lámina cumplirá la limitación:

$$\omega \leq 0,30 + \frac{5}{f_{cd}}$$

en la que f_{cd} es la resistencia de cálculo del hormigón a compresión, expresada en N/mm^2 .

- La distancia entre armaduras principales no será superior a:
 - Tres veces el espesor de la lámina, si se dispone una malla en la superficie media.
 - Cinco veces el espesor de la lámina, si se disponen mallas junto a los dos paramentos.
- Los recubrimientos de las armaduras cumplirán las condiciones generales exigidas en 37.2.4. Para el análisis estructural de láminas deben seguirse las indicaciones del Artículo 23°. Para la comprobación de los distintos Estados Límite se estudiarán las diferentes combinaciones de acciones ponderadas de acuerdo con los criterios expuestos en el Artículo 13°. Se comprobará el Estado Límite Último de tensiones normales de acuerdo con el Artículo 42°, teniendo en cuenta los esfuerzos axiales y un esfuerzo de flexión biaxial, en cada punto de la lámina. Se comprobará el Estado Límite de Cortante de acuerdo con las indicaciones del Artículo 44°. Se comprobará el Estado Límite de Punzonamiento de acuerdo con las indicaciones del Artículo 46°. Asimismo, siempre que sea necesario, se comprobará el Estado Límite de Fisuración de acuerdo con el Artículo 49°. La disposición de armaduras se ajustará a lo prescrito en los Artículos 69°, para las armaduras pasivas, y 70°, para las armaduras activas.

Según la EHE-08:

Artículo 8. Bases de cálculo

8.1 EL MÉTODO DE LOS ESTADOS LÍMITE

8.1.1 Estados Límite

Se definen como Estados Límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

A los efectos de esta Instrucción, los Estados Límite se clasifican en:

- **Estados Límite Últimos**
- Estados Límite de Servicio
- Estado Límite de Durabilidad

8.1.2 Estados Límite Últimos

La denominación de Estados Límite Últimos engloba todos aquellos que producen el fallo de la estructura, por pérdida de equilibrio, colapso o rotura de la misma o de una parte de ella.

Como Estados Límite Últimos deben considerarse los debidos a:

- fallo por deformaciones plásticas excesivas, rotura o pérdida de la estabilidad de la estructura o parte de ella;
- pérdida del equilibrio de la estructura o parte de ella, considerada como un sólido rígido;
- fallo por acumulación de deformaciones o fisuración progresiva bajo cargas repetidas.

En la comprobación de los Estados Límite Últimos que consideran la rotura de una sección o elemento, se debe satisfacer la condición:

$$R_d \leq S_d$$

donde:

R_d Valor de cálculo de la respuesta estructural.

S_d Valor de cálculo del efecto de las acciones.



ESTRUCTURA

8.3 Cálculo de dimensiones básicas, coeficientes y cargas

1. CTE AE – Acciones de la edificación

1.1 Cálculo de la CARGA PERMANENTE [CP]:

4.2.5.5 Acciones

Para la determinación de las acciones se ha empleado el Código Técnico de la Edificación CTE (IETcc, 2006).

-Peso propio

Se adopta un peso específico del material de 25 kN/m³.

-Sobrecarga de uso

Se escoge el valor habitual de la sobrecarga debida a procesos de mantenimiento y conservación de 1kN/m².

-Sobrecarga de nieve

Según el CTE, a la ciudad de Valencia le corresponde una sobrecarga debida al peso de nieve de 0,20 kN/m². Como esta acción es inferior a la sobrecarga de conservación, y es muy improbable que ambas acciones actúen simultáneamente, se escoge sólo aquella para incluirla en las hipótesis de combinación de acciones.

-Viento

Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno

Tabla C.1 Peso específico aparente de materiales de construcción

Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³	Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³
Materiales de albañilería		Madera	
Arenisca	21,0 a 27,0	Aserrada, tipos C14 a C40	3,5 a 5,0
Basalto	27,0 a 31,0	Laminada encolada	3,7 a 4,4
Calizas compactas, mármoles	28,0	Tablero contrachapado	5,0
Diorita, gneis	30,0	Tablero cartón gris	8,0
Granito	27,0 a 30,0	Aglomerado con cemento	12,0
Sienita, diorita, pórfido	28,0	Tablero de fibras	8,0 a 10,0
Terracota compacta	21,0 a 27,0	Tablero ligero	4,0
Fábricas		Metales	
Bloque hueco de cemento	13,0 a 16,0	Acero	77,0 a 78,5
Bloque hueco de yeso	10,0	Aluminio	27,0
Ladrillo cerámico macizo	18,0	Bronce	83,0 a 85,0
Ladrillo cerámico perforado	15,0	Cobre	87,0 a 89,0
Ladrillo cerámico hueco	12,0	Estaño	74,0
Ladrillo silicocalcáreo	20,0	Hierro colado	71,0 a 72,5
Mampostería con mortero		Hierro forjado	76,0
de arenisca	24,0	Latón	83,0 a 85,0
de basalto	27,0	Plomo	112,0 a 114,0
de caliza compacta	26,0	Zinc	71,0 a 72,0
de granito	26,0	Plásticos y orgánicos	
Sillería		Caucho en plancha	17,0
de arenisca	26,0	Lámina acrílica	12,0
de arenisca o caliza porosas	24,0	Linóleo en plancha	12,0
de basalto	30,0	Mástico en plancha	21,0
de caliza compacta o mármol	28,0	Poliestireno expandido	0,3
de granito	28,0	Otros	
Hormigones y morteros		Adobe	16,0
Hormigón ligero	9,0 a 20,0	Asfalto	24,0
Hormigón normal ⁽¹⁾	24,0	Baldosa cerámica	18,0
Hormigón pesado	> 28,0	Baldosa de gres	19,0
Mortero de cemento	19,0 a 23,0	Papel	11,0
Mortero de yeso	12,0 a 28,0	Pizarra	29,0
Mortero de cemento y cal	18,0 a 20,0	Vidrio	25,0
Mortero de cal	12,0 a 18,0		

⁽¹⁾ En hormigón armado con armados usuales o fresco aumenta 1 kN/m³

_Acero: **78'5 KN/m³**

_Hormigón normal+armado: 24 + 1 = **25'0 KN/m³**



ESTRUCTURA

8.3 Cálculo de dimensiones básicas, coeficientes y cargas

1.2 Cálculo de la SOBRECARGA DE USO [SU]:

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 (1)
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente (2)			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación (3)	(7)	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1(4) (6)	2
		G1	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) (5)	0,4(4)	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso: G1, Cubierta con inclinación inferior a 20º → **1**

(Esta sobrecarga **no** se considera **concomitante** con el resto de acciones variables)

$$_SU = 1$$

1.3 Cálculo de la acción de la NIEVE [N]:

Para el cálculo de la misma nos remitimos a la tabla E2, del anejo E del citado documento. En la que sabiendo la altitud de la zona donde se encuentra la cubierta (Valencia), y la zona geográfica en la que se encuentra, Zona 5. (Ver figura E.2) Obtenemos dicha sobrecarga por metro cuadrado.

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n, puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s \cdot k \quad (3.2) \text{ siendo:}$$

μ coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3

s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

3.5.2 Carga de nieve sobre un terreno horizontal

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal, s_k, en las capitales de provincia y ciudades autónomas se puede tomar de la tabla 3.8

Capital	Altitud m	s _k kN/m ²	Capital	Altitud m	s _k kN/m ²	Capital	Altitud m	s _k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tián/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Sevilla	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Soria	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tarragona	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Tenerife	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Teruel	550	0,9
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Toledo	0	0,5
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valencia/València	690	0,2
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Valladolid	520	0,4
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Zaragoza	0	0,5
						Ceuta y Melilla		0,2

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

3.5.3 Coeficiente de forma

En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de **1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30º** y 0 para cubiertas con inclinación de mayor o igual que 60º (para valores intermedios se interpolará linealmente). Si hay impedimento, se tomará μ = 1 sea cual sea la inclinación.

Cuando la construcción esté protegida de la acción de viento, el valor de carga de nieve **podrá reducirse en un 20%**. Si se encuentra en un emplazamiento fuertemente expuesto, el valor deberá aumentarse en un 20%.

$$q_n = \mu \cdot s \cdot k \rightarrow 0'2 \times 1 \times 0'8 = 0'16 \text{ kN/m}^2$$

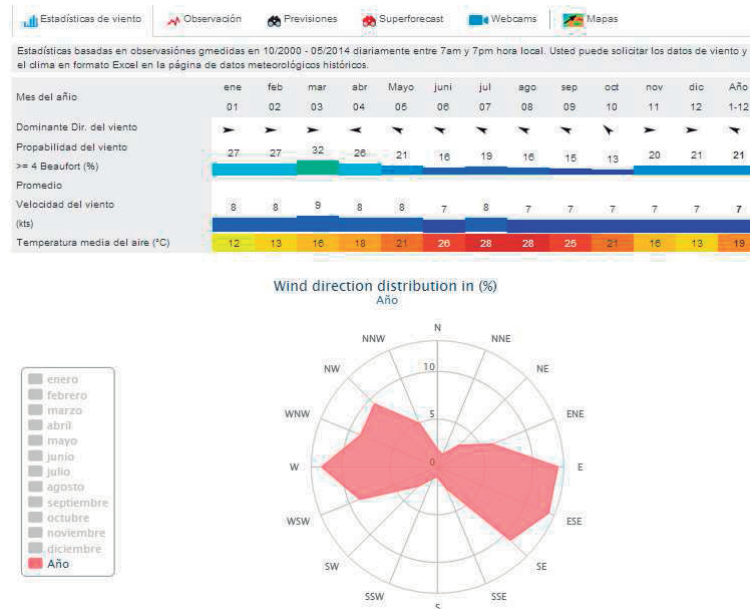
$$_N = 0'16 \text{ kN/m}^2$$

ESTRUCTURA

8.3 Cálculo de dimensiones básicas, coeficientes y cargas

1.4 Cálculo de la acción del VIENTO [V]:

Primero observamos los vientos dominantes en la Comunidad Valenciana.



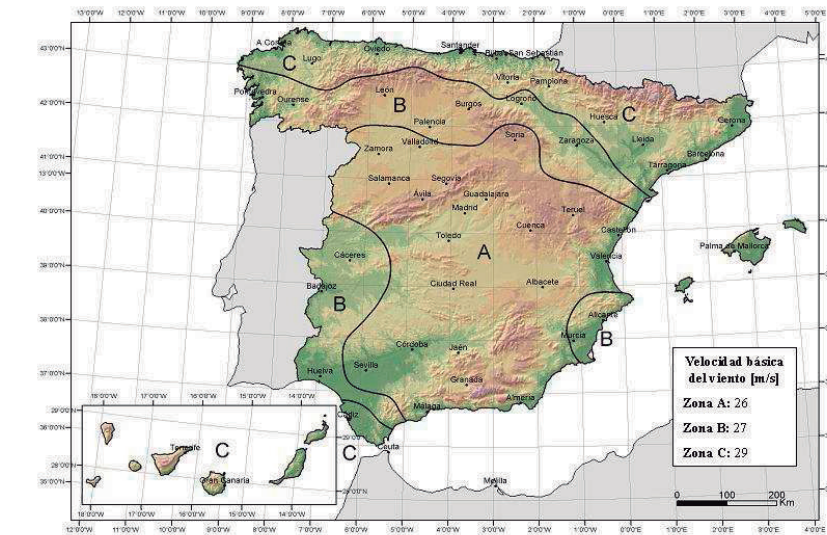
La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, y puede expresarse según el CTE AE como:

$$Q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$



Siendo según el Anejo D:

1.4.1 - Presión Dinámica (q_b):



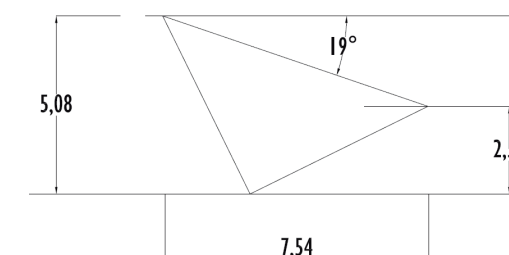
En nuestro caso, puesto que la cubierta está situada en el Valencia, le corresponde la zona A, por lo que el coeficiente de presión dinámica del viento a utilizar será de $0,42 \text{ kN/m}^2$.

$$q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2 \text{ (zona A)}$$

1.4.2 - Coeficiente de exposición (c_e):

El coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Dicho coeficiente lo determinaremos mediante la tabla 3.4, del punto 3.3.3, del citado documento.

Considerando que la disposición de nuestra estructura es la que se muestra en el esquema siguiente, y que nuestra nave se encuentra en un polígono industrial obtenemos el coeficiente de exposición.



Altura máxima = 5'08 ≈ 6

ESTRUCTURA

8.3 Cálculo de dimensiones básicas, coeficientes y cargas

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

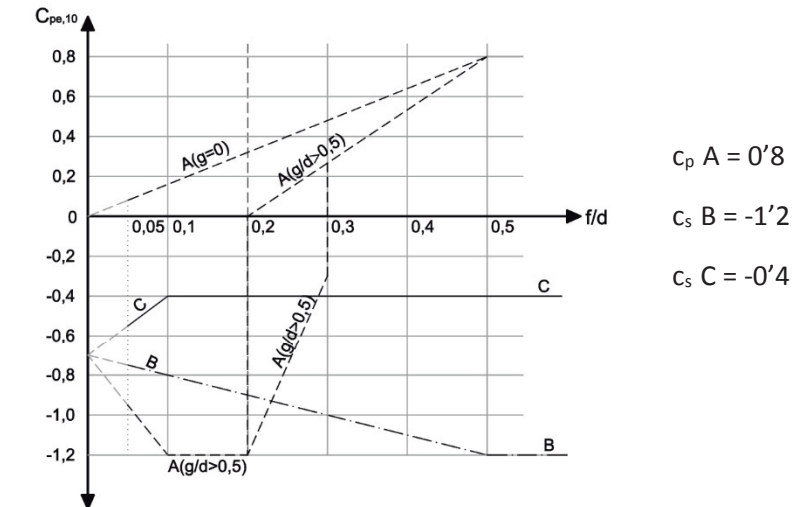
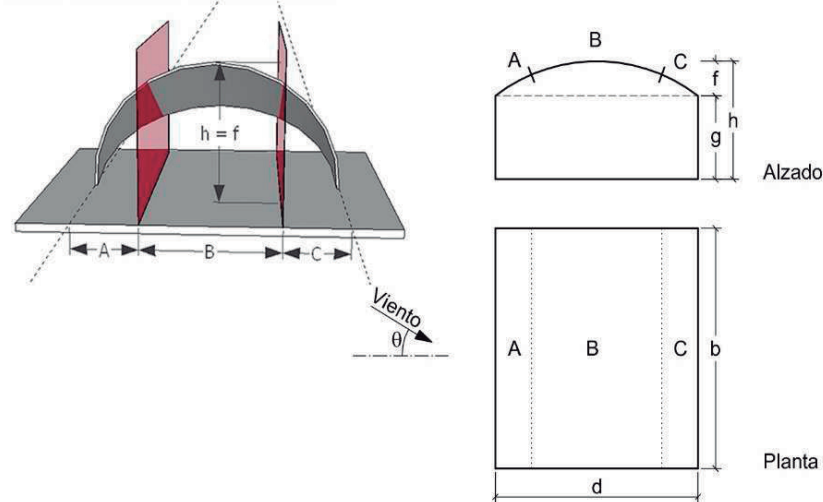
Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Bordo del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,4	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

$c_e = 1.4 \text{ kN/m}^2$

1.4.3 - Coeficiente eólico o de presión:

Dicho coeficiente depende de forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo del mismo indica succión. Para el cálculo de dicho coeficiente nos remitiremos al anejo D del CTE DB AE, concretamente al apartado D.12 que es el que más se adapta a nuestra forma de cubierta.

Tabla D.12 Cubiertas cilíndricas



Notas:

- Para $0 < g/d < 0,5$, el coeficiente de presión exterior, $c_{pe,10}$, correspondiente a la superficie A, se obtendrá mediante interpolación lineal.
- Para $0,2 \leq f/d \leq 0,3$ y $g/d \geq 0,5$, se adoptará el más desfavorable de los dos posibles valores del coeficiente de presión exterior, $c_{pe,10}$, correspondiente a la zona A.

$$Q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

- $Q_e A = 0.42 \cdot 1.4 \cdot 0.8 = 0.47 \text{ kN/m}^2$ (PRESIÓN)
- $Q_e B = 0.42 \cdot 1.4 \cdot -1.2 = -0.71 \text{ kN/m}^2$ (SUCCIÓN)
- $Q_e C = 0.42 \cdot 1.4 \cdot -0.4 = -0.24 \text{ kN/m}^2$ (SUCCIÓN)

2. Combinaciones de acciones

Las combinaciones de acciones propuestas para el presente proyecto las tenemos determinadas en la siguiente tabla para los estados límite de servicio (ELS) y estados límite últimos (ELU). Se han determinado 14 combinaciones y no todas las combinaciones posibles, por motivos de simplificación además que consideramos estas suficientes.

DB_SE_4.2.2 Combinación de acciones

1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

ESTRUCTURA

8.3 Cálculo de dimensiones básicas, coeficientes y cargas

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

Tabla 2:

	ELS	ELU
1 PP		1.35PP
2 PP+SU		1.35PP+1.5SU
3 PP+N		1.35PP+1.5N
4 PP+V		1.35PP+1.5V
5 PP+V2		1.35PP+1.5V2
6 PP+V+N		1.35PP+1.5V+1.5N
7 PP+V2+N		1.35PP+1.5V2+1.5N

CP: Carga permanente
SU: Sobrecarga de uso
N: Nieve
V1: Viento lateral
V2: Viento frontal

Obviaremos otros tipos de cargas accidentales, contemplados en el DB SE_AE ,como son Sismo, Incendio e Impacto de vehículos, ya que se consideran inviables.



ESTRUCTURA

8.4 DB-SE Deformaciones

4.3.3 Deformaciones

4.3.3.1 Flechas

- 1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:
 - a) $1/500$ en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
 - b) $1/400$ en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
 - c) $1/300$ en el resto de los casos.
- 2 Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que $1/350$.
- 3 Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que $1/300$.

- 4 Las condiciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar dicha comprobación en dos direcciones ortogonales.
- 5 En los casos en los que los elementos dañables (por ejemplo tabiques, pavimentos) reaccionan de manera sensible frente a las deformaciones (flechas o desplazamientos horizontales) de la estructura portante, además de la limitación de las deformaciones se adoptarán medidas constructivas apropiadas para evitar daños. Estas medidas resultan particularmente indicadas si dichos elementos tienen un comportamiento frágil.

4.3.3.2 Desplazamientos horizontales

- 1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales, tales como tabiques o fachadas rígidas, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome (véase figura 4.1) es menor de:
 - a) desplome total: $1/500$ de la altura total del edificio;
 - b) desplome local: $1/250$ de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.
- 2 Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones casi permanente, el desplome relativo (véase figura 4.1) es menor que $1/250$.
- 3 En general es suficiente que dichas condiciones se satisfagan en dos direcciones sensiblemente ortogonales en planta.

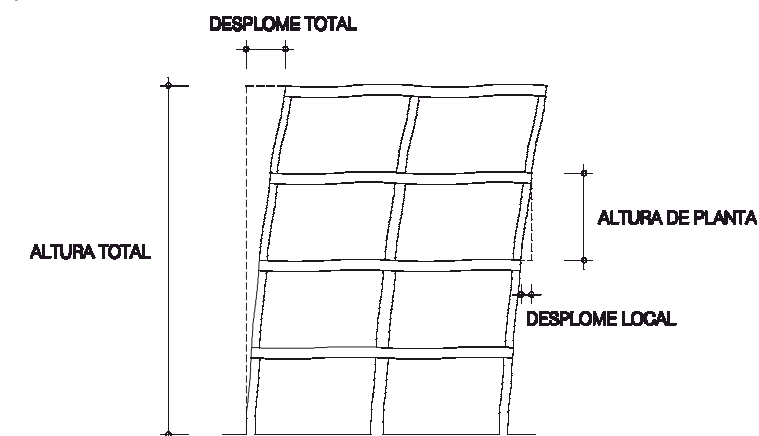


Figura 4.1 Desplomes

